

PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 12 /PRT/M/2014

TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa dalam rangka mengalirkan kelebihan air yang berasal dari air hujan agar tidak terjadi genangan yang berlebihan pada suatu kawasan tertentu serta seiring dengan pertumbuhan kota dan perkembangan industri, perlu dibuat suatu sistem pengeringan dan pengaliran air yang baik;
- b. bahwa kelebihan air sebagaimana dimaksud pada huruf a khususnya di wilayah perkotaan, perlu mendapatkan penanganan dan pengelolaan yang terencana dan terpadu melalui Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;
- c. bahwa berdasarkan Pasal 77 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, sungai dan/atau anak sungai yang seluruh daerah tangkapan airnya terletak dalam satu wilayah perkotaan, dapat berfungsi sebagai drainase perkotaan;
- d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, dan huruf c, perlu menetapkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;

- Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi Dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 48 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4833);

3. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 21 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5103);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 74 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5230);
6. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan Organisasi Kementerian Negara sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 13 Tahun 2014;
7. Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas, dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara Republik Indonesia sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 14 Tahun 2014;
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 08/PRT/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM TENTANG PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN .

BAB I KETENTUAN UMUM

Bagian kesatu Pengertian

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.
2. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan adalah upaya merencanakan, melaksanakan konstruksi, mengoperasikan, memelihara, memantau, dan mengevaluasi sistem fisik dan non fisik drainase perkotaan.
3. Sistem Drainase Perkotaan adalah satu kesatuan sistem teknis dan non teknis dari prasarana dan Sarana Drainase perkotaan.

4. Prasarana Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat oleh manusia, yang berfungsi menyalurkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima.
5. Sarana Drainase adalah Bangunan Pelengkap yang merupakan bangunan yang ikut mengatur dan mengendalikan sistem aliran air hujan agar aman dan mudah melewati jalan, belokan daerah curam, bangunan tersebut seperti gorong-gorong, pertemuan saluran, bangunan terjunan, jembatan, tali-tali air, pompa, pintu air.
6. Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan adalah perencanaan dasar drainase yang menyeluruh dan terarah pada suatu daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Kota.
7. Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan adalah suatu studi untuk mengukur tingkat kelayakan usulan pembangunan prasarana dan sarana Sistem Drainase Perkotaan di suatu wilayah pelayanan ditinjau dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan.
8. Perencanaan Teknik Terinci Sistem Drainase Perkotaan adalah suatu perencanaan detail sarana prasarana Sistem Drainase Perkotaan sampai memenuhi syarat untuk dilaksanakan pembangunan sistem drainase perkotaan.
9. Pelaksanaan Konstruksi adalah tahapan pembangunan fisik sistem drainase perkotaan, dengan kegiatan mulai dari tahap persiapan konstruksi (*pre-construction*), pelaksanaan konstruksi (*construction*) dan uji coba sistem (*test commissioning*).
10. Sumur Resapan adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk meresapkan air hujan dari atap bangunan ke dalam tanah melalui lubang sumuran.
11. Kolam Tandon adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk menampung air hujan agar dapat digunakan sebagai sumber air baku.
12. Kolam Retensi adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah
13. Bangunan Pelengkap adalah bangunan air yang melengkapi sistem drainase berupa gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/ *street inlet*, pompa dan pintu air.
14. Sistem Polder adalah suatu sistem yang secara hidrologis terpisah dari sekelilingnya baik secara alamiah maupun buatan yang dilengkapi dengan tanggul, sistem drainase internal, pompa dan/atau waduk, serta pintu air.
15. Operasi adalah kegiatan untuk menjalankan dan memfungsikan prasarana dan Sarana Drainase perkotaan sesuai dengan maksud dan tujuannya.
16. Pemeliharaan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin fungsi prasarana dan Sarana Drainase perkotaan sesuai dengan rencana.
17. Rehabilitasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan Sarana Drainase lainnya termasuk Bangunan Pelengkap yang mengalami penurunan kondisi dan fungsi agar kinerjanya sesuai dengan perencanaan.

18. Pemantauan adalah kegiatan memantau kemajuan sebuah program/proyek/kegiatan agar tetap berjalan dalam prosedur yang telah ditetapkan.
19. Evaluasi adalah kegiatan untuk menilai, memperbaiki dan meningkatkan seberapa jauh sebuah proyek atau program kegiatan dapat berjalan secara efektif, efisien dan optimal seperti yang telah dirumuskan bersama.
20. Penyelenggara Sistem Drainase Perkotaan adalah pemerintah, badan usaha, dan/atau kelompok masyarakat yang melakukan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .
21. Pemerintah Pusat selanjutnya disebut Pemerintah adalah Presiden Republik Indonesia yang memegang kekuasaan pemerintahan Negara Republik Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945.
22. Pemerintah Provinsi adalah gubernur dan perangkat daerah sebagai unsur Penyelenggara pemerintahan daerah.
23. Pemerintah Kabupaten/Kota adalah bupati, walikota dan perangkat daerah sebagai unsur Penyelenggara pemerintahan daerah.
24. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum.

Bagian Kedua Maksud dan Tujuan

Pasal 2

- (1) Peraturan Menteri ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pemerintah, Pemerintah Provinsi, Pemerintah Kabupaten/Kota, badan usaha dan masyarakat dalam Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .
- (2) Peraturan Menteri ini bertujuan untuk:
 - a. mewujudkan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan yang memenuhi persyaratan tertib administrasi, ketentuan teknis, ramah lingkungan dan memenuhi keandalan pelayanan;
 - b. menciptakan lingkungan permukiman yang sehat dan bebas genangan; dan
 - c. meningkatkan konservasi, pendayagunaan dan pengendalian air.

Bagian Ketiga Ruang Lingkup

Pasal 3

Ruang lingkup peraturan menteri ini meliputi:

- a. penyelenggaraan;
- b. pembiayaan;
- c. peran masyarakat;
- d. pembinaan dan pengawasan; dan
- e. pengaturan di daerah.

BAB II PENYELENGGARAAN

Bagian Kesatu Umum

Pasal 4

- (1) Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan menganut sistem pemisahan antara jaringan drainase dan jaringan pengumpul air limbah pada wilayah perkotaan.
- (2) Tahapan penerapan sistem pemisahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disesuaikan dengan situasi dan kondisi masing-masing daerah berdasarkan hasil kajian teknis.
- (3) Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan menjadi tanggung jawab Pemerintah, Pemerintah Provinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota sesuai dengan kewenangannya.
- (4) Pemerintah daerah dapat melakukan kerja sama antar daerah dalam Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .
- (5) Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilakukan oleh instansi teknis yang bertanggungjawab dalam sub bidang drainase.

Pasal 5

- (1) Sistem Drainase Perkotaan terdiri atas:
 - a. sistem teknis; dan
 - b. sistem non teknis.
- (2) Sistem teknis drainase perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan jaringan drainase perkotaan yang terdiri dari saluran induk/primer, saluran sekunder, saluran tersier, saluran lokal, bangunan peresapan, bangunan tampungan beserta sarana pelengkapanya yang berhubungan secara sistemik satu dengan lainnya.
- (3) Sistem non teknis drainase perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b merupakan dukungan terhadap sistem teknis drainase perkotaan terkait dengan pembiayaan, peran masyarakat, peraturan perundang-undangan, institusi, sosial ekonomi dan budaya, dan kesehatan lingkungan permukiman.
- (4) Saluran induk/primer dan/atau saluran sekunder sebagaimana dimaksud pada ayat (2), dapat berupa sungai, dan/atau anak sungai yang berfungsi sebagai drainase perkotaan, dan/atau kanal buatan yang seluruh daerah tangkapan airnya terletak dalam satu wilayah perkotaan.

Bagian Kedua Perencanaan

Pasal 6

- (1) Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan meliputi:
 - a. penyusunan rencana induk;
 - b. studi kelayakan; dan
 - c. perencanaan teknik terinci/detail design.
- (2) Perencanaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disusun untuk pengembangan Sistem Drainase Perkotaan guna mendukung Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Paragraf 1 Rencana Induk

Pasal 7

- (1) Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan disusun untuk kawasan metropolitan, kawasan perkotaan besar dan kota yang mempunyai nilai strategis.
- (2) Dalam hal Sistem Drainase Perkotaan untuk kawasan kota sedang dan kecil, Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan disusun secara sederhana.
- (3) Rencana induk disusun oleh instansi yang berwenang di bidang drainase.
- (4) Rencana induk sebagaimana dimaksud pada ayat (2) ditetapkan oleh Pemerintahan Kabupaten/Kota.
- (5) Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan untuk wilayah Provinsi DKI Jakarta ditetapkan oleh Pemerintahan Provinsi DKI Jakarta.
- (6) Penyusunan rencana induk pada kabupaten/kota harus berdasarkan pada Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten/Kota yang bersangkutan dan Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air di wilayah tersebut.
- (7) Rencana induk Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan berlaku 25 (dua puluh lima) tahun atau disesuaikan dengan jangka waktu berlakunya Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten/Kota.

Pasal 8

- (1) Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan disusun dengan memperhatikan :
 - a. rencana pengelolaan sumber daya air;
 - b. rencana umum tata ruang kota (RUTRK);
 - c. tipologi kota/wilayah;
 - d. konservasi air; dan
 - e. kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal.

- (2) Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan paling sedikit memuat:
- inventarisasi kondisi awal sistem drainase;
 - kajian dan analisis drainase dan konservasi air;
 - pendekatan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;
 - rencana sistem jaringan drainase perkotaan termasuk skema jaringan drainase perkotaan;
 - skala prioritas dan tahapan penanganan;
 - perencanaan dasar;
 - pembiayaan;
 - kelembagaan; dan
 - pemberdayaan masyarakat.

Pasal 9

- (1) Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan yang melintasi batas administrasi kabupaten/kota disusun berdasarkan kesepakatan bersama kabupaten/kota dengan memperhatikan peraturan di daerah.
- (2) Dalam hal tidak tercapai kesepakatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka pemerintah provinsi melakukan fasilitasi sesuai dengan kewenangannya.

Pasal 10

- (1) Kota sedang dan kecil dapat menyusun rencana induk sederhana (*outline plan*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2), paling sedikit memuat:
 - inventarisasi kondisi awal sistem drainase;
 - kajian dan analisis drainase dan konservasi air;
 - rencana sistem jaringan drainase perkotaan;
 - skala prioritas dan tahapan penanganan;
 - perencanaan dasar; dan
 - pembiayaan.
- (2) Rencana induk sederhana Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan berlaku 25 (dua puluh lima) tahun atau disesuaikan dengan jangka waktu Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten/Kota.

Paragraf 2 Studi Kelayakan

Pasal 11

- (1) Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan disusun untuk mengukur tingkat kelayakan rencana pembangunan prasarana dan sarana Sistem Drainase Perkotaan di suatu wilayah pelayanan ditinjau dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan.

- (2) Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disusun berdasarkan pada Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.
- (3) Studi kelayakan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. perencanaan teknis;
 - b. kelayakan teknis;
 - c. kelayakan ekonomi;
 - d. kelayakan lingkungan; dan
 - e. rencana penyediaan lahan dan pemukiman kembali, bila diperlukan.
- (4) Perencanaan teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a meliputi:
 - a. analisis hidrologi dan hidrolika;
 - b. sistem jaringan drainase;
 - c. analisis model sistem jaringan drainase (apabila diperlukan);
 - d. analisis kekuatan konstruksi bangunan air;
 - e. nota disain;
 - f. gambar tipikal sistem jaringan drainase dan Bangunan Pelengkap;
 - g. perkiraan volume pekerjaan untuk masing-masing jenis pekerjaan meliputi: pekerjaan sipil dan *mechanical electrical*; dan
 - h. perkiraan biaya pembangunan sistem drainase perkotaan.
- (5) Kelayakan teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b harus memenuhi persyaratan hidrologi, hidrolika, kekuatan dan stabilitas struktur, ketersediaan material, dapat dilaksanakan dengan sumber daya manusia dan teknologi yang ada, dan kemudahan pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan.
- (6) Kelayakan ekonomi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf c dianalisis berdasarkan harga optimal, manfaat langsung dan tidak langsung dari terbangunnya sarana dan Prasarana Drainase perkotaan.
- (7) Kelayakan lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf d harus memenuhi persyaratan studi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan atau Usaha Pengelolaan Lingkungan/Usaha Pemantauan Lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan.
- (8) Dalam hal pelaksanaan studi kelayakan diperlukan penyediaan lahan dan pemukiman kembali dilaksanakan oleh pemerintahan daerah.
- (9) Studi kelayakan disusun oleh penyelenggara sistem drainase perkotaan.
- (10) Studi kelayakan harus mendapatkan pengesahan dari pemerintah daerah.

Paragraf 3
Perencanaan Teknik Terinci

Pasal 12

- (1) Perencanaan teknik terinci Sistem Drainase Perkotaan merupakan suatu perencanaan detail prasarana dan sarana Sistem Drainase Perkotaan sampai memenuhi syarat untuk dilaksanakan pembangunan sistem drainase perkotaan.

- (2) Perencanaan teknik terinci sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disusun berdasarkan:
 - a. Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan ;
 - b. studi kelayakan; dan
 - c. kondisi lokal lokasi perencanaan.
- (3) Perencanaan teknik terinci sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. rancangan teknik terinci sistem jaringan drainase;
 - b. rancangan teknik terinci sistem penampungan; dan
 - c. rancangan teknik terinci sistem peresapan.
- (4) Perencanaan Teknik Terinci Sistem Drainase Perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), paling sedikit memuat:
 - a. analisis hidrologi dan hidrolika;
 - b. sistem jaringan drainase perkotaan;
 - c. analisis kekuatan konstruksi bangunan air sistem drainase perkotaan;
 - d. nota perhitungan;
 - e. gambar detail bangunan air;
 - f. spesifikasi teknis sarana dan Prasarana Drainase perkotaan;
 - g. volume pekerjaan sipil;
 - h. *mechanical electrical*, bila diperlukan;
 - i. perkiraan biaya pembangunan sistem drainase perkotaan;
 - j. dokumen pengadaan prasarana dan Sarana Drainase perkotaan;
 - k. metode Pelaksanaan Konstruksi; dan
 - l. manual Operasi dan Pemeliharaan.

Pasal 13

- (1) Perencanaan teknik terinci disusun oleh Penyelenggara sistem drainase perkotaan.
- (2) Perencanaan teknik terinci harus mendapatkan pengesahan dari instansi teknis yang berwenang.

Pasal 14

Ketentuan mengenai tata cara perencanaan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Bagian Ketiga Pelaksanaan Konstruksi

Pasal 15

- (1) Pelaksanaan Konstruksi Sistem Drainase Perkotaan meliputi kegiatan:
 - a. pembangunan baru; dan/atau
 - b. normalisasi.

- (2) Tahapan Pelaksanaan Konstruksi Sistem Drainase Perkotaan terdiri atas:
 - a. persiapan konstruksi;
 - b. Pelaksanaan Konstruksi; dan
 - c. uji coba sistem.
- (3) Pembangunan baru sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a meliputi kegiatan membangun: saluran, memperbanyak saluran, memperpanjang saluran, mengalihkan aliran, Sistem Polder, kolam tampung (*storage*) memanjang, Kolam Retensi.
- (4) Normalisasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan Sarana Drainase lainnya termasuk Bangunan Pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan.
- (5) Pelaksanaan Konstruksi wajib mengikuti prinsip Pelaksanaan Konstruksi aman dan bersih (*clean construction*).

Pasal 16

Lingkup pekerjaan persiapan konstruksi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 ayat (2) huruf a adalah:

- a. persiapan gambar rencana;
- b. persiapan lapangan;
- c. mendirikan bangunan kantor dan gudang ;
- d. pengukuran tinggi muka tanah dan tinggi muka air banjir (*peil*);
- e. mobilisasi peralatan dan tenaga kerja; dan
- f. perizinan.

Pasal 17

Pelaksanaan Konstruksi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 ayat (2) huruf b meliputi kegiatan:

- a. Persiapan, meliputi gambar kerja, lapangan, material, tenaga kerja, dan peralatan;
- b. Pekerjaan fisik, meliputi saluran, gorong-gorong, jembatan, pintu air, tanggul, rumah pompa, kolam tampung;
- c. Pengawasan, meliputi gambar kerja (*shop drawing*), kualitas, jadwal pelaksanaan (*time schedule*), *network planning*, biaya; dan
- d. Laporan, meliputi laporan harian, laporan mingguan, laporan bulanan, laporan uji sampel.

Pasal 18

- (1) Uji coba sistem drainase sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 ayat (2) huruf c dilaksanakan pada prasarana dan Sarana Drainase yang dibangun agar dapat beroperasi sesuai dengan mutu dan fungsinya.
- (2) Uji coba prasarana dan sarana sistem drainase sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan pada:
 - a. saluran;
 - b. bangunan perlintasan;

- c. bangunan pompa air; dan
 - d. bangunan pintu air.
- (3) Uji coba sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan terhadap fungsi prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud ayat (2) huruf a, b, c dan d sebelum pekerjaan konstruksi diserahkan kepada direksi teknik.

Pasal 19

Ketentuan mengenai tata cara Pelaksanaan Konstruksi Sistem Drainase Perkotaan tercantum dalam Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Bagian Keempat Operasi dan Pemeliharaan

Paragraf 1 Umum

Pasal 20

- (1) Operasi dan Pemeliharaan dilaksanakan untuk menjamin kelangsungan fungsi Sistem Drainase Perkotaan dengan prinsip aman dan bersih.
- (2) Operasi dan Pemeliharaan drainase perkotaan primer, sekunder dan tersier menjadi tanggung jawab pemerintah kabupaten/kota.
- (3) Dalam hal Operasi dan Pemeliharaan drainase perkotaan lokal, menjadi tanggung jawab pengelola kawasan.
- (4) Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase Perkotaan di kawasan permukiman yang dibangun oleh pelaku pembangunan menjadi tanggung jawab pelaku pembangunan dan/atau masyarakat berdasarkan peraturan perundangan.
- (5) Pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan wajib mengikuti kaidah pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Sistem Manajemen Lingkungan.

Paragraf 2 Operasi

Pasal 21

- (1) Pengoperasian prasarana dan Sarana Drainase perkotaan dilakukan untuk memfungsikan secara optimal pengaturan aliran air dan pengelolaan sedimen.
- (2) Pengoperasian prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. pintu air manual dan otomatis;
 - b. saringan sampah manual dan otomatis;

- c. pompa;
 - d. Sistem Polder; dan
 - e. sistem pembuangan sedimen.
- (3) Pengaturan aliran air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) untuk mengendalikan sistem aliran air hujan agar mudah melewati belokan daerah curam, gorong-gorong, pertemuan saluran, bangunan terjun, jembatan, tali air (*street inlet*), pompa, pintu air.
- (4) Pengelolaan sedimen sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri dari pengerukan, pengangkutan dan pembuangan sedimen secara aman.

Paragraf 3 Pemeliharaan

Pasal 22

- (1) Pemeliharaan dilakukan untuk mencegah kerusakan dan/atau penurunan fungsi Prasarana Drainase dan perbaikan terhadap kerusakan prasarana drainase.
- (2) Pelaksanaan Pemeliharaan wajib mengikuti metode pelaksanaan bersih dan aman.
- (3) Kegiatan Pemeliharaan meliputi:
- a. Pemeliharaan rutin;
 - b. Pemeliharaan berkala;
 - c. Rehabilitasi; dan
 - d. Pemeliharaan khusus
- (4) Pemeliharaan rutin sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a paling sedikit meliputi kegiatan: pengangkutan sampah manual/otomatis, pengerukan sedimen dari saluran, dan Pemeliharaan *mechanical electrical*.
- (5) Pemeliharaan berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b paling sedikit meliputi kegiatan: penggelontoran, pengerukan sedimen saluran/kolam/bak kontrol/gorong-gorong/syphon/Kolam Tandon/Kolam Retensi, dan Pemeliharaan *mechanical electrical*.
- (6) Rehabilitasi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf c meliputi kegiatan, antara lain: penggantian atau perbaikan saluran, pompa/pintu air, perbaikan tanggul, penggantian atau perbaikan saringan sampah, perbaikan kolam tampung dan perbaikan Kolam Tandon/Kolam Retensi akibat penurunan fungsi maupun darurat (bencana alam).

Pasal 23

Ketentuan mengenai tata cara Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase Perkotaan tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Bagian Kelima
Pemantauan dan Evaluasi

Paragraf 1
Umum

Pasal 24

- (1) Pemantauan dan Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja Sistem Drainase Perkotaan secara keseluruhan.
- (2) Penyelenggara Sistem Drainase Perkotaan menyampaikan laporan kegiatan penyelenggaraan kepada Menteri, Gubernur dan Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya.
- (3) Pemantauan dan Evaluasi Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dilakukan oleh Menteri, Gubernur dan Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya.
- (4) Kegiatan Pemantauan dan Evaluasi penyelenggaraan sistem drainase meliputi teknis dan non teknis.
- (5) Kegiatan Pemantauan dan Evaluasi teknis meliputi:
 - a. kondisi dan fungsi prasarana dan sarana sistem drainase perkotaan;
 - b. karakteristik genangan; dan
 - c. kualitas air.
- (6) Kegiatan Pemantauan dan Evaluasi non teknis meliputi:
 - a. kelembagaan;
 - b. manajemen pembangunan;
 - c. keuangan;
 - d. peran masyarakat dan swasta; dan
 - e. hukum.

Pasal 25

Hasil Pemantauan dan Evaluasi digunakan sebagai bahan masukan untuk peningkatan kinerja penyelenggaraan dan perumusan rencana tindak turun tangan sesuai dengan kewenangannya.

Paragraf 2
Pemantauan

Pasal 26

- (1) Pemantauan kinerja Sistem Drainase Perkotaan dilaksanakan secara langsung maupun tidak langsung.
- (2) Pemantauan secara langsung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan mengadakan kunjungan lapangan ke tempat Penyelenggara guna memperoleh gambaran secara langsung tentang pengoperasian sistem drainase perkotaan.

- (3) Pemantauan secara tidak langsung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan mempelajari data dan laporan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan , serta sistem informasi Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan maupun data elektronik lainnya.

Paragraf 3
Evaluasi

Pasal 27

- (1) Dalam melakukan Evaluasi Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan diperlukan suatu indikator kinerja Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .
- (2) Indikator kinerja Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan meliputi aspek teknis dan aspek non teknis.
- (3) Evaluasi Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dilaksanakan secara berkala.
- (4) Indikator kinerja struktural/teknis meliputi:
 - a. sistem drainase, kondisi dan fungsi prasarana dan sarana. karakteristik genangan yang mencakup luas genangan, lama genangan, tinggi genangan, frekuensi genangan dan lokasi genangan yang berdampak pada ekonomi, sosial, fasilitas pemerintahan, transportasi, daerah perumahan dan hak milik pribadi; dan
 - b. kualitas air secara visual, antara lain warna dan kekeruhan.
- (5) Indikator kinerja non teknis meliputi:
 - a. kelembagaan yang mencakup organisasi pengelola, sumber daya manusia yang mendukung organisasi;
 - b. manajemen pembangunan yang mencakup dokumen perencanaan, pelaksanaan pembangunan, mekanisme pelaporan, pengelolaan prasarana dan sarana sesuai dengan standar Operasi dan prosedur, pengurangan luas lahan basah;
 - c. keuangan yang mencakup pembiayaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah terkait drainase;
 - d. peran masyarakat dan swasta yang mencakup peran aktif masyarakat melaporkan adanya genangan, tindak lanjut terhadap pengaduan masyarakat, keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan drainase, peran serta masyarakat/swasta dalam Operasi dan Pemeliharaan sistem drainase; dan
 - e. hukum yang mencakup peraturan perundangan terkait drainase.

Paragraf 4
Pelaporan

Pasal 28

- (1) Penyelenggara menyampaikan laporan kegiatan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan kepada pemerintah paling sedikit 1 (satu) kali dalam setahun.

- (2) Penyelenggara menyampaikan laporan kegiatan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan sebagai berikut:
- a. Penyelenggara tingkat nasional menyerahkan laporan kepada Menteri;
 - b. Penyelenggara tingkat provinsi menyerahkan laporan kepada Gubernur; dan
 - c. Penyelenggara tingkat kabupaten/kota menyerahkan laporan kepada Bupati/Walikota.

Pasal 29

Ketentuan mengenai tata cara Pemantauan dan Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan tercantum dalam Lampiran IV yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB III PEMBIAYAAN

Pasal 30

- (1) Pembiayaan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dapat bersumber dari:
 - a. APBN;
 - b. APBD; dan/atau
 - c. sumber dana lain yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan.
- (2) Pembiayaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri dari biaya investasi, dan biaya Operasi dan Pemeliharaan.
- (3) Dalam hal sumber dana lain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c yang berasal dari swadaya masyarakat, besarnya biaya penyelenggaraan yang dibebankan kepada masyarakat harus didasarkan pada kemampuan, kesepakatan dan dikelola secara terbuka.

BAB IV PERAN MASYARAKAT DAN SWASTA

Pasal 31

- (1) Peran masyarakat dan swasta dalam Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dapat dilakukan pada setiap tahapan, mulai dari perencanaan, Pelaksanaan Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan serta Pemantauan dan Evaluasi.
- (2) Peran masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa:
 - a. menyediakan Sumur Resapan, Kolam Tandon, Kolam Retensi, sesuai dengan karakteristik kawasan;
 - b. mencegah sampah dan air limbah masuk ke saluran;
 - c. melakukan Pemeliharaan dan pembersihan drainase lokal di lingkungannya;
 - d. mencegah pendirian bangunan di atas saluran dan jalan inspeksi;

- e. mengelola sistem drainase kawasan secara swadaya; dan/atau
 - f. menyampaikan informasi tentang penanganan drainase kepada pemerintah kabupaten/kota.
- (3) Peran swasta sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa:
- a. menyediakan Sumur Resapan, Kolam Tandon, Kolam Retensi, kolam tampung di kawasan permukiman yang menjadi tanggungjawabnya;
 - b. mencegah sampah dan air limbah masuk ke saluran;
 - c. melakukan pembangunan saluran dan Bangunan Pelengkap di kawasan permukiman yang terintegrasi dengan sistem drainase kota;
 - d. melakukan Operasi dan Pemeliharaan sistem drainase di kawasan permukiman yang menjadi tanggung jawabnya;
 - e. mencegah pendirian bangunan di atas saluran dan jalan inspeksi; dan/atau
 - f. menyampaikan informasi tentang penanganan drainase kepada pemerintah kabupaten/kota.
- (4) Peran swasta sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf c dilakukan setelah mendapat izin dari bupati/walikota.

BAB V PEMBINAAN DAN PENGAWASAN

Bagian Kesatu Pembinaan

Pasal 32

- (1) Pembinaan terhadap gubernur dan/atau bupati/walikota dalam Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dilaksanakan oleh Menteri, yang meliputi:
- a. koordinasi dalam Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;
 - b. pemberian norma, standar, prosedur dan kriteria Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;
 - c. pemberian bimbingan, supervisi, dan konsultasi Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ;
 - d. pemberian bantuan teknis baik fisik (struktur) maupun non fisik (non struktur) sesuai dengan kebijakan dan strategi nasional Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan ; dan
 - e. pendidikan dan pelatihan di bidang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .
- (2) Pembinaan terhadap Penyelenggara Sistem Drainase Perkotaan dilaksanakan oleh Menteri dan/atau gubernur/bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya meliputi:
- a. pemberian norma, standar, prosedur, kriteria;
 - b. pemberian bimbingan, supervisi, konsultasi; dan
 - c. pendidikan dan pelatihan;

Bagian Kedua
Pengawasan
Pasal 33

- (1) Menteri dan gubernur/bupati/walikota melaksanakan pengawasan terhadap seluruh tahapan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan sesuai kewenangannya.
- (2) Pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan melibatkan peran masyarakat.
- (3) Peran masyarakat dalam pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan dengan menyampaikan laporan dan/atau pengaduan kepada Menteri, gubernur dan bupati/walikota.
- (4) Menteri, gubernur dan bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya wajib menindaklanjuti laporan dan/atau pengaduan masyarakat.
- (5) Penyelenggara wajib menyiapkan sarana pengaduan masyarakat sebagai upaya untuk menjaga dan meningkatkan kinerja Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan .

BAB VI
PENGATURAN DI DAERAH

Pasal 34

- (1) Pemerintah Provinsi dan/atau Kabupaten/Kota dapat menetapkan Peraturan Daerah mengenai Sistem Drainase Perkotaan sesuai dengan karakteristik wilayahnya, dengan berpedoman pada Peraturan Menteri ini.
- (2) Dalam hal daerah belum mempunyai peraturan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka terhadap pelaksanaan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan di daerah diberlakukan ketentuan dalam peraturan Menteri ini.

BAB VII
KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 35

Dalam penyelenggaraan sistem drainase di kota metropolitan, besar, dan kota yang mempunyai nilai strategis yang belum memiliki Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan harus memiliki dan melengkapinya paling lambat 3 (tiga) tahun setelah peraturan ini ditetapkan.

BAB VIII
KETENTUAN PENUTUP

Pasal 36

Pada saat berlakunya Peraturan Menteri ini, maka semua peraturan pelaksanaan yang berkaitan dengan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dinyatakan tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Peraturan Menteri ini.

Pasal 37

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 26 September 2014
MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DJOKO KIRMANTO

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 2 Oktober 2014

MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

AMIR SYAMSUDIN

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2014 NOMOR 1451

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
Kepala Biro Hukum,

Siti Martini
NIP. 195803311984122001

LAMPIRAN I
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR 12/PRT/M/2014
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE
PERKOTAAN

TATA CARA PERENCANAAN
SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

A. TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA INDUK SISTEM DRAINASE
PERKOTAAN

1. DESKRIPSI

1.1. Konsep Pendekatan Pembangunan Drainase Perkotaan

1.1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk yang cepat menimbulkan tekanan terhadap ruang dan lingkungan untuk kebutuhan perumahan, kawasan industri/jasa dan fasilitas pendukungnya, yang selanjutnya mengubah lahan terbuka dan/atau lahan basah menjadi lahan terbangun. Perkembangan kawasan terbangun yang sangat pesat sering tidak terkendali dan tidak sesuai lagi dengan tata ruang maupun konsep pembangunan yang berkelanjutan, mengakibatkan banyak kawasan-kawasan rendah yang semula berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara (*retarding pond*) dan bantaran sungai berubah menjadi tempat hunian penduduk.

Hal tersebut diatas membawa dampak pada rendahnya kemampuan drainase perkotaan dan kapasitas sarana serta prasarana pengendali banjir (sungai, kolam tampungan, pompa banjir, pintu pengatur) untuk mengeringkan kawasan terbangun dan mengalirkan air ke pembuangan akhirnya yaitu ke laut.

Masalah tersebut diatas memerlukan peningkatan pengelolaan diantaranya mencakup bagaimana merencanakan suatu sistem drainase perkotaan yang berkesinambungan yang terdiri dari pembuatan Rencana Induk, Studi Kelayakan dan Rencana Detail (*Rancangan teknik terinci*). Untuk itu diperlukan Pedoman Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan Yang Berwawasan Lingkungan.

1.1.2. Konsep Drainase Berwawasan Lingkungan

1) Drainase Pengatusan

Konsep drainase yang dulu dipakai di Indonesia (paradigma lama) adalah drainase pengatusannya itu mengataskan air kelebihan (utamanya air hujan) ke badan air terdekat. Air kelebihan secepatnya dialirkan ke saluran drainase, kemudian ke sungai dan akhirnya ke laut, sehingga tidak menimbulkan genangan atau banjir. Konsep pengatusan ini masih dipraktekkan masyarakat sampai sekarang. Pada setiap proyek drainase, dilakukan upaya untuk membuat alur-alur saluran pembuang dari titik genangan ke arah sungai dengan kemiringan yang cukup untuk membuang sesegera mungkin air genangan tersebut. Drainase pengatusan semacam ini adalah drainase yang lahir sebelum pola pikir komprehensif berkembang, dimana masalah genangan, banjir, kekeringan dan kerusakan lingkungan masih dipandang sebagai masalah lokal dan sektoral yang bisa diselesaikan secara lokal dan sektoral pula tanpa melihat kondisi sumber daya air dan lingkungan di hulu, tengah dan hilir secara komprehensif.

2) Drainase Ramah Lingkungan

Dengan perkembangan berfikir komprehensif serta didorong oleh semangatantisipasi perubahan iklim yang dewasa ini terjadi, maka diperlukan perubahan konsep drainase menuju ke drainase ramah lingkungan atau eko-drainase (paradigma baru). Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya untuk mengelola air kelebihan (air hujan) dengan berbagai metode diantaranya dengan menampung melalui bak tandon air untuk langsung bisa digunakan, menampung dalam tampungan buatan atau badan air alamiah, meresapkan dan mengalirkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban pada sungai yang bersangkutan serta senantiasa memelihara sistem tersebut sehingga berdaya guna secara berkelanjutan.

Dengan konsep drainase ramah lingkungan tersebut, maka kelebihan air hujan tidak secepatnya dibuang ke sungai terdekat. Namun air hujan tersebut dapat disimpan di berbagai lokasi di wilayah yang bersangkutan dengan berbagai macam cara, sehingga dapat langsung dimanfaatkan atau dimanfaatkan pada musim berikutnya, dapat digunakan untuk mengisi/konservasi air tanah, dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas ekosistem dan lingkungan, dan dapat digunakan sebagai sarana untuk mengurangi genangan dan banjir yang ada. Dengan drainase ramah

lingkungan, maka kemungkinan banjir/genangan di lokasi yang bersangkutan, banjir di hilir serta kekeringan di hulu dapat dikurangi. Hal ini karena sebagian besar kelebihan air hujan ditahan atau diresapkan baik bagian hulu, tengah maupun hilir. Demikian juga Longsor di bagian hulu akan berkurang karena fluktuasi lengas tanah tidak ekstrim dan perubahan iklim yang ada di daerah tengah dan hulu dan beberapa daerah hilir tidak terjadi dengan tersedianya air yang cukup, lengas tanah yang cukup maka flora dan fauna di daerah tersebut akan tumbuh lebih baik. Hal ini dapat mengurangi terjadinya perubahan iklim mikro maupun makro di wilayah yang bersangkutan.

3) Drainase Ramah Lingkungan dan Perubahan Iklim

Konsep drainase ramah lingkungan ini merupakan suatu konsep yang ke depan sangat diperlukan dan erat kaitannya dengan perubahan iklim. Perubahan iklim ditandai dengan kenaikan muka air laut, kenaikan temperatur udara, perubahan durasi dan intensitas hujan, perubahan arah angin dan perubahan kelembaban udara. Dampak perubahan iklim bisa diantisipasi dengan pembangunan drainase yang berwawasan lingkungan. Jadi dapat disimpulkan bahwa reformasi drainase yang diperlukan adalah membalikkan pola pikir masyarakat dan pengambil keputusan serta akademisi, bahwa apa yang dilakukan masyarakat, pemerintah termasuk para akademisi yang mengembangkan drainase pengatusan, justru sebenarnya bersifat destruktif, yaitu: meningkatkan banjir di hilir, kekeringan di hulu dan tengah dan penurunan muka air tanah serta dampak ikutan lainnya. Hal ini pada akhirnya justru akan meningkatkan perubahan iklim global.

Oleh karena itu perlu dikampanyekan drainase ramah lingkungan, yaitu drainase yang mengelola air kelebihan (air hujan) dengan cara ditampung untuk dipakai sebagai sumber air bersih, menjaga lengas tanah dan meningkatkan kualitas ekologi, diresapkan ke dalam tanah untuk meningkatkan cadangan air tanah, dialirkan atau diataskan untuk menghindari genangan serta dipelihara agar berdaya guna secara berkelanjutan.

Konsep drainase konvensional (paradigma lama) adalah upaya membuang atau mengalirkan air kelebihan secepatnya ke sungai terdekat. Dalam konsep drainase konvensional, seluruh air hujan yang jatuh di suatu wilayah, harus secepatnya dibuang ke sungai dan seterusnya ke laut. Dampak dari konsep ini adalah kekeringan yang terjadi di mana-mana,

banjir, dan juga longsor. Dampak selanjutnya adalah kerusakan ekosistem, perubahan iklim mikro dan makro serta tanah longsor di berbagai tempat yang disebabkan oleh fluktuasi kandungan air tanah pada musim kering dan musim basah yang sangat tinggi.

Konsep drainase baru (paradigma baru) yang biasa disebut drainase ramah lingkungan atau eko-drainase atau drainase berwawasan lingkungan yang sekarang ini sedang menjadi konsep utama di dunia internasional dan merupakan implementasi pemahaman baru konsep eko-hidrolik dalam bidang drainase.

Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya mengelola air kelebihan dengan cara meresapkan sebanyak-banyaknya air ke dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan air ke sungai dengan tanpa melampaui kapasitas sungai sebelumnya.

Dalam drainase ramah lingkungan, justru air kelebihan pada musim hujan harus dikelola sedemikian rupa sehingga tidak mengalir secepatnya ke sungai. Namun diusahakan meresap ke dalam tanah, guna meningkatkan kandungan air tanah untuk cadangan pada musim kemarau. Konsep ini sifatnya mutlak di daerah beriklim tropis dengan perbedaan musim hujan dan kemarau yang ekstrim seperti di Indonesia.

Ada beberapa metode drainase ramah lingkungan yang dapat dipakai di Indonesia, diantaranya adalah metode kolam konservasi, metode sumur resapan, metode *river side polder* dan metode pengembangan areal perlindungan air tanah (*ground water protection area*).

Metode kolam konservasi dilakukan dengan membuat kolam-kolam air baik di perkotaan, permukiman, pertanian atau perkebunan. Kolam konservasi ini dibuat untuk menampung air hujan terlebih dahulu, diresapkan dan sisanya dapat dialirkan ke sungai secara perlahan-lahan. Kolam konservasi dapat dibuat dengan memanfaatkan daerah dengan topografi rendah, daerah bekas galian pasir atau galian material lainnya, atau secara ekstra dibuat dengan menggali suatu areal atau bagian tertentu.

Metode sumur resapan merupakan metode praktis dengan cara membuat sumur-sumur untuk mengalirkan air hujan yang jatuh pada atap perumahan atau kawasan tertentu. Sumur resapan ini juga dapat dikembangkan pada areal olahraga dan wisata. Konstruksi dan kedalaman sumur resapan disesuaikan dengan kondisi lapisan tanah setempat. Perlu dicatat bahwa sumur resapan ini hanya dikhususkan untuk air hujan,

sehingga masyarakat harus mendapatkan pemahaman mendetail untuk tidak memasukkan air limbah rumah tangga ke sumur resapan tersebut.

Metode *river side polder* adalah metode menahan aliran air dengan mengelola/menahan air kelebihan (hujan) di sepanjang bantaran sungai. Pembuatan polder pinggir sungai ini dilakukan dengan memperlebar bantaran sungai di berbagai tempat secara selektif di sepanjang sungai.

Lokasi *polder* perlu dicari, sejauh mungkin *polder* yang dikembangkan mendekati kondisi alamiah, dalam arti bukan *polder* dengan pintu-pintu hidraulik teknis dan tanggul-tanggul lingkaran hidraulis yang mahal. Pada saat muka air naik (banjir), sebagian air akan mengalir ke *polder* dan akan keluar jika banjir reda, sehingga banjir di bagian hilir dapat dikurangi dan konservasi air terjaga.

Metode areal perlindungan air tanah dilakukan dengan cara menetapkan kawasan lindung untuk air tanah, dimana di kawasan tersebut tidak boleh dibangun bangunan apapun. Areal tersebut dikhususkan untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah. Di berbagai kawasan perlu sesegara mungkin dicari tempat yang cocok secara geologi dan ekologi sebagai areal untuk recharge dan perlindungan air tanah sekaligus sebagai bagian penting dari komponen drainase kawasan.

4) Pemisahan Jaringan Drainase dan Jaringan Pengumpul Air Limbah

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air dinyatakan bahwa jaringan drainase harus terpisah dengan pengumpul air limbah sehingga semua air limbah baik dari tempat cuci, dapur, kamar mandi dan kakus harus dibuang ke jaringan pengumpul air limbah. Masa peralihan dari kondisi tercampur yang sudah terjadi saat ini ke arah sistem terpisah perlu adanya penerapan bertahap sesuai dengan kondisi dan kemampuan daerah masing-masing. Tahapan penerapan sistem pemisahan dilakukan sesuai dengan kebijakan dan strategi sektor air limbah.

1.2. Pengertian

Yang dimaksud dengan:

1. Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima.
2. Drainase perkotaan adalah drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu dan/atau merugikan masyarakat.

3. Sistem drainase perkotaan adalah satu kesatuan sistem teknis dan non teknis dari prasarana dan sarana drainase perkotaan.
4. Rencana induk sistem drainase perkotaan adalah perencanaan dasar drainase yang menyeluruh dan terarah pada suatu daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek sesuai dengan Rencana Tata Ruang Kota.
5. Daerah genangan adalah kawasan yang tergenang air akibat tidak berfungsinya sistem drainase yang mengganggu dan/atau merugikan aktivitas masyarakat.
6. Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) adalah daerah yang mengalirkan air hujan ke dalam saluran dan/atau badan air penerima lainnya.
7. Kala ulang adalah waktu hipotetik dimana probabilitas kejadian debit atau hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.
8. Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sistem drainase yang didasarkan kala ulang tertentu yang dipakai dalam perencanaan.
9. Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.
10. Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
11. Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap dan menyalurkannya ke saluran sekunder.
12. Kolam detensi adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung sementara air hujan di suatu wilayah.
13. Bangunan pelengkap adalah bangunan air yang melengkapi sistem drainase berupa gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/*street inlet*, pompa dan pintu air.
14. Studi terkait adalah studi lain yang terkait dengan kegiatan studi drainase perkotaan, antara lain: RUTRK, studi persampahan, studi limbah dan studi transportasi.
15. Tinggi jagaan adalah ruang pengaman berupa ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran dan/atau muka tanah (pada saluran tanpa tanggul).
16. Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_o) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d).

17. Hidrogaf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang terbentuk dari satu satuan hujan efektif dengan durasi curah hujan tertentu yang bersifat spesifik untuk suatu daerah tangkapan air tertentu.
18. Hujan efektif adalah curah hujan dikurangi infiltrasi dan evaporasi.
19. Aliran seragam (*uniform flow*) adalah aliran yang kedalaman airnya tidak berubah sepanjang saluran.
20. Aliran tidak seragam (*non uniform flow*) adalah aliran yang kedalaman airnya berubah di sepanjang saluran.
21. Normalisasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan.
22. Kota metropolitan adalah kota yang mempunyai penduduk lebih dari 1.000.000 jiwa.
23. Kota besar adalah kota yang mempunyai penduduk antara 500.000 jiwa - 1.000.000 jiwa.
24. Kota sedang adalah kota yang mempunyai penduduk antara 100.000 jiwa - 500.000 jiwa.
25. Kota kecil adalah kota yang mempunyai penduduk antara 20.000 jiwa - 100.000 jiwa.
26. Sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti komplek, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya.
27. Sistem drainase utama adalah jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar masyarakat. pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab pemerintah kota.
28. Zona adalah daerah pelayanan satu aliran saluran drainase.
29. Analisis keuangan atau perhitungan sendiri bila yang berkepentingan langsung dalam benefit dan biaya-biaya proyek adalah individu atau pengusaha. Dalam hal ini yang dihitung sebagai benefit adalah apa yang diperoleh orang-orang atau badan-badan swasta yang menanamkan modalnya dalam proyek itu saja.
30. Analisis ekonomi atau perhitungan sosial bila yang berkepentingan langsung dalam benefit dan biaya proyek adalah pemerintah atau masyarakat secara keseluruhan. Dalam hal ini kita menghitung seluruh benefit yang terjadi dalam masyarakat sebagai hasil dari proyek dan

semua biaya yang terpakai untuk itu lepas dari siapa dalam masyarakat yang menikmati benefit dan siapa yang mengorbankan sumber-sumber tersebut.

31. Harga Berlaku (*current prices*):

- Biaya yang meliputi dampak inflasi.
- Harga yang betul-betul dikeluarkan untuk proyek pada masa lalu atau mendatang.
- Untuk dasar perhitungan analisa finansial.

32. Harga konstan (*constant price*):

- Tidak memperhitungkan dampak inflasi.
- Untuk dasar perhitungan analisis ekonomi.
- Penting dari komponen drainase kawasan.

2. KETENTUAN-KETENTUAN

2.1. Umum

Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1) Rencana induk sistem drainase disusun dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. rencana pengelolaan sumber daya air

- Rencana induk sistem drainase merupakan bagian dari rencana pengelolaan sumber daya air. Perencanaan sistem drainase harus dilaksanakan secara terintegrasi dengan pengelolaan sumber daya air agar dalam memberikan pelayanan dapat memberikan daya guna yang optimal.

b. rencana umum tata ruang kota (RUTRK)

- Untuk arahan perencanaan induk sistem drainase di daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek perlu memperhatikan Rencana Umum Tata Ruang Kota (RUTRK), dan dapat dilakukan peninjauan kembali Rencana Umum Tata Ruang Kota (RUTRK) untuk disesuaikan dengan keperluan dilapangan.

c. tipologi kota/wilayah

- Tipologi kota mempengaruhi beberapa aspek dalam sistem drainase perkotaan diantaranya yaitu luasan daerah tangkapan air dan besaran limpasan air yang terjadi. Pada umumnya kota metropolitan dan kota besar penduduknya padat dan daerah huniannya tidak mempunyai daerah resapan air, akibatnya limpasan hujan (*run off*)

akan menjadi lebih besar. Semakin besar kota maka akan semakin besar pula aktifitas perekonomiannya, apabila daerah itu aktifitasnya terhambat oleh adanya banjir/genangan, maka semakin besar pula kerugian ekonominya, oleh sebab itu kota metropolitan dan kota besar sebaiknya direncanakan mempunyai kejadian banjir/genangan dengan waktu kala ulang yang panjang.

d. konservasi air

- Perencanaan sistem drainase harus memperhatikan kelestarian lingkungan hidup perkotaan terkait dengan ketersediaan air tanah maupun air permukaan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya konservasi air agar ketersediaan air tanah dan air permukaan tetap terjaga.

e. kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal

- Partisipasi masyarakat yang berbasis pada kearifan lokal.

- 2) Pemerintah Daerah menyediakan alokasi ruang (*space*) untuk penempatan saluran drainase dan sarana drainase serta bangunan pelengkap.
- 3) Daerah perkotaan/permukiman yang elevasi muka tanahnya selalu lebih rendah daripada elevasi muka air sungai atau laut dapat dibangun sistem polder.
- 4) Pembangunan sistem drainase harus berwawasan lingkungan.
- 5) Bangunan pelengkap yang dibangun pada saluran dan sarana drainase kapasitasnya minimal 10% lebih tinggi dari kapasitas rencana saluran dan sarana drainase.
- 6) Rencana induk sistem drainase perkotaan yang berwawasan lingkungan disahkan oleh instansi atau lembaga yang berwenang.

2.2. Teknis

2.2.1. Data dan Informasi

Data dan persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- 1) Data spasial adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase perkotaan, yang diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain:
 - a) Data peta yang terdiri dari peta dasar (peta daerah kerja), peta sistem drainase dan sistem jaringan jalan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi masing-masing berskala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 25.000 atau disesuaikan dengan tipologi kota.

- b) Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan.
 - c) Data rencana pengembangan kota, data geoteknik, data foto udara terbaru (untuk kota metropolitan).
 - d) Rencana Tata Ruang wilayah (RTRW).
- 2) Data hidrologi
 - a) Data hujan minimal sepuluh tahun terakhir.
 - b) Data tinggi muka air, debit sungai, pengaruh air balik, peil banjir, dan data pasang surut.
- 3) Data sistem drainase yang ada, yaitu:
 - a) Data kuantitatif banjir/genangan yang meliputi: luas genangan, lama genangan, kedalaman rata-rata genangan, dan frekuensi genangan berikut permasalahannya serta hasil rencana induk pengendalian banjir wilayah sungai di daerah tersebut.
 - b) Data saluran dan bangunan pelengkap.
 - c) Data sarana drainase lainnya seperti kolam tandon, kolam resapan, sumur-sumur resapan.
- 4) Data Hidrolika
 - a) Data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan.
 - b) Data arah aliran dan kemampuan resapan.
- 5) Data teknik lainnya

Data prasarana dan fasilitas kota yang telah ada dan yang direncanakan antara lain: jaringan jalan kota, jaringan drainase, jaringan air limbah, TPS (Tempat Pengolahan Sampah Sementara), TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), jaringan telepon, jaringan listrik, jaringan pipa air minum, jaringan gas (jika ada) dan jaringan utilitas lainnya.
- 6) Data non teknik

Data pembiayaan termasuk biaya OP, peraturan-peraturan terkait, data institusi/kelembagaan, data sosial ekonomi dan budaya (kearifan lokal), data peran serta masyarakat serta data keadaan kesehatan lingkungan permukiman.

2.2.2. Penentuan Debit Banjir Rencana

Hubungan antara probabilitas atau peluang dan resiko dari suatu debit banjir rencana, yang berkaitan dengan umur layan bangunan didasarkan pada rumus seperti berikut:

$$r = 1 - (1 - p)^{L_y}$$

$$p = 1/T$$

Keterangan:

T = kala ulang dalam Tahun

L_y = umur layan bangunan dalam Tahun

r = resiko terjadinya banjir

p = probabilitas

2.2.3. Kriteria Perencanaan Hidrologi

Kriteria perencanaan hidrologi adalah sebagai berikut:

1) Hujan Rencana:

- a. Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan, dengan lama pengamatan sekurang-kurangnya 10 tahun terakhir dari minimal 1(satu) stasiun pengamatan.
- b. Apabila dalam suatu wilayah administrasi kota terdapat lebih dari 1(satu) stasiun pengamatan, maka perhitungan rata-rata tinggi curah hujan harian maksimum tahunan dapat ditentukan dengan tiga metode yang umum digunakan, yaitu: (i) Metode Aritmatik, (ii) Metode Polygon Thiessen, dan (iii) Metode Ihsohyet. Pemilihan dari ketiga metode tersebut tergantung pada jumlah dan sebaran stasiun hujan yang ada, serta karakteristik DAS.
- c. Analisis frekuensi terhadap curah hujan, untuk menghitung hujan rencana dengan berbagai kala ulang (1, 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun), dapat dilakukan dengan menggunakan metode Gumbel, log normal (LN), atau log Pearson tipe III (LN3).
- d. Untuk pengecekan data hujan, lazimnya digunakan metode kurva masa ganda atau analisis statistik untuk pengujian nilai rata-rata.
- e. Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe atau yang sesuai.

- 1) Rumus Intensitas curah hujan digunakan Persamaan Mononobe, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Bila:

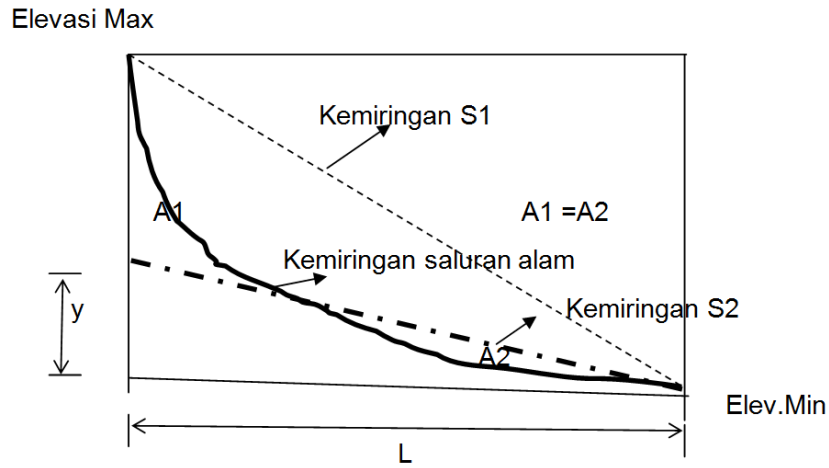
I = intensitas curah hujan dalam mm/jam.

R_{24} = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun (mm).

t_c = waktu konsentrasi dalam jam.

2) Debit Banjir Rencana:

- a) Debit banjir rencana drainase perkotaan dihitung dengan metode rasional, metode rasional yang telah dimodifikasi, dan/atau *typical hydrograf for urban areas*, atau cara lain yang sesuai dengan karakteristik DPSal dan data yang tersedia.
- b) Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan.
- c) Waktu konsentrasi adalah jumlah waktu pengaliran di permukaan yang diperlukan air untuk mencapai debit maksimum dari titik saluran yang terjauh sampai titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich atau lainnya.
- d) Saluran primer dalam kota yang mempunyai kemiringan dasar saluran yang berbeda-beda, maka perhitungan kemiringan ekuivalennya, *equivalent slope*, S_3 digunakan rumus *equivalent slope* S_3 , seperti dalam Gambar 1.
- e) Kemiringan dasar saluran (S) dikelompokkan menjadi tiga kelompok:
 - (1) Kelompok pertama adalah kemiringan saluran yang diperoleh dari elevasi dasar saluran yang paling tinggi (*maximum elevation*) dan dasar saluran yang paling rendah (*minimum elevation*) disebut kemiringan dasar saluran (*channel gradient*) S_1 .
 - (2) Kelompok kedua adalah kemiringan saluran di bagian atas (A1) sama dengan daerah di bagian bawah (A2), kemiringan tersebut disebut kemiringan konstan (*constant slope*) S_2 ; lihat Gambar 1.



Gambar 1. Kemiringan Dasar Saluran Ekuivalen

$$S2 = \frac{Y}{L}$$

- (3) Kelompok ketiga adalah kemiringan saluran yang diperoleh dari resultan kemiringan saluran dari masing-masing sub daerah pengaliran (*subreach length*), kemiringan dasar saluran ini disebut kemiringan dasar saluran ekuivalen (*equivalent slope*), $S3$, yang dinyatakan dengan persamaan matematik sebagai berikut:

$$S3 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n Li}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Li}{Si^2} \right)} \right]^2$$

Bila :

$S3$ = kemiringan dasar saluran ekuivalen (*equivalent slope*).

Li = panjang saluran pada masing-masing sub-DPS/DPSal.

n = jumlah sub-DPS/DPSal

Si = kemiringan dasar saluran pada masing-masing sub-DPS/DPSal.

f) Kala ulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- (1) Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti terlihat dalam Tabel 1.
- (2) Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran di mana bangunan pelengkap ini berada ditambah 10% debit saluran.

- (3) Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir (mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan).

Tabel 1

Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 – 5 Th

- g) Menyusun IDF Curve drainase perkotaan untuk kota yang bersangkutan untuk kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun.
- h) Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) yang mempunyai sub-DPSal, dan setiap sub-DPSal mempunyai koefisien limpasan yang berbeda-beda, maka perhitungan koefisien limpasan ekuivalen (C_{eq}) menggunakan rumus koefisien limpasan ekuivalen (C_{eq}).

2.2.4. Kriteria Perencanaan Hidrolika

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut:

- 1) Bentuk saluran drainase umumnya: trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, dan segitiga atau kombinasi dari masing-masing bentuk tersebut.
- 2) Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Chezy, Manning atau Strickler.
- 3) Apabila di dalam satu penampang saluran existing terdapat nilai kekasaran dinding atau koefisien Manning yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran ekuivalen (n_{eq}).
- 4) Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number, $Fr=1$; aliran sub-kritis apabila Froude number, $Fr<1$ dan aliran super kritis apabila Froude number, $Fr>1$.

2.2.5. Kriteria Perencanaan Struktur

Perlu diperhatikan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu hanya dapat digunakan untuk ketinggian yang tidak terlalu besar (<5 m). Untuk dinding penahan tanah dari beton bertulang tidak ada batasnya.

1) Teori Dasar

Dinding penahan tanah gravitasi umumnya dibuat dari pasangan batu. Perencanaan dinding penahan dilakukan dengan metode “coba-coba/ *trial and error*” untuk memperoleh ukuran yang paling ekonomis. Prosedur perencanaan dilakukan berdasarkan analisis terhadap gaya-gaya yang bekerja pada penahan tanah tersebut. Dinding juga harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tidak ada tegangan tarik pada tiap titik pada dinding untuk setiap kondisi pembebanan.

Tiap-tiap potongan dinding *horizontal* akan menerima gaya-gaya antara lain sebagai berikut:

- Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah.
- Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah.
- Gaya akibat tekanan tanah aktif.
- Gaya akibat tekanan tanah pasif.

2) Analisis Yang Diperlukan

Pada perencanaan dinding penahan tanah, beberapa analisis yang harus dilakukan adalah:

- Analisis kestabilan terhadap guling.
- Analisis ketahanan terhadap geser.
- Analisis kapasitas daya dukung tanah pada dasar dinding penahan.

2.2.6. Kriteria Biaya Konstruksi Dan Pemeliharaan

Kriteria biaya konstruksi dan pemeliharaan meliputi:

1) Biaya konstruksi

- Investasi biaya pembangunan saluran drainase dan bangunan pelengkap sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan pemerintah.
- Harga satuan pekerjaan termasuk harga satuan upah sesuai dengan ketentuan yang berlaku dari Pemerintah Daerah Setempat.
- Prioritas pembangunan sesuai dengan skala prioritas yang ditetapkan dalam *master plan drainase*.

2) Biaya pemeliharaan

- Pembersihan saluran dan perawatan bangunan pelengkap secara berkala sesuai dengan peraturan pemeliharaan yang berlaku.
- Pemeliharaan saluran drainase dengan cara penggelontoran diperhitungkan sejak tahap awal perencanaan, dan debit minimum untuk penggelontoran diusahakan dari saluran yang ada di dalam atau di dekat perkotaan.

- Pemerintah Daerah setempat membuat peraturan garis sempadan saluran yang batasnya ditetapkan sesuai dengan macam saluran.
- Saluran drainase perkotaan dilengkapi dengan jalan inspeksi yang berfungsi ganda, yaitu di samping berfungsi sebagai jalan inspeksi untuk pemeliharaan dapat pula berfungsi sebagai jalan akses, jalan lokal, jalan kolektor atau jalan arteri yang merupakan bagian dari jaringan jalan dalam kota.
- Saluran drainase di kota metropolitan atau kota besar sebaiknya diberi lapisan pasangan batu kali atau beton tulang untuk menghindari penyerobotan tanah akibat urbanisasi dan juga untuk menghindari longsor akibat tekanan kendaraan dan lainnya.

2.2.7. Kriteria Ekonomi

Investasi yang digunakan untuk pembangunan jaringan drainase dan bangunan pelengkapanya dimaksudkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, termasuk meningkatkan kesehatan masyarakat. Manfaat investasi pada sektor ini tidak secara langsung dapat diukur dengan uang, tapi dapat dirasakan langsung oleh masyarakat, antara lain kesehatan, tidak mengganggu arus lalu lintas dan kegiatan masyarakat tidak terganggu.

Kriteria ekonomi meliputi antara lain hal-hal sebagai berikut:

- 1) Macam-macam kriteria investasi (*Investment criteria*) yang ada kaitannya dengan dokumen ini adalah :
 - *Net Present Value dari arus benefit dan biaya (NPV).*
 - *Internal Rate of Return (IRR).*
 - *Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C).*
- 2) Benefit dan biaya proyek:
 - Analisa privat/analisa finansial, untuk menghitung benefit dan biaya dipergunakan harga pasar.
 - Analisa sosial/analisa ekonomi untuk menghitung benefit dan biaya dipergunakan *shadow prices*.
 - Sebagai patokan dalam analisa sosial/analisa ekonomi ialah apa saja yang menambah barang konsumsi atau yang secara langsung atau tidak langsung menambah barang-barang konsumsi sehubungan dengan proyek, digolongkan sebagai benefit. Sebaliknya apa saja yang mengurangi persediaan barang-barang konsumsi baik secara langsung maupun tidak langsung sehubungan dengan proyek digolongkan sebagai biaya proyek.

- 3) Harga Berlaku (*current prices*):
 - Biaya yang meliputi dampak inflasi.
 - Harga yang benar-benar dikeluarkan untuk proyek pada masa lalu atau mendatang.
 - Untuk dasar perhitungan analisa finansial.
- 4) Harga konstan (*constant prices*):
 - Tidak memperhitungkan dampak inflasi.
 - Untuk dasar perhitungan analisis ekonomi.
- 5) *Benefit tangible* dapat diukur dengan uang: kenaikan produksi, penurunan biaya transport dan sebagainya.
- 6) *Benefit intangible* tidak dapat dinilai dengan uang: kenaikan gizi, perasaan aman terhadap banjir, ada jaminan pendapatan dan sebagainya.

2.2.8. Parameter Penentuan Prioritas Penanganan Genangan

Parameter penentuan prioritas penanganan meliputi hal sebagai berikut:

- 1) Parameter genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan, frekuensi genangan dalam satu tahun dan lama genangan terjadi. Kriteria parameter genangan seperti dalam Tabel 2.
- 2) Parameter ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertambangan.
Kriteria kerugian/kerusakan ekonomi seperti dalam Tabel 3.
- 3) Parameter gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan dan kerusakan fasilitas pemerintah.
Kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah seperti dalam Tabel 4.
- 4) Parameter kerugian dan gangguan transportasi. Kriteria kerugian dan gangguan transportasi seperti dalam Tabel 5.
- 5) Parameter kerugian pada daerah perumahan, kriterianya seperti dalam Tabel 6.
- 6) Parameter kerugian hak milik pribadi/rumah tangga, kriterianya seperti dalam Tabel 7.

Tabel 2
Kriteria Parameter Genangan

No.	Parameter Genangan	Nilai	Persentase Nilai
1	Tinggi genangan: > 0,50 m - 0,30 m - 0,50 m - 0,20 m - < 0,30 m - 0,10 m - < 0,20 m - < 0,10 m	35	100 75 50 25 0
2	Luas genangan - > 8 ha - 4 – 8 ha - 2 - < 4 ha - 1 - < 2ha - < 1ha	25	100 75 50 25 0
3	Lamanya genangan > 8 jam 4 – 8 jam 2 - <4 jam 1 – 2 jam < 1 jam	20	100 75 50 25 0
4	Frekuensi genangan Sangat sering (10 kali/tahun) Sering (6 kali/tahun) Kurang sering (3 kali/tahun) Jarang (1 kali/tahun) Tidak pernah	20	100 75 50 25 0

Tabel 3
Kriteria Kerugian Ekonomi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah industri, daerah komersial dan daerah perkantoran padat	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah industri dan daerah komersial yang kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah perumahan dan/atau daerah pertanian (dalam daerah perkotaan yang terbatas)	Kecil	30
4	jika terjadi genangan pada daerah yang jarang penduduknya dan daerah yang tidak produktif	Sangat Kecil	0

Tabel 4

Kriteria Gangguan Sosial dan Fasilitas Pemerintah

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang banyak pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang sedikit pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah terbatas	Kecil	30
4	jika tidak ada fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sangat kecil	0

Tabel 5

Kriteria Kerugian dan Gangguan Transportasi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang jaringan transportasinya padat	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang jaringan transportasinya kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang yang jaringan transportasinya terbatas	Kecil	30
4	jika tidak ada jaringan jalan	Sangat kecil	0

Tabel 6

Kriteria Kerugian Pada Daerah Perumahan

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan padat sekali	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan yang kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang hanya pada beberapa bangunan perumahan	Kecil	30
4	jika ada perumahan pada daerah genangan air/banjir	Sangat kecil	0

Tabel 7
Kriteria Kerugian Hak Milik Pribadi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika kerugian lebih dari 80% nilai milik pribadi	Tinggi	100
2	jika kerugian 80% dari nilai milik pribadi	Sedang	65
3	jika kerugian kurang dari 40% milik pribadi	Kecil	30
4	tidak ada kerugian milik pribadi	Sangat kecil	0

Jumlah nilai dari keenam kriteria tersebut di atas berkisar antara 0 s/d 600. Nilai tertinggi merupakan kawasan dengan prioritas utama, makin rendah nilainya makin rendah pula prioritasnya.

2.2.9. Tahapan Perencanaan Drainase Perkotaan

Tahapan perencanaan drainase perkotaan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- 1) Penyusunan Rencana Induk.
- 2) Studi kelayakan.
- 3) Perencanaan Teknik Terinci/ *Detail Design*.

1) Penyusunan Rencana Induk

Tahapan Penyusunan Rencana Induk meliputi:

- (1). Topografi, mengumpulkan data hidrologi, misalnya foto udara skala 1:25.000, peta topografi skala 1:10.000 s/d 50.000.
- (2). Hidrologi, mengumpulkan data lapangan mengenai banjir, genangan air. Mengunjungi dan memeriksa tempat-tempat pengukuran debit banjir dan curah hujan. Menganalisis frekuensi banjir, memperkirakan sedimen, limpasan air hujan dan erosi.
- (3). Hidrolika, mengasumsi dasar hidrolika secara umum, misalnya rencana dimensi saluran, kapasitas *existing* saluran dan dimensi bangunan pelengkap.
- (4). Geoteknik dan Mekanika Tanah, mempelajari peta geologi regional. Memperkirakan parameter perencanaan geoteknik, menilai awal kesediaan bahan bangunan.
- (5). Perekayasa, membuat garis besar perencanaan dengan sketsa tata letak & uraian pekerjaan skala 1:25.000 dan memperkirakan stabilitas kasar bangunan pelengkap.

- (6). Aspek Multisektor, sinergi dengan tata ruang dan tata guna lahan, sinergi dengan rencana induk kota, sinergi dengan kebijakan Pemda dan mengendalikan dampak lingkungan.
- (7). Produk Akhir, gambar dasar (*basic design*), isi laporan rencana induk, arah trase saluran, lokasi alternatif bangunan pelengkap, modul drainase kasar, luas daerah tergenang dan daerah dikeringkan, program pelaksanaan, skala prioritas, perkiraan biaya, prakelayakan untuk sosial, ekonomi dan teknis.
- (8). Tingkat Ketelitian untuk teknis 60% dan ekonomi 70%.

2) Studi kelayakan

Tahapan Studi kelayakan meliputi:

- (1). Topografi, mengumpulkan data hidrologi, misalnya foto udara skala 1:10.000, atau peta topografi skala 1:5.000, peta lokasi bangunan utama atau bangunan besar.
- (2). Hidrologi, mengumpulkan data lapangan mengenai banjir, genangan air. Mengunjungi dan memeriksa tempat-tempat pengukuran debit banjir dan curah hujan. Menganalisis frekuensi banjir, memperkirakan sedimen, limpasan air hujan dan erosi.
- (3). Hidrolika, menganalisis hidrolika saluran pendahuluan, menganalisis hidrolika bangunan pendahuluan.
- (4). Geoteknik dan Mekanika Tanah, menyelidiki untuk lokasi bangunan pelengkap dengan pemboran, mengambil contoh tanah pada beberapa tempat sebagai sampel sepanjang trase saluran dan lokasi bangunan dan menyelidiki bahan bangunan yang akan digunakan, lokasi, kualitas pekerjaan dan volumenya. Melakukan uji lab contoh tanah terpilih untuk mengetahui sifat tanah.
- (5). Perencanaan, membuat rencana pendahuluan tata letak saluran dan bangunan, tipe bangunan pelengkap dan perencanaannya, menganalisis stabilitas pendahuluan bangunan pelengkap dan menganalisis pendahuluan kapasitas saluran, bangunan pelengkap. Mengecek trase saluran & elevasi saluran setiap 500 m, melakukan rincian volume pekerjaan dan biaya pendahuluan.
- (6). Aspek Multisektor, sinergi dengan tata ruang dan tata guna lahan, sinergi dengan rencana induk kota, sinergi dengan kebijakan Pemda, dan mengendalikan dampak lingkungan serta mengidentifikasi komponen drainase perkotaan dengan sektor lainnya.

- (7). Produk Akhir, perencanaan pendahuluan (*preliminary design*), modul drainase detail, mengecek ulang daerah tergenang dan daerah yang akan dikeringkan, tata letak pendahuluan saluran dan bangunan pelengkap skala 1:25.000 dan 1:5000, gambar dari tipe bangunan pelengkap, rincian volume biaya (BOQ), kelayakan dari sosial, ekonomi, teknis, BCR, IRR, NPV dan laporan Amdal.
- (8). Tingkat Ketelitian untuk teknis 75% dan ekonomi 90%.

3) Perencanaan Teknik terinci/ *Detail Design*

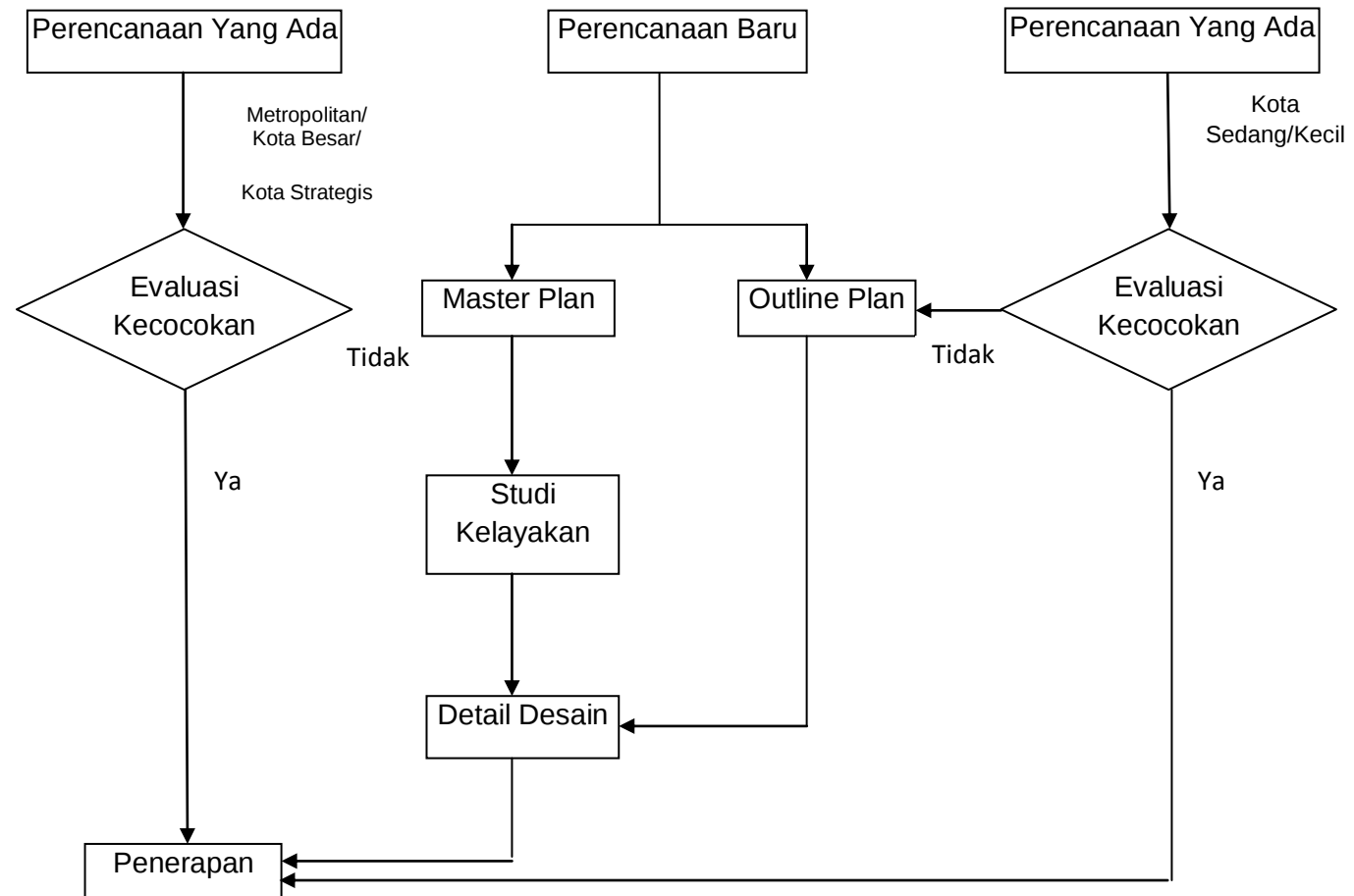
Tahapan Perencanaan Teknik terinci/ *Detail Design* meliputi:

- (1) Topografi, mengumpulkan peta topografi skala 1:2000, peta penampang memanjang dan melintang skala 1:100 s/d 1:200.
- (2) Hidrologi, perhitungan akhir untuk laporan perencanaan, menganalisa debit banjir setiap ruas saluran.
- (3) Hidrolika, menganalisa detail hidrolika final, menganalisa stabilitas saluran dan menganalisa bangunan pelengkap secara detail.
- (4) Geoteknik dan Mekanika Tanah, penyelidikan geoteknik detail dengan pemboran untuk bangunan pelengkap, perhitungan parameter perencanaan geoteknik, perhitungan akhir untuk laporan perencanaan.
- (5) Perekayasa: model tes untuk bangunan pelengkap, jika perlu; tinjau dan modifikasi perencanaan pendahuluan menjadi perencanaan detail; analisa detail stabilitas, geser, guling, ambblas, erosi buluh; perencanaan detail saluran dan setiap bangunan pelengkap; rincian volume pekerjaan dan estimasi anggaran biaya; tender dokumen; metode pelaksanaan dan manual OP.
- (6) Aspek Multisektor : kerjasama dengan instansi terkait lain: Pemda, jalan, SDA. Cek ulang arah saluran dan posisi bangunan terkait sektor lainnya.
- (7) Produk Akhir: laporan perencanaan detail, analisa perhitungan perencanaan, gambar pelaksanaan/gambar bestek, rincian volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya, metode dan program pelaksanaan, dokumen tender dan manual SOP.
- (8) Tingkat Ketelitian untuk teknis 90% dan ekonomi 95%.

2.2.10. Penyusunan Rencana Induk

Proses penyusunan rencana induk drainase perkotaan perlu memperhatikan:

- 1) Sistem drainase yang ada (*existing drainage*).
- 2) Pekerjaan drainase yang sedang dilaksanakan (*on going project*).
- 3) Perencanaan drainase yang ada (*existing plans*).
- 4) Proses penanganan pekerjaan *Existing* dan *New Plans* seperti terlihat dalam Gambar 2.
- 5) Proses penanganan perencanaan drainase baru untuk kota metropolitan, kota besar dan kota yang mempunyai nilai strategis harus melalui penyusunan : i) Rencana Induk Sistem Drainase (*Drainage Master Plan*), ii) Studi Kelayakan (*studi kelayakan*), iii) *Rancangan teknik terinci (DED)* dan iv) *implementation*.
- 6) Proses penanganan perencanaan drainase baru untuk kota sedang dan kota kecil harus melalui penyusunan: i) *outline plan*, ii) *rancangan teknik terinci (DED)* dan iii) *implementation*.
- 7) *Outline plan* paling sedikit memuat:
 - inventarisasi kondisi awal sistem drainase, termasuk daerah-daerah genangan;
 - kajian dan analisis drainase dan konservasi air;
 - rencana sistem jaringan drainase perkotaan;
 - skala prioritas dan tahapan penanganan;
 - perencanaan dasar; dan
 - pembiayaan.
- 8) Untuk kota yang telah mempunyai master plan atau outline plan, karena perkembangan kota yang demikian cepat akibat urbanisasi atau sebab lain, maka sebelum menyusun master plan baru atau outline plan baru, perlu mengevaluasi dengan seksama *master plan* atau *outline plan* yang ada sebelum memutuskan menyusun *master plan* atau *outline plan* baru.



Gambar 2. Proses Penanganan Existing Plan dan New Plan

(Sumber: Diadopsi dari Departemen Pekerjaan Umum: URBAN DRAINAGE GUIDELINES AND TECHNICAL DESIGN STANDARD, Jakarta, August 1994)

3. Cara Pengerjaan

3.1. Inventarisasi Kondisi Awal Sistem Drainase

Inventarisasi kondisi awal sistem drainase dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Mengumpulkan Data

Data yang dikumpulkan antara lain adalah sebagai berikut:

a) Data spasial antara lain:

- studi-studi terkait.
- data rencana pengembangan kota.
- foto udara, atau citra satelit.
- peta topografi.
- peta tata guna lahan.
- peta jenis tanah.
- peta geologi.
- peta air tanah (hidrogeologi).
- peta jaringan drainase eksisting dan bangunan-bangunannya.
- peta arah aliran.
- lokasi genangan.
- Peta jaringan infrastruktur bawah tanah (air bersih, kabel telekomunikasi, listrik, dll).
- penduduk dan kepadatan penduduk.

b) Data hidrologi antara lain:

- daerah pengaliran sungai atau saluran.
- data stasiun klimatologi dan/atau stasiun penakar hujan.
- data debit sungai dan saluran.
- data genangan (tinggi genangan, kedalaman, lama genangan, frekuensi kejadian).
- data sumber air.
- data sedimentasi.
- data pasang surut.
- data fasilitas pemanenan air hujan: kolam, embung, waduk, sumur resapan, biopori, bioretensi, dll.

c) Data hidrolika dan bangunan pelengkap antara lain:

- data dimensi saluran (panjang, lebar, kedalaman, bahan, tahun dibangun, kemiringan dasar saluran dan kapasitas).

