



MEMAHAMI DASAR-DASAR DRAINASE JALAN :

Studi Kasus Drainase Jalan Kabupaten

SALMANI

**MEMAHAMI DASAR-DASAR
DRAINASE JALAN:
STUDI KASUS DRAINASE JALAN KABUPATEN**

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap :

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling

**MEMAHAMI DASAR-DASAR
DRAINASE JALAN:
STUDI KASUS DRAINASE JALAN KABUPATEN**

SALMANI



POLIBAN PRESS

Memahami Dasar-Dasar Drainase Jalan: Studi Kasus Drainase Jalan Kabupaten

Penulis :
Salmani

ISBN :
978-623-5259-23-9 (PDF)

Editor dan Penyunting :
Isna Wardiah

Desain Sampul dan Tata letak :
Rahma Indera; Eko Sabar Prihatin

Penerbit :
POLIBAN PRESS
Anggota APPTI (Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)
no.004.098.1.06.2019
Cetakan Pertama, 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

Redaksi :
Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basry,
Pangeran, Komp. Kampus ULM, Banjarmasin Utara
Telp : (0511)3305052
Email : press@poliban.ac.id

Diterbitkan pertama kali oleh :
Poliban Press, Banjarmasin, Februari 2024

KATA PENGANTAR

Dalam era di mana tantangan terkait drainase jalan semakin kompleks, pengetahuan yang mendalam tentang bagaimana air mempengaruhi perkerasan jalan dan tanah sangatlah penting. Buku ini membahas secara rinci pengaruh air pada perkerasan jalan dan tanah, serta memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana mengenali masalah-masalah drainase secara umum.

Melalui bab-bab yang terstruktur dengan baik, pembaca akan dibimbing untuk memahami gambaran penting dalam drainase, mulai dari penjelasan tentang pertimbangan desain drainase hingga prosedur survei lapangan dan pengumpulan data yang efektif. Studi kasus yang disajikan dalam buku ini juga akan membantu pembaca untuk memahami penerapan praktis dari konsep-konsep yang dibahas.

Kami berharap buku ini dapat menjadi panduan yang bermanfaat bagi para praktisi, akademisi, dan pihak-pihak terkait lainnya yang tertarik dalam bidang drainase jalan, khususnya dalam konteks kabupaten. Kami mengucapkan terima kasih atas dedikasi dan kontribusi dari para penulis serta pihak-pihak yang telah turut serta dalam pembuatan buku ini.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya meningkatkan pemahaman dan kualitas pengelolaan drainase jalan di tingkat kabupaten.

Hormat kami,

Penerbit

PRAKATA

Seorang pelaksana lapangan pekerjaan jalan harus memiliki pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja dalam bidang pekerjaan jalan, oleh karena itu yang bersangkutan diharapkan akan: (a) bekerja dalam suatu pekerjaan yang memerlukan suatu pengetahuan dan keterampilan yang sama atau, (b) berpartisipasi dalam pelatihan-pelatihan dalam mempelajari kompetensi yang sama atau, (c) mempunyai pengalaman lainnya yang mengajarkan pengetahuan dan keterampilan yang sama.

Pengetahuan, keterampilan dan sikap yang mendukung tersebut yaitu: **Pengetahuan** tentang: (a) persyaratan keselamatan kerja yang berkaitan dengan tempat kerja, peralatan dan perlengkapan kerja. (b) memahami gambar kerja dan spesifikasi teknis yang diperlukan. **Keterampilan** tentang: bekerja secara selamat; mengatur pekerjaan; menafsirkan gambar serta spesifikasi; menafsirkan dokumen dari berbagai sumber; menggunakan dan memelihara perkakas dan perlengkapan kerja; dan berkomunikasi secara tepat. Adapun **sikap** yang harus dimiliki adalah tentang: sikap bekerja dengan rapi dan bersih; bekerja dengan ketelitian dan ketepatan ukuran; menghargai produktivitas dalam bekerja; hemat dan hasil yang tepat pada setiap pekerjaan; menghargai kualitas hasil pada setiap langkah kerja; dan bersikap positif dan terbuka terhadap penilaian hasil pekerjaan.

Di samping hal tersebut di atas seorang pelaksana lapangan pekerjaan jalan juga dituntut beberapa aspek penting dalam memperoleh atau mempertahankan kompetensinya yaitu: menunjukkan kejujuran, ketelitian dan kecermatan, serta mengikuti tahapan kerja atau SOP yang telah ditetapkan.

Buku Memahami Dasar-Dasar Drainase Jalan ini merupakan studi kasus (stusus) dari drainase jalan kabupaten bagian dari mata kuliah Teknik Pelaksanaan Jalan di bangku kuliah khususnya Politeknik yang disusun untuk dapat memberikan materi yang diperlukan oleh para pembaca terutama mahasiswa teknik sipil dalam memahami drainase

jalan, di samping itu juga untuk menambah pengetahuannya dalam memperoleh sertifikasi atau pengakuannya sebagai pelaksana lapangan pekerjaan jalan dan tetap terus terpeliharanya kompetensi yang didapat baik pada waktu di bangku perkuliahan di Politeknik maupun ketika mengikuti pelatihan dan uji kompetensi yang diselenggarakan oleh berbagai Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) atau lembaga lain seperti Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi (LPJK) atau Balai Pelatihan Konstruksi yang ada di tanah air ini.

Namun demikian tidaklah sempurna hasil karya ini jika tidak ada saran dan kritikan yang bersifat membangun untuk pengembangan di masa-masa yang akan datang.

Wassalam,

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| KATA PENGANTAR | v |
| PRAKATA..... | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| BAB 1 PENGARUH AIR PADA PERKERASAN JALAN DAN TANAH..... | 1 |
| 1.1. Pengaruh Air Pada Kekuatan Daya dukung Tanah..... | 1 |
| 1.2. Perbandingan CBR dengan Kadar Air..... | 2 |
| 1.3. Pengaruh Air Pada Perkerasan..... | 4 |
| 2.1.1. Fungsi Permukaan Jalan, LPA, LPB dan Tanah Dasar..... | 4 |
| 2.1.2. Pengaruh Air Pada Daya Tahan Perkerasan Tanah..... | 6 |
| BAB 2 BAGAIMANA MENGENALI MASALAH-MASALAH DRAINASE SECARA UMUM | 8 |
| 2.1 Sistematika Masalah-Masalah Drainase..... | 8 |
| 2.1.1. Identifikasi Kerusakan Drainase Permukaan | 10 |
| 2.1.2. Identifikasi Kerusakan-Kerusakan Drainase Bawah Tanah..... | 17 |
| 2.1.3. Kerusakan Drainase Lingkungan | 19 |
| 2.2 Pengenalan Masalah-Masalah Drainase/Banjir Berdasarkan Cerita Setempat..... | 21 |
| 2.2.1. Instansi Pemerintah | 21 |
| BAB 3 GAMBARAN PENTING DALAM DRAINASE | 22 |
| 3.1 Penjelasan Pertimbangan Desain Drainase..... | 23 |
| 3.1.1. Drainase Permukaan..... | 24 |
| 3.1.2. Pengendalian Erosi | 24 |
| 3.1.3. Drainase Bawah Tanah | 28 |
| 3.1.4. Anti slip | 30 |
| 3.1.5. Kemiringan Melintang dan Memanjang..... | 33 |
| 3.1.6. Bangunan Pemasukan Air (inlet) | 34 |
| 3.1.6. Bangunan Pematah Arus Air (outlet)..... | 37 |
| 3.2 Fungsi Dari Drainase Jalan..... | 41 |
| 3.2.1. Fungsi Drainase Jalan..... | 41 |

| | |
|---|----|
| BAB 4 MELAKSANAKAN SURVAI LAPANGAN DAN PENGUMPULAN DATA..... | 42 |
| 4.1 Pengertian Yang Berkaitan Dengan Tata Cara Perencanaan Drainase..... | 42 |
| 4.2 Hal-Hal Yang Diperhatikan Dalam Perencanaan Drainase..... | 43 |
| 4.3 Memperoleh Data Terkait Survai Drainase..... | 44 |
| 4.4 Data Survai Yang Dipersiapkan Dalam Survai Perencanaan Drainase..... | 45 |
| 4.5 Faktor-Faktor Umum Yang Terkait Perencanaan Survei Drainase | 45 |
| BAB 5 PELAKSANAAN INSPEKSI LAPANGAN | 47 |
| 5.1. Prosedur Survai Pemotretan..... | 47 |
| 5.2. Pengumpulan Data Kependudukan..... | 48 |
| 5.3. Penyelidikan Permukaan Air..... | 48 |
| 5.4. Penentuan Survai Yang Diperlukan..... | 50 |
| 5.5. Penentuan Daerah Aliran..... | 50 |
| BAB 6 MENGUMPULKAN DATA DAN MELAKSANAKAN SURVEI TOPOGRAFI..... | 54 |
| 6.1. Pengumpulan Data..... | 54 |
| 6.1.1. Data Curah Hujan..... | 55 |
| 6.1.2. Data Survai Sebelumnya..... | 58 |
| 6.1.3. Data Foto Sebelumnya | 59 |
| 6.1.4. Data dari petugas pemeliharaan jalan..... | 59 |
| 6.1.5. Data Lingkungan | 59 |
| 6.2. Survei Topografi | 60 |
| 6.2.1. Pengukuran perbedaan elevasi | 60 |
| 6.2.2. Foto Dan Lokasi Daerah Genangan Dalam System Jaringan Jalan Dan Saluran..... | 61 |
| 6.2.3. Penentuan beda tinggi antara dua titik..... | 62 |
| 6.2.4. Profil Melintang | 65 |
| 6.2.5. Pengukuran Topografi | 66 |
| 6.2.6. Pengukuran Tinggi Muka Air..... | 69 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.2.7. | Pengukuran Tinggi Muka Air..... | 72 |
| 6.3. | Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan, Termasuk Saluran Samping..... | 72 |
| 6.3.1. | Pengukuran Tinggi Muka Air..... | 73 |
| 6.3.2. | Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/turunan..... | 74 |
| 6.3.3. | Daerah Jalan Pada Tikungan..... | 74 |
| 6.3.4. | Beberapa jenis bentuk profil saluran samping..... | 76 |
| BAB 7 | EVALUASI DATA SURVEI SISTEM DESAIN DRAINASE LENGKAP .. | 77 |
| 7.1 | Pemetaan Data Survei dan Data Lapangan Lainnya..... | 77 |
| 7.1.1. | Daerah Aliran..... | 78 |
| 7.1.2. | Limpasan..... | 81 |
| 7.1.3. | Aliran Pembuangan..... | 83 |
| 7.1.4. | Air tanah, curah hujan / kondisi banjir..... | 93 |
| BAB 8 | KONSEP DESAIN SISTEM DRAINASE KABUPATEN | 98 |
| 8.1. | Perhitungan Pembuangan..... | 98 |
| 8.1.1. | Perhitungan Debit Aliran..... | 98 |
| 8.1.2. | Perhitungan Dimensi dan Kemiringan Selokan dan Gorong-gorong..... | 102 |
| 8.2. | Rincian Gorong-gorong, Saluran Buangan dan Bangunan Pelengkap..... | 105 |
| 8.2.1. | Pembuangan masing-masing..... | 105 |
| 8.2.2. | Rincian masing-masing..... | 121 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 124 |
| | GLOSARIUM..... | 125 |
| | INDEKS..... | 127 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Sistem Drainase Permukaan Jalan | 10 |
| Gambar 2. Sistem Drainase Permukaan Jalan Dan Saluran Pada Daerah Tebing | 14 |
| Gambar 3. Tipikal Drainase Bawah Tanah | 19 |
| Gambar 4. Memperlihatkan Sistematika Drainase Lingkungan | 20 |
| Gambar 5. Contoh Pengendalian Air Permukaan dari Lereng Tebing | 26 |
| Gambar 6. Contoh Drainase Bawah Permukaan Tanah | 27 |
| Gambar 7. Lapisan Air Tanah Pada Struktur Tanah | 29 |
| Gambar 8. Pelebaran Lengkung Horisontal | 32 |
| Gambar 9. Potongan melintang jalan dan inlet tali air | 35 |
| Gambar 10. Sistem Drainase Permukaan Jalan | 36 |
| Gambar 11. Potongan Memanjang Bangunan Pematah Arus | 37 |
| Gambar 12. Denah Potongan Bangunan Pematah Arus | 38 |
| Gambar 13. Potongan Melintang Bangunan Pematah Arus | 40 |
| Gambar 14. Konsep Moderat | 51 |
| Gambar 15. Konsep Konservatif | 51 |
| Gambar 16. Daerah Pengaliran Konsep Moderat | 52 |
| Gambar 17. Metode Aritmetik | 56 |
| Gambar 18. Metode Thiessen | 57 |
| Gambar 19. Metode Isohyet | 58 |
| Gambar 20. Bidang Referensi | 61 |
| Gambar 21. Daerah Pengaliran Konsep Moderat | 62 |
| Gambar 22. Penentuan Beda Tinggi Antara Dua Titik | 63 |
| Gambar 23. Penempatan Alat Ukur Pengukuran Beda Tinggi Antara Dua Titik | 64 |
| Gambar 24. Penentuan Beda Tinggi Antara Dua Titik | 64 |
| Gambar 25. Rencana Profil Melintang Jalan dan Saluran | 66 |
| Gambar 26. Peil Schall | 71 |
| Gambar 27. Batas Daerah Pengaliran Jalan | 72 |
| Gambar 28. Potongan Melintang Jalan Pada Daerah Datar dan Lurus ... | 74 |
| Gambar 29. Potongan Melintang pada Daerah Tebing | 75 |
| Gambar 30. Kemiringan Melintang pada Daerah Tikungan | 75 |
| Gambar 31. Potongan Melintang Saluran Terbuka | 76 |
| Gambar 32. Potongan Melintang Saluran Tertutup | 76 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 33. Daerah Pengaliran Saluran Samping | 79 |
| Gambar 34. Konsep Konservatif Daerah Pengaliran Saluran Samping ... | 80 |
| Gambar 35. Konsep Moderat Penampang Melintang Jalan..... | 81 |
| Gambar 36. Intensitas Hujan | 91 |
| Gambar 37 Intensitas Hujan 2 | 92 |
| Gambar 38. Permeabilitas (Daya Larut Air)..... | 94 |
| Gambar 39. Saluran Peresapan | 96 |
| Gambar 40. Pipa Peresapan | 97 |
| Gambar 41. Kemiringan Tanah..... | 103 |
| Gambar 42. Saluran Trapesium | 106 |
| Gambar 43. Saluran Segi Empat | 107 |
| Gambar 44. Saluran Bentuk Segi Tiga..... | 108 |
| Gambar 45. saluran Bentuk Setengah Lingkaran | 109 |
| Gambar 46. Saluran Bentuk Lingkaran | 110 |
| Gambar 47. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi..... | 114 |
| Gambar 48. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi | 116 |
| Gambar 49. Tampak Atas Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran..... | 122 |
| Gambar 50. Potongan Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran | 122 |
| Gambar 51. Potongan Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran | 123 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium..... | 3 |
| Tabel 2. Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan | 11 |
| Tabel 3. Kecepatan Aliran Air Yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material | 12 |
| Tabel 4. Hubungan Kemiringan Dasar Selokan Samping (<i>l</i>) Dan Jenis Material | 13 |
| Tabel 5. Pelebaran Lengkung Horizontal | 31 |
| Tabel 6. . Jari-Jari Minimum Lengkung Horizontal Berdasarkan Super Elevasi Dan Gesekan Melintang | 32 |
| Tabel 7. Landai Maksimum Yang Disarankan Dan Panjang Kritis | 34 |
| Tabel 8. Hubungan Kemiringan Saluran Samping Jalan (<i>l</i>) dan Jarak Pematah Arus (<i>L</i>) | 37 |
| Tabel 9. Skala Untuk Macam-macam Gambar | 70 |
| Tabel 10. Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan | 73 |
| Tabel 11. Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan.. | 82 |
| Tabel 12. Koefisien Pengaliran (<i>c</i>) | 82 |
| Tabel 13. Variaasi Y_t | 86 |
| Tabel 14. Nilai Y_n untuk 0 - 4..... | 87 |
| Tabel 15. Nilai Y_n Untuk 5-6 | 87 |
| Tabel 16. Nilai S_n untuk 0-4 | 88 |
| Tabel 17. Nilai S_n untuk 5-9 | 88 |
| Tabel 18. Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material | 100 |
| Tabel 19. hubungan kemiringan saluran dan jarak | 103 |
| Tabel 20. Harga n Untuk Rumus <i>Manning</i> | 104 |
| Tabel 21. Debit Air dan Kemiringan Talud | 107 |
| Tabel 22. Nilai Kekasaran Stricler | 112 |
| Tabel 23. Harga-harga μ dalam gorong-gorong pendek..... | 115 |

BAB 1

PENGARUH AIR PADA PERKERASAN JALAN DAN TANAH

Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Mengetahui pengaruh air pada kekuatan terhadap daya dukung tanah, tipe batuan dan butiran-butiran tanah
2. Dapat melakukan perhitungan perbandingan CBR dengan kadar air tanah
3. Menjelaskan fungsi-fungsi perkerasan tanah dan pengaruh air tanah terhadap perkerasan tanah dasar
4. Dapat menjelaskan pengaruh air tanah terhadap perkerasan tanah dan daya dukung tanah dasar.

1.1. Pengaruh Air Pada Kekuatan Daya dukung Tanah

Istilah tanah dalam bidang mekanik tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dan tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar), jadi semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap (Wesley, 1973).

Tanah secara umum terdiri dari tipe batuan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antar butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar-benar kering, maka tidak akan ada air sama sekali dalam pori. Keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli di lapangan.

Tanah yang sering dijumpai di lapangan adalah tanah yang porinya tidak mengandung udara sama sekali, jadi pori tersebut menjadi penuh berisi air, dalam keadaan demikian tanah disebut jenuh air (*fully*

saturated). Tanah yang terdapat di bawah muka air hampir selalu dalam keadaan jenuh air.

Tanah yang bercampur air akan menjadi lunak dan daya dukungnya akan menurun, maka usahakan agar tanah asli yang mendukung badan jalan berada di atas muka air tanah. Oleh karena itu, di dalam perencanaan jalan, penelitian tanah perlu dilakukan salah satunya untuk mengetahui kondisi air tanah sepanjang *trace* jalan tersebut.

Supaya tanah asli/*sub-grade* benar-benar aman dari pengaruh air tanah, maka harus diusahakan agar tanah asli/*sub-grade* tersebut tetap kering dalam kondisi kadar air optimum. Apabila air bebas mengisi ruang pori dan terperangkap dalam lapisan-lapisan perkerasan jalan, *base* dan *sub-base*, maka benturan-benturan dinamis dan beban roda yang berat akan menimbulkan kerusakan pada jalan. Penelitian menunjukkan bahwa alasan kerusakan jalan tersebut tidak dapat diatasi dengan metode-metode penguatan lapisan perkerasan jalan, jadi meskipun lapisan-lapisan perkerasan sudah cukup tebal dan stabil, kerusakan tetap terjadi.

1.2. Perbandingan CBR dengan Kadar Air

Contoh berikut dari pengujian laboratorium yang dilakukan pada contoh-contoh tanah asli yang diambil dari jalan Boda-Meliau di Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat, menguraikan mengenai kutipan di atas.

Pengaruh yang menonjol dapat terjadi pada CBR dengan bervariasinya kadar air diperlihatkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium

| NO. SAMPEL | LOKASI | JENIS TANAH | INDEKS PLASTISITAS LP | TIDAK DIRENDAM | | DIRENDAM | |
|------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|-------|----------|-------|
| | | | | KA % | CBR % | KA % | CBR % |
| 1 | <i>Km 3+600</i> | Pasir halus berlumpur | 8 | 17,6 | 15 | 20,9 | 9 |
| 2 | <i>Km 16+500</i> | Pasir berlempung dan berlumpur | 11 | 15,5 | 20 | 22,0 | 6 |

Sumber : Dep. PU, Dirjen Bina Marga,

Nampak dari data di atas bahwa dengan adanya kenaikan kadar air naik hanya sedikit saja yakni sebesar 3,3%, maka CBR berkurang dari 15% menjadi 9% pada sampel pertama dan pada sampel kedua adanya kenaikan kadar air 6,5% dengan berkurangnya CBR dari 20% menjadi 6%. Untuk contoh khusus ini, hasilnya menunjukkan bahwa :

- Pada sampel No.1 adanya kenaikan kadar air (KA) 1%, telah menurunkan atau berkurang 1.82 % CBR.
- Pada sampel No. 2 adanya kenaikan 1% kadar air (KA) telah menurunkan 2.15% CBR.

CBR 15% artinya kekuatan tanah yang bersangkutan sama dengan 15% dari kekuatan agregat yang dianggap standar dari percobaan yang dilakukan oleh *California State Highway Department*.

Kadar air 17,5% artinya perbandingan 17,5 gram peran berat air dengan 100 gram berat butir tanah atau berat air sama dengan 17,5% dari berat butir tanah.

1.3. Pengaruh Air Pada Perkerasan

2.1.1. Fungsi Permukaan Jalan, LPA, LPB dan Tanah Dasar

Sebelum sampai kepada pembahasan mengenai pengaruh air pada perkerasan perlu diketahui terlebih dahulu mengenai fungsi perkerasan itu sendiri.

a). Fungsi Lapis Permukaan antara lain :

- (1) Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
- (2) Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca
- (3) Sebagai lapisan aus (*Wearing Course*)

b). Fungsi Lapis Pondasi Atas (LPA), antara lain :

- (1) Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda
- (2) Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

c). Fungsi Lapis Pondasi Bawah (LPB), antara lain :

- (1) Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda
- (2) Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi)
- (3) Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi
- (4) Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Untuk mencegah lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan, maka terpaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

d). Fungsi Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar, adalah sebagai berikut :

- (1) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- (2) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- (3) Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda. Sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaan.
- (4) Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- (5) Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Sekarang akan diuraikan mengenai pengaruh air pada perkerasan. Telah diuraikan di atas bahwa kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar, sedangkan fungsi lapisan perkerasannya itu sendiri terhadap air sebagai lapisan rapat air (terutama lapis permukaan) untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat resapan air kedalam tanah badan jalan.

Bila tidak dilakukan pemeliharaan jalan yang memadai akan terjadi kerusakan pada permukaan jalan, antara lain:

- Retak garis
- Retak melintang

Ciri-cirinya tampak celah-celah retakan memanjang atau melintang pada permukaan jalan. Kemungkinan penyebab utama :

- (1) Kesalahan pelaksanaan, terutama pada sambungan pelaksanaan atau sambungan pelebaran jalan

- (2) Pemakaian bahan yang tidak sesuai dengan persyaratan
- (3) Penyusutan atau retak pada lapisan pondasi
- (4) Penyusutan pada tanah dasar, terutama untuk tanah lempung ekspansif (*Expansive Clay*)

Akibatnya bila dibiarkan air hujan akan meresap kedalam konstruksi perkerasan terus masuk sampai kedalam tanah dasar dan akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah seperti lubang, amblas dan sebagainya.

2.1.2. Pengaruh Air Pada Daya Tahan Perkerasan Tanah

Lapisan tanah setebal antara 50 – 100 cm di atas mana akan diletakkan lapisan pondasi bawah dinamakan lapis tanah dasar. Lapis tanah dasar ini merupakan perkerasan tanah, yaitu tanah yang sudah dipadatkan, dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan pelengkapan drainase yang memenuhi syarat. Sebelum diletakkan lapisan-lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume. Jadi ternyata bahwa kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar yang telah dipadatkan tadi dan merupakan perkerasan tanah. Bila perkerasan tanah tersebut terbuka dan merupakan permukaan jalan yang langsung dapat dilalui oleh kendaraan lalu lintas, maka dapat diperhitungkan efek dari pengaruh air yang masuk ke atas permukaan perkerasan tanah tersebut.

Di atas telah dikemukakan bahwa pemadatan yang baik terhadap tanah dasar diperoleh jika dilakukan kadar air optimum dan diusahakan kadar air optimum tersebut konstan selama umur rencana. Jadi dengan

perkataan lain bahwa perkerasan tanah tersebut mempunyai daya tahan selama kadar air optimum dapat dipertahankan. Sekarang bagaimana pengaruh air terhadap daya tahan perkerasan tanah tadi. Air yang masuk ke permukaan bila tidak cepat dialirkan akan meresap ke dalamnya dan akan melemahkan daya dukung tanah dasarnya.

Untuk mempertahankan kondisi perkerasan tanah tadi, maka permukaan perkerasan tanah harus dipelihara dengan baik terutama yang menyangkut drainasenya (termasuk *sub-drain*).

Untuk menanggulangi hal tersebut, maka perlu usaha-usaha pencegahannya, antara lain sebagai berikut :

- (a) Bentuk geometrik lapisan perkerasan tanah dibuat sedemikian, sehingga mempengaruhi cepat aliran air meninggalkan lapisan perkerasan tanah tersebut.
- (b) Perlu upaya pencegahan penguapan pada badan jalan dibawah permukaan perkerasan tanah jalan (terutama untuk tanah lempung ekspansif), antara lain yaitu dengan pelaburan perkerasan tanah dengan '*Prime Coat*' (Laburan resap aspal).

Di beberapa tempat antara lain pada daerah yang rawan longsor dan pada daerah timbunan, dimana air sekitarnya dapat menggenangi badan jalan pada waktu musim hujan, dibuatkan *sub-drain*.