- data bangunan: pintu air, gorong-gorong, *box culvert*, stasiun pompa (jenis bangunan, letak, tahun dibangun, dimensi, kapasitas, fungsi, saringan sampah).
 - Kondisi badan air penerima (elevasi permukaan air tertinggi, sedimentasi, penyempitan).
- d) Data sarana dan prasarana kota lainnya, antara lain:
- Gambar jaringan utilitas yang ada, jaringan listrik, jaringan air PDAM, jaringan telpon, jaringan pipa gas (kalau ada).
 - Gambar rencana pengembangan jaringan utilitas tersebut di atas.
- e) Data lain:
- Harga bahan dan upah.
 - Analisis harga satuan setempat.
 - Data kerugian akibat genangan.
- 2) Buat peta pembagian sistem, sub-sistem drainase berdasarkan peta topografi dan kondisi aktual di lapangan.
 - 3) Susun besaran daerah pengaliran (*catchment area* dalam Ha) saluran, sungai, menjadi sub-sub sistem daerah pengaliran.
 - 4) Hitung panjang saluran (dalam “m”) dan nama badan air penerima dari setiap saluran yang ada.
 - 5) Inventarisir semua komponen sistem drainase, baik saluran maupun bangunan pendukungnya, jika data tidak tersedia, ukur dimensi saluran dan/atau segmen saluran, serta bangunan lainnya.
 - 6) Lakukan cek lapangan untuk memastikan kondisi yang ada sesuai dengan data.
 - 7) Catat permasalahan utama yang terjadi pada masing-masing saluran, segmen saluran dan bangunan lainnya beserta foto kondisinya.

3.2. Kajian dan Analisis Drainase dan Konservasi Air

Analisis yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- 1) Analisis kondisi eksisting yaitu:
 - a. Analisis kapasitas sistem drainase eksisting: kapasitas saluran, segmen saluran, dan bangunan pendukungnya.
 - b. Bandingkan analisis pada point a) dengan kapasitas rencana (awal); jika kapasitas eksisting lebih besar atau sama dengan kapasitas awal, maka komponen sistem drainase yang bersangkutan masih aman, sebaliknya perlu dilakukan tindakan.

2) Analisis kebutuhan:

- a. Tentukan rencana saluran sesuai topografi dan rencana tata guna lahan dan/atau tata ruang. Dalam penataan jaringan saluran drainase diusahakan sebanyak mungkin mengikuti pola eksisting dan alur alam. Kembangkan sistem gravitasi, sistem pompa hanya dipakai kalau tidak ada alternatif lain.
- b. Tentukan kala ulang pada masing-masing saluran dan/atau segmen saluran sesuai dengan klasifikasi kota dan orde saluran.
- c. Analisis hujan kawasan dan intensitas hujan sesuai dengan kala ulang yang diperlukan.
- d. Hitung debit rencana masing-masing saluran dan/atau segmen saluran dengan metode yang sesuai, untuk sistem pompa dan/atau sistem *polder* perlu dihitung hidrograf banjir.
- e. Analisis perbedaan antara kebutuhan (point d) dan kondisi yang ada (sub bab 3.3, bagian 1, point a). Apabila kapasitas saluran existing lebih besar atau sama dengan debit rencana, maka saluran yang ada dapat digunakan. Apabila saluran existing lebih kecil dari rencana, maka saluran tersebut perlu ada tindakan.
- f. Tindakan yang dilakukan diarahkan untuk penurunan debit, dengan mengimplementasikan fasilitas pemanenan air hujan. Jika dengan tindakan ini kapasitas saluran masih lebih kecil dari debit yang akan terjadi, baru dilakukan peningkatan kapasitas.

3) Analisa Solusi

Dari peta genangan, kemudian dibuat beberapa alternatif pemecahan atau solusi dan dipilih satu alternatif yang paling efisien dan efektif. Alternatif itu yang dijadikan dasar untuk perencanaan detail dan penyusunan program tahunan.

3.3. Pendekatan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan

Pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk yang cepat menimbulkan tekanan terhadap ruang dan lingkungan untuk kebutuhan perumahan, kawasan industri/jasa dan fasilitas penduduknya, yang selanjutnya mengubah lahan terbuka dan/atau lahan basah menjadi lahan terbangun. Perkembangan kawasan terbangun yang sangat pesat sering tidak terkendali dan tidak sesuai lagi dengan tata ruang maupun konsep pembangunan yang berkelanjutan, mengakibatkan banyak kawasan-kawasan rendah yang semula berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara (*retarding pond*) dan

bantaran sungai berubah menjadi tempat hunian penduduk.

Hal tersebut di atas membawa dampak pada rendahnya kemampuan drainase perkotaan dan kapasitas sarana serta prasarana pengendalian banjir (sungai, kolam tampungan, pompa banjir, pintu pengatur) untuk mengeringkan kawasan terbangun dan mengalirkan air ke pembuangan akhir yaitu ke laut.

Masalah tersebut di atas memerlukan peningkatan pengelolaan diantaranya mencakup bagaimana merencanakan suatu sistem drainase perkotaan yang berkesinambungan yang terdiri dari pembuatan rencana induk sistem drainase, studi kelayakan, *detail engineering design* (DED).

3.4. Rencana Sistem Jaringan Drainase Perkotaan Termasuk Skema Jaringan Drainase Perkotaan

Menyusun usulan sistem drainase perkotaan dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Susun skema jaringan drainase dan pola aliran dengan alternatif sistem. Alternatif sistem yang dimaksud adalah beberapa alternatif yang diambil untuk memecahkan masalah genangan dalam satu lokasi. Dipilih alternatif yang paling efisien dan efektif untuk mengatasi genangan dalam lokasi tersebut demikian pula untuk lokasi genangan lainnya. Jaringan drainase hasil alternatif dan jaringan drainase lainnya yang baik yang dapat mengatasi genangan dalam kota, sehingga tak ada genangan untuk kala ulang tertentu disebut pola aliran sistem drainase kota.
- 2) Buat urutan prioritas sub sistem drainase. Dari pola aliran sistem drainase seperti butir 1 di atas, kemudian disusun prioritas sub-sistemnya berdasarkan kebutuhan daerah masing-masing.
- 3) Tentukan debit rencana (m^3/detik) dari masing-masing saluran. Debit masing-masing saluran telah dihitung pada saat menganalisis kebutuhan.
- 4) Rencanakan bentuk-bentuk penampang dan bangunan pelengkap pada masing-masing saluran. Sebaiknya dalam perencanaan baru atau normalisasi digunakan penampang ekonomis, sedangkan untuk pekerjaan rehabilitasi digunakan bentuk profil lama dengan dimensi yang berbeda.
- 5) Tentukan luas lahan yang akan dibebaskan. Untuk pekerjaan baru, lebar lahan yang dibebaskan tergantung dari lebar atas saluran, ditambah lebar tanggul apabila ada tanggul dan ditambah lebar jalan inspeksi di kiri kanan saluran, tergantung kebutuhan dan luas lahan yang

dibebaskan, lebar lahan yang dibebaskan kali panjang saluran. Untuk pekerjaan normalisasi, lebar yang dibebaskan dikurangi lebar atas saluran yang ada.

- 6) Perkirakan besar biaya ganti rugi lahan. Apabila lahan yang akan dibebaskan telah diketahui, maka harga satuan besarnya ganti rugi dapat diperkirakan, biasanya oleh tim yang dibentuk oleh Pemda setempat berdasarkan peraturan yang berlaku.

3.5. Skala Prioritas dan Tahapan Penanganan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menyusun skala prioritas dan tahapan penanganan adalah sebagai berikut:

- 1) Susun tabel skala prioritas berdasarkan parameter sebagaimana dalam sub bab 2.2.8. Jumlahkan nilai semua parameter untuk masing-masing sub sistem drainase atau komponen drainase yang dinilai.
- 2) Urutkan jumlah nilai pada masing-masing sub sistem drainase atau komponen drainase dari nilai tertinggi ke nilai terendah. Nilai tertinggi menempati prioritas pertama dan nilai terendah menempati prioritas terakhir.
- 3) Susun kegiatan berdasarkan hasil penilaian pada point 2) menjadi tahapan mendesak (5 tahun), menengah (10 tahun), dan panjang (25 tahun), kemudian disusun jangka waktu pelaksanaannya: jadwal tahunan, jangka pendek 5 tahun, menengah 10 tahun dan jangka panjang 25 tahun.

3.6. Perencanaan Dasar

Proses penyusunan perencanaan dasar drainase perkotaan perlu memperhatikan:

- 1) Sistem drainase yang ada (*existing drainage*)
- 2) Pekerjaan drainase yang sedang dilaksanakan (*on going project*)
- 3) Perencanaan drainase yang ada (*existing plans*)
- 4) Proses penanganan pekerjaan *existing* dan *new plans*
- 5) Proses penanganan perencanaan drainase baru untuk kota metropolitan, kota besar dan kota yang mempunyai nilai strategis harus melalui penyusunan: i) rencana induk sistem drainase, ii) studi kelayakan, iii) *detail engineering design* (DED) dan iv) *implementation*
- 6) Proses penanganan perencanaan drainase baru untuk kota sedang dan kota kecil harus melalui penyusunan: i) *outline plan*, ii) *detail engineering*

design (DED) dan iii) *implementation*

- 7) Untuk kota yang telah mempunyai *master plan* atau *outline plan*, karena perkembangan kota yang demikian cepat akibat urbanisasi atau sebab lain, maka sebelum menyusun *master plan* baru atau *outline plan* baru, perlu mengevaluasi dengan seksama *master plan* atau *outline plan* yang ada sebelum memutuskan menyusun *master plan* atau *outline plan* baru.

3.7. Pembiayaan

Menyusun usulan biaya meliputi hal sebagai berikut:

- 1) Hitung besaran biaya pembangunan yang dibutuhkan untuk seluruh pembangunan atau perbaikan sistem drainase yang diusulkan sesuai tahapan. Harga satuan yang digunakan untuk biaya pembangunan atau perbaikan sistem drainase harus sesuai dengan Surat Keputusan Kepala Daerah setempat pada tahun yang berjalan.
- 2) Susun rencana sumber-sumber pembiayaan yang diharapkan. Dalam item pekerjaan pembangunan atau perbaikan harus dicantumkan sumber dana yang akan diinvestasikan, misalnya sumber dana dari: APBN, APBD, Pembiayaan Luar Negeri, Pinjaman Luar Negeri/*Loan* dan Hibah.
- 3) Hitung besaran biaya operasi dan pemeliharaan seluruh sistem drainase pertahun. Biasanya biaya operasi dan pemeliharaan diambil 10% dari biaya pembangunannya.
- 4) Identifikasi besaran biaya yang dapat ditanggung oleh masyarakat, swasta atau instansi lain. Untuk mengidentifikasi biaya yang akan ditanggung oleh masyarakat perlu ada diskusi dan koordinasi dengan pemakai fasilitas yang dibangun oleh Pemerintah Pusat maupun Daerah. Fasilitas mana yang akan ditanggung pemeliharaannya oleh masyarakat. Koordinasi ini sebaiknya dilaksanakan pada tahap perencanaan dan dilanjutkan pada tahap pelaksanaan, selanjutnya masyarakat menerima O&M fasilitas tersebut.
- 5) Usulkan kegiatan untuk meningkatkan sumber pembiayaan. Sumber pembiayaan untuk pembangunan fasilitas drainase umumnya disediakan oleh Pemerintah Pusat maupun Pemda, swasta berkenan turut membiayai pembangunan fasilitas drainase hanya pada daerah-daerah khusus misalnya *real estate* atau pengembang. Mereka membangun fasilitas drainase pada daerahnya sendiri atas izin Pemda dan mengalirkannya ke fasilitas milik Pemda di luar lokasi mereka. Untuk meningkatkan sumber pembiayaan fasilitas drainase sebaiknya melibatkan pengembang atau

real estate atau instansi lain baik swasta maupun pemerintah yang mempunyai masalah dengan fasilitas drainase.

3.8. Kelembagaan

Untuk mendukung pengembangan sistem drainase perkotaan perlu diusulkan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Usulkan bentuk kelembagaan:

- a. Usulkan instansi yang berwenang menangani sistem drainase. Pada saat menyusun *master plan* drainase, *out line plan* drainase atau *detail design* drainase biasanya diusulkan instansi yang akan menangani operasional dan pemeliharaan drainase. Tergantung dari jenis kota dan Pemdanya, memilih dinas atau instansi mana yang akan bertanggungjawab atas O&M drainase dan biasanya Pemda merujuk kepada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia mengenai Pemerintahan Daerah.
- b. Usulkan peningkatan fungsi organisasi pengelola. Sebelum mengusulkan peningkatan fungsi organisasi pengelola drainase, sebaiknya konsultan mengadakan survei lebih dahulu kepada instansi atau dinas yang terkait yang mengelola drainase dan dinas lain yang ada hubungannya dengan drainase dan berkoordinasi dengan Bappeda setempat dan juga mengadakan perbandingan dengan Pemda lainnya mengenai pengelolaan drainase. Konsultan harus mempelajari dengan seksama untuk:
 - kota metropolitan apakah perlu membentuk dinas baru atau memperkuat dinas yang ada dengan menambah sub-dinas drainase, yang fungsinya khusus menangani drainase.
 - kota besar apakah perlu membentuk dinas baru atau memperkuat dinas yang ada dengan menambah sub-dinas drainase, yang fungsinya khusus menangani drainase.
 - kota sedang dan kecil tidak perlu membentuk dinas baru, cukup memperkuat dinas yang ada dengan menambah sub-dinas drainase pada dinas yang terkait yang ada hubungannya dengan drainase.
- c. Usulkan jumlah personil dan uraian tugas dari masing-masing satuan organisasi. Pengusulan jumlah personil sebanding dengan peningkatan organisasi demikian pula dengan uraian tugas masing-

masing personil harus jelas, sehingga personil dapat melakukan tugas dengan mantap dan tidak terjadi dualisme.

- d. Usulkan koordinasi kegiatan pembangunan prasarana dan sarana kota lainnya. Perlu ada koordinasi antara dinas yang menangani drainase dengan dinas lainnya, misalnya dengan dinas yang menangani persampahan, dengan dinas yang menangani pertamanan dan keindahan kota dan dinas lainnya yang ada dalam Pemda. Koordinasi dipimpin oleh Tim yang dibentuk oleh Pemda atau Bappeda setempat.
 - e. Usulkan koordinasi dengan dinas atau balai yang menangani sungai-sungai yang melalui kota. Perlu ada koordinasi antara dinas atau balai yang menangani operasi dan pemeliharaan sungai dengan dinas yang menangani drainase kota (misalnya Balai Besar Wilayah Sungai Brantas dengan Dinas Pematusan Kota Surabaya).
- 2) Usulkan kebutuhan aspek hukum dan peraturan. Konsultan dalam menyusun *master plan* drainase, *outline plan* drainase atau *detail design* perlu mengusulkan kebutuhan aspek hukum dan peraturan antara lain:
- a. Peraturan Daerah yang melarang warga membuang sampah ke dalam saluran drainase (apabila belum ada) beserta sanksinya.
 - b. Peraturan Daerah yang mewajibkan warga membangun rumah berhadapan dengan saluran drainase serta sanksinya.
 - c. Peraturan Bupati atau Walikota mengenai garis sempadan saluran drainase.
 - d. Peraturan Bupati atau Walikota mengenai sumur resapan pada pembangunan rumah.
 - e. Peraturan Bupati atau Walikota mengenai sumur resapan pada pembangunan saluran primer.
 - f. Peraturan Bupati atau Walikota mengenai penyediaan bak sampah pada jalan-jalan tertentu, fasilitas umum, taman kota dan lainnya.

3.9. Pemberdayaan Masyarakat

Konsultan dalam menyusun *master plan* drainase, *out line plan* drainase atau *detail design* perlu menyiapkan mekanisme dan peningkatan partisipasi masyarakat dan swasta yang dalam hal ini harus tertuang dalam KAK (Kerangka Acuan Kerja) antara lain:

- a. Pada penyusunan Laporan Pendahuluan tokoh masyarakat diikutsertakan dalam diskusi dan survei, agar masyarakat tahu sejak awal rencana pembangunan sistem drainase.
- b. Pada diskusi Laporan Pendahuluan diikutsertakan dinas yang terkait masalah drainase dan tokoh masyarakat setempat untuk memperoleh masukan untuk suksesnya perencanaan drainase.
- c. Pada diskusi Laporan Akhir diikutsertakan dinas yang terkait masalah drainase dan tokoh masyarakat setempat serta Badan Pertanahan Nasional setempat, Bappeda dan Dinas Tata Kota mengenai lahan yang terkena pembebasan untuk jalur drainase dan masalah lainnya sebagai masukan untuk suksesnya perencanaan drainase.
- d. Pada pelaksanaan fisik di lapangan masyarakat telah mengetahui rencana jaringan drainase ini, sehingga pelaksanaan fisiknya tidak mengalami kesulitan dalam pembebasan tanahnya.

Usul Tim pembebasan tanah dapat dibentuk setahun sebelum pelaksanaan fisik dimulai. Tim dibentuk oleh Pemda setempat berdasarkan ketentuan yang berlaku dengan mengikutsertakan tokoh masyarakat setempat mengenai penetapan harga ganti rugi tanah dan bangunan berdasarkan hak kepemilikan tanah dan bangunan. Kesepakatan Tim mengenai harga ganti rugi tanah dan bangunan sebagai dasar untuk pelaksanaan fisik pembebasan di lapangan.

Kerangka penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan

Kerangka pembuatan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan dilakukan sesuai dengan sistematika sebagai berikut:

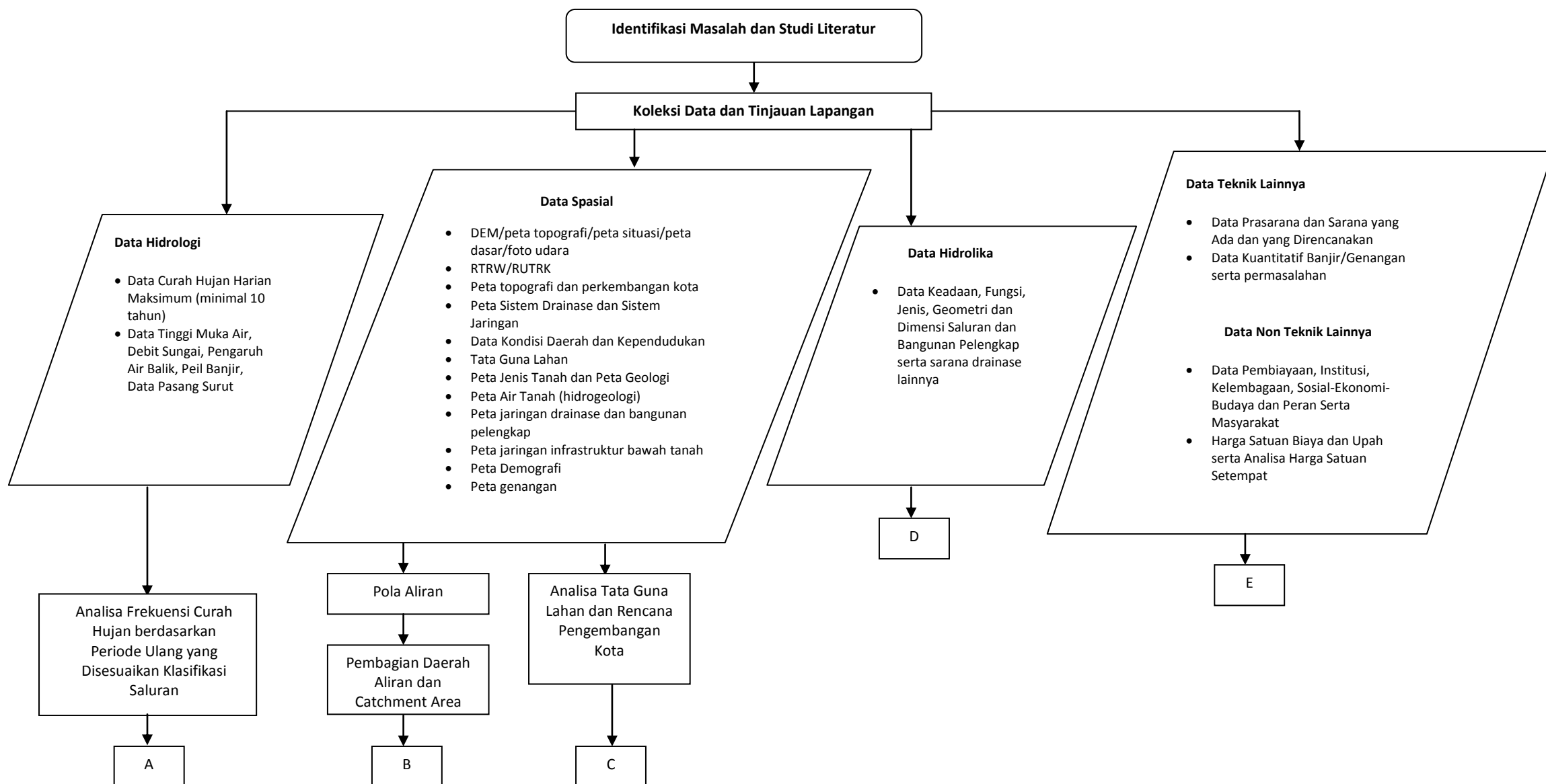
1. Pendahuluan
 - 1.1 Latar Belakang
 - 1.2 Tujuan Studi
 - 1.3 Ruang Lingkup Studi
 - 1.3.1 Ruang Lingkup Spasial
 - 1.3.2 Ruang Lingkup Material
2. Deskripsi Daerah Studi
 - 2.1 Lokasi
 - 2.2 Kondisi Fisik Daerah Studi
 - 2.2.1. Luas Daerah Studi
 - 2.2.2. Topografi dan Geologi

- 2.2.3. Kondisi Tanah dan tata Guna Lahan
- 2.2.4. Hidrologi dan Hidrogeologi
- 2.3 Kondisi Sosekbudkesmas
 - 2.3.1. Demografi
 - 2.3.2. Kegiatan ekonomi
 - 2.3.3. Budaya dan adat istiadat
 - 2.3.4. Kesehatan Masyarakat
- 2.4 Kondisi dan Permasalahan Drainase yang Ada
 - 2.4.1 Kondisi Sistem Drainase yang Ada
 - 2.4.2 Permasalahan drainase (genangan, sampah, sedimentasi, operasi dan pemeliharaan, penegakan hukum, dll)
 - 2.4.3 Identifikasi Penyebab Banjir
- 2.5 Perkiraan Pengembangan Yang Akan Datang
 - 2.5.1 Proyeksi penduduk
 - 2.5.2 Rencana Tata Ruang Wilayah
 - 2.5.3 Rencana Pengembangan Infrastruktur Kota
- 3. Standar dan Kriteria Perencanaan
 - 3.1 Standar yang digunakan
 - 3.2 Kriteria Hidrologi
 - 3.3 Kriteria Hidrolika
 - 3.4 Kriteria Kesehatan
 - 3.6 Kriteria Lingkungan
 - 3.7 Kriteria Sosial Ekonomi
- 4. Analisis dan Perencanaan
 - 4.1 Pengumpulan Data
 - 4.2 Inventarisasi Sistem Drainase dan Bangunan Pendukungnya
 - 4.3 Evaluasi Sistem Drainase Eksisting
 - 4.3.1 Analisis Hidrologi
 - 4.3.2 Analisis Hidrolika
 - 4.3.3 Simpulan Hasil Evaluasi
 - 4.4 Perencanaan Sistem Drainase
 - 4.4.1 Pembagian Sistem, Sub Sistem Drainase
 - 4.4.2 Analisis Debit Banjir Kondisi Mendatang tanpa fasilitas Pemanenan Air Hujan (PAH)
 - 4.4.3 Analisis Debit Banjir Kondisi Mendatang dengan fasilitas Pemanenan Air Hujan (PAH)

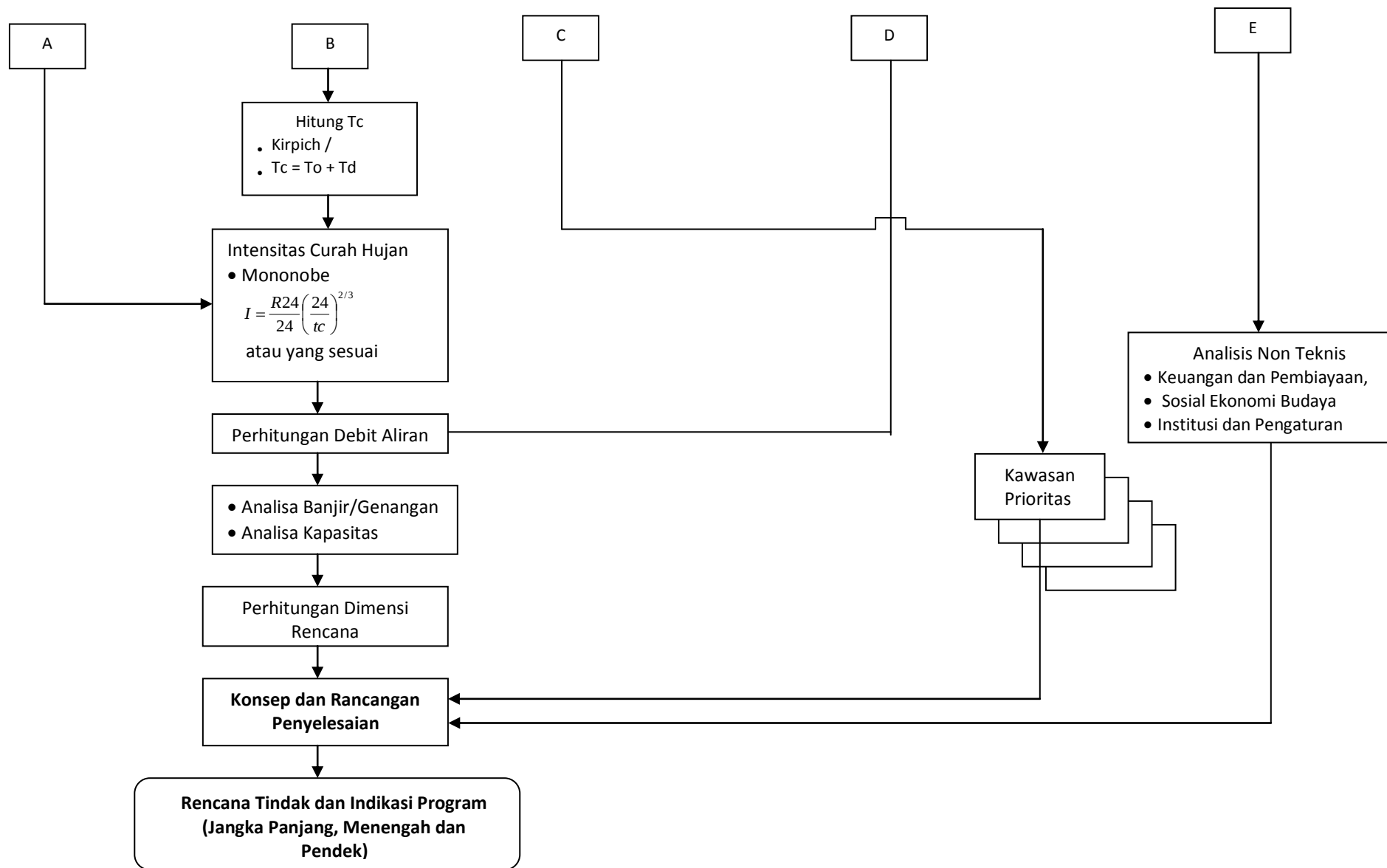
- 4.4.4 Penyusunan Sistem Drainase dengan Optimalisasi Sistem Drainase yang Ada
- 4.4.5 Analisis Biaya (Investasi dan OP)
- 4.5. Penyusunan Skala Prioritas Untuk Studi Selanjutnya, Rencana Rinci dan Pelaksanaan
- 4.6. Penyusunan Rencana Implementasi
- 4.7. Penyusunan SOP
- 4.8. Penyiapan Institusi dan Kelembagaan.

Bagan Alir Penyusunan Tata Cara Perencanaan Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan

Bagan Alir ini dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir Tata Cara Perencanaan Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan



Gambar 3. Bagan Alir Tata Cara Perencanaan Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Lanjutan)

B. TATA CARA PENYUSUNAN STUDI KELAYAKAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

1. KETENTUAN-KETENTUAN

2.1. Umum

Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- 1) Penyusunan studi kelayakan drainase dilakukan berdasarkan prioritas zona yang telah ditentukan dalam Rencana Induk Sistem Drainase.
- 2) Biaya atau *cost* adalah semua barang dan jasa yang mengurangi pendapatan bersih pihak-pihak yang terkait (*project participant*).
- 3) Macam-macam *cost* dalam ekonomi proyek.
 - (1) Biaya investasi (*investment cost*): biaya modal yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek.
 - (2) Biaya tetap (*fixed cost*): atau overhead adalah biaya yang tidak terpengaruh oleh adanya kegiatan-kegiatan (misal: gaji).
 - (3) Biaya variable (*variable cost*): biaya yang langsung berhubungan dengan kegiatan-kegiatan.
 - (4) Biaya tambahan (*incremental cost*): biaya yang diakibatkan oleh kenaikan output suatu produk, disebut juga *marginal cost*.
 - (5) Biaya hilang (*sunk cost*): biaya yang dikeluarkan pada waktu yang lalu sebelum kepastian pelaksanaan proyek.
 - (6) Biaya kesempatan (*opportunity cost*): biaya yang diakibatkan karena penggunaan sumber daya karena keterbatasan kesempatan.
- 4) *Benefit* atau manfaat adalah peningkatan penerimaan barang ataupun jasa yang meningkatkan pendapatan bersih pihak-pihak terkait.
- 5) Ada dua macam *benefit* yaitu:
 - (1) *Direct benefit* atau manfaat langsung yaitu manfaat yang langsung diperoleh sesuai dengan tujuan investasi.
 - (2) *Indirect benefit* atau manfaat tidak langsung yaitu manfaat yang merupakan dampak dari adanya proyek suatu investasi.
- 6) *Interest* atau bunga adalah uang yang harus dibayarkan oleh Yang Meminjam (Peminjam) kepada Yang Meminjamkan (Peminjamkan) untuk pemakaian uang pinjaman.
- 7) *Rate of interest* atau suku bunga adalah perbandingan antara besarnya bunga dengan uang yang dipinjam untuk jangka waktu yang sama, misalnya selama setahun.

- 8) Ada dua jenis bunga yaitu (i) bunga sederhana atau *simple interest*: bunga berbanding proporsional dengan jumlah uang yang dipinjam, tingkat suku bunga dan total pinjaman, dan (ii) bunga berganda/bunga majemuk atau *compound interest*: tingkat suku bunga untuk suatu periode dikenakan pada jumlah akumulasi pinjaman dan bunga dari waktu awal pinjaman. Istilah yang lebih populer adalah bunga berbunga.

Rumus bunga sederhana (*simple interest*):

$$I = (P).(N).(i)$$

Bila:

I = Bunga

P = Jumlah Pinjaman

i = Tingkat Bunga/Tahun

Rumus bunga berganda (*compound interest*):

$$F = P(1+i)^n$$

Bila :

P = *Present value*

F = *Future value*

I = Tingkat suku bunga per periode waktu

n = Jumlah periode waktu

- 9) Pengesahan rencana teknik oleh penanggung jawab yang ditunjuk instansi yang berwenang menggunakan data paling mutakhir.

2.2. Teknis

2.2.1. Perencanaan Teknis

Tata cara penyusunan perencanaan teknis sistem drainase perkotaan ini memuat ketentuan-ketentuan umum dan teknis berupa data informasi, pengukuran, penggambaran, penyelidikan tanah dan kriteria perencanaan, serta cara pengerjaan rencana teknik sistem drainase di daerah perkotaan.

2.2.2. Kelayakan Teknis

Kelayakan Teknis Drainase meliputi:

- 1) Perhitungan hidrologi dilakukan untuk mendapat debit rencana dan perhitungan hidrolika untuk mendapatkan dimensi saluran dengan memperhatikan ketentuan:
 - a) Tinggi jagaan adalah ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran atau muka tanah.

- b) Debit maksimum bangunan perlintasan (gorong-gorong) dihitung sebesar 1,1 sampai 1,5 kali debit maksimum saluran.
 - c) Kecepatan maksimum ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7$ m/dt, pasangan batu kali $V = 2$ m/dt dan pasangan beton $V = 3$ m/dt. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran.
 - d) Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air.
 - e) Bentuk saluran drainase umumnya: trapesium, segiempat, bulat, setengah lingkaran dan segitiga atau kombinasi dari masing-masing bentuk tersebut.
 - f) Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus *Manning* atau *Strickler* atau *Chezy*.
 - g) Apabila di dalam saluran eksisting terdapat nilai kekasaran dinding atau koefisien *Manning* yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran dinding ekuivalen (neq).
 - h) Debit rencana drainase perkotaan dihitung dengan metode rasional yang telah dimodifikasi dan atau *typical hydrogram for urban areas*.
 - i) Debit rencana saluran primer dalam kota atau yang melintasi kota dihitung dengan *flood hydrograph*.
 - j) Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan.
- 2) Usulan pembangunan sistem drainase harus dibuat minimal 2 alternatif dengan ketentuan:
- a) Meminimalkan pembebasan tanah dengan cara sebagai berikut:
 - Untuk saluran baru dengan menggunakan saluran profil ekonomis.
 - Untuk saluran normalisasi sebaiknya menggunakan saluran profil ekonomis (jika kondisi lapangan memungkinkan) atau profil tegak lurus.
 - Untuk saluran rehabilitasi menggunakan profil saluran rencana semula.
 - b) Semaksimal mungkin memakai sistem drainase aliran gravitasi untuk hal-hal sebagai berikut:
 - Pada dataran rendah atau daerah/kota pantai sebagian gravitasi dan sebagian lain sistem *polder*. Hal ini tergantung dari elevasi

muka air muara saluran: i) apabila elevasi muka air muara saluran lebih tinggi dari elevasi muka tanah tempat permukiman, maka diperlukan sistem polder, ii) apabila elevasi muka air muara saluran lebih rendah dari elevasi muka tanah tempat permukiman, maka sistem gravitasi lebih baik.

- Pada dataran tinggi harus sistem gravitasi.

3) Kriteria kelayakan teknis

a) Memenuhi persyaratan kekuatan struktur dengan analisis sebagai berikut:

- Analisis kestabilan terhadap guling.
- Analisis ketahanan terhadap geser.
- Analisis kapasitas daya dukung tanah pada dasar dinding penahan.
- Analisis tegangan dalam dinding penahan tanah.

b) Memenuhi persyaratan hidrologi yaitu sebagai berikut:

- Data curah hujan minimal 10 tahun terakhir untuk masing-masing stasiun pengamat hujan yang ada di dalam daerah tersebut.
- Debit banjir rencana sesuai dengan kala ulang yang ditentukan.
- Perhitungan debit saluran dengan menggunakan *rational method*.
- Perhitungan waduk dan pompa dengan menggunakan hidrograf satuan untuk daerah perkotaan (*for urban areas*).

c) Memenuhi persyaratan hidrolika yaitu sebagai berikut:

- Debit saluran memenuhi hukum kontinuitas.
- Perhitungan dimensi saluran menggunakan formula *Manning* atau *Strikler* atau *Chezy*.
- Saluran sebaiknya terbuka, kecuali dalam kondisi khusus dapat tertutup.
- Aliran saluran sebaiknya gravitasi.

d) Material yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan mudah di lokasi pembangunan, sebaiknya menggunakan material dalam negeri, kecuali dalam kondisi khusus.

e) Dapat dilaksanakan dengan kemampuan yang ada (tenaga, peralatan).

f) Operasi dan pemeliharaan dapat dilaksanakan dengan mudah.

2.2.3. Kelayakan Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan dengan memperhatikan pengaruh langsung dan tidak langsung, biaya pembangunan, biaya operasi dan pemeliharaan.

- 1) Manfaat proyek dihitung dari pengaruh/manfaat langsung dan tidak langsung.
- 2) Biaya proyek dihitung dari biaya pembangunan dan biaya operasi dan pemeliharaan.
- 3) Pengaruh/manfaat langsung terdiri dari:
 - (1) Pengurangan biaya untuk pembuatan dan perbaikan sistem drainase yang rusak.
 - (2) Pengurangan biaya untuk pembuatan dan perbaikan prasarana dan sarana kota lainnya yang rusak, seperti jalan, jaringan kabel di bawah tanah.
 - (3) Pengurangan biaya untuk pembuatan dan perbaikan bangunan dan rumah-rumah yang rusak, seperti: rumah sakit, puskesmas, kantor pemerintah dan swasta, serta pemukiman penduduk.
 - (4) Pengurangan biaya penanggulangan akibat genangan, seperti jalan, taman kota, lapangan olahraga.
 - (5) Biaya harga tanah menjadi mahal.
 - (6) Pengurangan resiko banjir.
 - (7) Penurunan biaya produksi.
- 4) Pengaruh/manfaat tidak langsung terdiri dari:
 - (1) Pengurangan biaya sosial akibat bencana banjir, seperti: kesehatan, pendidikan dan lingkungan.
 - (2) Pengurangan biaya ekonomi yang harus ditanggung masyarakat akibat banjir, seperti: produktivitas, perdagangan, jasa pelayanan.
 - (3) Kenaikan harga tanah.
 - (4) Peningkatan kegiatan ekonomi.
 - (5) Peningkatan penerimaan pajak.
 - (6) Peningkatan kegiatan sektor swasta.
 - (7) Perkembangan wilayah yang bersangkutan.
- 5) Usulan biaya pembangunan terdiri dari:
 - (1) Biaya dasar konstruksi untuk pekerjaan baru maupun perbaikan.
 - (2) Biaya engineering.
 - (3) Biaya pembebasan tanah.
 - (4) Biaya pembuatan rencana teknik dan pengawasan.
 - (5) Biaya administrasi.

- (6) Biaya hilang (*sunk cost*).
- (7) Biaya pajak.
- (8) Biaya penggantian (*replacement*).
- (9) Biaya tidak terduga yang tidak lebih dari 10% biaya konstruksi.
- 6) Biaya operasi dan pemeliharaan meliputi:
 - (1) Peralatan.
 - (2) Upah.
 - (3) Material.
 - (4) Administrasi dan umum.
 - (5) Penyusutan.
- 7) Kriteria kelayakan ekonomi dan keuangan
 - (1) *Net Present Value (NPV)* > 0
 - (2) *Economic Internal Rate of Return (EIRR)* > tingkat bunga berlaku
 - (3) *Benefit Cost Ratio* > 1

2.2.4. Kelayakan Lingkungan

Kelayakan lingkungan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2010 Tentang Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup dan Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup.

2.2.5. Rencana Penyediaan Lahan dan Permukiman Kembali, Bila Diperlukan
Pembangunan sistem drainase perkotaan memerlukan lahan yang terkadang harus menggusur daerah permukiman. Oleh karena itu perlu dilakukan relokasi apabila pembangunan sistem drainase perkotaan tersebut memasuki wilayah permukiman.

3. CARA Pengerjaan

3.1. Perencanaan Teknis

Data dan informasi yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

- a) Kumpulkan rencana induk yang ada kaitannya dengan studi kelayakan sistem drainase perkotaan.
- b) Kumpulkan studi yang terkait.
- c) Kumpulkan data penduduk, perkembangan penduduk.
- d) Kumpulkan data sosial ekonomi.

Perencanaan teknis meliputi:

1) Analisis hidrologi dan hidrolika

Kriteria perencanaan hidrologi terdiri dari:

a) Hujan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan lama pengamatan sekurang-kurangnya 10 tahun.
- Analisa frekuensi terhadap curah hujan, menggunakan Metode Gumbel untuk kala ulang 2, 5, 10 dan 20 tahun.

b) Debit banjir dengan ketentuan sebagai berikut:

- Debit rencana dihitung dengan metode *rational* atau metode *rational* yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan.
- Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan.
- Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich.
- Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe.

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut:

- a) Bentuk saluran drainase umumnya: trapesium, segiempat, lingkaran, dan segitiga.
- b) Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Chezy, Manning dan Strickler.
- c) Apabila di dalam saluran eksisting terdapat nilai kekerasan dinding atau koefisien Manning yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran dinding equivalen (n_{eq}).
- d) Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number, $Fr = 1$; aliran sub-kritis apabila Froude number < 1 dan aliran super-kritis apabila Froude number > 1 .
- e) Saluran drainase yang terpengaruh oleh pengempangan (*back water effect*) dapat diperhitungkan dengan *Standart Step* atau *Direct Step Method*.
- f) Penampang saluran terbaik atau penampang saluran ekonomis adalah penampang saluran yang mempunyai keliling basah minimum akan memberikan daya tampung maksimum kepada penampang saluran.
- g) Ruang bebas saluran (*freeboard*) berkisar antara 0,30 sampai dengan 1,20 m tergantung dari dalam dan lebarnya.

- h) Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar.
 - i) Saluran dengan berbagai lapisan adalah saluran yang dilapis dengan beton, batu kali dan lapisan lainnya, sedangkan dasar saluran dari tanah.
- 2) Sistem jaringan drainase
 - 3) Analisis model sistem jaringan drainase (apabila diperlukan)
 - 4) Analisis kekuatan konstruksi bangunan air

Perlu diperhatikan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu hanya dapat digunakan untuk ketinggian yang tidak terlalu besar (< 5 m). Untuk dinding penahan tanah dari beton bertulang tidak ada batasnya.

Tiap-tiap potongan dinding horizontal akan menerima gaya-gaya sebagai berikut:

 - a) Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah
 - b) Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah
 - c) Gaya akibat tekanan tanah aktif
 - d) Gaya akibat tekanan tanah pasif

Analisis yang diperlukan adalah:

 - Analisis kestabilan terhadap guling
 - Analisis ketahanan terhadap geser
 - Analisis kapasitas daya dukung tanah pada dasar dinding penahan
 - 5) Nota disain

Susun nota disain perhitungan sebagai kumpulan dari hasil analisis hidrologi, analisi hidrolika, analisis struktur, kriteria-kriteria yang digunakan, dan catatan lain yang dianggap perlu.
 - 6) Gambar tipikal sistem jaringan drainase dan bangunan pelengkap
 - 7) Perkiraan volume pekerjaan untuk masing-masing jenis pekerjaan meliputi pekerjaan sipil dan *mechanical electrical*
 - 8) Perkiraan biaya pembangunan sistem drainase perkotaan

3.2. Kelayakan Teknik

Data dan informasi yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

- a) Lakukan inventarisasi sistem drainase yang ada, dilengkapi dengan peta jaringan dan keterangan mengenai arah aliran, dimensi eksisting saluran.

- b) Kumpulkan data hidrologi, antara lain: curah hujan, data iklim, cuaca, temperatur, data pasang surut (apabila diperlukan).
- c) Kumpulkan data hidrolika, seperti data genangan, luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan, baik secara kuantitatif maupun kualitatif dan data dimensi dan kondisi saluran.
- d) Kumpulkan data kapasitas dan struktur bangunan pelengkap.

Kelayakan teknik meliputi:

1) Analisis permasalahan:

- (1) Lakukan evaluasi terhadap kapasitas sistem saluran berdasarkan data primer dan sekunder yang tersedia.
- (2) Lakukan evaluasi permasalahan:
 - a. Frekuensi genangan.
 - b. Tinggi, lamanya genangan serta luasnya genangan.
 - c. Kapasitas saluran yang tidak memadai.
 - d. Sedimentasi.
 - e. Bangunan pelengkap yang tidak berfungsi.
 - f. Pemeliharaan yang tidak memadai.

2) Analisis kebutuhan:

- (1) Tentukan lokasi prioritas yang akan ditangani, berdasarkan arah perkembangan kota dan permasalahan yang ada.
- (2) Buat rencana perbaikan dan pemeliharaan yang disesuaikan dengan kondisi setempat.
- (3) Buat rencana pembangunan baru sistem drainase yang dibutuhkan.
- (4) Hitung debit rencana untuk masing-masing sistem saluran dan bangunan pelengkap.
- (5) Hitung besaran penampang saluran dan besaran fasilitas bangunan pelengkap.
- (6) Buat kebutuhan pembebasan lahan yang diperlukan.
- (7) Lakukan kajian teknis terhadap rencana kegiatan dan tentukan kelayakannya berdasarkan kriteria kelayakan teknis.
- (8) Tentukan rencana teknik untuk masing-masing saluran dan bangunan pelengkap dengan prioritas produksi dalam negeri.
- (9) Buat rencana kerja pembangunan masing-masing usulan.

3) Analisa Solusi

Dari peta genangan, kemudian dibuat beberapa alternatif pemecahan atau solusi dan dipilih satu alternatif yang paling efisien dan efektif.

Alternatif itu yang dijadikan dasar untuk perencanaan detail dan penyusunan program tahunan.

3.3. Kelayakan Ekonomi

Data dan informasi yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

- a) Kumpulkan data aspek sosial ekonomi yang terpengaruh oleh prasarana drainase.
- b) Kumpulkan data kerugian langsung yang diakibatkan oleh genangan (kerusakan prasarana, biaya pemeliharaan).
- c) Kumpulkan data kerugian tidak langsung yang ditimbulkan karena aktivitas ekonomi.
- d) Kumpulkan data partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan prasarana drainase, baik pra konstruksi, konstruksi maupun pasca konstruksi.
- e) Kumpulkan data harga tanah yang berlaku di lokasi perencanaan.

Kelayakan ekonomi dilaksanakan sebagai berikut:

- 1) Hitung biaya kerugian akibat banjir atau genangan.
- 2) Hitung rencana biaya pembangunan operasi dan pemeliharaan.
- 3) Buat analisis ekonomi dan keuangan (besaran EIRR, NPV, dan BCR), rumus untuk menghitung *Net Present Value* adalah sebagai berikut:

(1) *Net Present Value* (NPV) dari Arus Biaya dan *Benefit*:

$$PV \text{ arus } benefit = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

$$PV \text{ arus biaya} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Bila, i = *social discount rate*

$1/(1+i)^t$ = *discount factor*

B_t = *benefit* atau produk komoditas pada tahun t

C_t = investasi pada tahun t

(2) *Internal Rate of Return (IRR)* adalah *social discount rate* yang membuat NPV proyek sama dengan nol.

$$C_0 - B_0 = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}, \text{ kemudian } \text{-----} > 0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

Istilah $\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$ tidak lain adalah *net present value* proyek

berdasarkan *social discount rate*, sebesar i .

$$\text{Rumus IRR} = i_t + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

(3) *Net Benefit Cost Ratio* (Net B/C)

Untuk menghitung indeks ini terlebih dahulu dihitung $\frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$ untuk setiap tahun t . Lalu Net B/C merupakan angka perbandingan antara jumlah *present value* yang positif (sebagai pembilang) dengan jumlah yang negatif (sebagai penyebut). Secara umum rumusnya adalah :

$$\text{Net B/C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \text{ untuk } B_t - C_t > 0}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^t} \text{ untuk } B_t - C_t > 0}$$

Kalau Net B/C = 1, berarti:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^t}$$

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

dengan perkataan lain, NPV= 0

Kalau rumus tadi memberikan hasil lebih besar dari 1, berarti NPV > 1. Jadi Net B/C ≥ merupakan tanda “go” untuk sesuatu proyek, sedangkan Net B/C < 1 merupakan tanda “no – go”.

- 4) Tentukan kelayakan proyek berdasarkan kriteria yang berlaku.
- 5) Tentukan sumber pembiayaan untuk pembangunan, perbaikan dan pemeliharaan sistem drainase.
- 6) Tentukan sumber pembiayaan untuk pembangunan, perbaikan dan pemeliharaan sistem drainase.
- 7) Manfaat langsung dan tidak langsung

3.4. Kelayakan Lingkungan

Data dan informasi yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

- a) Kumpulkan data lingkungan pada lokasi rencana kegiatan proyek.
- b) Kumpulkan data lingkungan pada lokasi pembebasan tanah.
- c) Kumpulkan data lingkungan pada tempat penampungan penduduk yang terkena proyek.

Analisis kelayakan lingkungan dilaksanakan berdasarkan peraturan yang berlaku:

- 1) Buat klasifikasi kegiatan yang memerlukan Amdal dan yang tidak memerlukan Amdal.
- 2) Buat RKL dan RPL untuk kegiatan yang memerlukan kegiatan Amdal (sesuai dengan ketentuan yang berlaku).

- 3) Buat UPL dan UKL untuk kegiatan yang tidak memerlukan Amdal (sesuai dengan tata cara penyusunan UKL dan UPL drainase perkotaan).
- 4) Buat Amdal untuk kegiatan yang memerlukan Amdal.

3.5. Rencana Penyediaan Lahan dan Permukiman Kembali, Bila Diperlukan
Tahapan dalam penyelenggaraan pengadaan tanah meliputi:

- 1) Tahapan persiapan yang meliputi:
 - a) Menetapkan lokasi
 - b) Membentuk panitia pengadaan tanah.
- 2) Tahapan pelaksanaan yang meliputi:
 - a) Melaksanakan penyuluhan
 - b) Melaksanakan inventarisasi
 - c) Mengumumkan Hasil Investasi
 - d) Melaksanakan Musyawarah
 - e) Menetapkan bentuk dan besarnya ganti rugi

Kerangka Penyusunan Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan

Studi kelayakan dilaksanakan setelah ada Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan. Tujuan studi kelayakan difokuskan pada pelaksanaan dari sistem drainase yang telah dipilih dari beberapa alternatif sistem drainase dan termasuk di dalamnya investigasi dan penilaian rinci dari sistem yang akan dilaksanakan tersebut.

Kerangka Penyusunan Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan dilakukan sesuai dengan sistematika sebagai berikut:

1. Deskripsi
 - 1.1 Maksud Dan Tujuan
 - 1.1.1 Maksud
 - 1.1.2 Tujuan
 - 1.2 Ruang Lingkup
 - 1.3 Pengertian
2. Ketentuan-Ketentuan
 - 2.1 Umum
 - 2.2 Teknis
3. Cara Pengerjaan
 - 3.1 Mengumpulkan data Dan Informasi
 - 3.2 Kelayakan Teknik
 - 3.3 Kelayakan Ekonomi

3.4 Kelayakan Lingkungan

3.5 Usulan Kegiatan Proyek

Berikut ini adalah penjelasan dari evaluasi dan implementasi studi kelayakan :

1. Evaluasi

1.1 Deskripsi Rinci Dari Jenis Pekerjaan

1.2 Rencana Rekayasa Awal Untuk Memperkirakan Biaya Proyek

1.3 Identifikasi Survey Tambahan Dan Investigasi Untuk Rencana Rinci

1.4 Penilaian rinci mengenai syarat dan biaya O&M

1.5 Evaluasi Ekonomi Rinci Berdasarkan Pada Analisa Kerusakan Dan Kerugian Serta Analisis Dengan Atau Tanpa Proyek

1.6 Penyiapan Institusi Yang Diperlukan

1.7 Penilaian Dampak Lingkungan Pada Sumber Air Penerima

2. Implementasi

2.1 Kriteria Desain Untuk DED

2.2 Jadwal Waktu Pelaksanaan

2.3 Tahap Pelaksanaan

2.4 Keuangan Pada Tahap Masing-Masing Item Pekerjaan

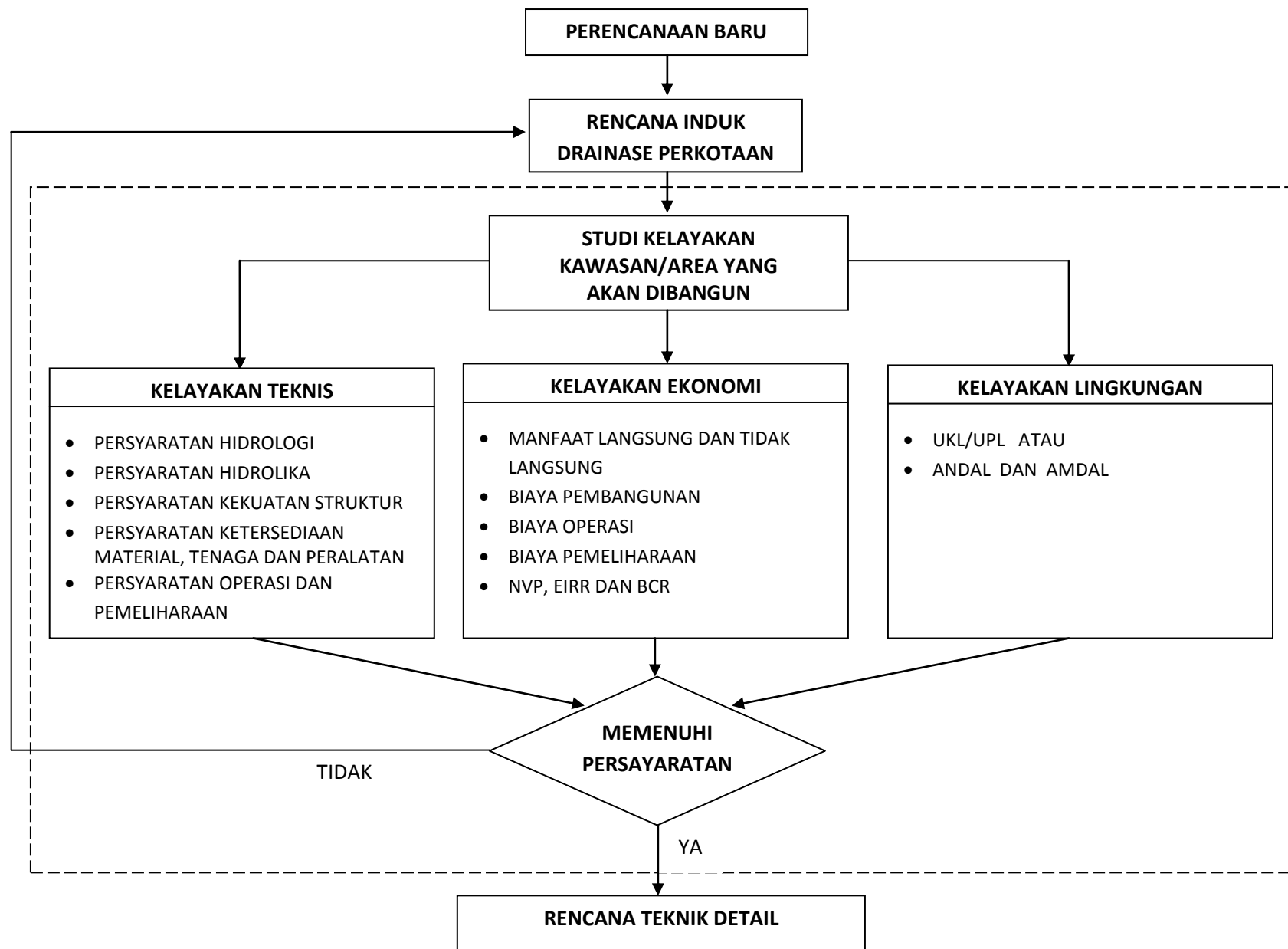
2.5 Indikasi Bahwa Tujuan Tercapai Pada Tahap Masing-Masing item Pelaksanaan

2.6 Manfaat Sementara Untuk Penduduk Perkotaan

2.7 Jadwal dan Persyaratan Untuk meng-*update* Perencanaan

Bagan Alir Tata Cara Penyusunan Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan

Bagan alir proses penyusunan tata cara pembuatan studi kelayakan sistem drainase perkotaan seperti terlihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Proses Penyusunan Tata Cara Penyusunan Studi Kelayakan Sistem Drainase Perkotaan

C. TATA CARA PENYUSUNAN PERENCANAAN TEKNIK TERINCI SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

1. KETENTUAN-KETENTUAN

1.1. Umum

Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk dapat membuat perencanaan teknik sistem drainase, harus dilakukan dahulu rencana induk sistem drainase perkotaan, studi kelayakan dan kondisi lokal lokasi perencanaan.
- 2) Pengesahan laporan perencanaan teknis harus oleh penanggung jawab yang ditunjuk instansi yang berwenang.

1.2. Teknis

1.2.1. Data dan informasi

Data dan informasi yang diperlukan sebagai berikut:

- 1) Data klimatologi yang terdiri dari data hujan, angin, kelembaban dan temperatur dari stasiun klimatologi atau badan meteorologi dan geofisika terdekat.
- 2) Data kondisi aliran terdiri dari data tinggi muka air, debit sugai, laju sedimentasi, pengaruh air balik, peil banjir.
- 3) Data kondisi daerah terdiri dari: karakteristik daerah aliran, pasang surut dan data genangan.
- 4) Data sistem drainase yang ada yaitu: hasil rencana induk dan studi kelayakan, data kondisi saluran dan data kuantitatif banjir yaitu genangan berikut permasalahannya.
- 5) Data peta yang terdiri peta dasar (peta daerah kerja) peta sistem drainase dan sistem jaringan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi yang disesuaikan dengan tipologi kota dengan skala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 10.000.
- 6) Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan.bulat, setengah lingkaran dan segitiga atau kombinasi dari masing-masing bentuk tersebut.

1.2.2. Pengukuran

Pengukuran situasi dengan poligon tertutup untuk menggambarkan posisi saluran dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Pengukuran yang dilaksanakan harus dapat memberikan gambaran yang cukup jelas tentang keadaan medan lapangan yang diukur dan sesuai dengan keperluan perencanaan saluran drainase.
- 2) Pengukuran saluran meliputi pengukuran profil memanjang dan profil melintang dan pengukuran peta situasi. Pengukuran profil melintang dilaksanakan pada jalur lurus setiap 50 m, dan kurang dari 50 m untuk jalur belokan atau daerah padat.
- 3) Toleransi kesalahan pengukuran levelling maksimum $7\Phi d$ (mm), dengan d adalah jarak yang diukur dalam Km.
- 4) Toleransi kesalahan penutupan sudut poligon sebesar maksimal $10\Phi n$ (detik), dengan n adalah jumlah titik poligon.
- 5) Pengukuran menggunakan suatu titik acuan ketinggian dan koordinat tertentu yang terikat dengan titik triangulasi yang ada, bila titik triangulasi tidak ada, dapat dipakai titik acuan yang ada yang telah mendapat ketetapan dari Pemda setempat.

1.2.3. Penggambaran

Ketentuan yang diperlukan dalam penggambaran sebagai berikut:

- 1) Peta sistem drainase, jaringan jalan, tata guna tanah dan topografi (kontur setiap 0,5 m sampai 2 m) dibuat dengan skala 1 : 5.000 sampai 1 : 10.000.
- 2) Gambar potongan memanjang saluran, horizontal 1 : 1.000, vertikal 1 : 100.
- 3) Gambar potongan melintang saluran, horizontal dan vertikal : skala 1 : 100.
- 4) Gambar detail bangunan, skala 1 : 10 sampai 1 : 100.

1.2.4. Penyelidikan Tanah

Ketentuan yang perlu dilaksanakan sebagai berikut:

- 1) Pengambilan sampel dipilih pada tempat-tempat yang akan memikul konstruksi bangunan pelengkap saluran seperti : jembatan, rumah pompa, gorong-gorong yang relatif besar, dinding penahan tanah dan lainnya.
- 2) Minimal dua sampel untuk daerah yang labil untuk menentukan konstruksi saluran.
- 3) Jenis penyelidikan tergantung dari jenis konstruksi.

1.2.5. Kriteria Perencanaan Hidrologi

Kriteria perencanaan hidrologi terdiri dari:

- 1) Hujan dengan ketentuan sebagai berikut :
 - (1). Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan lama pengamatan sekurang-kurangnya 10 tahun.
 - (2). Analisis frekuensi terhadap curah hujan, menggunakan Metode Gumbel untuk kala ulang 2, 5, 10 dan 20 tahun. Rumus Metode Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X_t = X + kS_x$$

Bila:

Xt = x yang terjadi dalam kala ulang t tahun.

X = rata-rata dari seri data Xi.

Xi = seri data maksimum tiap tahun.

Sx = simpangan baku.

n = jumlah data.

Atau

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(\frac{t-1}{t}\right)\right)$$

Bila :

k = konstanta yang dapat dibaca dari Tabel 9.

Yn dan Sn = besaran yang merupakan fungsi dari jumlah pengamatan (n).

Yt = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas; besaran Yt, k; Sn; Yn, (lihat Tabel 8, 10, 11, sampai Tabel 12).

t = jumlah tahun kala ulang.

Tabel 8. Harga Yt Sebagai Fungsi T

T	Yt	T	Yt
1,01	-1,53	20	2,97
1,58	0,0	50	3,90
2,00	0,37	100	4,60
5,00	1,50	200	5,30
10,00	2,25		

Sumber : "Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir"

Tabel 9. Faktor Frekuensi Untuk Nilai Ekstrim (k)

n.	KALA ULANG						
	10	20	25	50	75	100	1000
15	1,703	2,410	2,632	3,321	3,721	4,005	6,265
20	1,625	2,302	2,517	3,179	3,563	3,836	6,006
25	1,575	2,235	2,444	3,088	3,463	3,729	5,843
30	1,541	2,188	2,393	3,026	3,393	3,653	5,727
40	1,495	2,126	2,326	2,943	3,301	3,554	5,467
50	1,466	2,086	2,283	2,889	3,241	3,491	5,478
60	1,466	2,059	2,253	2,852	3,200	3,446	
70	1,430	2,038	2,230	2,824	3,169	3,413	5,359
75	1,423	2,029	2,220	2,812	3,155	3,400	
100	1,401	1,998	2,187	2,770	3,109	3,349	5,261

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir”

Tabel 10. Simpangan Baku Tereduksi (Sn)

n.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20									

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir”

Tabel 11. Rata-rata tereduksi yn

0.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n.
,495	,499	,503	,507	,510	,512	,515	,518	,520	,522	10
,523	,525	,526	,528	,529	,530	,532	,533	,534	,535	20
,536	,537	,538	,538	,539	,540	,541	,541	,542	,543	30
,543	,544	544	,545	,545	,546	,546	,547	,547	,548	40
,548	,549	,549	,549	,550	,550	,550	,551	,551	,551	50
,552	,552	,552	,553	,553	,553	,553	,554	,554	,554	60
,554	,555	,555	,555	,555	,555	,555	,556	,556	,556	70
,556	,557	,557	,557	,557	,558	,558	,558	,558	,558	80
,558	,558	,558	,559	,559	,559	,559	,559	,559	,559	90
,560										100

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir”

Tabel 12. Hubungan Antara Kala Ulang Dengan Faktor Reduksi (Yt)

KALA ULANG (TAHUN)	FAKTOR REDUKSI (Yt)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir”

2) Debit banjir dengan ketentuan sebagai berikut :

(1). Debit rencana dihitung dengan metode rasional atau metode rasional yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan.

a. Metode Rasional persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Q_p = 0,00278 C \cdot I \cdot A$$

Bila :

Q_p = debit puncak banjir (m³/dt).

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm)

$$C_{eq} = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 + A_3 \times C_3 + \dots + A_n \times C_n}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Bila :

C_{eq} = koefisien limpasan ekuivalen.

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ = koefisien limpasan masing-masing sub-DPSal.

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas sub-DPSal dalam ha.

- Waktu konsentrasi (t_c) persamaannya menurut Kirpich (1940) adalah sebagai berikut:

$$t_c = 0,0195 L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

atau

$$t_c = t_0 + t_d$$

Bila :

t_c = waktu konsentrasi dalam menit.

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran.

t_0 = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit, atau

V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per-menit.

- Intensitas curah hujan, dinyatakan dalam satuan mm/jam, yang dihitung dengan persamaan dari Mononobe sebagai berikut:

$$td = \frac{L}{V}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Bila:

I = intensitas curah hujan dalam mm/jam.

R24 = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun.

tc = waktu konsentrasi dalam jam.

b. *Modified Rational Method* atau *rational method* yang dimodifikasi persamaannya sebagai berikut:

$$Q_p = 0,00278 C_s \cdot C \cdot I \cdot A$$

Qp = debit puncak banjir (m³/dt).

Cs = koefisien tampungan (*storage coefficient*).

Atau

$$C_s = \frac{2tc}{2tc + td}$$

tc = waktu konsentrasi dalam menit.

td = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau dalam menit.

C = koefisien limpasan.

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).

A = luas daerah pengaliran saluran/DPSal (ha).

$$tc = t_0 + t_d$$

t0 = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

td = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit, atau

V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per-menit.

$$t_d = \frac{L}{V}$$

(2). Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan. Dalam Tabel 13 dapat dilihat Tabel koefisien limpasan.

Tabel 13. Nilai Koefisien Limpasan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan		Jalan	
Daerah kota	0,70 – 0,95	Aspalt	0,70 – 0,95
Daerah dekat kota	0,50 - 0,70	Beton	0,80 – 0,95
Pemukiman		Batu bata	0,70 – 0,85
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Batu kerikil	0,15 – 0,35
terpencar	0,40 – 0,60	Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Kompleks perumahan	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
Pemukiman(suburban)	0,50 – 0,70	Lapangan rumput, tanah berpasir	
Apartemen		Kemiringan 2 persen	0,05 – 0,10
Industri		Rata-rata 2 – 7 persen	0,10 – 0,15
Industri ringan	0,50 – 0,80	Curam (7 persen)	0,15 – 0,20
Industri berat	0,60 – 0,90		
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Lapangan rumput, tanah keras.	0,13 – 0,17
Lapangan bermain	0,10 – 0,25	Kemiringan 2 persen	0,18 – 0,22
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40	Rata-rata 2 – 7 persen	0,25 – 0,35
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30	Curam (7 persen)	

Sumber : “Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards “, Dep.PU, Jakarta, November, 1994

(3). Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich seperti berikut:

$$t_c = 0,0195L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

atau

$$t_c = t_0 + t_d$$

Bila :

tc = waktu konsentrasi dalam menit.

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran.

to = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (inlet time) dalam menit.

td = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (conduit time) dalam menit, atau

V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per-menit.

$$t_d = \frac{L}{V}$$

(4). Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe, adalah sebagai berikut:

Bila:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

I = intensitas curah hujan dalam mm/jam.

R24 = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun.

tc = waktu konsentrasi dalam jam

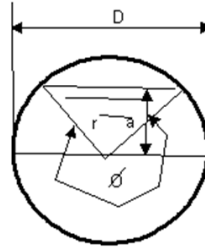
1.2.6. Kriteria Perencanaan Hidrolika

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut:

- 1) Bentuk saluran drainase umumnya: trapesium, segiempat, lingkaran, dan segitiga. Bentuk dan rumusnya adalah sebagai berikut:

Rumus Luas Profil Basah

- (1) luas profil basah berbentuk lingkaran.



Gambar 5. Profil Basah Berbentuk Lingkaran

$$a = r \sin \left(\frac{\Phi - 180^\circ}{2} \right)$$

Bila:

a = tinggi air (dalam m).

Φ = sudut ketinggian air (dalam radial)= y

r = jari-jari lingkaran (dalam m).

A = luas profil basah (dalam m²) = $\frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\Phi P}{180} - \sin \Phi \right)$.

P = keliling basah (dalam m) = $r \Phi = r \cdot \frac{\Phi P}{180}$

Penjelasan:

- $R = A/P$ = jari-jari hidrolis (dalam m).

Atau

$$A = \frac{1}{2} r^2 (y - \sin y)$$

$$A = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\psi \pi}{180^\circ} - \sin \psi \right)$$

- $P = r \frac{\pi \psi}{180^\circ} = r \psi$

Jika dihitung dengan bagian radial ($360^\circ = 2\pi$ bagian radial).

atau

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\Phi P}{180^\circ} - \sin \Phi \right)}{r \frac{P \Phi}{180^\circ}}$$

- Kecepatan rata-rata yang paling besar (V_{maks}), jika luas profil basah, A , mempunyai harga jari-jari hidrolis, R yang terbesar. Dengan perkataan lain, kecepatan aliran terbesar akan ada jika:

$$R = \frac{1}{2} r \left(1 - \frac{180^\circ}{\pi \psi} \right) \sin \psi = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sin \psi}{\psi} \right)$$

Setelah dihitung terdapat $\Psi = 2570\ 30'$, sedangkan $\sin 257,50 = -\sin 770\ 30'$ jadi:

$$R_{maks} = \frac{1}{2}r\left(-\frac{\sin \psi}{\psi}\right) = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{\sin 257,5^\circ}{257,5^\circ}\right)$$

atau

$$R_{maks} = \frac{1}{2}r(1 + 0,222 \times 0,976) = \frac{1}{2}r \times 1,22$$

- Untuk pipa yang terisi air penuh, jari-jari hidrolis,

$$R_p = \frac{Ap}{Pp} = \frac{r^2}{2r} = \frac{1}{2}r$$

$$R_{maks} = \left(\frac{1}{2}r \times 1,22 + \frac{1}{2}r\right)R_p = 1,22R_p$$

$$\frac{dR}{d\psi} = 0, \text{ jadi } \frac{dR}{d\psi} = \frac{1}{2}r \frac{(\psi \cos \psi - \sin \psi)}{\psi^2} = \psi \cos \psi - \sin \psi = 0,$$

- Kecepatan rata-rata pada pipa terisi air penuh

$$V_p = KR_p^{2/3}S^{1/2}, \text{ dan } V_{maks} = K(R_{maks})^{2/3}S^{1/2} =$$

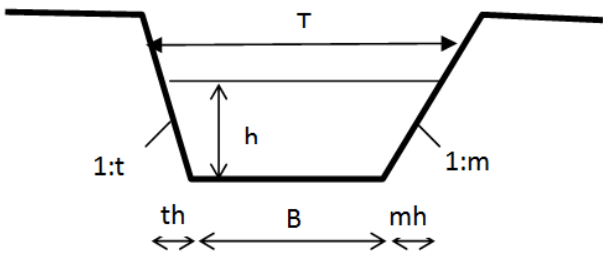
$$K(1,22R_p)^{2/3}S^{1/2} = 1,14KR_p^{2/3}S^{1/2} \text{ atau } V_{maks} = 1,14V_p$$

Aliran atau debit terbesar (Q) terjadi apabila $dQ/d\psi = 0$, ini berarti bahwa:

Q terbesar akan terdapat, jika terdapat $\phi = 3080\ 9'$ (hasil hitungan).

- Untuk menghitung Q maks dapat dilakukan perhitungan dengan $Q_{maks} = A \times V$. Debit Q yang terbesar bukan karena A_{maks} atau V_{maks} , akan tetapi $A \times V$ yang terbesar hasilnya yang menentukan:
- Pada pipa yang terisi penuh air, banyaknya aliran atau debit:
 $Q_{maks} = 1,077Q_p \text{ atau } \propto 1,08Q_p$

(2) luas profil basah berbentuk trapesium



Gambar 6. Profil Saluran Drainase Berbentuk Trapesium

- Luas profil basah berbentuk trapesium dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

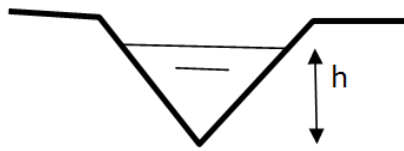
$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h \dots\dots\dots (32)$$

Bila:

A = luas profil basah (m^2).
 B = lebar dasar saluran (m).
 h = tinggi air di dalam saluran (m).
 T = $(B + m h + t h)$ = lebar atas muka air.
 m = kemiringan talud kanan.
 t = kemiringan talud kiri.

(3) luas profil basah berbentuk segitiga

Luas profil basah berbentuk segitiga dapat dinyatakan sebagai berikut:



Gambar 7. Profil Basah Berbentuk Segitiga

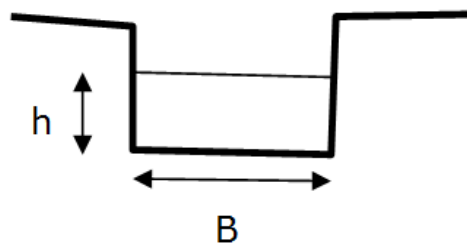
$$A = \frac{1}{2} \times T \times h$$

Bila:

A = luas profil basah (m^2).
 B = 0 (nol).
 h = tinggi air di dalam saluran (m).
 T = $(B + m h + t h)$.
 m = kemiringan talud kanan.
 t = kemiringan talud kiri.

(4) Luas profil basah berbentuk segiempat

Luas profil basah berbentuk segiempat dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :



Gambar 8. Profil Basah Berbentuk Segiempat

$$A = B \times h$$

Bila:

A = luas profil basah (m^2).

- B = lebar dasar saluran (m).
- h = tinggi air di dalam saluran (m).
- T = B.
- m = 0 (nol) dan
- t = 0 (nol).

2) Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Chezy, Manning dan Strickler. Rumusnya adalah sebagai berikut:

(1) Rumus Chezy

$$V = C\sqrt{RI},$$

- Bila :
- V = kecepatan aliran dalam m/dt
- C = koefisien Chezy;
- R = jari-jari hidrolis dalam m;
- A = profil basah saluran dalam m2;
- P = keliling basah dalam m;
- I = kemiringan dasar saluran.

Beberapa ahli telah mengusulkan beberapa bentuk koefisien *Chezy* dari rumus umum $V = C$, antara lain : *Bazin*, *Manning* dan *Strickler*.

(2) Rumus *Bazin*

Bazin mengusulkan rumus berikut ini :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{gB}{\sqrt{R}}},$$

dengan gB adalah koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding. Nilai gB untuk beberapa jenis dinding saluran dapat dilihat dalam Tabel 14.

Tabel 14. Koefisien Kekasaran Bazin

Jenis Dinding	gB
Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan, batu, bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : “Standar SK SNIM-18-1989-F, Metode Perhitungan Debit Banjir”

(3) Rumus *Manning*

- Seorang ahli dari Islandia, *Robert Manning* mengusulkan rumus berikut ini:

$$C = \frac{i}{n} R^{2/3}$$

- Dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran menjadi :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2},$$

rumus ini dikenal dengan rumus *Manning*

Bila :

n = koefisien Manning dapat dilihat dalam Tabel 15;

R = jari-jari hidrolis dalam m;

A = profil basah saluran dalam m²;

P = keliling basah dalam m;

I = kemiringan dasar saluran.

Tabel 15. Koefisien Kekasaran Bazin

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : “Hidraulika”, Prof.Dr.Ir. Bambang Triatmodjo,CES,DEA

(4) Rumus Strickler

Strickler mencari hubungan antara nilai koefisien n dari rumus Manning sebagai fungsi dari dimensi material yang membentuk dinding saluran. Untuk dinding saluran dari material yang tidak koheren, koefisien Strickler, ks diberikan oleh rumus :

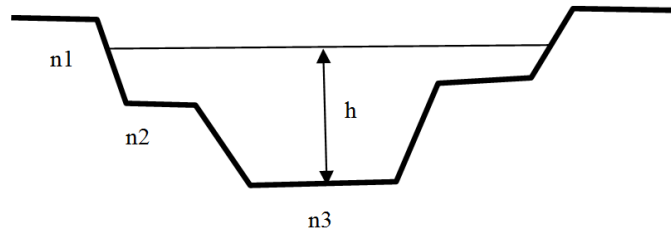
$$ks = \frac{1}{n}, \text{ sehingga rumus kecepatan aliran menjadi :}$$

$$V = ks R^{2/3}I^{1/2}$$

- Apabila di dalam saluran existing terdapat nilai kekasaran dinding atau koefisien Manning yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran dinding ekuivalen (neq).

(1) Rumus Kekasaran Dinding Ekuivalen (n)

Bentuk profil saluran seperti dalam Gambar 9, maka untuk mencari nilai kekasaran dinding ekuivalen digunakan rumus:



Gambar 9. Penampang Profil Basah Majemuk

$$n = \frac{(\sum n_i^{3/2} P_i)^{2/3}}{P^{2/3}}$$

Bila:

n = nilai kekasaran dinding ekuivalen.

P_t = total keliling basah dalam m.

n_i = kekasaran dinding pada sub-profil basah i .

P_i = panjang keliling basah pada sub-profil basah i .

(2) Rumus Aliran (Q)

Untuk menghitung debit profil majemuk *existing* pada saluran drainase perkotaan digunakan rumus kontinuitas dengan mengalikan luas profil basah dengan kecepatan rata-rata menggunakan rumus Manning dan koefisien kekasaran ekuivalen (n_{eq}). Rumus alirannya adalah sebagai berikut:

$$Q_t = A_t \frac{1}{n_{eq}} R_t^{2/3} S^{1/2}$$

Q_t = total dalam m^3/dt

A_t = luas profil basah total dari masing-masing sub-profil basah dalam m^2 .

R_t = total jari-jari hidraulik dari masing-masing sub-profil basah dalam m.

S = kemiringan rata-rata dasar saluran.

n_{eq} = kekasaran dinding ekuivalen yang nilainya dinyatakan dalam persamaan:

$$n_{eq} = \frac{A_t (R_t)^{2/3}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{n_i} A_i R_i^{2/3}}$$

(3) Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number, $Fr=1$; aliran sub-kritis

apabila Froude number < 1 dan aliran super-kritis apabila Froude number > 1 .

$$\text{Froude number, } = \frac{V}{\sqrt{gD}};$$

Bila :

V = kecepatan aliran dalam m/dt;

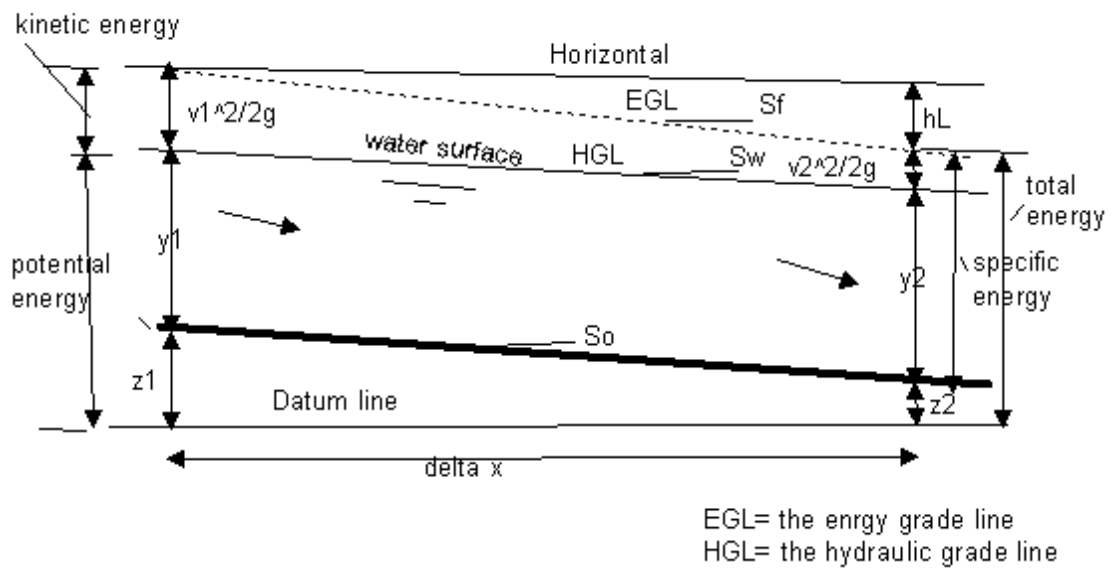
$\sqrt{gD}$ = cepat rambat gelombang dalam m/dt;

$D = A/T$ = kedalaman hidraulis dalam m;

A = luas profil basah dalam m^2 ;

T = lebar muka air dari tampang saluran.

- 4) Saluran drainase yang terpengaruh oleh pengempangan (*back water effect*) dapat diperhitungkan dengan *Standard Step* atau *Direct Step Method*.



Gambar 10. Energy Of Open Channel Flow

$$\text{Energi spesifik, } E = y + \frac{v^2}{2g}$$

- (1) Direct Step Method

Persamaan metode ini adalah sebagai berikut

$$\frac{E}{x} = S_o - S_f$$

Bila :

$x = \Delta x$ = panjang ruas saluran antara profil 1 dan profil 2 dalam m;

Hukum Bernoulli :

$$Z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

$$Z_1 - Z_2 = S_o \Delta x$$

$h_L = S_w \cdot \Delta x$, maka:

$$S_o \Delta x + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + S_f \Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{\left(y_2 + \frac{v_2^2}{2g}\right) - \left(y_1 + \frac{v_1^2}{2g}\right)}{S_o - S_f} \text{ atau}$$

$$\Delta x = \frac{\frac{E_2 - E_1}{S_o - S_f}}$$

Kedalaman normal

a) Saluran segiempat :

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = B y \frac{1}{n} \left(\frac{B y}{B + 2y} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

b) Saluran trapesium:

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = y_n (B + m y_n) \frac{1}{n} \left(\frac{(B + 2m y_n) y_n}{B + 2y_n \sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

Kedalaman kritis

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2 (B + 2m y_c)}{g (B + m y_c)^3}}$$

c) Friction slope, $S_f = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$

(2) Standard Step Method

Pada Gambar 1 memperlihatkan potongan ruas saluran 1 dan 2, persamaan *total head* potongan 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

$$S_o \Delta x + y_1 + a_1 \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + a_2 \frac{v_2^2}{2g} + S_f \Delta x;$$

Bila : a_1, a_2 = koefisien energi pada potongan 1 dan potongan 2.

Elevasi muka air di atas datum pada potongan 1 dan potongan 2, persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Z_1 = S_o \Delta x + y_1 + z_2;$$

$$Z_2 = y_2 + z_2.$$

$$\text{Friction loss : } h_f = S_f \Delta x + \frac{1}{2} (S_{f1} + S_{f2}) \Delta x;$$

Bila : S_{f1}, S_{f2} = kemiringan friksi (*friction slope*) pada potongan 1 dan potongan 2.

Kemiringan friksi rata-rata, $\overline{S_f}$, adalah rata-rata kemiringan friksi potongan 1 dan potongan 2 :

$$\overline{S_f} = \frac{n^2 \cdot V^2}{R^{4/3}} \text{ (METRIC)}$$

Bila:

$\overline{S_f}$ = kemiringan friksi rata-rata pada potongan 1 dan potongan 2;

$\bar{V}$ = kecepatan rata-rata pada potongan 1 dan potongan 2;

$\bar{R}$ = jari-jari hidraulis rata-rata pada potongan 1 dan potongan 2.

Persamaan *total head* menjadi :

$$Z_1 + a_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + a_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f + h_o;$$

Bila : $h_o = \text{eddy loss (m)}$.

Eddy loss sangat tergantung dari perubahan *velocity head (velocity head change)* dan biasanya $h_o = 0$ dalam perhitungan.

Total head pada penampang 1 dan penampang 2 menjadi :

$$H_1 = Z_1 + a_1 \frac{V_1^2}{2g}$$

$$H_2 = Z_2 + a_2 \frac{V_2^2}{2g}$$

Maka persamaan total menjadi :

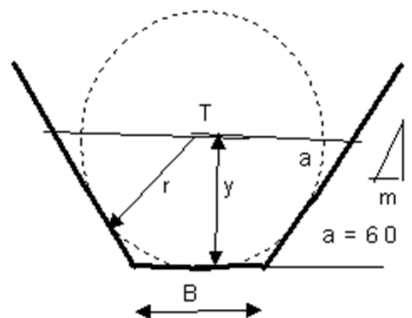
$$H_1 = H_2 + h_f + h_o$$

- 5) Penampang saluran terbaik atau penampang saluran ekonomis adalah penampang saluran yang mempunyai keliling basah minimum akan memberikan daya tampung maksimum kepada penampang saluran.

(1) Bentuk Trapesium

Untuk saluran ekonomis berbentuk trapesium seperti dalam Gambar, dengan lebar dasar B, kedalaman y, dan kemiringan tebing $\text{tga} = 1/m$, sehingga sudut $\alpha = 60^\circ$.

Luas Profil Basah, $A = y(B + my)$;



Gambar 11. Saluran ekonomis Berbentuk Trapesium

Parameter atau geometric elements dari saluran ekonomis berbentuk trapesium seperti terlihat dalam Tabel 16.

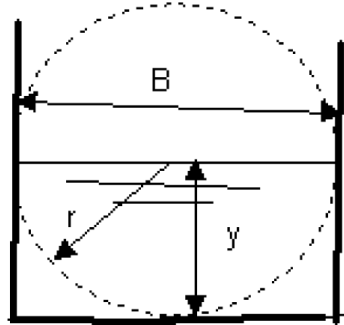
(2) Bentuk Segiempat

Saluran dengan bentuk segiempat biasanya digunakan untuk saluran yang terbuat dari pasangan batu atau beton seperti terlihat dalam Gambar 12.

Luas Tampang Basah : $A = By$

Keliling Basah : $P = B + 2y$

Lebar $B = 2y$

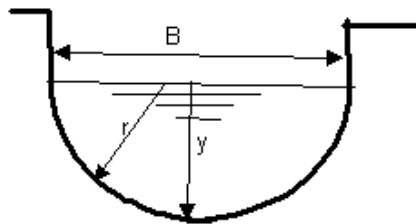


Gambar 12. Saluran Ekonomis Berbentuk Segiempat

Parameter atau *geometric elements* dari saluran ekonomis berbentuk segiempat seperti terlihat dalam Tabel 16.

(3) Bentuk Setengah Lingkaran

Dari semua bentuk tampang lintang yang ada, bentuk setengah lingkaran mempunyai keliling basah terkecil untuk luas tampang tertentu.

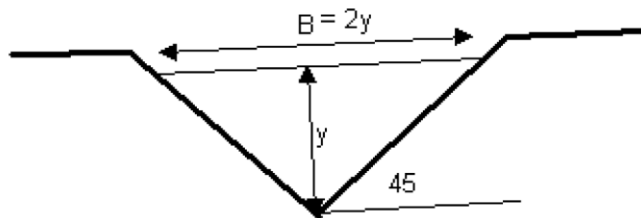


Gambar 13. Saluran Ekonomis Bentuk $\frac{1}{2}$ Lingkaran

Dalam hal ini, $r=y$, $A=1/2py^2$; $P=py$ dan $R=y/2$.

Parameter atau *geometric elements* dari saluran ekonomis berbentuk setengah lingkaran seperti terlihat dalam Tabel 16.

(4) Bentuk Segitiga



Gambar 14. Saluran ekonomis Bentuk Segitiga

Tabel 16 memperlihatkan formula penampang saluran ekonomis untuk profil trapesium, segiempat, setengah lingkaran dan segitiga.

Tabel 16. Penampang Melintang Ekonomis Untuk Saluran Trapesium, Segiempat Dan Segitiga dan Setengah Lingkaran

Penampang Melintang Saluran	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidraulis (R)	Lebar Atas Muka Air (T)	Kedalaman Hidraulis (D)	Section Factor (Z)
1	2	3	4	5	6	7
Trapesium	$y^2\sqrt{3}$	$2y\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y\sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{2}y^{2.5}$
Segi empat	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2.5}$
Segi tiga	y^2	$2y\sqrt{2}$	$\frac{1}{4}y\sqrt{2}$	$2y$	$1/2y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}y^{2.5}$
Setengah Lingkaran	$p/2y^2$	py	$1/2y$	$2y$	$p/4y$	$p/4y^{2.5}$

Sumber: “Urban Drainage Guidelines And Technical Design Standards”, CIDA, Nopember 1994.

- 6) Ruang bebas saluran (*freeboard*) berkisar antara 0,30 sampai dengan 1,20 m tergantung dari dalam dan lebarnya saluran, atau dengan menggunakan rumus seperti berikut ini :

$$F_r = \sqrt{C_f \cdot y}$$

Bila:

Fr = ruang bebas (m)

y = kedalaman aliran rencana (m)

Cf = koefisien yang bervariasi dari 1,5 pada $Q = 60 \text{ m}^3/\text{dt}$ sampai dengan 2,5 untuk $Q = 85 \text{ m}^3/\text{dt}$

- 7) Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar. Untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/dt}$, pasangan batu kali $V = 2 \text{ m/dt}$ dan pasangan beton $V = 3 \text{ m/dt}$.

Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran. seperti terlihat dalam tabel-tabel berikut ini:

Tabel.17
Jenis Saluran Terbuka

Jenis Saluran	Ruang Bebas	Kecepatan Max. Dan Min Yang Diizinkan	Kemiringan Talud	
			Material tanah pada galian	Kemiringan talud
Saluran Tanah (Yang tidak dilapisi)	Min. $F=\sqrt{cy}$ USBR Q(m3/dt) F(m) <0,5 0,40 0,5-1,5 0,50 1,5-5,0 0,60 5,0-10,0 0,75 10,0-15,0 0,85 >15,0 1,00	Min. V = 0,60 m/dt. Merujuk ke Tabel 2 untuk kecepatan maksimum yang diizinkan	Batu/Rock	1H:0,25V
			Tanah keras	1H:1H to 1H:2V
			Lempung keras	1H:1V to 1H:2V
			Pasir lempung	1H:1,5V to 1H:2,5V
			Pasir lumpur	1H:2V to 1H:3V
Tanah lembek	1H:3H to 1H:4H			
			Tanah Yang Dipadatkan	
			Kedalaman air+Ruang bebas, D,(m)	Min. Kemiringan Talud
			Df≤1,0	1V:1H
			1,0<D<2,0	1V:1,5H
			Df>2,0	1V:2H
Yang Dilapis	Min, $F=\sqrt{cy}$ F(m) USBR Q(m3/dt) 0,20 0,5-1,5 0,20 1,5-5,0 0,25 5,0-10,0 0,30 10,0-15,0 0,40 >15,0 0,50	Min.V=0,60-1,0 m/dt Max. V=3,0 m/dt	Kedalaman air, y(m) <0,4 m 0,4<y≤0,75	Min. Kemiringan talud Vertikal 1:1
Beton				
Pasangan batu kali	Sama dengan beton	Min.V=0,60 m/dt Max.V=2,0 m/dt		Sama dengan beton

Sumber: "Urban Drainage Guidelines And Technical Design Standards", CIDA, Nopember 1994.

Tabel 18. Kecepatan Maksimum Yang Diizinkan Atas Rekomendasi Fortie dan Scoby (1926) untuk *Straight Channels of Small Slope and After Aging*

Material	n	Air Bersih, V (m/dt)	Air Yang Membawa Lumpur Koloid, V(m/dt)
Pasir halus/baik (<i>noncolloidal</i>)	0,020	0,457	0,762
Pasir lempung (<i>noncolloida</i>)	0,020	0,533	0,762
Lumpur lempung	0,020	0,610	0,914
Lumpur alluvial (<i>noncolloida</i>)	0,020	0,610	1,07
Lempung keras ordinary	0,020	0,762	1,07
Abu vulkanik	0,020	0,762	1,07
Lempung keras (<i>vert colloidal</i>)	0,025	1,14	1,52

Material	n	Air Bersih, V (m/dt)	Air Yang Membawa Lumpur Koloid, V(m/dt)
Lumpur alluvial (<i>colloida</i>)	0,025	1,14	1,52
Shales and Hardpans	0,025	1,83	1,83
Kerikil halus	0,020	0,762	1,52
Graded Loam to Cobbles (bila <i>colloidal</i>)	0,030	1,14	1,52
Graded Silt to Cobbles (bila <i>colloidal</i>)	0,030	1,22	1,68
Krikil kasar (<i>noncolloidal</i>)			
<i>Cobbles and Shingles</i>	0,025	1,22	1,83
	0,035	1,52	1,68

Sumber: "Urban Drainage Guidelines And Technical Design Standards", CIDA, Nopember 1994.

8) Saluran dengan berbagai lapisan adalah saluran yang dilapis dengan beton, batu kali dan lapisan lainnya sedangkan dasar saluran dari tanah. Dengan menggunakan rumus Manning dan koefisien kekasaran yang tepat untuk masing-masing dinding saluran, debit dari tiap sub-penampang dapat dihitung sebagai berikut:

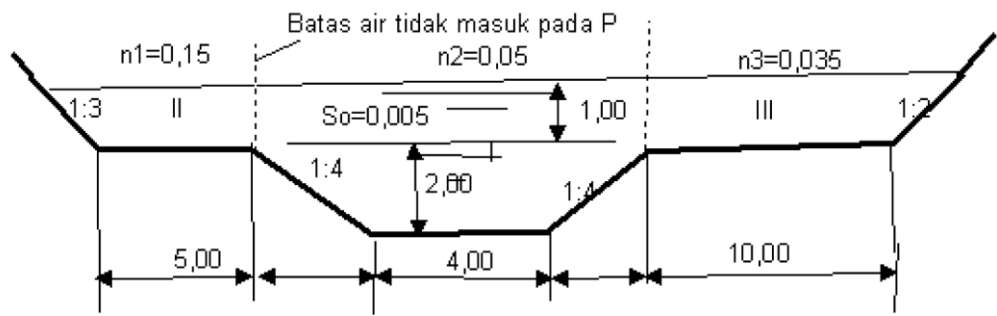
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Bila:

Q_1 , Q_2 dan Q_3 = debit dari masing-masing sub-penampang melintang 1,2 dan 3.

Subsitusikan Q_1 , Q_2 dan Q_3 ke dalam persamaan *Manning*, maka diperoleh debit total menjadi:

$$Q = \frac{1}{n_1} A_1 R_1^{2/3} S_o^{1/2} + \frac{1}{n_2} A_2 R_2^{2/3} S_o^{1/2} + \frac{1}{n_3} A_3 R_3^{2/3} S_o^{1/2}$$



Gambar 15. Profil Melintang Saluran Ganda

1.2.7. Kriteria Perencanaan Struktur

Perlu diperhatikan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu hanya dapat digunakan untuk ketinggian yang tidak terlalu besar (<5 m). Untuk dinding penahan tanah dari beton bertulang tidak ada batasnya.

Tiap-tiap potongan dinding horizontal akan menerima gaya-gaya antara lain sebagai berikut :

- Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah.
- Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah.
- Gaya akibat tekanan tanah aktif.
- Gaya akibat tekanan tanah pasif.

1) Analisis Yang Diperlukan

Pada perencanaan dinding penahan tanah, beberapa analisis yang harus dilakukan adalah:

- a. Analisis kestabilan terhadap guling.
- b. Analisis ketahanan terhadap geser.
- c. Analisis kapasitas daya dukung tanah pada dasar dinding penahan.

(1). Kestabilan Terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling dihitung dengan persamaan berikut:

$$SF_{guling} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$$

$\sum M_o$ = jumlah dari momen-momen yang menyebabkan struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik O. $\sum M_o$ merupakan momen-momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur

$\sum M_R$ = jumlah dari momen-momen yang mencegah struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik O. $\sum M_R$

(2). Ketahanan Terhadap Geser

Ketahanan struktur terhadap kemungkinan struktur bergeser dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$SF_{geser} = \frac{\sum F_R}{\sum F_D}$$

$\sum F_D$ = jumlah dari gaya-gaya horizontal yang menyebabkan struktur bergeser. $\sum F_D$ disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada struktur.

$\sum F_R$ = jumlah gaya gaya horizontal yang mencegah struktur bergeser.

(3). Ketahanan Terhadap Geser

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penah ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/*abutmen* dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal.

Hal pertama yang perlu diperiksa adalah eksentrisitas dari gaya-gaya ke pondasi yang dihitung dengan rumus berikut :

$$eks = \frac{B}{2} - \frac{M_{net}}{\sum V}$$

Tekanan ke tanah dihitung dengan rumus :

$$q_{min}^{maks} = \frac{\sum V}{B} + \left(1 \pm \frac{6 * eks}{B} \right)$$

Jika nilai eks > B/6 maka nilai q_{min} akan lebih kecil dari 0. Hal tersebut adalah sesuatu yang tidak diharapkan. Jika hal ini terjadi maka lebar dinding penahan B perlu diperbesar.

2. CARA Pengerjaan

2.1. Mengumpulkan Data dan Informasi

Kumpulkan data dan informasi yang ada kaitannya dengan perencanaan detail sesuai dengan butir 2.2.1.

2.2. Menghitung Debit Saluran Drainase

Perhitungan debit aliran berdasarkan kriteria hidrologi pada butir 2.2.5 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 3) Cari data hujan di Badan Meteorologi dan Geofisik (BMG) setempat, minimum 10 tahun terakhir.
- 4) Tentukan kala ulang rencana saluran drainase, misalnya 10 tahun.
- 5) Hitung luas daerah pengaliran saluran (DPSal) dalam ha.
- 6) Hitung panjang saluran dalam m.
- 7) Hitung kemiringan dasar saluran rata-rata dari hasil pengukuran water pas.
- 8) Hitung waktu konsentrasi (t_c) dengan rumus Kirpich:

$$t_c = 0,0195L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

Atau

$$t_c = t_0 + t_d$$

Bila :

T_c = waktu konsentrasi dalam menit.

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran.

t_o = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit, atau

V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per menit.

$$t_d = \frac{L}{V};$$

9) Hitung intensitas hujan dengan rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Bila:

I = intensitas curah hujan dalam mm/jam.

R_{24} = Curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang tahun.

t_c = waktu konsentrasi dalam jam.

10) Tentukan koefisien run off, C .

$$Q_p = 0,00278C \cdot I \cdot A$$

2.3. Bagan Alir Perhitungan Debit Aliran

Lihat Bagan Alir Perhitungan Debit Aliran Lihat Gambar 16.

2.4. Melaksanakan Pengukuran

Pengukuran dilaksanakan sesuai ketentuan pada butir 2.2.2.

2.5. Menggambar Saluran

Penggambaran yang dilaksanakan sebagai berikut :

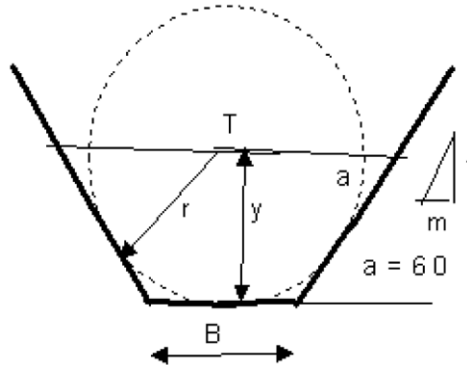
- 1) Gambarkan situasi detail lapangan berdasarkan pengukuran.
- 2) Gambarkan saluran yang ada, yang terdiri dari potongan memanjang dan melintang sesuai dengan ketentuan pada butir 2.2.3.
- 3) Gambarkan hasil desain dimensi saluran pada profil melintang dan memanjang dari hasil pengukuran lapangan.

- 4) Gambar detail saluran atau bangunan pelengkap dengan skala 1:10 dan atau skala 1:20.

2.6. Menghitung Dimensi Saluran Drainase

Perhitungan dimensi saluran drainase berbentuk trapesium dengan penampang ekonomis dilaksanakan sebagai berikut :

- 1) Tentukan debit saluran.
- 2) Penampang melintang ekonomis berbentuk trapesium sebagai berikut :
atau skala 1:20.



Gambar 17. Saluran ekonomis Bentuk Trapesium

- 3) Hitung profil basah, $A = (B+my)y$
- 4) Keliling basah, $p = (B+2\sqrt{y^2 + m^2y^2}) = B+2y\sqrt{1+m^2}$
- 5) Jari-jari hidraulis, $R = \frac{A}{P} = \frac{(B+my)y}{B+2y\sqrt{1+m^2}}$;
- 6) Lebar atas muka air, $T = B+2my$
- 7) Kecepatan aliran, $V = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{(B+my)y} = 1/nR^{2/3}S^{1/2}$
- 8) Profil ekonomis berbentuk trapesium, rumusnya :

Luas profil basah, $A = y^2\sqrt{3} = (B+my)y$;

Keliling Basah, $P = 2y\sqrt{3} = B+2y\sqrt{(1+m^2)}$;

Jari-jari hidraulis, $R = 1/2y = \frac{(B+my)y}{B+2y\sqrt{1+m^2}}$

Lebar atas muka air, $T = \frac{4}{3}y\sqrt{3} = B+2my$

- 9) Kemiringan dasar saluran, S ditentukan berdasarkan pengukuran profil memanjang dan melintang di lapangan.
- 10) Koefisien kekasaran Manning, n ditentukan berdasarkan jenis konstruksi
- 11) Kemiringan talud, m diketahui.
- 12) Dari persamaan kecepatan, $V = 1/nR^{2/3}S^{1/2} = 1/n(1/2y)^{2/3}S^{1/2}$; dapat dihitung kedalaman air, y dengan cara coba banding.
- 13) Apabila kedalaman air, y diketahui, maka dimensi lain dapat dihitung.

2.7. Bagan Alir Perhitungan Dimensi Saluran Ekonomis Trapesium

Bagan alir perhitungan dimensi saluran ekonomis trapesium dapat dilihat dalam Gambar 18.

2.8. Menganalisis Data Struktur

Analisis data struktur dilaksanakan sebagai berikut:

- 1) Analisis hasil penyelidikan tanah sesuai dengan ketentuan pada butir 2.2.4.
- 2) Hitung berat dan beban rencana untuk saluran berdasarkan hasil penyelidikan dengan kondisi struktur tanah.
- 3) Tentukan stabilitas struktur, stabilitas kemiringan talud.
- 4) Tentukan struktur saluran dan bangunan pelengkap berdasarkan kondisi tanah dan tersedianya bahan bangunan di lokasi.

2.9. Menggambar Desain

Menggambar desain dilaksanakan sebagai berikut:

- 1) Gambarkan desain saluran dan bangunan pelengkap, berdasarkan analisis hidrologi, hasil penggambaran kondisi di lapangan, analisis hidrolika dan analisis struktur.
- 2) Lengkapi gambar-gambar detail untuk saluran atau bangunan tertentu.

2.10. Menentukan Paket Pekerjaan

Paket pekerjaan ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Tentukan paket-paket pekerjaan berdasarkan fungsi saluran dan bangunan pelengkap atau berdasarkan perkiraan kemampuan kontraktor setempat.
- 2) Hitung volume pekerjaan yang dibuat per paket pekerjaan.
- 3) Hitung rencana anggaran biaya.
- 4) Tentukan urutan prioritas paket-paket pekerjaan yang akan dilaksanakan di lapangan, berdasarkan kepentingan dan pengembangan daerah, pembobotan, ketersediaan dana.
- 5) Buat jadwal pekerjaan setiap paket pekerjaan, dibuat per tahun anggaran atau berdasarkan tersedianya dana untuk pelaksanaan pekerjaan.

```

graph TD
    A[Perhitungan Debit Saluran (m3/dt)] --> B[Debit=Q(m3/dt)]
    C[Profil Saluran Trapezium:  
A=y(B+my);  
P=B+2my*(1+m^2)^0,5;  
R=A/P;  
T=B+2my] --> D[Luas Profil Basah,  
A=y*(B+m*y)]
    C --> E[Keilling Basah,  
P=B+2*(y*(1+m^2)^0,5)]
    C --> F[Jari-Jari Hidraulis,R=A/P]
    C --> G[Lebar Atas Saluran,  
T=B+2*y*(1+m^2)^0,5]
    B --> H[Kecepatan Aliran,  
V=Q/A=Q/y*(B+m*y)]
    D --> I[Parameter Yang Diketahui]
    I --> J[Kemiringan Dasar Saluran, DS]
    I --> K[Koefisien Kekasaran Manning, n]
    I --> L[Kemiringan Talud, m]
    J --> M[Kecepatan Aliran,  
V=Q/A=Q/(y^2*3^0,5)]
    K --> M
    L --> M
    M --> N[Kecepatan Aliran,  
V=1/n*R^(2/3)*S^(1/2)]
    N --> O[Kecepatan Aliran, V=1/n*(1/2y)^(2/3)*S^(1/2)= Q/((y^2*3^0,5))]
    O --> P[Dengan Jalan Coba Banding, dapat diketahui y selanjutnya dapat dihitung, B dan T,]
    P --> Q[Dimensi Trapezium Ekonomis Dapat Diketahui, y, B dan T]
    R[Profil Saluran Ekonomis Trapezium:  
A=y^2*3^0,5;  
P=2y*3^0,5;  
R=1/2y;  
T=4/3*y*3^0,5] --> S[Luas Profil Basah,  
A=y^2*3^0,5]
    R --> T[Keilling Basah,  
P=2*y*3^0,5]
    R --> U[Jari-Jari Hidraulis,R=1/2*y]
    R --> V[Lebar Atas Saluran,  
T=4/3*y*(3^0,5)]
    S --> O
    T --> O
    U --> O
    V --> O
  
```

The flowchart illustrates the design process for a trapezoidal channel. It starts with calculating the discharge (Debit) in m³/dt. From the discharge, the flow velocity (Kecepatan Aliran) is determined using the formula $V = Q/A = Q/(y(B + my))$. The design then branches into two methods: standard and economical. The standard method involves determining the channel parameters (DS, Manning's n, and talud slope m) and calculating the flow velocity using the Manning equation $V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$. The economical method involves determining the channel parameters (DS, Manning's n, and talud slope m) and calculating the flow velocity using the formula $V = 1/n (1/2y)^{2/3} S^{1/2} = Q/(y^2 \cdot 3^{0,5})$. Both methods lead to a trial-and-error process (Jalan Coba Banding) to determine the channel dimensions (y, B, and T) that satisfy the design requirements.

79

2.11. Nota Perhitungan

Susun nota perhitungan sebagai kumpulan dari hasil analisis hidrologi, analisis hidrolika, analisis struktur, kriteria-kriteria yang digunakan, dan catatan lain yang dianggap perlu.

2.12. Dokumen Tender

Membuat dokumen tender sesuai kategori paket pelelangan pekerjaan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Buat syarat-syarat teknis.
- 2) Buat syarat-syarat umum.
- 3) Buat syarat-syarat administrasi berdasarkan ketentuan yang berlaku.

2.13. Kerangka penyusunan Perencanaan Teknik Terinci

Kerangka penyusunan Perencanaan Teknik Terinci dilakukan sesuai dengan sistematika sebagai berikut:

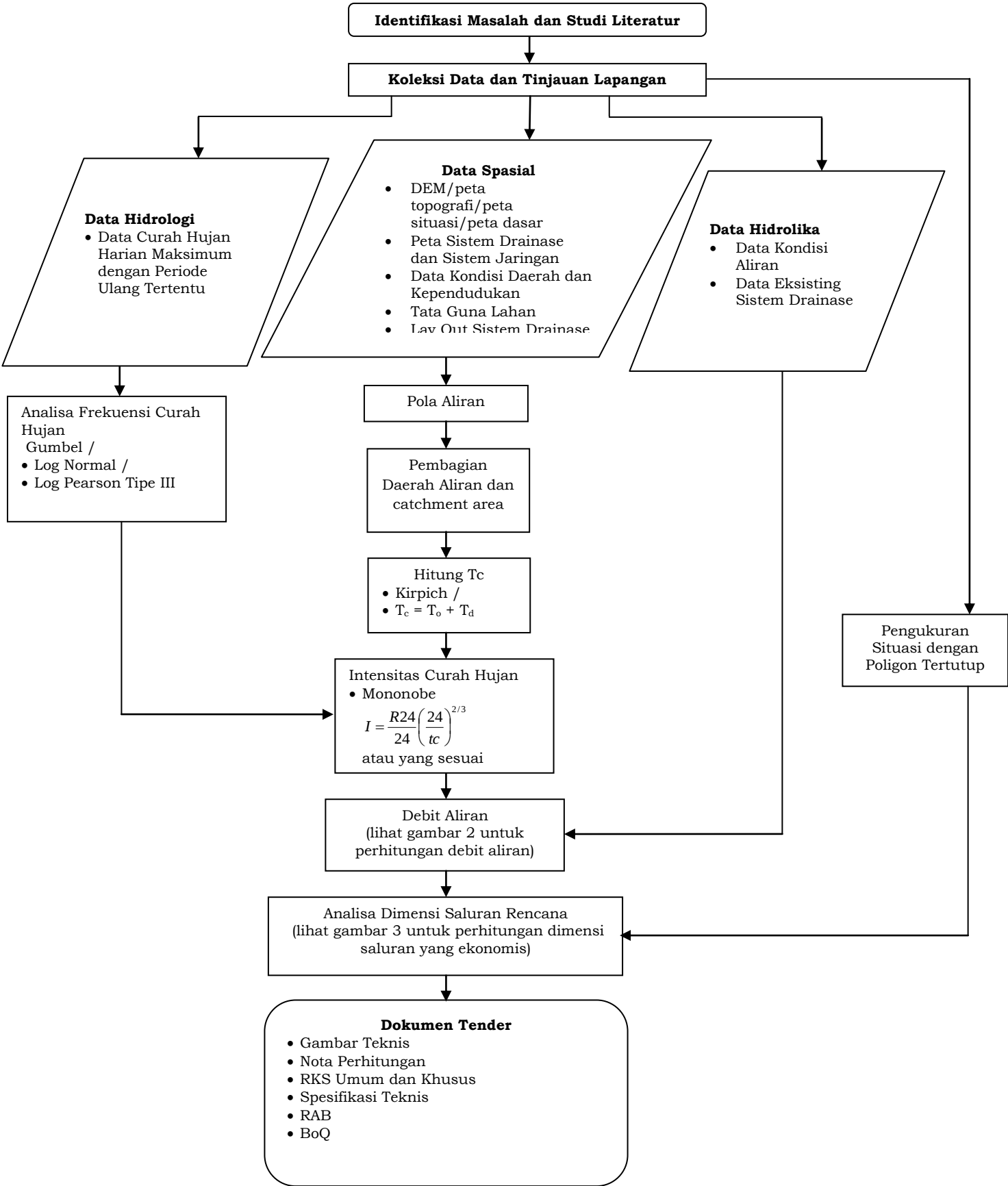
1. Pendahuluan
 - 1.1 Latar Belakang
 - 1.2 Tujuan Studi
 - 1.3 Ruang Lingkup Studi
 - 1.3.1 Ruang Lingkup Wilayah Perencanaan
 - 1.3.2 Ruang Lingkup Pekerjaan
2. Deskripsi Wilayah Perencanaan
 - 2.1 Lokasi dan Delinasi Wilayah Perencanaan
 - 2.2 Kondisi Fisik Wilayah Perencanaan
 - 2.2.1. Luas Wilayah Perencanaan
 - 2.2.2. Topografi dan Geologi
 - 2.2.3. Kondisi Tanah dan tata Guna Lahan eksisting dan perencanaan
 - 2.2.4. Hidrologi dan Hidrogeologi
 - 2.3 Kondisi dan Permasalahan Drainase yang Ada
 - 2.3.1 Arahana Rencana Induk Sistem Drainase terhadap Wilayah Perencanaan
 - 2.3.2 Kondisi Sub Sistem Drainase yang Ada di Wilayah Perencanaan
 - 2.3.3 Permasalahan drainase, banjir dan genangan di wilayah perencanaan
 - 2.3.4 Identifikasi Penyebab Banjir/Genangan
3. Standar dan Kriteria Perencanaan
 - 3.1 Dasar Perencanaan
 - 3.2 Faktor-faktor Perencanaan
 - 3.3 Standar Perencanaan
 - 3.4 Kriteria Hidrologi
 - 3.4.1 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan

- 3.4.2 Penentuan Debit Banjir Rencana (Metode Rasional dan Metode Unit Hidrograf)
- 3.5 Kriteria Hidrolika
 - 3.5.1 Perencanaan Saluran dan Bangunan Air
 - 3.5.2 Analisis Kapasitas Eksisting
- 3.6 Spesifikasi Bahan dan Struktur Bangunan
 - 3.6.1 Spesifikasi Bahan
 - 3.6.2 Pembebanan
 - 3.6.3 Struktur Bangunan
- 4. Analisis dan Perencanaan
 - 4.1 Data dan Asumsi yang Digunakan
 - 4.2 Resume Hasil Pengukuran Topografi dan atau/Bathimetri dan Pengukuran Situasi
 - 4.3 Analisis Hidrologi
 - 4.3.1 Penentuan Stasiun Pengamatan Hujan
 - 4.3.2 Penentuan Curah Hujan Rencana
 - 4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana
 - 4.3.4 Penentuan Intensitas Curah Hujan Rencana yang digunakan
 - 4.3.5 Perhitungan Koefisien Pengaliran
 - 4.3.6 Perhitungan Waktu Konsentrasi
 - 4.3.7 Perhitungan Debit Banjir Rencana
 - 4.4 Analisis Hidrolika
 - 4.4.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting
 - 4.4.2 Perhitungan Uji Kapasitas Eksisting
 - 4.4.3 Perhitungan Dimensi Saluran Rencana (penampang saluran terbaik dan ekonomis)
 - 4.4.4 Resume Simulasi Modeling Kapasitas Saluran dengan perangkat lunak
 - 4.4.5 Rekomendasi Disain Tipikal Saluran
 - 4.5 Analisis Struktur
 - 4.5.1 Resume Hasil Penyelidikan Tanah
 - 4.5.2 Perhitungan Struktur (Analisis kestabilan terhadap guling, geser dan kapasitas daya dukung tanah)
 - 4.5.3 Resume Simulasi Modeling Struktur Saluran dengan perangkat lunak
 - 4.6 Perhitungan Volume Pekerjaan dan Rencana Anggaran Biaya
 - 4.6.1 Perhitungan Volume Pekerjaan (Kuantitas)
 - 4.6.2 Analisis Harga Satuan Bahan, Barang dan Jasa/Tenaga
 - 4.6.3 Resume Perhitungan Biaya
- 5. Kesimpulan dan Rekomendasi
 - 5.1. Kesimpulan

5.2. Rekomendasi

2.14. Bagan Alir Penyusunan Tata Cara Perencanaan Teknis Terinci

Bagan Alir ini dapat dilihat dalam Gambar 19.



Gambar 19. Diagram Alir Detail Perencanaan Teknis Drainase

D. TATA CARA PERENCANAAN KOLAM DETENSI, KOLAM RETENSI DAN SISTEM POLDER

1. KETENTUAN-KETENTUAN

1.1. Umum

Ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- 1) Rencana penyusunan sistem kolam detensi, kolam retensi, kolam tandon dan sistem polder harus memperhatikan faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan.
- 2) Kelayakan dalam pelaksanaan kolam detensi, kolam retensi, kolam tandon dan sistem polder harus mencakup kelayakan teknis, kelayakan sosial ekonomi dan kelayakan lingkungan.
- 3) Rencana pembangunan kolam detensi, kolam retensi, tandon dan sistem polder harus sesuai dengan RUTRK.
- 4) Ketersediaan lahan dan ruang sempadan untuk kolam detensi, kolam retensi, kolam tandon dan sistem polder.
- 5) Perencanaan kolam detensi, kolam retensi, tandon dan sistem polder dilaksanakan berdasarkan urutan prioritas zona yang telah ditentukan dalam rencana induk sistem drainase perkotaan dengan memperhatikan/sinergis dengan rencana pengelolaan sumber daya air.
- 6) Perencanaan pembangunan kolam detensi, kolam retensi, kolam tandon dan sistem polder harus melibatkan dan diterima masyarakat

1.2. Teknis

1.2.1. Data dan Informasi

Data dan persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- 1) Data spasial adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase perkotaan, yang diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain :
 - a) Data peta yang terdiri dari peta dasar (peta daerah kerja), peta sistem drainase dan sistem jaringan jalan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi masing-masing berskala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 25.000 atau disesuaikan dengan tipologi kota;
 - b) Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan;
 - c) Data rencana pengembangan kota, data geoteknik, data foto udara terbaru (untuk kota metropolitan),

- 2) Data hidrologi
 - a) Data hujan minimal sepuluh tahun terakhir;
 - b) Data tinggi muka air, debit sungai, pengaruh air balik, peil banjir, dan data pasang surut.
- 3) Data sistem drainase yang ada, yaitu :
 - a) Data kuantitatif banjir/genangan yang meliputi: luas genangan, lamanya genangan, kedalaman rata-rata genangan, dan frekuensi genangan berikut permasalahannya dan hasil rencana induk pengendalian banjir wilayah sungai di daerah tersebut;
 - b) Data saluran dan bangunan pelengkap.
 - c) Data sarana drainase lainnya seperti kolam tandon, kolam resapan, sumur-sumur resapan.
- 4) Data Hidraulika
 - a) Data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan;
 - b) Data arah aliran dan kemampuan resapan.
- 5) Data teknik lainnya

Data prasarana dan fasilitas kota yang telah ada dan yang direncanakan antara lain: jaringan jalan kota, jaringan drainase, jaringan air limbah, TPS (tempat pengolahan sampah sementara), TPA (tempat pemrosesan akhir), jaringan telepon, jaringan listrik, jaringan pipa air minum, jaringan gas (jika ada) dan jaringan utilitas lainnya;
- 6) Data non teknik

Data pembiayaan, data institusi dan kelembagaan, data sosial ekonomi dan budaya [kearifan lokal], data peran serta masyarakat, dan data keadaan kesehatan lingkungan permukiman.

1.2.2. Kriteria Hidrologi

Kriteria perencanaan hidrologi adalah sebagai berikut:

- 1) Hujan
 - a. Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan lama pengamatan paling sedikit 10 tahun yang berurutan.
 - b. Analisis frekuensi terhadap curah hujan, menggunakan metode yang sesuai dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun mengacu pada tata cara perhitungan debit desain saluran dan pertimbangan

tingkat risiko dan urgensi infrastruktur drainase serta mempertimbangkan pengaruh perubahan iklim.

2) Debit banjir

- a. Debit banjir rencana dihitung dengan metode rasional atau metode rasional yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan/ *unit hydrograph for urban areas*.
- b. Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan air.
- c. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich atau US-SCS (*United States-Soil Conservation Service*).
- d. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode *Mononobe, Talbot, Sherman, Ishiguro, ARRO* (sesuai ketersediaan data).
- e. Volume kolam detensi, kolam retensi, kolam tandon dan tampungan polder dihitung dengan *flood routing*.

1.2.3. Kriteria Hidrolika

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut:

- a. Kecepatan air rata-rata dalam saluran dihitung dengan rumus *Manning-strickler* atau *chezy*.
- b. Profil saluran drainase dapat berbentuk: trapesium, segiempat, segitiga, lingkaran, setengah lingkaran atau gabungan diantara bentuk tersebut.
- c. Saluran drainase khususnya saluran drainase primer dan sekunder yang terpengaruh pengempangan/aliran balik (*back water effect*) dihitung pasang surutnya dengan *Standard Step* atau *Direct Step Method*.
- d. Saluran harus direncanakan dengan konsep saluran stabil (*stable channel*) yaitu tidak terjadi erosi dan tidak terdapat endapan sedimen; dengan:
 - Kecepatan air maksimum (v) ditentukan untuk saluran tanah $v = 0,7$ m/dt, pasangan batu kali $v = 2$ m/dt dan pasangan beton $v = 3$ m/dt.
 - Kecepatan air minimum untuk saluran drainase ditentukan antara 0,3 s/d 0,4 m/dt, kecuali untuk kolam tampungan memanjang.
 - Dalam hal saluran berfungsi sebagai *long storage/channel storage* kecepatan lebih kecil dari 0,3 m/det dengan konsekuensi terjadi endapan di saluran tersebut.
- e. Perencanaan dimensi saluran baru, sebaiknya menggunakan profil ekonomis yang sesuai dengan perencanaan dan kondisi setempat.

- f. Perencanaan elevasi muka air saluran harus memperhatikan elevasi muka air muara saluran atau badan air penerima (dalam kondisi yang maksimum).
- g. Disediakan tinggi jagaan yang memadai.

1.2.4. Kriteria Konstruksi

Kriteria perencanaan konstruksi ditentukan sebagai berikut:

- a. Pembebanan yang digunakan dalam perencanaan infrastruktur drainase harus sesuai standar teknik yang berlaku.
- b. Kombinasi pembebanan dan pendimensian atas konstruksi ditentukan oleh perencana sesuai fungsi, cara dan tempat penggunaannya berdasarkan SNI.
- c. Stabilitas konstruksi bangunan penahan tanah dikontrol keamanannya terhadap kekuatan penahan tanah (ambblas), geser dan guling; sedang stabilitas timbunan tanah dikontrol dengan lingkaran longsor (*sliding circle*). Faktor-faktor keamanan (SF) minimum ditentukan sebagai berikut:
 - σ kekuatan penahan tanah $\leq \sigma$ yang diijinkan
 - SF geser (kondisi biasa) $\geq 1,5$
 - SF geser (kondisi gempa) $\geq 1,2$
 - SF guling $\geq 1,5$
- d. Bahan konstruksi yang digunakan harus sesuai dengan standar teknik yang berlaku dengan mengutamakan material lokal.
- e. Tidak terletak pada daerah sesar gempa (*fault*).

1.2.5. Parameter Penentuan Prioritas Penanganan Daerah Genangan/Banjir

Parameter penentuan prioritas penanganan meliputi hal sebagai berikut:

- a. Parameter genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan dan lama genangan terjadi.
- b. Parameter frekuensi terjadinya genangan setiap tahunnya.
- c. Parameter gangguan/kerugian ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan.
- d. Parameter gangguan sosial, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan.
- e. Parameter kerugian harta benda milik pribadi.
- f. Parameter kerugian/kerusakan tempat permukiman penduduk.

Uraian secara rinci mengenai penentuan prioritas penanganan genangan air/banjir dapat dilihat dalam Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.

2. SURVEI DAN PENYELIDIKAN TANAH

2.1. Survey Topografi

- 1) Mengidentifikasi daerah perencanaan aliran polder/kolam detensi, retensi dengan menggunakan/memanfaatkan peta Topografi skala 1 : 5000 s/d 1 : 25000.
- 2) Menentukan batas garis hidrologis masing-masing DTA/daerah tangkapan air (DPSal).
- 3) Melakukan pengukuran topografi untuk membuat peta situasi rencana sistem retensi/polder dengan interval garis kontur ketinggian lahan 0,25 s/d 2.50 m atau skala 1:200 s/d 1:500.
- 4) Melakukan pengukuran situasi dan potongan memanjang untuk alur saluran drainase inlet dan outlet dengan skala 1:1000, serta potongan melintang dengan skala 1:100 s/d 1:200.
- 5) Pengukuran harus menggunakan benchmark (BM) sistem pengukuran resmi (Bakosurtanal, SDA dan Pelabuhan). Dalam hal tidak terdapat BM resmi maka dapat dilakukan dengan menggunakan BM daerah setempat.

2.2. Survey Sosial, Ekonomi dan Lingkungan

- 1) Survey sosial dilakukan untuk melihat respon dari masyarakat terhadap perencanaan pembangunan.
- 2) Survey ekonomi dilakukan untuk melihat respon dan dampak ekonomi akibat perencanaan pembangunan.
- 3) Survey lingkungan dilakukan untuk melihat dampak lingkungan akibat perencanaan pembangunan.

2.3. Penyelidikan Tanah

- 1) Penyelidikan tanah dilakukan pada tempat yang direncanakan untuk pembangunan drainase dan perlengkapannya (rumah pompa, dinding penahan tanah, bangunan pintu, bangunan pelimpah, terjunan, tanggul, bangunan perlintasan) dan pada lokasi-lokasi kolam retensi, detensi, kolam tandon, dan tampungan dalam polder.
- 2) Paramater mekanika tanah (*physical and engineering properties*) yang

digunakan mengikuti standar teknik Kementerian Pekerjaan Umum.

- 3) Penyelidikan lokasi, karakteristik, dan kuantitas material timbunan yang diperlukan.

3. PERENCANAAN TEKNIK KOLAM DETENSI, KOLAM RETENSI DAN SISTEM POLDER

3.1. Tahap Perencanaan Kolam Detensi, Kolam Retensi, Kolam tandon dan Sistem Polder

Tahap perencanaan ini dibagi dua:

- 1) Tahap Perencanaan Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Kolam Tandon
- 2) Tahap Perencanaan sistem Polder.

3.2. Tahap Perencanaan Kolam Detensi, Retensi dan Kolam Tandon

Kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon digunakan untuk melindungi daerah bagian hilir saluran dari kerusakan yang disebabkan karena kondisi saluran sebelah hilir tidak mampu menampung debit dari saluran sebelah hulu, kelebihan debit tersebut ditampung dalam kolam detensi. Berdasarkan hal tersebut, maka tahapan perencanaan Kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon tergantung dari lokasi kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon.

Ada 4 (empat) tipe lokasi Kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon:

- 1) Kolam detensi dan retensi terletak di samping badan saluran/ sungai.
- 2) Kolam detensi dan retensi terletak pada badan saluran/sungai.
- 3) Kolam detensi dan retensi terletak pada saluran/sungai tersebut yang disebut *channel storage* atau *long storage*.
- 4) Kolam tandon dapat diletakkan diluar alur sungai.

Tahap Perencanaan kolam detensi, retensi dan kolam tandon sesuai dengan tipe lokasi:

3.2.1. Tahap perencanaan kolam detensi dan retensi yang terletak di samping badan saluran/sungai

- 1) Mengidentifikasi daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan serta penyebab genangan.
- 2) Memastikan bahwa elevasi muka air pada saat banjir rencana di badan penerima lebih rendah daripada permukaan air di hilir saluran
- 3) Menghitung kapasitas saluran existing dibandingkan debit banjir rencana untuk menentukan penyebab genangan secara pasti.

- 4) Menentukan lokasi Kolam detensi, retensi pada lokasi genangan atau di bagian hulunya.
- 5) Menentukan lokasi bangunan pelimpah samping atau pintu inlet dan outlet.
- 6) Perhitungan pelimpah samping menggunakan formula yang dikutip dari “Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan, KP-04”, Cetakan I, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, Desember 1986, adalah sebagai berikut :
 - Debit di saluran pelimpah samping tidak seragam dan, oleh karena itu persamaan kontinuitas untuk aliran mantap yang kontinu (terus menerus) tidak berlaku. Jenis aliran demikian disebut “aliran tak tetap berubah berangsur” (*gradually varied flow*);
 - Pada dasarnya aliran dengan debit yang menurun dapat dianggap sebagai cabang aliran di mana air yang dibelokkan tidak mempengaruhi tinggi energi;
 - Metode yang digunakan untuk perencanaan pelimpah samping adalah metode bilangan yang didasarkan pada pemecahan masalah secara analitis yang diberikan oleh De Marchi seperti terlihat dalam Gambar 1. Dengan mengandaikan bahwa aliran adalah aliran subkritis, panjang bangunan pelimpah dapat dihitung sebagai berikut:
- 7) Di dekat ujung bangunan pelimpah, kedalaman aliran h_o dan debit Q_o sama dengan kedalaman dan debit potongan saluran di belakang pelimpah. Dengan $H = h + v^2/2g$ tinggi energi di ujung pelimpah dapat dihitung;
- 8) Pada jarak Δx di ujung hulu dan hilir bangunan pelimpah tinggi energi juga H_o , karena sudah diandaikan bahwa tinggi energi di sepanjang pelimpah adalah konstan:

$$H_x = h_x + v_x^2/2g;$$

$$H_x = h_x + Q_x^2/(2g A_x^2),$$

Bila

Q_x = debit Q_o potongan hilir ditambah debit q_x , yang mengalir pada potongan pelimpah dengan panjang Δx .

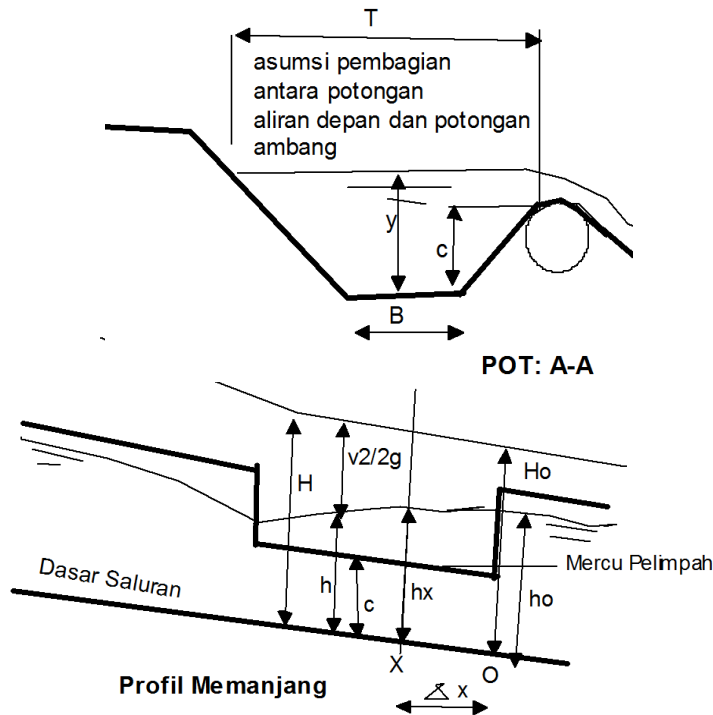
$$Q_x = \mu \Delta x \sqrt{2g} \cdot \frac{(h_o - c)(h_x - c)^{3/2}}{2}$$

Andaikata, $h_o = h_x$ menghasilkan $q_x = \mu \Delta x \sqrt{2g} \cdot (h_o - c)^{3/2}$

Dan $Q_x = Q_o + q$

Dengan Q_x ini kedalaman h_x dapat dihitung dari:

$$h_x = H_x \mp Q_x^2 / (2g \cdot A_x^2),$$



Gambar 20. Bangunan Pelimpah Samping

Koefisien debit μ untuk mercu pelimpah harus diambil 5% lebih kecil dari pada koefisien serupa untuk mercu yang tegak lurus terhadap aliran;

- 9) Setelah h_x dan Q_x ditentukan, kedalaman h_{2x} dan debit Q_{2x} akan dihitung untuk suatu potongan pada jarak $2\Delta x$ di depan ujung pelimpah dengan cara yang sama seperti yang dijelaskan pada no (8). Q_o dan h_o harus digantikan dengan Q_x dan h_x ; dalam langkah kedua ini Q_x dan h_x menjadi Q_{2x} , q_{2x} dan h_{2x} .
- 10) Perhitungan-perhitungan ini harus diteruskan sampai Q_{nx} sama dengan debit banjir rencana potongan saluran di bagian hulu bangunan pelimpah samping. Panjang pelimpah adalah $n\Delta x$ dan jumlah air lebih yang akan dilimpahkan adalah $Q_{nx} - Q_o$. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan pelimpah samping ini dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 11) Menentukan sistem aliran inlet dan outlet untuk menghitung volume kolam detensi, kolam retensi yang dibutuhkan. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan volume kolam detensi/retensi yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 12) Elevasi muka air di kolam detensi, kolam retensi diatur menggunakan

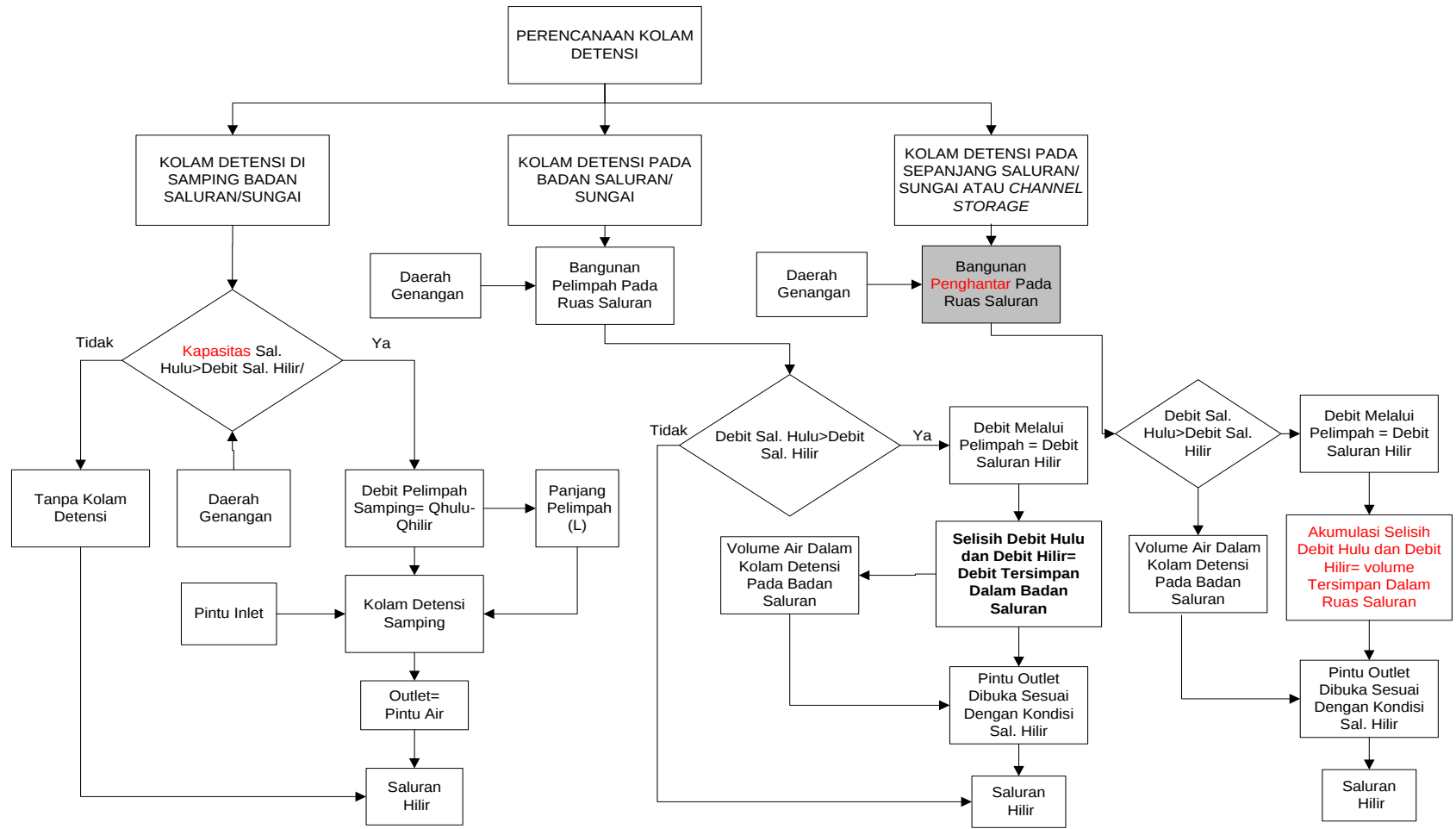
pintu air atau pelimpah/pelimpah samping pada *inlet/outlet* sedemikian rupa, sampai elevasi muka air saluran di sebelah hilir dapat dialiri air dari kolam detensi, retensi yang tidak menimbulkan genangan pada daerah bagian hilir. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air pada saluran dan kolam detensi/retensi yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.

13) Komponen bangunan pelengkap pada kolam detensi, kolam retensi yang terletak disamping badan saluran/ sungai

- Bangunan pelimpah samping dan pintu inlet
- Pintu outlet
- Jalan akses menuju kolam detensi, retensi
- Ambang rendah di depan pintu outlet
- Saringan sampah pada pintu inlet
- Kolam penangkap sedimen
- Rumah jaga dan gudang.

Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi, retensi yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 21.

PERENCANAAN KOLAM DETENSI



Gambar

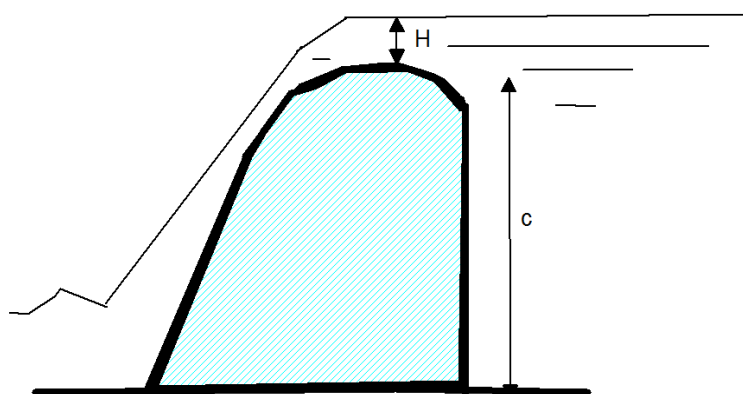
Gambar 21. Perencanaan Kolam Detensi



Gambar 22. kolam detensi dan retensi yang terletak di samping badan saluran/sungai

3.2.2. Tahap perencanaan kolam detensi, retensi yang terletak di dalam badan sungai

- 1) Mengidentifikasi daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan serta penyebab genangan.
- 2) Memastikan bahwa elevasi muka air pada saat banjir rencana di badan penerima lebih rendah daripada permukaan air di hilir saluran
- 3) Menghitung kapasitas saluran existing dibandingkan debit banjir rencana untuk menentukan penyebab genangan secara pasti.
- 4) Menentukan lokasi Kolam detensi, retensi pada lokasi genangan atau di bagian hulunya.
- 5) Menentukan lokasi bangunan pelimpah samping atau pintu inlet dan outlet.
- 6) Sket gambar pelimpah sesuai dengan rumus dibawah ini dan dapat dilihat seperti dalam Gambar 23.
- 7) Menghitung debit yang melalui pelimpah sama dengan debit saluran sebelah hilir, sehingga panjang pelimpah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :



Gambar 23 : Pelimpah

$$Q = C_d L H^{3/2}$$

Q = jumlah air yang melimpas (m³/det)

L = panjang ambang peluap (m)

H = tinggi air di atas ambang peluap di sebelah hilir (m) C_d = nilai

koefisien debit= 2 – 2,1

(Sumber: Bendungan Type Urugan Editor Ir. Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, Assosiation for International Technical Promotion, Tokyo, Japan)

Uraian lebih lanjut tentang perhitungan panjang/lebar bangunan pelimpah yang kolam detensi/retensi terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.

- 8) Menentukan sistem aliran inlet dan outlet untuk menghitung volume kolam retensi, detensi yang dibutuhkan. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan volume kolam detensi/retensi yang terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam retensi dan Sistem Polder.
- 9) Elevasi muka air di kolam detensi, kolam retensi diatur menggunakan pintu air inlet/outlet sedemikian rupa, sampai elevasi muka air saluran di sebelah hilir dapat dialiri air dari kolam detensi, retensi yang tidak menimbulkan genangan pada daerah bagian hilir. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air pada kolam detensi/ retensi terletak di badan saluran/sungai serta elevasi muka air saluran dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 10) Komponen bangunan pelengkap pada kolam detensi, kolam retensi yang terletak pada badan saluran/ sungai
 - Bangunan pelimpah samping dan pintu inlet

- Pintu outlet
 - Jalan akses menuju kolam detensi, retensi
 - Ambang rendah di depan pintu outlet
 - Saringan sampah pada pintu inlet
 - Kolam penangkap sedimen
 - Rumah jaga dan gudang
- 11) Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi, retensi yang terletak pada badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 24.
- 12) Hitung lebar pintu untuk debit sama dengan debit saluran sebelah hilir ditambah 10%, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Q = C_d b a \sqrt{2gH}$$

Bila:

Q = debit pintu (m^3/dt)

C_d = koefisien debit 0,62 (Hidrolika II, Prof. DR. Ir. Bambang Triatmodjo)

B = lebar pintu (dalam m)

a = tinggi lubang pintu (dalam m)

H = selisih tinggi air di hulu dan hilir pintu (dalam m)

Uraian lebih lanjut tentang perhitungan dimensi pintu air pada bangunan pelimpah yang kolam detensi/retensi terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.

- 13) Elevasi muka air di kolam detensi direncanakan maksimum sama dengan elevasi mercu pelimpah. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air pada bangunan pelimpah yang kolam detensi/retensi terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 14) Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi yang terletak di ruas/badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. kolam detensi dan retensi yang terletak di pada badan saluran/sungai

3.2.3. Tahap perencanaan kolam detensi tipe *storage* memanjang

Tahapannya sama dengan tahapan kolam detensi yang terletak pada badan saluran /sungai, hanya kolam detensinya yang berbeda.

Pada kolam detensi tipe *storage* memanjang, kolam detensinya adalah ruas saluran hulu itu sendiri, sedangkan pada kolam detensi yang terletak pada badan saluran/sungai, kolam detensi hanya sebagian yang terletak dalam ruas saluran, selebihnya di kiri dan kanan badan atau ruas saluran. Tahapannya adalah sebagai berikut:

- 1) Pastikan daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan.
- 2) Pastikan bahwa bendung pelimpah yang dilengkapi dengan pintu air terletak pada badan saluran di sebelah hulu daerah genangan yang merupakan bangunan pemisah antara saluran hulu dan saluran hilir.
- 3) Survey dan ukur profil memanjang dan melintang saluran sebelah hulu dan sebelah hilir.
- 4) Hitung debit saluran sebelah hulu dan sebelah hilir.
- 5) Tinggi elevasi mercu bendung pelimpah sama dengan tinggi elevasi debit maksimum saluran sebelah hulu.
- 6) Besarnya volume air yang ditampung dalam kolam detensi tergantung dari lamanya debit saluran sebelah hulu tersimpang.
- 7) Debit yang melalui bendung pelimpah sama dengan debit saluran sebelah hilir. Panjang pelimpah dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = C_d L H^{3/2}$$

Bila :

Q = jumlah air yang melimpas (m³/det)

L = panjang ambang peluap (m)

H = tinggi air di atas ambang peluap di sebelah hilir (m)

Cd = nilai koefisien debit= 2 – 2,1

- 8) Hitung lebar pintu untuk debit sama dengan debit saluran sebelah hilir ditambah 10%, menggunakan rumus:

$$Q = C_d b a \sqrt{2gH}$$

Bila:

Q = debit pintu (m³/dt)

Cd = koefisien debit 0,62 (Hidrolika II, Prof. DR. Ir. Bambang Triatmodjo)

B = lebar pintu (dalam m)

a = tinggi lubang pintu (dalam m)

H = selisih tinggi air di hulu dan hilir pintu (dalam m).

- 9) Elevasi muka air di kolam detensi sama dengan elevasi mercu pelimpah. Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi yang terletak pada badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 2.

3.3. Tahap Perencanaan Polder

Ada 3 Tipe Sistem Polder yaitu:

- 1) Sistem polder dengan instalasi pompa dan kolam tampung di samping badan saluran/sungai
- 2) Sistem polder dengan instalasi pompa dan kolam tampung pada badan saluran/ sungai
- 3) Sistem polder dengan instalasi pompa dan kolam tampung tipe *long storage*.

Tahapan perencanaan sesuai dengan tipe sistem polder diuraikan sebagai berikut:

3.3.1. Tahapan perencanaan sistem polder dengan instalasi pompa terletak di samping badan saluran/sungai adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan serta penyebab genangan.

- 2) Memastikan bahwa elevasi muka air pada saat banjir rencana di badan penerima lebih tinggi daripada permukaan air di hilir saluran. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air pada saluran dan kolam tampung yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam retensi dan Sistem Polder.
- 3) Menghitung kapasitas saluran existing dibandingkan debit banjir rencana untuk menentukan penyebab genangan secara pasti.
- 4) Menentukan lokasi Kolam tampung.
- 5) Merencanakan tanggul keliling sistem polder berdasarkan tinggi maksimum elevasi muka air sungai/badan air penerima;
- 6) Menentukan lokasi bangunan pelimpah samping inlet dan/atau pintu inlet serta pintu outlet.
- 7) Menentukan lokasi bangunan rumah pompa.
- 8) Menghitung lebar pelimpah samping yang berfungsi untuk memasukkan debit masuk kedalam kolam tampung, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = C_d L H^{3/2}$$

Bila :

Q = jumlah air yang melimpas (m^3/det)

L = panjang ambang peluap (m)

H = tinggi air di atas ambang peluap di sebelah hilir (m)

C_d = nilai koefisien debit= 2 – 2,1,

Uraian lebih lanjut tentang perhitungan lebar pelimpah pada kolam tampung yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.

- 9) Sket gambar peluap samping (*side channel spillway*) sesuai dengan rumus tersebut di atas dapat dilihat seperti dalam Gambar 1.
- 10) Menentukan sistem aliran inlet dan kapasitas pompa untuk menghitung volume kolam tampungan yang dibutuhkan (kombinasi volume kolam tampungan dan kapasitas pompa harus dianalisa untuk menemukan kombinasi yang paling optimum). Uraian lebih lanjut tentang perhitungan volume kolam tampung yang terletak di samping badan saluran/ sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 11) Komponen bangunan pelengkap pada sistem polder yang kolam tampungnya terletak disamping badan saluran/ sungai:
 - (1). Rumah pompa

- (2). Bangunan pelimpah samping inlet dan
- (3). Pintu inlet
- (4). Pintu outlet
- (5). *Trash Rack*/ saringan sampah
- (6). Kolam penangkap sedimen
- (7). Akses jalan masuk
- (8). Rumah jaga
- (9). Gudang

Bagan alir tahap perencanaan sistem polder yang terletak di samping badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 25. Sistem polder dengan instalasi pompa terletak di dalam badan saluran/sungai

Prosedur perhitungan dan operasi sistem polder:

- (1). Saluran drainase bermuara pada badan air penerima dan pada outletnya dipasang pintu air yang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran drainase ke badan air penerima. Pada keadaan normal, elevasi muka air badan air penerima lebih rendah dari elevasi muka air saluran, sehingga air dalam saluran drainase dapat mengalir ke badan air penerima. Pada saat banjir pintu air ditutup, sehingga air hujan masuk seluruhnya ke dalam waduk/ kolam detensi.
- (2). Luasnya kolam tampung/waduk tergantung dari debit saluran drainase, dalamnya air dalam waduk dan kapasitas pompa.
- (3). Volume waduk/kolam detensi, dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta S = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t$$

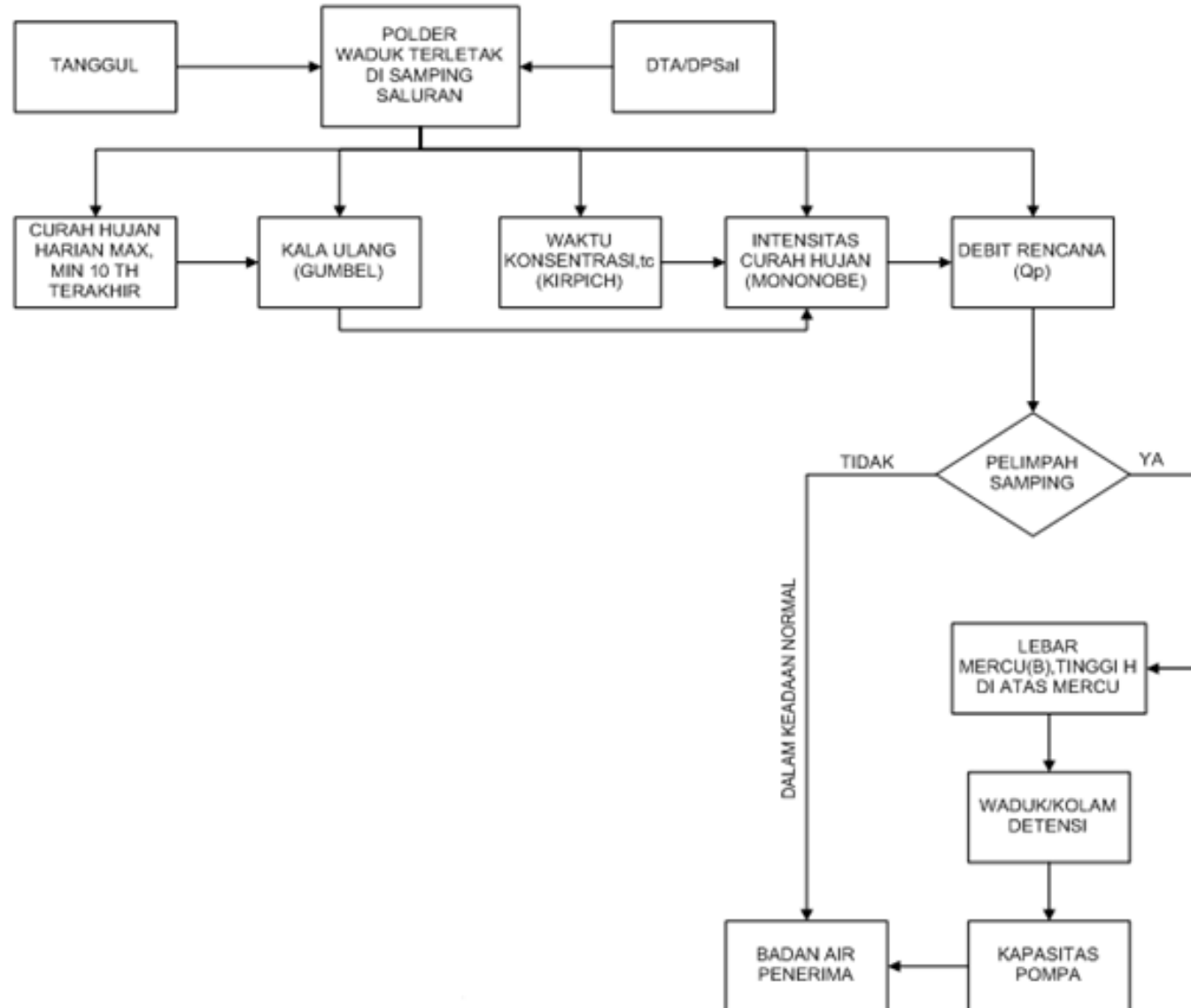
Bila :

ΔS = volume waduk selama waktu interval Δt (m^3)

I_1 = aliran masuk pada awal interval waktu (m^3/dt)

I_2 = aliran masuk pada akhir interval waktu (m^3/dt)

- (4). Volume atau debit tersebut masuk ke dalam kolam tampung melalui pelimpah.
- (5). Pada keadaan air saluran drainase normal, air tersebut tidak masuk ke dalam kolam tampung/waduk, tapi mengalir melalui pintu air ke badan air penerima.



Gambar 26. Tahap Perencanaan Polder, Waduk Di Samping Saluran

3.3.2. Tahapan perencanaan Sistem Polder Dengan Pompa Dan Kolam Di Dalam Badan Saluran/Sungai

Pada sistem ini, waduk/kolam sebagian terletak pada badan saluran dan sebagian lagi terletak pada kiri dan kanan ruas/ badan saluran drainase. Pada saat musim kering dan musim banjir air saluran drainase masuk seluruhnya ke dalam waduk/ kolam, prosedur perencanaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan serta penyebab genangan.
- 2) Memastikan bahwa elevasi muka air pada saat banjir rencana di badan penerima lebih tinggi daripada permukaan air di hilir saluran
- 3) Menghitung kapasitas saluran existing dibandingkan debit banjir rencana untuk menentukan penyebab genangan secara pasti.
- 4) Menentukan lokasi Kolam tampung.
- 5) Merencanakan tanggul keliling sistem polder berdasarkan tinggi maksimum elevasi muka air sungai/badan air penerima;
- 6) Menentukan lokasi dan desain pintu outlet. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan pintu outlet pada kolam tampung yang terletak pada badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 7) Menentukan lokasi bangunan rumah pompa.
- 8) Menghitung debit yang masuk kedalam kolam tampung.
Uraian lebih lanjut tentang perhitungan debit yang masuk kolam tampung yang terletak pada badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 9) Menentukan sistem aliran saluran dan kapasitas pompa untuk menghitung volume kolam tampungan yang dibutuhkan. (kombinasi volume kolam tampungan dan kapasitas pompa harus dianalisa untuk menemukan kombinasi yang paling optimum). Uraian lebih lanjut tentang perhitungan volume kolam tampung yang terletak pada badan saluran/ sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 10) Menentukan elevasi muka air saluran dan kolam tampung/ waduk yang terletak pada badan sungai/saluran. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air saluran dan kolam tampung yang terletak di samping badan saluran/ sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam

Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.