BAB 2

BAGAIMANA MENGENALI MASALAH- MASALAH DRAINASE SECARA UMUM

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Mencari solusi penyebab utama kerusakan drainase jalan setelah beroperasi
2. Dapat melakukan identifikasi kerusakan drainase jalan
3. Melakukan langkah-langkah atau usaha-usaha untuk mencegah kerusakan drainase jalan
4. Mengidentifikasi kerusakan yang mungkin terjadi pada drainase bawah tanah dan drainase lingkungan jalan.

2.1 Sistematika Masalah-Masalah Drainase

Dari pengalaman sudah dikenal bahwa air penyebab utama dalam masalah kerusakan jalan, maka untuk mengatasi hal tersebut keberadaan air terhadap jalan perlu dikendalikan.

Sebelum membahas masalah-masalah drainase baiknya perlu diketahui terlebih dahulu definisi tentang drainase. Yang dimaksud drainase, adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan jalan atau ke bangunan resapan, sedangkan yang dimaksud dengan drainase permukaan jalan atau drainase jalan adalah drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air dari permukaan jalan atau dari daerah sekitarnya ke badan air atau ke sumur resapan.

MASALAH-MASALAH DRAINASE

Sejak semula setelah jalan-jalan dibangun sudah dikenal bahwa stabilitas suatu konstruksi jalan dan kemampuan menahan beban yang berat, adalah tergantung kepada pondasi tanah dasar dalam keadaan mantap. Setiap penambahan kadar air yang berlebihan dapat

menyebabkan permulaan timbulnya kehancuran jalan dan di dalam banyak hal dapat diketahui bahwa tanah dasar yang basah dan lembek, adalah disebabkan pengeringan yang tidak sempurna atau tidak memadai.

Tujuan dari sistem drainase jalan, adalah mencegah kehancuran konstruksi jalan dengan cara selalu menjaga kadar airnya yang rendah.

Usaha ini akan menyangkut 4 (empat) langkah :

- a) Pengumpulan dan pembuangan air permukaan dari jalan dan daerah sekitarnya dengan cara membangun saluran samping.
- b) Pengumpulan dan pembuangan air tanah dari bagian bawah dan pertemuan antara bagian konstruksi dengan tanah dasar dengan cara membuat saluran bawah tanah (*sub-drain*).
- c) Pengumpulan dan pembuangan air pegunungan yang mengalir melalui permukaan jalan dengan cara membuat saluran penangkap (*catch drain*).
- d) Pengumpulan dan pembuangan air yang rembes dari tanggul saluran irigasi yang mengalir melalui permukaan jalan dengan cara membuat saluran samping atau saluran penangkap (*catch drain*).

Selain masalah-masalah tersebut di atas, adalah masalah terjadinya kerusakan-kerusakan drainase permukaan jalan, drainase bawah tanah dan drainase lingkungan.

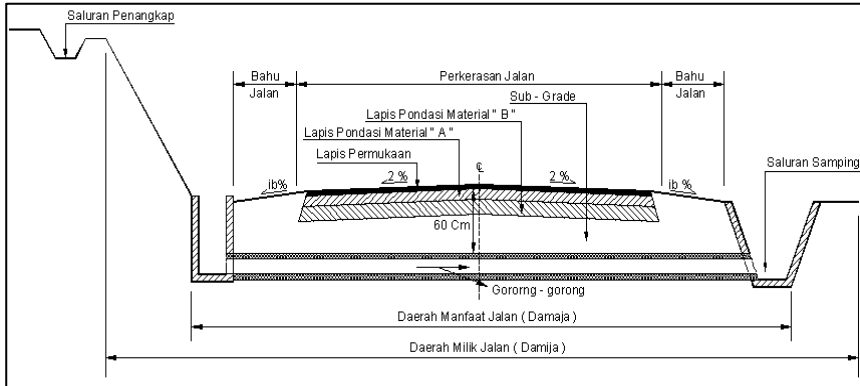
Yang dimaksud dengan drainase permukaan jalan adalah drainase yang berfungsi mengalirkan air permukaan, baik air dari permukaan jalan dan atau dari daerah sekitarnya ke badan air atau ke sumur resapan.

Yang dimaksud drainase bawah tanah adalah drainase yang berfungsi untuk menurunkan muka air tanah, sehingga tidak mengganggu stabilitas jalan.

Yang dimaksud dengan drainase lingkungan adalah drainase yang berfungsi untuk menghilangkan genangan air atau banjir pada suatu daerah tertentu.

Sistem drainase permukaan jalan pada prinsipnya terdiri dari kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan, selokan samping, gorong-gorong dan saluran penangkap (Lihat Gambar 1)

Gambar 2 memperlihatkan potongan melintang profil jalan pada lereng tebing yang dilengkapi dengan saluran bawah tanah atau *sub-grade* dan saluran samping



Gambar 1. Sistem Drainase Permukaan Jalan

Untuk dapat mengidentifikasi masalah-masalah drainase, maka perlu mengidentifikasi kerusakan atau kerugian secara umum yang diakibatkan oleh tidak berfungsinya drainase tersebut. Masalah rusaknya permukaan jalan umumnya karena pengaruh air terhadap jalan, untuk ini perlu mengidentifikasi rusaknya atau tidak berfungsinya saluran drainase yang meliputi : (i). drainase jalan atau drainase permukaan jalan, (ii). drainase bawah tanah dan (iii) drainase lingkungan. Penjelasan identifikasi kerusakan atau tidak berfungsinya dari masing-masing jenis drainase tersebut adalah sebagai berikut :

2.1.1. Identifikasi Kerusakan Drainase Permukaan

Identifikasi kerusakan drainase permukaan jalan atau drainase jalan meliputi hal-hal sebagai berikut :

- a. Kemiringan melintang perkerasan jalan tidak lagi memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebagai drainase permukaan jalan (Lihat Tabel 2) Hal ini disebabkan karena permukaan perkerasan rusak (retak-retak kulit buaya/*alligator cracks*) atau ulur (*ruts*) dengan retakan dan permukaan menjadi amblas, karena pengaruh air yang meresap, sehingga tanah dasar/badan jalan tidak kuat mendukung beban lalu lintas yang ada.

Tabel 2. Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan

| No | Jenis Lapis Permukaan Jalan | Kemiringan Melintang Normal (%) |
|----|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. | Beraspal, beton | 2% - 3% |
| 2. | Japat | 4% - 6% |
| 3. | Kerikil | 3% - 6% |
| 4. | Tanah | 4% - 6% |

Sumber : “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan”, DSN, SNI 03-3424-1994

- b. Selokan samping tidak lagi berfungsi dengan baik, yang seharusnya menampung dan membuang air yang berasal dari permukaan jalan dan dari daerah pengaliran sekitarnya. Hal ini disebabkan antara lain karena:
- adanya kerusakan pada selokan samping, umpamanya longsoran dinding selokan karena pelaksanaan pembuatannya kurang baik atau dasar selokan ditumbuhi rumput tebal, sehingga menyebabkan tersumbatnya saluran tersebut.
 - pemilihan jenis material untuk selokan samping tidak sesuai dengan besarnya kecepatan rencana aliran air yang akan melewati selokan samping, sehingga terjadi penggerusan-penggerusan pada dinding maupun dasar sungai (Lihat Tabel 3).

Tabel 3. Kecepatan Aliran Air Yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material

| Jenis Bahan | Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan (meter/detik) |
|-------------------|---|
| Pasir halus | 0,45 |
| Lempung Kepasiran | 0,50 |
| Lanau Aluvial | 0,60 |
| Kerikil halus | 0,75 |
| Lempung kokoh | 0,75 |
| Lempung padat | 1,10 |
| Kerikil kasar | 1,20 |
| Batu-batu besar | 1,50 |
| Pasangan batu | 1,50 |
| Beton | 1,50 |
| Beton bertulang | 1,50 |

Sumber: "Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan", DSN, SNI 03-3424-1994

Catatan : Kecepatan aliran air ditentukan oleh sifat hidrolis penampang saluran, salah satunya, adalah kemiringan dasar saluran. Dimensi saluran samping terlalu kecil, tidak sesuai dengan desain kriteria, sehingga air meluap ke permukaan jalan.

Tujuan atau fungsi saluran samping adalah untuk :

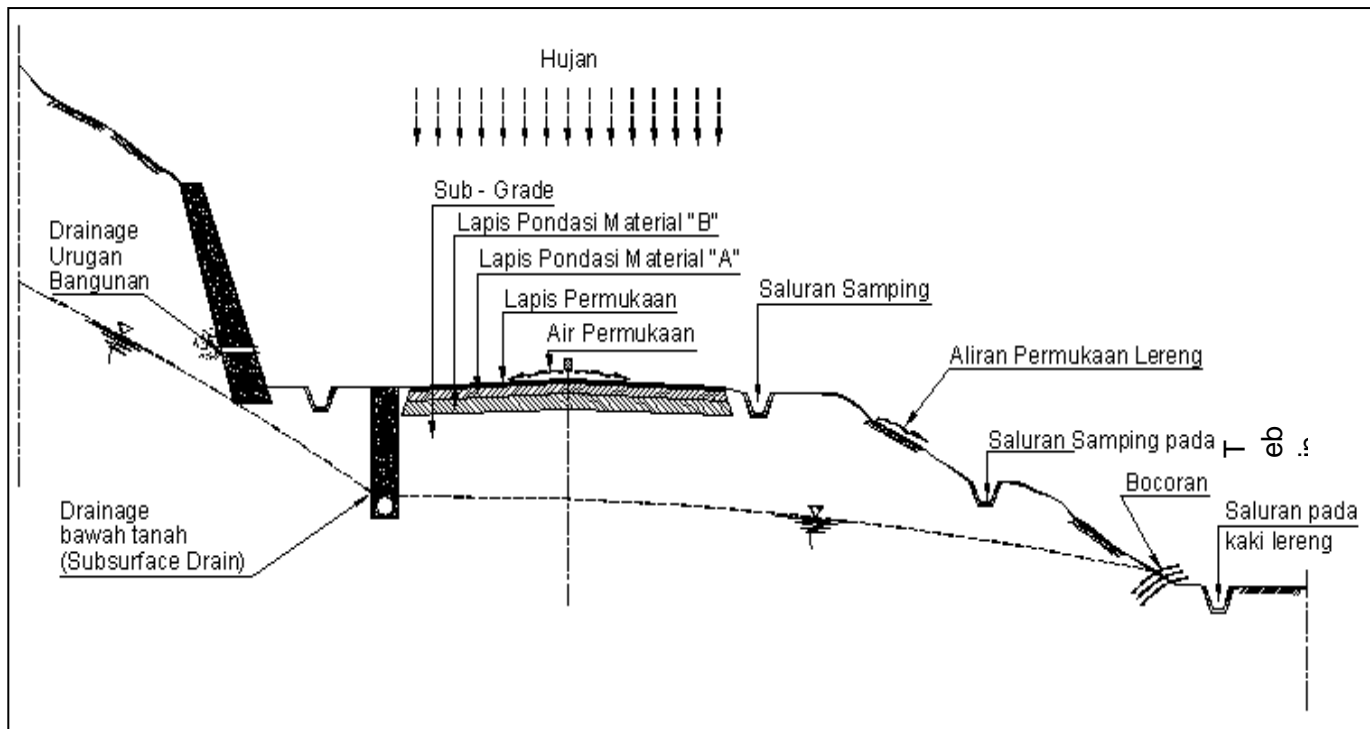
- Menampung air dari permukaan jalan
- Menampung air dari daerah sekitarnya, apabila jalan tersebut melalui daerah pemukiman dan daerah lainnya.

Pada Tabel 4 dapat dilihat hubungan antara kemiringan dasar selokan samping dan tipe material yang digunakan.

Tabel 4. Hubungan Kemiringan Dasar Selokan Samping (*I*) Dan Jenis Material

| No | Jenis Material | Kemiringan Selokan Samping I (i%) |
|----|---|-----------------------------------|
| 1. | Tanah asli pasir haus, napal kepasiran, lanau alu vial, kerikil halus | 0 – 5 |
| 2. | Lempung padat/kokoh, kerikil kasar, batu kasar | 5 – 7,5 |
| 3. | Pasangan : Pasangan batu, beton, beton bertulang | 7,5 |

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, DSN, SNI 03-3424-1994*



Gambar 2. Sistem Drainase Permukaan Jalan Dan Saluran Pada Daerah Tebing

c) Kerusakan drainase permukaan pada gorong-gorong.

Gorong-gorong yang tidak berfungsi dengan baik akan menyebabkan aliran terganggu dan akan menimbulkan genangan pada permukaan jalan.

(1) Fungsi gorong-gorong adalah

- mampu mengalirkan air yang dari permukaan jalan dan dari daerah sekitarnya
- mengalirkan air yang berada di sisi jalan ke sisi jalan lainnya.

Untuk itu desainnya harus juga mempertimbangkan faktor hidrolis dan struktur supaya gorong-gorong dapat berfungsi mengalirkan air dan mempunyai daya dukung terhadap beban lalu lintas dan timbunan tanah (Lihat Gambar 1)

(2) Kerusakan-kerusakan

Kerusakan-kerusakan yang akan terjadi pada kesalahan penempatan dan penentuan gorong-gorong, karena pelaksanaan konstruksi kurang baik, antara lain :

- Penempatan kedalaman yang kurang tepat dan aman terhadap permukaan jalan, sehingga dapat rusak / patah akibat beban lalu lintas. Kedalaman minimum yang aman terhadap permukaan jalan adalah 60 cm.
- Jenis bahan yang dibuat untuk gorong-gorong kurang memenuhi syarat untuk dapat menahan daya dukung terhadap beban lalu lintas. Bila tidak kuat, maka gorong-gorong akan patah dan permukaan jalan akan amblas dan air permukaan tidak akan mengalir. Hal ini akan mengurangi fungsi kemiringan melintang perkerasan jalan sebagai drainase permukaan jalan. Minimal pipa beton harus dibuat dari Beton Mutu K.125 (Pipa beton cetak) yang mempunyai diameter sesuai dengan desain kriteria dengan minimal diameter 0,80 m.

- Penentuan dimensi gorong-gorong tidak sesuai dengan desain kriteria, sehingga kemungkinan besar kapasitas atau debit yang masuk ke dalam gorong-gorong lebih besar dari pada kapasitas gorong-gorong yang ada. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan pada permukaan jalan, yang berakibat juga rusaknya gorong-gorong.
 - Penetapan lokasi gorong-gorong tidak memperhatikan aliran dari daerah sekitarnya atau aliran alamiah, termasuk inlet dan outletnya gorong-gorong. Kesalahan ini akan menyebabkan genangan pada permukaan jalan dan daerah sekitarnya yang juga berakibat rusaknya gorong-gorong
 - Kemiringan gorong-gorong tidak sesuai dengan desain kriteria dan kemiringan yang terbaik antara 0,5 – 2% dan tergantung dari lokasi gorong-gorong.
 - Penempatan gorong-gorong tidak melihat kondisi lapangan, penempatan gorong-gorong yang terbaik untuk kepentingan drainase jalan disarankan untuk daerah-daerah datar dengan jarak maksimum 300 meter. Didaerah pegunungan dua kali lebih banyak., Sedangkan gorong-gorong yang berfungsi juga untuk drainase jalan termasuk drainase lingkungan tergantung dari kondisi terinnya. Kesalahan penempatan gorong-gorong dan desainnya akan menyebabkan genangan air atau banjir pada lingkungan termasuk badan jalan yang akibatnya akan merusak jalan.
- d) Kerusakan drainase permukaan pada saluran penangkap (*catch drain*). Tidak berfungsinya saluran penangkap dapat terjadi disebabkan karena adanya erosi tebing di atas '*catch drain*', sehingga menyebabkan tersumbatnya '*catch drain*' tersebut dan ini menyebabkan meluapnya air dari '*catch drain*' melalui tebing di bawahnya dan masuk ke selokan samping. Tebing di bawahnya akibat gerusan air luapan dari '*catch drain*' akan menyebabkan

erosi dan menyebabkan rusaknya tanah tebing baik di atas *catch drain* maupun di bawahnya.

2.1.2. Identifikasi Kerusakan-Kerusakan Drainase Bawah Tanah

a) Tujuan drainase bawah tanah

Tujuan drainase bawah tanah untuk mengendalikan air tanah. Sebagaimana telah dikemukakan di atas bahwa pengaruh air pada perkerasan jalan dan tanah sangat mempengaruhi kekuatan daya dukung tanah/*the mechanical properties of soils* (terutama tanah dasar) di bawah permukaan perkerasan jalan. Drainase tersebut umumnya dibangun dengan menggunakan pipa yang berlubang-lubang dan bahan filter (saringan). Dapat juga dengan cara tradisional seperti misalnya pipa buangan air perancis yang menggunakan parit-parit yang diisi dengan batuan kasar, tetapi ini kurang efisien, karena memerlukan pemeliharaan yang konstan. Jadi perlu dipelajari dan dibuat sistem drainase bawah tanah agar dapat mengatasi masalah-masalah perlindungan dan pembuangan air-air tanah .

b) Kerusakan

Kerusakan yang terjadi pada tanah dasar disebabkan tidak berfungsinya sistem drainase bawah tanah. Kerusakan atau tidak berfungsinya sistem penyaluran air (*drainase*) di bawah tanah disebabkan oleh kerusakan yang terjadi pada tanah jalan atau formasi jalan. Kerusakan ini disebabkan adanya *infiltrasi* (rembesan) air tanah atau air dari permukaan tanah ke tanah dasar pondasi jalan yang diakibatkan (khususnya selama musim hujan) antara lain oleh salah satu dari alasan-alasan berikut ini :

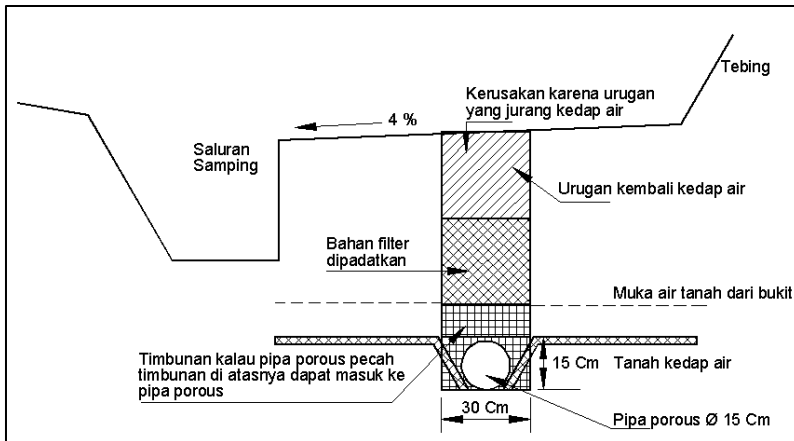
- Apabila tanah dasar jalan jelek mengandung tanah organis, pasir halus atau lempung yang sangat mudah dimampatkan dan dapat kemasukan air rembesan dari muka air tanah yang tinggi pada tanah atau galian sekitarnya.

- Apabila galian jalan pada muka bukit memotong muka air tanah (mata air), pada tanah yang tidak rapat air yang berada di atas lapis yang rapat air.
- Apabila jalan memotong tanah rawa-rawa dimana air tergenang menyebabkan muka air tanah yang tinggi pada waktu hujan lebat.
- Pada galian jalan dimana drainase muka air tanah sering terhalang oleh longsoran-longsoran.

Dari uraian-uraian di atas dapat dipahami bahwa dengan terjadinya kerusakan-kerusakan drainase bawah tanah jelas akan berakibat kerusakan pada tanah dasar jalannya sendiri.

Sebagai contoh sistem bangunan drainase bawah tanah yang dipasang melintang di sepanjang bawah permukaan tanah dasar (badan jalan), akibat beban lalu lintas, maka disebabkan kurang tepatnya penempatan/pemilihan lokasi pemasangan bangunan drainase bawah tanah atau akibat kurang baik kualitas bahan atau mutu hasil kerjanya, maka bagian bangunan drainase bawah tanah tersebut tidak lagi berfungsi dengan baik, akibatnya air tanah yang seharusnya tertampung pada pipa peresapan untuk dialihkan dan dialirkan dari bagian bawah permukaan tanah dasar akan merembes kembali ke segala arah di badan jalan, sehingga menyebabkan permukaan air tanah akan kembali tinggi dan akan menyebabkan daya dukung tanah dasar jalan menurun kembali dan akan amblas bila dilewati beban lalu lintas.

Di bawah ini diberikan contoh gambar potongan melintang tipikal drainase bawah tanah.



Gambar 3. Tipikal Drainase Bawah Tanah

Kerusakan yang mungkin terjadi pada drainase bawah tanah adalah sebagai berikut :

- Kerusakan dapat juga terjadi pada saluran pengering bahu jalan atau saluran samping akibat kendaraan berat parkir di tepi atau salah satu rodanya ke jalan melalui bahu jalan.
- Kerusakan lainnya dapat terjadi pada penutup sambungan pipa yang terbuka, sehingga tanah dapat masuk menutupi pipa.

Kerusakan pada saluran peresapan yang kurang terpelihara, bantaran penyaring yang rusak, sehingga tanah urukan dapat masuk ke dalam rongga batu bronjol yang berfungsi sebagai pengering (drainase).

2.1.3. Kerusakan Drainase Lingkungan

Fungsi drainase lingkungan untuk mengalirkan air permukaan (*surface water*) ke badan air atau ke bangunan resapan buatan.

Drainase lingkungan juga berfungsi untuk menampung air dari drainase jalan. Sistematika drainase lingkungan terdiri dari : i.) saluran primer, ii) saluran sekunder, iii) saluran tersier, iv) saluran kuartier dan seterusnya.

- Saluran primer berfungsi menampung air dari saluran sekunder dan bermuara di badan air.

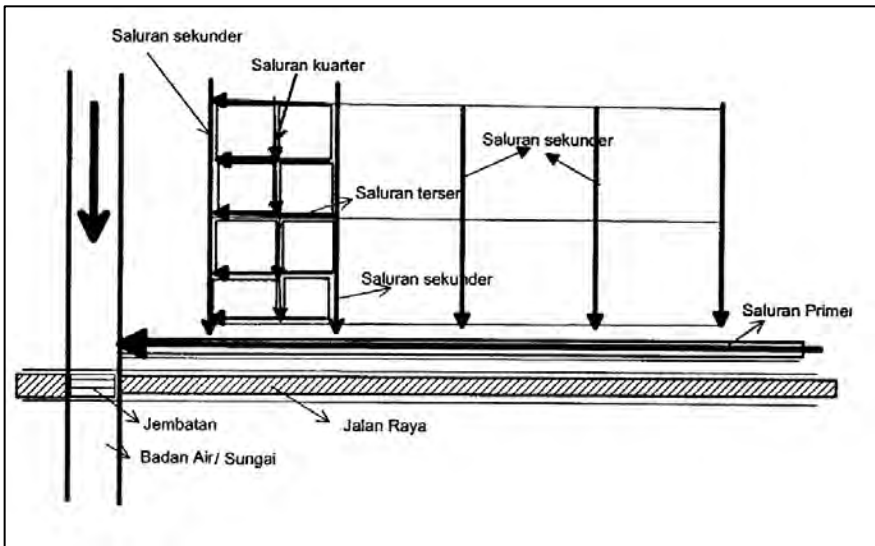
- Saluran sekunder berfungsi menampung air dari saluran tersier dan bermuara di saluran sekunder.
- Saluran tersier berfungsi menampung air dari saluran kuartier dan bermuara di saluran tersier.
- Saluran kuartier berfungsi menampung air dari lingkungan dan bermuara di saluran tersier.

Elevasi muka tanah yang terendah pada cakupan saluran primer harus lebih tinggi dari elevasi muka air tinggi muara saluran primer atau sungai.

Kerusakan drainase lingkungan dapat terjadi, karena tidak berfungsinya drainase lingkungan dan hal ini akan menyebabkan genangan air atau banjir dan akibatnya akan menimbulkan kerusakan atau kerugian harta benda masyarakat dan atau pemerintah.

Kerugian pemerintah berupa rusaknya prasarana jalan dan terganggunya kegiatan ekonomi masyarakat yang berakibat berkurangnya pemasukan pajak.

Identifikasi kerusakan drainase lingkungan antara lain :



Gambar 4. Memperllihatkan Sistematika Drainase Lingkungan

- rusaknya talud saluran primer dan atau sekunder dan atau tersier,
- terdapatnya tumpukan atau sampah pada saluran primer dan atau sekunder dan atau tersier,
- dimensi saluran primer dan atau sekunder dan atau tersier yang tidak sesuai dengan desain rencana, sehingga menimbulkan genangan atau banjir apabila ada hujan; akibatnya dapat merusak prasarana yang pada *trase* saluran tersebut.

2.2 Pengenalan Masalah-Masalah Drainase/Banjir Berdasarkan Cerita Setempat

2.2.1. Instansi Pemerintah

Telah diuraikan di atas mengenai masalah-masalah drainase secara umum, baik mengenai arti/tujuannya, kegunaannya/faedahnya dan sistemnya maupun pembuatannya demi kepentingan kehidupan manusia. Banyak macam sistem dan teori perhitungan telah dikembangkan oleh teknisi-teknisi dalam penanggulangan akibat-akibat yang dapat melibatkan pembuatan drainase tersebut.

Metode perhitungannya sendiri cukup banyak baik yang telah ditetapkan di Indonesia maupun di Luar Negeri. Hal ini dapat disadari oleh karena sebelum dilaksanakan perhitungan perlu diadakan pendekatan terhadap masalah yang dihadapi. Keadaan hidrologi berbeda-beda dan sangat ditentukan oleh adanya data yang didapatkan di lokasi tersebut. Telah dapat dipastikan bahwa pembuatan drainase berkaitan dengan adanya longsoran-longsoran, banjir yang menyebabkan naiknya permukaan air tanah di sekitar lokasi yang dihadapi.