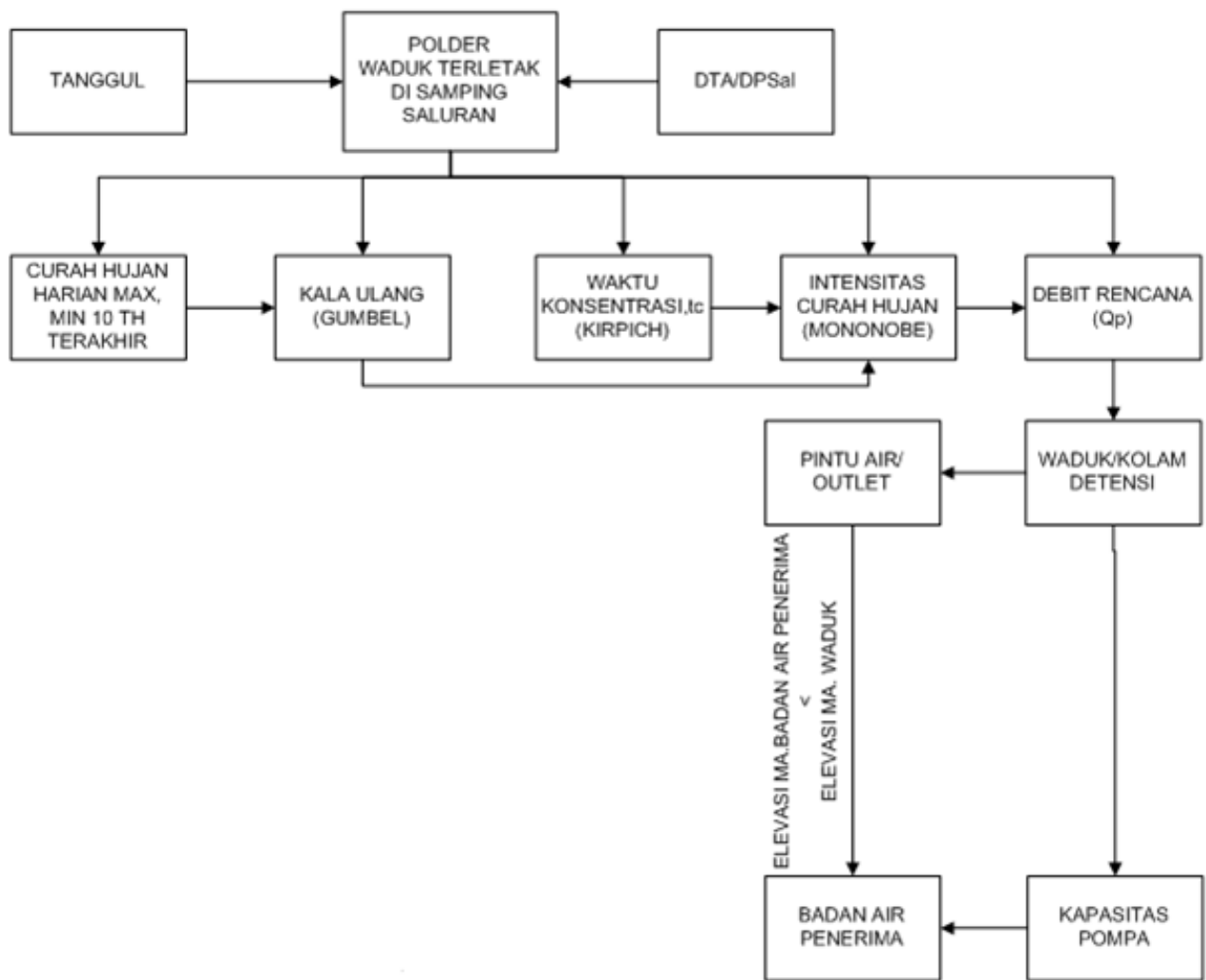
11) Komponen bangunan pelengkap pada sistem polder yang kolam tampungnya terletak disamping badan saluran/sungai:

- (1). Rumah pompa
- (2). Pintu outlet
- (3). *Trash Rack*/ saringan sampah
- (4). Kolam penangkap sedimen
- (5). Akses jalan masuk
- (6). Rumah jaga

Gambar denah sistem adalah sebagai berikut:



Gambar 27. Sistem polder dengan instalasi pompa terletak di samping badan saluran/sungai



Gambar 28. Tahap Perencanaan Polder, Waduk Di Dalam Badan/Ruas Saluran

Prosedur perhitungan dan operasi sistem polder:

- (1). Kumpulkan data hidrologi, seperti data curah hujan harian maksimum tahunan, minimal 10 tahun terakhir.
- (2). Tentukan besarnya kala ulang dengan menggunakan metode Gumbel dan atau Log Person Type III.
- (3). Air hujan dari saluran pada sistem polder masuk ke dalam kolam detensi atau waduk yang merupakan badan saluran, dipompa ke badan air penerima.
- (4). Air hujan yang masuk ke dalam waduk/kolam detensi, dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta S = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t$$

Bila :

ΔS = volume waduk selama waktu interval Δt (m^3)

I_1 = aliran masuk pada awal interval waktu (m^3/dt)

I_2 = aliran masuk pada akhir interval waktu (m^3/dt)

- (5). Pompa bekerja setengah jam setelah hujan dan air masuk ke dalam waduk, volume waduk sama dengan volume air yang terbanyak tersimpan dalam waduk setelah dipompa.
- (6). Luasnya kolam tampung/waduk tergantung dari dalamnya waduk dan kapasitas pompa. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan luas kolam tampung yang terletak pada badan saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- (7). Hitung debit rencana sesuai dengan kala ulang dengan metode rasional atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan.
- (8). Pada saat musim kering air saluran drainase mengalir melalui pintu outlet ke badan air penerima dan pada saat musim hujan/banjir pintu outlet ditutup dan air dipompa ke badan air penerima.
- (9). Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi/waduk yang terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 28.

3.3.3. Tahapan perencanaan Sistem Polder Dengan Pompa Dan Ruas Saluran Sebagai Kolam Tipe *Long Storage*

Pada sistem ini, saluran drainase sebagai waduk/kolam detensi. Pada saat musim kering dan musim banjir air saluran drainase sebagai waduk/kolam, prosedur perencanaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi daerah genangan dan parameter genangan yang meliputi luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan serta penyebab genangan.
- 2) Memastikan bahwa elevasi muka air pada saat banjir rencana di badan penerima lebih tinggi daripada permukaan air di hilir saluran.
- 3) Menghitung kapasitas saluran existing dibandingkan debit banjir rencana untuk menentukan penyebab genangan secara pasti.
- 4) Menentukan lokasi dan panjang ruas saluran yang berfungsi sebagai kolam tampung yang tergantung dari dalamnya saluran dan kapasitas pompa.
- 5) Merencanakan tanggul keliling sistem polder berdasarkan perhitungan.
- 6) Menentukan lokasi dan desain pintu outlet. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan pintu outlet kolam tampung yang terletak pada ruas

saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam retensi dan Sistem Polder.

- 7) Menentukan lokasi bangunan rumah pompa.
- 8) Menghitung debit yang masuk kedalam ruas saluran yang berfungsi sebagai kolam tampung. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan debit yang masuk kolam tampung yang terletak pada ruas saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 9) Menentukan sistem aliran saluran dan kapasitas pompa untuk menghitung volume kolam tampungan yang dibutuhkan. (kombinasi volume kolam tampungan dan kapasitas pompa harus dianalisa untuk menemukan kombinasi yang paling optimum). Uraian lebih lanjut tentang perhitungan volume kolam tampung yang terletak pada ruas saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam retensi dan Sistem Polder.
- 10) Menentukan elevasi muka air saluran dan kolam tampung/ waduk yang terletak pada ruas sungai/saluran. Uraian lebih lanjut tentang perhitungan elevasi muka air saluran dan kolam tampung yang terletak pada ruas saluran/sungai dapat dilihat dalam Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 11) Komponen bangunan pelengkap pada sistem polder yang kolam tampungnya terletak disamping badan saluran/sungai:
 - (1). Rumah pompa
 - (2). Pintu outlet
 - (3). *Trash Rack*/ saringan sampah
 - (4). Kolam penangkap sedimen
 - (5). Akses jalan masuk
 - (6). Rumah jaga

12) Gudang

Bagan alir tahap perencanaan kolam tampung/waduk yang terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 9.

Prosedur perhitungan dan operasi sistem polder:

- (1). Kumpulkan data hidrologi, seperti data curah hujan harian maksimum tahunan, minimal 10 tahun terakhir.
- (2). Tentukan besarnya kala ulang dengan menggunakan metode Gumbel dan atau Log Person Type III.
- (3). Air hujan dari saluran pada sistem polder masuk ke dalam kolam

detensi atau waduk yang merupakan badan saluran, dipompa ke badan air penerima.

- (4). Air hujan yang masuk ke dalam waduk/kolam detensi, dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta S = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t$$

Bila :

ΔS = volume waduk selama waktu interval Δt (m^3)

I_1 = aliran masuk pada awal interval waktu (m^3/dt)

I_2 = aliran masuk pada akhir interval waktu (m^3/dt)

- (5). Pompa bekerja setengah jam setelah hujan dan air masuk ke dalam kolam tampung/waduk, volume kolam tampung/ waduk sama dengan volume air yang terbanyak tersimpan dalam waduk setelah dipompa.
- (6). Panjang ruas saluran sebagai waduk tergantung dari dalamnya saluran dan kapasitas pompa.
- (7). Hitung debit rencana sesuai dengan kala ulang dengan metode rasional atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan.
- (8). Pada saat musim kering air saluran drainase mengalir melalui pintu outlet ke badan air penerima dan pada saat musim hujan/banjir pintu outlet ditutup dan air dipompa ke badan air penerima.
- (9). Bagan alir tahap perencanaan kolam detensi/waduk yang terletak di badan saluran/sungai dapat dilihat pada Gambar 28.

3.4. Analisa Perencanaan Hidrologi

- 1) Kumpulkan data curah hujan harian maksimum tahunan untuk periode minimum terakhir selama 10 tahun yang berurutan, dari beberapa stasiun curah hujan di daerah pengaliran saluran (DPSal).
- 2) Hitung tinggi curah hujan harian rata-rata dari butir 1) diatas dengan metode Aritmatik atau Thiesen atau Isohyet, apabila tidak ada peta stasiun curah hujan dianjurkan menggunakan metode Aritmatik.

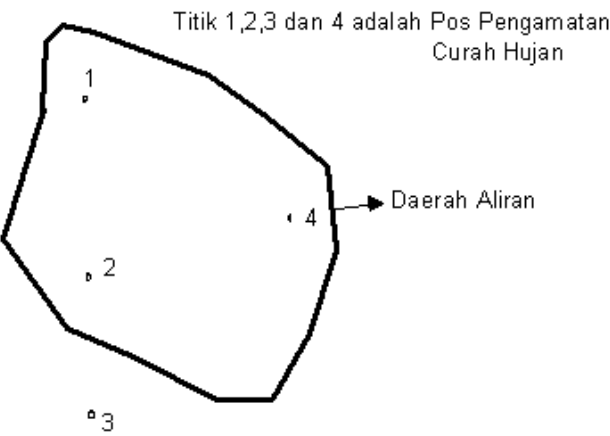
Metode Aritmatik (Gambar 30)

Metode ini dipergunakan bila daerah pengamatan relatif datar dan titik-titik pengamatan tersebar merata di dalam dan di sekitar daerah yang b

$$R = \frac{\Sigma(R_1+R_2+...R_n)}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Bila:

- R = tinggi curah hujan rata-rata harian pada suatu DPS atau DPSAL (mm/hari).
- R1, R2,...Rn = tinggi curah hujan harian pada masing-masing stasiun hujan (mm/hari).
- n = jumlah stasiun hujan.



Gambar 30. Metode Aritmatik

Penjelasan Gambar 30

- Titik 1, 2, 3, dan 4 adalah pos pengamatan curah hujan;
- Tinggi curah hujan di titik 1,2,3 dan 4 masing-masing dalam sehari d1,d2,d3 dan d4.

Metode Polygon Thiessen (Gambar 31)

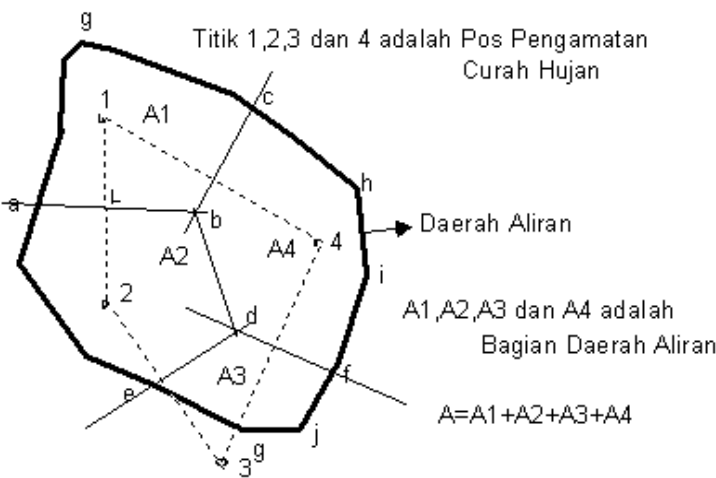
Metode ini didasarkan atas cara rata-rata timbang (*weighted average*).

Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar, dengan rumus:

$$d = \sum_{n=1}^n \left(\frac{A_i \cdot d_i}{A} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Bila :

- A = Luas Areal
- d = tinggi curah hujan rata-rata areal
- d₁, d₂, d₃,d_n = tinggi curah hujan di pos 1,2,3, ...n
- A₁,A₂,A₃A_n = luas daerah pengaruh pos 1,2,3,...n
- A₁d₁,A₂d₂,...A_nd_n = luas daerah pengaruhxtinggi curah hujan
- n = banyaknya pos pengamatan.



Gambar 31. Metode Polygon Thiessen

Penjelasan Gambar 31

- Titik 1, 2, 3, dan 4 adalah pos pengamatan curah hujan;
- Garis a-b tegak lurus tengah-tengah titik 1 dan titik 2;
- Garis c-b tegak lurus tengah-tengah titik 1 dan titik 4;
- Garis d-f tegak lurus tengah-tengah titik 3 dan titik 4;
- Garis d-e tegak lurus tengah-tengah titik 2 da titik 3;
- Luas bagian daerah aliran A1= bagian daerah aliran a-b-c-g;
- Luas bagian daerah aliran A2=bagian daerah aliran a-b-d-e;
- Luas bagian daerah aliran A3 = bagian daerah aliran d-f-j-e;
- Luas bagian daerah aliran A4= bagian daerah aliran b-c-h-i-f-d;
- Tinggi curah hujan di titik 1, 2,3 dan 4 masing-masing dalam sehari, adalah d1,d2,d3 dan d4.

Metode Isohyet (Gambar 32)

Dalam metode ini harus digambar lebih dahulu countour dengan tinggi

$$d = \frac{\sum_1^{\frac{n_{di}-1+d_i}{2}} A_i}{A} \dots\dots\dots (3)$$

A = luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

d₀,d₁,d₂,.....d_n = tinggi curah hujan pada isohyet 0,1,2,3 ..n

A₁,A₂,A₃A_n = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan.

A = A₁+A₂+A₃....A_n



- Titik 1, 2, 3 dan 4 adalah pos pengamatan curah hujan;
- 0 adalah garis isohyet 135 mm;
- 1 adalah garis isohyet 145 mm;
- 2 adalah garis isohyet 155 mm;
- 3 adalah garis isohyet 165 mm;
- 4 adalah garis isohyet 175 mm;
- 5 adalah garis isohyet 185 mm;
- 6 adalah garis isohyet 195 mm;
- A1 adalah luas daerah aliran antara garis isohyet 1 dan batas daerah aliran;
- A2, A3, A4, dan A5 adalah luas daerah aliran antara garis isohyet;

- A6 adalah luas daerah aliran antara garis isohyet 5 dan batas daerah aliran;

Luas daerah aliran dihitung dengan planimeter.

- 3) Hitung hujan rencana beberapa kala ulang dengan menggunakan persamaan Log Pearson Tipe III atau persamaan Gumbel, dengan menggunakan data curah hujan harian rata-rata dari butir 2).

Analisis Data Curah Hujan

- a) Cara analisis menghitung kala ulang X_t dengan persamaan Gumbel:

$$X_t = X + k S_x$$

Bila:

X_t = x yang terjadi dalam kala ulang t tahun

X = rata-rata dari seri data X_i .

X_i = seri data maksimum tiap tahun.

S_x = simpangan baku.

n = jumlah data.

$$\text{atau } S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(\frac{t-1}{t}\right)\right)$$

Bila :

k = konstanta yang dapat dibaca dari Tabel 3.

Y_n dan S_n = besaran yang merupakan fungsi dari jumlah Pengamatan (n).

Y_t = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas; besaran Y_t , k ; S_n ; Y_n , (lihat Tabel 2 sampai Tabel 6).

t = jumlah tahun kala ulang.

- b) Metoda Log Pearson Type III (Sumber : "Hidrologi Teknik", Ir.CD. Soemarto, BIE, Dipl.H)

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi PEARSON Type III adalah:

- Harga rata-rata;
- Standard deviasi
- Koefisien kepengcengan.

Garis besar cara tersebut adalah sebagai berikut:

- (2) Ubah data curah hujan harian tahunan maksimum sebanyak $n=21$ buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$;
- (3) Hitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut ini :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

- (4) Hitung harga standard deviasinya dengan rumus berikut ini:

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}}$$

- (5) Hitung koefisien kepengcengannya (*Skew Coefficient*) dengan rumus berikut ini:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)s_1^3}$$

- (6) Hitung logaritma curah hujan dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut ini :

$$\text{Log } Q = \overline{\log X} + G.S_1$$

Harga-harga G dapat diambil dari Tabel 8 untuk harga-harga Cs positif, dan Tabel 9 untuk harga-harga Cs negatif. Jadi dengan harga Cs yang dihitung dan waktu balik yang dikehendaki G dapat diketahui.

- (7) Cari antilog dari $\log Q$ untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki Q_T .
- 4) Tentukan koefisien pengaliran (C) berdasarkan literatur dan penelitian di lapangan sesuai dengan tata guna lahan.
- 5) Tentukan koefisien pengaliran *equivalent* (C_{eq}), apabila daerah pengaliran saluran ($DPSal$) terdiri dari beberapa sub- $DPSal$.
- 6) Hitung waktu konsentrasi (t_c) dengan menggunakan rumus Kirpich.
- 7) Kolam Retensi dipakai apabila diinginkan memotong puncak banjir yang terjadi, juga untuk mengurangi dimensi saluran.
- 8) Sistem Polder dipilih apabila daerah yang akan dikeringkan, relatif lebih rendah dari muka air tinggi sungai/badan air penerima atau muka air laut pasang.
- 9) Hitung intensitas curah hujan dengan menggunakan rumus Mononobe dari nilai hujan rencana dari butir 3), dan waktu konsentrasi dari butir 6).
- 10) Hitung debit banjir rencana dengan metode rasional praktis dengan koefisien pengaliran dari butir 4) atau dari butir 5), dan intensitas curah

hujan dari butir 7).

- 11) Hitung debit banjir rencana dengan menggunakan unit hidrograph untuk daerah perkotaan.
- 12) Hitung debit banjir rencana dengan metode Rasional Modifikasi.

3.5. Analisa Perencanaan Hidrolika

- 1) Hitung profil basah saluran *existing* sesuai bentuknya (lingkaran, trapesium atau segiempat).
- 2) Hitung keliling basah saluran *existing* sesuai bentuknya (lingkaran, trapesium atau segiempat).
- 3) Hitung jari-jari hidraulis saluran dari perbandingan butir 1 dan butir 2.
- 4) Hitung kemiringan dasar saluran rata-rata dari penelitian hasil lapangan.
- 5) Hitung kecepatan aliran rata-rata maksimum menggunakan rumus Manning. Apabila kekasaran dinding bervariasi maka harus dihitung kekasaran dinding *equivalent*.
- 6) Hitung kapasitas maksimum saluran *existing*.
- 7) Bandingkan kapasitas maksimum saluran *existing* dari butir 6) dengan debit banjir rencana dari butir 10), 11) dan 12) di sub-bab 4.2.
- 8) Dari ketiga perhitungan debit banjir rencana tersebut pilih yang terbesar. Apabila kapasitas *existing* lebih besar dari debit banjir rencana yang terbesar, maka saluran *existing* tidak perlu direhabilitasi.

3.6. Tahap Perencanaan Kapasitas Kolam Detensi dan Pompa

- 1) Buat unit *hidrograph* daerah perkotaan, kemudian jumlahkan masing-masing ordinatnya. Sehingga diperoleh debit rencana maksimum dengan gambar *hidrograph*-nya.
- 2) Hitung volume kumulatif air yang masuk ke dalam kolam retensi dari *hidrograph*.
- 3) Gambarkan hasil perhitungan volume kumulatif dari butir 2) di atas dalam koordinat *orthogonal* dengan ordinat besarnya volume kumulatif dan absis besarnya waktu.
- 4) Hitung volume kumulatif pompa untuk berbagai kapasitas pompa dan terapkan pada kumulatif air yang masuk kolam retensi dari butir 3) di atas.
- 5) Ukur ordinat yang terletak antara garis volume kumulatif pompa dengan garis singgung volume kumulatif air yang masuk ke dalam kolam retensi seperti pada butir 4) di atas, menunjukkan volume air yang tertinggal di

dalam kolam retensi.

- 6) Hitung luas kolam retensi yang diperlukan dengan membagi volume kumulatif yang tertinggal di dalam kolam retensi seperti butir 5) di atas dengan rencana dalamnya air efektif di kolam retensi.
- 7) Lakukan langkah butir 4), butir 5) dan butir 6) di atas berulang-ulang, sehingga diperoleh biaya yang efisien dan efektif dalam menentukan luas kolam retensi dan kapasitas pompa yang dibutuhkan. Contoh perhitungan kapasitas kolam detensi dan pompa dapat dilihat di Lampiran: Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder.
- 8) Hitung kebutuhan head pompa dari elevasi muka air minimum di kolam retensi ke muka air maksimum banjir di sungai atau muka air pasang tertinggi di laut.
- 9) Pilih tipe pompa sesuai dengan kebutuhan yang ada. Tipe-tipe pompa yang dimaksud adalah sebagai berikut:

c) Pompa *Archemedian Screw*.

Pompa *archemedian screw* digunakan untuk kondisi elevasi muka air yang dipompa relatif aman, tidak sesuai untuk elevasi muka air yang perubahannya relatif besar.

Pompa ini tidak terganggu dengan adanya tumbuhan air dan sampah, oleh sebab itu pompa ini mampu beroperasi tanpa dijaga dalam jangka waktu yang lama.

b) Pompa *Rotodynamic*.

Pompa *rotodynamic* dipilih sesuai dengan keperluan perencanaan. Pompa ini terdiri atas:

(1) Pompa *Centrifugal* (aliran *radial*)

Dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang besar dan aliran sedang.

(2) Pompa *Axial* (baling-baling)

Dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang rendah sampai aliran yang besar.

c) Pompa Aliran campuran

Digunakan dengan karakteristik tengah-tengah antara Pompa *Centrifugal* dengan Pompa *Axial*.

4. LAIN-LAIN

4.1. Laporan

Laporan mengenai pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder

dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Setiap aspek perencanaan baik yang menyangkut bangunan baru maupun bangunan lama agar dilaporkan dan dikonsultasikan kepada instansi yang berwenang dan bertanggung jawab atas pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder.
- 2) Laporan perlu dibuat secara berkala oleh perencana, dan dilaporkan kepada instansi yang berwenang dan bertanggung jawab atas pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder.
- 3) Laporan tersebut yang dimaksud adalah dampak negatifnya terhadap masyarakat dan lingkungan.

4.2. Koordinasi dan Tanggung Jawab Perencanaan

Koordinasi dan tanggung jawab pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Seluruh penyelenggaraan teknis pekerjaan pembuatan kolam detensi dan polder agar dilaksanakan di bawah koordinasi dan tanggung jawab seorang ahli yang kompeten, dibantu tim terpadu yang karena pelatihan dan pengalamannya berpengetahuan luas dan ahli dalam pekerjaan yang berkaitan dengan pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder.
- 2) Apabila dalam tahapan pembuatan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder timbul masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh instansi yang berwenang, maka masalah tersebut harus diajukan kepada pihak berwenang yang lebih tinggi.
- 3) Pembebasan tanah untuk pembangunan kolam detensi, kolam retensi dan sistem polder, sebaiknya diselesaikan lebih dahulu sebelum perencanaan teknisnya dilanjutkan.
- 4) Penanggung jawab O&P harus mempunyai *Standard Operation Prosedure (SOP)* untuk setiap jenis pekerjaan dari kegiatan *operation and maintenance* (O&P).

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DJOKO KIRMANTO

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
Kepala Biro Hukum,

LAMPIRAN II
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR 12/PRT/M/2014
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE
PERKOTAAN

TATA CARA PELAKSANAAN KONSTRUKSI
SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

A. PENDAHULUAN

1. Pendahuluan

Pelaksanaan konstruksi adalah tahapan pembangunan fisik sistem drainase perkotaan. Tahapan ini dilaksanakan sesudah dilaksanakannya penyusunan dokumen perencanaan teknis terinci yang termasuk didalamnya kegiatan sosialisasi kepada masyarakat (PKM) dan pelaksanaan pembebasan lahan telah dilaksanakan.

2. Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) *Bahan* adalah semua bahan bangunan yang dipakai untuk pelaksanaan pekerjaan.
- 2) *Bulan dan Hari* adalah bulan kalender dan hari kalender Gregorian.
- 3) *Direksi teknik atau Engineer Representative* adalah orang, pejabat proyek, atau pejabat proyek badan hukum yang ditunjuk oleh Pimpinan Proyek atau Kuasa Pengguna Anggaran atau pengguna yang mempunyai kekuasaan penuh untuk mengawasi dan mengarahkan pelaksanaan pekerjaan sebaik-baiknya menurut persyaratan yang ada dalam dokumen kontrak.
- 4) *Dokumen Kontrak* adalah suatu dokumen yang memuat persyaratan-persyaratan dan ketentuan-ketentuan teknis dan administrasi serta gambar-gambar teknis perencanaan yang harus dipenuhi untuk melaksanakan pekerjaan yang diperjanjikan, sesuai dengan dokumen pengadaannya.
- 5) *Engineer's Estimate atau EE* atau estimasi perencanaan adalah perkiraan biaya pekerjaan proyek atau bagian proyek yang telah dibuat oleh perencanaan dan atau konsultan perencanaan.

- 6) *Gambar rencana* adalah gambar yang tercantum dalam dokumen kontrak dan setiap gambar perubahan atau penambahan yang telah dibuat dan disetujui secara tertulis oleh Direksi Teknik.
- 7) *Gambar Pelaksanaan* adalah gambar metode kerja kontraktor.
- 8) *Jaminan Pelaksanaan* adalah suatu jumlah uang yang dipertanggungkan untuk menjamin suatu kewajiban dari sipenjamin dan merupakan sangsi bilamana terjadi cidera janji.
- 9) *Jenis-jenis satuan pekerjaan atau pay item* adalah jenis-jenis satuan pekerjaan yang secara khusus dicantumkan dalam dokumen daftar kuantitas dan harga atau BOQ satuan yang terdiri dari “*major item*” dan “*minor item*”.
- 10) *Kisdam (Temporary Cofferdam)* adalah bangunan air sementara yang dibangun membentuk tanggul mengelilingi separuh bagian lebar saluran/sungai sehingga diperoleh lahan kering yang memungkinkan pelaksanaan konstruksi bangunan drainase.
- 11) *Kontrak* adalah suatu Kesepakatan yang dituangkan dalam perjanjian tertulis dan isi kontrak telah disepakati oleh pemberi kerja dan mitra kerja. Setelah ditandatangani merupakan hukum bagi kedua belah pihak yang menandatangani.
- 12) *Kontraktor* adalah badan hukum sebagai pemenang dalam proses pelelangan dan atau telah ditunjuk oleh pemilik atau Pemimpin Proyek dan telah menandatangani kontrak untuk melaksanakan pekerjaan.
- 13) *Lapangan* adalah lahan yang disediakan oleh pemilik dengan batas-batas yang jelas untuk keperluan pelaksanaan pekerjaan.
- 14) *Masa Pelaksanaan* adalah jangka waktu bagi kontraktor untuk menyelesaikan pekerjaan atau kegiatan yang tercantum dalam dokumen kontrak atau amandemen kontrak yang mencakup volume, spesifikasi teknis dan biaya yang telah disepakati serta pelaksanaan yang memenuhi persyaratan pengendalian mutu (*quality assurance*).
- 15) *Masa Pemeliharaan* adalah jangka waktu bagi kontraktor untuk memelihara hasil pekerjaan yang telah diselesaikan sampai serah terima pekerjaan akhir atau *Final Hand over (FHO)*. Kontraktor wajib melakukan pembetulan dan perbaikan-perbaikan pekerjaan yang rusak selama masa pemeliharaan.
- 16) *Nilai kontrak* adalah jumlah nilai uang yang telah disepakati untuk melaksanakan pekerjaan sebagaimana telah tercantum dalam kontrak.

- 17) *Owner's Estimate* atau *OS* atau *Estimasi Pemilik* adalah perkiraan biaya pekerjaan proyek atau bagian proyek, yang dibuat oleh Pimpinan Proyek atau Kuasa Pengguna Anggaran atau pemilik yang merupakan peninjauan kembali dari EE.
- 18) *Pekerjaan* adalah pekerjaan yang harus dilaksanakan, diselesaikan dan dipelihara sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang tercantum dalam dokumen kontrak.
- 19) *Penghentian Kontrak* adalah berakhirnya kontrak lebih awal dari tanggal yang dijadwalkan untuk berakhirnya kontrak, atas prakarsa pemilik, sebagai akibat prestasi kontraktor yang tidak sesuai dengan syarat-syarat didalam kontrak.
- 20) *Pengujian* atau *testing* adalah kegiatan untuk menguji sistem drainase yang berjalan serta mutu pekerjaan dan atau mutu bangunan dan bahan.
- 21) *Pengukuran* atau *Measuring* adalah kegiatan mengukur volume pekerjaan (*quantity*) dan penilaian mutu bangunan dan bahan (*quality*) dari hasil pekerjaan yang telah diselesaikan.
- 22) *Penyerahan pertama pekerjaan* atau *Provisional Hand Over (PHO)* adalah suatu proses penyerahan seluruh hasil pekerjaan fisik yang telah diselesaikan oleh kontraktor sesuai gambar dan spesifikasi yang tercantum di dalam dokumen kontrak sebelum masa pemeliharaan.
- 23) *Penyerahan Kedua pekerjaan* atau *Final Hand Over (FHO)* adalah suatu proses penyerahan hasil pekerjaan fisik yang telah diselesaikan kontraktor secara keseluruhan sesuai gambar dan spesifikasi yang tercantum di dalam dokumen kontrak setelah masa pemeliharaan.
- 24) *Penunjukan Langsung* adalah suatu cara dalam pengadaan jasa kontraktor. Untuk mendapatkan harga borongan yang memenuhi persyaratan teknis dan menguntungkan negara/pemilik tanpa melalui pelelangan. Untuk penunjukan langsung oleh pemerintah harus memenuhi tata cara yang berlaku dalam penunjukan langsung.
- 25) *Peralatan dan Bahan Konstruksi* adalah semua peralatan, material dan bahan lainnya yang dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan mutu yang disetujui oleh direksi teknis/pemilik pekerjaan.
- 26) *Pematokan* atau *uitzet* adalah kegiatan pemasangan tanda-tanda patok yang merupakan pemindahan gambar rencana ke lapangan yang menggambarkan lokasi, arah, jarak dan ketinggian bangunan, dan pelaksanaannya bersama-sama direksi pekerjaan/pemilik pekerjaan.

- 27) *Pembetulan pekerjaan* adalah pekerjaan perbaikan hasil pekerjaan agar sesuai dengan gambar teknis seperti yang direncanakan semula. Meliputi kegiatan pengukuran kembali terhadap profil permukaan yang telah dikerjakan, penggalian atau penimbunan lebih lanjut, pekerjaan pembangunan yang tidak memenuhi kriteria toleransi, perbaikan dan penggantian yang rusak selama pelaksanaan.
- 28) *Pengawas Lapangan* adalah Pejabat Proyek, Instansi atau Badan Hukum yang ditunjuk dan diberi kekuasaan penuh oleh Pimpro atau Kuasa Pengguna Anggaran atau pemilik pekerjaan untuk membantu Direksi Teknik dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan.
- 29) *Saluran Pengelak (Diversion Channel)* adalah saluran berbentuk saluran terbuka atau terowongan yang dibuat untuk mengalihkan aliran air, sehingga lokasi pelaksanaan konstruksi dapat terbebas dari genangan air.
- 30) *Surat Perintah Mulai Kerja* adalah perintah tertulis untuk memulai pelaksanaan pekerjaan yang diterbitkan setelah penandatanganan kontrak oleh Pimpro/Kuasa Pengguna Anggaran/pemilik.
- 31) *Sub-Kontraktor* adalah badan hukum yang mendapat pelimpahan sebagian pekerjaan dari kontraktor, sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan yang harus mendapatkan persetujuan dari pemilik dan/atau Pemimpin Proyek.
- 32) *Uji lapangan (Test Commisioning)* adalah merupakan pelaksanaan pengujian dan kajian terhadap konstruksi bangunan yang ada, dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, sebelum pekerjaan konstruksi diserahkan kepada Direksi Pekerjaan;

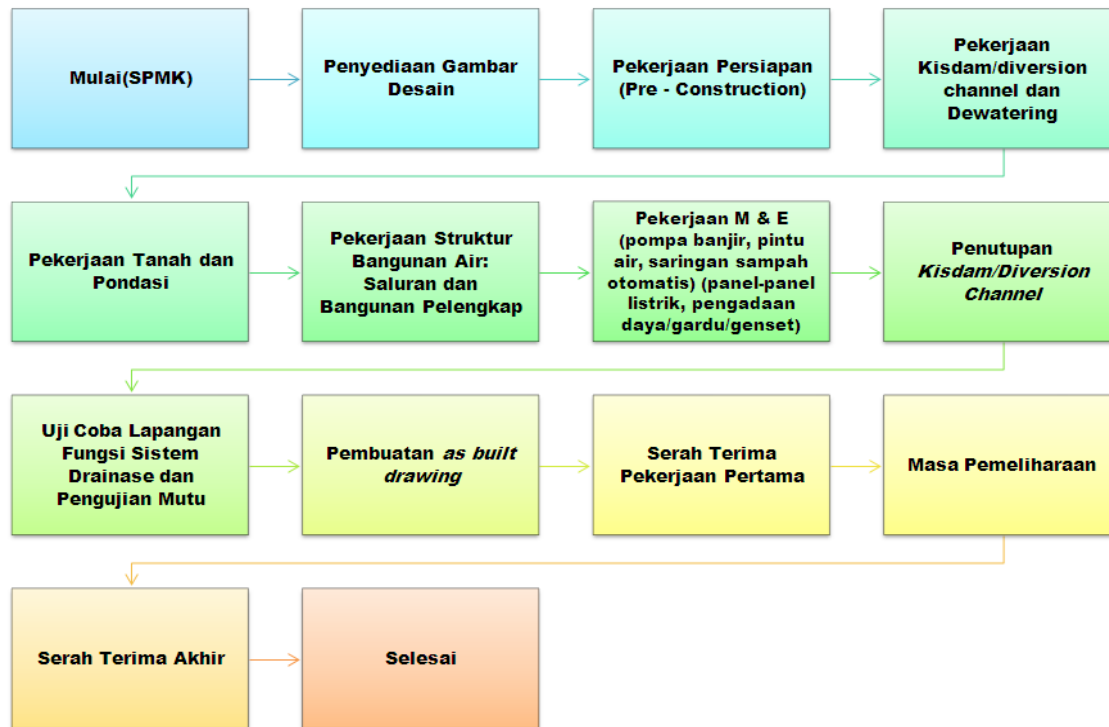
B. PERSYARATAN DAN LINGKUP PELAKSANAAN KONSTRUKSI

1. Umum

Beberapa ketentuan umum berkaitan dengan Pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan, adalah meliputi:

- 1) Pekerjaan pelaksanaan konstruksi adalah kegiatan-kegiatan untuk mendukung pelaksanaan konstruksi mulai dari tahap persiapan konstruksi (*pre-construction*), pelaksanaan konstruksi (*construction*) dan uji coba sistem (*test commissioning*);
- 2) Lingkup pekerjaan yang termasuk dalam pekerjaan pelaksanaan konstruksi (sesuai dengan jenis dengan bangunan yang dikerjakan) adalah :

- (1) Penyediaan gambar desain;
 - (2) Persiapan lapangan;
 - a) pembuatan metode pelaksanaan dan rencana kerja dengan metode aman dan bersih (*clean construction*);
 - b) program dan jadwal pekerjaan;
 - c) pembuatan gambar kerja (*shop drawing*) dan perubahan desain bila terjadi perbedaan dengan lapangan;
 - d) mendirikan bangunan kantor dan gudang (*direksi keet*);
 - e) mobilisasi peralatan dan tenaga kerja;
 - f) pengawasan kualitas dan kepastian kualitas/Quality Control dan Quality Assurance/QA-QC.
 - g) perizinan dan pengaturan lalu lintas (bila diperlukan);
 - h) penelaahan spesifikasi teknis;
 - i) pengukuran peil;
 - j) memasang *bouwplank* untuk profil dan batas-batas bangunan;
 - (3) Membuat pekerjaan kisdam/*Diversion Channel*, serta melakukan pemompaan air/pengeringan (*dewatering*) pada bagian pekerjaan yang memerlukan;
 - (4) Pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi;
 - (5) Pekerjaan Sipil: pekerjaan saluran, bangunan pelengkap dan bangunan penunjang;
 - (6) Pekerjaan mekanikal dan elektrik: pompa banjir, saringan sampah manual dan otomatis;
 - (7) Pembongkaran *Kisdam* dan penutupan *Diversion Channel* serta pemulihan/rehabilitas lokasi;
 - (8) Uji Coba Lapangan Fungsi Sistem Drainase Perkotaan dan Pengujian Mutu;
 - (9) Pembuatan *as built drawing*;
 - (10) Serah terima pekerjaan.
- 3) Persyaratan dalam uji coba sistem drainase:
- (1) Pelaksanaan uji coba dilakukan di lapangan dengan beberapa ketentuan khusus yang berbeda. Sementara untuk pompa banjir dilakukan di laboratorium pabrik dan di lapangan setelah instalasi;
 - (2) Pembahasan pelaksanaan uji coba sistem drainase lebih dititik beratkan pada kegiatan uji coba fungsi sistem drainase sebelum diserahkan kepada pihak Direksi Teknik.



Gambar 1. Bagan Alir Pelaksanaan Konstruksi Sistem Drainase Perkotaan

2. Acuan-Acuan Pelaksanaan Konstruksi

Beberapa Acuan-acuan dalam Pelaksanaan konstruksi drainase perkotaan, adalah meliputi:

NI-2 Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1997.

NI-3 Peraturan umum untuk Bahan Bangunan Indonesia

NI-5 Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI)

NI-8 Semen Potland

SNI 03-1750-1990 Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.

SNI 15-2049-1990 Mutu dan Cara Uji Semen Portland.

SNI 03-2052-1990 Baja Tulangan Beton.

SNI 03-6861.1-2002 Spesifikasi air sebagai Bahan Bangunan.

SNI 03-6883-2002 Spesifikasi Toleransi untuk Konstruksi dan Bahan Beton.

SNI 03-6966-2003 Spesifikasi Saluran Air Hujan Pracetak Berlubang untuk Lingkungan Permukiman.

SNI 2442 : 2008 Spesifikasi Kereb Beton untuk Jalan.

3. Lingkup Pelaksanaan Konstruksi

1) Rapat Koordinasi

Rapat koordinasi yang perlu dilakukan dalam proses pekerjaan koordinasi meliputi :

a) Rapat koordinasi eksternal

Rapat koordinasi eksternal dilakukan bila diperlukan untuk mengatasi masalah sejak periode perencanaan sampai dengan periode pelaksanaan yang menyangkut pihak lain (diluar ke-PU-an). Rapat ini diselenggarakan bersama dengan instansi-instansi lain yang terkait.

Rapat koordinasi eksternal meliputi :

- (1) Rapat koordinasi pelaksanaan ke 1 yaitu menyusun kesepakatan pembagian paket pekerjaan serta alokasi dan mekanisme pendanaannya, mengundang instansi yang melaksanakan terkait (*stakeholder*).
- (2) Rapat koordinasi pelaksanaan ke 2 yaitu melakukan sosialisasi atas jadwal kegiatan pelaksanaan pekerjaan fisik lapangan, mengundang instansi terkait (*stakeholder*).

b) Rapat koordinasi internal pelaksanaan :

- (1) Rapat Pra Pelaksanaan (*Pre-Construction Meeting*) yaitu rapat untuk :
 - a. menyepakati metode kerja;
 - b. menyepakati jadwal riil pelaksanaan;
 - c. menyepakati material;
 - d. *check* perizinan yang telah didapatkan terkait pelaksanaan konstruksi;
- (2) Rapat koordinasi internal mingguan secara rutin dilaksanakan dalam rangka pengawasan pelaksanaan konstruksi, sekali seminggu selama periode pelaksanaan pekerjaan antara Pengawas Lapangan dan Kontraktor.
- (3) Rapat koordinasi internal bulanan secara rutin dilaksanakan sekali sebulan selama periode pelaksanaan pekerjaan antara Direksi Pekerjaan, Pengawas Lapangan dan Kontraktor.

2) Tahapan Penyediaan Gambar Desain

Beberapa ketentuan teknik yang harus diperhatikan sehubungan dengan kegiatan penyiapan gambar desain, terdiri dari:

- a) Kontraktor melakukan penyediaan gambar desain dan mempelajari dengan seksama semua gambar desain sistem drainase perkotaan;
- b) setiap ada perbedaan antara gambar dengan kenyataan di lapangan, hendaknya dilaporkan kepada Direksi Teknik/Pengawas Lapangan;

- c) berdasarkan gambar desain yang ada, lebih lanjut pihak kontraktor diwajibkan untuk membuat gambar kerja (shop drawing), dan melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar kerja yang telah disetujui oleh pihak Direksi Teknik, dan spesifikasi-spesifikasi lain yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut;
- d) apabila terdapat kekurangan atau hal lain yang meragukan, kontraktor diwajibkan mengajukan permohonan secara tertulis, dan Direksi Teknik akan mengoreksi serta menjelaskan gambar-gambar tersebut sebagai kelengkapan spesifikasi teknis;
- e) gambar-gambar kerja harus senantiasa disimpan di lapangan untuk pelaksanaan pekerjaan, monitoring, maupun revisi yang diperlukan;
- f) kontraktor harus menyediakan gambar-gambar yang menunjukkan perbedaan antara gambar rencana dan gambar kerja yang telah mendapat persetujuan dari Direksi Teknik.

3) Pekerjaan Persiapan (*Pre-Construction*)

Ketentuan-ketentuan teknik menyangkut kegiatan persiapan lapangan, adalah terdiri dari:

- a) orientasi lapangan, berkaitan dengan sarana dan prasarana yang tersedia serta kondisinya pada saat awal pelaksanaan pekerjaan, seperti jalan ke lokasi pekerjaan, jembatan, fasilitas penerangan, dan lain sebagainya;
- b) pemasangan papan nama proyek sebanyak yang diperlukan, minimal 2 (dua) buah, dengan ukuran dan penempatan yang ditunjuk oleh Direksi Teknik;
- c) pemasangan papan informasi/peringatan, dengan ukuran dan penempatan sesuai yang ditunjuk oleh Direksi Teknik;
- d) pembersihan lokasi proyek dari segala macam tanaman sampai akar-akarnya, serta material yang tidak bermanfaat;
- e) pembuatan jalan masuk ke lokasi proyek, apabila belum tersedia di lapangan;
- f) pembuatan jalur pipa air dari sumber ke lokasi pekerjaan, setelah terlebih dahulu mendapat persetujuan dari masyarakat/pemerintah daerah setempat;
- g) pembangunan fasilitas untuk penerangan lokasi pekerjaan, dengan menempatkan generator pada lokasi yang strategis;

- h) Pembangunan *Direksi Keet*. Jenis bangunan yang termasuk dalam bidang ini adalah *Direksi Keet* (kantor), gudang, barak kerja, bengkel kerja, dan fasilitas penunjang lainnya;
 - i) direksi keet dibuat dengan ukuran 3 x 6 m, dan terdiri dari :
 - (1) lantai dibuat dari beton tumbuk 1 : 3 : 6;
 - (2) tiang, rangka kuda-kuda dan atap terbuat dari kayu borneo, atau yang sejenis;
 - (3) dinding, terbuat dari bahan tripleks;
 - (4) atap bangunan dari asbes;
 - (5) jendela terbuat dari naco, rangka daun pintu dari kayu borneo (atau yang sejenis) dan dilapis dengan double tripleks;
 - (6) dinding pintu dan jendela dicat.
 - j) Direksi keet harus dilengkapi dengan perlengkapan mebel, yang terdiri dari kursi tamu, meja tulis, lemari, papan tulis, dan lain sebagainya;
 - k) Gudang berfungsi untuk menyimpan material dan perlengkapan, agar terlindung dari kerusakan akibat pengaruh cuaca dan pencurian;
 - l) Barak kerja dibuat sedemikian rupa sehingga para pekerja dapat berteduh dan beristirahat sepenuhnya secara layak;
 - m) Bengkel kerja, dibangun untuk menunjang kelancaran pelaksanaan pekerjaan, dan dilengkapi dengan peralatan dan perlengkapan yang memadai;
 - n) Lokasi bangunan kantor dan gudang, harus dibatasi dengan pagar yang cukup memadai untuk memisahkan batas areal proyek dengan milik penduduk, serta untuk keperluan keamanan proyek;
 - o) Pembuatan pos keamanan, fasilitas kesehatan, air bersih, dan lain sebagainya.
- 4) Pengawasan Kualitas Dan Kepastian Kualitas/*Quality Control* dan *Quality Assurance*/QA-QC
- a) Rencana pengawasan kualitas

Kontraktor harus mendapatkan persetujuan dari wakil pemberi kerja mengenai QA-QC untuk seluruh pekerjaan yang menjelaskan seluruh prosedur, instruksi, rekaman-rekaman, dan personil yang digunakan untuk memastikan dan mengontrol kualitas pekerjaan. Rencana QA/QC harus diajukan kontraktor kepada wakil pemberi kerja sebelum rapt mulainya proyek. Kontraktor harus menyajikan

kepada wakil pemberi kerja rencana pengawasan kualitas yang akan dilaksanakannya. Rencana QA/QC tersebut harus disetujui oleh wakil pemberi kerja agar sesuai dengan yang diharapkan.

b) QA/QC manajer

Kontraktor harus menunjuk seorang QA/QC manajer sebelum pekerjaan konstruksi dilaksanakan. QA/QC manajer akan bertanggung jawab terhadap pelaksanaan dan keberlangsungan rencana pengawasan kualitas. Orang yang ditunjuk oleh kontraktor sebagai QA/QC manajer harus disetujui oleh wakil pemberi kerja. QA/QC manajer akan melaporkan pekerjaannya langsung kepada Manajer proyek dari kontraktor.

c) Perubahan pada rencana pengawasan kualitas

Kontraktor harus memberi tahu kepada wakil pemberi kerja secara tertulis segala usulan perubahan pada rencana pengawasan kualitas. Perubahan yang dibuat pada rencana pengawasan kualitas tidak boleh dilaksanakan sebelum persetujuan tertulis dari wakil pemberi kerja.

d) Hal-hal yang melekat pada rencana pengawasan kualitas

Kontraktor harus memastikan bahwa rencana pengawasan kualitas yang telah disetujui telah diikuti dan dilaksanakan selama pelaksanaan pekerjaan. Seluruh hasil pengawasan, record dan seluruh operasi pengawasan kualitas harus dilaporkan secara berkala kepada wakil pemberi kerja.

5) Program dan Jadwal Pekerjaan

Untuk memperjelas ketentuan-ketentuan dalam kondisi-kondisi umum kontrak, program pekerjaan harus diajukan oleh kontraktor yang menunjukkan jumlah progress mingguan, progress aktual dari tanggal mulai pelaksanaan dan penyelesaian setiap pekerjaan utama dan berbagai tahap penting konstruksi.

Program harus mempertimbangkan kondisi cuaca, dan kondisi lain-lain yang menjamin bahwa penyelesaian pekerjaan tetap sesuai dengan kontrak.

a) Pelaporan

Kontraktor harus menyiapkan laporan progress bulanan untuk seluruh pekerjaan dalam kontrak untuk dibicarakan di dalam rapat. Laporan progress harus berhubungan dengan program kerja kontraktor dan menyatakan jumlah prosentase pekerjaan yang

telah diselesaikan pada bulan tersebut. Sebuah gambar kurva S yang mewakili kumulatif biaya dan volume pekerjaan yang dicapai yang menyatakan progress harus dimasukkan dalam laporan ini.

Laporan bulanan minimum harus mencakup:

- (1). uraian proyek;
- (2). Organisasi proyek kontraktor yang aktual;
- (3). uraian seluruh pekerjaan dan aktifitas yang dilaksanakan dan segala kendala proyek yang ditemukan selama bulan berjalan tersebut;
- (4). laporan progress dilengkapi dengan kurva S;
- (5). laporan tenaga kerja, jumlah tenaga kerja dan waktu kerja yang dipakai;
- (6). laporan peralatan, jumlah peralatan dan waktu kerja peralatan yang dipakai;
- (7). foto-foto aktual;
- (8). keadaan cuaca harian pada bulan tersebut;
- (9). dokumentasi yang lain, notulen rapat, laporan-laporan inspeksi, dll.

b) Rapat Koordinasi

Kontraktor harus menghadirkan wakilnya untuk rapat. Rapat regular dilaksanakan pada setiap minggu, yang harus dihadiri oleh personil kontraktor, wakil pemberi kerja dan pihak lain yang terkait dengan pekerjaan.

Setelah rapat tersebut, notulen rapat harus dibuat, diperbanyak dan didistribusikan kepada semua pihak dan ditanda-tangani oleh seluruh peserta. Dokumen ini harus disimpan dengan baik oleh semua pihak.

6) Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan dan Tenaga Kerja

Mobilisasi peralatan dan tenaga kerja merupakan tahap penyediaan dan pengadaan peralatan serta rekrutmen tenaga kerja yang akan terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan. Adapun beberapa ketentuan yang harus diperhatikan adalah:

- a) kontraktor harus melakukan mobilisasi tenaga kerja lengkap dengan alat-alat kerja yang dibutuhkan dengan secukupnya sesuai dengan kebutuhan dan jadwal masing-masing pekerjaan;
- b) tenaga kerja yang dilibatkan dalam pelaksanaan pekerjaan harus sesuai dengan spesifikasi pekerjaan yang telah ditentukan;

- c) apabila dipandang perlu, berkaitan dengan kapasitas dan prestasi kerja yang telah dicapai, pihak Direksi Teknik berhak untuk memerintahkan penambahan jumlah peralatan, atau menggantikannya dengan kapasitas yang lebih memadai;
 - d) kondisi peralatan yang akan digunakan harus dalam keadaan baik, dan menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat selesai tepat pada waktu yang telah ditentukan;
 - e) peralatan mesin yang akan digunakan untuk pekerjaan pokok, harus sudah tersedia di lapangan dan siap operasi sesuai dengan jangka waktu yang ditentukan dalam spesifikasi teknis;
 - f) berkaitan dengan mobilisasi/demobilisasi alat berat, perlu dipikirkan tentang pengadaan prasarana pendukung untuk mencapai lokasi proyek seperti jembatan darurat, pontoon, jalan masuk, dan lain sebagainya;
 - g) Demobilisasi termasuk memindahkan seluruh peralatan, tenaga kerja, surplus material, membongkar seluruh fasilitas sementara, memulangkan tenaga kerja yang dilaksanakan untuk menyelesaikan pekerjaan yang dinyatakan di dalam kontrak.
 - h) Demobilisasi dapat dinyatakan selesai apabila seluruh pekerjaan tersebut di atas telah diselesaikan pemindahan/demobilisasi peralatan yang dipergunakan, ke luar lokasi pekerjaan, harus mendapat izin tertulis dari pihak Direksi Teknik;
 - i) beberapa hal yang belum ditetapkan, akan dibahas pada tata cara yang lebih detail;
- 7) Perizinan

Perizinan adalah proses permohonan dan pengajuan izin penggunaan fasilitas umum, sumber alam yang ada disekitar lokasi pekerjaan yang dilakukan secara resmi oleh kontraktor atau Direksi Teknik, berkaitan dengan pemanfaatannya untuk mendukung kelancaran penyelesaian pekerjaan. Beberapa bidang yang memerlukan perizinan khusus terdiri dari beberapa hal sebagai berikut:

- a) izin penggunaan air dari sumber air dan atau pembuatan boring air tanah;
- b) izin pembongkaran bangunan yang lebih lanjut akan diikuti dengan perbaikan kembali;

- c) izin pengambilan sumber material seperti tanah, pasir, kerikil dan batu yang ditujukan secara resmi kepada pemerintah daerah setempat;
- d) izin pelaksanaan mobilisasi peralatan, terutama alat berat pada pekerjaan drainase yang besar;
- e) izin dan pemberitahuan tentang pelaksanaan pekerjaan kepada aparat pemerintah daerah setempat;
- f) izin dan pemberitahuan kepada aparat keamanan berkaitan dengan permohonan bantuan pengamanan disekitar lokasi pekerjaan;
- g) izin galian saluran yang berdasarkan izin trase yang diberikan.

8) Pengukuran Peil

Pengukuran peil merupakan kegiatan dalam tahap persiapan konstruksi, yang dilakukan untuk mengontrol posisi rencana bangunan, terhadap titik referensi yang telah ditetapkan. Sehubungan dengan kegiatan pengukuran peil beberapa ketentuan yang harus diperhatikan, meliputi:

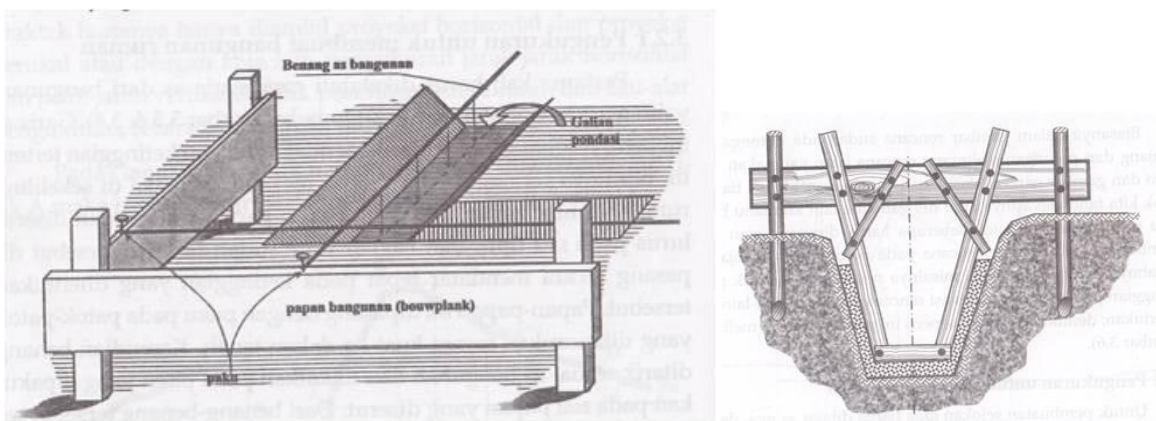
- a) Kontraktor akan mengadakan BM sementara dan permanen yang berada di sekitar area proyek untuk digunakan sebagai Acuan dalam setting dan survey pengukuran selama pelaksanaan pekerjaan. Lokasi dan pembangunan BM tersebut harus mendapatkan persetujuan dari wakil pemberi kerja. Kontraktor harus menyatakan dengan tepat koordinat dan level BM tersebut dan mengajukannya ke wakil pemberi kerja. Verifikasi dan pengecekan dari koordinat tersebut harus dilaksanakan setiap bulan sekali.
- b) Untuk setiap BM yang sudah ada sebelumnya (existing) apabila tidak ditentukan lain tidak boleh dihancurkan.
- c) peil-peil dan ukuran-ukuran yang ditetapkan dalam gambar harus sesuai dengan rencana, kecuali bila ada perubahan;
- d) pembuatan patok-patok Bantu (BM kecil atau patok kayu), yang telah diikatkan terhadap titik referensi yang telah ditetapkan sebelumnya;
- e) pelaksanaan pengukuran posisi dan elevasi areal penggalian, batas tanah milik masyarakat dengan berpedoman pada hasil perencanaan;

- f) ketentuan lain yang belum dibahas pada bagian ini, akan diuraikan lebih lanjut pada tata cara pembahasan yang lebih detail, berkaitan dengan persiapan konstruksi untuk tiap bagian yang bersangkutan;
 - g) semua kondisi dan situasi awal wilayah proyek dan perubahannya, akan dituangkan dalam gambar dan disimpan, guna monitoring pelaksanaan pekerjaan lebih lanjut;
 - h) Seluruh informasi hasil survey terhadap BM tersebut harus dilaporkan kepada wakil pemberi kerja.
- 9) Pembersihan dan Pengupasan
- a) Kontraktor harus mengajukan sebuah daftar kepada wakil pemberi kerja jumlah tanaman, utilitas, penghalang dll. yang perlu untuk dibersihkan atau dibongkar agar pekerjaan dapat dilaksanakan. Setelah daftar ini disetujui oleh wakil pemberi kerja, segera setelah itu pekerjaan pembersihan atau pembongkaran tanaman dan penghalang tersebut harus dilaksanakan.
 - b) Jalur saluran dan atau lokasi rencana bangunan pelengkap drainase harus dibersihkan dan dikupas sebelum melakukan penggalian atau melakukan pengurugan.
 - c) Pembersihan dan pengupasan berupa membersihkan akar-akar, tonggak, tumbuhan, perkerasan, jalur pejalan kaki dan hambatan apapun dipermukaan yang perlu disingkirkan secara permanen atau untuk sementara waktu dan semua itu terdapat di aera yang akan digali.
 - d) Tidak boleh ada pohon yang ditebang, dirusak atau diganggu oleh Kotraktor tanpa persetujuan Direksi. Bila terpaksa dilakukan kontraktor harus memperhatikan peraturan Daerah setempat tentang pengantian pohon yang ditebang.
 - e) Semua kotoran, buangan, tumbuhan dan bahan bongkaran seluruhnya harus disingkirkan dari lokasi pekerjaan dan dibuang oleh Kontraktor dengan cara yang baik, kecuali bagi bahan atau bangunan yang akan disingkirkan untuk sementara waktu dan nantinya diperbaiki kembali seperti semula.
 - f) Bahan maupun bangunan yang disingkirkan untuk sementara waktu dan nantinya akan dipasang dan diperbaiki kembali harus disimpan dan dijaga dengan baik.

10) Pemasangan *Bouwplank*

Pemasangan *Bouwplank* untuk membuat bentuk dan ukuran-ukuran dari bagian-bagian bangunan. Hal-hal yang perlu menjadi perhatian sebagai berikut:

- a) Patok tersebut harus diikat ketinggiannya dengan patok yang sudah ada atau terhadap tinggi patok setempat yang disetujui oleh Pengawas.
- b) Semua patok/patok *bouwplank* harus dibuat dari bahan yang kuat dan awet.
- c) Bilamana Kontraktor meragukan ketepatan dari patok setempat yang sudah ada, maka Kontraktor harus menyatakan hal tersebut secara tertulis kepada Pengawas.



Insert: Sajekti, Amien, "Metode Kerja Bangunan Sipil" Graha Ilmu, cetakan ke-1 2009.

Gambar 2. Perspektif Pemasangan Bouwplank dan Mal

11) Pembuatan Kisdam/ *Diversion Channel* dan Pengeringan (*dewatering*)

Dalam pelaksanaan pembangunan bangunan air yang berada di saluran besar/anak sungai dibutuhkan "*Diversion Channel*", untuk mengalihkan aliran air dalam saluran/sungai tidak memasuki lokasi pekerjaan. Pembuatan *Diversion Channel* merupakan bagian dari pekerjaan pengeringan. Untuk pengeringan sendiri dilakukan untuk menghilangkan genangan air di lokasi baik karena masuknya air saluran/sungai ke lokasi, karena hujan maupun karena rembesan air tanah. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Kisdam dan Proses Pengeringan sebagai berikut:

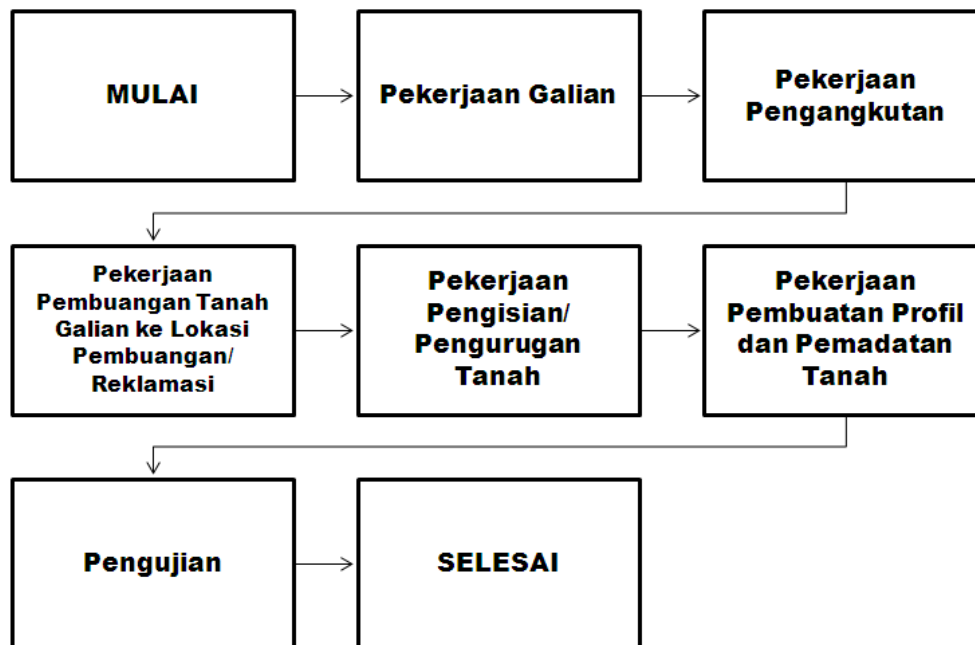
- a) pembuatan kisdam (*cofferdam*) dengan menggunakan konstruksi sederhana tetapi cukup kuat.
- b) konstruksi kisdam tersebut harus mampu menahan rembesan/bocoran semaksimal mungkin.
- c) pengeringan dapat dilakukan dengan peralatan pompa air.

- d) Bila pelaksanaan pembangunan bangunan air berada lebih dalam dari muka air tanah, dimana menghadapi keluarnya air tanah maka pada sekeliling lokasi penggalian dibuat parit yang miring ke arah sumur dimana diletakan submersible pump, yang berfungsi mengeluarkan air yang terkumpul pada sumuran ke badan air penerima.
- e) Kapasitas pompa dan jumlah pompa harus disesuaikan dengan debit air tanah yang keluar dari seluruh daerah penggalian tersebut.
- f) *Sump Pump* atau pompa sumur adalah pompa untuk mengeluarkan air dari kedalaman tanah sehingga permukaan air tanah dapat turun. Pompa yang dipergunakan adalah jenis submersible pump.

12) Pekerjaan Tanah

Sebelum memulai pekerjaan tanah, kontraktor harus mengajukan suatu metode kerja yang komprehensif kepada wakil pemberi kerja yang terdiri dari aspek di bawah ini:

- a) peralatan yang digunakan dalam jumlah dan kapasitas;
- b) metode pergerakan/manuver alat;
- c) metode pelaksanaan penggalian;
- d) metode pengisian, pembentukan, dan pemotongan sesuai dengan kondisi awal lokasi, garis, level;
- e) kemiringan, dan dimensi-dimensi yang terdapat pada gambar atau sesuai yang ditentukan oleh wakil pemberi kerja;
- f) metode penopang, penguat, papan pendukung, penambat, dan pembongkaran setelah selesai;
- g) metode penumpukan dan pembuangan material;
- h) pengadaan seluruh akses sementara, jalan pengalih, dan saluran-saluran;
- i) metode penanganan dan pengangkutan material galian;
- j) Sebelum mulai pekerjaan tanah, kontraktor harus mendapatkan, persetujuan dari wakil pemberi kerja mengenai metode dan sistim yang digunakan.



Gambar 3. Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Tanah

13) Pekerjaan Struktur Bangunan Air

a) Umum

Pelaksanaan struktur bangunan air akan berbeda untuk setiap jenis/*type* bangunan air, bentuk bangunan, material dan bahan bangunan, serta tergantung dari pondasi bangunan yang dipilih. Dalam pembangunan sistem drainase perkotaan, jenis/*type* bangunan air yang dibangun antara lain:

- (1). Saluran drainase. Type saluran: saluran tertutup dan terbuka. Bentuk penampang saluran terbuka: trapesium, persegi, setengah lingkaran, segitiga. Untuk saluran tertutup bentuk penampang: persegi (*box*), trapesium. Material saluran: alamiah (dinding tanah), pasangan batu disiar, beton bertulang dilokasi, saluran beton bertulang pracetak (*pre-cast*).
- (2). Bangunan Perlintasan.
- (3). Bangunan Pintu Air.
- (4). Bangunan Sistem Pompa.
- (5). Bangunan Kolam Detensi
- (6). Bangunan Kolam Retensi.

Untuk bangunan-bangunan pelengkap sistem drainase perkotaan selanjutnya akan dibahas detail pelaksanaannya pada buku lampiran tata cara pelaksanaan pembangunan ini.

- b) Pelaksanaan pada saluran dan bangunan pelengkap dengan struktur bangunan air dari beton

Berikut uraian tentang aspek-aspek pelaksanaan pada material saluran beton bertulang.

(1). Hal-hal yang diperhatikan

Untuk pembangunan saluran dengan material beton, kontraktor harus melaksanakan pengecoran dan perawatan beton sesuai dengan PB, ACI 318 M atau yang ekuivalen dan harus sesuai dengan persyaratan-persyaratan dibawah ini.

Secara khusus, kontraktor harus menjamin bahwa semua operasi pembetonan struktur dilaksanakan dengan perlindungan yang cukup terhadap cuaca sampai selesainya lapisan penutup akhir.

Perlindungan ini dapat berupa, atap permanen dari struktur tersebut atau penutup sementara yang disetujui Direksi, yang dipasang pada setiap kali pengecoran.

(2). Pekerjaan Acuan/Bekisting

- i). Kontraktor agar membuat acuan/bekisting sebelum pelaksanaan pengecoran. Pembuatan bekisting agar benar-benar presisi dengan dimensi bangunan dalam gambar desain. Bahan yang material bekisting disesuaikan dengan spesifikasi teknis.
- ii). Pemasangan bekisting harus rapi dan kaku sehingga setelah dibongkar memberikan bidang yang rata dan saat pembongkaran tidak akan mengganggu atau merusak betonnya sendiri. Celah antara papan harus cukup rapat sehingga pada waktu pengecoran tidak ada air adukan yang keluar.
- iii). sebelum dilakukan pengecoran, sisi dalam bekisting harus bersih dari kotoran-kotoran atau benda lain yang tidak diperlukan.
- iv). Tiang penyangga harus cukup kuat sehingga tidak merubah bentuk bekisting pada waktu pengecoran beton.

(3). Pekerjaan Pembesian / Penulangan

- i). Pekerjaan pembesian/penulangan harus sesuai dengan gambar (bentuk dan ukuran), harus dipasang dengan baik sehingga sebelum dan selama pengecoran tidak berubah bentuknya. Penggunaan tulangan beton harus sesuai yang

disyaratkan dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1997.

- ii). Pembesian/penulangan untuk bagian tabat pada daerah yang tingkat keasaman dan keasinan tinggi selimut beton $\pm$ 4cm (jarak luar beton dengan as tulangan)

(4). Persetujuan Direksi Sebelum Pengecoran

- i). Direksi harus diberitahu 24 (dua puluh empat) jam sebelum pengecoran beton dilaksanakan.
- ii). Hal ini akan memungkinkan Direksi untuk memeriksa pembesian dan cetakan beton serta memperbaiki bilamana diperintahkan oleh Direksi.
- iii). Dalam segala hal beton tidak boleh dicor sebelum mendapatkan izin dari Direksi.

(5). Pengangkutan dan Pengecoran Beton

- i). Pengecoran beton pada posisinya yang terakhir harus diselesaikan dalam waktu 1 (satu) jam setelah pencampuran air dengan agregat dalam mesin pengaduk.
- ii). Pembetonan harus dilaksanakan dengan cara sedemikian rupa sehingga keterlambatan untuk menempatkan beton segar di atas lapisan terdahulu dapat dibiarkan.
- iii). Beton segar tidak boleh ditempatkan kecuali lapisan bagian bawah masih bersifat plastis.
- iv). Bilamana keterlambatan telah sedemikian besarnya sehingga tidak lagi memenuhi syarat diatas, permukaan beton harus diperlakukan sebagai siar konstruksi.
- v). Tinggi jatuh maksimum dari beton untuk pengecoran dinding dan kolom adalah 2 (dua) meter.

(6). Pemadatan Beton

- i). Semua beton harus dipadatkan dengan menggunakan penggetar celup berfrekuensi tinggi dengan ukuran yang sesuai dengan jarak bersih antar batang-batang tulangan.
- ii). Frekuensi getaran paling sedikit 85 *cycles/second*.
- iii). Penggetar harus dimasukkan ke dalam seluruh tebal dari beton segar dan menembus hingga lapisan terdahulu yang masih bersifat plastis setiap kali dimasukkan.
- iv). Selama operasi pengecoran beton disuatu tempat. Kontraktor harus menggunakan paling sedikit 2 (dua)

penggetar. Satu unit cadangan harus senantiasa dipersiapkan sebelum dimulainya pengecoran.

(7). Perlindungan dan Perawatan Beton Setelah Pengecoran

- i). Beton harus dilindungi dari sinar matahari secara langsung dan dari angin yang kering.
- ii). Setelah beton mengeras, permukaan yang terbuka dan cetakan (kecuali cetakan pelat baja atau material lain yang kedap air) harus dijaga tetap lembab secara terus menerus selama tidak kurang dari 7 (tujuh) hari.
- iii). Setelah beton selesai dicor, harus senantiasa dijaga agar tulangan-tulangan yang masih menonjol ke luar tetap tidak terganggu untuk suatu jangka waktu yang ditentukan namun tidak kurang dari 24 (dua puluh empat) jam.
- iv). Permukaan horizontal harus disiram dan digenangi air atau dibasahi dengan karung basah lalu ditutupi dengan lembaran *Polythene* dan tetap dibiarkan basah selama masa pemeliharaan.
- v). Permukaan vertikal harus dilapisi dengan bahan untuk perawatan beton (*curing compound*) segera setelah cetakan dibuka.
- vi). Setelah itu permukaan harus dibasahi dengan karung basah dan ditutup dengan lembaran *Polythene* segera setelah cetakan dibuka.
- vii). Harus dijaga agar bahan perawatan beton yang digunakan cocok dengan lapisan finishing akhir permukaan beton tersebut.
- viii). Semua persyaratan perawatan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan harus dikerjakan dilapangan oleh kontraktor sebelum dimulainya pengecoran beton.
- ix). Perawatan harus segera dilakukan segera setelah permukaan beton mengeras.

(8). Pengecoran Dalam Cuaca Panas

- i). Bila pengecoran beton dilaksanakan dalam cuaca panas, maka pengecoran harus dilakukan secepat mungkin.
- ii). Setelah pengecoran, permukaan yang terbuka harus dilindung dari sinar matahari dan secepatnya setelah beton

mengeras harus segera ditutup dan dijaga tetap lembab dengan peralatan yang disetujui.

- iii). Bila diperintahkan oleh Direksi, permukaan yang terbuka harus disiram dengan percikan air yang halus segera setelah dicor untuk mencegah retak-etak akibat penyusutan plastis.
- iv). Tanah dasar dan cetakan harus disiram air sebelum pengecoran.
- v). Semua genangan-genangan air yang terbentuk akibat penyemprotan yang berlebihan harus dibuang.

14) Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal (M & E)

Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal dalam Pembangunan Sistem Drainase Perkotaan terdapat pada pelaksanaan bangunan pelengkap, diantaranya:

- a) Sistem pompa.
- b) Saringan sampah otomatis.
- c) Pintu air otomatis.

Terkait dengan item-item diatas, merupakan item kegiatan pengadaan barang elektro mekanikal, sehingga pelaksanaannya biasanya dilaksanakan dengan tender pelaksanaan fisik. Pengadaan juga termasuk proses instalasi (pemasangan).

Hal-hal yang perlu menjadi perhatian adalah sebagai berikut:

- a) Pemilihan barang mekanikal seperti pompa banjir perlu memperhatikan kelengkapan dan ketersediaan suku cadang: sesuai dengan standar SNI atau yang terbaru, spesifikasi teknis, material, merk dan *warranty*.
- b) Proses pengadaan peralatan M&E sudah diatur waktunya bertepatan dengan selesainya pelaksanaan struktur bangunan air, sehingga dapat langsung dilakukan proses instalasi. Koordinasi penyedia jasa konstruksi dengan supplier agar menjadi perhatian.
- c) Peralatan M&E yang akan digunakan, harus melalui proses pengujian. Pengujian dilaksanakan di laboratorium pabrik maupun di lapangan sebelum dan sesudah instalasi. Pengujian dihadiri oleh konsultan pengawas/pengawas dan direksi pekerjaan.

Dalam pelaksanaan pengadaan pekerjaan mekanikal, hal-hal yang perlu menjadi perhatian antara lain:

- a) kontraktor menyiapkan *teknikal data sheet* untuk seluruh bagian pompa/pintu air otomatis/*trash racks* beserta assesoris kepada pemberi kerja untuk mendapatkan persetujuan sebelum proses manufaktur dimulai;
- b) *data sheet* harus termasuk tapi tidak terbatas pada merek, tipe, lokasi pabrik, data elektrik, data mekanik dan *performance chart*;
- c) kontraktor harus menyiapkan *shop drawing*, yang mengindikasikan pengukuran detail, proses produksi, *finishing*, berat total, posisi terpasang sehubungan dengan kondisi lapangan;
- d) segera setelah pompa/*trash racks*/peralatan pintu air otomatis terkirim di lapangan, harus dilaksanakan inspeksi visual yang dilaksanakan untuk memastikan bahwa seluruh ketentuan dalam *teknikal data sheet* dipenuhi. Visual inspeksi harus disaksikan oleh wakil pemberi kerja. Laporan inspeksi ditanda tangani oleh semua pihak.

Lingkup kegiatan elektrikal dalam pekerjaan, antara lain:

- a) Penyambungan daya/*power* antara generator utama melalui *switchboard* utama rumah pompa/pintu air otomatis/*trash racks*;
- b) Titik penyambungan generator bantu tambahan dilaksanakan dengan melalui *switch board*;
- c) Menyediakan sebuah sistem deteksi tingkat level air yang terdiri dari switch pelampung/*float switch* dan sistem alarm;
- d) Sistem penerangan dalam ruang dan luar ruang, termasuk penerangan dalam ruangan dan penerangan di luar rumah pompa;
- e) *Switchboard* penerangan;
- f) Menyediakan sistem penangkal petir;
- g) Berdasarkan desain yang ada, Panel pompa harus buatan pabrik pompa yang ditawarkan dan disertakan juga gambar panel dan *wiring Diagram* dan (Gambar *panel* dan *Wiring Diagram* distempel oleh pabrik pembuat) karena hal ini menyangkut Garansi pompa yang ditawarkan, Panel pompa juga harus mendapatkan Surat Rekomendasi dari Pabrikan/ATPM karena menyangkut Garansi Pompa selama 2 Tahun sejak pompa dioperasikan.

Untuk lebih jelasnya uraian tentang tata cara pelaksanaan tahapan M&E dapat dilihat pada buku tata cara pelaksanaan Sistem Pompa dan tata cara pelaksanaan Pintu Air.

15) Penutupan Kisdam/ *Diversion Channel*

Dalam pekerjaan kisdam/ *diversion channel* hal-hal yang perlu menjadi perhatian sebagai berikut:

- a) Setelah pelaksanaan konstruksi dan pada tahapan akhir sebelum penyerahan pertama atau PHO dilaksanakan penutupan kisdam/ *diversion channel*.
- b) Pelaksanaan penutupan kisdam/ *diversion channel* harus diikuti dengan pelaksanaan pengurugan tanah bekas galian saluran pengalih dan pemadatan tanah.
- c) Bila saluran pengalih yang dibuat sebelumnya merupakan badan jalan maupun taman, dan lain sebagainya kontraktor/penyedia jasa konstruksi wajib melakukan pemulihan ke kondisi awal.

16) Jenis Pengujian

Sesuai dengan lokasi pengujian, kegiatan uji coba dapat diklasifikasikan menjadi :

- a) pengujian laboratorium, dengan ketentuan sebagai berikut :
 - (1) dilakukan dalam bentuk model hidrolik;
 - (2) uji model hidrolik dilaksanakan dengan ketentuan :
 - a). dilakukan di laboratorium yang telah diakreditasi, dan telah mendapat rekomendasi serta persetujuan dari Direksi Teknik;
 - b). digunakan skala perbandingan model yang sesuai dengan ukuran sebenarnya, serta *prototype* dari bangunan sesungguhnya;
 - c). lingkup uji terdiri dari kajian pola aliran, endapan, daya tampung saluran, serta kajian hidrolik lainnya berkaitan dengan bangunan air;
 - d). uji coba dilakukan dalam beberapa kondisi debit aliran;
 - e). akan disusun rekomendasi aspek hidrolik bangunan air, berikut sarana perbaikan terhadap perencanaan yang dibuat;
 - f). keuntungan penggunaan uji model hidrolik adalah:
 - i). pola aliran, endapan, gerusan, dan operasional sub sistem maupun sistem, dapat disajikan dalam bentuk dua atau tiga dimensi yang mendekati bentuk sesungguhnya di lapangan;

- ii). rekomendasi dapat diberikan berkaitan dengan revisi desain yang perlu dilakukan, guna memperoleh bentuk yang optimal.
- (3) kerugian penggunaan uji model hidrolik adalah :
 - i). membutuhkan areal yang cukup luas;
 - ii). waktu pengujian relatif lama (antara 1 hingga 3 bulan);
 - iii). sangat tergantung dari ketrampilan pelaksanaan, terutama dalam memasukkan parameter dan penggunaan asumsi dalam model sehubungan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.
- (4) direkomendasikan untuk dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi, karena berkaitan erat dengan saran terhadap perbaikan desain sub sistem maupun sistem itu sendiri secara keseluruhan;
 - i). gorong-gorong, menyangkut aspek hidrolik bangunan air seperti pola aliran dan endapan, kemampuan gorong-gorong untuk menerima beban debit rencana, serta tipe dan jenis bahan gorong-gorong yang digunakan;
 - ii). pintu air, menyangkut aspek hidrolik bangunan air seperti bukaan pintu, pola aliran dan endapan yang terjadi, serta penetapan tipe pintu berikut jenis bahan yang digunakan;
 - iii). bangunan terjun, menyangkut aspek hidrolik bangunan air seperti pola aliran dan endapan, ruang, olak, dan saran tentang tipe bangunan olakan yang digunakan agar pola aliran tetap stabil;
- (5) dapat digunakan untuk mengkaji sub sistem secara terpisah, maupun seluruh kesatuan sistem drainase perkotaan;
- b) pengujian lapangan, dengan ketentuan sebagai berikut :
 - (1). dilakukan dengan mengadakan kontrol, pengamatan, dan pengujian langsung di lapangan terhadap bangunan yang telah selesai konstruksinya, sebelum tahap penyerahan pekerjaan;
 - (2). dapat digunakan untuk mengkaji fungsional dari sub sistem maupun seluruh sistem yang telah dibangun di lapangan;
 - (3). dapat digunakan untuk melihat kondisi dan pola aliran yang sesungguhnya, serta kontrol terhadap kebocoran atau tidak berfungsinya salah satu bagian dari bangunan yang ada;

- (4). dapat juga dikaji tentang kualitas konstruksi bangunan yang sesungguhnya.

Sedangkan berdasarkan materi yang akan diuji coba, klasifikasi kegiatan dapat dibedakan menjadi :

- (1) uji coba hidrolis, merupakan tinjauan terhadap fungsi hidrolis tata air atau jaringan, sebagai sub sistem maupun satu kesatuan sistem drainase;
- (2) uji coba material/struktur, merupakan kajian terhadap material dan kekuatan konstruksi yang secara khusus dibahas pada tata cara uji material.

17) Persyaratan Pengujian

Sehubungan dengan persyaratan pengujian yang dilakukan, beberapa ketentuan teknik yang harus diperhatikan meliputi:

- 1) Sub sistem yang akan maupun telah dibangun harus dapat berfungsi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan;
- 2) tiap sub sistem yang diuji harus memenuhi kriteria-kriteria hidrolis saluran dan bangunan;
- 3) sebagai satu kesatuan sistem drainase perkotaan, berfungsinya tiap-tiap sub sistem yang ada, diharapkan akan dapat menunjang operasional sistem drainase perkotaan secara keseluruhan;
- 4) berkenaan dengan pelaksanaan uji model hidrolis, pelaksanaan kegiatan harus dilakukan di laboratorium yang telah diakreditasi dan mendapat persetujuan dari Direksi Teknik;
- 5) berkenaan dengan pelaksanaan uji model matematik, pelaksanaan kegiatan harus menggunakan Paket Program Komputer Standar yang telah diuji ketelitian dan ketepatannya;
- 6) hasil akhir pengujian akan memberikan kesimpulan dan rekomendasi terhadap bangunan yang diuji serta saran perbaikan yang bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi sub sistem maupun sistem drainase sesuai dengan rencana;
- 7) hasil uji coba yang telah dilakukan, harus ditandatangani oleh penanggung jawab yang berwenang.

18) Uji Coba Saluran

Beberapa ketentuan teknik berkenaan dengan pelaksanaan uji coba saluran drainase adalah menyangkut:

- a). lingkup uji coba saluran terdiri dari :
 - (1). uji terhadap pola dan arah aliran yang terjadi;

- (2). uji coba terhadap kecepatan dan debit aliran yang timbul, untuk dicocokkan dengan hasil perencanaan yang telah dibuat;
 - (3). uji coba daya tampung saluran;
 - (4). uji coba terhadap pola endapan atau konsentrasi sampah;
 - (5). uji coba terhadap pasarana penunjang \, saluran, seperti filter sampah, bangunan terjun, bangunan penangkap endapan, dan lain sebagainya;
 - (6). uji coba bangunan ukur, dikaitkan dengan tranformasi besaran debit ke dalam angka petunjuk papan duga yang dipasang.
- b). uji coba atau pemeriksaan terhadap konstruksi, seperti kebocoran, kekuatan, centerlining saluran, dilakukan tersendiri pada bagian pemeriksaan hasil pekerjaan, sebagai bagian dari Tata Cara Pelaksanaan Konstruksi;
 - c). pembahasan detail tentang uji coba saluran, akan dikaji lebih lanjut dalam Tata Cara Uji Coba Saluran.

19) Uji Coba Bangunan Perlindungan

Beberapa ketentuan teknik berkenaan dengan pelaksanaan uji coba bangunan perlindungan adalah menyangkut:

- a). lingkup uji coba terdiri dari :
 - (1) uji terhadap pola dan arah aliran yang terjadi;
 - (2) uji coba terhadap kecepatan dan debit aliran yang timbul untuk dicocokkan dengan hasil perencanaan yang telah dibuat;
 - (3) uji coba efektifitas dan kemampuan bangunan perlindungan untuk mengalirkan debit maksimum;
 - (4) uji coba terhadap pola endapan atau konsentrasi sampah.
- b). uji coba atau pemeriksaan terhadap konstruksi, seperti kebocoran, kekuatan, posisi dan penempatan bangunan persilangan, dilakukan tersendiri pada bagian pemeriksaan hasil pekerjaan sebagai bagian dari Tata Cara Pelaksanaan Konstruksi;
- c). pembahasan detail tentang uji coba bangunan perlindungan, akan dikaji lebih lanjut dalam Tata Cara Uji Coba Bangunan Perlindungan;

20) Uji Coba Bangunan Pompa Air

Beberapa ketentuan teknik berkenaan dengan pelaksanaan uji coba bangunan pompa adalah menyangkut:

- a) lingkup uji coba terdiri dari :
 - (1) uji terhadap debit aliran pompa, sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik;

- (2) uji coba terhadap fungsional pompa, dalam memindahkan genangan ke badan penerima air;
- (3) uji coba terhadap kemudahan operasional pompa, menyangkut instalasi yang dipasang;
- (4) uji coba terhadap posisi inlet pompa;
- (5) uji coba terhadap bangunan pelengkap, seperti kolam penampung, filter sampah, instalasi listrik, dan lain sebagainya.
- b) uji coba atau pemeriksaan terhadap konstruksi, seperti kebocoran, kekuatan, posisi penempatan pompa, dan spesifikasi bangunan rumah pompa, dilakukan tersendiri pada bagian pemeriksaan hasil pekerjaan, sebagai bagian dari Tata Cara Pelaksanaan Konstruksi;
- c) pembahasan detail tentang uji coba bangunan pompa, akan dituangkan dalam Tata Cara Uji Coba Bangunan Pompa.

21) Uji Coba Bangunan Pintu Air

Beberapa ketentuan teknik berkenaan dengan pelaksanaan uji coba bangunan pintu air adalah menyangkut:

- a). lingkup uji coba terdiri dari :
 - (1). uji terhadap operasional pintu air;
 - (2). uji coba terhadap fungsional pintu air, dengan melakukan uji coba pada beberapa kondisi bukaan;
 - (3). uji coba terhadap kemudahan operasional pintu air, menyangkut kemudahan dalam pelaksanaan buka tutup pintu;
 - (4). uji coba terhadap pola endapan atau konsentrasi sampah di sekitar bangunan;
 - (5). jika digunakan tenaga listrik atau hidrolik, perlu dilakukan uji coba terhadap fungsionalnya dalam membuka dan menutup pintu.
- b). uji coba atau pemeriksaan terhadap konstruksi, seperti kebocoran, kekuatan, posisi penempatan pintu air, dilakukan tersendiri pada bagian pemeriksaan hasil pekerjaan, sebagai bagian dari Tata Cara Pelaksanaan Konstruksi;
- c). pembahasan detail tentang uji coba bangunan pompa, akan dituangkan dalam Tata Cara Uji Coba Bangunan Pintu Air.

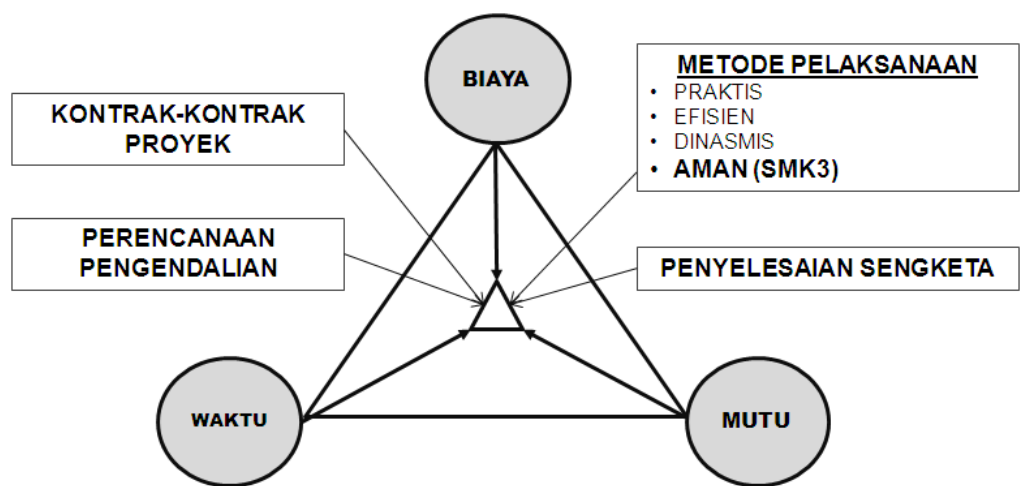
4. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)

- 1) Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Masa Konstruksi

Industri Jasa Konstruksi, merupakan salah satu sektor industri yang memiliki risiko kecelakaan kerja yg cukup tinggi. Berbagai penyebab utama kecelakaan kerja pada proyek konstruksi adalah hal-hal yang berhubungan dengan karaktersitik proyek konstruksi yang bersifat unik, lokasi kerja yang berbeda-beda, terbuka dan dipengaruhi cuaca, waktu pelaksanaan yang terbatas, dinamis dan menuntut ketahanan fisik yang tinggi, serta banyak menggunakan tenaga kerja yang tidak terlatih, ditambah dengan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang sangat lemah, akibatnya para pekerja bekerja dengan metoda pelaksanaan konstruksi yang berisiko tinggi.

Masalah keselamatan dan kesehatan kerja berdampak ekonomi yang cukup signifikan. Setiap kecelakaan kerja dapat menimbulkan berbagai macam kerugian. Di samping dapat mengakibatkan korban jiwa, biaya-biaya lainnya adalah biaya pengobatan, kompensasi yang harus diberikan kepada pekerja, premi asuransi, dan perbaikan fasilitas kerja.

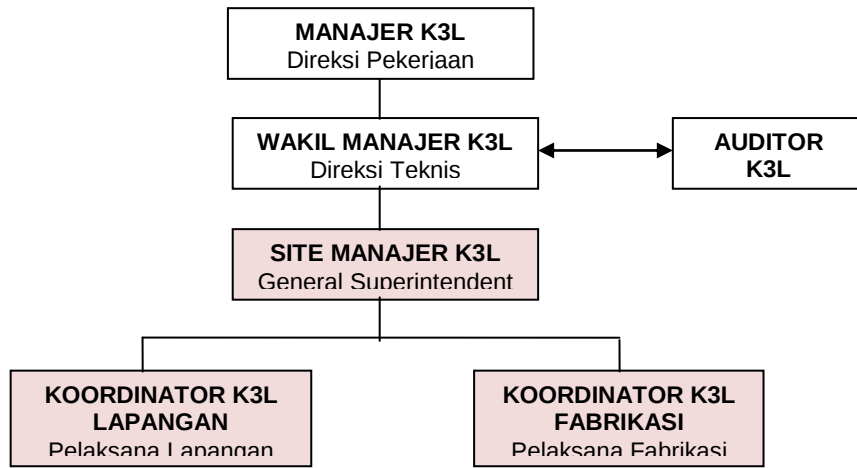
Dalam proses konstruksi Bangunan Terjun tidak terlepas risiko kecelakaan kerja bila pihak penyedia jasa konstruksi belum melaksanakan prinsip-prinsip dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).



Insert Gambar : Gunawan Logawa, "Penerapan dan Permasalahan Serta Solusi Pelaksanaan SMK3 Pada Proyek Konstruksi, 2007".

Gambar 4. Penerapan SMK3 dalam Proyek Konstruksi

Dan untuk penyelenggaraan dan penyediaan jasa konstruksi, pihak terkait agar menyusun organisasi pengelolaan K3 dan Lingkungan sebagaimana ditunjukkan pada gambar skema organisasi berikut.



Gambar 5. Organisasi dan Personil Inti K3L

Konsep dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) sebagai berikut:

2) Hal-hal yang menjadi perhatian

- a). Kontraktor harus mengambil segala tindakan pencegahan untuk pencegahan kecelakaan dengan tetap menjaga pelaksanaan program keselamatan kerja yang telah ditetapkan dalam peraturan resmi dan ditentukan di bawah ini.
- b). Kontraktor harus melaksanakan segala langkah perlindungan yang layak untuk seluruh area kerja yang mungkin akan membahayakan pekerjaanya, atau orang lain dan lalu-lintas.
- c). Sebelum memulai pekerjaan, kontraktor harus mengajukan kepada wakil pemberi kerja sebuah dokumen “prosedur pelaksanaan/manual keselamatan kerja” untuk mendapatkan persetujuannya. Buku manual tersebut menyajikan kepada seluruh pekerja dan staff dan pengunjung proyek tentang potensi bahaya, dan tindakan pencegahan yang diperlukan termasuk namun tidak terbatas pada hal-hal di bawah ini:
 - (1). pencegahan potensi bahaya;
 - (2). prosedur penyelamatan;
 - (3). tanggung jawab petugas keselamatan kerja;
 - (4). prosedur yang diikuti apabila terdapat kondisi darurat.

3) Kebijakan K-3

- a). Kebijakan K-3 merujuk pada produk-produk peraturan tentang keselamatan kerja, yang menjadi acuan oleh penyedia jasa

konstruksi/kontraktor dalam pelaksanaannya yang mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

- b). Perusahaan Penyedia Jasa Konstruksi harus menetapkan kebijakan K-3 pada kegiatan konstruksi yang dilaksanakan.

4) Perencanaan

- a). Identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendaliannya.

Penyedia Jasa harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendaliannya secara berkesinambungan.

- b). Pemenuhan perundang-undangan dan persyaratan lainnya.

Penyedia Jasa wajib membuat, menerapkan dan memelihara prosedur. Untuk mengidentifikasi dan mengakses peraturan dan persyaratan K-3 lainnya yang digunakan.

- c). Sasaran program

Penyedia Jasa wajib membuat sasaran K-3 yang terdokumentasi dan menyusun sasaran K-3 dengan ketentuan relevan, spesifik, dideklarasikan secara eksplisit, disosialisasikan kepada pihak terkait yang relevan.

- d). Rencana keselamatan kerja harus konsisten dengan peraturan milik pemberi kerja. Inventarisasi dan studi evaluasi harus memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku. Perencanaan harus mengandung hal-hal berikut:

- (1). tabel waktu kerja dan istirahat;
- (2). pemberitahuan tertulis kepada wakil pemberi kerja dan penjelasan tambahan mengenai polusi, kebersihan kerja dan tindakan pencegahan untuk keselamatan;
- (3). daftar seluruh material, peralatan, dan instrumen di lapangan;
- (4). daftar seluruh alat-alat perlindungan pribadi yang disediakan untuk setiap pekerja;
- (5). daftar seluruh alat-alat perlindungan pribadi yang lain yang tersedia;

5) Penerapan dan Operasi

- a). Sumber daya, struktur organisasi dan pertanggung jawaban.

Pimpinan puncak harus mengambil tanggung jawab utama untuk K-3 dan sistem manajemen K-3.

- b). Kompetensi, pelatihan dan kepedulian.

Menjamin setiap karyawannya yang terlibat dalam pekerjaan yang mengandung risiko K-3 memiliki kompetensi atas dasar pendidikan, pelatihan atau penguasaan yang sesuai.

c). Komunikasi, keterlibatan dan konsultasi.

Dalam kaitannya dengan bahaya K-3 dan SMK-3, Penyedia Jasa harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk komunikasi intern, pemasok, sub kontraktor, dan menerima serta mendokumentasikan juga menanggapi kritik dan saran dari pihak luar terkait.

d). Dokumentasi

Dokumentasi meliputi kebijakan dan sasaran K-3, uraian lingkup SMK3, unsur utama dari SMK-3 dan kaitannya, acuan dan rekaman yang diperlukan.

e). Pengendalian dokumen.

Pengelolaan dokumen harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

(1). Dokumen yang diperlukan oleh SMK-3.

(2). Penyedia Jasa harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur, untuk menyetujui, mengkaji ulang, menyimpan dan memastikan versi terbaru dari dokumen yang dipakai.

f). Pengendalian Operasional.

Penyedia Jasa harus menentukan jenis kegiatan yang bahayanya telah diidentifikasi, dan pada pelaksanaannya dianggap perlu untuk melakukan pengendalian operasional untuk mengelola risiko K-3.

g). Kesiagaan dan Tanggap darurat.

Membuat, mengidentifikasi, menerapkan dan memelihara prosedur pada situasi darurat.

6) Pemeriksaan

a). Pengukuran dan pemantauan.

Membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk pengukuran dan pemantauan kinerja K-3 secara teratur.

b). Evaluasi kepatuhan.

Membuat, menerapkan dan memelihara prosedur, agar secara berkala dapat mengevaluasi kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan.

c). Penyelidikan insiden, Ketidak sesuaian, Tindakan perbaikan dan pencegahan.

Penyedia Jasa harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk mencatat, dan menyelidiki insiden, serta untuk menentukan potensi ketidak sesuaian, tindakan perbaikan dan pencegahan.

d). Pengendalian rekaman.

Membuat dan memelihara rekaman yang diperlukan.

e). Audit internal.

Memastikan audit internal SMK-3 dilaksanakan pada interval waktu yang telah direncanakan.

7) Tinjauan manajemen

Pimpinan Puncak harus melakukan tinjauan manajemen SMK-3 pada interval waktu yang telah direncanakan, untuk memastikan kesesuaian, kecukupan dan keefektifan secara berkelanjutan.

8) Jenis kecelakaan di lokasi konstruksi yang perlu diantisipasi, sebagai berikut:

- 1) jatuh terpeleset
- 2) kejatuhan barang dari atas
- 3) teriris, terpotong
- 4) terinjak
- 5) terkena barang yang runtuh, roboh
- 6) berkontak dengan suhu panas, dan suhu dingin.
- 7) terjatuh, terguling
- 8) terjepit, terlindas
- 9) tertabrak
- 10) tindakan yang tidak benar
- 11) terkena benturan keras
- 12) dll.

9) Peralatan Proteksi Diri (*Personal Protection Equipment*)

Personal Protection Equipment (PPE) yang diperlukan wajib dikenakan pada saat bekerja di lokasi kerja kecuali di dalam kantor atau diluar lokasi kerja. PPE yang diperlukan meliputi:

- 1) Helm keselamatan, merujuk Standard ANZI Z89.1 atau yang setara.
- 2) Kacamata keselamatan, merujuk Standard ANZI Z89.1 atau yang setara
- 3) Sepatu keselamatan, merujuk Standard ANZI Z89.1 atau yang setara
- 4) Sarung tangan (bahan kulit atau Kevlar)

5) Pakaian kerja dengan identitas personil.

5. Partisipasi Stake Holders

Partisipasi stake holder dimaksudkan untuk menghindari pergesekan kepentingan diantara stake holder di lapangan, seperti kepentingan Dinas PSDA, kepentingan BBWS, atau kepentingan masyarakat untuk melestarikan nilai budaya setempat (*local wisdom*), dsb.

C. TAHAPAN DAN METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI

1. Persiapan Gambar Desain Rencana

Cara pengerjaan yang berkaitan dengan persiapan gambar desain, adalah menyangkut:

- 1) pelajari dengan seksama gambar desain yang ada;
- 2) periksa adanya perbedaan atau keragaman antara gambar rencana dengan kondisi nyata di lapangan;
- 3) periksa gambar kerja yang dibuat oleh kontraktor dan apabila telah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, buat persetujuan tertulis terhadap gambar kerja yang dibuat;
- 4) susun penjelasan secara tertulis, berkaitan dengan setiap penjelasan tambahan terhadap gambar, spesifikasi teknik, dan lain sebagainya;
- 5) periksa gambar-gambar yang menunjukkan perbedaan antara gambar rencana dengan gambar kerja;
- 6) periksa sistem *filing* atau penyimpan/pengarsipan gambar rencana maupun gambar kerja.

2. Persiapan Lapangan

Cara pengerjaan yang harus dilakukan, berkaitan dengan persiapan lapangan adalah :

- 1) laksanakan kriteria lapangan dengan kontraktor, serta beberapa instansi terkait dengan lingkup tinjauan mencakup pencapaian lokasi pekerjaan, jalan masuk proyek dan alternatifnya, kondisi jembatan, sumber air, penerangan, dan lain sebagainya;
- 2) tentukan lokasi pemasangan papan nama proyek yang strategis, mudah dibaca, dan aman terhadap gangguan;
- 3) tetapkan lokasi pemasangan papan informasi/peringatan, pada lokasi yang aman, mudah dibaca, dan terlindung dari gangguan;
- 4) awasi dan arahkan pelaksanaan pembersihan lokasi dengan tetap berpedoman pada pelestarian lingkungan;

- 5) awasi dan arahkan pelaksanaan pembuatan jalan masuk, jalur pipa air bersih, dan beberapa fasilitas lainnya.

3. Mendirikan Bangunan Kantor dan Cabang (*Direksi Keet*)

Cara pengerjaan yang harus dilakukan oleh pihak Direksi beserta stafnya, adalah menyangkut:

- 1) awasi dan arahkan dalam pelaksanaan pembuatan bangunan kantor (direksi keet), gudang, barak kerja dan lain sebagainya;
- 2) periksa spesifikasi bangunan yang dibuat, apakah telah sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan;
- 3) periksa kelengkapan direksi keet, barak kerja, dan peralatan bengkel yang ada;
- 4) periksa sistem keamanan lokasi proyek, berikut fasilitas penunjang lainnya;
- 5) periksa fasilitas kesehatan, instalasi air bersih, dan sanitasi yang ada di lokasi pekerjaan.

4. Pengukuran Tinggi Muka Tanah dan Tinggi Muka Air Banjir (*Peil*)

Cara pengerjaan pengukuran peil adalah:

- 1) Periksa dan buat catatan, berkenaan dengan peil ketinggian serta ukuran yang ditetapkan dalam gambar rencana, bila dibandingkan dengan kondisi eksisting;
- 2) Periksa keberadaan dan kondisi patok-patok referensi tambahan yang digunakan dan dibuat oleh kontraktor, dan cek penggunaannya;
- 3) Periksa dan cek ulang terhadap hasil pengukuran posisi dan elevasi dari titik-titik areal penggalian, batas tanah milik masyarakat, serta titik referensi lainnya yang telah diukur pada tahap persiapan;
- 4) Buat catatan tertulis berkaitan dengan ketidakcocokan antara hasil perencanaan dengan kondisi eksisting di lapangan;

5. Mobilisasi Peralatan dan Tenaga Kerja

Cara pengerjaan mobilisasi peralatan dan tenaga kerja beberapa hal yang harus diperhatikan adalah:

- 1) periksa kualitas dan kuantitas dari peralatan yang didatangkan oleh kontraktor dan akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan;
- 2) periksa keberadaan dan kualitas tenaga kerja yang akan dilibatkan dalam pekerjaan terutama menyangkut pengalaman dan ketrampilan;
- 3) apabila diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pekerjaan, perintahkan kepada kontraktor untuk menambah jumlah, atau mengganti peralatan dengan yang mempunyai kapasitas lebih baik;

- 4) periksa dan *control* arus masuk dan keluar atau pemindahan peralatan dari lokasi proyek.

6. Pembersihan Lahan

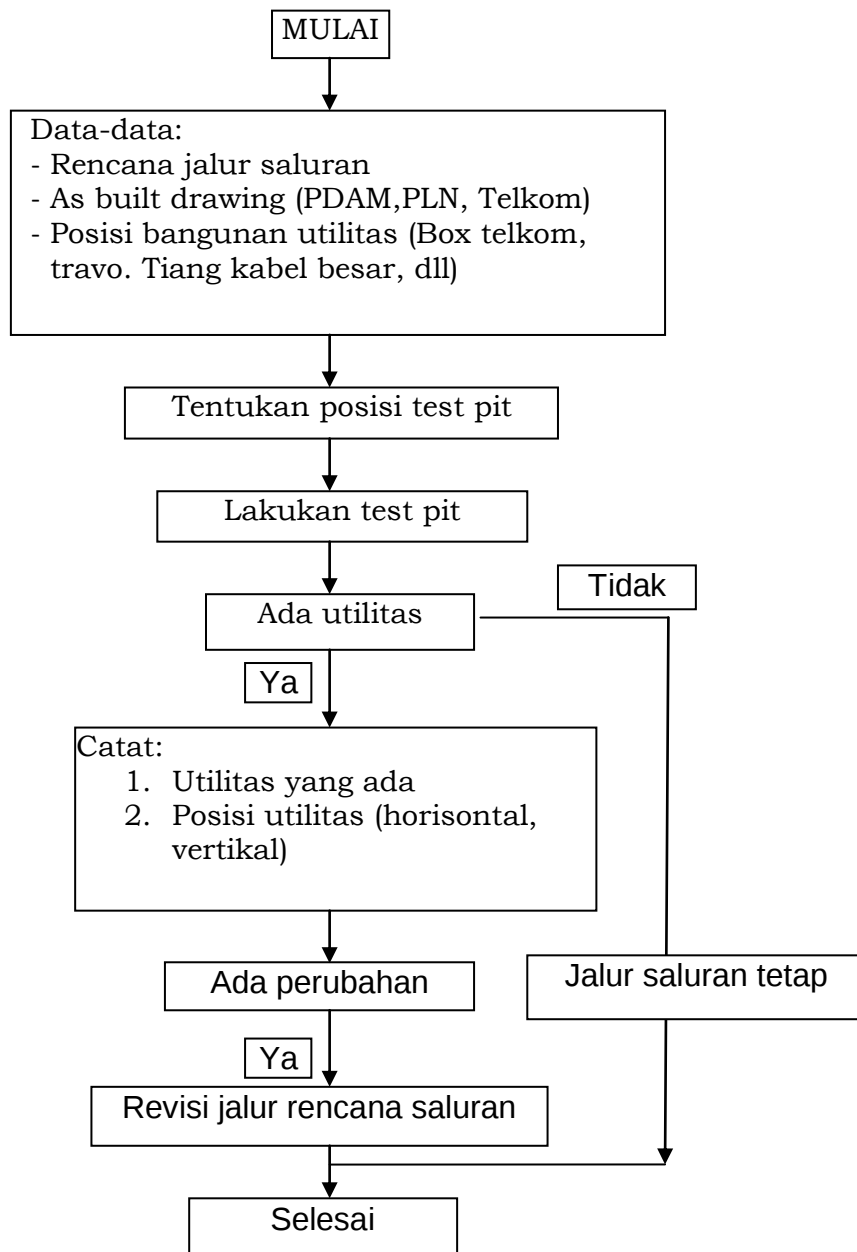
Cara pengerjaan kegiatan pembersihan lahan sebagai berikut:

- 1) Tanah dimana bangunan akan dilaksanakan harus dibersihkan dari kotoran, sisa-sisa bongkaran, tumbuh-tumbuhan dan lain-lain yang dapat mengganggu konstruksi bangunan yang akan dilaksanakan.
- 2) Melakukan penyelidikan dari fasilitas bawah tanah yang telah ada dengan melakukan *test pit*. Tahapan dalam pelaksanaan dalam test pit sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5.
- 3) Pemindahan atau perlindungan fasilitas yang telah ada.

7. Pengukuran dan Pemasangan *Bauwplank*

Pelaksanaan kegiatan pengukuran dan pemasang *bauwplank*, tahapan yang dikerjakan sebagai berikut:

- 1) Kontraktor/pelaksana harus membuat patok pokok/patok utama untuk setiap unit pekerjaan yang memerlukan *bouwplank*.
- 2) Patok tersebut harus diikat ketinggiannya dengan patok yang sudah ada atau terhadap tinggi patok setempat yang disetujui oleh Pengawas dan hasil pengikatan tersebut harus ditandai dengan cat merah.
- 3) Semua patok/patok *bouwplank* harus dibuat dari bahan yang kuat dan awet. Dipasang kokoh dan permukaan atasnya rata (*waterpass*).
- 4) Kontraktor harus memberitahukan kepada Pengawas dalam waktu tidak kurang dari 48 jam sebelum memulai pemasangan patok/patok *bouwplank*. Jika terjadi kesalahan pemasangan *bouwplank*, kontraktor harus membetulkan sampai disetujui oleh Pengawas Dinas PU/Kimpraswil/owner atas biaya kontraktor.
- 5) Bilamana Kontraktor meragukan ketepatan dari patok setempat yang sudah ada, maka Kontraktor harus menyatakan hal tersebut secara tertulis kepada Pengawas Dinas PU/Kimpraswil/owner.



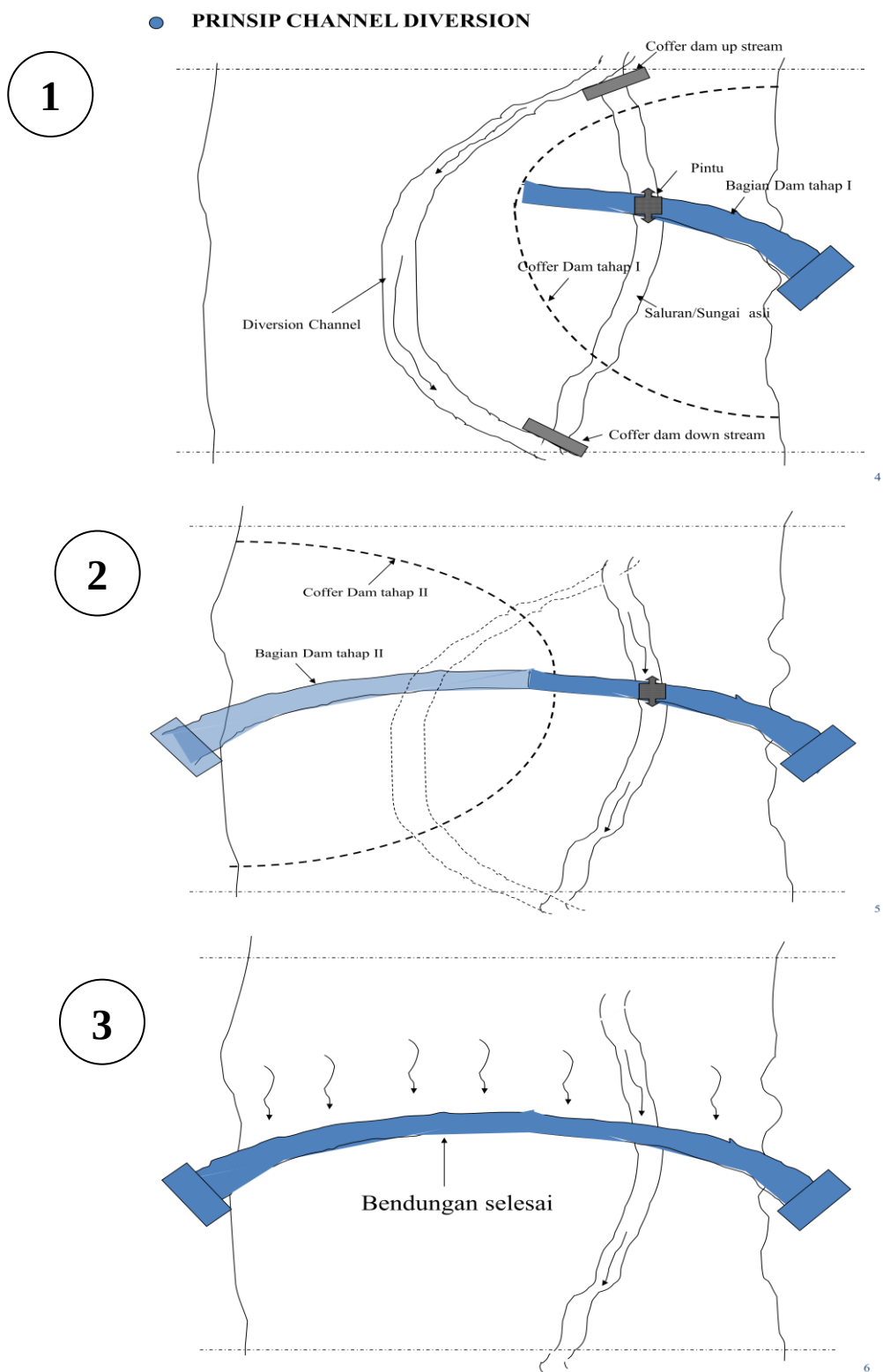
Gambar 6. Prosedur *Test Pit* untuk penentuan trase saluran

8. Pelaksanaan Sistem *Dewatering*

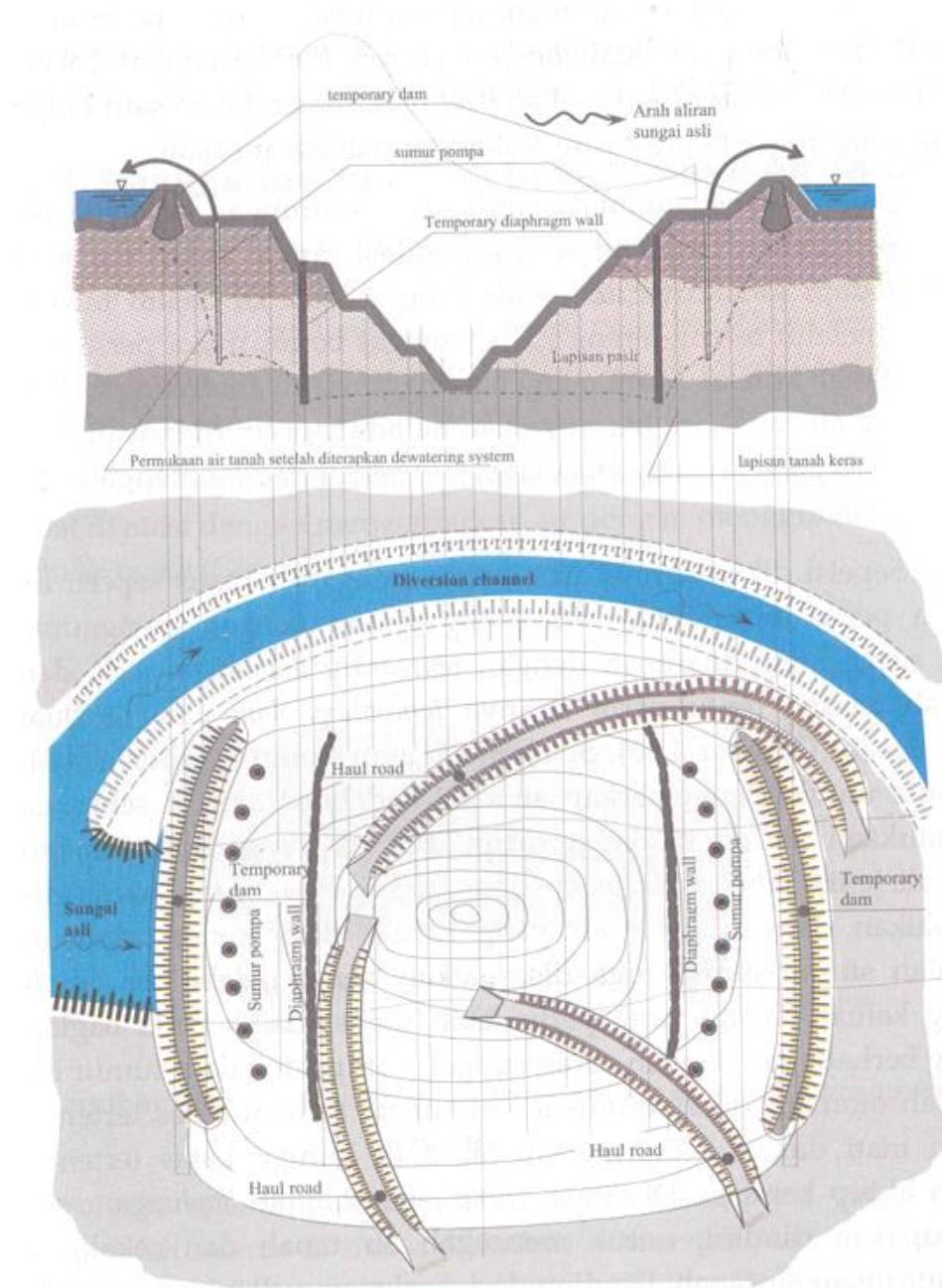
Cara pengerjaan sebagai berikut:

- 1) Untuk pekerjaan di dasar yang berhubungan langsung dengan air, Kontraktor diharuskan membuat kisdam (*temporary cofferdam*) dengan menggunakan konstruksi sederhana tetapi cukup kuat. Konstruksi kisdam tersebut mampu menahan rembesan/bocoran semaksimal mungkin.
- 2) Untuk mendukung kisdam perlu dibuatkan saluran pengalih (*Diversion Channel*) yang kapasitasnya sama dengan debit aliran pada saluran eksisting.
- 3) Pada beberapa pekerjaan, seperti pembangunan pintu air/waduk detensi dan kolam retensi/bangunan terjunan dimana volume penggalian tanahnya untuk pondasi sangat besar dan menghadapi keluarnya air

tanah yang masuk kedalam lubang galian melalui lereng-lereng galian sangat besar perlu digunakan sumur pompa (*sump pump*) ditambah dengan *temporary diaphragm wall*.



Gambar 7. Prinsip *Channel Diversion*



Gambar 8. Dewatering Sistem dengan menggunakan *Diaphragma Wall*, *Sump Pump* dan *Temporary Cofferdam*. Tampak juga Lokasi Jalur *Haul Road*

9. Pekerjaan Struktur Bangunan Air

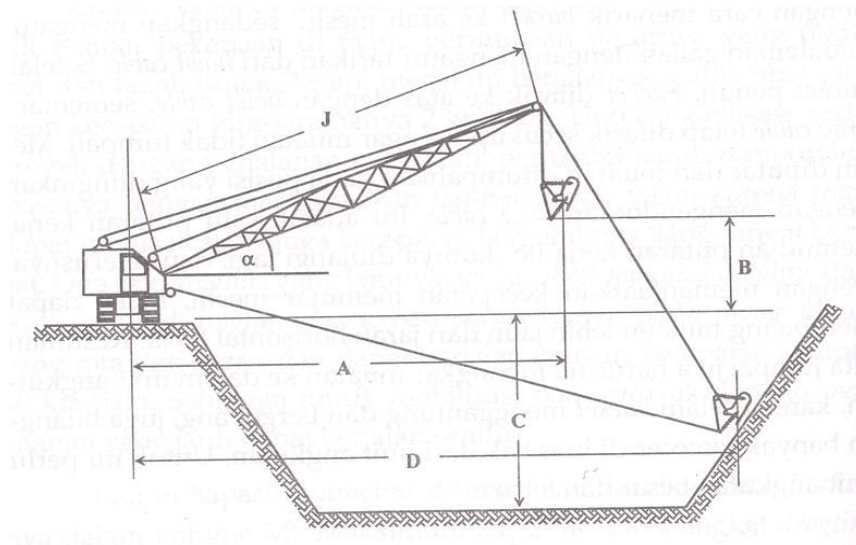
1) Pekerjaan Tanah

a). Galian Tanah

Cara pengerjaan galian tanah sebagai berikut:

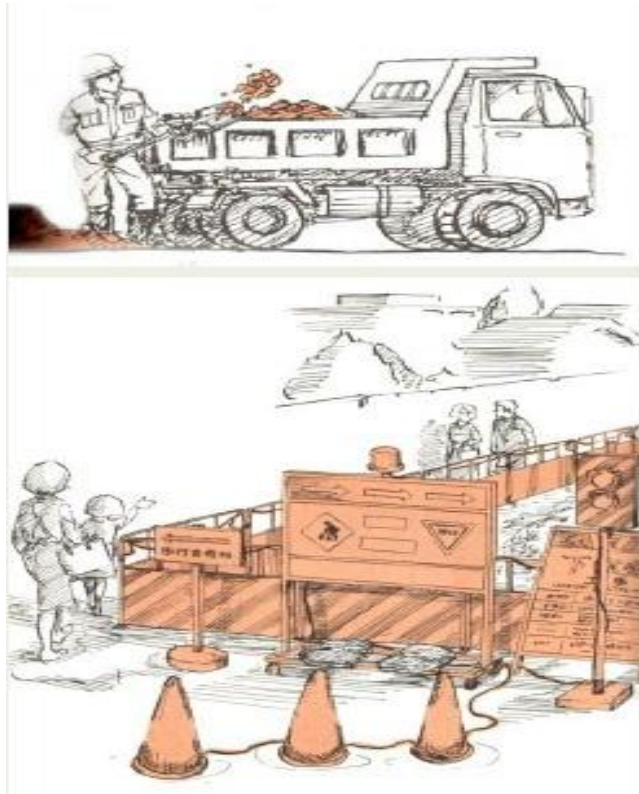
- (1). Penggalian tanah untuk saluran maupun bangunan harus dilakukan dengan kedalaman dan penampang seperti tersebut dalam gambar, terkecuali ditetapkan lain oleh Pengawas Dinas PU/Kimpraswil/*Owner* berkenaan dengan keadaan tanah tersebut. Lereng galian harus dirapikan sesuai yang ditentukan dalam gambar. Lebar galian harus cukup memberikan ruang kerja, sesuai dengan pondasi yang akan dibuat.

- (2). Penggalian tanah didekat bangunan yang tidak dibongkar harus dilakukan dengan hati-hati.
- (3). Kemiringan tebing galian harus dibuat sedemikian rupa agar tidak terjadi kelongsoran, dan bila terpaksa tebing galian dibuat curam supaya diambil tindakan-tindakan pengamanan.
- (4). Dalam pekerjaan penggalian ini termasuk juga pekerjaan-pekerjaan pembersihan segala apa yang terdapat di dalam galian tersebut. Untuk tanah yang tidak terpakai sebagai bahan timbunan, dibuang ketempat lain dan diatur sebaik-baiknya atas petunjuk Pengawas PU/Kimpraswil/ *Owner*.
- (5). Bila tanah dasar dan sisi untuk pondasi bangunan belum mencapai duga/ tingkat seperti apa yang tercantum dalam gambar rencana, ternyata keadaan tanahnya cukup keras maka penggalian tanah sementara dapat dihentikan sambil menunggu keputusan Pengawas, begitu juga apabila penggalian tanah sudah mencapai elevasi seperti gambar rencana dan ternyata keadaan tanah tersebut dipandang belum memenuhi persyaratan, selanjutnya minta pertimbangan Pengawas.



Gambar 9. Penggalian Kanal/Saluran/Sungai dengan *Dragline*

- (6). Penggalian tanah lumpur menggunakan peralatan ember, keranjang dan lain-lain, hasil galian dibuang diluar tanggul saluran atau sesuai petunjuk Pengawas PU/Kimpraswil/ *Owner*.



Gambar 10. Pekerjaan Penggalian Tanah Dengan Metode *Clean Construction*

b). Urugan Tanah

Cara pengerjaan urugan tanah sebagai berikut:

- (1). Untuk pekerjaan perataan/pengurugan tanah harus dikerjakan dengan menggunakan alat berat ataupun alat sederhana (*stamper*) untuk pemadatannya sehingga tanah urug benar-benar kuat dan padat sehingga tidak akan mudah longsor dan mengalami penurunan jika sudah digunakan untuk transportasi.
- (2). Untuk jenis tanah yang digunakan harus jenis tanah yang baik sekualitas tanah cadas, sirtu dan ladu.
- (3). Sistem pengurugan dilakukan lapis demi lapis, setiap lapis dengan ketebalan maksimal 30 cm dimana setiap lapis tersebut harus digilas dengan alat berat (*stoom*)/*Walls* sehingga kepadatan tanah benar benar terjamin.
- (4). Untuk kegiatan urugan tanah kembali menggunakan tanah bekas galian (bukan tanah humus), dipadatkan dengan alat sederhana (*stamper*) dan untuk Kegiatan urugan perataan peil harus menggunakan tanah urug yang baik / tanah pilihan (bersih dari kotoran biji - bijian, tumbuh - tumbuhan dan lainnya yang dapat mengganggu).

c). Pemadatan Tanah

Cara pengerjaan pemadatan tanah sebagai berikut:

- (1). tanah harus ditempatkan di tanah kering dan kemudian dihampar secara horizontal dengan ketebalan lapis tidak melebihi 300mm setiap lapis lepas. apabila digunakan alat pemadatan manual dengan menggunakan alat tangan, maka tebal lapis tanah lepas tidak boleh melebihi ketebalan 150 mm. Setiap lapis harus disebar dengan merata dan benar-benar tercampur untuk mendapatkan kadar air yang *uniform*;
- (2). setiap gumpalan, bungkahan, harus di campur, digaru dan dipadatkan menurut metode kerja yang diusulkan sehingga tercipta sebuah lapis dan breast jenis tanah/*density* yang uniform pada setiap lapis;
- (3). sebuah permukaan lapis atas harus dirawat selama pemadatan untuk memastikan derajat pemadatan yang sama pada setiap lapis;
- (4). setiap lapis isian harus dipadatkan sampai tidak kurang dari 90% maksimum *density* kering tetapi harus tercapai rata-rata 95% *density* kering seperti yang ditentukan dalam *Proctor Test* (ASTM-1557);
- (5). tiga lapis paling atas, atau lapis yang lain jika diperlukan oleh wakil pemberi kerja harus dites dengan test kepadatan lapangan (Proctor) sebelum memulai pengisian lapis di atasnya. Test *density* harus sesuai dengan yang terdapat pada tabel 2. Jika urugan tanah gagal mencapai target pemadatan sesuai yang disyaratkan, lapis tersebut harus dipadatkan ulang atau dipertebal dan diganti untuk mendapatkan tingkat kepadatan yang ditentukan;
- (6). penempatan tanah ke lapis lebih atas tidak boleh dilaksanakan tanpa ada persetujuan dari wakil pemberi kerja;
- (7). pengulangan test pada setiap lapis sebaiknya dilaksanakan sampai hasil test menunjukkan konsistensi yang dapat diterima;
- (8). lapis tanah berikutnya harus diberikan tdana di lokasi yang ditunjukkan oleh wakil pemberi kerja untuk memastikan bahwa pekerjaan isian dapat dilanjutkan untuk memenuhi ketentuan yang ditetapkan.

- (9). Jika hasil test menunjukkan bahwa pengisian tanah tidak dilaksanakan dengan benar, pekerjaan ulang untuk memperbaikinya tetap harus dilaksanakan pada lapis tersebut. testing setiap lapis tetap harus dilaksanakan, meskipun terdapat perubahan dalam metode kerja, atau jika terjadi perubahan material;
- (10). seluruh test yang disebutkan dalam bagian ini harus dilaksanakan oleh kontraktor tanpa penambahan biaya;
- (11). permukaan lereng harus dipadatkan sampai lereng cukup stabil dan tidak ditemukan tanah lepas sepanjang permukaan lereng;
- (12). dalam hal hasil test (sdancone) tidak memenuhi kecukupan tingkat kepadatan, maka kontraktor harus memadatkan ulang area tersebut dan kembali melaksanakan test kepadatan seperti disebutkan di atas;

Tabel 1.Test Kepadatan Tanah

	horizontal [m]	Satu test setiap vertical [m]	Dilaksanakan pada lapis
tanggul	3 per 50 m	0.50	Seluruh lapis
Isian tanah reklamasi	500 m ²	0.50	Seluruh lapis
Area penumpukan	-	-	-
Lain-lain	*)	*)	*)

- (13). Kepadatan setiap lapis isian di atas harus diuji dengan pengetesan densitas. Seluruh isian di atas +/- 0.00 MSL harus memiliki kepadatan rata-rata setidaknya 95% dari hasil test Proctor di lab (ASTM- 1557).
- (14). Test CPTU harus dilaksanakan pada setiap grid spasi 100m untuk memeriksa ketebalan dari isian pasir. CPTU harus dilaksanakan sampai 20m atau sampai mencapai lapis dasar sungai/laut.
- (15). Borehol harus dilaksanakan dengan grid spasi 250 m dengan coring menerus dan harus ditempatkan dari level akhir sampai dengan level bawah. *Tube sampling* harus dibebani sedemikian sehingga mampu menembus sampai tanah urug insitu. Sampel harus ditest ukuran butirannya (*grain size analysis*).
- (16). Sampel yang sesuai harus ditest untuk parameter yang lain apabila diperlukan.

d). Penyiapan Lantai Kerja

Cara pengerjaan lantai kerja sebagai berikut:

- (1). Pembersihan area lantai kerja.
- (2). Pengurugan lantai kerja dengan pasir maupun material lain yang dipersyaratkan sebagai bahan material pada lantai kerja sebagaimana diatur dalam gambar perencanaan, dengan ketebalan (level) tertentu.
- (3). Pegurugan agar memperhatikan kerataan.
- (4). Perlu diperhatikan kebersihan permukaan sebelum penyetelan tulangan/acuan.

e). Pekerjaan Pasangan

(1) Pasangan Batu Kali

- (a). Pekerjaan pasangan batu dapat dikerjakan apabila galiannya telah diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Lapangan / Direksi.
- (b). Pasangan batu merupakan pekerjaan pasangan batu yang dibelah (15/20) hingga menjadi 3 muka. Pasangan ini diawali dengan pasangan plester dibawah permukaan, kemudian batu disusun sedemikian rupa sehingga terbentuk hierarki yang sesuai.
- (c). Pekerjaan Pasangan Batu Belah merupakan pondasi batu belah dengan campuran sesuai spesifikasi dalam perencanaan.

(2) Pasangan Bronjong

- (a). Pekerjaan ini merupakan penyediaan bronjong kawat berisi batu (gabion) yang disetujui diatas suatu alas yang disetujui, untuk menyediakan dinding penahan tanah dan untuk melindungi pekerjaan terhadap kerusakan oleh penggerusan air.
- (b). Kawat bronjong harus berupa baja berlapis seng sesuai dengan AASHTO M 239. Lapisan seng harus mempunyai ketebalan pelapisan minimum 0,26 kg/m².
- (c). Anyaman harus berupa anyaman segi enam (*hexagonal*) yang seragam dianyam dalam satu pola puntiran rangkap tiga dengan lubang kira-kira 80 mm x 60 mm yang dibuat dengan cara yang sedemikian rupa sehingga

tidak berlepasan dan di desain untuk memberi fleksibilitas dan kekuatan yang diperlukan.

- (d). Keranjang harus merupakan unit konstruksi tunggal yang disediakan pada dimensi-dimensi yang ditetapkan pada gambar dan dibuat sedemikian rupa sehingga dapat diangkut ke tempat proyek sebelum pengisian dengan batu-batu besar.

(3) Plesteran

- (a). Plesteran menggunakan campuran sesuai spesifikasi. Sebelum diplester, pasangan batu disiram air sampai basah.
- (b). Tebal plesteran tidak boleh kurang dari 1,5 cm.
- (c). Pekerjaan plesteran akhir harus betul - betul lurus, rata dan tegak lurus pada bagian sudut.
- (d). Plesteran siar merupakan siar timbul menggunakan campuran sesuai spesifikasi.

f). Pekerjaan Pondasi

Pondasi dapat digolongkan menjadi tiga jenis:

- (1) Pondasi dangkal: kedalaman masuknya ke tanah relatif dangkal, hanya beberapa meter masuknya ke dalam tanah. Salah satu tipe yang sering digunakan ialah pondasi menerus yang biasa pada rumah pompa/rumah jaga dan bangunan penunjang lain dalam sistem drainase perkotaan, dibuat dari beton atau pasangan batu, meneruskan beban dari dinding dan kolom bangunan ke tanah keras. Di dalamnya terdiri dari
 - (a). Pondasi setempat.
 - (b). Pondasi penerus.
 - (c). Pondasi pelat
 - (d). Pondasi konstruksi sarang laba - laba
- (2) Pondasi dalam. Digunakan untuk menyalurkan beban bangunan melewati lapisan tanah yang lemah di bagian atas ke lapisan bawah yang lebih keras. Contohnya antara lain tiang pancang, tiang bor, kaisan, dan sebagainya. Penyebutannya dapat berbeda-beda tergantung disiplin ilmu atau pasarannya. Contohnya: fondasi tiang pancang.
- (3) Kombinasi fondasi pelat dan tiang pancang.

Jenis pondasi yang digunakan dalam suatu perencanaan bangunan tergantung dari jenis tanah dan beban yang bekerja pada lokasi rencana proyek. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan jenis pondasi adalah:

- (a). Keadaan tanah yang akan dipasang pondasi.
- (b). Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya (*superstructure*).
- (c). Faktor Lingkungan
- (d). Waktu pekerjaan
- (e). Biaya
- (f). Ketersediaan material pembuatan pondasi di daerah tersebut.

Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- (a). Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi dangkal (pondasi *jalur* atau pondasi *tapak*) dan pondasi *strouspile*.
- (b). Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile dan pondasi sumuran atau *borpile*.
- (c). Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang pancang atau pondasi *borpile*.

Pada pelaksanaan konstruksi struktur bangunan air, beberapa pondasi yang biasa digunakan oleh saluran maupun bangunan pelengkap diantaranya:

- (a). Pondasi Dalam: Pondasi Trucuk, Pondasi Tiang Bor dan Pondasi Tiang Pancang;
- (b). Pondasi Dangkal: Pondasi *Foot Plat*.

Penggunaan tiang pancang ini perlu memperhatikan dan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- (a). Berat struktur bangunan yang harus ditanggung;

- (b). Keadaan dan kondisi *job lay out* memungkinkan atau tidak;
- (c). Kondisi tanah di lapangan dan sifat-sifat tanahnya;
- (d). Kedalaman dari tanah keras yang harus menerima beban dari tiang pancang;
- (e). Ketersediaan material tiang pancang;
- (f). Jumlah tiang pancang yang diperlukan;
- (g). Biaya sampai ditempat;
- (h). Ketersediaan alat pancang;
- (i). Investigasi terhadap air dan tanah
- (j). Konstruksi bangunan yang ada, yang dekat dengan pengaruh rencana pemancangan;
- (k). Kedalaman air ditempat yang akan dipancang.

Dalam pelaksanaan pemancangan dibutuhkan peralatan:

- (a). Alat pancang (pile hammers/Pile Drivers): *Drop, Single-acting steam, double-acting steam, Differential-acting steam, diesel*. Dari 4 jenis sudah mulai ditinggalkan, sekarang banyak menggunakan *diesel hammers*.
- (b). *Vibratory pile Drivers*/mesin pancang dengan getaran.

Tahapan dan cara pengerjaan pemancangan sebagai berikut:

- (1). Kontraktor harus menyerahkan dokumen-dokumen sebagai berikut sebelum melakukan pekerjaan pemancangan tiang:
 - a). Dokumen pra-konstruksi:
 - (a). Karakteristik tiang;
 - (b). Data umum dari pabrikan termasuk prosedur *quality control*;
 - (c). Metode pengangkutan dan penanganan tiang.
 - b). Gambar kerja:
 - (a). Tiang termasuk detail tulangan, tendon, dan sambungan;
 - (b). Susunan tiang, rencana dan potongan termasuk data *boring*, profil tanah, dan *test pile*;
 - (c). Penomoran pemancangan tiang dan urutannya;
 - (d). Gambar detail dari sambungan dan hitungan design yang menunjukkan kekuatan sambungan

harus diserahkan pada wakil pemberi kerja untuk persetujuan.

c). Pernyataan metode, terdiri dari:

- (a). Metode penanganan, pemancangan, sambungan dan pemutongan tiang serta urutan kerja;
- (b). Metode *survey* alinemen horizontal dan vertikal dari tiang;
- (c). Uraian dari peralatan yang akan digunakan;
- (d). Metode penghitungan *bearing capacity* pada kondisi final;
- (e). *Quality assurance* pada saat kualitas yang dijanjikan tidak dicapai;
- (f). Jadwal kerja yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk semua pekerjaan dan urutannya;
- (g). Menyediakan rincian prosedur untuk *pile load test* yang menjelaskan informasi yang jelas tentang kualitas tiang yang akan dievaluasi;
- (h). Pernyataan metode harus disetujui wakil pemberi pekerjaan sebelum melaksanakan pekerjaan pemancangan.

(2). Pekerjaan Pendahuluan:

- a). Semua peralatan pemancangan tiang yang dilengkapi oleh kontraktor harus ditinjau oleh wakil pemberi kerja. Kontraktor menyerahkan formulir data perlengkapan pemancang, termasuk informasi *hammer*, *crane* dan panjang lengan yang akan digunakan untuk peninjauan kesesuaian antara tiang dan karakteristik tanah;
- b). Ketinggian bagian atas tiang dibawah permukaan tanah dimana area tiang didalam lubang galian. Kontraktor menyiapkan pencegahan dari longsor, atau bahaya yang disebabkan oleh peralatan akibat terbatasnya daerah manuver;
- c). Kontraktor harus siaga dalam penanganan tiang terhadap perbedaan ketinggian pada permukaan;

d). Selama pekerjaan tiang, lubang galian harus dijaga agar tetap pada kondisi aman. Penahanan, penopangan, penguatan dan penahan sementara diatur untuk memberikan ruang yang lebih bagi pelaksana pemancangan tiang pada dasar lubang galian.

(3). Perlindungan Tiang

Kontraktor harus menyiapkan seluruh tindakan pencegahan untuk menghindari kerusakan pada tiang selama penanganan, dan peletakan tiang pada pengarah (*leader*) di *crane* pancang, dan selama pekerjaan

pemancangan berlangsung. Kontraktor harus memberikan perhatian pada aspek berikut:

- a). tiang harus didukung secara lateral selama pemancangan, tapi perputaran tiang pada aksis panjang masih diperbolehkan sepanjang tali pengikatnya tidak melintir berlebihan;
- b). perhatian lebih harus diberikan pada tiang miring untuk menghindari tegangan tekuk berlebihan pada tiang pada saat dipancang;
- c). tiang harus diikat dengan tali baja untuk menghindari *slip* atau penetrasi yang berlebihan pada tanah sangat lunak;
- d). lapisan pada kepala tiang harus dipilih sedemikian sehingga benturan *hammer* pada kepala tiang tidak sampai merusak kepala tiang;
- e). sisa potongan ujung tiang harus dibuang dan dikeluarkan dari lapangan;

(4). Pemancangan Tiang

Pelaksanaan pemancangan tiang dilaksanakan dengan metode berikut:

- a). sebelum pelaksanaan pemancangan, kontraktor memberikan tanda di sepanjang badan tiang garis garis dengan jarak spasi 500 mm untuk memonitor dalamnya penetrasi tiang pada tanah;

- b). *pre-drilling* pada *top soil* akan diizinkan oleh wakil pemberi kerja dengan tanpa tambahan biaya kepada wakil pemberi kerja. Diameter lubang tidak boleh lebih dari dua kali diameter tiang. Dalam pengeboran maksimum yang diizinkan adalah sedalam 2 meter dari tanah dasar;
 - c). tiang harus disambung sesuai dengan yang terdapat pada gambar atau sesuai dengan standar penyambungan tiang yang direkomendasikan oleh pabrikan tiang;
 - d). sambungan harus mampu menahan seluruh gaya-gaya tekanan, tarikan geser dan momen sesuai yang disyaratkan;
 - e). penentuan *final set* / penetrasi akhir diambil dengan cara perhitungan daya dukung dengan beberapa rumus perhitungan yang akan ditentukan oleh wakil pemberi kerja. Apabila tidak ditentukan yang lain maka perhitungan daya dukung dengan menggunakan *Hiley formula*.
 - f). apabila dari perhitungan tersebut dihasilkan bahwa daya dukung tercapai pada pemancangan adalah melebihi dari daya dukung rencana tiang sesuai dengan disain, maka pemancangan dapat dihentikan. Penentuan *final set* ini untuk menghentikan operasi pemancangan pada titik tersebut hanya dengan persetujuan dari wakil pemberi kerja;
 - g). pemotongan ujung tiang harus dilaksanakan dengan alat-alat tangan atau mekanis. Pemotongan dengan alat-alat pneumatik (getaran) tidak diizinkan. Sisi potong harus halus dan rapi, dan ujung potongan tiang harus dibuang dan dikeluarkan dari lapangan proyek.
- (5). Rekaman pemancangan/*piling record*
- Selama pemancangan tiang, kontraktor menyiapkan lembar pencatatan pemancangan yang diberikan oleh

wakil pemberi kerja atau dengan format kontraktor sendiri yang disetujui oleh wakil pemberi kerja.

Pencatatan harus dilakukan sebagai berikut:

- a). Setidaknya satu pengawas ditugaskan untuk menyiapkan pencatatan selama kegiatan pemancangan, melakukan pemeriksaan perhitungan final, dan pencatatan pemukulan *final/calendaring*;
- b). Kontraktor memastikan pencatatan tetap komplit dan akurat pada setiap pemancangan tiang;
- c). Lembar formulir harus mencakup informasi sebagai berikut:
 - (a). Tanggal, waktu, peralatan dan kondisi cuaca;
 - (b). Penomoran tiang, lokasi, sketsa posisi;
 - (c). Posisi akhir, deviasi, bentuk potongan dan dimensi, panjang orisinil, ketinggian permukaan;
 - (d). Semua ketinggian, ketinggian ujung, ketinggian *cut-off*, alinyemen *batter*;
 - (e). Jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk setiap 300 mm penetrasi dan jumlah pukulan untuk 150 mm penetrasi terakhir;
 - (f). Dari kejadian lain pemancangan tiang: peralatan yang rusak, pemancangan ulang, gangguan, weaving dan hal-hal lain yang mengganggu pemancangan.
- d). Contoh dari pencatatan tiang ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh Formulir Pile Driving Record

CONTOH FORMULIR PILE DRIVING RECORD

FORM NO. 001 HAMMER DATA	PILE RECORD				SHEET NO. _____ DATE _____ REF. ELEV. _____ WATER DEPTH. _____		
	JOB NO. _____ PLANT _____						
MADE _____ MODEL _____ ENERGY _____ BLOW/MIN _____	PILE DATA						
	PILE NO.	BUTT DIA.	TIP DIA.	LENGTH	GOUND ELEV.	CUTOFF ELEV.	FINAL TIP ELEV.

[illegible]

CONTRACTOR : _____
SIGNED : _____

Kontraktor menjaga dan mengecek kelurusan tiang dan hammer lead setiap waktu. Toleransi pada pemancangan tiang adalah sebagai berikut:

- ## 10. Pekerjaan Beton

- 1) Pekerjaan cetakan beton (*form work & shuttering*)/Bekisting
- 2) Pekerjaan Pembesian
- 3) Pekerjaan Pembetonan/Pengecoran Beton
- 4) Pembongkaran Cetakan Beton

1) Pekerjaan cetakan beton (*form work & shuttering*)/Bekisting

51

- (1). Bekisting harus selalu aman di posisi dengan sistim pengikat. Kawat pengikat tidak boleh digunakan. Pengikat-pengikat yang ditinggalkan di dalam beton, harus dijauhkan dari permukaan setidaknya 50 mm di dalam;
- (2). Minyak bekisting yang tidak berwarna yang disetujui oleh wakil pemberi kerja (minyak diesel tidak boleh digunakan) harus diberikan pada permukaan dalam bekisting sebelum besi beton dirangkai;
- (3). Seluruh sudut tepi dari beton harus di serongkan, bevel, bulat, atau chamfer dengan ukuran seperti disebutkan dalam gambar atau sesuai pengarahannya dari direksi pekerjaan/wakil pemberi kerja;
- (4). Bagian dalam dari bekisting harus halus, bebas dari bongkahan beton lama, atau deposit lain yang tertinggal. Seluruh dimensi harus tepat, sambungan-sambungan harus tertutup rapat, untuk mencegah kebocoran, beton dari dalam pada saat pengecoran;
- (5). Sebelum dilaksanakan pengecoran beton, seluruh bekisting harus diperiksa oleh direksi pekerjaan/wakil pemberi kerja untuk mendapatkan persetujuannya;

2) Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian atau juga biasa disebut penulangan untuk beton, biasanya berfungsi untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada beton, karena beton tidak kuat menahan gaya tarik, ada juga tulangan yang berfungsi menahan tekan, yaitu pada balok dengan tulangan rangka dan pada pembesian kolom. Adapun cara pengerjaan sebagai berikut:

- (1). besi beton harus dikiriskan, ditangani dan disimpan untuk menghindari tertekuk, terlapis tanah, minyak, atau material lain yang menyebabkan kerusakan pada besi beton;
- (2). besi beton atau besi jenis lain harus dipisahkan menurut tipe, ukuran dan panjangnya dan ditempatkan secara urut menurut blok-blok, atau rak atau cara penyimpanan lain yang disetujui;
- (3). permukaan besi beton harus dilindungi dari kelembaban dan hujan. Jika ada besi beton yang diserang oleh karat maka

sebaiknya permukaan dilapis dengan cat atau lapisan anti karat yang disetujui;

- (4). Semua besi tulangan harus tetap bersih dan bebas dari cacat, serpihan, longgar dan karat, minyak, coating dan dari bahan-bahan lain yang dapat mengurangi ikatan selama fabrikasi dan perakitan di lokasi, dan sampai diselimuti oleh beton.
- (5). Besi tulangan yang dikurangi dimensinya diluar toleransi spesifikasi tidak dapat digunakan;
- (6). Seluruh besi beton harus memenuhi standar SNI-03-6861.2-2002 (Spesifikasi Bahan Bangunan dari besi/ Baja) dengan spesifikasi di bawah ini:
 - a). Untuk besi beton $\geq$ dia.12mm harus menggunakan BJTD-30 (Baja Tulangan *Deform Grade* 30)
 - b). Untuk besi beton $<$ dia. 12mm harus menggunakan as BJTP-30 (Baja Tulangan *Polos Grade* 30).

Karakteristik material

minimum tegangan leleh karakteristik (fy) = 320 MPa

tegangan tarik minimum = 480 MPa

minimum test regangan perpanjangan = 18 %

test tekuk = d $\leq$ 16 mm = 3 d

d > 16 mm = 4 d

Toleransi

Tabel di bawah ini adalah berat nominal dan diameter besi beton yang digunakan (berdasarkan SNI 03-6861.2-2002)

Tabel 3.Diameter dan Berat Jenis Tulangan

Diameter Besi tulangan				Sectional Area (cm2)	Weight (kg/m)
Plain	Dia. (mm)	Deform	(Dia.(mm)		
P6	6	D6	6	0.283	0.222
P8	8	D8	8	0.503	0.395
P10	10	D10	10	0.785	0.617
P12	12	D12	12	1.13	0.888
P13	13	D13	13	1.33	1.040
P16	16	D16	16	2.01	1.58
P19	19	D19	19	2.84	2.33
P25	25	D25	25	4.91	3.85
P32	32	D32	32	8.04	6.31

Tabel 4.Toleransi Diameter

Diameter (mm)	Toleransi (mm)	Deviation of Roundness (%)
Up to 14 mm	+/- 0.4	Max 70 %
16 to 25	+/-0.5	
25 to 34	+/-0.6	

Tabel 5.Toleransi berat per batang besi beton

Diameter (mm)	Toleransi (mm)
d < 10	+/- 7 %
10<= d < 16	+/- 6 %
16<= d < 28	+/- 5 %
d <= 28	+/- 4 %

- (7). Seluruh besi beton harus dipotong dan dibengkok dingin sesuai dengan bentuk dan dimensi yang ditunjukkan pada gambar kerja yang disetujui. Tidak boleh dilaksanakan pemanasan atau pengelasan untuk fabrikasi dan perakitan, kecuali dimana ditunjukkan pada gambar yang disetujui secara khusus atau jika surat persetujuan dari wakil pemberi kerja diterbitkan sebelumnya.
- Kecuali ditunjukkan yang lain dalam gambar, minimum internal radius dari bengkokan harus seperti di bawah ini:
- a). bengkokan standar/ *standard Hooks*:
 - (a). 180° bengkokan plus 4 db (db= nominal diameter besi) perpanjangan < 60 mm pada ujung bebas besi beton;
 - (b). 90° bengkokan plus perpanjangan 12 db pada ujung bebas besi beton;
 - b). untuk sengkang dan bengkokan pengikat:
 - (a). no.16 (dengan ASTM) atau lebih kecil: 90° plus 6 db perpanjangan pada ujung bebas besi beton, atau;
 - (b). no. 19, No. 22, dan No. 25: 90° plus 12 db perpanjangan pada ujung bebas besi beton, atau;
 - (c). no. 25 dan lebih kecil: 135° plus 6 db perpanjangan pada ujung bebas besi beton;
 - c). Minimum Diameter bengkokan:
 - (a). diameter bengkokan diukur dari sisi dalam, kecuali untuk sengkang dan pengikat pada besi beton harus tidak kurang dari nilai pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Diameter Minimum Bengkokan

Ukuran besi beton (ASTM-A-615)	Diameter Minimum bengkokan
9.5 – 25.4 mm	6d
28.9-35.8 mm	8d

- (b). diameter dalam dari bengkokan sengkang dan pengikat tidak boleh kurang dari 4 db untuk besi
 - (c). dia.16mm dan lebih kecil. Untuk besi beton lebih besar dari dia.16mm bengkokan harus sesuai dengan tabel di bawah;
 - (d). diameter bengkokan dalam untuk lembar baja tulangan/*wiremesh* (polos atau ulir) untuk sengkang dan pengikat, harus tidak kurang dari 4db untuk besi ulir > dia.6mm dan 2db untuk besi
 - (e). ukuran yang lain. bengkokan dengan diameter dalam kurang dari 8db tidak boleh kuraag dari 4db dari sambungan las/*splicing* terdekat;
- (8). Sambungan/lewatan. Lokasi dan panjang lewatan sambungan/*overlap* dari besi beton harus seperti pada gambar kerja yang disetujui, dan sesuai dengan ketentuan ACI-318. Panjang lewatan harus tidak kurang dari 40 x diameter besi;
- (9). besi beton harus dipasang pada posisi akurat seperti pada gambar kerja yang disetujui, dengan penggunaan ganjal, penggantung, *mortar block* (beton deking), dsb. Besi harus diikat dengan baik pada setiap lewatan dan sambungan dengan menggunakan kawat beton, atau klip yang disetujui. Semua peletakan harus dengan toleransi yang sesuai dengan ACI-318.
- (10). Tidak boleh terdapat potongan/serpihan metal atau besi yang tertinggal di dalam area *cover*/deking atau 5 Cm dari permukaan beton, kecuali diizinkan oleh wakil pemberi kerja. Seluruh besi beton yang telah terangkai dan terpasang akan diperiksa oleh wakil pemberi kerja dan harus mendapatkan persetujuan secara tertulis untuk melanjutkan pekerjaan pada tahap selanjutnya.
- 3) Pekerjaan Pembetonan/Pengecoran Beton

Beton *ready mix*. Jika kontraktor bermaksud menggunakan beton ready mix, seluruh ketentuan berikut harus dipenuhi sepenuhnya oleh perusahaan penyedia beton tersebut, yakni:

- (1). Kontraktor harus mengajukan seluruh detail dan mendemonstrasikan bahwa perusahaan yang diajukan tersebut mampu mensuplai beton dengan memenuhi segala ketentuan di dalam spesifikasi ini.
- (2). Proses pengawasan mutu/*quality control* beton harus memenuhi *standar quality control* yang diterapkan sebelumnya.
- (3). Kontraktor tidak akan dibebaskan dari segala tanggung jawab di dalam kontrak ini, meskipun beton disuplai oleh pihak lain;

Pada tahapan pengerjaan pembetonan/pengecoran beton meliputi pekerjaan:

- (1). Pencampuran. Pada tahapan ini dilakukan pembuatan beton. *Batching plant*, merupakan pabrik pembuatan beton, atau mesin pengaduk beton.
- (2). Pengiriman Beton. Pada tahapan ini dimasukkan untuk membawa hasil adukan beton cair dari *batching plant* ke tempat lokasi proyek, biasanya dengan menggunakan *agitator-truck*.
- (3). Pengangkutan beton cair di dalam lokasi proyek. Ada beberapa kemungkinan pengangkutan beton cair ke tempat cetakan beton/bekisting, yang mana kesemuanya tergantung kondisi lapangan dan kebutuhan kecepatan pengecoran beton, diantaranya adalah:
 - a). *Agitator-Truck*.
 - b). *Concrete-Pump*.
 - c). *Belt Conveyor*.
 - d). *Tower*.
 - e). *Tower-Crane*.
 - f). *Cable Way*.
- (4). Pengecoran. Kontraktor harus mendapatkan persetujuan dari wakil pemberi kerja, sebelum pekerjaan pengecoran beton dilaksanakan, dimana air yang terkandung pada permukaan butiran agregat halus dan agregat kasar harus

dipertimbangkan. Setiap material harus ditimbang dengan akurasi yang baik seperti telah disebutkan sebelumnya. Ketika truk mixer digunakan untuk mengaduk dalam perjalanan, setiap bagian beton harus diaduk dengan jumlah putaran pada drum sedemikian sehingga dapat dicampur dengan kecepatan putaran sesuai yang direncanakan dalam disain campuran atau seperti yang diarahkan oleh pemberi kerja. Pengadukan tambahan dapat dilaksanakan lagi apabila diperlukan. Jika diperlukan pendapat dari wakil pemberi kerja, pengadukan pada saat perjalanan sebaiknya tidak dilakukan. Pengadukan kembali dapat dilaksanakan setelah beton sampai di lapangan proyek. Setelah beton diletakan ke dalam cetakan/bekisting, harus segera dipadatkan dengan *concrete vibrator* atau jarum penggetar. *Concrete* yang dituang pertama kali sebaiknya tidak dicor ke tempat struktur yang permanen, kecuali dilaksanakan penambahan kandungan semen.