Untuk itu perlu data-yang lengkap untuk mempersiapkan analisa perhitungan. Data-yang dikumpulkan, umpamanya dai Instansi Pemerintah yang terkait dengan pengadaan data di sekitar lokasi yang dihadapi, antara lain Jawatan Meteorologi dan Geofisika, Instansi Pemerintah di daerah yang tahu persis mengenai kondisi dari sekitar lokasi genangan atau banjir dimaksud. Sebagai bahan pertimbangan

dalam melaksanakan pekerjaan penyelidikan, perlu dilakukan persiapan dengan jalan mempelajari data yang tersedia di Instansi Pemerintah terkait tersebut.

Data tersedia bisa berupa peta topografi, peta geologi, foto udara, peta tata guna lahan, peta kerentanan, peta kegempaan dan data curah hujan serta laporan banjir atau genangan yang pernah dibuat sebelumnya. Dengan melakukan pekerjaan tersebut akan diperoleh tafsiran umum mengenai, umpamanya puncak banjir tahunan dan longsor yang mungkin terjadi di salah satu tempat genangan atau banjir.

2.2.2. Penduduk Setempat

Ada kalanya apa yang telah direncanakan oleh para teknisi tidak sesuai atau kurang begitu tepat dengan kenyataan apa yang terjadi di lapangan, maka oleh karena itu perlu adanya data pendukung untuk melengkapi hasil perhitungan (Analisa Perhitungan) dari data yang telah ada.

Salah satu cara untuk memperoleh data pendukung, yaitu pengamatan visual (ciri, jenis penyebab longsor tersebut) atau mewawancarai penduduk setempat yang telah lama tinggal di lokasi longsor atau genangan, untuk memperoleh keterangan atau data-data, umpamanya mengenai terjadi banjir, puncak banjir tahunan atau puncak-puncak banjir sesaat, curah hujan, lamanya curah hujan lebat dan pada bulan-bulan apa saja longsor atau erosi tebing di tempat tersebut.

Tinggi banjir bulanan yang terjadi akibat curah hujan di hulu sungai, semua hasil perolehan data tersebut dicocokkan dengan analisa data yang diperoleh secara resmi dari instansi-instansi terkait. Hal ini dilakukan pada dasarnya bagaimana dalam pembuatan drainase dan akibat kejadian khusus tersebut di atas

BAB 3

GAMBARAN PENTING DALAM DRAINASE

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Menentukan pertimbangan-pertimbangan desain drainase berdasarkan hasil penyelidikan pendahuluan
2. Dapat mengendalikan erosi tanah yang akan menyebabkan kerusakan drainase jalan
3. Melakukan langkah-langkah atau usaha-usaha untuk mencegah kerusakan drainase jalan
4. Mengidentifikasi kerusakan yang mungkin terjadi pada drainase bawah tanah dan drainase lingkungan jalan.

Hal-hal penting yang harus dipertimbangkan dalam mendesain drainase permukaan jalan antara lain: system desain drainase jalan dan fungsi drainase permukaan jalan atau drainase jalan

3.1 Penjelasan Pertimbangan Desain Drainase

Untuk menyusun desain drainase jalan atau drainase permukaan jalan perlu didahului oleh penyelidikan pendahuluan mempelajari dengan seksama antara lain : peta topografi, peta geologi teknik, foto udara, peta tata guna lahan dan data curah hujan/perhitungan hidrologi.

Peta topografi digunakan sebagai peta dasar yang dapat memberikan gambaran keadaan lapangan, umpamanya mengenai kemiringan lereng, *trase* jalan, kerapatan sungai, pola aliran, dan ketinggian; Dari peta topografi ini dapat ditafsirkan juga mengenai tingkat erosi di suatu daerah.

Peta geologi teknik untuk mengetahui jenis tanah yang mencakup proses geologi yang berkaitan dengan prakiraan tata air tanah berupa aliran bawah tanah/aliran lambat berasal dari air tanah didaerah penyelidikan, sedangkan data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika setempat dan atau instansi terkait yang

digunakan untuk perhitungan hidrologi dalam kaitannya dengan masalah banjir.

Dari foto udara dapat dibuat penafsiran dan menghasilkan data untuk menentukan penyelidikan gerak tanah. Dari penafsiran tersebut akan diperoleh sebaran, jenis, tempat gerak tanah dan potensinya yang akan membahayakan konstruksi jalan.

Data lain yang dapat diketahui dari penafsiran foto udara, antara lain tingkat erosi. Selanjutnya dilakukan survei dan penelitian lapangan dan laboratorium yang lebih detail. Oleh karena itu Peta-Peta maupun data tersebut di atas dipakai dalam pekerjaan desain drainase khususnya drainase jalan. Dalam sistem drainase jalan perlu diperhatikan pengendalian erosi yang akan mempengaruhi fungsi drainase jalan atau drainase permukaan jalan.

3.1.1. Drainase Permukaan

Sistem drainase permukaan jalan atau sistem drainase jalan pada konstruksi jalan raya pada umumnya berfungsi sebagai berikut :

- a. Mengalirkan air hujan/air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping menuju saluran pembuangan akhir.
- b. Mencegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran di sekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan.
- c. Mencegah kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air.
- d. Menampung aliran air dari daerah sekitarnya

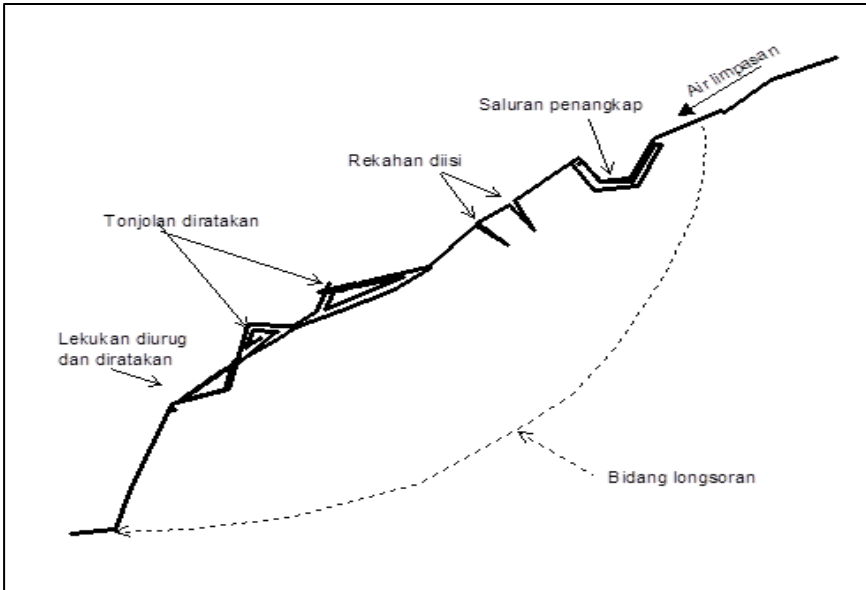
3.1.2. Pengendalian Erosi

Berbicara mengenai erosi sudah dapat dipastikan berkaitan dengan air. Pengendalian erosi dapat diidentikkan dengan pengendalian air.

Dalam sistem drainase permukaan jalan atau sistem drainase jalan, pengendalian air meliputi pengendalian hal-hal sebagai berikut : a) Pengendalian air permukaan; b) Pengendalian air rembesan.

a. Pengendalian air permukaan

Penyumbatan air permukaan merupakan salah satu faktor penyumbang ketidakmampuan lereng, karena akan meninggikan tekanan air pori. Genangan air permukaan juga akan menimbulkan penjenjutan, sehingga massa tanah akan menjadi lembek dan menambah berat massa longsor. Aliran air permukaan dapat juga menimbulkan erosi, sehingga akan mengganggu kemantapan lereng yang ada. Oleh karena itu air permukaan perlu dikendalikan untuk mencegah masuknya atau mengurangi rembesan air permukaan ke daerah longsor. Mengendalikan air permukaan dapat dilakukan dengan cara menanam tumbuhan, menutup rekahan, '*catch-drain*' dan perbaikan permukaan lereng. Penanggulangan dengan mengendalikan air permukaan yang datang dari daerah lereng bukit atau daerah miring dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh Pengendalian Air Permukaan dari Lereng Tebing

Keterangan Gambar 5 :

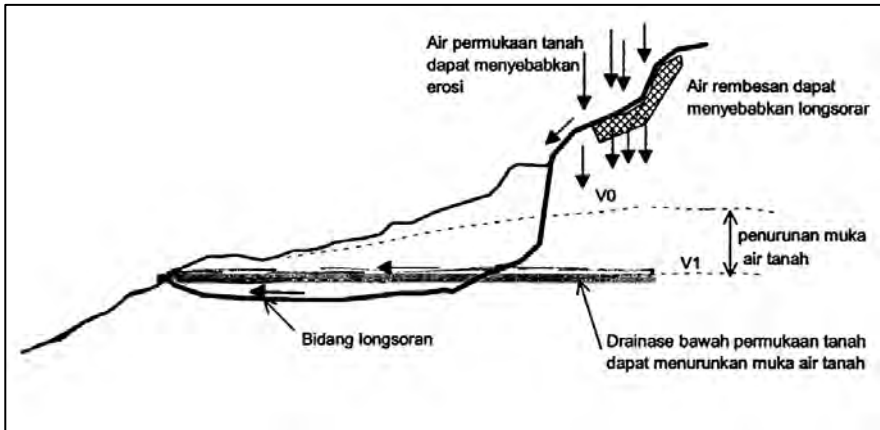
Air limpasan dicegat dengan saluran penangkap, sehingga tidak masuk ke daerah longsoran. Rekahan diisi, sehingga air permukaan tidak meresap ke dalam tanah. Lekukan atau tonjolan diratakan dengan mengisi lekukan dan memotong tonjolan, sehingga tidak mengakibatkan genangan.

b. Pengendalian air rembesan

Maksud dari pengendalian air rembesan (drainase bawah permukaan), adalah untuk menurunkan muka air tanah di daerah longsoran. Dalam memilih cara yang tepat perlu di pertimbangkan jenis dan letak muka air tanah.

Metode pengendalian air rembesan yang sering digunakan, adalah sumur dalam, penyalir tegak, penyalir mendatar, pelantar, sumur pelaga, penyalir parit pencegah (*'catch-drain'*).

Salah satu metode pengendalian tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Drainase Bawah Permukaan Tanah

Keterangan Gambar 6 :

Air tanah dikeluarkan dari lereng, penyalir, muka air tanah turun dari V_0 menjadi V^1 . Dengan penurunan muka air tanah tekanan air pori akan berkurang, sehingga faktor keamanan akan naik.

Salah satu cara yang cukup efektif dan murah untuk mengendalikan air permukaan terhadap erosi tanah, ialah dengan cara menanam tumbuhan. Cara ini juga dapat dipakai untuk mengurangi peresapan air permukaan dan pengaruh cuaca. Penanaman tumbuhan dapat dilakukan antara lain dengan penaburan biji rerumputan atau lempengan rumput.

Untuk mempercepat air limpasan permukaan tanpa menimbulkan erosi permukaan, lereng dapat disemprot dengan semen campur pasir dimana dalam mempertahankan kestabilan semen tadi dipasang terlebih dahulu anyaman besi yang ditancapkan kepada permukaan lereng.

Erosi tebing pengaruh arus sungai yang secara kebetulan bertemu menyudut lebih kecil dari 90^0 dengan tebing jalan (di lengkungan luar sungai untuk melindungi tebing). Erosi terjadi akibat gerusan arus sungai kepada tebing. Hal ini sangat membahayakan longsornya tebing, apalagi

bila di atas tebing terdapat badan jalan yang menimbulkan lalu lintas cukup berat. Untuk penanggulangan erosi tersebut bisa dibuat bangunan *krib* agar dapat :

- (1) Melindungi tebing sungai secara tidak langsung dari bahaya gerusan lokal, karena arus atau
- (2) Memindahkan / mengarahkan arus sungai sesuai tujuannya.

Erosi tebing tempat keluarnya air tanah melalui *drain*, akibat keluarnya air dari gorong-gorong tersebut akan mengakibatkan terjadinya erosi pada tebing. Untuk mengatasi erosi tersebut, maka di tebing dibawah tempat keluarnya gorong-gorong dibuatkan konstruksi pasangan batu sebagai pelindung tebing (*'slope protection'*).

3.1.3. Drainase Bawah Tanah

Pengendalian air tanah telah dilakukan secara tidak langsung seperti dijelaskan pada Sub-Bab di atas yaitu mengenai pengaruh air permukaan sebagai air rembesan yang dapat mengakibatkan longsoran.

Air bebas yang merembes masuk kedalam tanah atau tertahan dibawah permukaan bumi disebut air tanah. Air tanah ini, ialah akibat air hujan (air permukaan) yang menggenang dan masuk kedalam tanah sampai mencapai lapisan kedap air. Di lapisan ini air dapat berasal dari kolam bawah tanah yang berada dirongga-rongga antara lapisan-lapisan batu. Air ini disebut air tanah dan permukaan airnya disebut muka air tanah (kemungkinan akan dijumpai kadar air di atas muka air tanah akibat naiknya air, karena adanya gerakan air kapiler. Gambar 7 dibawah ini memperlihatkan struktur tanah yang mengandung air tanah.

Air tanah dapat meresap sampai suatu kedalaman tertentu di antara dua lapis kedap air, pada saat air merembes atau mengalir keluar disebut air rembesan.

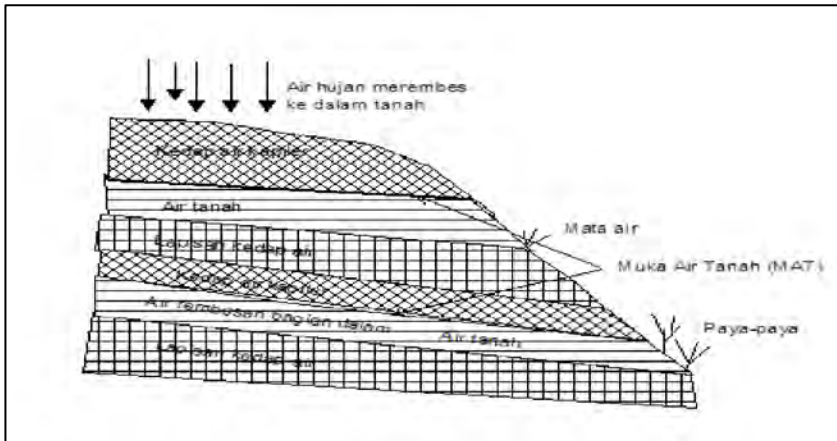
Tempat dimana air rembesan tersembul disebut mata air, atau didaerah yang rendah bila terjadi rembesan air tanah dalam jumlah yang besar dapat membentuk paya-paya.

Air rembesan dari suatu lapisan yang mengandung air dapat berubah-ubah besarnya tergantung pada musim atau tetap konstan tergantung pada sumber yang memberikan airnya.

Mengapa Diperlukan Drainase Air Tanah ?

Air tanah yang berkumpul di badan jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, faktor-faktor yang terpenting adalah :

- Muka air tanah di sekitar jalan tinggi letaknya
- Mata air atau air rembesan tersembul dibawah perkerasan jalan
- Air permukaan merembes kedalam badan jalan
- Air merembes masuk kedalam badan jalan pada jalan yang tidak diperkeras
- Melalui suatu perkerasan yang keropos atau retak-retak pada perkerasan
- Air masuk dari selokan samping.



Gambar 7. Lapisan Air Tanah Pada Struktur Tanah

Pondasi jalan, dasar jalan, badan jalan dan lereng dari suatu jalan selalu mengandung sejumlah kadar air. Drainase air tanah (bawah tanah) hanya diperlukan jika terjadi kenaikan kadar air atau diperkirakan akan terjadinya kenaikan kadar air sampai mencapai batas tertentu yang akan berakibat tidak stabilnya daya tahan tanah bahkan mungkin akan terjadi

keruntuhan, terutama bagi tanah yang mempunyai kadar lempung atau tanah lanau tinggi dan untuk bagian jalan yang rendah seperti cekungan jalan atau bagian rendah dari sebuah pinggir tikungan (super elevasi). Gambar Tipikal Drainase Bawah Tanah dapat dilihat di Gambar 4.

3.1.4. Anti slip

Telah diuraikan di atas bahwa air hujan berkaitan erat dengan aliran air permukaan yang perlu secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping yang menuju pembuangan akhir dan ini diperlukannya sistem drainase permukaan.

Namun pada hal tertentu, umpamanya kemiringan melintang yang disyaratkan pada drainase permukaan jalan tidak terpenuhi atau dikarenakan hujan lebat, dimana saluran samping tidak dapat mengalirkan air secara cepat, maka kemungkinan permukaan jalan akan menjadi licin, sehingga dapat membahayakan si pemakai kendaraan (lalu lintas) di jalan, karena pada kecepatan tertentu kendaraan bisa slip.

Sehubungan dengan itu perlu sekali adanya anti slip terhadap pembuatan permukaan jalan. Banyak cara dalam pengadaan anti slip di permukaan, antara lain dengan membuat permukaan kasar dengan tingkat kekasaran pada setiap tingkat kecepatan tertentu. Hal ini lazim kita gunakan dengan koefisien kekasaran permukaan jalan dikaitkan dengan kecepatan kendaraan. Yang paling sering terjadi kecelakaan disebabkan slip biasanya pada tikungan. Dalam penanggulangan terjadinya slip biasanya jalan pada tikungan diberikan pelebaran yang disebut 'Pelebaran Lengkung Horizontal' (dalam meter) (Lihat Tabel 5)

Tabel 5. Pelebaran Lengkung Horizontal

| Jari-jari Lengkung | Lebar Lapis Permukaan | |
|--------------------|-----------------------|-------|
| | 6,0 m | 4,5 m |
| 160 | 0,50 | 0,75 |
| 120 | 0,75 | 0,75 |
| 90 | 0,75 | 1,00 |
| 60 | 1,00 | 1,25 |
| 45 | 1,25 | 1,50 |
| 30 | 1,50 | 1,75 |

Sumber : Standar Geometri 8 m
 Catatan : Tidak perlu pelebaran, apabila kecepatan <30 km/jam

Selain diberikan Pelebaran Lengkung Horizontal, diberikan pula pada permukaan di lengkungan Miring Tikungan atau Super elevasi. Untuk perhitungan Super elevasi diperlukan rumus sederhana berikut ini, yang dapat digunakan:

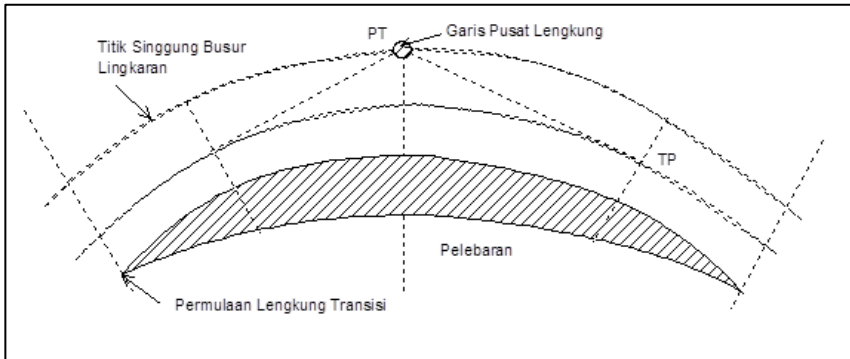
$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \text{ atau } e = \frac{V^2}{127R} - f$$

dimana :

- R = Jari-jari lengkung (meter)
- V = Kecepatan rencana
- e = Miring tikungan ('super elevasi') dari lapis perkerasan
- f = Koefisien gesekan melintang antara beban kendaraan dan lapis perkerasan (dari maks. 0,19 sampai 0,12 tergantung pada kecepatan kendaraan).

Untuk keperluan desain maksimum super elevasi sebesar 12% (12 cm per meter lebar) diambil untuk jalan-jalan di pegunungan, tetapi disarankan super elevasi maksimum yang umum sebesar 10%. Pemakaian rumus ini untuk desain jalan Kabupaten diperlihatkan pada

Tabel 6 berikut ini, dimana jari-jari minimum dihitung berdasarkan gesekan melintang dan dengan tiga macam ‘super elevasi’ : 12%, 10% dan 6%.



Gambar 8. Pelebaran Lengkung Horizontal

Tabel 6. . Jari-Jari Minimum Lengkung Horizontal Berdasarkan Super Elevasi Dan Gesekan Melintang

| Kecepatan Rencana V Km/Jam | Nilai Desain Maks. Untuk Koef. Gesek Melintang – I | Super elevasi Rencana (e) R | | |
|----------------------------|--|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | Daerah Pegunungan e = 12% (0,12) | Umum Maks. e = 10% (0,10) | Daerah Datar e = 6% (0,06) |
| 20 | 0,19 | 10 | 11 | 13 |
| 25 | 0,19 | 15 | 17 | 20 |
| 30 | 0,19 | 22 | 25 | 30 |
| 35 | 0,19 | 30 | 33 | 40 |
| 40 | 0,18 | 42 | 45 | 53 |
| 45 | 0,17 | 55 | 60 | 70 |
| 50 | 0,17 | 68 | 73 | 86 |
| 55 | 0,16 | 85 | 92 | 108 |
| 60 | 0,16 | 102 | 110 | 130 |
| 70 | 0,15 | 143 | 155 | 184 |
| 80 | 0,14 | 194 | 210 | 252 |

Sumber : Dep. PU, “Technical Guidelines No. 013/T/T/BT/1995,

Catatan :

- Pengemudi akan menjalani suatu lengkung dengan aman apabila koefisien maks. gesekan melintang = 0,19
- Tanda-tanda peringatan lalu lintas harus dipasang belokan-belokan tajam dimana jari-jari < 25 meter
- Untuk pelebaran lengkung bagian dalam lihat Tabel 5

3.1.5. Kemiringan Melintang dan Memanjang

Perkerasan dan bahu jalan pada daerah jalan yang datar dan lurus penanganan pengendalian air untuk daerah ini biasanya dengan membuat kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun / melandai ke arah selokan samping. Besarnya kemiringan melintang bahu jalan biasanya diambil 2% lebih besar dari pada kemiringan permukaan jalan. Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat dilihat seperti tercantum pada Tabel 2.

Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/penurunan penanganan pengendalian air pada daerah ini perlu mempertimbangkan pada besarnya kemiringan *alinyemen* vertikal jalan yang berupa tanjakan dan turunan. Agar supaya aliran air secepatnya bisa mengalir ke selokan samping, untuk itu maka kemiringan melintang perkerasan jalan disarankan agar menggunakan nilai-nilai maksimum dari Tabel 2 di atas. Ketentuan kemiringan memanjang (landai maksimum) yang menunjukkan besarnya kenaikan atau penurunan vertikal biasanya dikaitkan dengan batas kemampuan kendaraan bermotor dan kereta yang ditarik kuda dan panjang kritis jarak tanjakan.

Batas-batas yang ekstrim, ialah sebagai berikut :

- (1) Untuk kendaraan bermotor, 16% (untuk kendaraan roda 4)
- (2) Kereta yang ditarik kuda 12,5%

Landai maksimum yang disarankan dan panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7. Landai Maksimum Yang Disarankan Dan Panjang Kritis

| | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kecepatan Kendaraan Km/jam | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 |
| Landai Maks. | | | | | | | | |
| - Desain % | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 |
| - Absolut % | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 |
| Panjang Maks. (Kritis) dalam meter | 500 | 410 | 350 | 275 | 225 | 140 | 100 | 100 |
| Kriteria : Landai maksimum berdasarkan pada standar, kecuali pada 20 Km/jam dimana batas ekstrim diberikan. Panjang kritis berdasarkan pada rumus jalan Kabupaten NAASRA dimana panjang = $0,00413 (V1^2 - V2^2)$ (kenaikan landai %) | | | | | | | | |
| Sumber : Dep. PU, "Technical Guidelines No. 013/T/T/BT/1995 | | | | | | | | |

3.1.6. Bangunan Pemasukan Air (inlet)

Yang dimaksud pemasukan air (*inlet*) adalah suatu bukaan di dalam sistem drainase untuk masuknya air limpasan (air hujan).

Bangunan pemasukan air (*inlet*) biasanya terdapat pada pemasangan trotoar dan gorong-gorong pada kondisi :

- Hubungan antara permukaan jalan dan saluran samping pada trotoar yang disebut tali air.
- Pertemuan antara gorong-gorong dan saluran samping
- Pertemuan antara gorong-gorong dan lebih dari dua saluran samping.

Yang dimaksud tali air adalah saluran air yang memotong bahu jalan atau trotoar yang menghubungkan antara permukaan jalan dan saluran samping yang berfungsi untuk mengalirkan air dari permukaan jalan ke saluran samping.

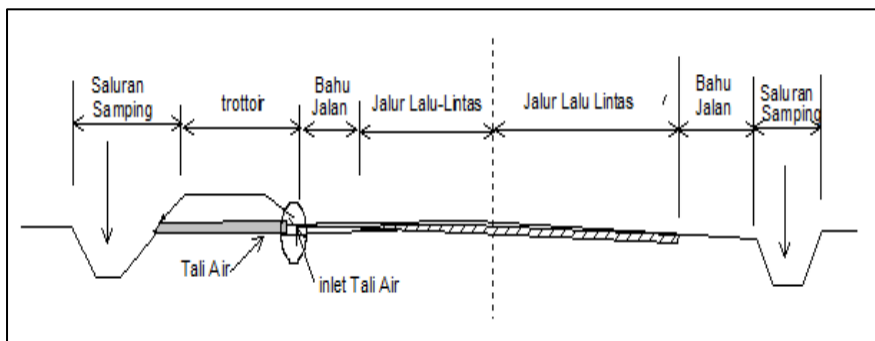
Tali air dipasang berjarak minimum 5,00 m sepanjang jalan dan tergantung elevasi permukaan jalan, relatif pada tempat yang rendah.