(5). *Finishing*/penyelesaian akhir.

a). Permukaan beton toping;

Setelah beton dicor dan mengeras dan mencapai level yang ditentukan, permukaan harus dikasarkan dengan sikat kaku menjelang beton *setting*. *Retarder*/aditif yang memperlambat waktu pengerasan beton dapat digunakan atas persetujuan dari wakil pemberi kerja;

b). Permukaan halus;

Permukaan halus diperlukan pada seluruh permukaan ekspose, kecuali ditentukan lain maka beton harus digosok dengan mal panjang dan rata sehingga tidak terdapat agregat kasar yang terekspose di permukaan. Setelah kelembaban permukaan hilang, dan serat-serat kasar hilang, permukaan harus digosok dengan cetok besi sampai benar-benar halus.

c). Permukaan kasar

Permukaan kasar dipakai pada beton non-ekspose. Slab atau balok beton di-*finish* dengan *screed* dan cetok besi agar agregat kasar tidak tampak.

d). Permukaan Jalan

Permukaan ini biasanya digunakan untuk jalan perkerasan atau permukaan lain yang ditentukan pada gambar. Sebelumnya beton harus digosok dengan *screed* sampai agregat tidak tampak dari permukaan. Setelah kelembaban hilang, maka permukaan digosok dengan sapu bulu dari fiber yang kaku dalam arah melintang dari jalan. Apabila diinginkan garis lebih kasar, maka dapat digunakan garu dengan penggaris dari paku-paku kecil diujungnya yang dibentuk seperti sisir.

(6). *Curing*/perawatan. Masa perawatan beton sangat penting karena dapat mempengaruhi mutu kekuatan beton.

a). Permukaan terekspose

Seluruh permukaan ekspose termasuk bagian tepi bekisting setelah dibongkar harus ditutup dengan kanvas, terpal, atau sejenisnya. Pembasahan harus dilaksanakan segera setelah beton selesai dicor dan mengeras dan harus diteruskan sampai tujuh hari setelahnya. Seperti pekerjaan beton lainnya, permukaan beton harus dijaga agar tetap basah sampai waktu tertentu.

b). *Membrane Curing*

Sebagai alternatif dari perawatan dengan menggunakan air, dapat pula digunakan membran curing. Pemakaian compound dan material lain harus sesuai dengan instruksi atau manual dari produsen. Dalam hal ini bekisting harus tetap basah pada saat belum dibongkar, dan oleh sebab itu *membrane curing* dapat digunakan.

c). Standar pengerjaan

Kontraktor harus menyediakan staff yang cukup dan peralatan yang dapat didanalkan untuk melaksanakan pekerjaan perawatan beton. Direksi pekerjaan/Wakil pemberi kerja berhak meminta kepada kontraktor untuk mengganti atau menambah peralatan untuk perawatan beton apabila alat yang tersedia dipertimbangkan tidak memadai. Kontraktor harus merencanakan dan melaksanakan semaksimal mungkin sehingga pekerjaan perawatan beton dapat dilaksanakan tanpa terputus, dan

dilaksanakan pada siang dan malam hari, baik pada hari Minggu maupun hari libur. Direksi pekerjaan/Wakil pemberi kerja akan menolak segala pekerjaan perawatan, apabila menurutnya terdapat kelalaian atau pengabaian dari kontraktor melaksanakan perawatan beton, tanpa harus membuktikan adanya kerusakan atau terjadinya dampak buruk pada beton.

Dalam hal tersebut, pemberi kerja berhak memerintah kontraktor untuk mengambil sampel pekerjaan beton, dan apabila perbaikan perlu dilaksanakan, maka hal tersebut harus dilaksanakan kontraktor tanpa penambahan biaya.

4) Pembongkaran Cetakan Beton

Cara pengerjaan pembongkaran cetakan beton sebagai berikut:

- (1). Bekisting tidak boleh dibongkar tanpa izin dari wakil pemberi kerja, Izin diberikan hanya apabila dipertimbangkan bahwa beton telah mencapai kuat tekan yang mencukupi dalam menahan berat sendiri dan seluruh beban luar. Seluruh bekisting harus dibongkar dengan cara sedemikian sehingga tercapai standar keselamatan kerja sesuai dengan yang ditentukan. pada saat membongkar, permukaan beton yang baru tidak boleh diketok atau dikikis dengan cara apapun;
- (2). Minimum 28 hari umur beton harus tercapai sebelum pembongkaran bekisting dilaksanakan, kecuali ditentukan lain oleh wakil dari pemberi kerja;

Dibawah balok : 28 hari

Pelat lantai : 28 hari;

Tembok : 72 jam;

Kolom : 72 jam;

Pinggir balok : 48 jam.

5) Pekerjaan Perbaikan pada Beton

Cara pengerjaan perbaikan pada beton sebagai berikut:

- (1). Tidak boleh dilaksanakan pekerjaan perbaikan pada permukaan beton sampai beton tersebut diperiksa dan disetujui oleh wakil pemberi kerja. Segera setelah bekisting dibuka, permukaan yang rusak, jika ditemukan harus diperbaiki dengan ketentuan yang terdapat disini, kecuali ditentukan lain oleh wakil pemberi kerja;

- (2). Material halus dan lepas harus dibuang. Keropos, akumulasi agregat di permukaan dan lubang dengan diameter yang lebih dari 12 mm, dan lubang lain yang ditinggalkan oleh batang pengikat/*tie rod* atau baut harus diisi dengan mortar atau dengan *special admixture material* lain yang disetujui oleh direksi pekerjaan/wakil pemberi kerja;
- (3). Semen mortar yang digunakan untuk menambal harus dengan komposisi yang sama dengan beton. Mortar harus terdiri dari 1 bagian Portland Cement dan maksimum 2 bagian dari pasir yang lewat ayakan no. 16, dengan kadar air minimum. Mortar harus diaduk dan dipadatkan di tempat;
- (4). Lubang-lubang yang menembus dinding kedua sisi, harus diisi sepenuhnya dari bagian dalam ditekan ke bagian luar. Apabila lubang tidak tembus, maka material pengisi harus diisikan sepenuhnya pada seluruh volume lubang;
- (5). Pekerjaan penambalan harus rata dan sejajar dengan bidang asli di sekitarnya. Tambalan ekspose harus sedemikian sehingga hasil akhir memiliki tekstur dan warna yang sama. Tambalan tersebut harus dirawat selama 72 jam. Tidak boleh terjadi paparan debu atau penambahan air pada areal permukaan tambalan tersebut.
- (6). pekerjaan beton dengan keropos berlebihan sehingga besi tulangan nampak, puing atau material lain yang terperangkap, segregasi agregat kasar, atau retak lebih dari 0,2 mm yang berakibat bahwa kemampuan layan dan kekuatan struktur berkurang harus ditolak, kecuali apabila perbaikan disetujui oleh wakil pemberi kerja. permukaan beton tidak boleh bervariasi lebih dari toleransi yang disyaratkan di bawah ini. Permukaan ekspose harus seragam secara kasat mata dan memiliki permukaan halus atau sesuai dengan yang disyaratkan.

6) Toleransi

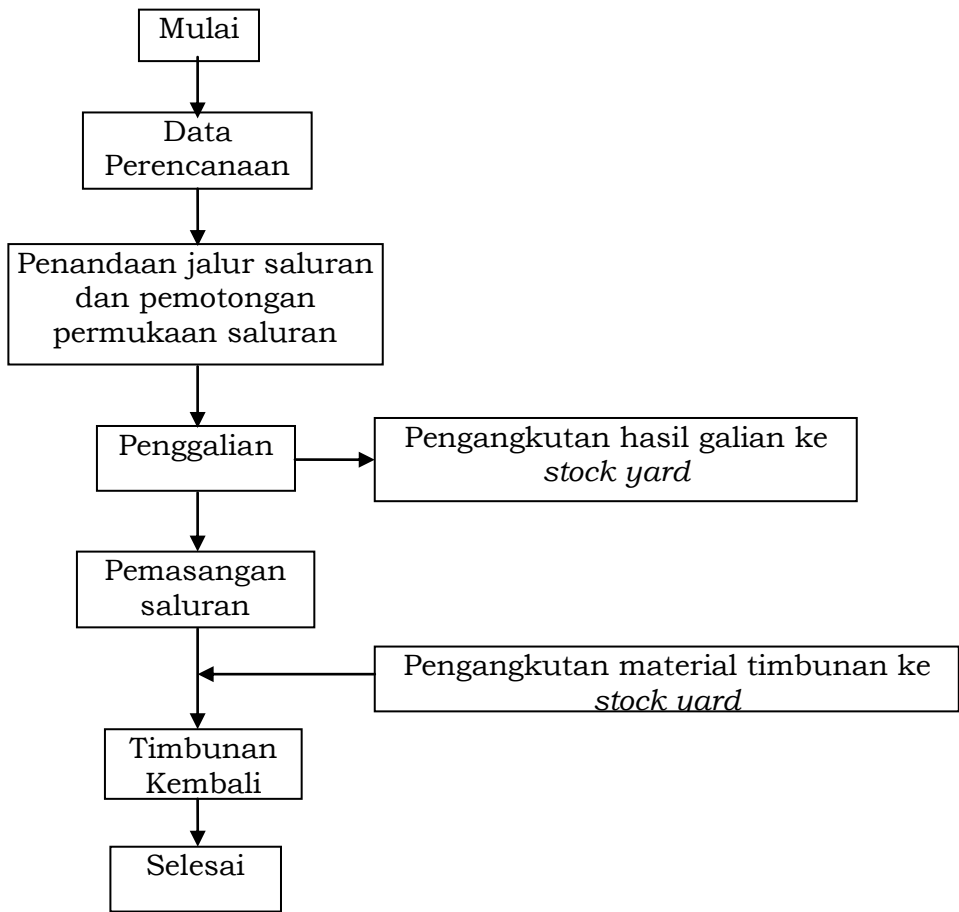
Kecuali disebutkan lain pada gambar atau diizinkan oleh direksi pekerjaan/wakil pemberi kerja, maka *beton in-situ* maupun *precast* harus memiliki toleransi di bawah ini:

- (1). panjang:
 - a). s/d 3 meter +/- 5 mm;

- b). 3 s/d 6 meter $\pm$ 7 mm;
- c). 6 meter ke atas $\pm$ 10 mm;
- (2). potongan melintang (setiap arah):
 - a). + 10 mm;
 - b). - 5 mm;
- (3). kelurusan (deviasi terhadap garis acuan)
 - a). s/d 3 meter: $\pm$ 6 mm;
 - b). 3 s/d 6 meter $\pm$ 9 mm;
 - c). 6 meter ke atas $\pm$ 12 mm;

11. Pekerjaan Pemasangan Saluran Drainase Pracetak (*Precast*)

Tahapan pelaksanaan pekerjaan pemasangan saluran pracetak seperti pada diagram alir berikut ini:



Gambar 11. Diagram Alir Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Saluran

12. Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal (M & E)

1) Pekerjaan Pintu Air

Cara pengerjaan pintu air sebagai berikut:

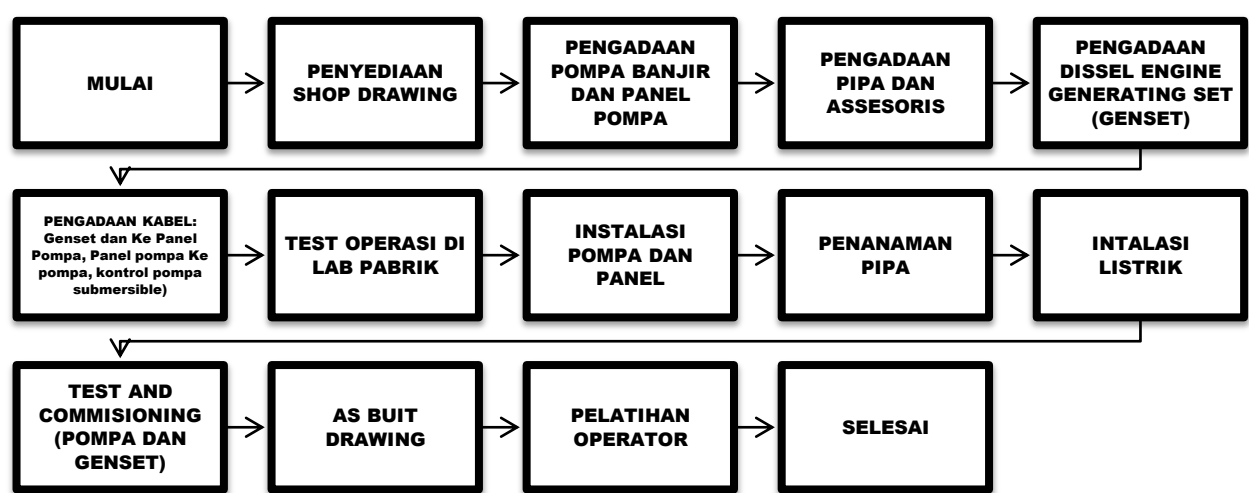
- (1). Pembuatan pintu air menggunakan konstruksi baja/kayu, dengan ukuran/dimensi serta bentuk sesuai gambar.

- (2). Sebagai perkuatan pintu air di buat jangkar/skor dengan bentuk sesuai gambar.
- (3). Pemasangan pintu air harus dilakukan dengan teliti, bidang atas *frame* pintu harus rata air menggunakan *waterpass*.
- (4). Pemasangan pintu air harus mendapat pengawasan dan persetujuan dari Pengawas sebelum dilaksanakan pengecoran beton kolom pintu.
- (5). Pemasangan intalasi listrik untuk penggerak mekanik pintu otomatis.
- (6). Semua bagian konstruksi pintu air yang berhubungan langsung dengan air dan udara terbuka dilakukan pengecatan dengan cat dasar kemudian dilapis dengan cat besi dengan warna sesuai petunjuk Pengawas. Pemberian gemuk/oli pelumas pada peralatan mekanik dan ulir pintu dilaksanakan untuk kelancaran operasional pintu air.

2) Pekerjaan Sistem Pompa

Cara pengerjaan M&E sistem pompa sebagai berikut:

- (1). Penyediaan shop drawing sistem pompa.
- (2). Pengadaan pompa banjir dan panel pompa.
- (3). Pengadaan genset dan kabel
- (4). Pelaksanaan test dan uji di laboratorium pabrik.
- (5). Pengadaan pipa dan assesoris.
- (6). Instalasi kabel
- (7). *Test and commissioning*.
- (8). Pembuatan *as built drawing*.
- (9). Pelatihan operator
- (10). Serah terima pekerjaan.



Gambar 12. Diagram Alir Pelaksanaan M & E Sistem Pompa

3) Pekerjaan Saringan Sampah Otomatis

Cara pengerjaan M&E saringan sampah otomatis sebagai berikut:

- (1). Pengadaan *shop drawing trash racks*.
- (2). Pengadaan saringan sampah otomatis dan perakitan
- (3). Uji dan test di laboratorium pabrik
- (4). Pengadaan panel saringan sampah dan genset
- (5). Instalasi saringan sampah
- (6). Instalasi kelistrikan
- (7). *Test & commisioning*
- (8). Pembuatan *as built drawing & OM*
- (9). Pelatihan Operator
- (10). Serah terima pekerjaan.



Gambar 13. Diagram Alir Pelaksanaan M & E Saringan Sampah Otomatis (Trash racks)

13. Pelaksanaan Uji Coba (*Test and Commissioning*)

1) Persyaratan Pengujian

Sehubungan dengan persyaratan pengujian yang akan dilakukan, cara pengerjaan yang akan dilakukan adalah:

- (1). tetapkan sub sistem atau sistem yang akan diuji, serta waktu pelaksanaan;
- (2). tetapkan jenis pengujian yang akan dilakukan;
- (3). tentukan tempat pelaksanaan pengujian yang telah direkomendasikan dan mempunyai akreditasi apabila dilakukan uji coba model hidrolik atau matematik;
- (4). pelajari perencanaan detail serta spesifikasi bangunan/alat yang dikeluarkan oleh pabrik, apabila digunakan barang produksi pabrikasi;

- (5). tetapkan kriteria uji, yang mencakup aspek operasional, fungsional, dan kriteria hidrolik bangunan air.

2) Uji Coba Saluran

Cara pengerjaan dalam uji coba saluran, meliputi:

- (1). tetapkan bagian saluran yang akan diuji coba;
- (2). amati pola aliran yang terjadi pola endapan dan konsentrasi sampah dalam alur saluran untuk kondisi debit aliran tertentu;
- (3). amati dan lakukan pengukuran kecepatan aliran pada beberapa tempat, dengan menggunakan alat currentmeter;
- (4). amati dan kontrol semua prasarana penunjang saluran seperti filter sampah, bangunan terjun, dan lain sebagainya;
- (5). amati pola aliran pada saat kondisi debit maksimum;
- (6). kontrol posisi papan duga pada saluran, berkaitan dengan debit yang mengalir;
- (7). buat catatan dan rekomendasi terhadap seluruh hasil pemeriksaan.

3) Uji Coba Bangunan Perlindungan

Cara pengerjaan dalam uji coba bangunan perlindungan, meliputi:

- (1). tetapkan bangunan perlindungan yang akan diuji;
- (2). amati pola aliran yang terjadi, pola endapan dan konsentrasi sampah di sekitar bangunan perlindungan, air di inlet untuk kondisi debit aliran tertentu;
- (3). amati dan lakukan pengukuran kecepatan aliran pada inlet dan outlet dengan menggunakan alat currentmeter;
- (4). amati pola aliran pada saat kondisi debit maksimum;
- (5). buat catatan dan rekomendasi terhadap seluruh hasil pemeriksaan.

4) Uji Coba Bangunan Pompa Air

Cara pengerjaan dalam uji coba bangunan pompa air, meliputi:

- (1). tetapkan bangunan pompa yang akan diuji;
- (2). kontrol debit aliran pompa, dan bandingkan dengan spesifikasi jenis pompa yang dikeluarkan oleh pabrik;
- (3). kontrol sistem instalasi yang dipasang, berkaitan dengan kemudahan dalam operasionalnya;
- (4). kontrol dan amati posisi inlet pompa, dalam beberapa kondisi ketinggian;

- (5). kontrol fungsioanal dan operasional kolom penampung serta filter sampah;
- (6). kontrol fungsi rumah pompa, menyangkut segi perlindungan terhadap pompa yang dipasang;
- (7). buat catatan dan rekomendasi terhadap seluruh hasil pemeriksaan.

5) Uji Coba Bangunan Pintu Air

Cara pengerjaan dalam uji coba bangunan pintu air, meliputi;

- (1). tetapkan bangunan pintu air yang akan diuji;
- (2). amati pola aliran yang terjadi, pola endapan dan konsentrasi sampah di sekitar bangunan pintu air, baik di hulu maupun hilir pintu, untuk kondisi debit aliran tertentu, dengan mengatur bukaan pintu air;
- (3). kontrol operasional buka tutup pintu;
- (4). kontrol sistem hidraulik maupun listrik, berkaitan dengan operasional buka tutup pintu;
- (5). buat catatan dan rekomendasi terhadap seluruh hasil pemeriksaan.

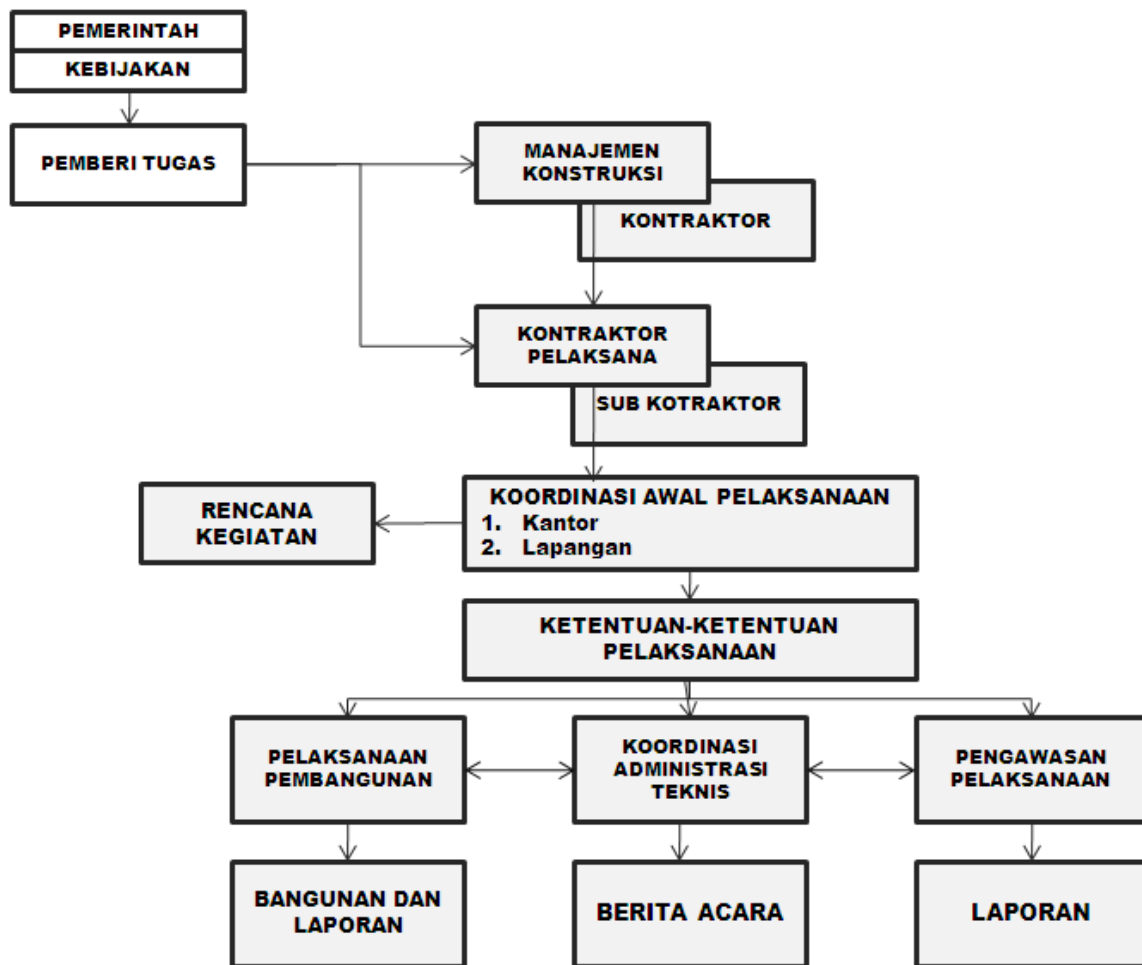
D. MANAJEMEN KONSTRUKSI

1. Lingkup Pengendalian

Pengendalian proyek konstruksi mencakup dan tidak terbatas pada hal-hal sebagai berikut:

- 1) Membuat kerangka kerja secara total;
- 2) Pengisian tenaga kerja termasuk penunjukan konsultan;
- 3) Menjamin bahwa semua informasi yang ada telah dikomunikasikan ke semua pihak terkait;
- 4) Adanya jaminan bahwa semua rencana yang dibuat aka dapat dilaksanakan;
- 5) Monitoring hasil pelaksanaan dan membandingkannya dengan rencana; dan
- 6) Mengadakan langkah perbaikan (*corrective action*) pada saat yang paling awal.

Hubungan antara fungsi-fungsi manajemen dan faktor-faktor yang menjadi ukuran suksesnya perencanaan dan pengendalian.



Gambar 14. Alur Kerja Pelaksanaan Konstruksi Sistem Drainase Perkotaan

2. Pengendalian Kualitas

Pekerjaan pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan mulai dari pekerjaan tanah sampai pada konstruksi akan dikendalikan dengan memberikan pengawasan, arahan, bimbingan dan instruksi yang diperlukan kepada kontraktor guna menjamin bahwa semua pekerjaan dilaksanakan dengan baik, tepat kualitas. Aspek-aspek pengendalian mutu yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan konstruksi antara lain meliputi :

- 1) Peralatan yang digunakan
- 2) Cara pengangkutan material/campuran ke lokasi kerja.
- 3) Penyimpanan bahan/material
- 4) Pengujian material yang akan digunakan termasuk peralatan laboratorium.
- 5) Pengujian rutin laboratorium selama pelaksanaan
- 6) Test lapangan
- 7) Administrasi dan formulir-formulir.

3. Pengendalian Kuantitas

Pengawasan kuantitas (*Quantity Control*), dilakukan dengan mengecek bahan-bahan/campuran yang ditempatkan atau yang dipindahkan oleh kontraktor atau yang terpasang. Konsultan akan memproses bahan-bahan/campuran berdasarkan atas :

- 1) Hasil pengukuran yang memenuhi batas toleransi pembayaran.
- 2) Metoda perhitungan
- 3) Lokasi kerja
- 4) Jenis pekerjaan
- 5) Tanggal diselesaikannya pekerjaan.

Setelah pekerjaan memenuhi persyaratan baik secara kualitas maupun persyaratan lainnya, maka pengukuran kuantitas dapat dilakukan agar volume pekerjaan dengan teliti/akurat yang disetujui oleh konsultan sehingga kuantitas dalam kontrak adalah benar diukur dan mendapat persetujuan dari konsultan.

4. Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu dilakukan dengan cara membandingkan prosentase pekerjaan yang telah dilaksanakan dengan prosentase pada kurva S yang sudah dibuat. Jika prosentase pekerjaan yang telah dilaksanakan lebih tinggi dari dari prosentase awal dalam kurva S, berarti pekerjaan berjalan lebih cepat dari waktu yang direncanakan, kondisi demikian sebaiknya dipertahankan. Namun, sebaliknya jika kondisi prosentase hasil pekerjaan di lapangan lebih rendah dari prosentase awal, berarti pekerjaan berjalan lambat dan harus dikendalikan agar bisa mencapai target waktu yang direncanakan. Pengendalian waktu ini dilakukan setiap hari, setiap minggu dan setiap bulan yang dituangkan dalam bentuk laporan, yaitu :

- 1). Laporan Harian
- 2). Laporan Mingguan
- 3). Laporan Bulanan
- 4). Laporan kemajuan pekerjaan.

5. Pengawasan/Supervisi

Pengawasan pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan umum sebagai berikut:

- 1) Pengawasan dilakukan terhadap pemenuhan:
 - (1). Waktu pelaksanaan
 - (2). Kualitas teknis pelaksanaan konstruksi

(3). keuangan

- 2) Dilaksanakan oleh tenaga ahli yang sudah berpengalaman dan sesuai dengan bidangnya masing-masing.
- 3) Pengawasan dilaksanakan dengan seksama dan terkoordinasi dengan pihak-pihak terkait.
- 4) Hal-hal mengenai pengawasan waktu pelaksanaan, kualitas teknis pelaksanaan konstruksi serta keuangan dilaporkan dalam bentuk laporan tertulis:
- 5) Mengirimkan laporan-laporan tersebut kepada instansi yang terkait dan negara pemberi bantuan jika pekerjaan tersebut didapat dari bantuan negara donor atau bantuan luar negeri untuk mendapatkan tanggapannya.
- 6) Mengadakan ujicoba sistem drainase perkotaan setelah pekerjaan selesai.
- 7) Menerima berita acara penyerahan pekerjaan dari kontraktor, setelah uji coba pelaksanaan konstruksi memenuhi persyaratan yang diperlukan.
- 8) Kegiatan pengawasan pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan harus memenuhi kelengkapan dan ketentuan-ketentuan administrasi yang berlaku.

6. Cara Pengerjaan Pengawasan

Dalam Pengawasan pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan menurut tahapan pengerjaan sebagai berikut:

1) Persiapan

(1). Administrasi

Pekerjaan administrasi ada tahap persiapan adalah:

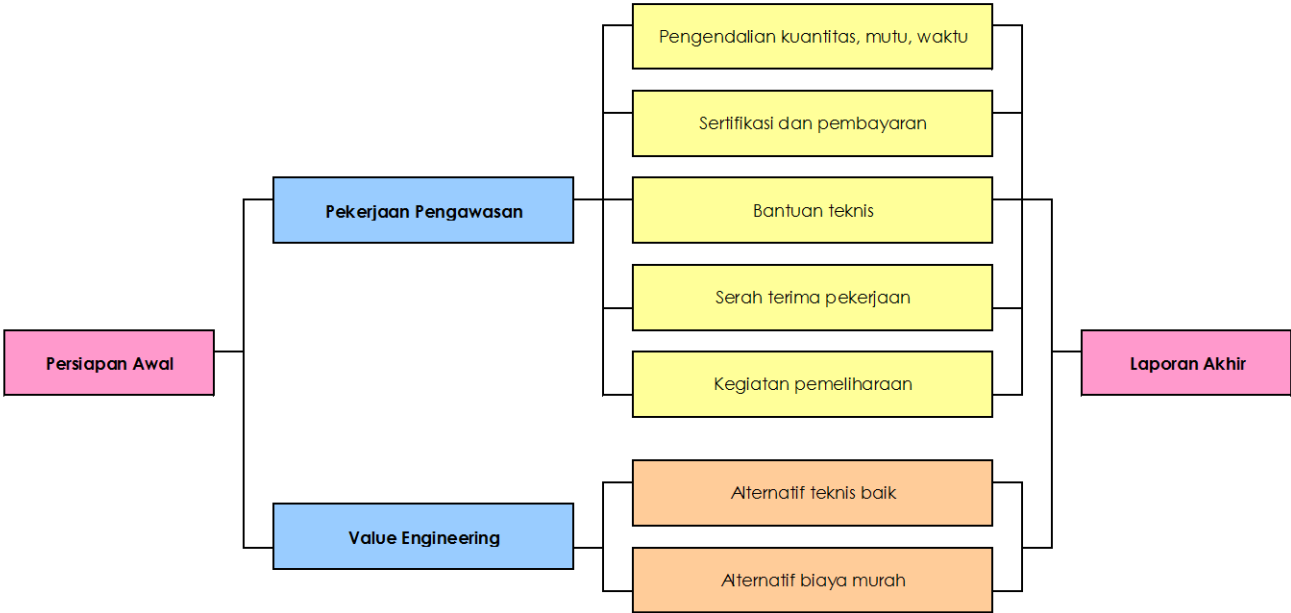
- a). Berikan surat perintah kerja kepada pelaksana
- b). Periksa kelengkapan dokumen yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi meliputi diantaranya: surat pembebasan lahan, dan perizinan-perizinan.
- c). Berikan penjelasan gambar-gambar dan spesifikasi yang akan diperlukan oleh pelaksana.
- d). Periksa gambar-gambar teknis yang berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan atau gambar kerja.
- e). Menyetujui dan menolak gambar-gambar teknis atau gambar kerja.

- f). Menyiapkan estimasi kemajuan pelaksanaan untuk masing-masing pekerjaan konstruksi dan pengadaan.
 - g). Menyetujui dan menolak kualitas dan kuantitas material bahan dan perlengkapan yang dikirim oleh supplier atau pabrik.
- (2). Pekerjaan di Lapangan
- a). Periksa kondisi lokasi pekerjaan yang akan dilaksanakan
 - b). Periksa peralatan dan perlengkapan yang akan di gunakan dalam pelaksanaan pekerjaan.
 - c). Periksa pengajuan material yang akan digunakan sesuai spesifikasi dan gambar kerja baik ualtas dan kuantitasnya.
 - d). Periksa kesiapan kontraktor sebagai pelaksana pekerjaan.
- 2) Pelaksanaan Pengawasan
- (1). Administrasi
- a). Buat prosentase kemajuan pekerjaan mingguan, bulanan, triwulan, tahunan kemudian dibandingkan dengan perkiraan kemajuan pekerjaan yang telah dibuat sebelumnya.
 - b). Buat revisi perkiraan kemajuan pekerjaan disesuaikan dengan pekerjaan yang telah dapat diselesaikan sebelumnya.
 - c). Buat evaluasi kemajuan atau keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.
 - d). Laporkan masalah-masalah yang dihadapi yang tidak dapat diselesaikan oleh pelaksana supervisi di lapangan yang dapat menyebabkan keterlambatan pelaksanaan pekerjaan ketingkat yang lebih pantas.
 - e). Adakan rapat evaluasi hasil pekerjaan baik dengan pelaksana pekerjaan, pemberi pekerjaan dan instansi terkat lainnya secara periodik.
 - f). Adakan rapat pembahasan penyelesaian masalah yang dihadapi di lapangan maupun yang berhubungan dengan instansi lain.
 - g). Untuk pekerjaan yang dananya disediakan dari Bantuan Luar Negeri, pengawas harus memberikan laporan tertulis mengenai kemajuan atau keterlambatan pelaksanaan pekerjaan berikut masalah yang dihadapi baik teknis maupun non teknis kepada negara pemberi bantuan.

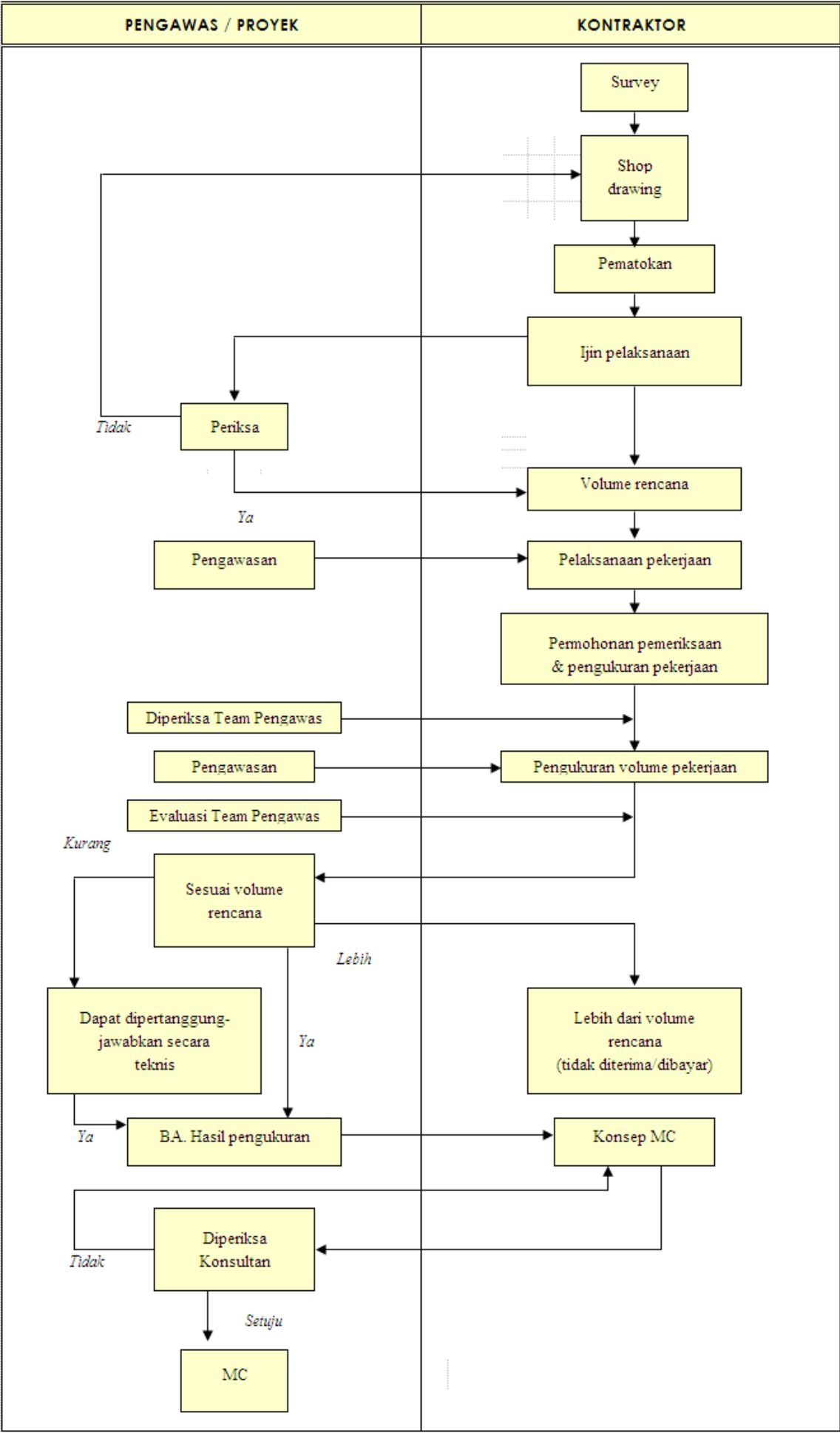
- h). Periksa, apakah *as built drawing* atau gambar nyata tata laksana setelah sesuai dengan pekerjaan dilapangan.

(2). Di Lapangan

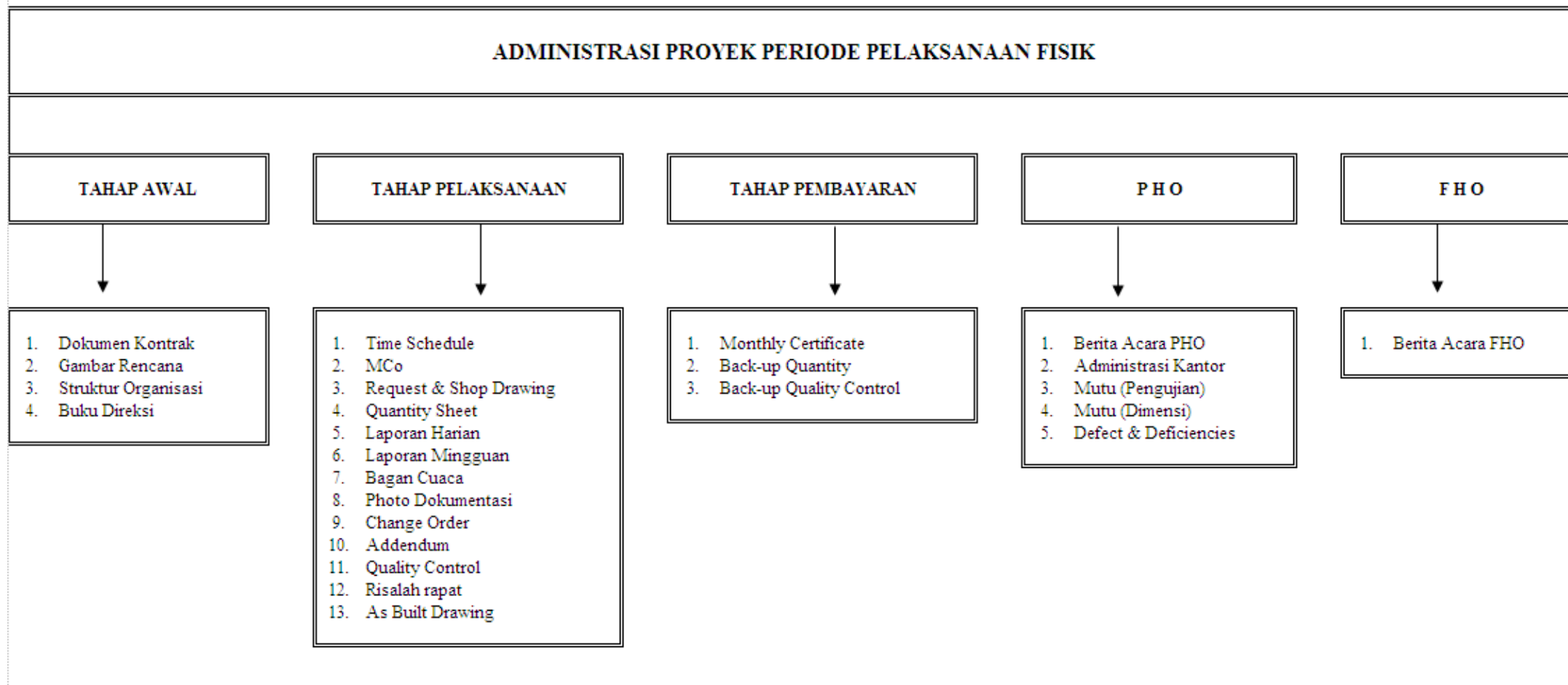
- a). Awasi pelaksanaan konstruksi sistem drainase perkotaan agar pelaksanaannya sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku, yaitu untuk:
 - i). Pekerjaan saluran drainase
 - ii). Pekerjaan sistem pompa, polder, kolam retensi, pintu air, bangunan perlintasan, dlsb.
- b). Awasi penyediaan bahan sesuai dengan spesifikasi yang diisyaratkan.
- c). Awasi tata cara pengerjaan sesuai standar yang berlaku.
 - (a). Pekerjaan sipil (beton, pondasi, pasangan)
 - (b). Pekerjaan mekanikal dan elektrik
- d). Perhatikan agar sistem drainase yang dibangun berfungsi sesuai.
- e). Perhatikan agar kemajuan pelaksanaan konstruksi sesuai dengan estimasi yang telah dibuat sebelumnya.
- f). Periksa apakah pelaksanaan pekerjaan telah diselesaikan sesuai dengan hasil rancangan teknik terinci.
- g). Tahap menyelesaikan suatu item pekerjaan harus disetujui dan ditandatangani oleh pihak pelaksana dan pengawas lapangan untuk mempermudah penyelesaian administrasinya.
- h). Setiap ada keterlambatan pekerjaan dalam suatu item pekerjaan maka harus dikejar pada kemajuan minggu berikutnya.



Gambar 15. Metodologi Pelaksanaan Supervisi Pelaksanaan Konstruksi



Gambar 16. Pengendalian Kuantitas (*Quantity Controlling*)



Gambar 17. Administrasi Proyek Periode Pelaksanaan Konstruksi

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DJOKO KIRMANTO

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
Kepala Biro Hukum,

LAMPIRAN III
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR [12](#)
[/PRT/M/2014](#)
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE
PERKOTAAN

TATA CARA OPERASI DAN PEMELIHARAAN
SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Untuk menjaga kinerja prasarana dan sarana drainase perkotaan yang telah ada maka kegiatan operasi dan pemeliharaan merupakan kegiatan yang penting untuk dilakukan, agar prasarana dan sarana drainase dapat terus berfungsi untuk mengendalikan air permukaan dan genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat dan lingkungan.

2. Pengertian

Mencakup pedoman tentang operasi, pemeliharaan, pembiayaan dan kelembagaan beserta personalianya.

- 1) Trash rack adalah bangunan saringan sampah yang dapat dioperasikan secara mekanik atau manual;
- 2) Bangunan perlintasan adalah bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan air dari satu saluran ke saluran yang lain yang melintasi suatu bangunan tertentu;
- 3) Pompa banjir adalah pompa yang berfungsi memindahkan air ke badan air penerima;
- 4) Rumah pompa adalah bangunan pelengkap untuk melindungi peralatan seperti genset, panel-panel, pompa banjir, ruang operasi dan pemeliharaan;
- 5) Pompa lumpur adalah pompa yang berfungsi menyedot air dan lumpur untuk membantu mengoptimalkan fungsi pompa banjir;
- 6) Rumah jaga adalah rumah yang digunakan petugas untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan pompa banjir dan rumah pompa;
- 7) Bangunan pengatur adalah bangunan yang berfungsi untuk mengatur

aliran air;

- 8) Jalan inspeksi adalah jalan yang berfungsi untuk operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase perkotaan;
- 9) Daerah sempadan adalah daerah untuk mengamankan prasarana dan sarana drainase akibat pengaruh drainase perkotaan;
- 10) Sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya;
- 11) Sistem drainase utama adalah jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem drainase utama merupakan tanggung jawab pemerintah kota;
- 12) Pengendalian banjir adalah usaha untuk mengendalikan air sungai yang melintasi wilayah kota, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kegiatan kehidupan manusia. Pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab dinas pengairan (Sumber Daya Air);
- 13) Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima;
- 14) Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer;
- 15) Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap menyalurkannya ke saluran sekunder;
- 16) Sumur resapan adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk meresapkan air hujan dari atap bangunan ke dalam tanah melalui lubang sumuran;
- 17) Studi terkait adalah studi lain yang terkait dengan kegiatan studi drainase perkotaan, antara lain: RUTRK, studi persampahan, studi limbah, dan studi transportasi;
- 18) Normalisasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan;
- 19) Kota metropolitan adalah kota yang mempunyai penduduk lebih dari 1.000.000 jiwa;
- 20) Kota besar adalah kota yang mempunyai penduduk antara 500.000 jiwa-1.000.000 jiwa;

- 21) Kota sedang adalah kota yang mempunyai penduduk antara 100.000 jiwa-500.000 jiwa;
- 22) Kota kecil adalah kota yang mempunyai penduduk antara 20.000 jiwa-100.000 jiwa.

B. SARANA DAN PRASARANA DRAINASE PERKOTAAN

1. Umum

1.1. Prinsip Dasar Drainase Perkotaan

Air hujan yang jatuh di suatu daerah perlu ditampung, diresapkan dan dialirkan dengan cara pembuatan tampungan, fasilitas resapan dan saluran drainase. Sistem saluran drainase di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar yaitu ke badan air penerima.

1.2. Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum

- Mengeringkan bagian wilayah kota dari genangan air sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.
- Mengalirkan air permukaan ke badan air penerima terdekat secepatnya.
- Mengendalikan kelebihan air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
- Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah (konservasi air).
- Melindungi prasarana dan sarana perkotaan yang sudah terbangun.

1.3. Fungsi Drainase Perkotaan Berdasarkan Fungsi Layanan

- Sistem drainase lokal

Yang dimaksud sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang/pengelola kawasan atau instansi lainnya.

- Sistem drainase utama

Yang dimaksud sistem drainase utama adalah jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem drainase utama merupakan tanggung jawab pemerintah kabupaten/kota.

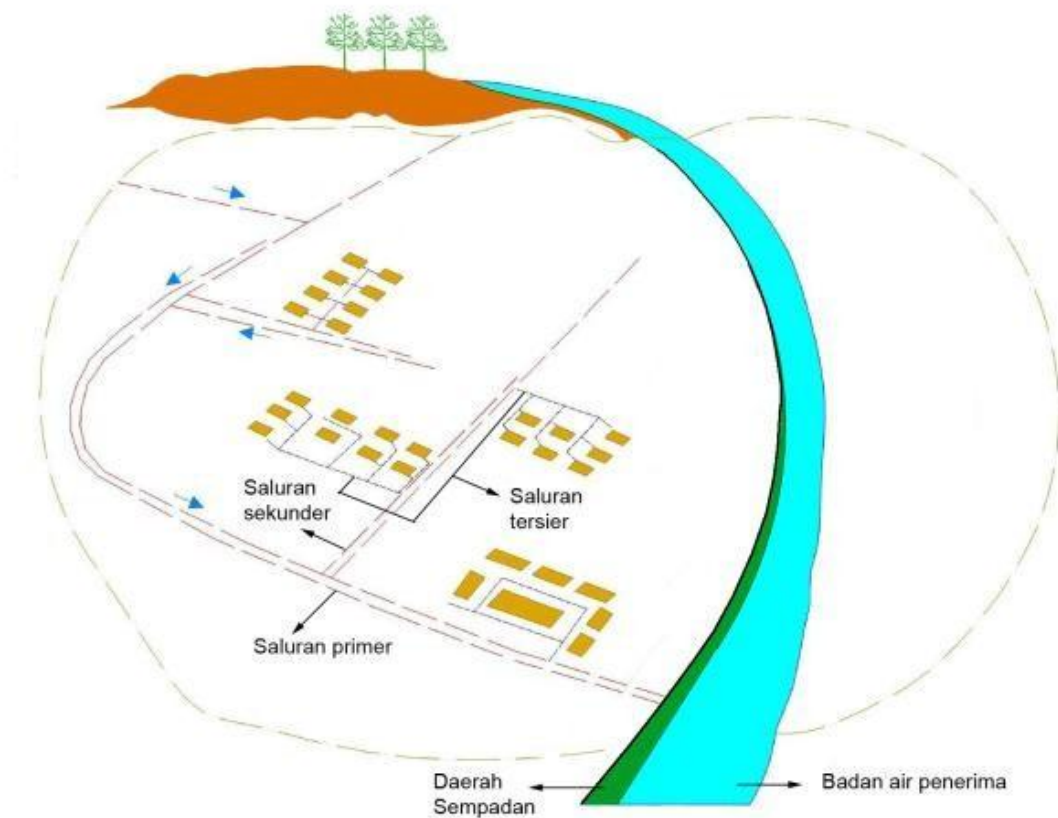
- Pengendalian banjir (*Flood Control*)

Pengendalian banjir adalah usaha untuk mengendalikan air sungai yang melintasi wilayah kota, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kegiatan kehidupan manusia. Pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab dinas pengairan (Sumber Daya Air).

1.4. Fungsi Drainase Perkotaan Berdasarkan Fisiknya :

- Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima;
- Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer;
- Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap menyalurkannya ke saluran sekunder;

Sistem drainase perkotaan berdasarkan fungsi layanan dan fungsi fisiknya dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sistem Drainase Perkotaan

2. Kegiatan O & P

Untuk dapat memperoleh hasil seperti yang diharapkan maka sebelum

melaksanakan kegiatan operasi dan pemeliharaan diperlukan perencanaan pemrograman, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi (monev).

2.1. Perencanaan O & P Drainase Perkotaan

Perencanaan operasi drainase perkotaan harus mengikuti ketentuan SOP. Perencanaan O&P drainase perkotaan pada tahap pertama harus difokuskan pada program berikut ini :

(1) Pemeliharaan rutin/*routine maintenance*;

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan dilakukan berulang-ulang pada waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun;

(2) Pemeliharaan berkala

Pemeliharaan berkala adalah pekerjaan pemeliharaan yang selalu dilakukan menurut tenggang waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun;

(3) Pemeliharaan khusus/*special maintenance*

Pemeliharaan khusus adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak.

(4) Rehabilitasi/*Rehabilitation*

Adalah pemeliharaan khusus yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak atau mengalami kerusakan yang menyebabkan bangunan tidak atau kurang berfungsi.

2.2. Pelaksanaan O & P Drainase Perkotaan

a) Sebelum pelaksanaan O&P drainase perkotaan dimulai maka hal-hal yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

(1) Untuk pekerjaan saluran :

- Perlu dilakukan pekerjaan pengukuran profil memanjang dan melintang untuk mengetahui volume sedimentasi/ lumpur, kecuali pekerjaan rutin/berkala yang hanya mengangkat sampah dan benda apung lainnya;
- Menghitung volume kerusakan talud saluran, apabila taludnya dari pasangan maupun dari tanah;
- Menghitung rencana biaya volume sedimen termasuk angkutannya dan atau menghitung biaya perbaikan

taludnya;

- Pekerjaan dilakukan secara swakelola maupun tender.

(2) Untuk pekerjaan bangunan pelengkap :

- Menghitung volume kerusakan bangunan pelengkap dari gambar desain detail kerusakan bangunan tersebut;
- Menghitung rencana biaya volume kerusakan bangunan dari gambar detail desain;
- Pekerjaan dilakukan secara swakelola maupun tender.

(3) Untuk pekerjaan kolam penampungan :

- Perlu dilakukan pekerjaan pengukuran profil memanjang dan melintang untuk mengetahui volume sedimentasi/ lumpur, kecuali pekerjaan rutin/berkala yang hanya men- gangkat sampah dan benda apung lainnya;
- Menghitung volume kerusakan talud kolam, apabila taludnya dari pasangan maupun dari tanah;
- Menghitung rencana biaya volume sedimen termasuk angkutannya dan atau menghitung biaya perbaikan taludnya;
- Pekerjaan dilakukan secara swakelola maupun tender.

b) Saat pelaksanaan O&P drainase perkotaan dimulai maka hal-hal yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

- Pelaksanaan dilakukan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan;
- Adanya pengawas lapangan dari direksi untuk mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh kontraktor atau swakelola;
- Pekerjaan dianggap selesai apabila telah disetujui kedua belah pihak, pihak direksi dan kontraktor;
- Pekerjaan selesai dibuat Berita Acaranya ditandatangani kedua belah pihak, direksi dan kontraktor.

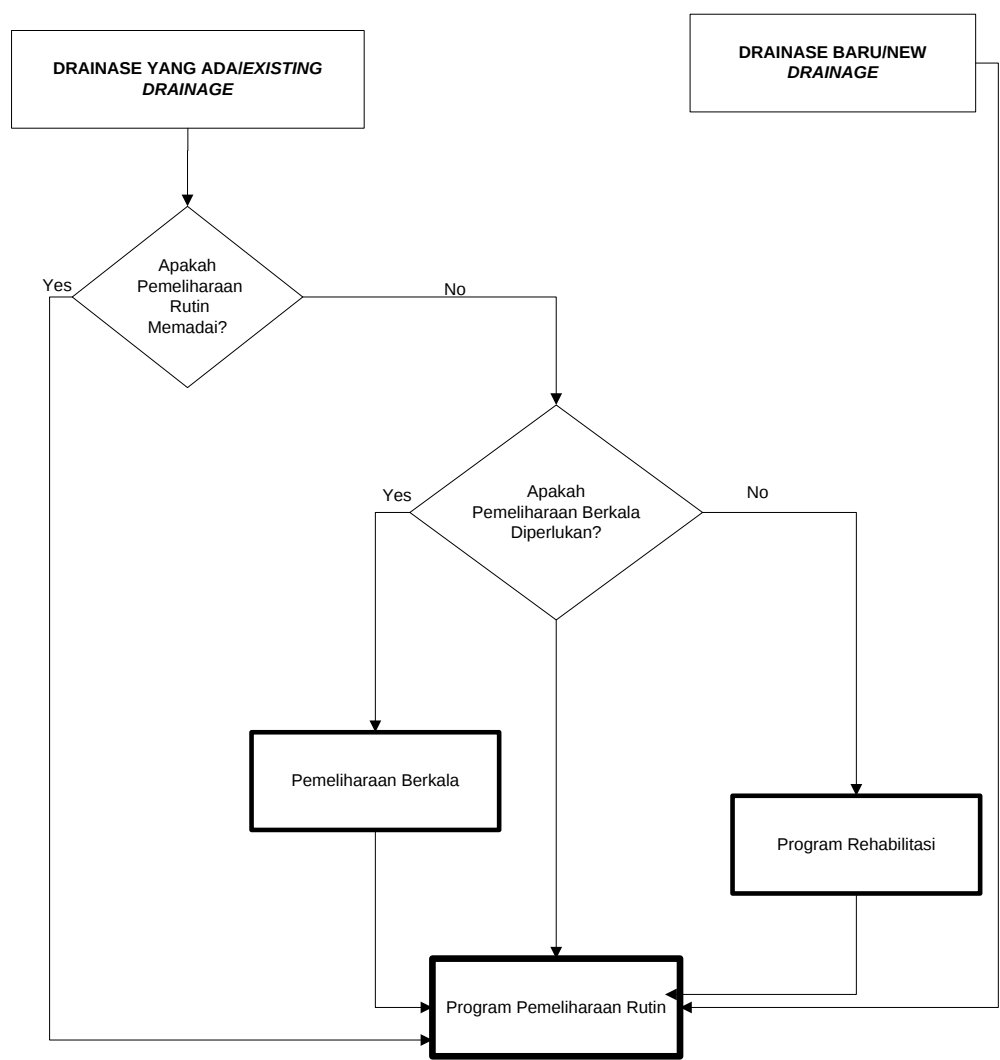
2.3. Monitoring dan Evaluasi (Monev) O&P Drainase Perkotaan

Pekerjaan monev dilaksanakan apabila pekerjaan O&P telah selesai dikerjakan, hal-hal yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

(1) Mengecek atau memonitor apakah pelaksanaan dilakukan sesuai dengan gambar rencana dan volume rencana;

- (2) Apabila dalam pelaksanaan terdapat deviasi dengan gambar rencana dan volume rencana, maka pelaksana atau kontraktor harus menyelesaikan kekurangan tersebut sesuai dengan rencana, apabila berlebih maka direksi tidak akan membayar kelebihan tersebut.
- (3) Selama dalam masa pemeliharaan, pelaksana atau kontraktor wajib memelihara pekerjaan tersebut, sesuai dengan rencana.
- Gambar 2 memperlihatkan bagan alir Operasi dan Pemeliharaan drainase perkotaan.

Gambar 2.2 : BAGAN ALIR DRAINASE PERKOTAAN



Gambar 2. Bagan Alir Drainase Perkotaan

- 2.4. Prasarana Dan Sarana Drainase Perkotaan Yang Memerlukan O&P
- Prasarana dan sarana drainase perkotaan terdiri dari bangunan-bangunan seperti berikut:
- (1) Saluran terbuka dan tertutup;
 - (2) Bangunan persilangan: gorong-gorong dan siphon drainase;

- (3) Bangunan terjun;
- (4) Tanggul;
- (5) Bangunan penangkap pasir;
- (6) Pintu air;
- (7) Kolam retensi/tandon;
- (8) Pompa dan rumah pompa;
- (9) *Trash rack*;
- (10) Sumur resapan dan kolam resapan;
- (11) Jalan inspeksi untuk saluran drainase ditentukan sesuai dengan kondisi lapangan;
- (12) Daerah sempadan, daerah sempadan pada saluran drainase dan kolam tampungan disesuaikan dengan kondisi lapangan.
- (13) Bak pemeriksaan/main hole adalah lubang pemeriksaan atau lubang penangkap lumpur yang berfungsi untuk mengontrol saluran penutup dan atau untuk menampung sedimen;
- (14) Tali air/inlet street adalah lubang di tepi jalan yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan ke saluran drainase.

Tabel 1 memperlihatkan prasarana dan sarana drainase perkotaan yang memerlukan O&P.

Tabel 1. Prasarana dan Sarana Drainase

No	Bangunan Drainase
1	Saluran Terbuka
2	Saluran Tertutup
3	Gorong-gorong
4	Siphon Drainase
5	Bangunan Terjun
6	Tanggul
7	Bangunan Penangkap Air
8	Pintu Air
9	Kolam Retensi
10	Kolam Tandon
11	Kolam detensi
12	Pompa
13	Rumah Pompa
14	Trash Rack
15	Sumur Resapan
16	Kolam Resapan
17	Jalan Inspeksi
18	Daerah sempadan
19	Bak Pemeriksaan/Man Hole
20	Tali Air/Inlet Street

2.5. Saluran

Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan penerima air dan atau ke bangunan resapan buatan; saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.

Saluran drainase terdiri dari saluran :

- Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.
- Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
- Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap menyalurkannya ke saluran sekunder.

a) Saluran Drainase Ada Yang Terbuka Dan Tertutup

1) Ukuran saluran tidak dapat distandarisasikan, sebab tergantung dari :

- Luas daerah tangkapan air (DTA) atau DPSal (Daerah Pengaliran Saluran);
- Periode ulang (return period);
- Bentuk daerah tangkapan air/DTA atau DPSal.

2) Bentuk penampang saluran:

- Trapesium
 - ✓ saluran yang terbentuk secara alami dimana kemiringan talud mengikuti kemiringan dari jenis tanah asli;
 - ✓ saluran dengan perkuatan talud dari pasangan batu kali;
 - ✓ saluran dengan perkuatan talud dari beton tulang.

Saluran berbentuk trapesium dapat dilihat dalam Gambar 3.

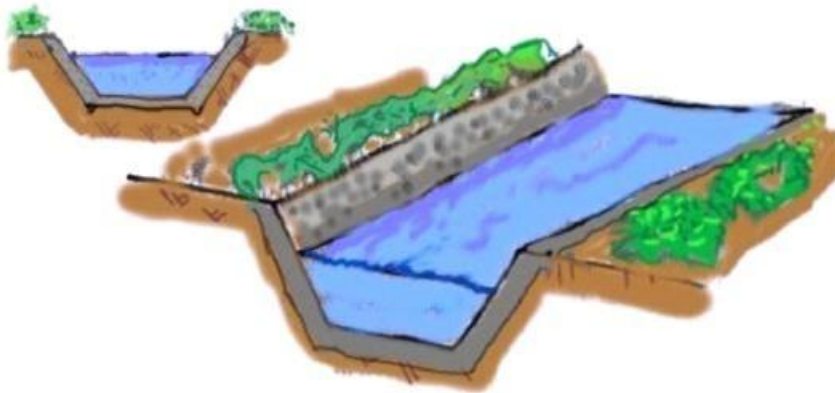
- Segiempat

Bentuk penampang saluran segiempat adalah bentuk yang dibuat dengan syarat perkuatan talud, kecuali tanah padat atau keras/cadas. Jenis saluran segiempat:

- ✓ perkuatan talud dari pasangan batu pecah;
- ✓ perkuatan talud dari beton bertulang;

- ✓ perkuatan talud dari sheet pile beton bertulang;
- ✓ perkuatan talud dari tiang pancang.

Saluran berbentuk segiempat dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 3 Saluran Trapesium



Gambar 4 Saluran Segiempat

b) Saluran Terbuka

- Saluran terbuka yang terletak di kiri kanan jalan biasanya berfungsi untuk menampung air hujan dari jalan raya; saluran ini biasanya distandarisasikan, dimensinya tergantung dari lebar jalan. Tapi saluran jalan raya ini tidak dapat distandarisasikan apabila saluran tersebut juga berfungsi untuk menampung air hujan dari daerah lingkungan sekitarnya. Dimensi saluran ini tergantung dari luas daerah tangkapan air (DTA) atau DPSal (Daerah Pengaliran Saluran), periode ulang (*return period*) dan bentuk daerah tangkapan air/DTA atau DPSal.
- Saluran terbuka yang terletak di daerah permukiman, daerah

perdagangan, daerah industri, daerah perkantoran dan daerah lainnya. Pada umumnya talud saluran ini diberi pasanagan batu atau beton bertulang; bentuk saluran ini biasanya trapesium atau segiempat.

Contoh saluran terbuka seperti terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Saluran Terbuka

c) Saluran Tertutup

Saluran tertutup merupakan bagian dari sistem saluran drainase pada tempat tertentu seperti: kawasan pasar, perdagangan dan lainnya yang tanah permukaannya tidak memungkinkan untuk dibuat saluran terbuka. Saluran tertutup dapat dibedakan menjadi dua macam:

- Saluran terbuka yang ditutup dengan plat beton;
- Saluran tertutup (aliran bebas atau aliran bertekanan).

Keuntungan dan kerugian saluran tertutup antara lain:

- Keuntungannya adalah bagian atas dari saluran tertutup dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan;
- Kerugiannya adalah pemeliharaan saluran tertutup jauh lebih sulit dari saluran terbuka.

Fasilitas yang harus disediakan pada saluran tertutup adalah lubang kontrol atau *man hole* dan juga saringan sampah dipasang pada bagian hulu lubang kontrol. Gambar 6 memperlihatkan saluran terbuka yang ditutup plat beton dan Gambar 7 saluran tertutup.



Gambar 6. Saluran terbuka yang ditutup plat beton



Gambar 7. Saluran tertutup

2.6. Bangunan Persilangan

Bangunan persilangan pada saluran drainase perkotaan terdiri dari: gorong-gorong, jembatan, talang air dan siphon.

a) Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah saluran yang memotong jalan atau media lain. Bentuk gorong-gorong terdiri dari: bentuk lingkaran yang terbuat dari pipa beton dan bentuk segiempat dari beton bertulang. Gambar 8 memperlihatkan bangunan gorong-gorong.



Gambar 8. Bangunan Gorong-Gorong

b) Siphon Drainase

Siphon adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengalirkan air dengan menggunakan gravitasi yang melewati bagian bawah jalan, jalan kereta api dan bangunan lainnya.

Pembangunan siphon drainase ini dapat dilakukan pada kondisi memaksa dan mensyaratkan kondisi khusus dimana saluran drainase tersebut tidak mengandung sedimen dan sampah serta dalam operasi pemeliharannya ekstra ketat. Gambar 9 memperlihatkan bangunan siphon drainase.



Gambar 9. Bangunan Siphon Drainase

2.7. Bangunan terjun

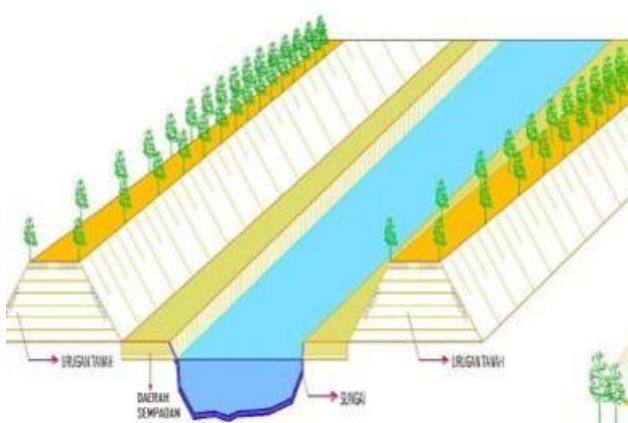
Bangunan terjun adalah bangunan yang berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran air dari hulu. Bangunan terjun direncanakan pada jalur saluran dengan kemiringan eksisting yang kritis dan curam, sehingga kriteria batas kecepatan maksimum yang diijinkan. Gambar 10 memperlihatkan bangunan terjun.



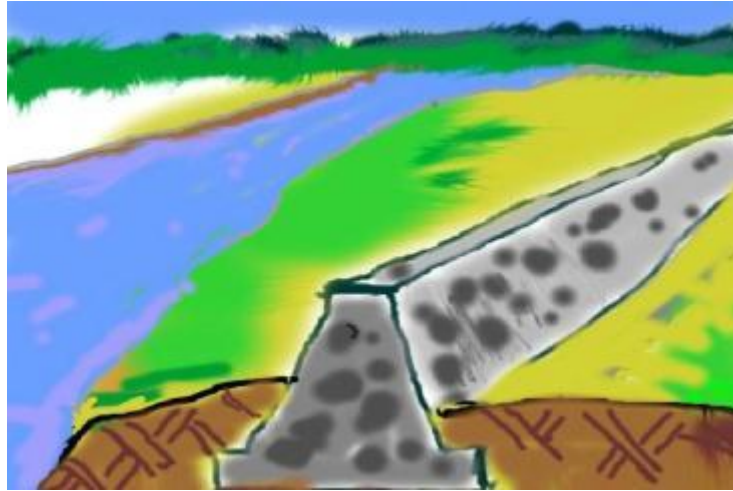
Gambar 10. Bangunan Terjun

2.8. Tanggul

Tanggul banjir adalah konstruksi yang berfungsi untuk mencegah terjadinya limpasan air dari sungai/saluran ke wilayah. Tanggul banjir dapat terdiri dari tanggul tanah, tanggul pasangan batu kali dan tanggul beton bertulang atau kombinasi dari ketiganya. Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13 masing-masing memperlihatkan tanggul dari tanah, tanggul dari pasangan batu kali dan tanggul dari beton bertulang.



Gambar 11 . Tanggul Tanah



Gambar 12. Tanggul Pasangan Batu Kali



Gambar 13. Tanggul Beton Bertulang

2.9. Bangunan Penangkap Pasir

Bangunan penangkap pasir adalah bangunan yang berfungsi untuk menangkap sedimen pada daerah tertentu yang alirannya banyak mengandung sedimen layang maupun endapan dasar.

Bangunan ini direncanakan pada lokasi sebagai berikut:

- 1) Sebelum inlet masuk ke kolam retensi/tandon;
- 2) Sebelum inlet gorong-gorong;
- 3) Sebelum inlet siphon.

Umumnya sedimen yang ditangkap pada bangunan penangkap pasir adalah sedimen yang berdiameter lebih besar dari 0,088 mm. Gambar 14 memperlihatkan bangunan penangkap pasir.



Gambar 14. Bangunan Penangkap Pasir

2.10. Pintu Air

Pintu air adalah pintu/bangunan pelengkap yang berfungsi untuk mengatur debit, dan dapat dipasang diantaranya pada: inlet siphon, inlet dan outlet kolam detensi dan retensi, inlet stasiun pompa dan di ujung saluran yang berhubungan dengan badan air. Pembagian pintu air menurut jenis dan pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

1) Pintu air menurut jenisnya:

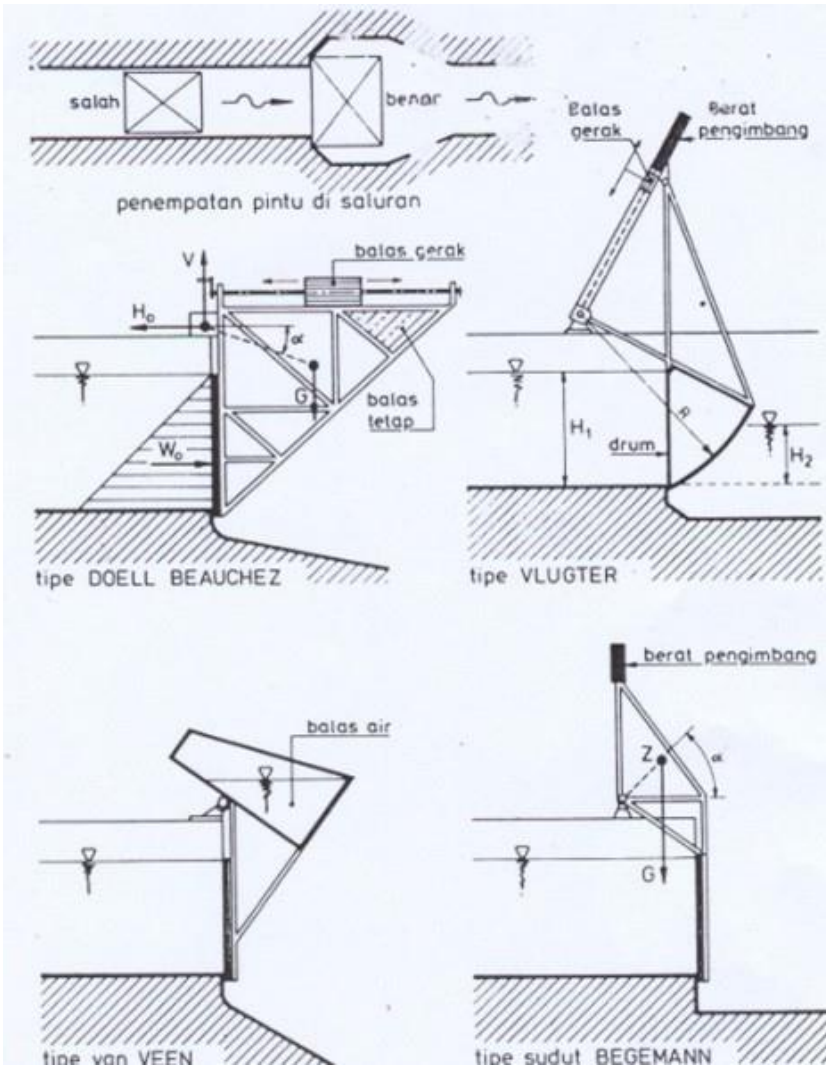
- Pintu sorong, dapat dilihat dalam Gambar 15.
- Pintu klep otomatis diperlihatkan dalam Gambar 16 dan Gambar 17;
- Pintu katup karet otomatis dapat dilihat dalam Gambar 18.



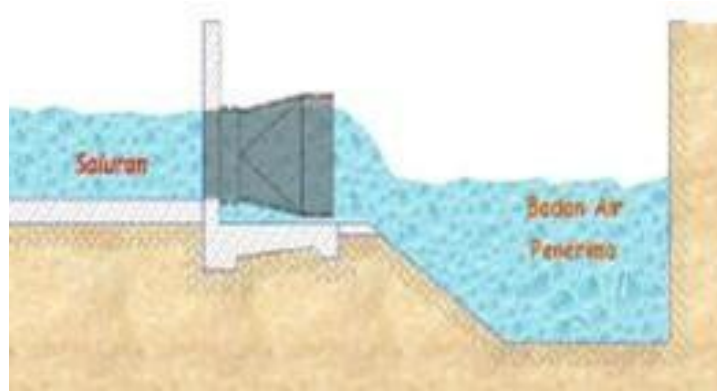
Gambar 15. Pintu sorong



Gambar 16. Pintu klep otomatis



Gambar 17 : Tipe-Tipe Pintu Otomatis



Gambar 18 : Tipe-Tipe Pintu Otomatis



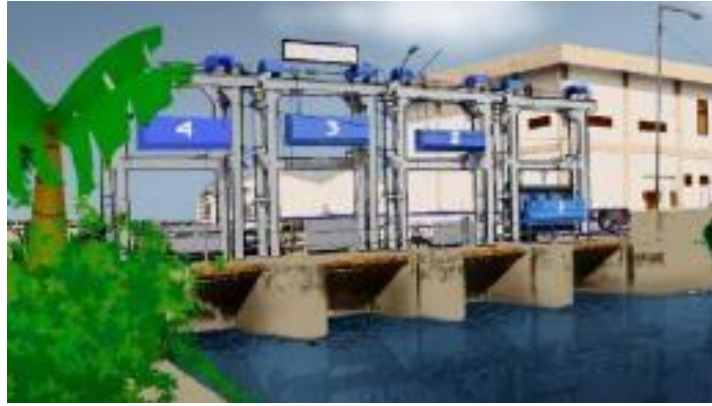
Gambar 19 : Tipe-Tipe Pintu Otomatis

Bila ada air mengalir dari dalam, maka air akan menekan sisi dalam dari duckbill sehingga air dengan mudah keluar melalui celah katup karet/ *duckbill*.

Bila tekanan air diluar lebih besar maka air dari luar tidak bisa masuk ke dalam dan air dari dalam akan tertahan karena tertutupnya celah *duckbill* karena tekanan dari luar.

2) Pintu air menurut pengoperasiannya.

- Pintu air yang dioperasikan secara manual seperti pada Gambar 15;
- Pintu air yang berfungsi terbuka dan menutup secara otomatis seperti pada Gambar 16, Gambar 17, Gambar 18 dan Gambar 19;
- Pintu air yang dioperasikan secara elektro mekanik seperti Gambar 20.

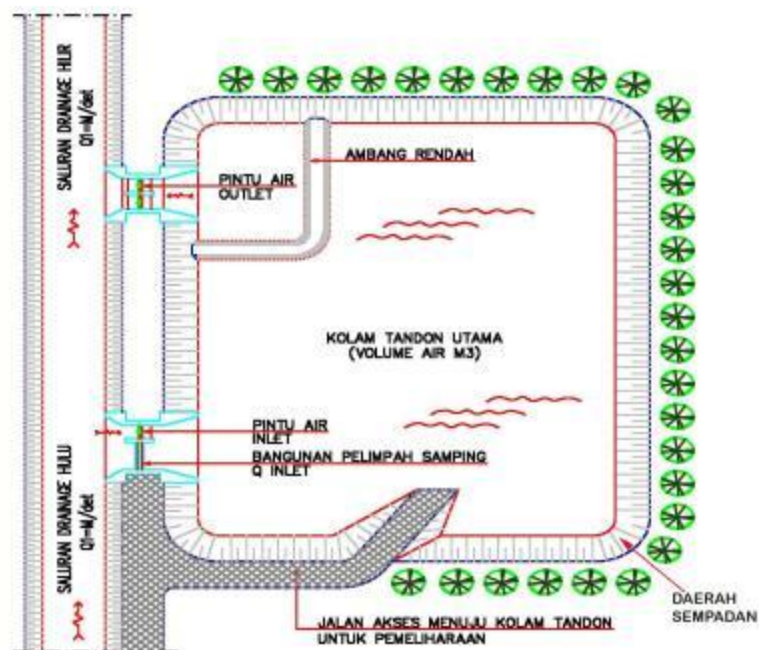


Gambar 20. Pintu Air Elektro Mekanik

2.11. Kolam Retensi/Kolam Tandon

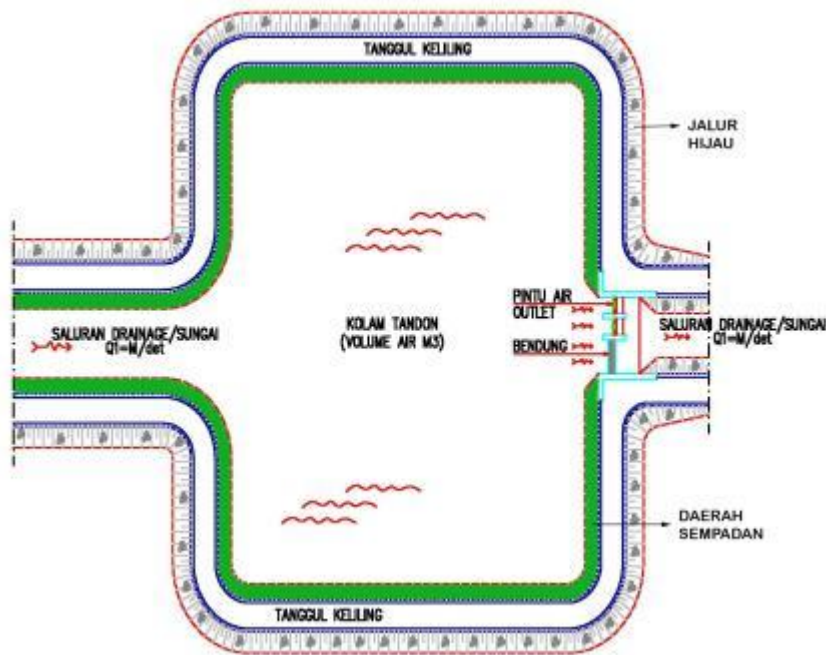
Ada dua sistem kolam retensi/kolam tandon yaitu:

- 1) Kolam retensi di samping badan sungai/saluran drainase seperti terlihat dalam Gambar 21;



Gambar 21. Kolam Retensi Di Samping Badan Sungai/Saluran Drainase

- 2) Kolam retensi dalam badan sungai/saluran drainase seperti terlihat dalam Gambar 22



Gambar 22. Kolam Retensi Dalam Badan Sungai/Saluran

2.12. Stasiun Pompa

Stasiun pompa terdiri dari pompa, rumah pompa, panel operasi pompa, gudang, dan rumah jaga, seperti terlihat dalam Gambar 23.

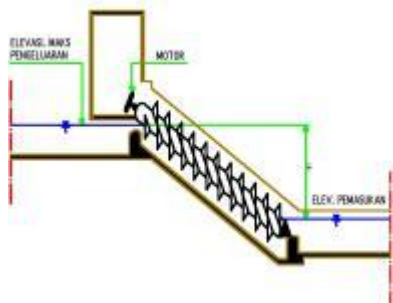


Gambar 23. Pompa dan Rumah Pompa

Pompa terdiri dari beberapa tipe diantaranya yaitu: Pompa Ulir (*Archemedian screw*), Pompa Turbo (*Rotodynamic*), Pompa Aliran Radial (*centrifugal*) dan Pompa Baling-Baling (*axial*). Menurut jenis impeller ada tiga jenis macam pompa yaitu:

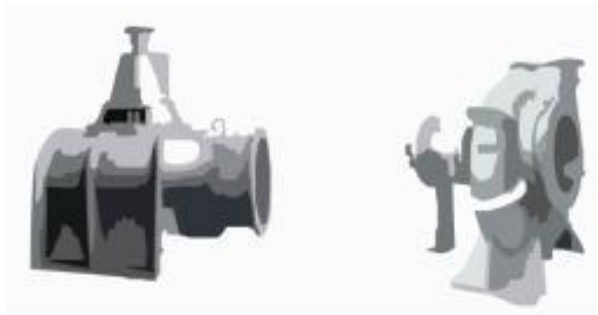
- 1) Pompa ulir (*archemedian screw*) digunakan untuk kondisi elevasi muka air yang dipompa relatif aman, tidak sesuai untuk elevasi muka air yang perubahannya relatif besar. Gambar 24 memperlihatkan pompa ulir/*arcemedian screw*. Pompa ini tidak terganggu dengan adanya tumbuhan air dan

sampah, oleh sebab itu pompa ini mampu beroperasi tanpa dijaga dalam waktu yang lama.



Gambar 24. Pompa Ulir/ *Arcmedean Screw*

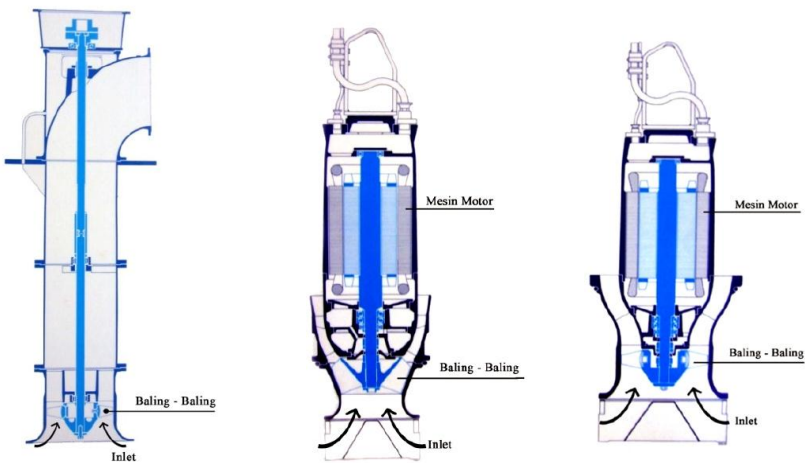
- 2) Pompa Turbo (*Rotodynamic*).
- Pompa turbo (*rotodynamic*) dipilih sesuai dengan keperluan perencanaan. Pompa ini terdiri atas :
- Pompa aliran radial (*Centrifugal*) dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang besar dan aliran sedang. Gambar 25 memperlihatkan tipe pompa aliran turbo.



Tipe Horizontal Tipe Vertikal

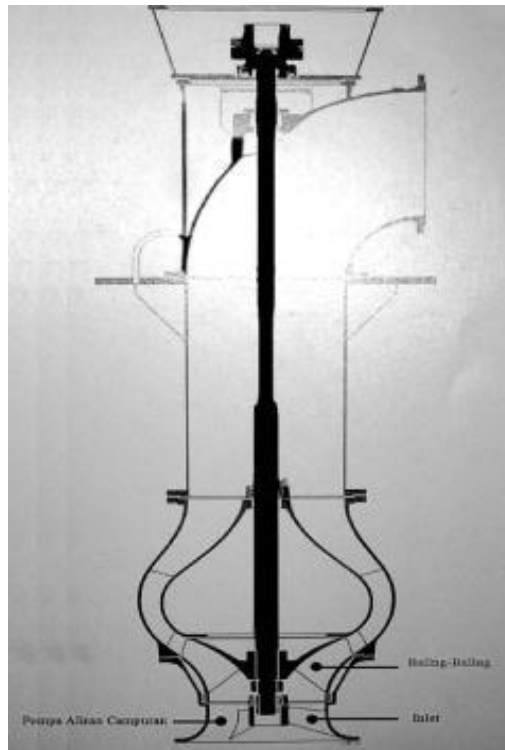
Gambar 25. Pompa Sentrifugal

- Pompa Baling-Baling/*Axial* dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang rendah sampai aliran yang besar. Gambar 26 memperlihatkan pompa baling-baling.



Gambar 26. Pompa Baling-Baling

- 3) Pompa Aliran Campuran digunakan dengan karekteristik tengah-tengah antara Pompa *Centrifugal* dan Pompa *Axial*. Gambar 27 memperlihatkan pompa aliran campuran.



Gambar 27. Pompa Aliran Campuran

2.13. *Trash Rack*

Trash rack atau saringan sampah adalah salah satu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran. Menurut jenisnya terdapat dua jenis *trash rack* yaitu:

- 1) Menurut jenisnya terdapat dua jenis *trash rack* yaitu :
 - Tipe saringan permanen;
 - Tipe saringan tidak permanen, dapat diangkat.
- 2) Menurut pengoperasiannya *trash rack* dapat dioperasikan secara :
 - Manual biasanya ditempatkan di :
 - ✓ hulu bangunan pompa dengan kapasitas kecil;
 - ✓ saluran inlet kolam retensi dengan kapasitas kecil;
 - ✓ inlet bangunan siphon dan;
 - ✓ inlet bangunan gorong-gorong.

Gambar 28 memperlihatkan *trash rack* manual.



Gambar 28. *Trash Rack* Manual

- Elektro mekanik biasanya ditempatkan di :
 - ✓ hulu bangunan pompa dengan kapasitas besar;
 - ✓ saluran inlet kolam retensi dengan kapasitas besar;
 - ✓ hulu pintu air kapasitas besar

Gambar 29 memperlihatkan *trash rack* elektro mekanik.



Gambar 29. *Trash Rack* Elektro Mekanik

- *Trash Rack* Otomatis Sistem *Rottary* (tampak samping), seperti dalam Gambar 30;



Gambar 30. *Trash Rack* Otomatis Sistem *Rottary* (tampak samping)

- *Trash Rack* Otomatis Sistem *Rottary* (tampak depan), seperti dalam Gambar 31;



Gambar 31. *Trash Rack* Otomatis Sistem *Rottary* (tampak depan)

2.14. Sumur Dan Kolam Resapan

1) Sumur Resapan

Standar spesifikasi untuk pembuatan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan terdapat dalam SK SNI S-14-1990-F tentang Standar Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.

Menurut SNI yang dimaksud dengan sumur resapan air hujan adalah sarana untuk penampungan air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah.

A. Persyaratan teknis sumur resapan air hujan, menurut SNI adalah sebagai berikut :

- Bentuk dan ukuran sumur resapan :
 - ✓ sumur resapan air hujan berbentuk segiempat atau lingkaran;
 - ✓ ukuran minimum sisi penampang atau diameter adalah 0,80 m;
 - ✓ ukuran maksimum sisi penampang atau diameter adalah 1,40 m;
 - ✓ ukuran pipa masuk diameter 110 mm;
 - ✓ ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm;
 - ✓ ukuran kedalaman maksimum 3,00 m.
- Bahan bangunanyang digunakan untuk sumur resapan air hujan antara lain : semen, pasir, krikil atau split, batu

kali dan batu bata.

- Tipe konstruksi sumur resapan antara lain: sumuran berbentuk bulat dan sumuran berbentuk segiempat.

B. Persyaratan umum sumur resapan antara lain :

- Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar;
- Air hujan yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan yang tidak tercemar;
- Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya;
- Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.

Gambar 32 memperlihatkan salah satu tipe sumur resapan.



Gambar 32. Sumur Resapan

2) Kolam Resapan

Kolam resapan adalah kolam untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah, fungsinya sama seperti sumur resapan.

A. Persyaratan kolam resapan adalah sebagai berikut :

- Kolam resapan air hujan dibuat di lahan yang cukup luas;
- Kolam resapan direncanakan untuk melayani beberapa rumah, misalnya per-blok atau per-RT atau kawasan yang lebih luas lagi;

- Kolam resapan sebaiknya dibuat di tempat yang paling rendah diantara kawasan yang dilayani dan di daerah yang memiliki muka air tanah dangkal (< 5 m);
- Pembuatan kolam resapan dapat dipadukan dengan pertamanan dan hutan kota

Gambar 33 memperlihatkan salah satu kolam sumur resapan.



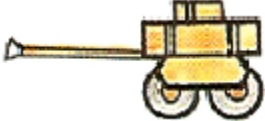
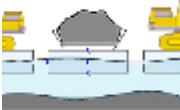
Gambar 33. Kolam Resapan

3. Kelengkapan O&P

Kelengkapan operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase perkotaan disajikan dalam Tabel 2.

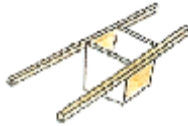
Tabel 2. Peralatan pekerjaan Kelengkapan O&P

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Mobil Keamanan	Membantu pengamanan pekerjaan di jalan raya
2		Dump Truck	• Mengangkut bahan atau material pekerjaan • Mengangkut sedimen atau sampah
3		Excavator	Menggali sedimen
4		Kabel Sling	Membantu mengangkat dan menarik alat atau bahan kontruksi

No	Gambar	Nama	Fungsi
5		Compressor	Membersihkan areal pekerjaan
6		Baby Roller	Memadatkan tanah
7		Buldozer	Mendorong dan meratakan permukaan tanah atau sedimen
8		Mobil Bak Terbuka	Untuk mengangkut bahan material dan membuang sedimen atau sampah volume kecil
9		Pompa	Menyedot atau mengalirkan air dari lokasi pekerjaan (dari saluran)
10		Calm Shell	Mengangkat sedimen dari saluran
11		Excavator Phonton	Mengeruk sedimen dari dasar kolam retensi atau saluran drainase untuk dipindahkan. Kondisi dapat mengapung di permukaan air
12		Phonton Penampung	Menampung sedimen (kondisi dapat mengapung di permukaan air)
13		Kapal Keruk	Mengeruk sedimen
14		Molen	Mencampur bahan adukan
15		Tangki Penyedot Lumpur	Menyedot/Membersihkan lumpur pada saat pada saat konstruksi
16		Tangki Penyemprot Air Tekanan tinggi	Menyemprotkan air

Tabel 3. Tabel Peralatan Pemeliharaan

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Blincong	• Menggali tanah • Mebuat badan saluran
2		Cangkul	• Menggali tanah • Memindahkan tanah • Mengaduk adukan semen
3		Sabit	Membabat rumput dan ilalang
4		Meteran	Untuk pengukuran
5		Sabit lengan panjang	Membabat rumput dan ilalang yang tidak terjangkau
6		Penggaruk	• Membersihkan sisa potongan rumput di daerah sekitar saluran • Mengangkat sampah dari badan saluran
7		Gergaji	Memotong kayu
8		Kampak	Membelah kayu
9		Martil	• Membuat patok • Pemecah batu
10		Gelok	• Membelah kayu • Membabat rumput
11		Sekop	Memindahkan tanah atau pasir
12		Sendok Tembok	Memplester tembok

No	Gambar	Nama	Fungsi
13		Gerobak dorong	• Mengangkut bahan atau material pekerjaan • Mengangkut limbah konstruksi atau sampah
14		Water pass	Mengukur rata-rata permukaan tanah
15		Pengungkit	Mengangkat tutup plat beton
16		Sapu	Membersihkan material
17		Gergaji Besi	Memotong material besi
18		Linggis	Untuk menggali tanah atau sedimen volume kecil
19		Ember	Membawa air atau adukan
20		Kikir	Untuk mempertajam sabit, cangkul dan lain-lain
21		Dolak	Mengangkut dan membawa adukan atau bahan material
22		Unting-unting	Mengukur ketegakan permukaan
23		Helm, sepatu boot, pelampung, senter, alat transportasi, alat komunikasi	Peralatan keselamatan kerja

C. PERENCANAAN O&P PRASARANA DAN SARANA DRAINASE PERKOTAAN

1. Umum

Operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase perkotaan merupakan bagian dari sistem drainase perkotaan. Sistem yang baik, jika tidak dibarengi dengan operasi dan pemeliharaan yang baik, maka tidak akan berfungsi dengan baik. Oleh karena itu operasi dan pemeliharaan drainase perkotaan sangat penting dalam rangka mensejahterakan masyarakat., yaitu dengan cara mengurangi atau menghilangkan genangan air atau banjir yang sangat merugikan masyarakat.

Perencanaan O&P prasarana dan sarana drainase perkotaan, artinya melakukan kegiatan operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase sesuai dengan prosedur dan ketentuan yang telah ditentukan. Para petugas yang diberikan wewenang untuk melaksanakan kegiatan O&P, harus mengikuti prosedur dan ketentuan tersebut.

Masalah kesejahteraan bukan hanya tanggung jawab pemerintah saja, tapi juga berlaku bagi masyarakat. Oleh karena itu untuk mewujudkan kesejahteraan, maka pemerintah dan masyarakat harus bekerja sama saling mendukung satu sama lain.

Untuk mewujudkan drainase yang berwawasan lingkungan, maka partisipasi masyarakat sangat diharapkan dalam operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase. Salah satu bentuk partisipasi masyarakat adalah membersihkan saluran dalam sistem drainase lokal.

2. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan O&P drainase perkotaan meliputi seluruh prasarana dan sarana drainase perkotaan yang fungsinya untuk menjamin kestabilan atau mempertahankan tingkat pelayanan sesuai dengan rencana. O&P drainase perkotaan meliputi pengoperasian sebagian bangunan air dan sebagian lagi pemeliharaan bangunan air dan saluran. Lingkup operasi dan pemeliharaan drainase perkotaan dapat dilihat dalam Tabel 4.

3. Perencanaan O&P

Apabila pembangunan prasarana dan sarana drainase perkotaan telah selesai dibangun, maka langkah selanjutnya agar prasarana dan sarana drainase perkotaan berfungsi sesuai dengan rencana semula diperlukan pemeliharaan. Ada beberapa jenis pemeliharaan antara lain :

1. Pemeliharaan rutin/*routine maintenance*;

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan berulang-ulang pada waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun. Masyarakat dapat dilibatkan dalam kegiatan tersebut.

2. Pemeliharaan berkala/*special maintenance*

Pemeliharaan berkala adalah pekerjaan pemeliharaan yang selalu dilakukan menurut tenggang waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun;

3. Pemeliharaan khusus

Pemeliharaan khusus adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak;

4. Rehabilitasi/*Rehabilitation*

Rehabilitasi adalah pemeliharaan khusus yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak atau mengalami kerusakan yang menyebabkan bangunan tidak atau kurang berfungsi.

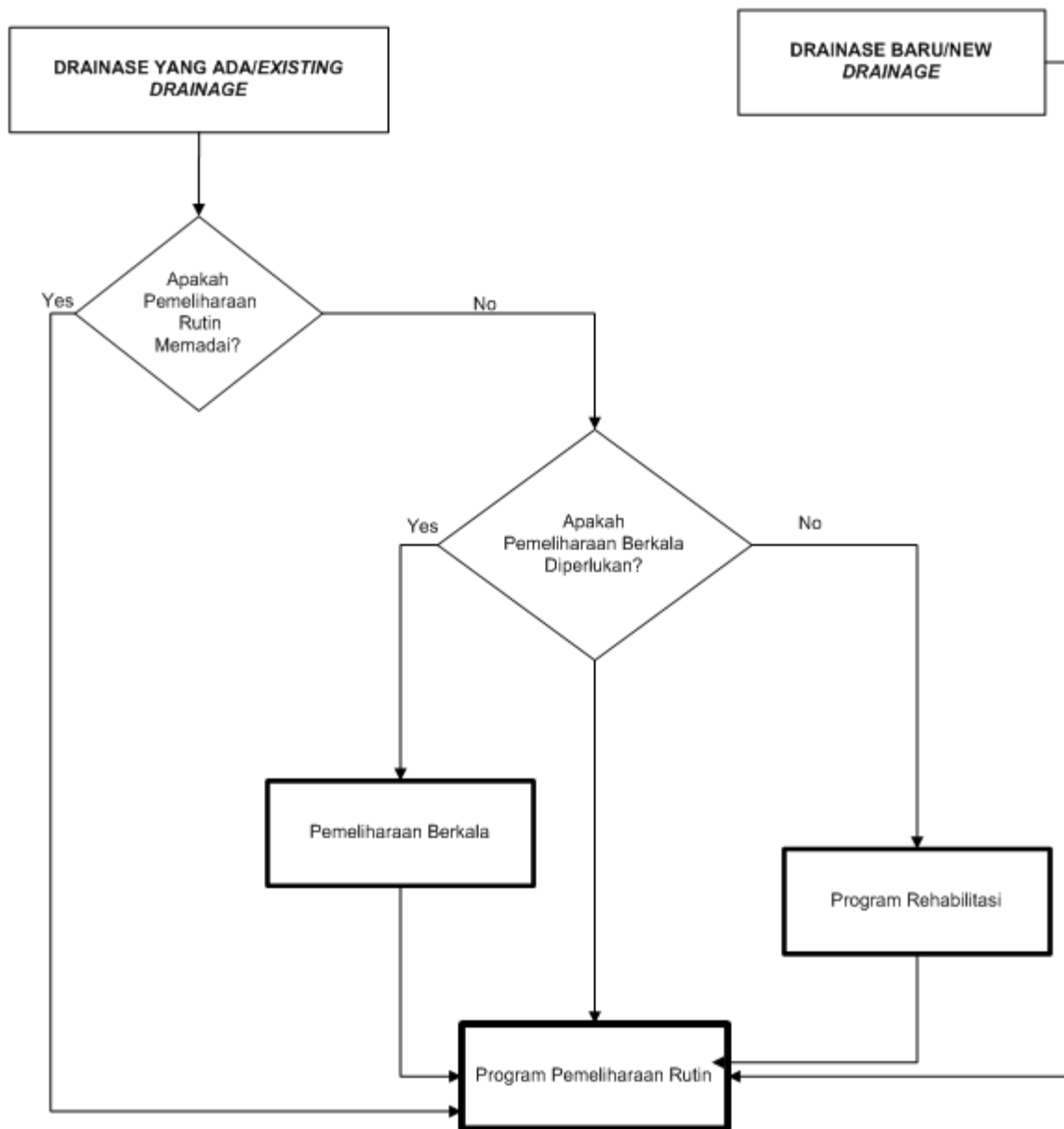
Pemeliharaan dilakukan setelah selesai proyek pembangunan drainase perkotaan. Untuk proyek baru yang telah selesai, kontraktor masih mempunyai kewajiban untuk memeliharanya misalnya 3 bulan atau 6 bulan setelah selesai pekerjaan tergantung dari perjanjian dalam kontrak antara Pemilik proyek dalam hal ini diwakili pemerintah dan kontraktor. Setelah selesai masa pemeliharannya maka pemerintah berkewajiban untuk memeliharanya.

Untuk prasarana dan sarana drainase yang telah lama selesai, mungkin telah banyak yang mengalami kerusakan atau pada saluran dan kolam penampungan sedimentasi cukup tinggi sehingga daya tampung atau debit berkurang, maka dalam hal ini tidak cukup hanya dilakukan dengan pemeliharaan rutin diperlukan pemeliharaan khusus atau rehabilitasi. Gambar 34 memperlihatkan bagan alir jenis operasi dan pemeliharaan drainase perkotaan.

Tabel 4

Lingkup O&P Prasarana dan Sarana Drainase Perkotaan

No	Jenis O&P Prasarana Dan Sarana Drainase Perkotaan			
	Operasional		Pemeliharaan	
	Jenis	Metode	Jenis	Metode
1	2	3	4	5
1	Pintu Air	Manual atau Elektro Mekanik	Saluran terbuka	a) Tenaga manusia; b) Alat berat
2	Kolam retensi	Mekanik	Saluran Tertutup	a) Tenaga manusia; b) Mekanik
3	Sistem Pompa	a) Pompa dijalankan setelah air saluran masuk ke dalam kolam	Bangunan Terjun	Tenaga manusia
		b) Dipastikan elevasi badan air penerima elevasi MA Kolam		
		c) Pintu Outlet dibuka, apabila elevasi badan air penerima< elevai MA Kolam		
4	Trash Rack Elektro Mekanik	Trash Rack dijalankan apabila sampah di depannya relatif banyak	Bangunan penangkap pasir	a) Tenaga manusia; b) Alat berat
	Trash Rack Manual	Petugas mengambil sampah yang ada di depan trash rack relatif banyak	Kolam retensi/tandon	a) Tenaga manusia; b) Alat berat
6			Pompa dan Rumah pompa	Sesuai dengan SOP masing-masing
7			Trash Rack	a) Tenaga manusia; b) Elektro mekanik
8			Sumur resapan	Tenaga manusia
9			Kolam resapan	Tenaga manusia atau alat berat
10			Tanggul	Tenaga manusia atau alat berat
11			Pintu Air	Tenaga manusia



Gambar 34. Bagan Alir Jenis Operasi Dan Pemeliharaan Drainase Perkotaan

Pihak penanggung jawab O&P prasarana dan sarana drainase perkotaan sebelum melaksanakan pemeliharaan harus melakukan minimal hal-hal sebagai berikut:

- 1) Survey lapangan prasarana dan sarana yang akan dilakukan pemeliharaan termasuk membuat skets lokasi, foto lokasi, dan bila perlu wawancara dengan masyarakat dan atau pejabat terkait;
- 2) Melakukan pengukuran profil memanjang dan melintang untuk saluran dan kolam, kemudian menghitung volume sedimennya;
- 3) Menghitung luas atau volume kerusakan bangunan pelengkap;
- 4) Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB);
- 5) Membuat jadwal kerja tiap-tiap jenis pekerjaan;
- 6) Pekerjaan yang RAB-nya melampaui batas swakelola, perlu diadakan tender dengan mengundang kontraktor yang sesuai dengan ketentuan

yang berlaku;

- 7) Kontraktor yang memenangkan tender harus melaksanakan pekerjaan sesuai dengan rencana;
- 8) Pekerjaan swakelola dapat dilaksanakan sendiri atau mengundang beberapa kontraktor yang ditunjuk sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- 9) Setelah semua prosedur ditempuh sesuai dengan ketentuan, maka Pemilik Proyek segera mengeluarkan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) kepada kontraktor, dan kontraktor menyiapkan peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan O&P.

4. Partisipasi Masyarakat

Masyarakat sebaiknya diikutsertakan dalam O&P dari tahap perencanaan sampai dengan tahap pengawasan, terutama dalam sistem drainase lokal. Sedangkan dalam sistem drainase utama (*major drainage sistem*) tanggung jawab operasi dan pemeliharaan ada pada Pemerintah Daerah. Peran serta masyarakat dalam memelihara sistem drainase utama dalam hal mencegah adanya biaya ekstra pemeliharaan dengan tidak membuat bangunan liar di atas saluran. Oleh karena itu diperlukan penyuluhan, sosialisasi dan/atau kampanye untuk menumbuhkan kepedulian masyarakat dalam proses perencanaan hingga pengawasan.

Penyuluhan tidak hanya dilakukan oleh satu sektor, tapi oleh seluruh sektor yang terkait dalam rangka drainase berwawasan lingkungan. Sektor yang paling dekat hubungannya dengan sektor drainase adalah sektor persampahan dan air limbah.

5. Metode Keselamatan Kerja

Untuk keselamatan pekerja maka diperlukan suatu metode kerja yang baik pada saat pelaksanaan kegiatan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase perkotaan. Salah satu contoh metode kerja, seperti dalam perbaikan gorong-gorong, seperti terlihat dalam Gambar 3.2.

Metode kerja ini harus dilaksanakan pada setiap jenis pekerjaan O&P yang terkait dengan adanya lalu lintas kendaraan dan orang.



Gambar 35. Keselamatan Kerja Pekerjaan *Crossing*

D. OPERASI PRASARANA DAN SARANA DRAINASE PERKOTAAN

1. Umum

Pedoman pelaksanaan operasi hanya dibuat untuk prasarana dan sarana drainase yang membutuhkan kegiatan pengoperasian seperti pintu air, kolam retensi/detensi/tandon, sistem polder, rumah pompa dan *trash rack*, dan pengelolaan endapan sedimen. Ringkasan kegiatan operasi diuraikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pemeliharaan Prasarana Dan Sarana Drainase Perkotaan

No.	JENIS KOMPONEN	SUB KOMPONEN	DURASI	KETENTUAN OPERASIONAL
		A. Pengerukan sedimen Saluran drainase tersier Tipe terbuka di Perumahan maupun Lingkungan permukiman	Rutin 2-3 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		B. Pengerukan sedimen Saluran drainase tersier Tipe tertutup di Perumahan maupun Lingkungan permukiman	Berkala 1-2 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		C. Pengerukan sedimen Saluran drainase Sekunder/primer tipe	Berkala 1kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia

No.	JENIS KOMPONEN	SUB KOMPONEN	DURASI	KETENTUAN OPERASIONAL
1	SALURAN	D. Pengerukan sedimen Saluran drainase Sekunder dan primer Tipe terbuka dengan Menggunakan excavator	Berkala 1 kali/tahun	Pijakan excavator harus berada di tanah yang keras dan talud yang kuat
		E. Pengerukan sedimen Saluran drainase Sekunder dan primer Tipe terbuka dengan Menggunakan Excavator phonton	Berkala 1 kali/tahun	Jika saluran drainase lebarnya > 6 m Jika menggunakan alat excavator darat sudah tidak terjangkau
		F. Pengerukan sedimen di Saluran drainase Dengan alat bulldozer Keruk	Berkala 1 kali/tahun	Tidak ada tempat untuk operasional excavator darat duduk di pinggir saluran
		G. Perbaikan saluran Drainase primer/ Sekunder tipe terbuka	Khusus setiap kejadian	Jika konstruksi talud mengalami kerusakan sebesar 40%
		H. Pengerukan sedimen di Saluran drainase Dengan alat calm shell	Khusus setiap kejadian	Jika elevasi muka air cukup dalam dari dasar sungai
		I. Perbaikan saluran Drainase tersier tipe Lining terbuka karena Ambblas	Khusus setiap kejadian	Jika lining talud ambblas sebesar 40% dari tinggi saluran
2	SALURAN	A. Mengangkat Sedimen dari Gorong-Gorong	Berkala 1 kali/tahun	Pekerja/alat bisa masuk ke Gorong - gorong
		B. Memperbaiki gorong-gorong Yang berkarat	Khusus setiap kejadian	Pekerja/alat bisa masuk ke gorong-gorong
		C. Pengangkatan Sedimen Di Gorong-Gorong Dengan Metode Penyemprotan Dan Penyedotan	Berkala 1 kali/tahun	Diame tergorong-gorong <60cm Pekerja tidak bisa masuk ke dalam gorong-gorong
		D. Mengangkat Sedimen dari Siphon	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
3	BANGUNAN TERJUN	Mengangkat Sedimen Dari Bangunan Terjun	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
4	TANGGUL	A. Pemeliharaan Rutin/Berkala Tanggul Tanah	Rutin setiap hari	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		B. Pemeliharaan Khusus Tanggul Tanah (kerusakan satu sisi talud)	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		C. Pemeliharaan Khusus Tanggul Tanah (kerusakan di kedua sisinya)	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		D. Rehabilitasi Tanggul Tanah	Khusus setiap kejadian	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		E. Rehabilitasi Tanggul Batu Kali	Khusus setiap kejadian	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
5	BANGUNAN PENANGKAP PASIR	Pengangkatan Sedimen Bangunan Penangkap Pasir	Rutin setiap bulan	Pijakan excavator harus berada di tanah yang keras dan talud yang kuat
6	PINTU AIR	Perbaikan dan pengecatan	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
7	KOLAM RETENSI/KOLAM TANDON	A. Pengerukan Sedimen di Kolam Retensi (Metode Sling)	Berkala 1 kali/tahun	Kolam retensi luasnya > 2 ha Sedimen dan sampah menjadi satu
		B. Pengerukan Sedimen di Kolam Retensi Tipe Estafet	Berkala 1 kali/tahun	Bentuk kolam retensi memanjang atau lingkaran lebarnya 40m
		C. pengerukan sedimen Di kolam retensi dengan Kapal keruk (tipe Pengaduk+pompa)	Berkala 1 kali/tahun	Khusus sedimen yang tidak tercampur dengan sampah

No.	JENIS KOMPONEN	SUB KOMPONEN	DURASI	KETENTUAN OPERASIONAL
		D.Pengangkatan sedimen dari Kolam Retensi Secara Manual	Berkala 1 kali/tahun	Kolam retensi dengan luas >2ha
		E.Pemeliharaan Kolam Retensi Dari Tanaman Eceng Gondok	Berkala 1–2 kali/tahun	Eceng gondok 10% dari Luas kolam retensi
8	POMPA DAN RUMAH POMPA	A. Pemeliharaan pompa, genset, panel	Rutin setiap minggu	Lihat SOP masing-masing item
		B.Pemeliharaan rumah pompa	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
9	TRASH RACK	A.Trash Rack Mekanik	Berkala/ada kerusakan	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		B.Trash Rack Manual	Berkala 2 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
10	SUMUR DAN KOLAM RESAPAN	A.Mengangkat sedimen dan Sampah yang mengganggu dalam sumur resapan	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia
		B.Mengangkat sedimen dan Sampah yang mengganggu dalam kolam resapan	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan Dengan tenaga manusia

2. Pintu Air

1) Pintu Air Outlet Penggelontor

Pintu outlet penggelontor sistem drainase dapat dibangun bilamana diperlukan untuk memperlancar fungsi operasi sistem drainase perkotaan.

Pintu outlet penggelontor pada bendungan yang terletak di sebelah hulu kota, pengoperasiannya : bila terjadi hujan lebat di daerah perkotaan, maka pintu outlet ditutup supaya air sungai tidak masuk ke saluran. Bila di daerah perkotaan tidak terjadi hujan maka pintu outlet dibuka untuk mengalirkan air ke saluran sebagai penggelontor.

Pengoperasian pintu penggelontor dilakukan sebagai berikut :

- berdasarkan elevasi muka air di saluran
- dalam hal muka air saluran lebih rendah dari muka air rencana, pintu air dioperasikan secara normal
- dalam hal muka air saluran lebih tinggi dari muka air rencana, kelebihan debit dibagi:
 - proporsional
 - tidak proporsional tergantung tingkat kegentingan;
- Gambar 36 memperlihatkan contoh pintu outlet penggelontor di bendung.



Gambar 36. Pintu air outlet penggelontor di bendung

- 2) Pintu Air Kolam Retensi Tipe Di Samping Badan Sungai Atau Saluran Drainase



Gambar 37. Pintu air kolam retensi di samping badan sungai

- (1) Pada saat muka air melebihi kondisi normal pintu inlet dibuka sehingga air dari sungai atau saluran drainase akan masuk dan mengisi kolam retensi;
 - (2) Pada saat muka air sungai surut maka air di kolam retensi dikeluarkan melalui pintu outlet, hal ini untuk menciptakan ruang untuk menampung debit yang berlebih berikutnya.
 - (3) Pintu ini hanya dibuka untuk mengalirkan air dalam rangka menjaga kesehatan lingkungan.
- 3) Pintu air Kolam Retensi Tipe Di Dalam Badan Sungai atau Saluran Drainase



Gambar 38. Pintu air kolam retensi di dalam badan sungai

- (1) Pada saat muka air melebihi kondisi normal pintu outlet ditutup;
 - (2) Pada saat muka air di hilir pintu mencapai kondisi normal kembali, maka pintu outlet dibuka, hal ini untuk menciptakan ruang untuk menampung debit yang berlebih berikutnya;
 - (3) Di musim kemarau pintu outlet ditutup agar di kolam retensi tetap ada air. Sese kali dibuka untuk kegiatan pemeliharaan.
- 4) Pintu Air Sistem Polder Dengan Pompa Dan Kolam Di Samping Saluran Drainase



Gambar 39. Pintu air sistem polder dengan pompa dan kolam di samping saluran drainase

- (1) Pada saat elevasi muka air badan air penerima melebihi muka air di saluran induk sistem polder, pintu pengatur dan pintu outlet ditutup. Dan Pintu inlet dibuka, sehingga air dari saluran drainase masuk ke kolam retensi/tandon. Pada saat elevasi muka air kolam mencapai level tertentu, maka pompa dioperasikan untuk mengalirkan air dari kolam retensi/tandon ke sungai/badan air penerima.
- (2) Pada level muka air di badan air penerima lebih rendah dari muka air di kolam retensi, maka pintu outlet dan pintu pengatur dibuka.
- (3) Jika di saluran drainase terjadi banjir, sementara sungai dalam keadaan normal (tidak meluap), maka semua pintu pengatur dibuka, sementara pintu inlet dan outlet ditutup. Langkah ini dilakukan agar air di saluran drainase dapat mengalir ke sungai secara gravitasi;
- (4) Di musim kemarau pintu outlet ditutup agar di kolam retensi tetap ada air. Sese kali dibuka untuk kegiatan pemeliharaan.

5) Pintu Air Sistem Polder Dengan Pompa Dan Kolam Pada Badan Saluran Drainase.

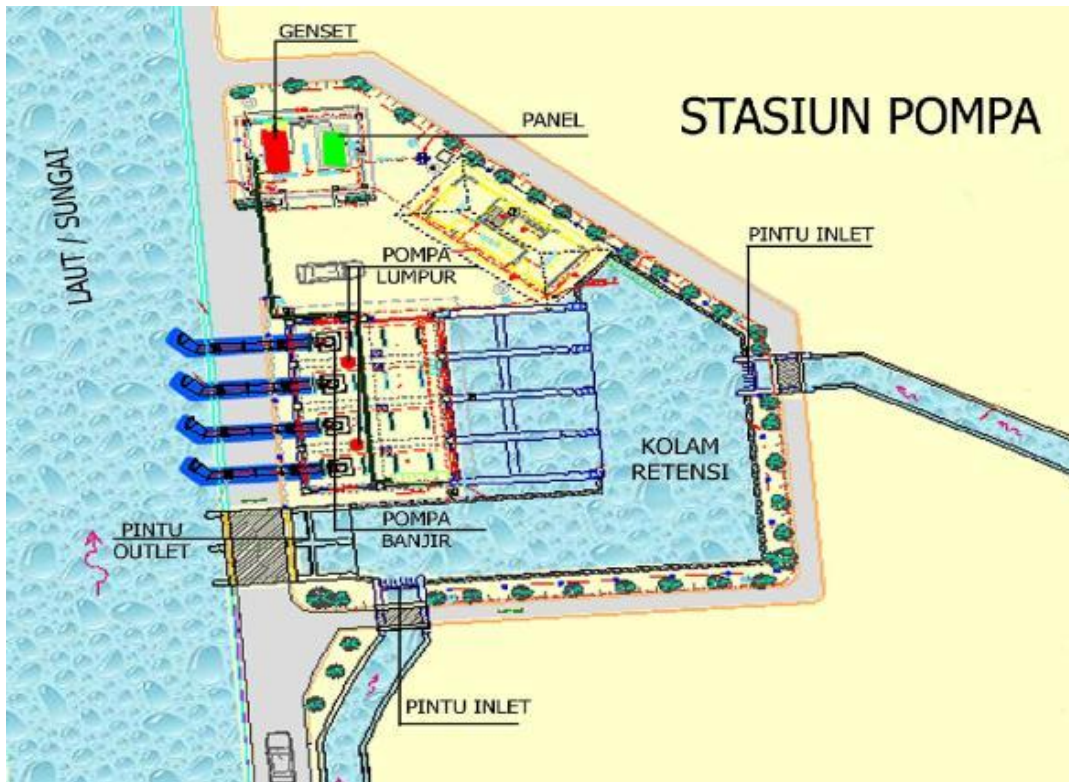


Gambar 40. Pintu air sistem polder dengan pompa dan kolam di badan saluran drainase

- (1) Pada saat banjir di sungai, pintu outlet ditutup. Jika di saluran drainase terjadi hujan pompa dioperasikan untuk membuang air di kolam retensi/tandon ke sungai;
- (2) Pada pada banjir di sungai surut, pintu outlet dibuka agar air di kolam retensi dapat mengalir ke sungai secara gravitasi.
- (3) Di musim kemarau pintu out let ditutup agar di kolam retensi tetap ada air. Sese kali dibuka untuk kegiatan pemeliharaan.

3. Sistem Pompa

Sistem pompa biasanya berpasangan dengan sistem polder, tapi ada juga pada beberapa daerah digunakan sistem pompa, tanpa ada polder. Biasanya ini dilakukan pada kondisi adanya penyempitan saluran di sebelah hilir, sehingga menimbulkan genangan air/banjir pada bagian hulu dari penyempitan tersebut. Untuk dapat menampung genangan tersebut biasanya dibuat kolam yang disertai dengan pompa. Prosedur untuk menjalankan pompa tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 41. Stasiun Pompa

- (1) Sistem pompa dioperasikan pada kondisi sebagai berikut :
 - Muka air laut pasang;
 - Muka air sungai naik;
 - Terjadi hujan dan level muka di kolam retensi melebihi normal;
 - Khusus untuk kolam retensi yang kapasitasnya relatif kecil, pompa air dihidupkan pada saat mendung.
- (2) Pilih sumber listrik dari PLN atau genset seperti Gambar 42;



Gambar 42. Pintu dan Pompa Air dengan rumah genset

- (3) Jika memakai genset hidupkan mesin genset;
- (4) Tekan tombol on di panel genset untuk mengalirkan listrik ke panel utama;
- (5) Penggunaan sumber listrik baik dari PLN maupun genset, lakukan langkah-langkah sebagai berikut : tutup pintu outlet dengan menekan tombol pintu berturut-turut (tergantung jumlah pintu di lokasi) seperti dalam Gambar 43;



Gambar 43. Pintu Air Mekanik

- (6) Hidupkan pompa lumpur untuk menyedot lumpur yang mengendap di dasar pompa banjir. Lamanya pemompaan sesuai dengan ketentuan, misalnya 7 menit;
- (7) Matikan pompa lumpur;
- (8) Hidupkan berturut-turut pompa banjir sesuai dengan kebutuhan seperti dalam Gambar 44;



Gambar 44. Proses Pemindahan Air

- (9) Matikan pompa banjir, apabila elevasi muka air di dalam kolam retensi sudah mencapai elevasi normal sesuai dengan ketentuan SOP;
- (10) Pintu outlet dibuka kembali sehingga aliran air dari kolam retensi ke sungai/laut dapat mengalir secara gravitasi.

4. *Trash Rack* Elektro Mekanik

Salah satu panel dari beberapa jenis *trash rack* seperti dalam Gambar 4.10. Cara pengoperasiannya adalah sebagai berikut:

- (1) Nyalakan *trash rack* elektro mekanik dari kontrol panel, sesuai jumlah *rake and arm* yang akan digunakan seperti dalam Gambar 45;



Gambar 45. Pengoperasian Melalui Panel

- (2) Seluruh sampah yang tersaring pada saringan diangkat ke permukaan saluran dan dimasukkan ke dalam *horizontal conveyor*. Proses pengangkatan sampah dari saluran ke dalam bak penampungan sampah, dapat dilihat berturut-turut dari Gambar 46, Gambar 47, Gambar 48, Gambar 49 dan Gambar 50.
- (3) Sampah dari alat pembawa horizontal ke dalam *inclined conveyor*;
- (4) Sampah dari *inclined conveyor* masuk/dimasukkan ke bak penampungan sampah atau kontainer yang telah disediakan.



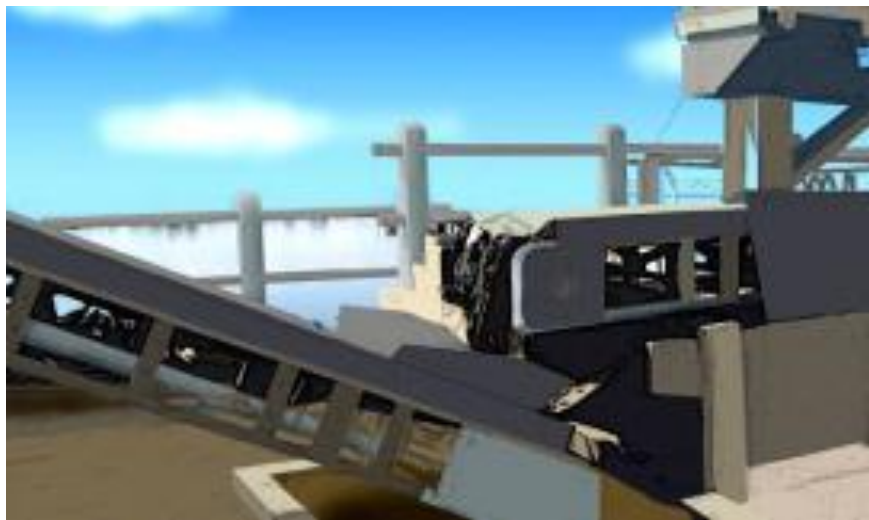
Gambar 46. Tumpukan Sampah di Depan *Trash Rack*



Gambar 47. *Arm Rack*



Gambar 48. *Horizontal Conveyor*



Gambar 49. *Inclined Conveyor*



Gambar 50. Bak Penampungan Sampah

5. *Trash Rack* Manual

Saringan sampah yang dipasang di depan pintu air atau pompa dan pengangkatannya dengan tenaga manusia disebut *trash rack manual* seperti terlihat dalam Gambar 51 dan Gambar 52. Proses pengangkatannya adalah sebagai berikut :

- (1) Angkat sampah yang tertahan di saringan sampah dengan alat garu;
- (2) Tumpuk sampah-sampah yang telah diangkat di tempat-tempat yang telah disediakan;
- (3) Pindahkan sampah yang sudah terkumpul dengan gerobak sampah atau truk untuk dibawa atau diangkut ke TPS atau ke tempat pembuatan kompos untuk dipisahkan antara sampah organik dan anorganik.



Gambar 51. Pembersihan *Trash Rack* Manual



Gambar 52. Pengangkutan Sampah Di *Trash Rack* Manual

6. Lokasi Pembuangan Endapan Sedimen

Sampah yang telah diangkat dari saringan sampah, kemudian diangkut dengan truk, atau gerobak dan alat angkut lainnya ke lokasi pembuangan sampah atau endapan sedimen. Pada tempat pembuangan sampah atau endapan sedimen, sampah ditumpuk kemudian diratakan dengan buldozer yang prosesnya adalah sebagai berikut : (dapat dilihat dalam Gambar 53, Gambar 54, Gambar 55, Gambar 56, dan Gambar 57).

- (1) Di lokasi pembuangan dapat dibuat jalan hantar untuk masuknya dump truk ke lokasi pembuangan endapan sedimen;
- (2) Setelah jalan dibuat dan dapat dilalui dump truk, secara bertahap sedimen-sedimen dibawa ke tempat pembuangan yang telah ditentukan;
- (3) Buat tanggul pengaman di keliling kolam;



Gambar 53. Lokasi Pembuangan Sampah



Gambar 54. Kegiatan Pengangkutan Sampah



Gambar 55. Pembuatan Tanggul Di Penampungan Lumpur

- (4) Endapan sedimen ditumpahkan ke kolam pembuangan yang telah ditentukan;



Gambar 56. Pembuangan Sedimen Di Lokasi TPA Sedimen

- (5) Setelah endapan sedimen ditumpahkan, endapan sedimen dipadatkan dan diratakan menggunakan bulldozer.



Gambar 57. Perataan Endapan Sedimen Di TPA

E. PEMELIHARAAN PRASARANA DAN SARANA DRAINASE PERKOTAAN

1. Umum

Pemeliharaan merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan untuk tetap menjaga kondisi prasarana dan sarana drainase yang ada. Proses kegiatan ini terdiri dari beberapa sub komponen yang perlu dilakukan. Kegiatan ini dilakukan dengan durasi waktu baik rutin, berkala maupun khusus tergantung dari komponen prasarana dan sarana yang ada.

2. Saluran

2.1. Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tipe Terbuka Di Lingkungan Permukiman

Pelaksanaan pengerukan dilakukan satu atau dua kali dalam setahun, biasanya dilaksanakan di musim kemarau.

Peralatan yang digunakan adalah: cangkul, sekop, gerobak dorong, karung plastik, linggis, tali.

Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Sedimen yang mengendap yang mengendap di dasar saluran digali dan diangkat ke atas tanggul/ tepi saluran dengan alat cangkul dan sekop.



Gambar 58. Pengangkatan Sedimen Di Saluran

- (2) Penggalan sedimen harus benar-benar bersih samapi ke dasar saluran;
- (3) Jika di dalam saluran terdapat sampah, maka sampah diangkat lebih dahulu selanjutnya dilakukan pengerukan sedimen;
- (4) Sedimen didiamkan terlebih dahulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam) setelah penggalan;
- (5) Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang teroisah kemudian diikat;
- (6) Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat angkut kecil;
- (7) Karung sampah yang terkumpul diangkut ke tempat pembuangan sementara (TPS) maupun tempat pemrosesan akhir (TPA) dengan menggunakan alat angkut.



Gambar 59. Sedimen Dimasukkan Ke Dalam Kantong Plastik



Gambar 60. Pengangkutan Karung Sedimen Ke TPS

2.2. Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tipe Tertutup Di Lingkungan Permukiman

Peralatan yang digunakan adalah : cangkul, sekop, gerobak dorong, karung plastik, tali raffia, linggis.

Langkah-langkah kerja adalah sebagai berikut :

- (1). Angkat penutup saluran



Gambar 61. Membuka Tutup Saluran

- (2). Sedimen yang mengendap di dasar saluran digali dan diangkat ke atas tanggul/tepi saluran dengan alat cangkul dan sekop.
- (3) Penggalan sedimen harus benar-benar sampai ke dasar saluran;
- (4) Jika di dalam saluran drainase terdapat sampah, maka sampah diangkat terlebih dahulu selanjutnya dillakukan pengerukan sedimen;
- (5) Sedimen didiamkan terlebih dahulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam) setelah penggalan;



Gambar 62. Pembersihan Sedimen Di Saluran Tertutup

- (6) Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam kantong plastik yang terpisah kemudian diikat;



Gambar 63. Pemisahan Sampah

- (7) Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil;
- (8) Karung sampah yang terkumpul diangkut ke TPS maupun ke TPA dengan menggunakan alat angkut;
- (9) Tutup kembali penutup saluran.

2.3. Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Lebih Besar Dari 1 Meter Tipe Tertutup

Peralatan yang digunakan adalah: cangkul, sekop, gerobak dorong roda satu, linggis, ember, tali plastik, karung plastik, lilin, pengki, *dump truck*, lampu sorot, kipas angin (*blower*). Selain itu peralatan keselamatan kerja antara lain: helm, oksigen, masker, tali plastik, helm dan sepatu *boots*, sarung tangan. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

- (1). Angkat semua penutup *manhole* di area saluran yang akan dibersihkan;



Gambar 64. Pengangkatan Tutup Man Hole

- (2) Nyalakan lilin dan masukkan ke dalam *man hole*. Jika apinya mati artinya di dalam saluran terdapat gas beracun. Lakukan pengecekan ulang hingga lilin tetap nyala. Pekerjaan dilakukan jika sudah dipastikan tidak ada gas beracun di dalam saluran;
- (3) Pekerja masuk ke *man hole*;



Gambar 65. Pekerja Masuk Ke Man Hole

- (4) Sedimen yang mengendap di dasar saluran digali dengan menggunakan cangkul, kemudian diangkat ke atas menggunakan ember yang diberi tambang;
- (5) Tumpuk sedimen di samping *man hole* dan tiriskan selama 1 hari;
- (6) Pindahkan tumpukan sedimen ke *dump truck* untuk seterusnya dibuang ke tempat pembuangan sedimen.



Gambar 66. Pengangkatan Sedimen Dari *Man Hole*



Gambar 67. Menumpuk Sedimen Untuk Ditiriskan



Gambar 68. Pemindahan Sedimen Ke Truk

2.4. Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Sekunder Dan Primer Tipe Terbuka Dengan Menggunakan Excavator

Metode kerja ini diterapkan pada saluran drainase yang memiliki lebar saluran antara 3-10 meter.

Peralatan yang digunakan adalah : excavator dan dump truck.

Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

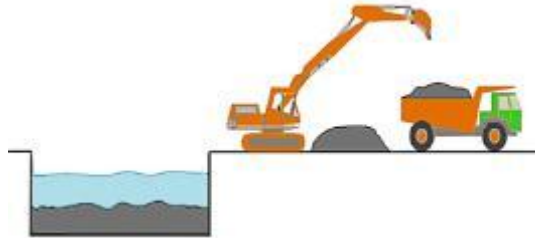
- (1). Siapkan landasan mesin excavator terlebih dahulu
- (2). Pastikan alat excavator duduk di landasan yang kuat (tidak longsor) pada pinggir saluran.

- (3). Excavator berada dipinggir saluran



Gambar 69. Excavator mengeruk sedimen di pinggir sungai

- (4). Excavator menggali sedimen di dasar saluran dan langsung ditumpuk dipinggir saluran drainase;
- (5). Tiriskan sedimen dipinggir saluran $\pm$ 1 hari sampai cukup kering;
- (6). Pindahkan sedimen yang sudah ditiriskan ke dump truck dengan excavator



Gambar 70. Proses Pemindahan Sedimen Ke Dump Truck

- (7). Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.



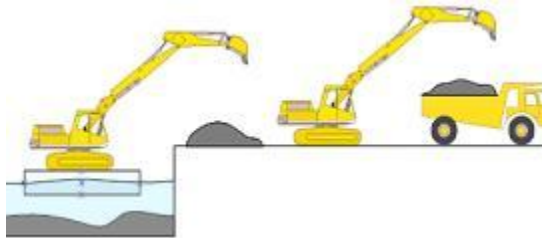
Gambar 71. Dump Truck Mengangkut Sedimen

2.5. Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tipe Terbuka Dengan Menggunakan Excavator Phonton.

Metode kerja ini diterapkan pada saluran drainase dengan lebar saluran antara 10-20 meter. Peralatan yang digunakan adalah :

Excavator, phonton, excavator darat, dump truck. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut:

- (1) Excavator phonton berada di saluran;
- (2) Excavator phonton mengeruk sedimen dari dasar saluran untuk dipindahkan ke tanggul saluran;
- (3) Sedimen yang berada di pinggir saluran ditiriskan selama 1 hari;
- (4) Pindahkan sedimen yang sudah ditiriskan ke dump truck dengan excavator.



Gambar 72. Pengerukan Sedimen Dengan Excavator Phonton

2.6. Pengerukan Sedimen Di Saluran Drainase Dengan Alat Bulldozer Keruk

Peralatan yang digunakan adalah: bulldozer keruk, excavator, dump truck dan sling. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1) Bulldozer keruk bekerja mengapung di dalam saluran untuk mendorong sedimen ke tempat yang telah ditentukan;
- (2) Excavator mengangkat sedimen yang telah terkumpul di saluran drainase ke pinggir tanggul;
- (3) Sedimen yang berada di pinggir saluran ditiriskan selama 1 hari;
- (4) Sedimen yang sudah ditiriskan diangkat ke dump truck;
- (5) Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.



Gambar 73. Pengerukan Sedimen Dengan Bulldozer Keruk

2.7. Perbaikan Saluran Drainase Tipe Terbuka

Peralatan yang digunakan adalah : cangkul, sekop, linggis, kotak kayu bergagang, gerobak dorong, karung plastik, golok, palu, gergaji

tangan, molen, pompa air, sendok tembok, waterpass, kotak adukan. Sedangkan bahan yang diperlukan adalah: semen, pasir, batu belah, krikil/split. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1) Bersihkan atau bongkar bagian pasangan talud yang rusak;



Gambar 74. Pembongkaran Talud Yang Lama

- (2) Buat tanggul (kistdam) penahan air di tempat kerja dengan memasang karung-karung plastik berisi tanah/pasir;



Gambar 75. Pembuatan Kistdam

- (3) Buang air dengan menggunakan pompa air di bagian dalam kistdam agar tempat kerja jadi kering;



Gambar 76. Proses Pengeringan Air Dengan Pompa

- (4) Gali tanah untuk kepala pondasi sampai pada elevasi yang direncanakan;



Gambar 77. Penggalan Tanah Pondasi

- (5) Buat adukan dengan menggunakan alat molen dengan campuran semen dan pasir (1:4);
- (6) Pasang pasangan batu belah untuk kepala pondasi dan buat pasangan dinding dengan siar timbul dan rapihkan kembali sisa-sisa adukan yang tidak terpakai;



Gambar 78. Pemasangan Talud Batu Kali

- (7) Setelah pasangan selesai dan spesi sudah mengering, bongkar tanggul penahan (kistdam) serta mengangkat karung-karung kistdam tersebut;
- (8) Rapihkan semua pekerjaan perbaikan saluran ini.

2.8. Pengerukan Sedimen Di Saluran Drainase Dengan Alat Clam Shell

Peralatan yang digunakan adalah : mesin Clam Shell, dump truck, excavator. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1) Siapkan landasan mesin clam shell terlebih dahulu;
- (2) Pastikan alat clam shell duduk dilandasan yang kuat (tidak longsor) pada pinggir saluran;
- (3) Mesin clam shell berada di pinggir saluran drainase;
- (4) Alat bucket clam shell dimasukkan ke dasar saluran untuk mengeruk dan mengangkat sedimen yang mengendap;
- (5) Pindahkan sedimen ke pinggir saluran;
- (6) Sedimen yang berada di pinggir ditiriskan selama 1 hari;

- (7) Pindah sedimen yang sudah ditiriskan ke dump truck dengan menggunakan excavator;
- (8) Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.



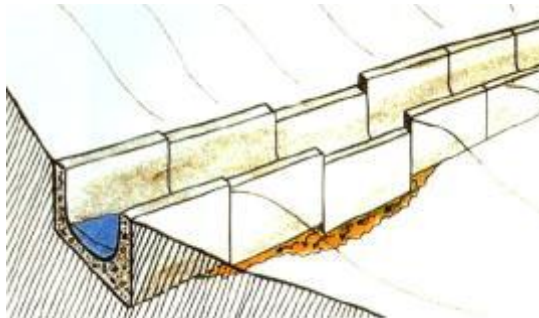
Gambar 79. Pengangkutan Sedimen Dengan Clam Shell

2.9. Perbaikan Saluran Drainase Tipe Lining Terbuka Karena Ambblas

Peralatan yang digunakan adalah : cangkul, sekop, linggis, kotak kayu bergagang, gerobak dorong roda satu, karung plastik, golok, palu, gergaji tangan, katrol, waterpass, sendok tembok.

Bahan yang diperlukan adalah : pasir dan cerucuk dalken. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1) Khusus lining saluran yang ambblas yang akan diperbaiki;



Gambar 80. Lining Saluran Yang Ambblas

- (2) Buat tanggul (kistdam) dari bahan karung-karung plastik berisi tanah sebagai penahan air di tempat kerja dengan memasang di hulu dan di hilir lokasi saluran yang ambblas;
- (3) Buang air dengan menggunakan pompa air di bagian dalam saluran yang ambblas agar tempat kerja jadi kering;
- (4) Gali tanah di samping kiri dan kanan lining saluran yang ambblas;
- (5) Angkat lining saluran dengan katrol dan simpan di samping;



Gambar 81. Pengangkatan Lining Saluran Yang Ambblas

- (6) Perbaiki dasar saluran yang amblas dengan mengurug pasir dan dipadatkan jika diperlukan dasar saluran diberi kekuatan dengan cerucuk dolken;
- (7) Jika dasar saluran telah rata maka lining saluran dipasang kembali dengan katrol;
- (8) Urug tanah kembali di samping kiri kanan saluran dan dipadatkan;
- (9) Bongkar tanggul penahan (kistdam);
- (10) Rapihkan semua perbaikan pekerjaan perbaikan saluran ini.

3. Bangunan Silang

3.1. Mengangkat Sedimen Dari Gorong-Gorong

Peralatan yang digunakan adalah: Cangkul bergagang panjang, sekop, karung plastik, tali raffia, gerobak dorong, truk kecil. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

- (1). Gunakan cangkul bergagang panjang untuk mengambil sedimen yang mengendap di dasar gorong-gorong berukuran kecil.



Gambar 82. Penggalan Sedimen Di Gorong-Gorong Berukuran Kecil

- (2) Gunakan cangkul dan sekop jika gorong-gorong tersebut berukuran besar dan pekerja dapat masuk ke dalamnya;
- (3) jika di dalam saluran drainase terdapat sampah, maka sampah diangkat terlebih dahulu selanjutnya dilakukan pengerukan sedimen;

- (4) sedimen ditiriskan terlebih dahulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam) setelah penggalian;
- (5) sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang terpisah kemudian diikat;
- (6) Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.

3.2. Memperbaiki Gorong-Gorong Yang Berkarat

Peralatan yang digunakan adalah : karung plastik, tali, pompa air, cangkul, plat baja, cat, kuas cat, las. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- 1). Buat tanggul (kistdam) penahan air ditempat kerja dengan memasang karung-karung plastik berisi tanah di hulu dan di hilir gorong-gorong.
- (2). Buang air dengan menggunakan pompa air di bagian dalam gorong-gorong agar tempat kerja jadi kering;



Gambar 83. Gorong-gorong plat baja yang berkarat

- (3) Sedimen yang mengendap di dasar gorong-gorong digali dengan menggunakan cangkul, kemudian dibawa dan diangkat ke atas;
- (4). Bersihkan plat baja gorong-gorong dari kotoran
- (5). Plat baja yang keropos diganti dengan plat baja baru dengan sistem pengelasan.
- (6). Lakukan pengecatan



Gambar 84. pengecatan gorong-gorong plat baja

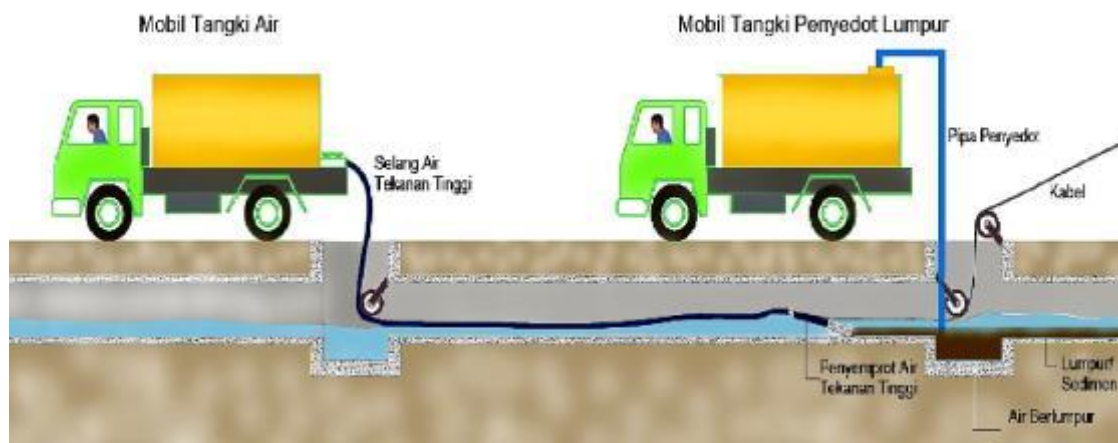
- (7). Setelah proses pengecatan gorong-gorong baja selesai, bongkar tanggul penahan (kistdam).

3.3. Pengangkatan Sedimen Di Gorong-Gorong Dengan Metode Penyemprotan Dan Penyedotan

Metode ini diterapkan pada gorong-gorong atau saluran drainase yang dengan diameter lingkaran lebih kecil dari 0,5 m dan bila kondisinya tertutup sedimen. Peralatan yang digunakan adalah; Kabel seling, selang penyemprot air, pipa penyedot, mobil tangki penyemprot air, mobil tangki penyedot lumpur. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

- (1) Masukkan kabel sling dari lubang manhole no 1 ke no 2;
- (2) Ujung kabel sling diletakan pada selang penyemprot air tekanan tinggi;
- (3) Tarik kabel sling dari selang penyemprot dari manhole no 2 ke manhole no 1;
- (4) Semprotkan air dari tangki penyemprot ke lumpur yang mengendap;
- (5) Lumpur yang sudah tercampur air akan masuk ke bak penampung manhole no 1. Hisap air yang berlumpur ke tangki penyedot;
- (6) Lakukan pekerjaan no 3-5 berulang-ulang sampai endapan lumpur di gorong-gorong menjadi bersih;
- (7) Air yang tercampur lumpur di buang ke tempat pembuangan sedimen.

Lihat gambar 85 berikut.



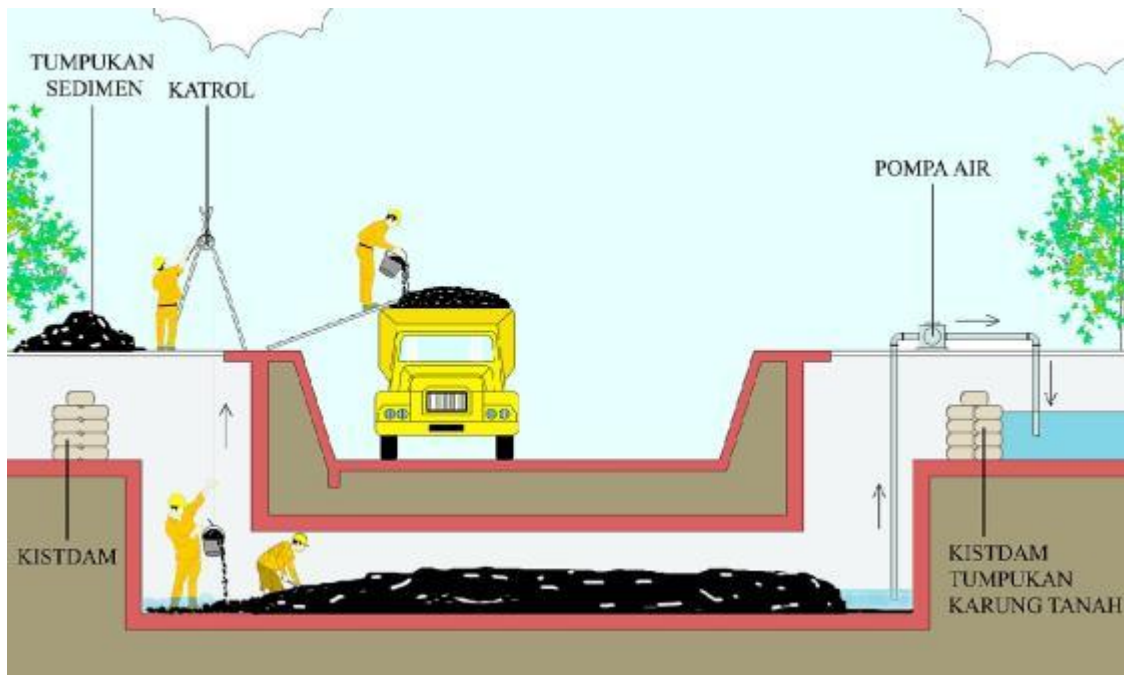
Gambar 85. Penyemprotan Dan Penyedotan Gorong-Gorong Kecil

3.4. Mengangkat Sedimen Dari Siphon

Peralatan yang digunakan adalah : Karung plastik, katrol, ember, pengki, sekop, tali raffia, pompa air, cangkul, dump truk. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

- (1). Tutup pintu air di hulu dan hilir siphon untuk siphon yang tidak dilengkapi dengan pintu air maka buat tanggul (kistdam) penahan air ditempat kerja dengan memasang karung-karung plastik berisi tanah di hulu dan di hilir siphon;
- (2). Buang air dengan menggunakan pompa air dibagian dalam siphon agar tempat kerja jadi kering;
- (3). Pekerja masuk ke lubang siphon;
- (4). Sedimen yang mengendap di dasar siphon digali dengan menggunakan cangkul, kemudian dibawa dan diangkat ke atas dengan katrol;
- (5). Tumpuk sedimen di tempat yang telah ditentukan dan ditiriskan selama 1 hari;
- (6). Pindahkan tumpukan sedimen ke dump truck untuk seterusnya dibuang ke tempat pembuangan sedimen;
- (7). Setelah proses pembersihan siphon selesai buka kedua pintu air atau bongkar tanggul penahan (kistdam).

Lihat gambar 86



Gambar 86. Penggalan Sedimen Di Siphon

4. Bangunan Terjun

Pemeliharaan bangunan terjun dilakukan dengan metode mengangkat sedimen dari bangunan terjun. Peralatan yang digunakan adalah; Cangkul, sekop, karung plastik, tali raffia, linggis, gerobak dorong, truk-truk kecil. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut:

- (1). Sedimen yang mengendap di dasar bangunan terjun digali dan diangkat ke atas tanggul/tepi bangunan terjun dengan alat cangkul dan sekop;
- (2). Penggalan sedimen harus benar-benar bersih sampai ke dasar bangunan;
- (3). Jika di dalam saluran drainase terdapat sampah, maka sampah diangkat terlebih dahulu selanjutnya dilakukan pengerukan sedimen;
- (4). Sedimen didiamkan terlebih dulu sampai cukup kering(kira-kira 3 jam setelah penggalan);
- (5). Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang terpisah kemudian diikat.



Gambar 87. Memasukkan Sedimen Ke Dalam Karung Di Bangunan Terjun

- (6) Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil;



Gambar 88. Pemindahan Karung Sedimen Ke Pinggir Saluran

- (7). Karung sampah yang terkumpul diangkut ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) maupun Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.
- (8). Perbaiki kerusakan apabila terjadi kerusakan pada konstruksi bangunan terjun.

5. Tanggul

5.1. Pemeliharaan Rutin/BerkalaTanggul Tanah

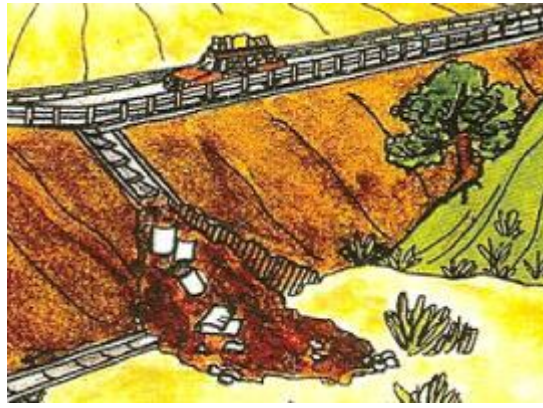
Peralatan yang digunakan adalah: mesin pemotong rumput, sabit, cangkul. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

- (1). Pemotongan rumput liar;
- (2). Pemotongan pohon-pohon yang mengganggu konstruksi tanggul

5.2. Rehabilitasi Tanggul Tanah

Peralatan yang digunakan adalah: Karung plastik, tali rafia, sabit, golok, linggis cangkul, stamper. Sedangkan bahannya adalah tanah merah untuk timbunan. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut:

- (1). Bersihkan permukaan tanggul yang jebol dari rumput-rumput dan pohon-pohon serta akar-akarnya;



Gambar 89. Tanggul yang longsor

- (2). Kupas atau gali permukaan pondasi hingga mencapai lapisan tanah yang baik;
- (3). Hamparkan tanah timbunan layer per layer ke lokasi tanggul setinggi 40 cm setiap layernya;
- (4). Padatkan setiap layer timbunan secara menyeluruh dengan alat pemadat stamper setiap layer harus benar benar padat, dengan cara alat stemper bekerja memadatkan tanah secara berulang dan konsisten (lakukan bolak-balik sampai tingkat kepadatan yang telah ditentukan);
- (5). Pemadatan dilakukan sampai pada elevasi tanggul yang direncanakan;
- (6). Parameter untuk Layer menggunakan faktor CBR yang berlaku di Bina Marga.

5.3. Rehabilitasi Tanggul Batu Kali

Peralatan yang digunakan adalah ; Linggis cangkul, ember, waterpass, meteran, benang, sendok tembok, unting-unting, ember, dolak. Bahan yang diperlukan adalah: semen, pasir, batu belah. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

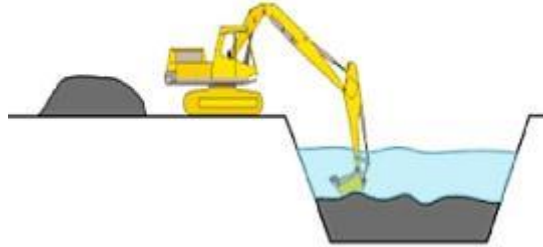
- (1). Bersihkan bagian batu kali yang rusak;
- (2). Buat tanggul pasangan batu kali dengan adukan semen dan pasir;
- (3). Buat siaran timbul;
- (4). Bersihkan kembali sisa adukan yang tidak terpakai.

6. Bangunan Penangkap Pasir

Pemeliharaan dengan pengangkatan sedimen di kolam penangkap pasir dengan menggunakan excavator. Peralatan yang digunakan adalah; Excavator, dump truck. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai

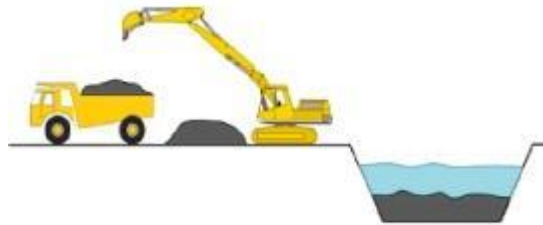
berikut ;

- (1). Excavator berdiri dipinggir kolam, Pastikan pondasi pinggir kolam benar-benar mampu menopang alat excavator;
- (2). Excavator menggali sedimen di dasar kolam penangkap pasir dan langsung ditumpuk dipinggir kolam;



Gambar 90. Pengerukan sedimen di bangunan penangkap pasir

- (3). Tiriskan sedimen dipinggir kolam $\pm$ 1 hari sampai cukup kering;
- (4). Pindahkan sedimen yang sudah ditiriskan ke dump truck dengan excavator;
- 5). Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.



Gambar 91. Pemindahan sedimen ke dump truck

7. Pintu Air

Beberapa langkah pekerjaan yang dapat dilakukan untuk pemeliharaan bangunan pintu air adalah sebagai berikut :

- (1). Melumasi pintu-pintu air seperti batang ulir dan gigi pemutar;



Gambar 92. Pintu sorong

- (2). Pengecatan pintu-pintu air seperti plat daun pintu dan kusen pintu;



Gambar 93. Pengecatan Pintu Sorong

- (3). Membersihkan sampah atau endapan di pintu-pintu air;



Gambar 94. Pembersihan endapan dan sampah di pintu air

- (4). Lakukan perbaikan secara berkala untuk pintu-pintu air yang mengalami kerusakan seperti mengganti plat daun pintu yang keropos atau besi kusen pintu;



Gambar 95. Pengelasan pintu air yang rusak

8. Kolam Retensi /Kolam Tandon

8.1. Pengerukan Sedimen Di Kolam Retensi (Metode *Sling*)

Metode ini diterapkan pada kolam retensi yang luasnya lebih dari 2 ha. Peralatan yang digunakan adalah: Excavator phonton, phonton penampungan, kabel sling, dump truck. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Excavator phonton bersama sama dengan phonton penampung bergerak dengan menggunakan lengan excavator dari tepi menuju ke tempat lokasi sedimen yang akan diangkat;
- (2). Keruk sedimen dari dasar kolam retensi dengan menggunakan excavator phonton yang berada di tengah kolam retensi dan langsung dimasukan ke tempat phonton penampungan;
- (3). Lakukan pekerjaan pengerukan dan pengisian sedimen ke dalam phonton penampung berulang kali sampai bak penampung penuh;



Gambar 96. Pengerukan sedimen dari kolam retensi ke phonton penampung

- (4). Tarik excavator phonton dan phonton penampung dengan menggunakan sling ke pinggir spoil bank;



Gambar 97. Alat Seling Penarik Phonton Excavator

- (5). Pindahkan semua sedimen dari phonton penampung dengan menggunakan excavator ke bak penampung ;



Gambar 98. Pemindahan sedimen ke bak penampung

- (6). Tiriskan sedimen di spoil bank selama 1 hari;
- (7). Masukkan sedimen dari bak penampungan (*spoil bank*) ke dalam dump truk dengan menggunakan excavator;



Gambar 99. Pemindahan sedimen dari bak penampung ke dump truck

- (8). Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.

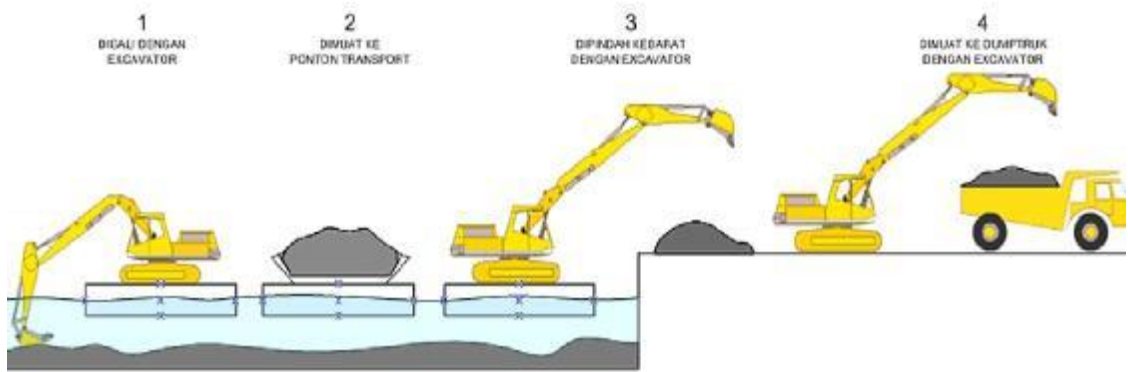


Gambar 100. Sedimen Di Bawa Ke Tempat Pembuangan Sedimen Dengan Dump Truck

8.2. Pengerukan Sedimen Di Kolam Retensi Tipe Estafet

Metode ini diterapkan pada kolam retensi berbentuk empat persegi panjang dengan lebar 30 – 40 m atau berbentuk lingkaran dengan diameter 30 – 40 m. Peralatan yang digunakan adalah ; Excavator ponton, ponton penampung, dump truck. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut:

- (1) Excavator ponton no 1 dan 2 bersama sama dengan ponton penampung bergerak dengan menggunakan lengan excavator dari tepi menuju ke tempat lokasi sedimen yang akan di angkat dengan posisi seperti pada gambar sket.(lihat Gambar 101);
- (2). Excavator 1 mengeruk sedimen dari dasar kolam retensi untuk dimasukan ke ponton penampung;



Gambar 101. Proses pengerukan Sedimen Tipe Estafet

- (3). Lakukan pekerjaan pengerukan dan pengisian sedimen ke dalam ponton penampung berulang kali oleh excavator no 1 sampai penuh;
- (4). Kemudian sedimen dari ponton penampung, sedimen

- dipindahkan lagi ke pinggir kolam dengan excavator no 2;
- (5). Sedimen yang berada dipinggir kolam ditiriskan selama 1 hari;
- (6). Kemudian Sedimen dipindahkan lagi dengan menggunakan excavator no. 3 ke dalam dump truck;
- (7). Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.