Elevasi dasar *inlet* tali air harus lebih rendah atau sama dengan elevasi permukaan jalan yang paling tepi.

Gambar 9 memperlihatkan potongan melintang jalan yang dilengkapi dengan inlet, tali air, trotoar dan saluran samping.

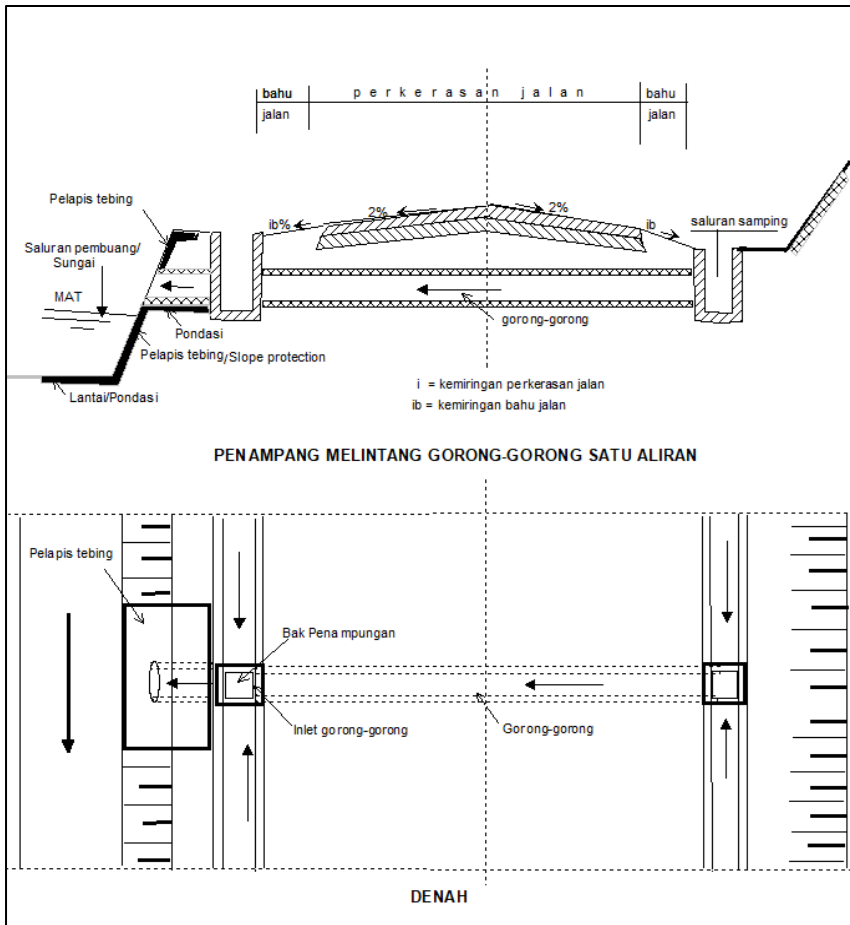
Inlet pada pertemuan antara gorong-gorong dan saluran samping biasanya dibuatkan bak penampungan. Fungsi bak penampung mengumpulkan air guna dialirkan ke saluran pembuang atau sungai melalui gorong-gorong. Untuk melindungi tebing saluran pembuang atau tebing sungai dari gerusan air atau erosi yang keluar dari gorong-gorong, maka tebing saluran atau tebing sungai harus diberi lapisan dari pasangan batu kali atau beton (*slope protectin*).

Elevasi dasar bak penampungan dibuat lebih rendah dari elevasi dasar gorong-gorong, fungsinya adalah untuk menampung endapan Lumpur supaya jangan mengalir ke dalam saluran pembuang atau sungai. Lantai dasar gorong-gorong pada outlet diberi pondasi untuk mencegah terjadinya longsoran.



Gambar 9. Potongan melintang jalan dan inlet tali air

Gambar 10 memperlihatkan denah dan potongan melintang gorong-gorong penampang satu aliran.



Gambar 10. Sistem Drainase Permukaan Jalan

3.1.6. Bangunan Pematah Arus Air (outlet)

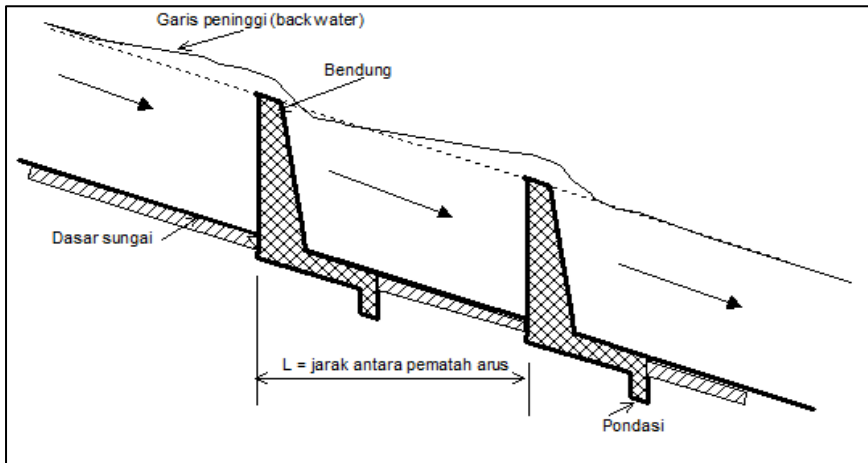
Bangunan pematah arus untuk mengurangi kecepatan aliran diperlukan bagi saluran samping jalan yang panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar. Tabel 8 memperlihatkan hubungan antara jarak bangunan pematah arus dan kemiringan dasar saluran atau jalan.

Gambar 11 memperlihatkan potongan memanjang bangunan pematah arus air dan Gambar 12 memperlihatkan denah potongan (*cross section*) dari bangunan pematah arus.

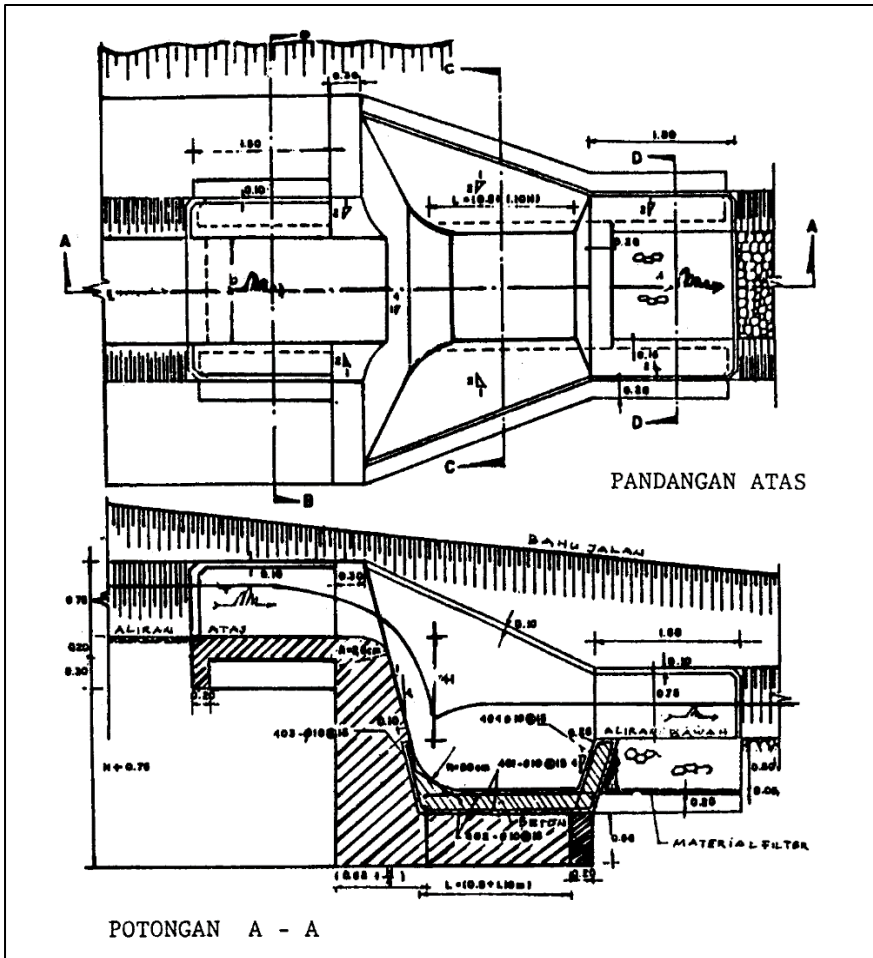
Tabel 8. Hubungan Kemiringan Saluran Samping Jalan (I) dan Jarak Pematah Arus (L)

| | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----|----|---|---|----|
| Kemiringan dasar saluran (i.) | i (%) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Jarak antara bangunan pematah arus | L(M) | 16 | 10 | 8 | 7 | 6 |

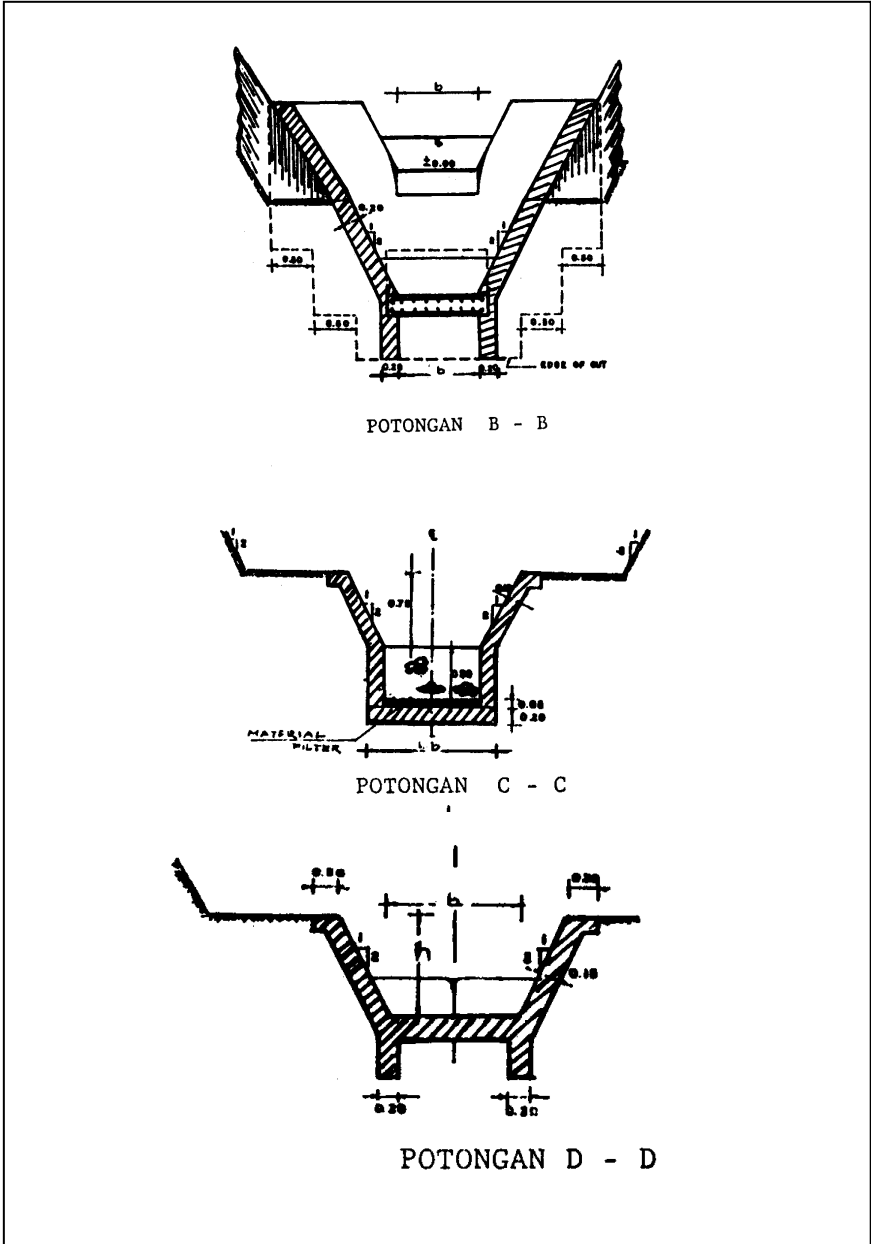
Sumber :Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03 –3424-1994



Gambar 11. Potongan Memanjang Bangunan Pematah Arus



Gambar 12. Denah Potongan Bangunan Pematah Arus



Gambar 13. Potongan Melintang Bangunan Pematah Arus

3.2 Fungsi Dari Drainase Jalan

3.2.1. Fungsi Drainase Jalan

Sistem drainase permukaan jalan atau sistem drainase jalan pada konstruksi jalan raya kabupaten pada umumnya berfungsi sebagai berikut :

1. Menghindari tergenangnya segmen-segmen jalan yang rendah letaknya akibat banjir dengan cara meninggikan *embankment*/badan jalan dan atau dengan mengadakan gorong-gorong atau jembatan.
2. Mencegah terjadinya genangan-genangan air pada permukaan jalan dengan jalan memangkas bahu-bahu jalan yang lebih tinggi dari permukaan jalan, pengisian lobang-lobang (*'potholes'*) dan penurunan permukaan jalan dengan jalan memelihara kemiringan melintang jalan yang memadai, agar air hujan mudah mengalir keluar dari permukaan jalan dan pengadaan drainase saluran pelepasan pada bahu jalan untuk menghindari adanya kemacetan aliran yang menghambat pengaliran air ke saluran samping jalan.
3. Mencegah naiknya air tanah terlalu dekat ke permukaan dengan jalan penyediaan dan pemeliharaan saluran samping yang layak termasuk pengadaan saluran-saluran pembuangan (*'outlet'*) yang cukup pada jarak-jarak yang telah ditetapkan sebelumnya, seperti pembelokan drainase-drainase pembagi ke tanah lapangan yang berdekatan atau gorong-gorong yang melintas jalan.
4. Mencegah terjadinya erosi disebabkan oleh hujan lebat, pengaliran arus sungai atau akibat gelombang air danau dan laut dengan cara memilih bahan material yang memadai untuk pembuatan badan jalan/*embankment* atau dengan jalan pelindung erosi dengan pemasangan batu yang sesuai (cocok), gabion (bronjong) atau rap-rap.
5. Menampung aliran air dari daerah sekitarnya.
6. Mengurangi berubahnya volume tanah dasar
7. Menambah keindahan kota.

BAB 4

MELAKSANAKAN SURVAI LAPANGAN DAN PENGUMPULAN DATA

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Mengetahui tata cara perencanaan desain drainase jalan berdasarkan hasil penyelidikan pendahuluan
2. Dapat mengetahui data-data terkait menyebabkan kerusakan drainase jalan
3. Melakukan langkah-langkah persiapan dalam perencanaan drainase jalan
4. Mengidentifikasi faktor umum dalam perencanaan drainase jalan dan drainase lingkungan jalan.

Hal-hal penting yang harus dipertimbangkan dalam mendesain drainase permukaan jalan antara lain: sistem desain drainase jalan dan fungsi drainase permukaan jalan atau drainase jalan

4.1 Pengertian Yang Berkaitan Dengan Tata Cara Perencanaan Drainase

- 1) ***Drainase*** adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air dan atau ke bangunan resapan buatan.
- 2) ***Drainase permukaan*** adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian air permukaan.
- 3) ***Intensitas hujan*** adalah besarnya curah hujan maksimum yang akan diperhitungkan dalam desain drainase.
- 4) ***Waktu konsentrasi*** adalah waktu yang diperlukan butiran air untuk bergerak dari titik terjauh pada daerah pengaliran sampai ke titik pembuangan.

- 5) **Debit** adalah volume air yang mengalir melewati suatu penampang melintang saluran atau jalur air persatuan waktu.
- 6) **Koefisien pengaliran** adalah suatu koefisien yang menunjukkan perbandingan antara besarnya volume air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap volume curah hujan.
- 7) **Gorong-gorong** adalah saluran tertutup yang berfungsi mengalirkan air dari satu sisi ke sisi lainnya seperti melintasi jalan, jalan kereta api.
- 8) **Selokan samping jalan** adalah selokan yang berfungsi menampung air dari permukaan jalan dan dari daerah sekitarnya yang dibuat disisi kiri dan kanan badan jalan.
- 9) **Selokan penangkap** adalah saluran yang berfungsi untuk menampung dari tebing bukit atau tebing lainnya.

4.2 Hal-Hal Yang Diperhatikan Dalam Perencanaan Drainase

Hal-hal yang harus diperhatikan sebelum melakukan survai lapangan adalah sebagai berikut :

- 1) Perencanaan drainase harus sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna
- 2) Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase harus mempertimbangkan faktor ekonomi dan faktor keamanan
- 3) Perencanaan drainase harus mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan sistem drainase tersebut
- 4) Perencanaan drainase jalan merupakan bagian dari sistem drainase yang lebih besar dan sungai-sungai pengumpul drainase sebagai muara saluran drainase.
- 5) Perencanaan drainase jalan harus mempertimbangkan sistem drainase areal, apabila ada saluran dari sistem drainase areal yang masuk atau yang melintasi jalan.

- 6) Hindarkan penggenangan segmen jalan yang rendah dengan menimbun jalan dan atau dengan menyediakan gorong-gorong atau jembatan atau saluran samping yang memadai, dengan memperhatikan kondisi lapangan.
- 7) Cegah terjadinya kolam air pada permukaan jalan dengan memotong bahu jalan yang tinggi dan atau dengan menimbun lubang-lubang jalan dan legokan-legokan, sehingga memungkinkan air dari permukaan jalan mengalir melalui saluran samping dengan baik dan dengan menyediakan outlet drainase dari bahu jalan untuk mempercepat air mengalir ke saluran samping.
- 8) Cegahlah agar air tanah tidak naik mendekati permukaan jalan, oleh karena itu perlu menyediakan dan memelihara saluran tepi atau saluran samping termasuk penyediaan outlet tali air yang cukup ke saluran samping/tepi untuk mencegah meningkatnya kadar air yang dapat merusak konstruksi jalan.
- 9) Cegah erosi pada (konstruksi jalan) yang disebabkan oleh hujan lebat, aliran sungai atau gelombang air danau atau gelombang air laut dengan cara menggunakan bahan yang baik sesuai dengan kriteria dan atau dengan melindungi tanah asli yang mudah kena erosi dengan cara memasang gebalan-gebalan rumput atau pelapisan dengan pasangan batu, bronjong, atau rip-rip.

4.3 Memperoleh Data Terkait Survai Drainase

Dalam persiapan survai drainase selalu terkait pada survai ruas jalan, dengan menggunakan Formulir S1, S2, dan S7. Kegiatan survai drainase jalan biasanya diikuti dengan survai jalan yang meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1) Tipe perkerasan jalan
- 2) Kondisi perkerasan jalan
- 3) Lebar perkerasan jalan
- 4) Karakteristik bahu jalan dan jembatan

- 5) Kerusakan permukaan jalan
- 6) Informasi geografi sistem lokasi permukiman, simpang jalan, *alinyemen* jalan
- 7) Parameter genangan air/banjir di permukaan jalan dan daerah sekitarnya

4.4 Data Survai Yang Dipersiapkan Dalam Survai Perencanaan Drainase

Data survai yang disiapkan dalam survai persiapan perencanaan drainase jalan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- 1) Data permasalahan dan data kuantitatif pada lokasi genangan dan atau banjir yang meliputi luas lama, kedalaman rata-rata dan frekuensi genangan
- 2) Data keadaan fungsi, sistem, geometri dan dimensi saluran
- 3) Data denah aliran sungai atau saluran meliputi topografi, hidrologi, morfologi sungai, sifat tanah, guna tanah dan sebagainya
- 4) Data prasarana, fasilitas yang ada dan yang direncanakan
- 5) Data kependudukan, sosial ekonomi, peran serta masyarakat serta keadaan kesehatan lingkungan pemukiman

4.5 Faktor-Faktor Umum Yang Terkait Perencanaan Survai Drainase

Faktor-faktor umum yang terkait dengan perencanaan survai drainase adalah faktor social ekonomi dan faktor medan dan lingkungan:

- 1) Faktor Sosial Ekonomi

Beberapa faktor sosial ekonomi yang terkait adalah:

 - a) Pertumbuhan penduduk, urbanisasi dan angkatan kerja
 - b) Kebutuhan nyata dan prioritas daerah
 - c) Keseimbangan pembangunan antarkota dan dalam kota
 - d) Ketersediaan dan tataguna tanah
 - e) Pertumbuhan fisik kota dan ekonomi pedesaan

2) Faktor Medan dan Lingkungan

Keterkaitan faktor medan dan lingkungan dijelaskan sebagai berikut:

- a) Topografi, keberadaan jaringan saluran drainase, jalan, sawah, perkampungan, laut, pantai, tataguna tanah, pencemaran lingkungan, estetika, dan sebagainya yang mempengaruhi dan dipengaruhi sistem drainase perkotaan perlu dipertimbangkan dan diperhitungkan dalam perencanaan
- b) Dalam merencanakan sistem drainase perkotaan yang terletak pada daerah lereng pegunungan agar diperhitungkan terhadap masalah longsor yang disebabkan oleh kandungan air tanah
- c) Dalam merencanakan sistem drainase perkotaan yang terletak pada daerah datar agar diperhitungkan tersedianya air penggelontor untuk mengatasi kemungkinan pengendapan dan pencemaran
- d) Dalam perencanaan sistem drainase perkotaan yang terletak pada daerah yang terkena pengaruh pengempangan dari laut, danau atau waduk dan sungai agar diperhitungkan terhadap masalah pembendungan atau pengempangannya

BAB 5

PELAKSANAAN INSPEKSI LAPANGAN

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Mengetahui dan menentukan prosedur survai pemotretan
2. Dapat mengumpulkan data kependudukan dalam perencanaan drainase jalan
3. Melakukan langkah-langkah penyelidikan permukaan air dalam menentukan kerusakan drainase jalan
4. Dapat melakukan bentuk profil melintang yang diperlukan dalam perencanaan desain drainase jalan dan lingkungan.

5.1. Prosedur Survai Pemotretan

Pemotretan harus dilakukan sesuai dengan petunjuk sebagai berikut :

- 1) Pada titik pangkal, titik ujung, dan tiap 500 meter sepanjang ruas jalan yang disurvei, pemotretannya dibidik ke arah titik ujung ruas
- 2) Pemotretan juga perlu dilakukan bila ada hal khusus misalnya:
 - a) Simpul utama / persimpangan
 - b) Bagian ruas jalan yang rusak berat, seperti :
 - Bagian jalan terendam air/banjir
 - Gorong-gorong rusak/putus
 - Tempat longsor
 - Bagian jalan yang terkena erosi
 - Perubahan tipe perkerasan/kondisi
- 3) Pemotretan pada sungai diambil dari kedua sisi sungai, agar dapat memperlihatkan bentuk dan kondisi kedua sisi sungai tersebut

Semua pemotretan harus dilengkapi dengan catatan masalah secara rinci pada kolom **Catatan** yang tersedia di bagian kanan formulir S2

5.2. Pengumpulan Data Kependudukan

Survai kependudukan hanya diperlukan dalam hal :

- 1) Desa-desa yang dilayani dengan ruas lalu lintas rendah atau tidak dapat dilalui kendaraan bermotor.
- 2) Desa-desa yang termasuk pada butir 1) yang dilayani oleh lebih dari satu ruas jalan (selain jalan desa atau jalan setapak)

Perkiraan jumlah penduduk yang dilayani oleh ruas jalan, diperlukan untuk menaksir manfaat dari peningkatan jalan. Sebagai kerangka kerja untuk tugas ini, maka perlu dibuat (di kantor) suatu tabulasi distribusi penduduk per desa dan per ruas jalan untuk seluruh kabupaten, hal ini akan membantu dalam menentukan ruas yang memerlukan survai-survai yang lebih terinci (S7).

Siapkan peta skala besar berdasarkan peta topo skala 1 : 50.000 yang menunjukkan nama dan perkiraan batas tiap desa dalam kabupaten serta jaringan jalan dengan nomor ruasnya.

Dapatkan suatu daftar dari semua desa per kecamatan yang menunjukkan perkiraan jumlah penduduk yang menetap atas dasar statistik registrasi terakhir, periksa apakah desa-desa baru telah dimuat pada peta dan ditandai tanpa ada yang tertinggal sebuah desa pun.

Siapkan penentuan jumlah penduduk menurut ruas jalan, tulis nama tiap desa beserta jumlah penduduknya, tulis nomor ruas semua jalan yang ada di dalam kecamatan bersangkutan.

5.3. Penyelidikan Permukaan Air

Penyelidikan permukaan air pada daerah genangan meliputi parameter genangan yang terdiri dari :

- 1) luas genangan
- 2) tinggi genangan
- 3) lamanya genangan
- 4) frekuensi genangan

Untuk mendapatkan informasi tersebut perlu mengadakan wawancara kepada penduduk setempat atau dan kepada pejabat setempat yang terkait atau dari dokumen resmi yang dikeluarkan pejabat setempat. Dari penilaian ini dapat diketahui apa penyebab terjadinya genangan.

Penelitian tidak terbatas hanya di lokasi genangan/banjir saja, tapi sampai kepada muara saluran tersebut yaitu sungai atau badan air lainnya. Perlu diketahui apakah elevasi muka air tinggi di muara saluran lebih rendah dari pada elevasi muka tanah atau jalan di daerah genangan/jalan.

Apabila elevasi muka air tinggi di muara lebih rendah dari elevasi muka tanah/jalan di daerah genangan, maka air dari daerah genangan akan mengalir ke dalam saluran yang bermuara di badan air/sungai tersebut asal saluran tersebut dibangun sesuai dengan desain kriteria. Apabila elevasi muka air tinggi di muara lebih tinggi dari elevasi muka tanah/jalan di daerah genangan, maka air dari muara akan masuk ke dalam saluran dan akan menggenangi daerah/jalan tersebut.

Wawancara dengan penduduk setempat juga diperlukan untuk mendapatkan informasi mengenai muka air tertinggi yang pernah terjadi di daerah genangan, maka elevasi bekas genangan harus ditandai pada tempat yang tetap atau pohon di dekatnya. Untuk mengetahui kecepatan maksimum aliran banjir yang pernah terjadi, maka perlu diketahui parameter saluran di daerah genangan yang kemudian dicek dengan menggunakan “Rumus *Manning*”.

Melakukan survai langsung akan mengetahui hala-hal sebagai berikut :

- 1) Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan
- 2) Kecepatan aliran air yang akan melewati saluran samping

5.4. Penentuan Survai Yang Diperlukan

Survai dilakukan untuk memperoleh data, data yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Dalam hal ini data yang diperlukan ialah data yang ada kaitannya dengan desain drainase jalan kabupaten. Data yang diperkirakan ada kaitannya dengan tujuan antara lain adalah :

- 1) Data topografi
- 2) Data hidrologi
- 3) Data daerah tangkapan hujan (*'Catchment Area'*)
- 4) Data parameter saluran yang meliputi antara lain, penampang saluran, kemiringan dasar saluran/gradien, titik terjauh, dan outlet
- 5) Tata guna tanah/RUTR Kabupaten
- 6) Data parameter daerah tangkapan/DPSAL
- 7) Data curah hujan
- 8) Data dimensi fasilitas drainase

Yang perlu disurvei adalah parameter saluran samping yang meliputi antara lain adalah :

- 1) Panjang saluran
- 1) Kemiringan dasar saluran
- 2) Lebar dasar saluran
- 3) Lebar atas saluran
- 4) Kemiringan talud kiri dan kanan
- 5) Konstruksi saluran dan
- 6) Kondisi saluran

Survai ini diperlukan antara lain untuk mengetahui kapasitas *existing* dari saluran samping.

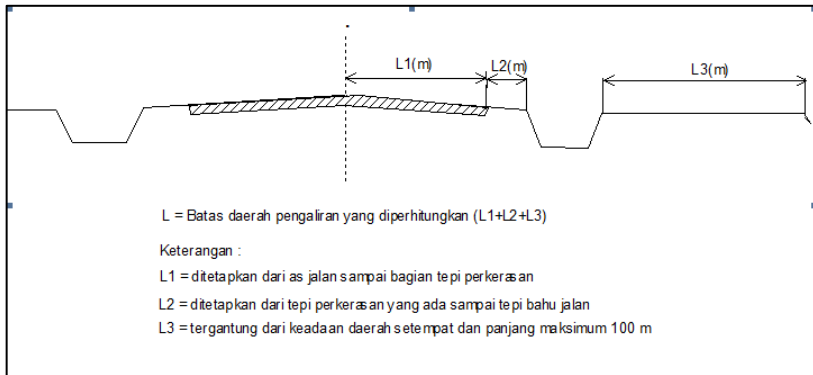
5.5. Penentuan Daerah Aliran

Penentuan daerah aliran saluran jalan/DPSAL mempunyai dua konsep yaitu :

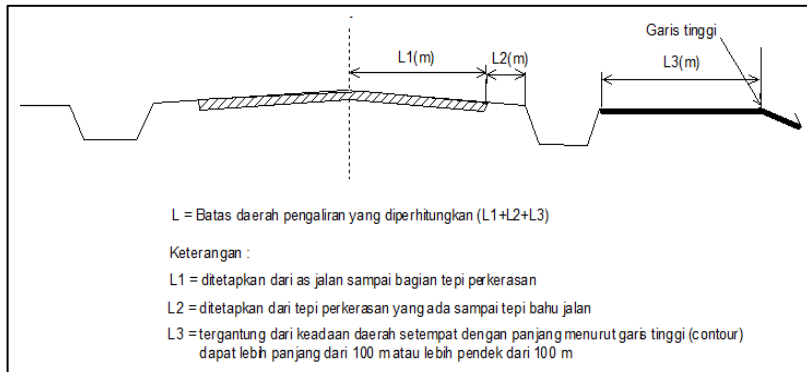
- 1) Konsep pertama atau konsep konservatif yang menyatakan bahwa saluran samping hanya berfungsi untuk menampung air

dari permukaan jalan dan daerah setempat dengan panjang maksimum 100 meter, seperti diperlihatkan dalam Gambar 14

- 2) Konsep kedua atau konsep moderat yang menyatakan bahwa saluran samping berfungsi untuk menampung air dari permukaan jalan dan daerah setempat dengan panjang menurut garis tinggi (*contour*) dapat lebih panjang dari 100 meter atau lebih pendek dari 100 m, seperti diperlihatkan dalam Gambar 15



Gambar 15. Konsep Konservatif

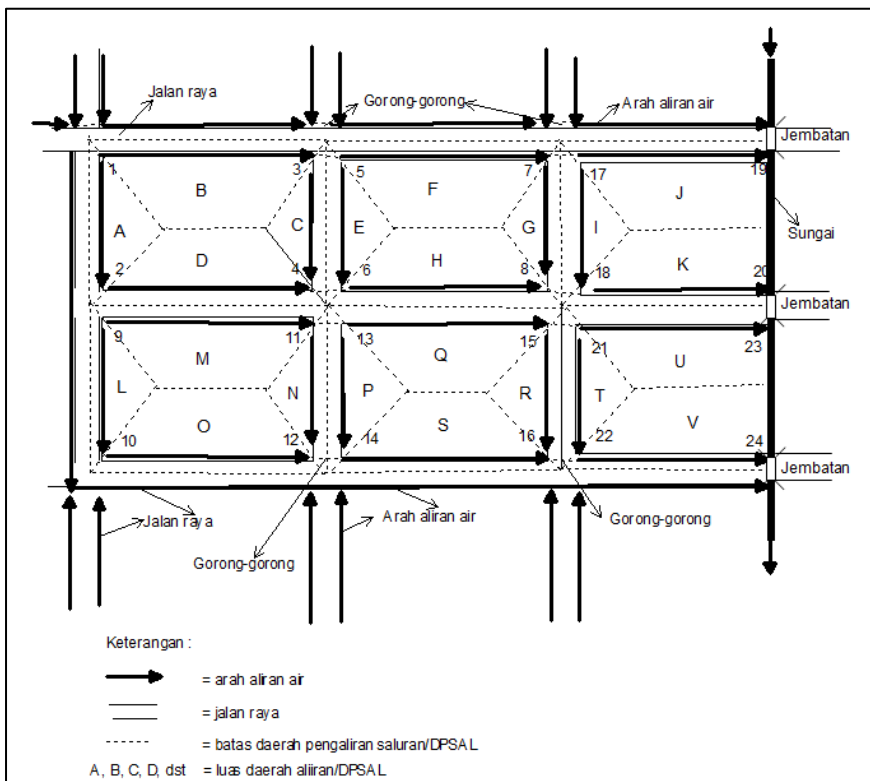


Gambar 14. Konsep Moderat

Sebagai contoh daerah pengaliran saluran konsep moderat diperlihatkan pada Gambar 16 pada suatu daerah pengaliran yang mempunyai garis tinggi relatif datar.

Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa ruas saluran samping (1-3) menerima air dari daerah pengaliran saluran/DPSAL B, ruas saluran (5-7) menerima air dari DPSAL (B+F), ruas saluran (17-19) menerima air dari DPSAL (B+F+J).

Gorong-gorong (3-5) menerima air dari DPSAL B, dan gorong-gorong (7-17) menerima air dari DPSAL (B+F)



Gambar 16. Daerah Pengaliran Konsep Moderat

Ruas saluran (2-4) menerima air dari DPSAL (A+D), ruas saluran (6-8) menerima air DPSAL (A+D+C+E++H) dan ruas saluran (18-20) menerima air dari DPSAL (A+D+C+E+H+G+I+K). Sedangkan gorong-gorong (4-6) menerima air dari DPSAL (A+D+C) dan gorong-gorong (8-18) menerima air dari DPSAL (A+D+C+E+H+G).

Biasanya penentuan daerah pengaliran saluran/DPSAL dengan menggunakan peta topografi yang mempunyai garis tinggi (*contour*). Dari peta tersebut dan hasil survai kemudian dapat diketahui antara lain luas daerah pengaliran saluran/DPSAL, panjang saluran, kondisi daerah pengaliran saluran serta kondisi permukaan jalan

BAB 6

MENGUMPULKAN DATA DAN MELAKSANAKAN SURVAI TOPOGRAFI

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Mengetahui dan mencatat data curah hujan dari berbagai metode yang lazim dilakukan
2. Dapat melakukan survai topografi dan mengukur elevasi permukaan tanah dalam rangka perencanaan drainase jalan
3. Melakukan langkah-langkah dalam perencanaan rinci konstruksi jalan dan saluran samping
4. Mengidentifikasi kerusakan yang mungkin terjadi pada drainase bawah tanah dan drainase lingkungan jalan.

Hal-hal penting yang harus dipertimbangkan dalam mendesain drainase permukaan jalan antara lain: sistem desain drainase jalan dan fungsi drainase permukaan jalan atau drainase jalan

6.1. Pengumpulan Data

Dalam proses menyusun desain drainase jalan kabupaten, maka perlu dilakukan survai lapangan dan pengumpulan data. Data yang diperlukan dalam proses penyusunan desain drainase jalan kabupaten antara lain :

- 1) Data curah hujan
- 2) Data survai sebelumnya
- 3) Data foto sebelumnya
- 4) Data dari petugas pemeliharaan jalan
- 5) Data lingkungan

6.1.1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dikumpulkan adalah data curah hujan harian maksimu tahunan yang dinyatakan dalam mm per-hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Lembaga Meteorologi dan Geofisika terdekat atau dari instansi terkait yang mempunyai stasiun curah hujan yang terdapat di dalam daerah pengaliran saluran atau muaranya yang terdekat.

Apabila di dalam daerah pengaliran saluran atau muaranya terdapat lebih dari satu stasiun curah hujan, maka perlu dihitung rata-rata curah hujan harian maksimum tahunan tersebut. Ada 3 (tiga) metode untuk menghitung tinggi curah hujan rata-rata harian tahunan dari suatu daerah pengaliran saluran/DPSAL yang mempunyai beberapa pos penakar atau pencatat curah hujan, ketiga metode atau cara tersebut adalah sebagai berikut :

1. Metode Aritmetik

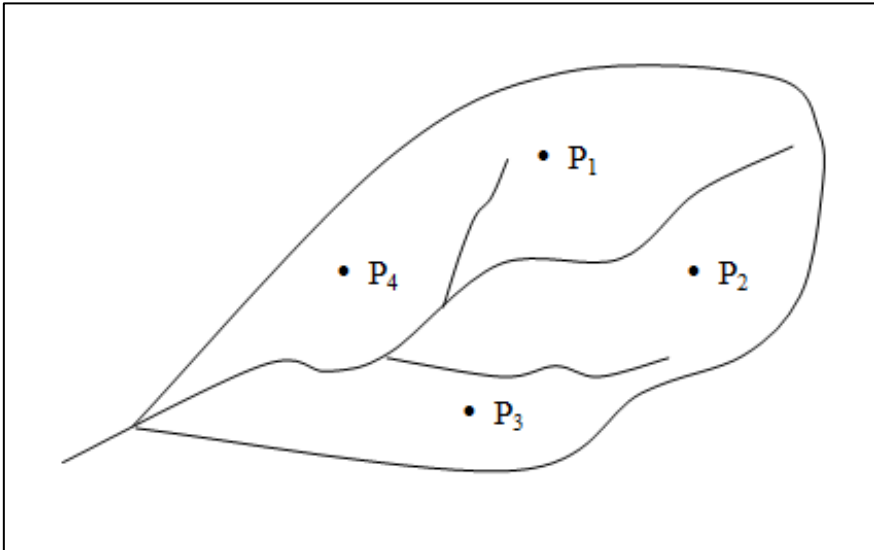
Metode ini dipergunakan bila daerah pengamatan relatif datar dan titik-titik pengamatan tersebar merata, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum(P_1 + P_2 + \dots P_n)}{n}$$

Bila :

- P = tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)
P₁, P₂, ... P_n = tinggi curah hujan harian pada setiap pos hujan yang diamati (mm/hari)
n. = banyaknya pos hujan

Perhatikan Gambar berikut ini:



Gambar 17. Metode Aritmetik

2. Metode Thiessen

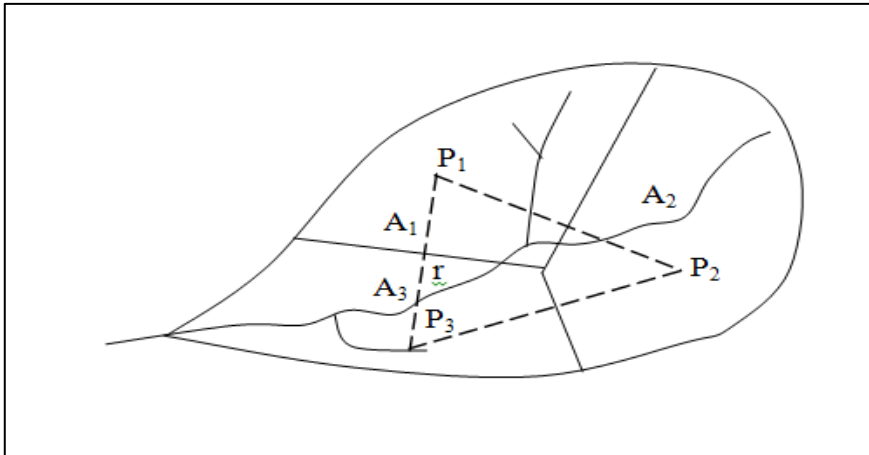
Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah pengaliran saluran (DPSAL) tidak tersebar merata, maka dihitung berdasarkan luas pengaruh daerah tiap titik pengamatan, dengan cara menarik garis tegak lurus pada masing-masing stasiun pengamatan hujan, dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_{total}}$$

Bila :

- P = tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)
- $P_1 \dots P_n$ = tinggi curah hujan harian pada setiap pos (mm/hari)
- $A_1 \dots A_n$ = luas yang dibatasi garis poligon (km^2)

Perhatikan Gambar berikut ini:



Gambar 18. Metode Thiessen

3. Metode *Isohyet*

Pada metode ini digambar dulu garis tinggi (*contour*) dengan tinggi curah hujan yang sama pada peta topografi dengan perbedaan tinggi 10 sampai 20 mm. Luas bagian daerah antara dua garis tinggi (garis *isohyet*) yang berdekatan diukur dengan planimeter atau cara lain. Kemudian luas bagian di antara garis *isohyet* yang berdekatan diukur, dan harga rata-ratanya dihitung sebagai harga rata-rata timbang dari nilai *contour*, seperti berikut ini:

$$P = \frac{A_1}{A_t} \frac{(P_1 + P_2)}{2} + \frac{A_2}{A_t} \frac{(P_2 + P_3)}{2} + \dots + \frac{A_n}{A_t} \frac{(P_n + P_{n+1})}{2}$$

Bila :

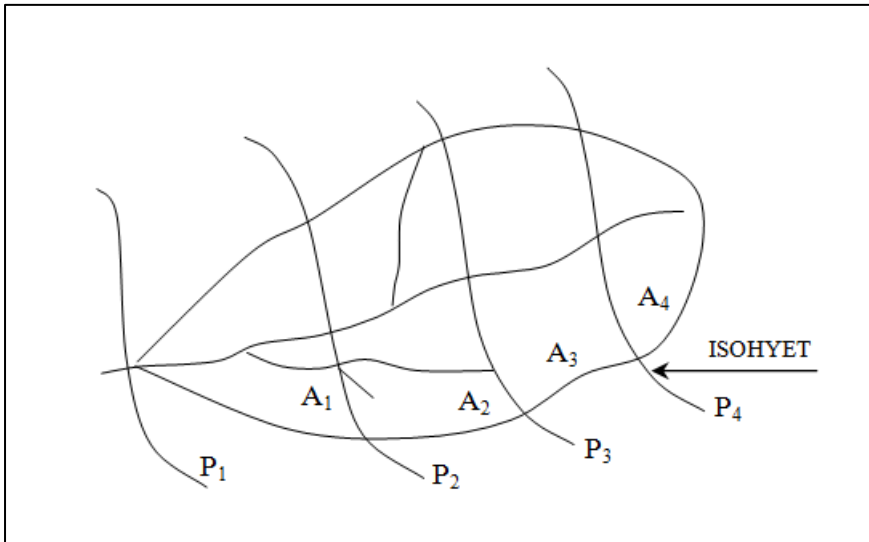
P = tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)

$P_1 \dots P_n$ = tinggi curah hujan yang sama pada setiap garis *isohiet* (mm/hari)

$A_1 \dots A_n$ = luas yang dibatasi garis *isohyet* (km²)

A_t = luas total DPS ($A_1 + A_2 + \dots + A_n$) (km²)

Perhatikan gambar 19 berikut ini:



Gambar 19. Metode Isohyet

6.1.2. Data Survei Sebelumnya

Untuk membuat desain drainase jalan kabupaten perlu mengetahui data yang telah ada sebelumnya untuk dibandingkan dengan data yang akan disurvei. Data yang diperlukan untuk membuat desain drainase jalan antara lain :

- 1) Data kuantitatif lokasi genangan/banjir dan parameter genangan
- 2) Data geometri dan dimensi saluran yang ada
- 3) Data daerah pengaliran sungai atau saluran yang meliputi topografi
- 4) Data prasarana dan sarana yang ada, seperti listrik dan telepon
- 4) Data pusat kegiatan penduduk
- 5) Data jarak antara pusat kegiatan dengan penduduk
- 6) Data kependudukan
- 7) Data Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten (RUTRK)

6.1.3. Data Foto Sebelumnya

Selain data tersebut di atas diperlukan pula data foto sebelumnya yang akan digunakan sebagai pembandingan dari data foto yang akan dilakukan pada saat survai di lapangan, data foto tersebut meliputi antara lain :

- 1) Bagian jalan yang terendam air/hujan
- 2) Gorong-gorong rusak/putus
- 3) Tempat atau lokasi longsor
- 4) Lokasi pemotretan (meliputi STA)
- 5) Kondisi permukaan jalan (termasuk bahu jalan, selokan samping)
- 6) Dan sebagainya

6.1.4. Data dari petugas pemeliharaan jalan

Data dari petugas sangat diperlukan, karena dapat membantu kelancaran survai lapangan. Data yang terkait dengan desain drainase jalan kabupaten antara lain :

- 1) Penampang melintang tipikal
- 2) Kondisi jalan
- 3) Kebutuhan dana pemeliharaan secara umum
- 4) Bagian jalan yang diusulkan untuk pemeliharaan periodik
- 5) Tipe pemeliharaan berkaitan kondisi permukaan jalan
- 6) Lokasi gorong-gorong dan titik lepas air drainase
- 7) Kondisi dan jenis selokan tepi

6.1.5. Data Lingkungan

Kondisi lingkungan sebelum ada peningkatan atau pembangunan jalan dan saluran harus tetap dijaga kelestariannya, agar tidak menimbulkan keresahan masyarakat dan merusak lingkungan. Oleh karena itu perlu dikaji kondisi lingkungan, sebelum peningkatan atau pembangunan jalan dan saluran dilaksanakan, sehingga dapat diketahui

dampak apa saja yang akan terjadi apabila pelaksanaan fisik dilaksanakan dan langkah apa saja yang diperlukan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Hal-hal yang perlu dikaji di dalam peningkatan dan pembangunan jalan dan saluran antara lain :

- 1) Dampak langsung
- 2) Dampak tidak langsung
- 3) Penilaian lapangan
- 4) Rencana pengelolaan pengurangan dampak
- 5) Studi lingkungan yang lebih rinci

6.2. Survei Topografi

Untuk memperoleh data yang lebih akurat, maka perlu diadakan pengukuran topografi dan mengetahui referensi pengukuran yang akan digunakan pada daerah yang akan disurvei dan skala gambar yang akan diterapkan dalam pengukuran dan skala gambar yang akan dijadikan referensi. Hal-hal yang perlu diketahui dalam pelaksanaan survei topografi antara lain :

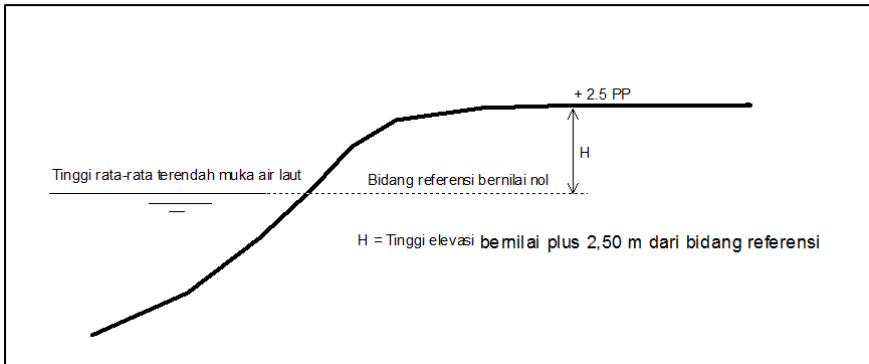
- 1) Pengukuran perbedaan elevasi
- 2) Foto dan lokasi daerah genangan dalam sistem jaringan jalan dan saluran
- 3) Penentuan beda tinggi antara dua titik
- 4) Profil melintang
- 5) Pengukuran topografi
- 6) Pengukuran tinggi muka air
- 7) Frekuensi banjir rencana

6.2.1. Pengukuran perbedaan elevasi

Yang dimaksud dengan “tinggi atau ketinggian” adalah perbedaan vertikal antara dua titik atau jarak dari bidang referensi yang telah ditetapkan ke suatu titik tertentu sepanjang garis vertikal. Biasanya muka air laut rata-rata yang dipergunakan sebagai bidang referensi.

Tinggi atau ketinggian di atas bidang referensi bernilai positif dan tinggi atau ketinggian di bawah bidang referensi bernilai negatif. Bidang referensi ini biasanya bernilai nol. Ketinggian titik yang diukur dari bidang referensi disebut elevasi. Elevasi dapat bernilai positif atau negatif. Elevasi bernilai positif berarti ketinggian titik tersebut berada di atas bidang referensi dan elevasi bernilai negatif berarti ketinggian titik berada di bawah bidang referensi. Gambar 20 memperlihatkan bidang referensi diambil muka air laut terendah rata-rata.

Sebelum diadakan pengukuran topografi untuk menentukan ketinggian suatu titik, maka terlebih dahulu harus diketahui referensi yang digunakan di kota tersebut. Sebaiknya semua instansi yang terkait dengan pembangunan fisik di suatu kabupaten harus menggunakan satu referensi yang sama untuk seluruh kabupaten atau propinsi. Penentuan bidang atau titik referensi biasanya dengan keputusan gubernur, sebagai referensi untuk pengukuran topografi.



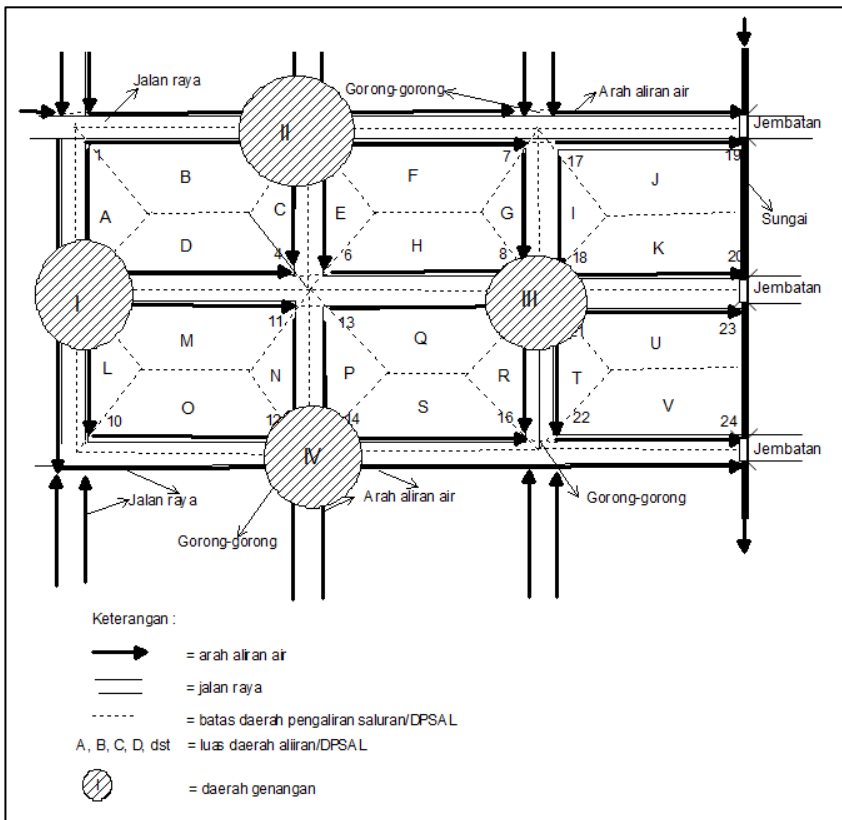
Gambar 20. Bidang Referensi

6.2.2. Foto Dan Lokasi Daerah Genangan Dalam System Jaringan Jalan Dan Saluran

Lokasi atau daerah genangan perlu dibuat dokumennya dengan mengambil foto lokasi-lokasi genangan pada sistem jaringan jalan dan saluran samping di kabupaten. Selain foto daerah genangan perlu pula dibuat skets gambar daerah lokasi genangan yang menunjukkan luas

genangan dan juga skets potongan melintang daerah genangan yang menunjukkan ketinggian genangan. Selain luas dan tinggi genangan perlu pula diketahui lamanya dan frekuensi genangan selama setahun.