8.3. Pengerukan Sedimen Di Kolam Retensi Dengan Kapal Keruk (Tipe Pengaduk + Pompa)

Peralatan yang digunakan adalah : Kapal keruk tipe pengaduk lengkap dengan pompa hisap, excavator, dump truck. Kapal keruk digunakan pada kondisi kolam retensi yang bebas hambatan (umunya dari sampah). Kapal keruk tidak dapat berfungsi apabila kondisi kolam retensi terhambat oleh sampah. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Kapal keruk masuk ke tengah kolam retensi;
- (2). Sedimen yang berada di kolam retensi di aduk dengan alat pengaduk yang berada di kapal keruk;
- (3). Hidupkan pompa hisap untuk menyedot sedimen dan memindahkannya ke tempat bak penampungan (*spoil bank*)



Gambar 102. Penyedotan sedimen di kolam retensi dengan kapal keruk

- (4). Sedimen yang berada di bak penampungan kolam ditiriskan selama 1 hari
- (5). Masukkan sedimen dari bak penampungan (*spoil bank*) ke dalam dump truk dengan menggunakan excavator
- (6). Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.

8.4. Pengangkatan Sedimen Dari Kolam Retensi Secara Manual

Peralatan yang digunakan adalah : Cangkul, sabit, golok, linggis, karung plastik, tali raffia, gerobak dorong, truck-truck kecil. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Tutup pintu inlet supaya air tidak masuk ke dalam kolam retensi
- (2). Buka pintu outlet untuk mengeluarkan air dari kolam retensi ke saluran pembuang;



Gambar 103. Pembersihan Kolam Retensi Secara Manual

- (3). Bersihkan atau potong tumbuhan air yang tumbuh di kolam retensi
- (4). Gali sedimen di kolam retensi dimulai dari tengah menuju ke pinggir kolam
- (5). Sedimen didiamkan terlebih dulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam setelah penggalian).
- (6). Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang terpisah kemudian diikat
- (7). Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.
- (8). Karung sampah yang terkumpul diangkut ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) maupun Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.

8.5. Pemeliharaan kolam retensi dari tanaman eceng gondok

Peralatan yang digunakan adalah: Perahu/sampan, cangkul atau garu.



Gambar 104. Kolam retensi yang dipenuhi tumbuhan eceng gondok

Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut:

- (1). Siapkan perahu/sampan untuk ke tengah kolam
- (2). Bersihkan kolam dengan mencabut eceng gondok dan masukan ke dalam perahu;
- (3). Bawa tumbuhan eceng gondok ke pinggir kolam;
- (4). Tiriskan eceng gondok selama dua hari untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan industri rumah tangga atau diletakkan di tempat yang telah ditentukan.



Gambar 105. Proses pembersihan kolam retensi dari enceng gondok

9. Pompa Dan Rumah Pompa

Komponen dalam pemeliharaan rumah pompa adalah : genset, pompa, dan rumah pompa. Lakukan pemeliharaan pada masing-masing komponen sebagai berikut:

- (1) Pemeliharaan genset :
 - Lakukan pemanasan mesin,
 - Cek saringan udara
 - Cek jumlah air pendingin
 - Cek filter bbm
 - Penggantian oli secara rutin

- Penggantian baterai bila rusak
 - Overhaul
 - Pengecatan yang berkarat
- (2) Pemeliharaan Pompa :
- Periksa kabel penghubung
 - Cek konsumsi arus dan tegangan
 - Cek kebersihan panel
 - Cek semua fungsi sistem keamanan pompa
 - Pengecatan
 - Overhaul
- (3) Pemeliharaan rumah pompa :
- Pengecatan dinding
 - Perbaiki plafond dan atap
 - Perbaiki pintu dan jendela

10. Trash Rack

Terdapat 2 macam *Trash Rack* yang masing-masing memiliki langkah pemeliharaan yang berbeda.

10.1. *Trash Rack* Elektro Mekanik

- (1). Lumasi oli alat-alat seperti engsel-engsel rake and arm dan semua roda-roda di conveyer;
- (2). Perbaiki alat-alat yang rusak atau di ganti dengan yang baru;
- (3). Kabel-kabel penghubung dan komponen-komponen di panel, jika ada yang rusak diganti baru.

10.2. *Trash Rack* Manual

- (1). Pemeriksaan dan pengecatan *bar screen* secara berkala;
- (2). Perbaiki bar screen yang rusak atau di ganti dengan yang baru.

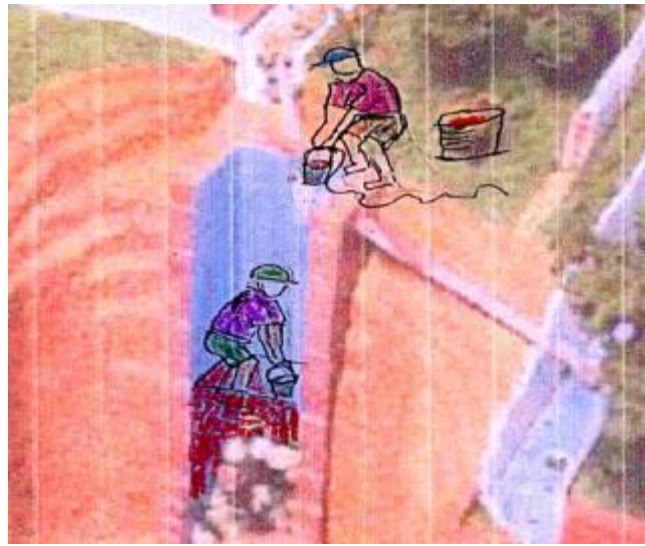
11. Sumur Dan Kolam Resapan

11.1. Sumur Resapan

Pemeliharaan dilakukan dengan mengangkat sedimen dan sampah yang mengganggu peresapan air dalam sumur resapan. Peralatan yang digunakan adalah : linggis, cangkul, karung plastik, tali, ember dan katrol. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Angkat penutup manhole

- (2). Seorang pekerja masuk ke sumur resapan
- (3). Gali sedimen dan sampah yang mengendap di sumur resapan dan angkat ke atas
- (4). Masukkan sedimen ke dalam plastik
- (5). Buang sedimen ke tempat yang telah ditentukan
- (6). Tutup kembali penutup manhole jika penggalian sedimen dan sampah telah selesai



Gambar 106. Pemeliharaan Sumur Resapan

11.2. Kolam Resapan

Pemeliharaan dilakukan dengan mengangkat sedimen dan sampah yang mengganggu dalam kolam resapan.

Peralatan yang digunakan adalah: Sabit, golok, cangkul, linggis, karung plastik, tali raffia, ember, gerobak dorong, truk-truk kecil.

Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut :

- (1). Bersihkan atau potong tumbuhan air yang tumbuh di kolam resapan
- (2). Gali lumpur di kolam resapan dimulai dari tengah menuju ke pinggir kolam
- (3). Sedimen didiamkan terlebih dulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam setelah penggalian).
- (4). Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang terpisah kemudian diikat
- (5). Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.

- (6). Karung sampah yang terkumpul diangkut ke tempat membuang sementara (TPS) maupun Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan menggunakan alat gerobak dorong maupun truk-truk kecil.

F. PEMBIAYAAN OPERASI DAN PEMELIHARAAN DRAINASE PERKOTAAN

1. Umum

Sebagian besar penyusunan pembiayaan operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase kota di dalam buku ini disusun berdasarkan harga satuan pekerjaan. Sebagai standar digunakan patokan harga satuan setempat.

Pertimbangan digunakannya patokan harga satuan adalah sifat dan situasi pekerjaan operasi dan pemeliharaan drainase, yaitu:

- 1) pekerjaan operasi dan pemeliharaan tidak dilakukan setiap hari, melainkan dilakukan pada periode tertentu misalnya pada saat menjelang musim penghujan atau endapan sedimen telah melampaui batas yang ditentukan;
- 2) kuantitas pekerjaan sangat besar dan pada situasi tertentu memerlukan peralatan dan alat berat yang memerlukan investasi awal yang sangat besar, misalnya pengadaan ponton dan excavator, dump truck untuk pengerukan kolam retensi;
- 3) pada situasi lain pekerjaan hanya memerlukan peralatan yang sederhana seperti cangkul dan sekop tetapi membutuhkan tenaga kerja/pekerja dalam jumlah besar dan pada dasarnya tidak memerlukan keahlian/ketrampilan khusus, misalnya pengerukan saluran drainase;

Pengadaan alat berat sendiri dan/atau rekrutmen pekerja kasar dalam jumlah besar tidak efisien ditilik dari sisi biaya karena frekuensi pekerjaan tidak dilakukan setiap hari. Model pembiayaan yang sesuai dengan sifat dan situasi pekerjaan seperti adalah menggunakan perusahaan-perusahaan jasa pemborongan (kontraktor) dan/atau *outsourcing* dari pihak ketiga. Untuk kepentingan tersebut dibutuhkan standar pembiayaan yang didasarkan pada harga satuan pekerjaan.

Beberapa pembiayaan pekerjaan lain yang sifatnya operasi harian (rutin), seperti operasi pompa, *trash rack*, pintu air, tidak tepat jika menggunakan model jasa pemborongan, karena sifat pekerjaannya

harian (*daily activity*), membutuhkan pekerjaan dengan keahlian khusus dan tidak memerlukan peralatan tambahan untuk mengoperasikannya. Sifat dan situasi pekerjaan seperti ini lebih sesuai dipenuhi dengan mengangkat karyawan tetap/honorer atau menggunakan jasa perusahaan *outsourcing* tenaga kerja. Mengacu pada konsep akuntansi biaya, model yang sesuai untuk pembiayaan jenis pekerjaan drainase seperti ini adalah penggolongan biaya atas dasar obyek pengeluaran. Penggolongan biaya yang paling sederhana adalah penggolongan atas dasar obyek pengeluaran, yaitu berupa penjelasan singkat obyek suatu pengeluaran. Jika pemerintah daerah atau dinas mengeluarkan biaya untuk membayar upah/gaji karyawan maka pengeluaran tersebut disebut upah/gaji, jika digunakan untuk membeli bahan/material maka disebut sebagai biaya bahan/material.

Untuk pekerjaan drainase perkotaan, obyek pengeluaran dapat digolongkan menjadi tiga yaitu: (a) biaya bahan/material; (b) biaya tenaga kerja; dan (c) biaya administrasi umum (dalam bidang bisnis/pabrik biaya ini disebut biaya *overhead* pabrik/kantor).

Uraian pembiayaan dalam buku ini akan dipaparkan berdasarkan komponen sistem drainase. Untuk tiap-tiap elemen pembiayaan akan ditentukan model pembiayaannya, yakni pekerjaan bidang/jasa pemborongan (kontraktor) dan pekerjaan non-kontraktor (swakelola).

2. Pembiayaan Komponen Drainase

A. Kegiatan Operasi

- (1). Pintu air
- (2). Sistem pompa
- (3). *Trash rack* mekanik
- (4). *Trash rack* manual
- (5). Proses tempat pembuangan sedimen

B. Kegiatan Pemeliharaan

- (1). Saluran
- (2). Bangunan silang
- (3). Bangunan terjun
- (4). Tanggul jalan inspeksi
- (5). Bangunan penangkap pasir
- (6). Pintu air
- (7). Kolam retensi / kolam tandon

- (8). Pompa dan rumah pompa
- (9). Pemeliharaan sumur resapan

Tabel 6. contoh rencana anggaran biaya operasi pintu air

KOMPONEN SIS TEM DRAINASE : PINTU AIR					
ASUMSI DIMENSI : OPERASI PINTU SELAMA 1 TAHUN					
PELAKSANA KERJA : SWAKELOLA					
No.	URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
1	Upah operator selama 1 tahun disesuaikan dengan upah yang berlaku	13,00	bulan		
Harga satuan mengikuti harga setempat					TOTAL

Tabel 7. contoh rencana anggaran biaya operasi sistem pompa

KOMPONEN SIS TEM DRAINASE : SISTEM POMPA					
ASUMSI DIMENSI : 1 UNIT STATION POMPA SELAMA 1 TAHUN (Kapasitas pompa 1 m3/det)					
PELAKSANA KERJA : SWAKELOLA					
No.	URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
1	Pengadaan solar	1.200,00	liter		
2	Pengadaan oli	12,00	liter		
3	Pengadaan Listrik	1,00	tahun		
4	Upah operator 2 orang	26,00	bulan		
Harga satuan mengikuti harga setempat					TOTAL

Tabel 8. contoh rencana anggaran biaya operasi trash rack mekanik

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : TRASH RACK MEKANIK					
ASUMSI DIMENSI : 1 UNIT TRASH RACK MEKANIK SELAMA 1 TAHUN					
PELAKSANA KERJA : SWAKELOLA					
No.	URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
1	Pembayaran Listrik	12,00	bulan		
2	Upah operator 2 orang	26,00	bulan		
Harga satuan mengikuti harga setempat					TOTAL

Tabel 9. contoh rencana anggaran biaya operasi trash rack manual

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : TRASH RACK MANUAL					
ASUMSI DIMENSI : 1 UNIT TRASH RACK MANUAL SELAMA 1 TAHUN					
PELAKSANA KERJA : SWAKELOLA					
No.	URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
1	Upah pekerja 2 orang	26,00	bulan		
2	Pengadaan Cangkul	26,00	bh		
3	Pengadaan Garu	26,00	bh		
Harga satuan mengikuti harga setempat					TOTAL

Tabel 10. contoh rencana anggaran biaya operasi lokasi pembuangan sedimen

KOMPONEN SISTEM DRAINASE		: OPERASI LOKASI PEMBUANGAN SEDIMEN			
ASUMSI DIMENSI		: PEMBUATAN JALAN HANTAR			
		LEBAR (B)		= 8,00 M	
		PANJANG (B2)		= 20,00 M	
		TINGGI URUGAN		= 1, 50 M	
		PEMBUATAN TANGGUL			
		LEBAR (B)		= 4,00 M	
		PANJANG (B2)		= 20,00 M	
		TINGGI URUGAN		= 1, 50 M	
		BIAYA PERATAAN SEDIMEN			
		LEBAR (B)		= 10,00 M	
		PANJANG (B2)		= 20,00 M	
		TINGGI URUGAN		= 1, 50 M	
PELAKSANA KERJA		: KONTRAKTOR			

No.	URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
				(Rp)	(Rp)
1	Pengukuran waterpass Sedimen	60,00	m		
2	Pembuatan jalan hantar	240,00	m³		
3	Pembuatan tanggul keliling	120,00	m³		
4	Perataan sedimen	300,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat					TOTAL
					KEUNTUNGAN10%
					TOTAL
					PPN
					JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN
					BIAYA/M³

Tabel 11. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen saluran drainase tersier tipe terbuka di perumahan maupun lingkungan permukiman

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: SALURAN

ASUMSI DIMENSI

: PANJANG = 500,00 M

LEBAR = 1,00 M

TINGGI END APAN = 0,60 M

NAMA KEGIATAN

: Pengerukan sedimen saluran drainase tersier tipe terbuka di perumahan maupun lingkungan permukiman

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
2	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
3	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
4	O	00	Pengadaan karung plastik	4.082,00	bh		
5	KLS	01	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk saluran terbuka	300,00	m³		
6	O	00	Pemasukan sedimen kedalam karung	4.082,00	bh		
7	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500 m	285,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						BIAYA/M³	

Tabel 12. contoh rencana anggaran biaya							
Pengerukan sedimen saluran drainase tersier tipe tertutup diperumahan maupun lingkungan							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE			: SALURAN				
ASUMSI DIMENSI			: PANJANG = 500 M				
			LEBAR = 1,00 M				
			TINGGI END APAN = 0,6 0 M				
NAMA KEGIATAN			: Pengerukan sedimen saluran drainase tersier tipe tertutup di perumahan				
			MAUPUN LINGKUNGAN PERMUKIMAN				
PELAKSANA KERJA			: KONTRAKTOR				
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
2	00	00	Pengadaan karung plastik	4.082,00	bh		
3	00	00	Pengangkatan & penutupan plat penutup	250,00	bh		
4	KLS	01	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk saluran terbuka	300,00	m³		
5	00		00	Pemasukan sedimen kedalam karung	4.082,00	bh	
6	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500m	285,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M³	

Tabel 13. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen saluran drainase sekunder/primer tipe tertutup							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE			: SALURAN				
ASUMSI DIMENSI			: PANJANG = 500,00 M				
			LEBAR = 2,00 M				
			TINGGI ENDAPAN = 0,50 M				
NAMA KEGIATAN			: Pengerukan sedimen saluran drainase sekunder/primer tipe tertutup				
PELAKSANA KERJA			: KONTRAKTOR				
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
2	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
3	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
4	0	0	Pengangkatan & penutupan plat penutup	83,00	bh		
5	KLS	02	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk saluran tertutup	500,00	m³		
6	AG	01	Pemindahan tumpukan sedimen ke dump truck dengan orang	450,00	m³		
7	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck /20 km	450,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M³	

Tabel 14. contoh rencana anggaran biaya
Pengerukan sedimen saluran drainase sekunder dan primer tipe terbuka dengan menggunakan excavator

KOMPONEN SISTEM DRAINASE		: SALURAN			
ASUMSI DIMENSI		: PANJANG		= 500,00	M
		LEBAR		= 7,00	M
		TINGGI ENDAPAN		= 0,60	M
NAMA KEGIATAN		: Pengerukan sedimen saluran drainase sekunder dan primer tipe terbuka dengan menggunakan excavator			
PELAKSANA KERJA		: KONTRAKTOR			

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan Direksi keet 4x6m	24,00	m²		
2	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
3	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
5	KLS	04	Pengerukan sedimen dengan excavator	2.100,00	m³		
6	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dump truck dengan excavator	1.890,00	m³		
7	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck / 20 km	1.890,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M³	

Tabel 15. contoh rencana anggaran biaya Pengerukan sedimen saluran drainase sekunder dan primer tipe terbuka dengan menggunakan excavator phonton

KOMPONEN SISTEM DRAINASE		: SALURAN			
ASUMSI DIMENSI		: PANJANG		= 500,00	M
		LEBAR		= 12,00	M
		TINGGI ENDAPAN		= 0,60	M
NAMA KEGIATAN		: Pengerukan sedimen saluran drainase sekunder dan primer tipe terbuka dengan menggunakan excavator phonton			
PELAKSANA KERJA		: KONTRAKTOR			

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan Direksi keet 4x6m	24,00	m²		
2	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
3	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
5	KLS	15	Pengerukan sedimen dengan excavator phonton	3.600,00	m³		
6	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dump truck dengan excavator	3.240,00	m³		
7	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20Km	3.240,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M³	

Tabel 16. contoh rencana anggaran biaya

Pengerukan sedimen disaluran drainase dengan alat bulldozer keruk

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

:

SALURAN

A SUMSI DIMENSI

:

PANJANG

=

500,00

M

:

LEBAR

=

12,00

M

:

TINGGI ENDAPAN

=

0,60

M

NAMA KEGIATAN

:

PENGERUKAN SEDIMEN DI SALURAN DRAINASE DENGAN ALAT BULLDOZER KERUK

PELAKSANA KERJA

:

KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Jumlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan Direksi keet 4x6m	24,00	m2		
2	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
3	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
5	O	00	Pengerukan sedimen dengan bulldozer keruk	3.600,00	m3		
6	KLS	15	Pengerukan sedimen dengan excavator	3.600,00	m3		
7	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dump truck dengan excavator	3.240,00	m3		
8	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20Km	3.240,00	m3		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M³	

Tabel 17. contoh rencana anggaran biaya
Perbaikan saluran drainase primer/sekunder tipe terbuka

KOMPONEN SISTEM DRAINASE			: SALURAN			
ASUMSI DIMENSI			: PANJANG	= 200,00	M	
			LEBAR	= 4,00	M	
			TINGGI	= 1,70	M	
			TINGGI ENDAPAN	= 0,40	M	
			H	= 2,00	M	
			S	= 2,24	M	
			t	= 0,40	M	
			h	= 0,60	M	
			b	= 0,50	M	
			M	= 0,50	M	
NAMA KEGIATAN			: PERBAIKAN SALURAN DRAINASE			
			PRIMER/SEKUNDER TIPE TERBUKA			
PELAKSANA KERJA			: KONTRAKTOR			

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan Direksi keet 4x6m	24,00	m²		
2	PD	04	Pengukuran waterpasssaluran (Uitzet)	200,00	m		
3	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
5	O	00	Pengadaan karung plastik	17,26	bh		
6	TN	02	Galian tanah konstruksi	258,89	m³		
7	BK	01	Pekerjaan pasangan batu belah	238,89	m³		
8	TN	37	Pembongkaran & pemasangan kistdam	44,00	m		
9	TN	15	Urugan tanah kembali dan pepadatan	24,00	m³		
10	O	00	Pemasukan sedimen kedalam karung	17,26	bh		
11	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20Km	234,89	m³		
12	O	00	Dewatering selama konstruksi	200,00	m		

Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUM PEKERJAAN /M	

Tabel 18. contoh rencana anggaran biaya							
Pengerukan sedimen disaluran drainase dengan alat calm shell							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE : SALURAN							
ASUMSI DIMENSI : PANJANG = 500,00 M							
LEBAR = 10,00 M							
TINGGI ENDAPAN = 0,60 M							
PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR							
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan Direksi keet 4x6m	24,00	m²		
2	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (Uitzet)	500,00	m		
3	PD	01	Pemasangan Papan Nama Proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
5	O	00	Pengerukan sedimen dengan calm shell	3.000,00	m³		
6	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dump truck dengan excavator	2.700,00	m³		
7	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20Km	2.700,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M³	

Tabel 19. contoh rencana anggaran biaya							
Perbaikan saluran drainase tersier tipe lining terbuka karena amblas							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE		: SALURAN					
ASUMSI DIMENSI		: PANJANG = 10,00 M					
		LEBAR = 1,00 M					
		TINGGI(H) = 1,00 M					
NAMA KEGIATAN		: PERBAIKAN SALURAN DRAINASE TERSIER TIPE LINING TERBUKA KARENA AMBLAS					
PELAKSANA KERJA		: KONTRAKTOR					
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
2	TN	02	Galian tanah konstruksi	7,20	m³		
3	0	00	Angkatdan pasang kembali lining saluran	20,00	m		
4	0	00	Pengadaandan Pemasangan cerucuk dolken	90,00	bh		
5	0	00	Mengurug Pasir dgn Pasir Urug Darat, tebal 30 cm	16,00	m³		
6	TN	15	Urugan tanah kembali dan pemadatan	7,20	m³		
7	0	00	Dewatering selama konstruksi	10,00	m		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M	

Tabel 20. contoh rencana anggaran biaya
mengangkat sedimen dari gorong-gorong

KOMPONENSISTEM DRAINASE : BANGUNAN SILANG

ASUMSI DIMENSI : PANJANG = 20,00 M

LEBAR = 2,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,50 M

NAMA KEGIATAN : MENGANGKAT SEDIMEN DARI GORONG-GORONG

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pengadaan karung plastik	272,0	bh		
2	KLS	2a	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk gorong-gorong	20,0	m³		
3	0	00	Pemasukan sedimen kedalam karung	272,0	bh		
4	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500m	19,0	m³		
5	0	00	Dewatering selama konstruksi	20,0	m		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M³	

Tabel 21. contoh rencana anggaran biaya
memperbaiki gorong-gorong yang berkarat

KOMPONENSISTEM DRAINASE : SALURAN

ASUMSI DIMENSI : PANJANG = 20,00 M

DIAMETER = 2,00 M

NAMA KEGIATAN : MEMPERBAIKI GORONG-GORONG YANG BERKARAT

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
2	TN	37	Pembongkaran & pemasangan kistdam	4,00	m		
3	KLS	2a	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk gorong-gorong	31,40	m³		
4	AG	01	Pemindahan tumpukan sedimen ke dump truck dengan orang	31,40	m³		
5	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20Km	31,40	m³		
6	0	00	Penggantian dan Pengelasan plat baja yang keropos	62,80	m²		
7	PC	19	Pengecatan besi	40,00	m²		
8	0	00	Dewatering selama konstruksi	20,00	m		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M	

Tabel 22. contoh rencana anggaran biaya							
Pengangkatan sedimen digorong-gorong dengan metode penyemprotan dan penyedotan							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE		: SALURAN					
ASUMSI DIMENSI		: PANJANG		= 12,00	M		
		DIAMETER		= 0,50	M		
		TINGGI ENDAPAN		= 0,25	M		
NAMA KEGIATAN		: PENGANGKATAN SEDIMEN DIGORONG-GORONG DENGAN METODE PENYEMPROTAN DAN					
		PENYEDOTAN					
PELAKSANA KERJA		: KONTRAKTOR					
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1			Upah pekerja 2 org	2,00	hari		
2			Sewa tangki penyemprot	1,18	m³		
3			Sewa tangki penyedot lumpur	3,00	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M	

Tabel 23. contoh rencana anggaran biaya							
mengangkat sedimen dari siphon							
KOMPONEN SISTEM DRAINASE : BANGUNAN SILANG							
ASUMSI DIMENSI : PANJANG = 20,00 M							
LEBAR = 2,00 M							
TINGGI ENDAPAN = 0,40 M							
NAMA KEGIATAN : MENGANGKAT SEDIMEN DARI SIPHON							
PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR							
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pengadaan karung plastik	218,00	bh		
2	TN	37	Pembongkaran & pemasangan kistdam	6,00	m		
3	KLS	2b	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk siphon	16,00	m³		
4	0	00	Pemasukan sedimen ke dalam karung	218,00	bh		
5	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500m	15,20	m³		
6	0	00	Dewatering selama konstruksi	20,00	m		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M³	

Tabel 24. contoh rencana anggaran biaya
mengangkat sedimen dari bangunan terjun

KOMPONENSISTEM DRAINASE

: BANGUNAN TERJUN

ASUMSI DIMENSI

: PANJANG = 10,00 M

LEBAR = 4,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,20 M

NAMA KEGIATAN

: MENGANGKAT SEDIMEN DARI BANGUNAN TERJUN

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pengadaan karung plastik	109,0	bh		
2	KLS	2c	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk Bangunan terjun	8,0	m³		
3	0	00	Pemasukan sedimen ke dalam karung	109,0	bh		
4	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500m	7,6	m³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M³	

Tabel 25. contoh rencana anggaran biaya
pemeliharaan rutin/berkala tanggul tanah

KOMPONENSISTEM DRAINASE

: TANGGUL JALAN INSPEKSI

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 200,00 M

LEBAR = 3,00 M

TINGGI(H) = 1,20 M

S = 1,70 M

KEMIRINGAN (M) = 1,00

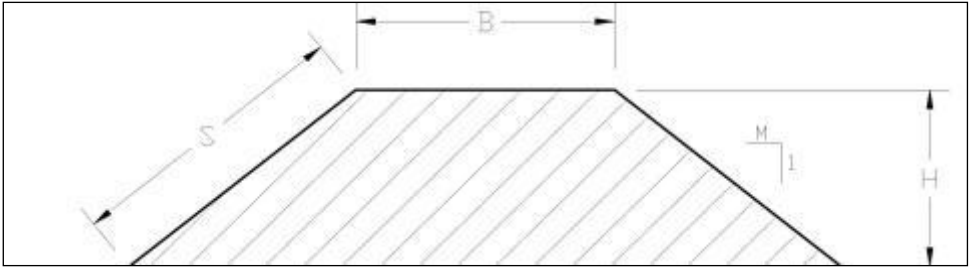
NAMA KEGIATAN

: PEMELIHARAAN RUTIN/BERKALA TANGGUL TANAH

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pemotongan rumput	1.278,82	m²		
2	0	00	Pemotongan pohon kecil	2,00	titik		
3	0	00	Pemotongan pohon besar	1,00	titik		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M	



Tabel 26. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan khusus tanggul tanah (kerusakan satu sisi talud)

KOMPONENSISTEM DRAINASE

: TANGGUL JALAN INSPEKSI

ASUMSI DIMENSI

: PANJANG = 5,00 M

LEBAR = 4,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,40 M

H = 1,20 M

SALURAN = 1,70 M

t1 = 0,50 M

KEMIRINGAN (M) = 1,00

NAMA KEGIATAN

: PEMELIHARAAN KHUSUS TANGGUL TANAH (KERUSAKAN SATU SISI TALUD)

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	TN	23	Urugan tanah untuk tanggul	4,24	m³		
2	TN	29	Pemadatan tanah dengan stamper	10,00	m²		
3	A	03	Penanaman rumput	8,49	m²		
Harga satuan mengikuti harga setempat						TOTAL	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M³	

Tabel 27. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan khusus tanggul tanah (kerusakan di kedua sisinya)

KOMPONENSISTEM DRAINASE

: TANGGUL JALAN INSPEKSI

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 5,00 M

LEBAR = 4,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,40 M

H = 1,20 M

SALURAN = 1,70 M

t1 = 0,50 M

KEMIRINGAN = 1,00

NAMA KEGIATAN

: PEMELIHARAAN KHUSUS TANGGUL TANAH (KERUSAKAN SATU SISI TALUD)

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	TN	23	Urungan Tanah untuk tanggul	25,88	m ³		
2	TN	29	Pemadatan tanah dengan stamper	28,00	m ²		
3	A	03	Penanaman rumput	36,97	m ²		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAHBIAYAPELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M ³	

Tabel 28. contoh rencana anggaran biaya rehabilitasi tanggul tanah

KOMPONENSISTEM DRAINASE : TANGGUL JALAN INSPEKSI

ASUMSIDIMENSI : PANJANG = 7,00 M

B = 3,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,40 M

H = 1,50 M

S = 2,12 M

t = 0,70 M

KEMIRINGAN (M) = 1,00

NAMA KEGIATAN : REHABILITASI TANGGUL TANAH

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	TN	23	Urungan Tanah kembali dan pemadatan	35,49	m		
2	TN	29	Pemadatan tanah dengan stamper	49,00	m ²		
3	A	03	Penanaman rumput	50,70	m ²		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 29. contoh rencana anggaran biaya rehabilitasi tanggul batu kali

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: TANGGUL JALAN INSPEKSI

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 15,00 M

B1 = 0,40 M

B2 = 0,60 M

H = 1,20 M

NAMA KEGIATAN

: REHABILITASI BATU KALI

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	23	Urungan Tanah kembali dan pemadatan	35,49	m		
2	PD	29	Pemadatan tanah dengan stamper	49,00	ls		
3	BK	03	Penanaman rumput	50,70	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 30. contoh rencana anggaran biaya
pengangkatan sedimen bangunan penangkap pasir

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: BANGUNAN PENANGKAP PASIR

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 20,00 M

LEBAR = 5,00 M

TINGGI ENDAPAN = 1,00 M

NAMA KEGIATAN

: PENGANGKATAN SEDIMEN BANGUNAN PENANGKAP PASIR

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (uitzet)	20,00	m		
2	KLS	04	Pengerukan sedimen dengan excavator	100,00	m ³		
3	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dump truk dengan excavator	90,00	m ³		
4	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/20 km	90,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M ³	

Tabel 31. contoh rencana anggaran biaya
perbaikan dan pengecatan

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : PINTU AIR

ASUMSIDIMENSI : H1 = 5,00 M

H2 = 2,00 M

t = 0,12 M

B = 1,50 M

NAMA KEGIATAN : PERBAIKAN DAN PENGE CETAN

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pemberian oli	1,00	ls		
2	pc	19	Pengecatan besi	82,00	m ²		
3	0	00	Pengantian dan pengelasan plat baja yang keropos	1,35	m ²		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ²	

Tabel 32. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen di kolam retensi metode sling

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI : LUAS = 10000,00 M²

TINGGI ENDAPAN = 0,50 M

NAMA KEGIATAN : Pengerukan sedimen di kolam retensi (metode sling)

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan direksi keet 4 x 6	24,00	m ²		
2	0	00	Pengerukan sonding	10.000,00	m ²		
3	PD	01	Pemasangan papan nama proyek	1,00	bh		
4	PD	02	Dokumentasi proyek	1,00	ls		
5	KLS	04	Pengerukan sedimen dengan excavator phonton	5.000,00	m ³		
6	0	00	Penarikan phonton ke pinggir dengan sling	5.000,00	m ³		
7	KLS	06	Pemindahan tumpukan sedimen dari phonton penampung ke spoil bank dengan excavator	5.000,00	m ³		
8	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dumptruck dengan excavator	4.500,00	m ³		
9	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck / 20 km	4.500,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 33. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen di kolam retensi type estafet

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 50,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,40 M

LEBAR = 40,00 M

NAMA KEGIATAN

: Pengerukan sedimen di kolam retensi type estafet

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan direksi keet 4 x 6	24,00	m ²		
2	0	00	Pengerukan sonding	60,00	m ²		
3	PD	01	Pemasangan papan nama proyek	1,00	Bh		
4	PD	02	Dokumentasi proyek	1,00	Ls		
5	KLS	04	Pengerukan sedimen dengan excavator phonton	2.400,00	m ³		
6	KLS	06	Pemindahan tumpukan sedimen dari phonton penampung ke spoil bank dengan excavator	2.400,00	m ³		
7	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dumptruck dengan excavator	2.160,00	m ³		
8	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck / 20 km	2.160,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 34. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen di kolam retensi dengan kapal keruk (type pengaduk dan pompa)

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI : PANJANG = 10000,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,50 M

NAMA KEGIATAN : Pengerukan sedimen di kolam retensi dengan kapal keruk (TYPE PENGADUK DAN POMPA)

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	03	Penyediaan direksi keet 4 x 6	24,00	m ²		
2	0	00	Pengerukan sonding	10.000,00	m ²		
3	PD	01	Pemasangan papan nama proyek	1,00	Bh		
4	PD	02	Dokumentasi proyek	1,00	Ls		
5	KLS	04	Pengerukan sedimen dengan excavator phonton	5.000,00	m ³		
6	KLS	4a	Memindahkan sedimen ke dumptruck dengan excavator	4.500,00	m ³		
7	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck / 20 km	4.500,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 35. contoh rencana anggaran biaya pengerukan sedimen di kolam retensi secara manual

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI

: PANJANG = 200,00 M

LEBAR = 100,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,50 M

NAMA KEGIATAN

: Pengerukan sedimen di kolam retensi secara manual

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran waterpass saluran (uitzet)	200,00	m		
2	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
3	0	00	Pengadaan karung plastik	136.054,00	bh		
4	0	00	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk Kolam retensi	10.000,00	m ³		
5	0	00	Pemotongan tumbuhan air	20.000,00	m ²		
6	0	00	Pemasukan sedimen ke dalam karung	136.054,00	bh		
7	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi / 500 m	9.500,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUMEPEKERJAAN/M ³	

Tabel 36. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan kolam retensi dari tanaman enceng gondok

KOMPONEN SISTEM DRAINASE

: KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI

: LUAS = 10000,00 M

LUAS ENCENG GONDOK= 10000,00 M

NAMA KEGIATAN

: PEMELIHARAAN KOLAM RETENSI DARI TANAMAN ENCENG GONDOK

PELAKSANA KERJA

: KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
2	0	00	Pengabilan dan penumpukan enceng gondok	10.000,00	m ²		
3	0	00	Pemindahan tumbuhan enceng gondok	500,00	m ³		
4	AG	11	Pengangkutan sedimen dengan dump truck / 20 km	500,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/M ³	

Tabel 37. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan pompa, genset dan panel

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : KOLAM RETENSI/ KOLAM TANDON

ASUMSIDIMENSI : LUAS = 10000,00 M

LUAS ENCENG GONDOK= 10000,00 M

NAMA KEGIATAN : PEMELIHARAAN KOLAM RETENSI DARI TANAMAN ENCENG GONDOK

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1			Umur 1-2 Tahun	0,100	thn		
2			Umur 2-3 Tahun	0,125	thn		
3			Umur 3-4 Tahun	0,170	thn		
4			Umur 4-5 Tahun	0, 225	thn		
5			Umur 5-6 Tahun	0,250	thn		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						BIAYA/TAHUN	

Tabel 38. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan rumah pompa

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : POMPA DAN RUMAH POMPA
NAMA KEGIATAN : PEMELIHARAAN RUMAH POMPA
PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PC	11	Pengecatan tembok 3 lapis	50,00	m ²		
2	PLL	15	Pengecatan perbaikan plafond dan rangka atap	10, 00	m ²		
3	PC	17	Pengecatan plafond	10,00	m ²		
4	KY	15	Pekerjaan perbaikan daun pintu dan jendela	1,00	m ²		
Harga satuan mengikuti harga setempat							JUMLAH
							KEUNTUNGAN10%
							TOTAL
							PPN 10%
							JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN

Tabel 39. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan trash rack mekanik

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : TRASH RACK
NAMA KEGIATAN : PEMELIHARAAN TRASH RACK MAKANIK
PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1			Pemberian oli	1,00	ls		
2			Perbaikan peralatan trash rack	1,00	ls		
3			Pengantian baru trash rack	1,00	ls		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	

Tabel 40. contoh rencana anggaran biaya pemeliharaan trash rack manual

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : TRASH RACK							
NAMA KEGIATAN : PEMELIHARAAN TRASH RACK MANUAL							
PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR							
No.	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pemberian oli	1,00	ls		
2	PC	19	Pengecatan besi	10,000	m ²		
3			Perbaikan bar screen yang rusak	1,00	ls		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	

Tabel 41. contoh rencana anggaran biaya mengangkat sedimen dan sampah yang mengganggu peresapan air dan sumur resapan

KOMPONEN SISTEM DRAINASE : BANGUNAN TERJUN

ASUMSI DIMENSI : PANJANG = 2,00 M

LEBAR = 1,00 M

TINGGI ENDAPAN = 0,60 M

NAMA KEGIATAN : MENGANGKAT SEDIMEN DAN SAMPAH YANG MENGGANGU PERESAPAN AIR

DALAM SUMUR RESPAN

PELAKSANA KERJA : KONTRAKTOR

	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	0	00	Pemberian oli	1,00	bh		
2	0	00	Pengecatan besi	10,00	bh		
3	KLS	2a	Perbaikan bar screen yang rusak	1,00	m ³		
4	0	00	Pemasukan sedimen kedalam karung	6,00	bh		
5	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi/500 m	0,45	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						VOLUME PEKERJAAN/BUAH	

Tabel 42. contoh rencana anggaran biaya mengangkat sedimen dan sampah yang mengganggu dalam kolam resapan

KOMPONEN SISTEM DRAINASE			: BANGUNAN TERJUN				
ASUMSI DIMENSI			: PANJANG = 2,00 M				
			LEBAR = 1,00 M				
			TINGGI ENDAPAN = 0,50 M				
NAMA KEGIATAN			: MENGANGKAT SEDIMEN DAN SAMPAH YANG MENGGANGU DALAM KOLAM				
			RESAPAN				
PELAKSANA KERJA			: KONTRAKTOR				
	Kode		URAIAN PEKERJAAN	Vol.	SAT	harga sat.	Ju mlah
	Grup	No.				(Rp)	(Rp)
1	PD	04	Pengukuran Waterpass Saluran (uitzet)	20,00	m		
2	PD	02	Dokumentasi Proyek	1,00	ls		
3	0	00	Pengadaan karung plastik	1.361,00	bh		
4	0	00	Pengerukan sedimen dengan cangkul dan sekop untuk kolam resapan	100,00	bh		
5	0	00	Pemotongan tumbuhan air	200,00	m ²		
6	0	00	Pemasukan sedimen kedalam karung	1. 361,00	bh		
7	AG	10	Pengangkutan sedimen keluar lokasi /500 m	95,00	m ³		
Harga satuan mengikuti harga setempat						JUMLAH	
						KEUNTUNGAN10%	
						TOTAL	
						PPN 10%	
						JUMLAH BIAYA PELAKSANAAN	
						BIAYA/ M ³	

G. PENUTUP

Lampiran pedoman operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana

drainase perkotaan diharapkan akan dapat membantu para pengelola bidang drainase perkotaan dalam kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan operasi dan pemeliharaan; baik yang dilakukan secara swakelola maupun pihak ketiga. Kegiatan operasi dan pemeliharaan ini harus dilakukan secara rutin, sehingga prasarana dan sarana drainase perkotaan dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 107. Tumpukan sampah yang tersaring



Gambar 108. Saluran yang telah dibersihkan dari sampah

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

DJOKO KIRMANTO

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
Kepala Biro Hukum,

Siti Martini
NIP. 195803311984122001

LAMPIRAN IV
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR 12/PRT/M/2014
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE
PERKOTAAN

TATA CARA PEMANTAUAN DAN EVALUASI
PENGELOLAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

A. PENDAHULUAN

Ruang lingkup pemantauan dan evaluasi pengelolaan sistem drainase perkotaan meliputi kegiatan pemantauan, evaluasi dan pelaporan pengelolaan sistem drainase perkotaan meliputi aspek teknis maupun nonteknis. Pada prinsipnya pemantauan dan evaluasi sendiri merupakan bagian penilaian terhadap kinerja sistem drainase perkotaan secara keseluruhan. Dimana hasil pemantauan dan evaluasi sendiri akan digunakan sebagai bahan masukan untuk rencana tindak turun tangan dalam pengelolaan sistem drainase perkotaan.

B. PENGERTIAN

Dalam tata cara ini yang dimaksud dengan:

1. Pelaporan adalah kegiatan pengumpulan dan penyajian data kinerja dan informasi pengelolaan sistem drainase perkotaan untuk mengetahui kemajuan pekerjaan dan hasil penanganan banjir dan genangan serta dijadikan dasar untuk perbaikan dan rencana pengembangan sesuai prosedur yang berlaku;
2. Daerah genangan adalah kawasan yang tergenang air akibat tidak berfungsinya sistem drainase yang mengganggu dan/atau merugikan aktivitas masyarakat.
3. Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.
4. Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
5. Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap dan menyalurkannya ke saluran sekunder.
6. Normalisasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan.

C. PEMANTAUAN DAN EVALUASI PENGELOLAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN

1. Pemantauan

Tujuan pelaksanaan pemantauan adalah untuk memastikan bahwa kegiatan pengelolaan sistem drainase perkotaan dapat berjalan sesuai dengan prosedur dan ketentuan yang telah ditetapkan.

Kegiatan pemantauan terhadap pengelolaan sistem drainase perkotaan dilakukan dengan cara langsung (inspeksi), maupun secara tidak langsung melalui data/laporan harian maupun mingguan. Pemantauan secara langsung dilaksanakan dengan mengadakan kunjungan lapangan ke tempat pengelola guna memperoleh gambaran secara langsung tentang pengoperasian sistem drainase perkotaan, sedangkan Pemantauan secara tidak langsung dilaksanakan dengan mempelajari data dan laporan pengelolaan sistem drainase perkotaan.

Pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan dilaksanakan secara berkala untuk mendapatkan data kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan baik yang bersifat teknis dan nonteknis.

Pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan dilakukan oleh penyelenggara pengelolaan sistem drainase perkotaan dengan menggunakan suatu sistem informasi manajemen pengelolaan sistem drainase perkotaan maupun data elektronik lainnya.

Obyek pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan berupa teknis yang terdiri dari kondisi dan fungsi saluran dan bangunan pelengkapanya, karakteristik genangan, sistem pengaliran dan kapasitas sistem drainase, maupun non-teknis yang meliputi kelembagaan, manajemen, pembiayaan, peran masyarakat, dan hukum pengaturan.

Proses pemantauan dapat dilakukan secara rutin setiap hari, setiap minggu dan paling lama tiap bulan.

Pemerintah dan Pemerintah Daerah melaksanakan pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan sesuai dengan kewenangannya:

- a. Pemerintah melaksanakan pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan yang dilaksanakan oleh Pemerintah Propinsi melalui Dinas/Badan/Unit pengelola teknis terkait tingkat provinsi dan/atau BUMN/BUMD/Swasta.
- b. Pemerintah Propinsi melaksanakan pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan yang dilaksanakan oleh Pemerintah

Kabupaten/Kota melalui Dinas/Badan/Unit pengelola teknis Teknis terkait tingkat Kabupaten/Kota dan/atau BUMN/BUMD/Swasta.

- c. Pemerintah Kabupaten/Kota melaksanakan pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan yang dilaksanakan oleh Pengembang/BUMD Kabupaten/Kota dan/atau pengelolaan sistem drainase kawasan khusus.

Pemerintah Propinsi harus membentuk unit pemantauan dan pembinaan pengelolaan sistem drainase perkotaan untuk membantu terciptanya pemantauan pengelolaan sistem drainase perkotaan di masing-masing propinsi yang bersangkutan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1) Pemantauan Teknis

Pemantauan aspek teknis dimaksudkan untuk mengendalikan agar kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan sesuai dengan sasaran perencanaan awal. Pemantauan aspek teknis meliputi:

- a. Kondisi dan fungsi prasarana dan sarana sistem drainase perkotaan. Baik itu saluran drainase maupun bangunan pelengkap. Pada saluran drainase pemantauan dilakukan mengacu pada peta jaringan drainase dan skema sistem yang dilengkapi data: pola aliran, elevasi dasar saluran, dimensi saluran, kapasitas saluran, kemiringan saluran, material saluran dan tahun pembangunan.

Sedangkan pada bangunan pelengkap dilakukan pemantauan operasi dan pemeliharaan rumah pompa dan pompa banjir, pintu air, kolam retensi, gorong-gorong, dll. Pemantauan dimensi rumah pompa, elevasi inlet dan outlet pompa, kapasitas pompa dan jenis pompa serta instalasi mekanikal elektrik pompa banjir. Pemantauan dimensi dan jumlah pintu air, elevasi dasar, bukaan normal dan maksimal pintu air, kapasitas, jenis, kedalaman air dan bahan pintu air serta instalasi mekanikal elektrik pintu air. Pemantauan pada saluran dan bangunan pelengkap dilakukan dengan menggunakan peralatan menggunakan alat pengukuran dan alat pemantauan yang dikalibrasi.

- b. Karakteristik genangan. Berupa pemantauan lokasi genangan, korban jiwa dan kerugian material, luas, tinggi, lama genangan dan intensitas genangan dilengkapi koordinat lokasi genangan serta peta genangan.

- c. Pemantauan kualitas air meliputi pengukuran terhadap beberapa parameter mutu air dan menetapkan status mutu air untuk semua klasifikasi berdasarkan baku mutu air yang ditetapkan. Agar mutu air sungai dapat diketahui dan tetap terjaga dari resiko pencemaran yang dapat terjadi baik secara alami maupun akibat aktifitas masyarakat.
- 2) Pemantauan non teknis
 - 3) Pemantauan aspek non teknis dimaksudkan untuk mengendalikan agar kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan sesuai dengan sasaran perencanaan awal.

Pemantauan aspek non teknis meliputi:

- a. Pemantauan kelembagaan
 - a) Bentuk organisasi pengelola drainase perkotaan
 - b) Struktur organisasi dan uraian kerja
 - c) Badan pengawas pengelola;
- b. Pemantauan Manajemen pembangunan
 - a) Data pegawai (SDM) menurut jabatan, pengalaman kerja, umur;
 - b) Pendidikan dan pelatihan;
 - c) Tata laksana kerja;
 - d) Standar prosedur operasional; dan
 - e) Rencana Induk.
- c. Pemantauan keuangan
 - a) Rincian biaya investasi pembangunan;
 - b) Rincian biaya operasi dan pemeliharaan; dan
 - c) Peran masyarakat dan swasta dalam pembiayaan
- d. Pemantauan Peran masyarakat dan swasta
 - a) Keberadaan forum masyarakat yang melakukan pemantauan pengelola sistem drainase perkotaan; dan
 - b) Pemantauan kewajiban masyarakat dan swasta.
- e. Pemantauan aspek hukum
 - a) Pemantauan terhadap produk peraturan perundangan yang ada, misalnya tentang pengaturan pembuangan sampah ke sungai, saluran dan badan air serta bantaran sungai/saluran;
 - b) Upaya penegakan hukum pengaturan dan penghargaan; dan
 - c) lain-lain.

2. Evaluasi

Evaluasi pengelolaan sistem drainase perkotaan adalah mempelajari semua hasil pantauan yang didapat sejak dimulainya perencanaan hingga hasil akhir pengelolaan sistem drainase perkotaan yakni kemanfaatan pembangunan prasarana dan sarana drainase. Dengan dimulainya perencanaan, maka tolok ukur sudah ditetapkan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku bagi terselenggaranya pengelolaan sistem drainase perkotaan. Tolok ukur itu memuat segala ketentuan Standar, Pedoman, Manual serta SNI, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Evaluasi atas pengelolaan sistem drainase perkotaan itu harus dikembalikan atau diarahkan pada perencanaan yang dituangkan sebagai tolok ukur yang harus dicapai dan ditaati oleh pengelola sistem drainase perkotaan.

Evaluasi dilakukan terhadap pengelolaan, pengoperasian, pemeliharaan, dan rehabilitasi terhadap pengelolaan sistem drainase perkotaan, dengan membandingkan tolok ukur/kriteria/standar yang sudah ditetapkan terlebih dahulu pada tahap awal, yaitu perencanaan.

Evaluasi selalu dibandingkan dengan tolok ukur yang sudah disiapkan dalam perencanaan sebelumnya. Perencanaan tidak dapat sama persis dengan pelaksanaan di lapangan. Hasil Evaluasi ini akan dijadikan bahan kajian dalam menyusun kebijaksanaan penyelenggara di masa mendatang agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

Evaluasi terhadap aspek teknis dilakukan setiap 6-12 bulan sekali.

Evaluasi bidang aspek nonteknis dilakukan untuk:

1. Bidang administrasi keuangan berupa audit setiap 6-12 bulan sekali.
2. Bidang kelembagaan dan institusi setiap 12 bulan sekali.

(2).Indikator kinerja struktural/teknis meliputi:

- a. sistem drainase, kondisi dan fungsi prasarana dan sarana. karakteristik genangan yang mencakup luas genangan, lama genangan, tinggi genangan, frekuensi genangan dan lokasi genangan yang berdampak pada ekonomi, sosial, fasilitas pemerintahan, transportasi, daerah perumahan dan hak milik pribadi; dan
- b. kualitas air secara visual, antara lain warna dan kekeruhan.

(3).Indikator kinerja non teknis meliputi:

- a. kelembagaan yang mencakup organisasi pengelola, sumber daya manusia yang mendukung organisasi;

- b. manajemen pembangunan yang mencakup dokumen perencanaan, pelaksanaan pembangunan, mekanisme pelaporan, pengelolaan prasarana dan sarana sesuai dengan standar operasi dan prosedur, pengurangan luas lahan basah;
- c. keuangan yang mencakup pembiayaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah terkait drainase;
- d. peran masyarakat dan swasta yang mencakup peran aktif masyarakat melaporkan adanya genangan, tindak lanjut terhadap pengaduan masyarakat, keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan drainase, peran serta masyarakat/swasta dalam operasi dan pemeliharaan sistem drainase; dan
- e. hukum yang mencakup peraturan perundangan terkait drainase.

Pemerintah dan Pemerintah Daerah melakukan evaluasi sesuai dengan kewenangannya, yang meliputi standar kualitas dan kinerja pelayanan pengelolaan sistem drainase perkotaan:

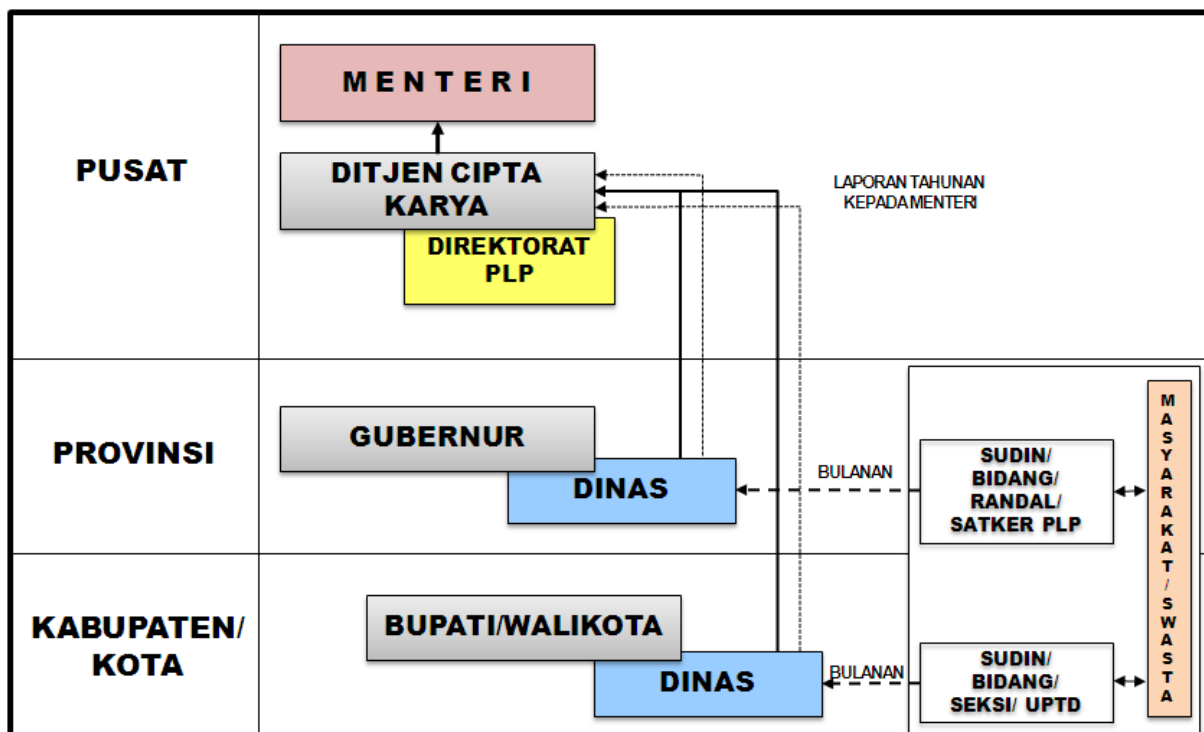
1. Pemerintah kabupaten/kota melaksanakan evaluasi laporan kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan tingkat kabupaten/kota.
2. Pemerintah propinsi melaksanakan evaluasi laporan kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan tingkat propinsi dan laporan evaluasi kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan dari pemerintah kabupaten/kota.
3. Pemerintah pusat dalam hal ini Direktorat Jenderal Cipta Karya melaksanakan evaluasi laporan kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan tingkat nasional dan laporan evaluasi kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan dari pemerintah propinsi.

Evaluasi pengelolaan sistem drainase perkotaan ini dilaksanakan secara periodik dengan menggunakan suatu sistem informasi manajemen pengelolaan sistem drainase perkotaan.

D. PELAPORAN

Laporan hasil pemantauan dan evaluasi akan dijadikan dasar penyusunan kebijakan pengelolaan sistem drainase perkotaan untuk masa berikutnya. Pelaporan wajib dilakukan oleh penyelenggara pengelolaan sistem drainase perkotaan dan Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya.

Penyampaian laporan diatur sesuai bagan hubungan dan tata pelaporan berikut:



KETERANGAN :

→ Penyampaian Laporan untuk Kegiatan yang dibiayai APBN

-----> Penyampaian Informasi untuk Kegiatan yang dibiayai APBD Tingkat I/II

Penyampaian laporan diatur sesuai bagan hubungan dan tata pelaporan berikut:

1. Penyelenggara menyampaikan laporan kinerja penyelenggaraan pengelolaan sistem drainase perkotaan kepada pemerintah minimal satu kali dalam setahun sebagai berikut:
 - a. Penyelenggara tingkat Kabupaten/Kota menyerahkan laporan kepada Bupati/Walikota;
 - b. Penyelenggara tingkat Propinsi menyerahkan laporan kepada Gubernur; dan
 - c. Penyelenggara tingkat Nasional menyerahkan laporan kepada Menteri.
2. Pemerintah daerah menyampaikan laporan evaluasi kinerja penyelenggaraan pengelolaan sistem drainase perkotaan yang diterima dari penyelenggara sebagaimana dimaksud pada butir 1 di atas sebagai berikut:
 - a. Pemerintah kabupaten/kota menyerahkan laporan evaluasi kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan di tingkat kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada butir 1 huruf a di atas kepada pemerintah propinsi minimal satu kali dalam setahun;
 - b. Pemerintah Propinsi menyampaikan laporan evaluasi kinerja penyelenggaraan pengelolaan sistem drainase perkotaan tingkat

propinsi sebagaimana dimaksud pada butir 1 huruf b di atas dan laporan evaluasi kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan sebagaimana dimaksud pada butir 2 huruf a di atas kepada Menteri melalui Direktorat Jenderal Cipta Karya minimal 1 (satu) kali dalam satu tahun.

- c. Penyelenggara menyampaikan laporan kinerja penyelenggaraan pengelolaan sistem drainase perkotaan kepada Menteri selambat-lambatnya satu kali dalam tiga bulan.

Laporan dilakukan secara transparan, akuntabel, dan bertanggungjawab.

Laporan mencakup hal-hal yang bersifat teknis dan non teknis, yaitu:

- a. Laporan tentang pemanfaatan pembangunan prasarana dan sarana drainase, meliputi: hasil evaluasi terhadap pemanfaatan terhadap prasarana dan sarana drainase
- b. Laporan pengoperasian dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase;
- c. Laporan kinerja pengelolaan sistem drainase perkotaan, yang meliputi operasional, pembiayaan, kelembagaan, peran masyarakat/swasta dan hukum pengaturan;
- d. Laporan pemantauan; dan
- e. Laporan hasil evaluasi.

EVALUASI PEMANFAATAN PEMBANGUNAN
PRASARANA & SARANA DRAINASE

1. JENIS PRASARANA	:	<u>SISTEM DRAINASE</u>
2. TAHUN PEMBANGUNAN	:	<u></u>
3. BIAYA PEMBANGUNAN	:	<u></u>
4. NAMA PENYEDIA JASA	:	<u></u>
5. NAMA LOKASI	:	<u></u>
a. KONSULTAN PERENCANA		<u></u>
b. KONTRAKTOR PELAKSANA		<u></u>
c. KONSULTAN PENGAWAS		<u></u>
6. KABUPATEN/KOTA	:	<u></u>
7. PROVINSI	:	<u></u>
8. HASIL EVALUASI	:	<u></u>
		<u></u>
		<u></u>
		<u></u>
		<u></u>
		<u></u>
9. NAMA EVALUATOR	:	<u></u>
10. JABATAN EVALUATOR	:	<u></u>
11. TANDA TANGAN EVALUATOR	:	<u></u>

EVALUASI PEMANFAATAN PEMBANGUNAN
PRASARANA & SARANA DRAINASE

JENIS PRASARANA : _____
KABUPATEN/KOTA : _____
PROVINSI : _____
TAHUN : _____

		SUB BIDANG PRASARANA/ LOKASI	JUMLAH ANGGARAN	PERENCANA	PELAKSANA	KODE FORM
I		SALURAN				
	1					
	2					
	3					
II		KOLAM RETENSI				
	1					
	2					
	3					
III		RUMAH POMPA				
	1					
	2					
	3					
IV		PINTU AIR				
	1					
	2					
	3					
TOTAL ANGGARAN						

HASIL EVALUASI : _____

NAMA EVALUATOR : _____
JABATAN EVALUATOR : _____

TANDA TANGAN EVALUATOR : _____

**PEKERJAAN EVALUASI PEMANFAATAN PEMBANGUNAN
PRASARANA DAN SARANA DRAINASE PERKOTAAN DI INDONESIA**

DAFTAR ISI

	FORM
i Halaman Judul	
1 Data Perencanaan	1
a Peta Masterplan Drainase Kota/Kabupaten	1a
b Skema Pola Arah Aliran dan Genangan	1b
c Peta Land Subsidence	1c
2 Data Saluran	2
3 Data Kolam Retensi	3
4 Data Rumah Pompa	4
5 Data Pintu Air	5
6 Data Genangan	6
7 Aspek Perundangan Prasarana & Sarana Drainase	7
8 Organisasi Pelaksana O&P	8
9 SDM Pelaksana O&P	9
10 Peran Serta Masyarakat	10
11 Data Lainnya	11
12 Pengumpulan Data Pelengkap	-

1 PERENCANAAN

FORM -1

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Masterplan Drainase	Dibuat Tahun : Perencana :		
		a	Acuan RTR	Dibuat Tahun : Berlaku Sampai Tahun:		
		b	Peta MP Jaringan Drainase Kota/Kabupaten	Dibuat Tahun : Perencana :		
		c	Peta Pola Aliran Sistem Drainase dan Genangan	Dibuat Tahun : Perencana :		
		d	Peta Land Subsidence/Penurunan Muka Tanah	Dibuat Tahun : Perencana :		
	2		Detail Engineering Design (DED)	Dibuat Tahun : Perencana :		
	3		Program O&P	Dibuat Tahun : Perencana :		
	4		Banjir Rencana	Dari MP / DED		
		a	Perioda Ulang 5 tahun	$Q_5 = \dots\dots\dots m^3/det$		
		b	Perioda Ulang 10 tahun	$Q_{10} = \dots\dots\dots m^3/det$		
		c	Perioda Ulang 25 tahun	$Q_{25} = \dots\dots\dots m^3/det$		
		d	Perioda Ulang 50 tahun	$Q_{50} = \dots\dots\dots m^3/det$		
		e	Perioda Ulang 100 tahun	$Q_{100} = \dots\dots\dots m^3/det$		
	5		Peil Banjir	Dari MP / DED		
		a	Perioda Ulang 5 tahun	$PB = + \dots\dots\dots m$		
		b	Perioda Ulang 10 tahun	$PB = + \dots\dots\dots m$		
		c	Perioda Ulang 25 tahun	$PB = + \dots\dots\dots m$		
		d	Perioda Ulang 50 tahun	$PB = + \dots\dots\dots m$		
		e	Perioda Ulang 100 tahun	$PB = + \dots\dots\dots m$		
	6		Jika Kab/Kota terpengaruh Pasut Air Laut:	Dari MP/DED/Data Pelabuhan		
		a	Air Pasang Laut Tertinggi	$+ \dots\dots\dots m$		
		b	Air Pasang Laut Rata-rata (Mean Sea Level)	$+ \dots\dots\dots m$		
		c	Air Pasang Laut Terendah	$+ \dots\dots\dots m$		

1A. PETA MASTERPLAN DRAINASE KOTA/KABUPATEN

FORM – 1a

KOTA/KAB : _____

PROVINSI : _____

1B. SKEMA POLA ARAH ALIRAN DAN GENANGAN

FORM – 1b

KOTA/KAB : _____

PROVINSI : _____

Keterangan :

- | | | | | | |
|---|------------------|---|---------------|---|------------|
|  | Saluran Primer |  | Rumah Pompa |  | Pintu Air |
|  | Saluran Sekunder |  | Genangan |  | Trash Rack |
|  | Saluran Tersier |  | Kolam Retensi |  | dst |

1C. PETA LAND SUBSIDENCE (PENURUNAN LAHAN)

FORM – 1c

KOTA/KAB : _____

PROVINSI : _____

2 DATA SALURAN

FORM -2

Nama Ruas / Lokasi :

Lembar ke : Dari

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Nama Pelaksana			
	2		Dimensi	Dari DED:	Dari As Built Drawing / Kondisi di Lapangan	
		a	Panjang (m)	/.....	/	
		b	Lebar dasar Hulu / Hilir (m)	/.....	/	
		c	Lebar atas Hulu / Hilir (m)	/.....	/	
	3		Elevasi			
		a	Elevasi dasar Hulu / Hilir (m)	/.....	/	
		b	Elevasi Puncak Tanggul Hulu / Hilir (m)	/.....	/	
		c	Elevasi Banjir Hulu / Hilir (m)	/.....	/	
	4		Kapasitas			
		a	Design Run Off (m ³ /det)			
		b	Kapasitas Saluran Hulu/Hilir	/.....	/	
	5		Bahan Bangunan (beton, batu kali, dsb)			
	6		Keberadaan Sedimentasi di Saluran	Tidak Ada	[] Banyak [] Sedang [] Sedikit	
	7		Keberadaa Sampah di Saluran	Tidak Ada	[] Banyak [] Sedang [] Sedikit	
	8		Kualitas air di saluran (visual)	Bersih	[] Sangat Keruh [] Keruh [] Bersih	
	9		Sengketa Lahan	Tidak Ada	[] Ada [] Tidak Ada	

3 DATA KOLAM

FORM -3

Nama Kolam/Lokasi :

Lembar ke : Dari

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Nama Pelaksana			
	2		Dimensi	Dari DED:	Dari As Built Drawing / Kondisi di Lapangan	
		a	Panjang Estimasi (m)			
		b	Lebar Estimasi (m)			
	3		Elevasi			
		a	Elevasi dasar (m)			
		b	Elevasi Puncak Tanggul (m)			
		c	Elevasi Banjir (m)			
	4		Kapasitas			
		a	Luas Genangan (ha)			
		b	Volume Genangan (m ³)			
	5		Bahan Bangunan (beton, batu kali, dsb)			
	6		Keberadaan Sedimentasi di Kolam	Tidak Ada	[] Banyak [] Sedang [] Sedikit	
	7		Keberadaan Sampah di Kolam	Tidak Ada	[] Banyak [] Sedang [] Sedikit	
	8		Kualitas air di saluran (visual)	Bersih	[] Sangat Keruh [] Keruh [] Bersih	
	9		Sengketa Lahan	Tidak Ada	[] Ada [] Tidak Ada	

4 DATA RUMAH POMPA

FORM -4

Nama Rumah Pompa/Lokasi :

Lembar ke : Dari

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Nama Pelaksana			
	2		Dimensi	Dari DED:	Dari As Built Drawing / Kondisi di Lapangan	
		a	Panjang Rumah Pompa (m)			
		b	Lebar Rumah Pompa (m)			
	3		Elevasi			
		a	Elevasi Inlet Pompa (m)			
		b	Elevasi Outlet Pompa (m)			
	4		Kapasitas			
		a	Jumlah Pompa (buah)			
		b	Kapasitas Pompa (liter/det)			
		c	Jenis Pompa			
	5		Bahan Bangunan (beton, batu kali, dsb)			
	6		Kondisi Elektrikal			
		a	Jumlah Genset (buah)			
		b	Kapasitas Genset (Watt)			
		c	Daya Listrik PLN (Watt)			
	7		Lebar/ Tinggi Saringan Sampah (m)			
	8		SOP	☐ Ada ☐ Tidak Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada	
	9		Keberadaan Sedimentasi	Tidak Ada	☐ Banyak ☐ Sedang ☐ Sedikit	
	10		Keberadaan Sampah	Tidak Ada	☐ Banyak ☐ Sedang ☐ Sedikit	
	11		Kualitas air di saluran (visual)	Bersih	☐ Sangat Keruh/Berbusa ☐ Keruh ☐ Bersih	
	12		Sengketa Lahan	Tidak Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada	

5 DATA PINTU AIR

FORM -5

Nama Pintu Air/Lokasi :

Lembar ke : Dari

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Nama Pelaksana			
	2		Dimensi	Dari DED:	Dari As Built Drawing / Kondisi di Lapangan	
		a	Lebar (m)			
		b	Tinggi (m)			
		c	Jumlah Pintu Air (Buah)			
	3		Elevasi			
		a	Elevasi Dasar Pintu (m)			
		b	Elevasi Bukaan Normal Pintu (m)			
		c	Elevasi Bukaan Maksimum Pintu (m)			
	4		Kapasitas			
		a	Jeis Pintu Air			
		b	Kedalaman Air di Hilir Pintu (m)			
		c	Kedalaman Air di Hulu Pintu (m)			
	5		Bahan Pintu (Besi, Kayu, dsb)			
	6		Kondisi Elektrikal			
		a	Jumlah Genset (buah)			
		b	Kapasitas Genset (Watt)			
		c	Daya Listrik PLN (Watt)			
	7		Operasional (Manual/Otomatis/Semi)			
	8		SOP	☐ Ada ☐ Tidak Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada	
	9		Keberadaan Sedimentasi	Tidak Ada	☐ Banyak ☐ Sedang ☐ Sedikit	
	10		Keberadaan Sampah	Tidak Ada	☐ Banyak ☐ Sedang ☐ Sedikit	
	11		Kualitas air di saluran (visual)	Bersih	☐ Sangat Keruh/Berbusa ☐ Keruh ☐ Bersih	
	12		Sengketa Lahan	Tidak Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada	

6 DATA GENANGAN

FORM - 6

Dilakukan melalui wawancara dengan Aparat & Masyarakat

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Genangan	Tidak ada Genangan	Terjadi Genangan	
		a	Lokasi Genangan	Tidak ada Genangan	Gambar Sketsa di sistem jaringan drainase:	
		b	Luas Genangan	Tidak ada Genangan	[] < 1 ha [] 1-5 ha [] > 5 ha	
		c	Tinggi Genangan	Tidak ada Genangan	[] < 30 cm [] 30-60 cm [] > 60 cm	
		a	Lama Genangan	Tidak ada Genangan	[] < 1 jam [] 1-6 jam [] 6-24 jam [] > 24 jam	
		b	Kejadian Genangan	Tidak ada Genangan	[] Setiap Tahun [] 1-5 Tahun Sekali [] > 5 Tahun sekali	
	2		Penanganan Genangan	Tidak ada Genangan	[] dibiarkan [] dibuat tanggul banjir [] Dipompa	
	3		Penyebab Genangan	-	[] Sampah [] Sedimentasi [] Dimensi Saluran Kurang [] Dana o&p Kurang/Belum Ada	

7 ASPEK PERUNDANGAN PRASARANA & SARANA DRAINASE

FORM - 7

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Kebijakan Daerah yang sudah dibuat:	Data dari Perundangan/ Kebijakan Daerah		
		a	Saluran	Ada	☐ Perda ☐ Pergub ☐	
		b	Kolam Retensi	Ada		
		c	Rumah Pompa	Ada		
		d	Pintu Air	Ada		
		e	Persampahan	Ada		
		f	Sumur Resapan	Ada	☐ Perda ☐ Pergub ☐	
		g	Ruang Terbuka Hijau	Ada	☐ Perda ☐ Pergub ☐	
	2		Apakah Kebijakan tersebut di atas telah disosialisasikan ke masyarakat?	Sudah Disosialisasikan	☐ Sudah ☐ Kurang ☐ Belum	
	3		Dalam bentuk apa Kebijakan Daerah Tersebut Disosialisasikan	☐ Iklan Layanan Masyarakat ☐ Brosur ☐	☐ Iklan Layanan Masyarakat ☐ Brosur ☐	
	4		Bagaimana tanggapan masyarakat terhadap Kebijakan Tersebut?	☐ Harus Dipatuhi	☐ Patuh ☐ Kurang Patuh ☐ Diabaikan	
	5		Apakah Sanksi atas Kebijakan Daerah Tersebut sudah dijalankan?	☐ Harus Dijalankan	☐ Sudah ☐ Belum Pernah	
	6		Jika "Sudah, bagaimana tanggapan masyarakat terhadap sanksi tersebut?		☐ Menjadi Jera ☐ Tidak Jera	
	7		Apakah Pemda sudah Membuat "Sumur Resapan"?	☐ Sudah ☐ Belum	☐ Sudah ☐ Belum	
	8		Apakah Masyarakat sudah membuat "Sumur Resapan" di lahannya masing- masing?		☐ > 75% ☐ < 25% ☐ Belum Ada	

8. STRUKTUR ORGANISASI O&P

FORM – 8

KOTA/KAB : _____

PROVINSI : _____

9 SDM PELAKSANA O&P
FORM - 9

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Jumlah Tenaga Pelaksana O&P	Dari Data MP/O&P orang	 orang	
	2		Apakah jumlah tenaga pelaksana tersebut sudah mencukupi?	Cukup	☐ Kebanyakan ☐ Cukup ☐ Kurang	
	3		Apakah keahlian SDM sesuai dengan tuntutan tugas?	Sesuai	☐ Sesuai ☐ Kurang Sesuai ☐ Tidak Sesuai	
	4		Bagaimana Dukungan Pemda Setempat terhadap Anggaran O&P?	-	☐ Cukup ☐ Kurang ☐ Belum Ada	
	5		Pendidikan SDM Pelaksana O&P	-	☐] Sarjana ☐] Diploma ☐] SLTA ☐] SLTP ☐] SD	
	6		Apakah SDM yang ada perlu ditingkatkan ketrampilannya?	-	☐ Perlu ☐ Belum Perlu	
	7		Jika "Perlu", dimana Diklat/Kursus tersebut dilakukan?	-	☐ Pusat ☐ Provinsi ☐ Kabupaten/Kota	

10 PERAN MASYARAKAT

FORM - 10

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		Pemeliharaan Prasarana & Sarana Drainase	Dari data O & P / Perundangan		
		a	Saluran Drainase			
		b	Kolam Retensi			
		c	Rumah Pompa			
		d	Pintu Air			
		e	O & P			
	2		Pembiayaan / dikelola oleh Masyarakat			
		a	Saluran Drainase			
		b	Kolam Retensi			
		c	Rumah Pompa			
		d	Pintu Air			
		e	O & P			
	3		Pemanfaatan air drainase			
		a	Ternak/Tambak			
		b	Industri			
		c	Lannya			

11 DATA LAINNYA

FORM - 11

NO			URAIAN	RENCANA/ KRITERIA	KONDISI LAPANGAN & PERMASALAHAN	SARAN & RENCANA TINDAK TURUN TANGAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1		DATA LAIN	Data dari Pengelola Drainase/BAPPEDA		
		a	Bukti Surat Pembebasan Lahan	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		b	Bukti Pernyataan Kesiapan Penggunaan Lahan	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		c	Surat Pernyataan Pemdand	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		d	Surat Pernyataan Kesiapan Menerima Aset	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		e	Analisa Dampak Lingkungan	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
	2		DATA KOMITMEN DAERAH			
		a	Data Daerah Untuk Pembangunan Bersama (DDUPD)	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		b	Surat Serah Terima Pengelolaan Prasarana dan Sarana Drainase	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	
		c	Surat Permintaan Pengalihan Aset untuk Dapat Dikelola Kab./Kota	Ada	☐ Ada ☐ Tidak Ada ☐ Dalam Proses (Ada Draft)	

12 PENGUMPULAN DATA PELENGKAP

Data pelengkap yang diperlukan untuk analisis teknis (jika ada) adalah:

NO	NAMA DATA	SUMBER DATA	KETERANGAN
1	Data Curah hujan harian maksimal (R24), minimal 10 tahun terakhir	Dinas PU/ Meteorologi Geofisika/Bandara	
2	Data intensitas hujan jam-jaman maksimal (I), minimal 10 tahun terakhir	Dinas PU/ Meteorologi Geofisika/Bandara	
3	Data debit banjir harian maksimal di sungai/saluran, minimal 10 tahun terakhir	Dinas PU/ Balai Besar SDA/ BWS	
4	Data lengkap dimensi saluran di dalam sistem drainase, meliputi:	Masterplan Drainase/DED	
	a. Saluran:		
	• Gambar skema lokasi dalam sistem drainase		
	• Nama ruas / potongan		
	• Elevasi dasar saluran (hulu dan hilir)		
	• Elevasi puncak tanggul (hulu dan hilir)		
	• Lebar dasar saluran		
	• Lebar atas saluran		
	• DPSal masing-masing ruas saluran		
	b. Gorong-gorong:		
	• Gambar skema lokasi dalam sistem drainase		
	• Elevasi dasar gorong-gorong/jembatan (hulu & hilir)		
	• Lebar gorong-gorong/jembatan		
	• Tinggi gorong-gorong/jembatan		
	c. Kolam Retensi		
	• Gambar skema lokasi dalam sistem drainase		
	• Kurva Lengkung debit ketinggian vs Luas vs Volume		
	[H(m) vs A(m ²) vs V (m ³)]		

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
Kepala Biro Hukum,

Siti Martini
NIP. 195803311984122001

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DJOKO KIRMANTO