Data mengenai parameter genangan tersebut dapat diperoleh dari pejabat terkait dan dari wawancara dengan masyarakat setempat. Gambar 21 memperlihatkan skets lokasi genangan pada suatu sistem jaringan jalan dan saluran.



Gambar 21. Daerah Pengaliran Konsep Moderat

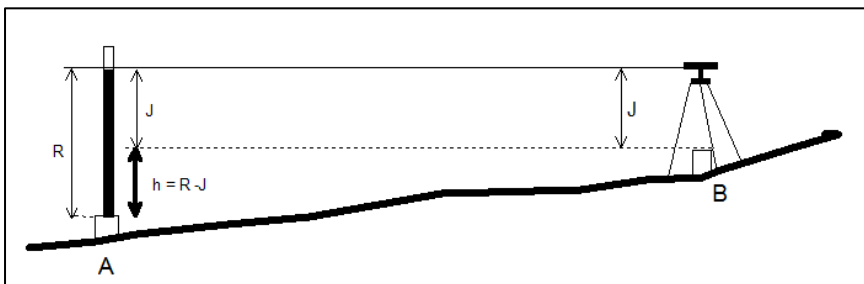
6.2.3. Penentuan beda tinggi antara dua titik

Pengukuran dengan waterpas atau penyipat datar dimaksudkan untuk mengetahui beda tinggi antara dua titik dari profil melintang dan profil memanjang saluran dan jalur jalan. Ada 3 (tiga) cara atau metode

untuk mengukur beda tinggi antara dua titik dengan menggunakan waterpas. Ketiga cara tersebut adalah sebagai berikut :

1) Cara Pertama

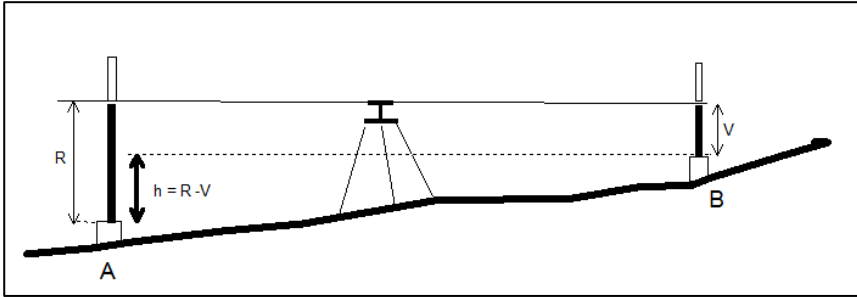
Pada cara pertama kita menempatkan alat penyipat datar di atas salah satu titik, misalnya di atas titik B seperti terlihat pada Gambar 22 dan mengukur tinggi garis bidik J, yaitu jarak dari titik B sampai titik tengah teropong. Pembacaan mistar, yang didirikan pada titik A misalnya R. Maka perbedaan tingginya titik A dan titik B ialah $h = R - J$.



Gambar 22. Penentuan Beda Tinggi Antara Dua Titik

2) Cara Kedua

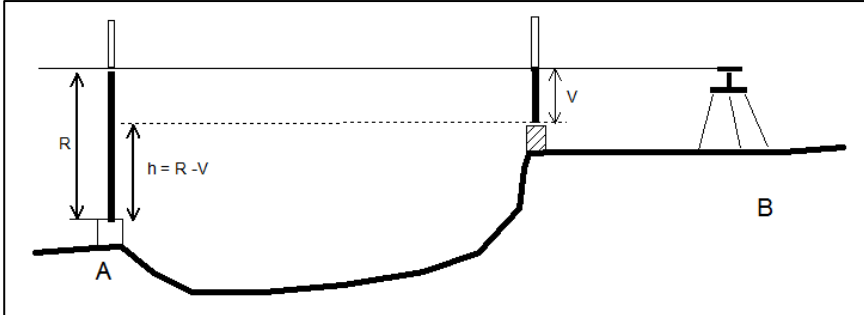
Pada cara kedua (lihat Gambar 23) alat penyipat datar atau waterpas ditempatkan antara kedua titik sebaiknya demikian rupa, sehingga jarak dari alat penyipat datar ke kedua mistar masing-masing hampir sama, tanpa memperhatikan apakah alat penyipat datar diletakkan pada garis lurus antara dua titik itu. Kemudian pada titik A dibaca nilai R (pembacaan belakang) dan tanpa mengubah pendirian alat penyipat datar, kemudian dibaca V (pembacaan muka) pada mistar yang didirikan pada titik B. Maka selisih tingginya titik A dan titik B menjadi $h = R - V$



Gambar 23. Penempatan Alat Ukur Pengukuran Beda Tinggi Antara Dua Titik

3) Cara Ketiga

Pada cara ketiga menurut gambar 24 di bawah ini, tidak mungkin ditempatkan alat penyipat datar atau waterpas pada atau di atas titik A dan B, maupun di antaranya. Alat penyipat datar atau waterpas harus ditempatkan di sebelah kanan titik B. Pembacaan mistar dilakukan pada titik A (R) dan pada titik B (V), maka selisih tingginya titik A dan titik B menjadi juga $h = R - V$.



Gambar 24. Penentuan Beda Tinggi Antara Dua Titik

Dari tiga cara pengukuran dengan menggunakan alat penyipat datar atau waterpas, cara dengan alat penyipat datar yang diletakkan antara dua titik (cara kedua) yang memberi hasil yang paling teliti, karena kesalahan yang mungkin masih ada pada pengaturan dapat saling memperkecil.

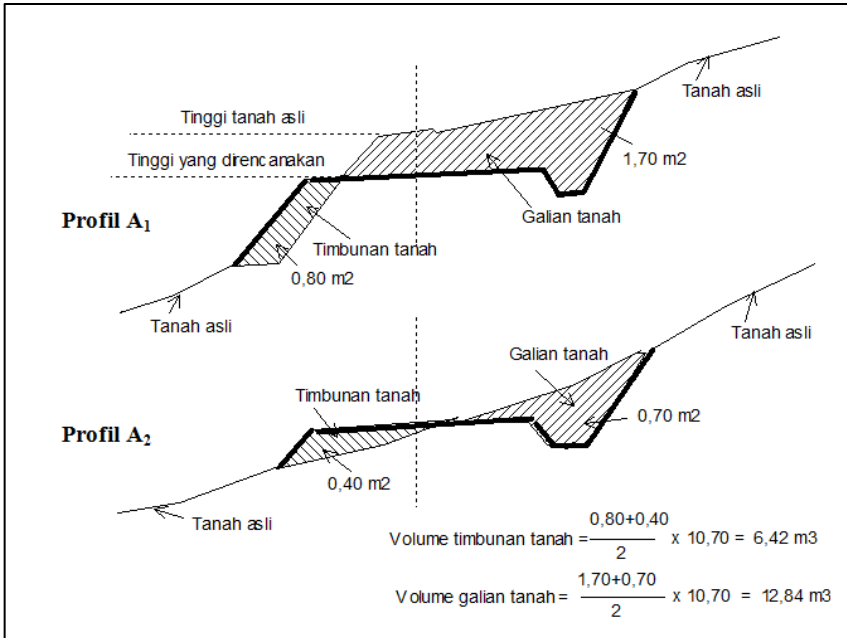
6.2.4. Profil Melintang

Pengukuran profil melintang biasanya digunakan untuk menghitung berapa besar volume timbunan dan galian untuk badan jalan, dan berapa besar volume galian untuk saluran, karena untuk menghitung banyaknya tanah, baik untuk digali maupun untuk menimbun, profil memanjang belum cukup. Maka diperlukan lagi profil melintang yang harus dibuat tegak lurus pada garis sumbu *trace* jalan/saluran dan pada tempat-tempat yang penting.

Pada masing-masing profil melintang digambar rencana jalan dan salurannya dengan tinggi elevasi rencana permukaan jalan bebas dari banjir rencana, sehingga dari gambar tersebut dapat diketahui mana yang timbunan dan mana yang galian..

Untuk menghitung banyaknya tanah, baik untuk digali maupun untuk menimbun, perlu ditentukan luasnya pada kedua profil melintang yang berturut-turut, mengambil nilai rata-rata yang akan dikalikan dengan panjangnya (jarak dua titik tsb). Misal luas galian pada profil A1, ada 1.70 m² dan pada profil A2 luasnya 0,70 m², sedangkan luas timbunan pada profil A1, misalnya 0,8 m² dan pada profil A2 luasnya 0,40 m².

Gambar 25 memperlihatkan dua buah profil melintang rencana jalan yang dilengkapi dengan rencana salurannya, jarak di antara kedua profil tersebut dimisalkan 10.70 m



Gambar 25. Rencana Profil Melintang Jalan dan Saluran

6.2.5. Pengukuran Topografi

Dalam rangka kegiatan perencanaan drainase, maka peta topografi adalah merupakan data dasar yang harus tersedia agar dapat dilakukan perencanaan serta pembuatan rencana teknisnya. Demikian pula dalam kegiatan-kegiatan lainnya seperti dalam perhitungan volume pekerjaan tanah, baik timbunan maupun galian diperlukan adanya peta.

Pengukuran yang digunakan untuk penyelidikan, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan-bangunan linier dinamakan pengukuran route.

Urutan jenis pengukuran untuk konstruksi jalan ditunjukkan sesuai pengukuran pendahuluan terdiri dari :

- Pengukuran jaring-jaring
- Pengukuran profil memanjang
- Pengukuran profil melintang
- Pengukuran poligon

Hal tersebut dibutuhkan untuk membuat rencana pelaksanaan, estimasi kasar biaya konstruksi dan lain-lain. Metodenya adalah dengan penempatan titik-titik ukur, biasanya pada interval 100 m sepanjang garis sumbu dengan pengukuran jaring-jaring dan juga pada persilangan-persilangan dengan jalan kereta api atau jalan-jalan lainnya serta pada titik-titik dimana harus dibangun jembatan dan pada titik-titik di mana terjadi perubahan topografi.

Kemudian dengan pengukuran waterpas/sipat datar dicari tinggi patok dan tinggi permukaan tanah pada titik-titik ukur tersebut. Sebaiknya titik-titik kontrol tetap ditempatkan pada interval 1-2 km. Sipat datar potongan melintang diadakan untuk suatu cakupan (range) yang lebih besar sekitar 5 – 10 m dari lebar route yang direncanakan, dan sekitar 5 – 10 m tegak lurus sumbu rencana pada tiap titik jaring-jaring atau titik perubahan. Sedangkan pengukuran topografi biasanya mencakup jangkauan beberapa ratus meter pada kedua sisi route rencana (5 sampai 10 kali lebih besar route rencana). Hasil pengukuran waterpas/sipat datar berupa profil memanjang dan melintang digunakan untuk membuat gambar-gambar profil dengan skala memanjang 1 : 2.000 sampai 1 : 5.000 dan skala melintang 1 : 200 sampai 1 : 500.

Penempatan garis sumbu route di lapangan dari rencana teknis yang telah digambar di atas kertas merupakan hal yang penting dalam pengukuran, yang selanjutnya dapat diikuti uraian detail di bawah ini.

- **Pengukuran profil memanjang dan melintang**

Setelah patok-patok yang bernomor atau patok nomor dipasang di tempat, tinggi masing-masing patok nomor dan patok tambahan dan juga tinggi permukaan tanah diukur dengan waterpas/sipat datar sepanjang garis sumbu. Di sini *route* pengukuran waterpas/sipat datar haruslah tertutup, yaitu pengukuran waterpas/sipat datar tersebut harus dimulai dari sebuah *benchmark* dan diakhiri dengan *benckmark* yang sama. Pengukuran profil melintang harus dilaksanakan tegak lurus garis sumbu dan lebar jangkauan pengukuran tergantung dari lebar rencana jalan, topografi, bangunan-bangunan di sekitarnya dan lain-lain.

- **Pengukuran topografi**

Pengukuran topografi diadakan dalam jangkauan kira-kira 100 m di kedua sisi jalan diukur dari garis sumbu. Akhir-akhir ini digunakan peta-peta topografi skala 1 : 500 yang dibuat dari foto udara dan tidak lagi menggunakan pemetaan dengan meja lapangan.

- **Pembuatan gambar-gambar pengukuran**

Hasil yang diperoleh dari pengukuran di atas digunakan sebagai bahan untuk membuat peta planimetri, potongan-potongan memanjang dan melintang. Hal-hal prinsip yang harus dimasukkan dalam masing-masing gambar seperti uraian di bawah ini :

- a) Peta planimetri (skala 1 : 500 sampai 1 : 10.000): Garis-garis batas, nama-nama tempat, bangunan-bangunan yang ada, jalan raya, sungai, jalan kereta api, saluran-saluran, garis-garis *contour*, garis-garis sumbu, letak dan nomor patok, jari-jari belokan, sudut persilangan, letak titik permulaan dan akhir belokan, garis batas daerah, nomor dan tinggi *benckmark*, bangunan seperti elevasi muka air tinggi (M.A.T) dan muka air rendah (M.A.R) pada tempat-tempat di mana jalan bertemu dengan sungai.
- b) Potongan melintang (skala vertikal dan horizontal 1 : 100 sampai 1:200) : Nomor-nomor titik pengukuran, tinggi permukaan tanah, garis permukaan tanah, bagian yang direncana (lebar, kemiringan, panjang kemiringan dan lain-lain) tinggi dan area timbunan, tinggi dan area galian, garis batas tanah daerah jalan raya dll.
- c) Potongan memanjang (skala panjang 1:100 sampai 1:200, sama seperti peta planimetri dalam arah melintang): Nomor-nomor titik pengukuran, jarak antara titik-titik pengukuran dan jarak-jarak tambahan, tinggi permukaan tanah pada masing-masing patok sumbu, tinggi rencana, tinggi galian dan timbunan, kemiringan vertikal dan panjangnya, letak dan panjang lengkung vertikal, arah belokan dan sudut persilangan, letak dan dimensi bangunan seperti jembatan yang bergabung dengan jalan dan lain-lain. Tabel 1 di bawah menunjukkan skala untuk macam-macam gambar.

6.2.6. Pengukuran Tinggi Muka Air

Pengukuran tinggi muka air diadakan dengan memasang alat pengukuran muka air yang terdiri dari *peil schaal* untuk membaca dan mencatat muka air secara langsung atau pencatat tinggi muka air (*water level recorder*) untuk pencatatan tinggi muka air secara otomatis.

Seperti tertera pada Gambar 26, suatu *peil schaal* umumnya merupakan patok yang kukuh yang dipancangkan dengan posisi vertikal ke dalam sungai dan ditemplei pelat bergradasi. Alat tersebut dibaca setiap 6 atau 12 jam. Pencatat tinggi muka air ada dua tipe yaitu tipe pelampung dan tipe tekan. Alat ini digunakan dekat muara sungai dan juga pada tempat yang penting untuk pengendalian banjir atau pada lokasi penyadap air di lokasi penyadap air di mana perubahan tinggi muka air harus diketahui secara kontinu.

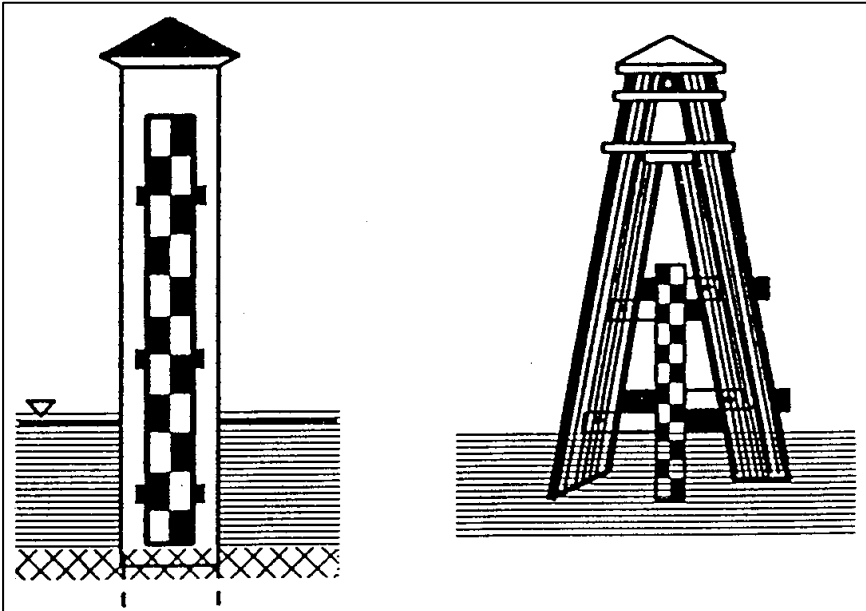
Tabel 9. Skala Untuk Macam-macam Gambar

| Jenis Gambar | Nama Peta | Skala | Catatan |
|---|--------------------|--|--|
| Pengukuran untuk penyelidikan rencana jalan | Peta planimetri | 1 : 500 atau 1 : 2.500 | Dibuat untuk penyelidikan rencana dengan garis sumbu sebagai sumbunya. |
| | Profil | Memanjang 1 : 500, Melintang 1 : 5.000, Atau memanjang 1 : 250, Melintang 1 : 2.500 | Profil titik-titik pengukuran garis sumbu |
| | Potongan melintang | 1 : 200 | Potongan melintang tiap titik pengukuran pada garis sumbu |
| Pengukuran untuk rencana pelaksanaan jalan | Peta planimetri | 1 : 1.000, 1 : 500 | Idem |
| | Profil | Memanjang 1 : 100, Melintang 1 : 1.000 | Idem |
| | Potongan melintang | 1 : 100, 1 : 200 | Idem |

Pemilihan lokasi penempatan alat pencatat tinggi muka air adalah dengan persyaratan sebagai berikut:

- Baik pada lokasi rencana penempatan alat ukur muka air, maupun pada bagian sungai di sekitar lokasi tersebut haruslah dengan bodem dan tebing yang stabil serta bebas dari penggerusan dan pengendapan.
- Pada suatu lokasi, dimana tinggi muka airnya tidak dipengaruhi oleh pilar 2 jembatan atau bangunan lainnya.
- Pada suatu lokasi, di mana sungai lurus baik ke hilir maupun ke hulu masing-masing sejauh 100 sampai 200 m.
- Pada lokasi yang memudahkan pembacaan tinggi muka air, meskipun pada saat banjir.
- Pada lokasi yang cukup jauh dari pertemuan sungai, apabila terdapat cabang sungai.

Pengukuran tinggi muka air dibuat dengan satuan gradasi 1 cm.

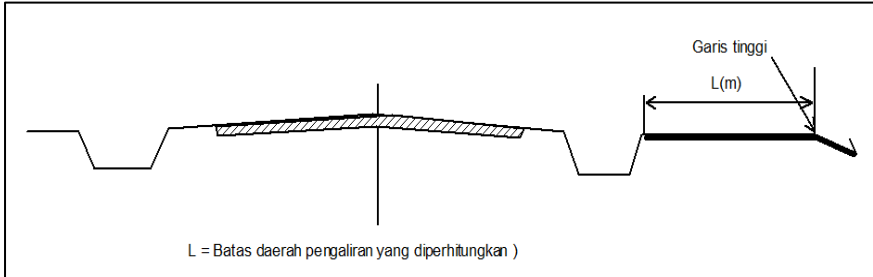


Gambar 26. Peil Schall

6.2.7. Pengukuran Tinggi Muka Air

Frekuensi banjir rencana ditetapkan berdasarkan pertimbangan kemungkinan-kemungkinan kerusakan terhadap bangunan-bangunan di sekitar jalan akibat banjir. Dengan asumsi “tingkat kerusakan sedang” masih dianggap wajar, maka frekuensi banjir rencana untuk selokan samping dipilih 5 tahun.

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran relatif kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topografi ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topografi yang memadai, asumsi seperti dalam Gambar 27 dapat dipakai sebagai bahan pembanding.



Gambar 27. Batas Daerah Pengaliran Jalan

6.3. Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan, Termasuk Saluran Samping

Pada pekerjaan rehabilitasi atau peningkatan kualitas jalan dan saluran perlu diadakan pengukuran profil memanjang dan melintang jalan dan saluran. Pengukuran ini dimaksudkan untuk memastikan kondisi yang ada yang kemudian dievaluasi untuk dibuat perencanaan rinci konstruksi jalan dan saluran sampingnya.

Pengukuran profil melintang perkerasan dan bahu jalan dan saluran sampingnya dimaksudkan untuk mengetahui kemiringan melintang yang sebenarnya dan tinggi elevasi permukaan jalan, sehingga di dalam perencanaan rehabilitasi atau peningkatan dapat diketahui dengan pasti ketinggian rencana elevasi permukaan jalan yang bebas dari banjir rencana dan rencana kemiringan melintang perkerasan jalan dan bahu jalan dapat berfungsi dengan baik yaitu dapat mengalirkan air hujan dari permukaan ke saluran samping dengan cepat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran dan perencanaan profil melintang jalan antara lain adalah sebagai berikut :

6.3.1. Pengukuran Tinggi Muka Air

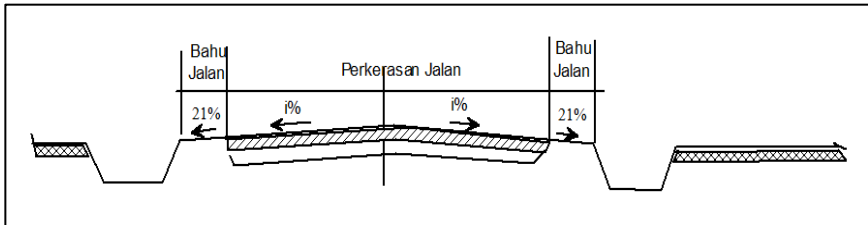
Penanganan pengendalian air untuk daerah ini biasanya dengan membuat kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun/melandai ke arah selokan samping. Besarnya kemiringan bahu jalan biasanya diambil 2% lebih besar daripada kemiringan permukaan jalan. Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat dilihat seperti tercantum pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan

| No | Jenis Lapis Permukaan Jalan | Kemiringan Melintang Normal-i (%) |
|----|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Beraspal, beton | 2% - 3% |
| 2 | Japat | 4% - 6% |
| 3 | Kerikil | 3% - 6% |
| 4 | Tanah | 4% - 6% |

Sumber : Dewan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan", SNI 03-3424-1994

Gambar 28 memperlihatkan potongan melintang jalan pada daerah yang datar dan lurus.



Gambar 28. Potongan Melintang Jalan Pada Daerah Datar dan Lurus

6.3.2. Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/turunan

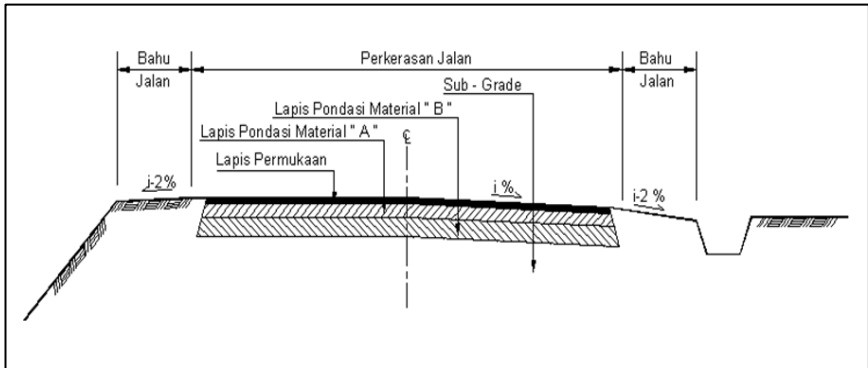
Penanganan pengendalian air pada daerah ini perlu mempertimbangkan pula besarnya kemiringan alinyemen vertikal jalan berupa tanjakan dan turunan, agar supaya aliran air secepatnya bisa mengalir ke selokan samping. Untuk itu maka kemiringan melintang perkerasan jalan disarankan agar menggunakan nilai-nilai maksimum dari Tabel 10 di atas.

6.3.3. Daerah Jalan Pada Tikungan

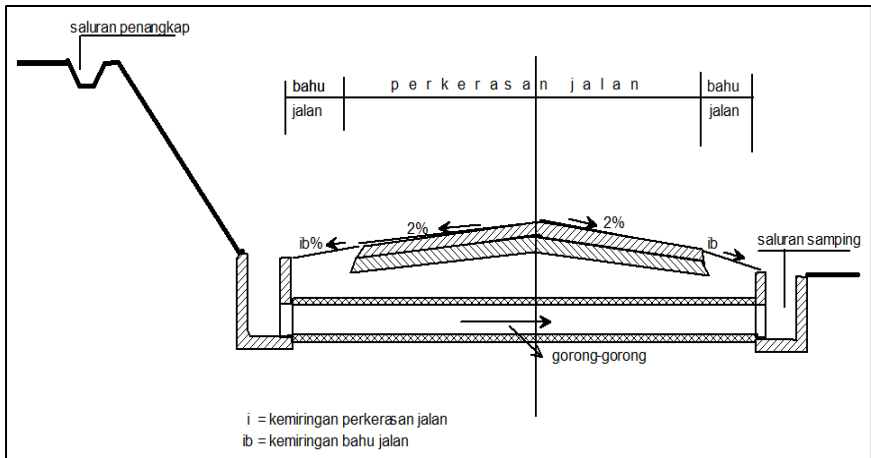
Kemiringan melintang perkerasan jalan pada daerah ini biasanya harus mempertimbangkan pula kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alinyemen horizontal jalan (lihat buku Geometri); karena itu kemiringan perkerasan jalan harus dimulai dari sisi luar tikungan menurun/melandai ke sisi dalam tikungan.

Besarnya kemiringan pada daerah ini ditentukan oleh nilai maksimum dari kebutuhan kemiringan alinyemen horizontal atau kebutuhan kemiringan menurut keperluan drainase. Besarnya kemiringan bahu jalan ditentukan berdasarkan kaidah-kaidah seperti pada Tabel 2.

Gambar 29 memperlihatkan potongan melintang jalan pada daerah tikungan dan Gambar 30 memperlihatkan potongan melintang jalan pada daerah tebing.



Gambar 30. Kemiringan Melintang pada Daerah Tikungan



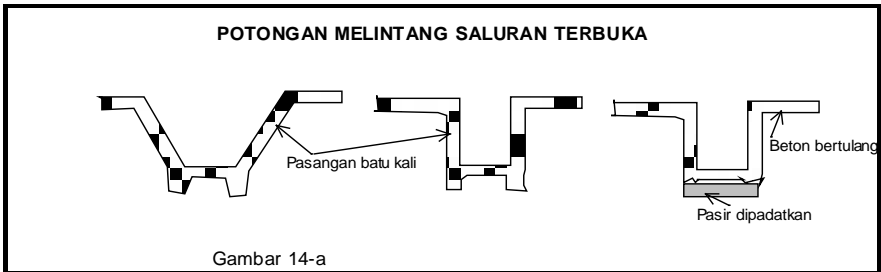
Gambar 29. Potongan Melintang pada Daerah Tebing

6.3.4. Beberapa jenis bentuk profil saluran samping

Beberapa jenis profil melintang saluran samping yang terdapat di daerah kota kabupaten, ada yang tertutup dan ada yang terbuka dengan bentuk ada yang persegi empat dan trapesium. Penempatan jenis saluran samping ini tergantung pada lokasi di mana akan dibangun jalan.

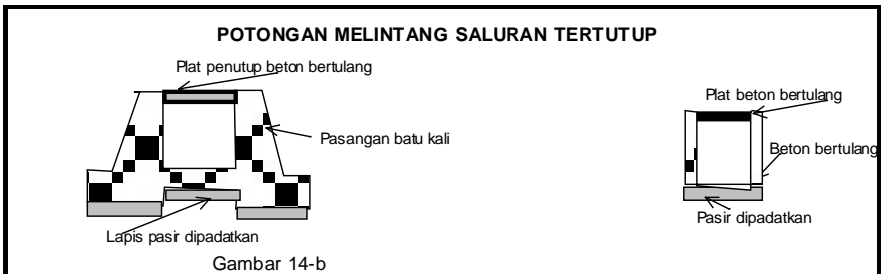
Pada daerah pertokoan, perkantoran dan perdagangan biasanya dibangun saluran tertutup dan pada daerah bebas dan perumahan dibangun saluran terbuka. Gambar 31 memperlihatkan jenis dan bentuk saluran-saluran tersebut.

a. Potongan melintang saluran terbuka



Gambar 31. Potongan Melintang Saluran Terbuka

b. Potongan melintang saluran tertutup



Gambar 32. Potongan Melintang Saluran Tertutup

BAB 7

EVALUASI DATA SURVEI SISTEM DESAIN DRAINASE LENGKAP

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Menentukan pertimbangan-pertimbangan desain drainase berdasarkan hasil penyelidikan pendahuluan
2. Dapat menentukan daerah aliran dalam survai lapangan wilayah drainase jalan dan lingkungan
3. Melakukan analisa hasil survai topografi dan curah hujan
4. Mengidentifikasi permeabilitas tanah untuk perencanaan drainase bawah tanah dan drainase lingkungan jalan.

Hal-hal penting yang harus dipertimbangkan dalam evaluasi data survai untuk mendesain drainase jalan antara lain:

7.1 Pemetaan Data Survai dan Data Lapangan Lainnya

Dalam rangka mendesain sistem drainase lengkap untuk jalan perlu dilakukan evaluasi terhadap data survai untuk itu dilakukan pemetaan data survai dan data lapangan lainnya yang sudah ada.

Di antara data survai tersebut adalah data mengenai :

- a. Daerah aliran
- b. Limpasan
- c. Aliran pembuangan
- d. Air tanah, curah hujan / kondisi banjir

7.1.1. Daerah Aliran

Daerah aliran untuk suatu bangunan drainase adalah daerah tangkapan hujan yang mengalirkan air hujan tangkapannya ke bangunan drainase tersebut.

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran relatif kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Peta topografi bisa diperoleh di pusat penelitian dan pengembangan geologi atau Jawatan Topografi Angkatan Darat.

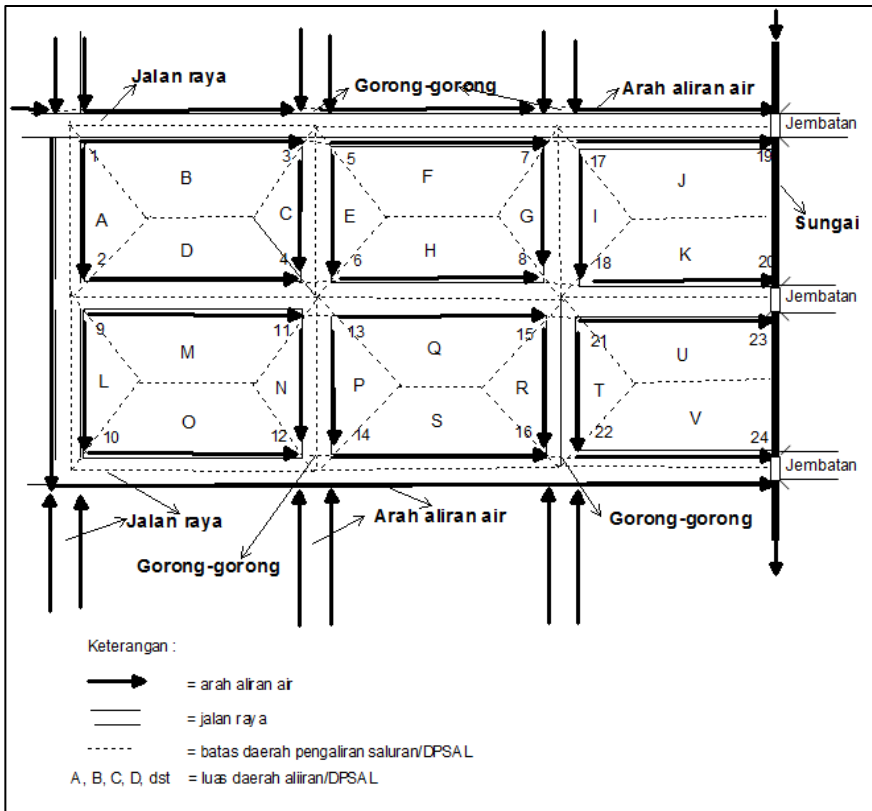
Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topografi ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit.

Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topografi yang memadai, asumsi berikut dapat dipakai bahan pembanding.

Daerah aliran saluran samping

Sistem jaringan jalan terkait dengan Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten (RUTRK), dan saluran samping umumnya terletak di kiri-kanan jalan. Oleh karena itu sistem jaringan saluran samping sama dengan sistem jaringan jalan. Dimensi saluran samping makin ke hilir makin besar dibandingkan dengan bagian hulunya, sedangkan lebar jalan makin ke hilir mungkin sama, mungkin lebih besar atau mungkin lebih kecil. Hal ini disebabkan karena aliran air pada saluran samping mengikuti gravitasi, sedangkan lebar jalan tidak mengikuti gravitasi, melainkan mengikuti rencana volume kendaraan yang melintasi jalan tersebut

Daerah aliran saluran samping merupakan kombinasi dari daerah pelayanan permukaan jalan dan daerah pelayanan lingkungan. Gambar 33 daerah aliran saluran samping menuju muaranya laut.



Gambar 33. Daerah Pengaliran Saluran Sampung

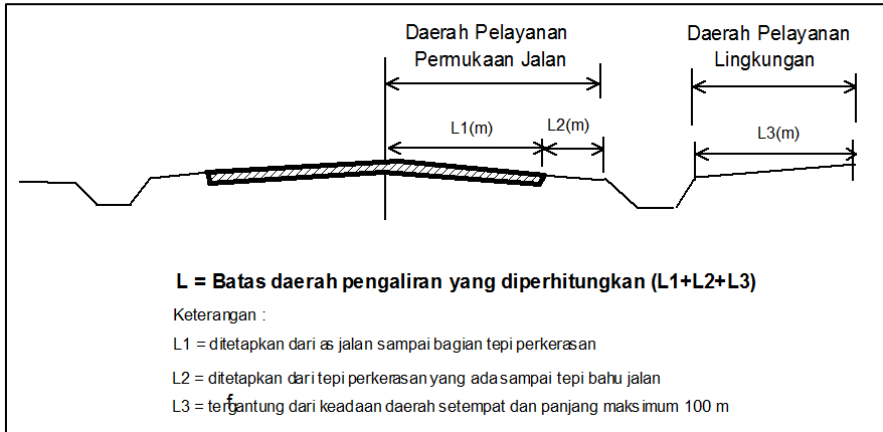
Daerah pelayanan permukaan jalan

Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topografi ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit.

Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topografi yang memadai, asumsi berikut dapat dipakai bahan pembanding. Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya ditetapkan seperti pada Gambar 34.

Kemiringan melintang permukaan jalan dan bahu jalan sangat mempengaruhi kelancaran air hujan mengalir ke saluran samping, oleh

karena itu perencanaan kemiringan permukaan jalan dan bahu jalan harus mengikuti standar dan kriteria yang telah ditentukan.



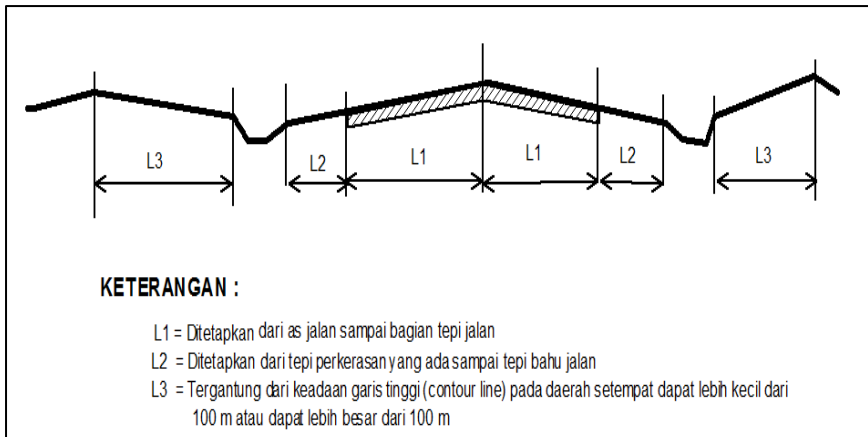
Gambar 34. Konsep Konservatif Daerah Pengaliran Saluran Samping

Daerah pelayanan lingkungan

Yang dimaksud daerah pelayanan lingkungan adalah luas daerah yang menerima curah hujan di luar daerah pelayanan permukaan jalan dan mengalirkannya ke saluran samping. Ada dua konsep daerah pelayanan lingkungan yaitu konsep konservatif dan konsep moderat.

Konsep konservatif adalah luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya ditetapkan seperti pada Gambar C-2. (*Standar Nasional Indonesia SNI 03-3424-1994, "Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan"*).

Konsep moderat adalah luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari kondisi garis tinggi (*contour line*) daerah sekelilingnya dan panjang L3-nya dapat lebih kecil dari 100 m atau lebih besar dari 100 m atau $100\text{ m} < L_3 > 100\text{ m}$ ditetapkan seperti pada Gambar 35.



Gambar 35. Konsep Moderat Penampang Melintang Jalan

Jaringan saluran samping

Saluran samping adalah saluran di pinggir jalan yang menampung air dari daerah pelayanan permukaan jalan dan daerah pelayanan lingkungan. Drainase jalan atau drainase permukaan jalan adalah drainase yang berfungsi untuk menampung air dari permukaan jalan dan dari daerah lingkungan atau daerah sekitarnya.

Drainase dalam pengertian ini mengandung arti suatu system jaringan saluran samping yang dimensinya makin ke hilir makin besar bermuara di badan air atau sungai. Gambar 33 memperlihatkan suatu contoh jaringan saluran samping yang bermuara ke badan air, sungai.

7.1.2. Limpasan

Limpasan atau *run off* adalah semua air yang bergerak ke luar dari pelepasan (outlet) daerah pengaliran ke dalam sungai meliwati rute baik di atas permukaan maupun lewat bawah tanah sebelum mencapai badan air. (Ir. CD. Soemarto, B.I.E. Dipl.H., "Hidrologi Teknik, Usaha Nasional, Surabaya, 1986)

Limpasan (*run off*) dari suatu daerah aliran adalah seluruh air yang mengalir ke luar dari daerah aliran tersebut yang berasal dari air hujan.

Limpasan tersebut sangat berkaitan dengan analisa hidrologi suatu daerah curah hujan, keadaan topografi dan karakteristik daerah aliran, serta intensitas hujan.

Karakteristik daerah aliran menghasilkan koefisien / hambatan (Tabel 11) dan koefisien pengaliran (Tabel 12)

Tabel 11. Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan

| Kondisi Lapis Permukaan | Nd |
|--|-----------|
| Lapisan semen dan aspal beton | 0,013 |
| Permukaan licin dan kedap air | 0,020 |
| Permukaan licin dan kokoh | 0,10 |
| Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar | 0,20 |
| Padang rumput dan rerumputan | 0,40 |
| Hutan gundul | 0,60 |
| Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat | 0,80 |

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.*

Tabel 12. Koefisien Pengaliran (c)

| Kondisi Permukaan Tanah | Koefisien Pengaliran (c) |
|-------------------------|----------------------------|
|-------------------------|----------------------------|

| | |
|----------------------------------|-------------|
| 1. Jalan beton dan jalan aspal | 0,70 – 0,95 |
| 2. Jalan kerikil dan jalan tanah | 0,40 – 0,70 |
| 3. Bahu jalan | |
| Tanah berbutir halus | 0,40 – 0,65 |
| Tanah berbutir kasar | 0,10 – 0,20 |
| Batuan masif keras | 0,70 – 0,35 |
| Batuan masif lunak | 0,60 – 0,75 |
| 4. Daerah perkotaan | 0,70 – 0,95 |
| 5. Daerah pinggiran kota | 0,60 – 0,70 |
| 6. Daerah industri | 0,60 – 0,90 |
| 7. Pemukiman padat | 0,60 – 0,80 |
| 8. Pemukiman tidak padat | 0,40 – 0,60 |
| 9. Taman & kebun | 0,20 – 0,40 |
| 10. Persawahan | 0,45 – 0,60 |
| 11. Perbukitan | 0,70 – 0,80 |
| 12. Pegunungan | 0,75 – 0,90 |

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.*

7.1.3. Aliran Pembuangan

Besarnya debit air dari suatu daerah aliran yang harus di tampung oleh bangunan drainase di hitung berdasarkan formula rasional dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.I.A$$

dimana :

Q = Debit (m³ / det)

C = Koefisien pengaliran, seperti pada Tabel C-1 dibawah ini

I = Intensitas hujan (mm/jam) dihitung selama waktu konsentrasi (Tc) untuk periode banjir rencana

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Keterangan : Untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.

Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan :

$$C_{eq} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots C_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots A_n}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} C_{eq} \cdot I \cdot A_{tot}$$

Keterangan :

- Q = Debit air (m³/det)
- C₁, C₂, C₃, C_n = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan kondisi permukaan
- A₁, A₂, A₃, A_n = luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan (km²)
- C_{eq} = Koefisien pengalir – ekuivalen
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A_{tot} = Luas total selama daerah pengaliran (km²)

Intensitas curah hujan (I) dihitung berdasarkan data-data sebagai berikut:

1) Data curah hujan

Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari, data curah hujan ini diperoleh dari Lembaga Meteorologi dan Geofisika, untuk stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka 10 tahun.

2) Periode ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu, periode ulang rencana untuk

selokan samping dan ditentukan 5 tahun dan untuk gorong-gorong 10 tahun

3) Lamanya waktu curah hujan

Ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen, bahwa hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

4) Menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi menurut rumus sebagai berikut :

$$X_1 = X + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n)$$

$$I = \frac{90\% X_T}{4}$$

keterangan :

X_T = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam

X = Nilai rata-rata aritmetik hujan kumulatif

S_x = Standar deviasi

Y_T = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (lihat Tabel C-2)

Y_n = Nilai yang tergantung pada n (lihat Tabel 12)

S_n = Standar deviasi merupakan fungsi dari n (lihat Tabel 13)

I = Intensitas curah hujan mm/jam

5) Kurva Basis

Untuk menentukan kurva lamanya intensitas hujan rencana, yang dapat diturunkan dari kurva basis (lengkung intensitas standar) seperti pada Gambar 35.

Tabel 13. Variaasi Yt

| Periode Ulang (tahun) | Variasi yang berkurang |
|------------------------------|-------------------------------|
| 2 | 0,3665 |
| 5 | 1,4999 |
| 10 | 2,2502 |
| 25 | 3,1985 |
| 50 | 3,9019 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

Tabel 14. Nilai Y_n untuk 0 - 4

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | 0,4952 | 0,4996 | 0,5035 | 0,5070 | 0,5100 |
| 20 | 0,5225 | 0,5252 | 0,5268 | 0,5283 | 0,5296 |
| 30 | 0,5362 | 0,5371 | 0,5380 | 0,5388 | 0,5402 |
| 40 | 0,5436 | 0,5422 | 0,5448 | 0,5453 | 0,5458 |
| 50 | 0,5485 | 0,5489 | 0,5493 | 0,5497 | 0,5501 |
| 60 | 0,5521 | 0,5534 | 0,5527 | 0,5530 | 0,5533 |
| 70 | 0,5548 | 0,5552 | 0,5555 | 0,5555 | 0,5557 |
| 80 | 0,5569 | 0,5570 | 0,5572 | 0,5574 | 0,5576 |
| 90 | 0,5586 | 0,5587 | 0,5589 | 0,5591 | 0,5592 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

Tabel 15. Nilai Y_n Untuk 5-6

| n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | 0,5128 | 0,5157 | 0,5181 | 0,5202 | 0,5220 |
| 20 | 0,5309 | 0,5320 | 0,5332 | 0,5343 | 0,5353 |
| 30 | 0,5402 | 0,5410 | 0,5418 | 0,5424 | 0,5432 |
| 40 | 0,5463 | 0,5468 | 0,5473 | 0,5477 | 0,5481 |
| 50 | 0,5504 | 0,5508 | 0,5511 | 0,5519 | 0,5518 |
| 60 | 0,5535 | 0,5538 | 0,5540 | 0,5543 | 0,5545 |
| 70 | 0,5559 | 0,5561 | 0,5563 | 0,5555 | 0,5567 |
| 80 | 0,5578 | 0,5580 | 0,5581 | 0,5585 | 0,5586 |
| 90 | 0,5593 | 0,5595 | 0,5596 | 0,5598 | 0,5599 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

Tabel 16. Nilai S_n untuk 0-4

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | 0,9496 | 0,9676 | 0,9833 | 0,9971 | 1,0095 |
| 20 | 1,0628 | 1,0696 | 1,0696 | 1,0811 | 1,0864 |
| 30 | 1,1124 | 1,1159 | 1,1159 | 1,1226 | 1,1255 |
| 40 | 1,1413 | 1,1436 | 1,1436 | 1,1480 | 1,1499 |
| 50 | 1,1607 | 1,1759 | 1,1759 | 1,1782 | 1,1793 |
| 60 | 1,1747 | 1,1759 | 1,1759 | 1,1782 | 1,1793 |
| 70 | 1,1859 | 1,1863 | 1,1863 | 1,1881 | 1,1890 |
| 80 | 1,1938 | 1,1945 | 1,1945 | 1,1959 | 1,1967 |
| 90 | 1,2007 | 1,2013 | 1,2020 | 1,2026 | 1,2032 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

Tabel 17. Nilai S_n untuk 5-9

| n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | 1,0206 | 1,0316 | 1,0411 | 1,0493 | 1,0565 |
| 20 | 1,0915 | 1,0961 | 1,1004 | 1,1047 | 1,1086 |
| 30 | 1,1265 | 1,1313 | 1,1339 | 1,1363 | 1,1388 |
| 40 | 1,1519 | 1,1538 | 1,1557 | 1,1574 | 1,1590 |
| 50 | 1,1803 | 1,1814 | 1,1824 | 1,1834 | 1,1844 |
| 60 | 1,1803 | 1,1814 | 1,1824 | 1,1834 | 1,1844 |
| 70 | 1,1898 | 1,1906 | 1,1915 | 1,1923 | 1,1930 |
| 80 | 1,1973 | 1,1980 | 1,1987 | 1,1934 | 1,2001 |
| 90 | 1,2038 | 1,2044 | 1,2049 | 1,2055 | 1,2060 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

- 6) Waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan rumus : $T_c = t_1 + t_2$

$$t_1 = \left(2/3 \times 3,28 \times l_o \frac{Nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V}$$

Keterangan :

- Tc = waktu konsentrasi (menit)
- t₁ = waktu inlet (menit)
- t₂ = waktu aliran (menit)
- Lo = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
- L = panjang saluran (m)
- Nd = koefisien hambatan (Tabel C-5)
- S = kemiringan daerah pengaliran
- V = kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Sebagai perbandingan untuk menghitung debit rencana digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Intensitas curah hujan dapat digunakan rumus lain yaitu rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{X_T}{24} \cdot \left(\frac{24}{T_C} \right)^{2/3}$$

Bila :

- i = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- X_T = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam
- T_C = Waktu konsentrasi (jam)

2. Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus *Kirpich* :

$$T_C = 0.0195 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

Bila :

TC = Waktu dalam (menit)

L = Panjang saluran dari titik yang terjauh sampai ke titik yang ditinjau (m)

S = Kemiringan dasar saluran

3. Kala ulang dihitung dengan menggunakan rumus *Gumbel* :

$$X_T = X + S_x K$$

Bila :

X_T = Curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang T tahun

X = Harga rata-rata sampel dalam mm/hari

S_x = Penyimpangan baku sampel (Standar deviasi) dalam mm/hari

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

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Bila :

Y_T = *Reduced variate*, $Y_T = -\ln[-\ln\{(T_r - 1)/T_r\}]$

Y_n = *reduced mean* yang tergantung dari sampel n

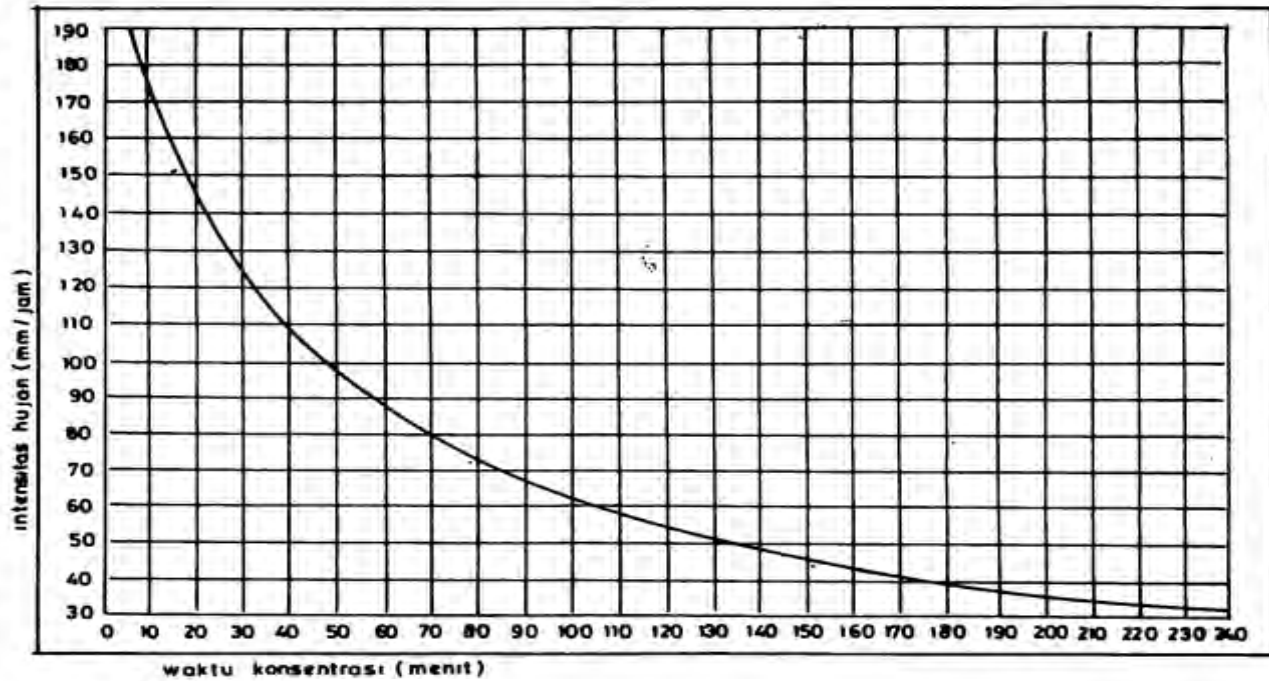
S_n = *Reduced standard deviation* yang tergantung dari besarnya sampel n

X_i = Tinggi curah hujan harian maksimum tahunan (mm/hari)

- 2) Debit rencana dihitung dengan rumus *rational method*

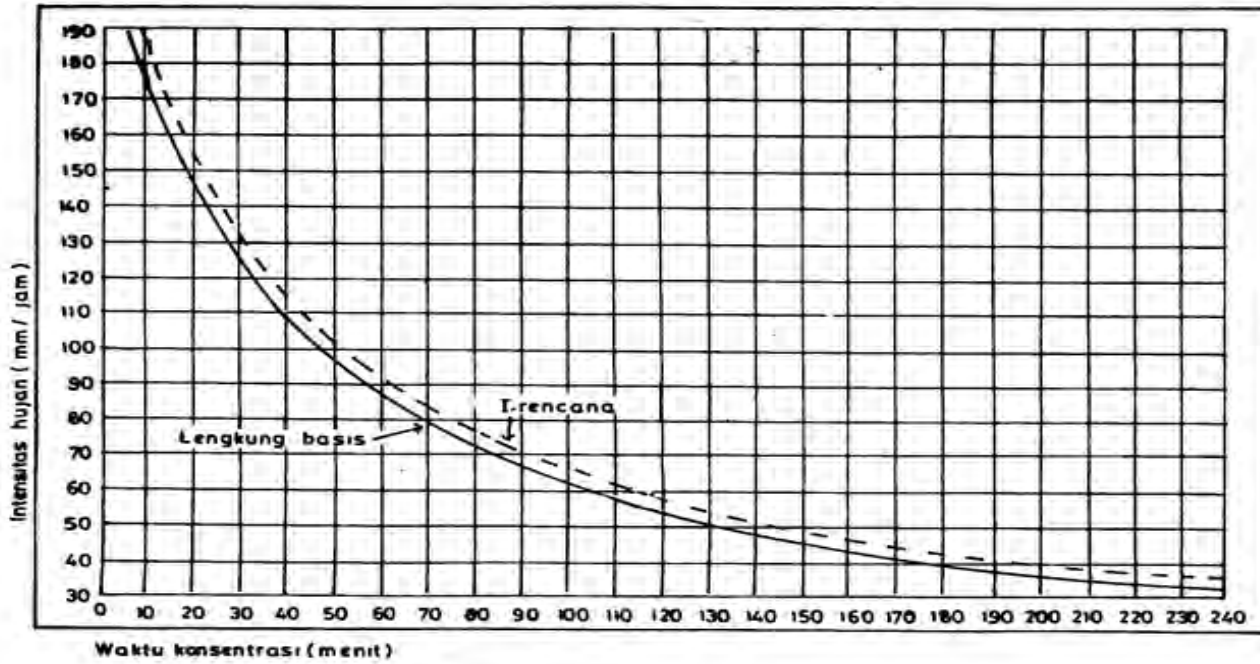
$$Q = 0,00278 \text{ CIA}$$

KURVA BASIS



Gambar 36. Intensitas Hujan

KURVA BASIS



Gambar 37 Intensitas Hujan 2

7.1.4. Air tanah, curah hujan / kondisi banjir

Kondisi banjir di suatu daerah tergantung curah hujannya. Air hujan yang jatuh di permukaan tanah, akan mengalir dan menimbulkan banjir, sebagian dari air hujan tersebut meresap ke dalam tanah dan menimbulkan aliran dibawah permukaan. Air dibawah permukaan tersebut disebut air tanah.

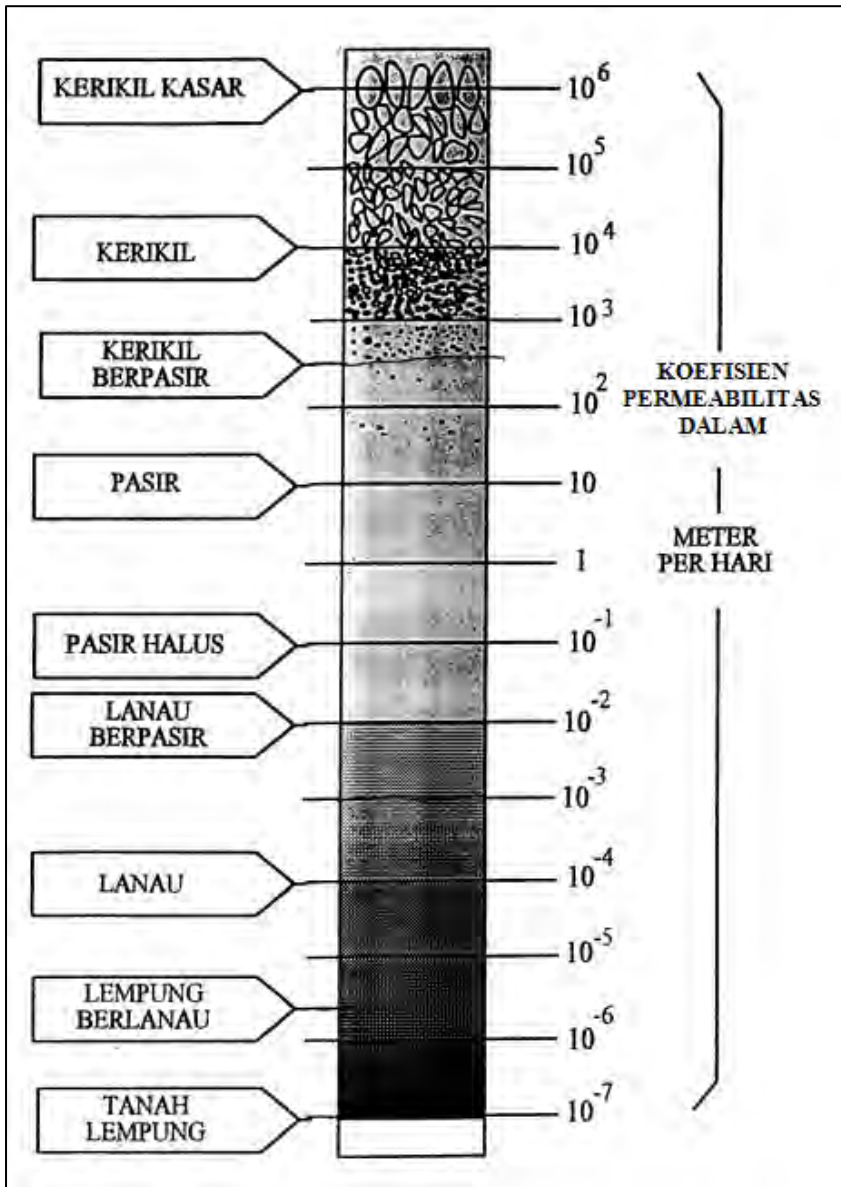
Jumlah air yang akan mengalir atau merembes melalui sesuatu bahan yang berongga dalam satu satuan waktu tertentu tergantung kepada kemiringan hidrolis, penampang melintang dan KOEFISIEN PERMEABILITAS (Koefisien daya lulus air) dimana koefisien ini adalah suatu ukuran yang menyatakan berapa kecepatan air mengalir melalui rongga-rongga antara partikel dari suatu jenis tanah tertentu. Pada tabel 8 diberikan harga koefisien permeabilitas relatif dari berjenis-jenis bahan dalam satuan meter per hari, perhatikan nilai-nilai koefisien permeabilitas mulai yang bernilai besar yaitu kerikil yang dapat dikatakan hampir tidak menghambat aliran air.

Dikatakan yang sangat menghambat aliran air di dalam tanah yaitu tanah lempung. Permeabilitas dan aliran air tanah serta hubungannya satu dengan lainnya dapat diketahui dari jenis tanahnya dan dari data perencanaan.

Namun demikian variasi jenis tanah dan harga-harga dalam daftar menurut pengalaman memberikan suatu angka yang meragukan. Untuk mempelajari tiap-tiap masalah, penyelidikan lapangan tentang sifat-sifat tanah akan memberikan gambaran yang lebih nyata bagi para ahli teknik tentang pengaliran air tanah untuk suatu keadaan tanah yang khusus dan sistem drainase yang diperlukan untuk mengatasinya.

Badan jalan tidak boleh dipengaruhi oleh air, baik air permukaan maupun air tanah. Untuk menghindarkan pengaruh air permukaan terhadap badan jalan maka dibuatlah sistem drainase permukaan dan untuk menghindari pengaruh air tanah terhadap badan jalan dibuatlah

sistem drainase bawah tanah yang biasanya terdiri dari saluran peresapan dan pipa peresapan yang terbuat dari pipa berlubang.



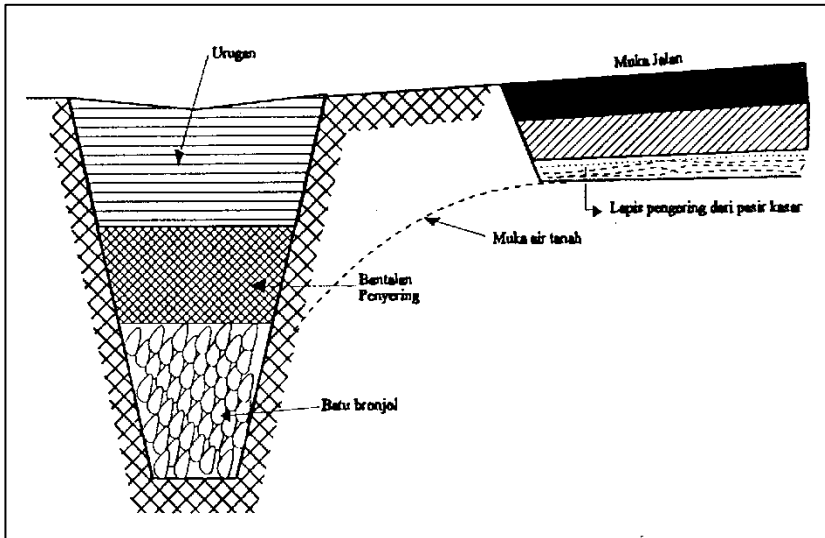
Gambar 38. Permeabilitas (Daya Larut Air)

Saluran peresapan digunakan sebagai pengeringan ke samping dimana alirannya tidak begitu besar untuk aliran yang cukup besar digunakan pipa peresapan.

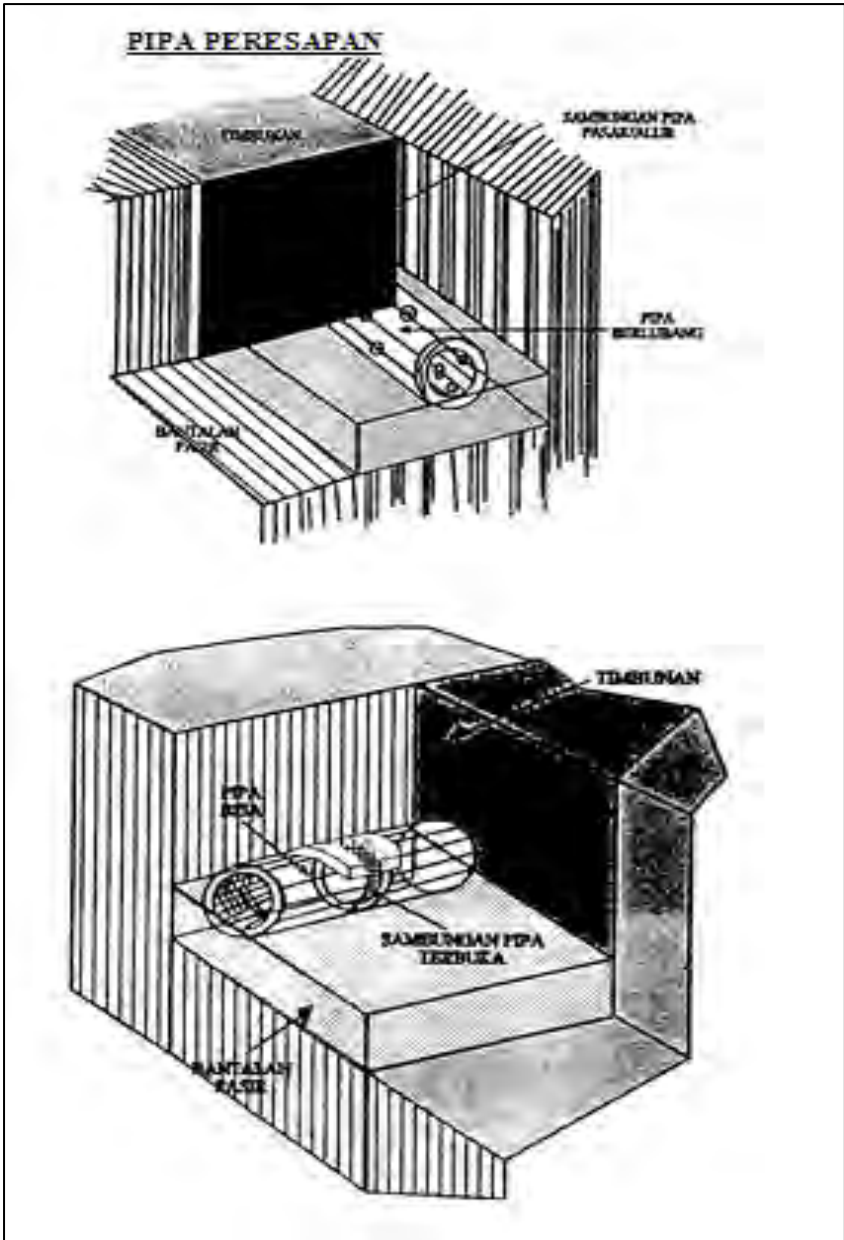
Dalam “*Handbook of Applied Hydraulics*”, Third Edition, Davis-Sorensen, menyebutkan ada 7 (tujuh) jenis pipa untuk saluran drainase :

1. pipa tanah liat (*clay tile*) yang harus memenuhi spesifikasi ASTM C4-62 untuk tiga kualitas pipa drainase tanah liat yang mempunyai kekuatan rata-rata per-kaki (*foot*) panjang terhadap tiga percobaan pipa drainase tanah liat yang berukuran, 4, 5 dan 6 inci yang masing-masing mempunyai kekuatan, 800 lb; 1100 lb dan 1400 lb. Untuk pipa tanah liat yang berlubang-lubang (*perforated clay drain tile*) digunakan spesifikasi ASTM C498-62T yang kualitasnya juga sama seperti di atas, tetapi mempunyai minimum kekuatan retak 2000 lb/ft.
2. pipa beton (*concrete tile*) yang harus memenuhi spesifikasi ASTM C412-60 untuk tiga kualitas pipa beton :i.) kualitas standar 800 lb/ft, kualitas ekstra dan kualitas spesial masing-masing 1100 lb/ft.
3. pipa fiber bitumen (*bituminized fiber pipe*) yang harus memenuhi spesifikasi ASTM D1861-61T dan D1862-61T untuk pipa air limbah (*sewer pipe*) dan pipa fiber yang dindingnya dilapisi bitumen dengan kekuatan retak maksimum 800 lb/ft.
4. pipa baja (*metal pipe*), di Amerika Serikat pipa baja digunakan terutama untuk :i.) pelepasan (outlet) untuk pipa drainase, (ii) sebagai pengganti pipa beton atau tanah liat yang minimum lapisan penutup tanahnya tidak mencukupi, (iii) pada persilangan jalan di mana diperlukan tambahan kapasitas muatan, (iv) penggunaan struktur pembantu, dan v) pemasangan melalui kantong-kantong pasir atau tanah yang tidak stabil di mana diperlukan pipa menerus kekuatan tinggi.

5. Pipa gorong-gorong dan air limbah (*sewer and culvert pipe*). Penggunaan pipa tersebut harus terbatas pada kasus-kasus di mana kerusakan pipa merupakan kerusakan alamiah seperti rusaknya loncong atau retak kecil pada keran di mana kekuatannya cukup untuk kondisi setempat.
6. Pipa plastik (*plastic pipe*). Pipa plastik berukuran kecil kira-kira berdiameter 8 sampai 10 cm. Material ini beratnya ringan dan dapat tahan lama dan dapat bergelung untuk 400 ft panjangnya untuk pengangkutan ke lapangan.
7. Material filter (*filter materials*). Drainase bawah tanah tertutup dipasang dengan material filter yang cocok sekitar gorong-gorong. Tujuan penempatan material filter sekitar pipa adalah untuk mencegah sedimen masuk ke dalam pipa dan membiarkan air mengalir dengan lebih bebas ke dalam pipa.



Gambar 39. Saluran Peresapan



Gambar 40. Pipa Peresapan

BAB 8

KONSEP DESAIN SISTEM DRAINASE

KABUPATEN

A. Capaian Pembelajaran:

Setelah mempelajari teori pada materi ini para pembaca akan mampu:

1. Menentukan pertimbangan-pertimbangan konsep desain drainase berdasarkan hasil survai topografi dan penyelidikan tanah
2. Dapat melakukan perhitungan-perhitungan dimensi dan kemiringan gorong-gorong dari drainase jalan
3. Dapat menentukan ukuran profil dan dimensi drainase jalan
4. Mengidentifikasi kerusakan yang mungkin terjadi pada drainase profil dan gorong-gorong yang akan dipasang.

Hal-hal penting yang harus dipahami dalam hal konsep desain sistem drainase untuk mendesain drainase jalan jalan kabupaten antara lain:

8.1. Perhitungan Pembuangan

Perhitungan pembuangan meliputi dua aspek yaitu perhitungan , perhitungan debit aliran dan perhitungan dimensi dan kemiringan selokan samping dan gorong-gorong:

8.1.1. Perhitungan Debit Aliran

Langkah-langkah untuk menghitung debit rencana adalah sebagai berikut:

- 1) Cari data curah hujan di Lembaga Meteorologi dan Geofisika
- 2) Tentukan periode ulang rencana untuk selokan samping, yaitu 5 tahun
- 3) Tentukan lamanya waktu hujan yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam

- 4) Hitung intensitas curah hujan dengan rumus:

$$X_T = X + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n) \text{ (mm)}$$
$$S_x = \text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}} \text{ untuk populasi}$$
$$I = \frac{90\% X_T}{4} \text{ (mm/jam)}$$
$$X = \frac{\sum X_i}{n}$$

- 5) Buat garis lengkung intensitas hujan rencana dengan cara memlotkan harga intensitas hujan (mm/jam), pada waktu konsentrasi 240 menit dan kemudian tarik garis lengkung searah dengan lengkung basis
- 6) Tentukan panjang daerah pengaliran L1, L2, dan L3, kemudian tentukan kondisi permukaan berikut koefisien hambatan Nd (Tabel 5 hal 91)
- 7) Tentukan kecepatan aliran V, sesuai dengan Tabel 7 serta panjang saluran (L)

Tabel 18. Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

| Jenis Bahan | Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik) |
|-------------------|---|
| Pasir halus | 0,45 |
| Lempung kepasiran | 0,50 |
| Lanau aluvial | 0,60 |
| Kerikil halus | 0,75 |
| Lempung kokoh | 0,75 |
| Lempung padat | 1,10 |
| Kerikil kasar | 1,20 |
| Batu-batu besar | 1,50 |
| Pasangan batu | 1,50 |
| Beton | 1,50 |
| Beton bertulang | 1,50 |

- 8) Hitung waktu konsentrasi (T_c) dengan rumus dibawah ini:

$$t_1 = (2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot \frac{Nd}{\sqrt{S}})^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V}$$

$$T_c = t_1 + t_2$$

Keterangan :

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

T_1 = Waktu inlet (menit)

T_2 = Waktu aliran (menit)

L_0 = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

Nd = Koefisien hambatan (Tabel C-5)

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/detik)

- 9) Tentukan intensitas hujan rencana (I), dengan cara memplotkan harta Tc pada waktu konsentrasi di kurva basis kemudian tarik garis lurus ke atas sampai memotong garis lengkung intensitas hujan rencana dan tarik garis lurus sampai memotong garis intensitas (mm/jam)
- 10) Tentukan panjang daerah pengaliran
- 11) Identifikasi jenis bahan permukaan daerah aliran
- 12) Tentukan luas daerah pengaliran sesuai dengan Gambar 35 halaman 90
- 13) Tentukan koefisien aliran (C) sesuai dengan kondisi permukaan, sesuai Tabel 4 halaman 92
- 14) Hitung koefisien aliran rata-rata dengan rumus:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

- 15) Hitung debit air (Q) dengan menggunakan rumus:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{detik})$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots$$

8.1.2. Perhitungan Dimensi dan Kemiringan Selokan dan Gorong-Gorong

Hitung dimensi dan kemiringan selokan dan gorong-gorong dengan langkah-langkah berikut : (Lihat Gambar 38, halaman 106)

- 1) Tentukan kecepatan aliran air (V) yang akan melewati selokan/gorong-gorong, berdasarkan jenis bahan selokan, sesuai Tabel 16, halaman 99.
- 2) Hitung luas penampang basah selokan/gorong-gorong (Fd) berdasarkan debit aliran yang akan ditampung dengan menggunakan rumus :

$$Fd = \frac{Q}{V} (m^2)$$

- 3) Hitung luas penampang basah yang paling ekonomis yang dapat menampung debit maksimum, disesuaikan dengan bentuk selokan/gorong-gorong
- 4) Hitung dimensi selokan dengan menggunakan rumus :

$$Fe = Fd \quad Fe = \text{Penampang basah ekonomis}$$

Sehingga mendapatkan tinggi selokan/gorong-gorong = d (m)

Lebar dasar selokan/gorong-gorong = b (m)

- 5) Hitung tinggi jagaan (W) selokan samping dengan rumus :

$$W = \sqrt{0,5 d} \text{ (m)}$$

- 6) Hitung kemiringan selokan samping dengan menggunakan rumus :

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2$$

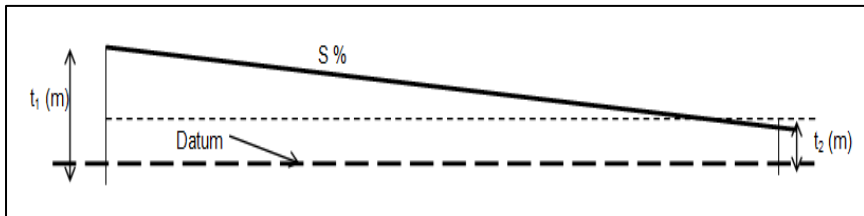
V = Kecepatan air diselokan (Tabel 7)

R = Jari-jari hidrolis

n = Koefisien kekasaran *Manning* (Tabel 9)

- 7) Periksa kemiringan tanah pada lokasi yang akan dibuat selokan dengan rumus :

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$



Gambar 41. Kemiringan Tanah

Keterangan :

t_1 = Tinggi lantai tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = Tinggi lantai tanah di bagian terendah (m)

S = Kemiringan muka tanah

- 8) Bandingkan kemiringan selokan samping hasil perhitungan (i,perhitungan) dengan kemiringan tanah yang diukur di lapangan (i,lapangan) lapangan) =< (i. Perhitungan) : kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan i. Perhitungan.
 (i,Lapangan) > (i. Perhitungan) : selokan harus dibuatkan pematah arus (Tabel 8)

Tabel 19. hubungan kemiringan saluran dan jarak

| | | | | | |
|-------|------|------|-----|-----|-----|
| S (%) | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
| L (m) | 16 m | 10 m | 8 m | 7 m | 6 m |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI-03-3424-1994.

Tabel 20. Harga n Untuk Rumus *Manning*

| No | Tipe saluran | Baik Sekali | Baik | Sedang | Jelek |
|----|---|-------------|-------|--------|-------|
| | SALURAN BUATAN | | | | |
| 01 | Saluran tanah, lurus teratur | 0,017 | 0,020 | 0,023 | 0,025 |
| 02 | Saluran tanah yang dibuat dengan <i>excavator</i> | 0,023 | 0,028 | 0,030 | 0,040 |
| 03 | Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur | 0,020 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 04 | Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,045 |
| 05 | Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| 06 | Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 07 | Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah | 0,020 | 0,025 | 0,028 | 0,030 |
| | SALURAN ALAM | | | | |
| 08 | Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang | 0,025 | 0,028 | 0,030 | 0,033 |
| 09 | Seperti no.8, tetapi ada timbunan atau kerikil | 0,030 | 0,033 | 0,035 | 0,040 |
| 10 | Melengkung, bersih, berlubang dan berinding pasir | 0,033 | 0,035 | 0,040 | 0,045 |
| 11 | Seperti no.10, dangkal dan tidak teratur | 0,040 | 0,045 | 0,050 | 0,055 |
| 12 | Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,050 |
| 13 | Seperti no.11, sebagian berbatu | 0,045 | 0,050 | 0,055 | 0,060 |
| 14 | Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 |
| 15 | Banyak tumbuh-tumbuhan | 0,075 | 0,100 | 0,125 | 0,150 |
| | SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI | | | | |
| 16 | Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian | 0,025 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 17 | Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 |

| | | | | | |
|----|--|-------|-------|-------|-------|
| 18 | Saluran beton | 0,014 | 0,016 | 0,019 | 0,021 |
| 19 | Saluran beton halus dan rata | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,013 |
| 20 | Saluran beton pracetak dengan acuan baja | 0,013 | 0,014 | 0,014 | 0,015 |
| 21 | Saluran beton pracetak dengan acuan kayu | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,018 |

- 9) Bandingkan kemiringan gorong-gorong dengan kemiringan gorong-gorong yang diizinkan (0,5 – 2)%.

8.2. Rincian Gorong-gorong, Saluran Buangan dan Bangunan Pelengkap

8.2.1. Pembuangan masing-masing

Penampang basah didasarkan pada debit air dan kecepatan (V) rumus :

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

Keterangan :

Fd = Luas penampang m²

Q = Debit air (m³)/detik

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Dalam perhitungan penampang basah diambil luas penampang basah ekonomis (Fe) dengan dimensi saluran ditentukan atas dasar :

$$\mathbf{Fe = Fd}$$

Keterangan :

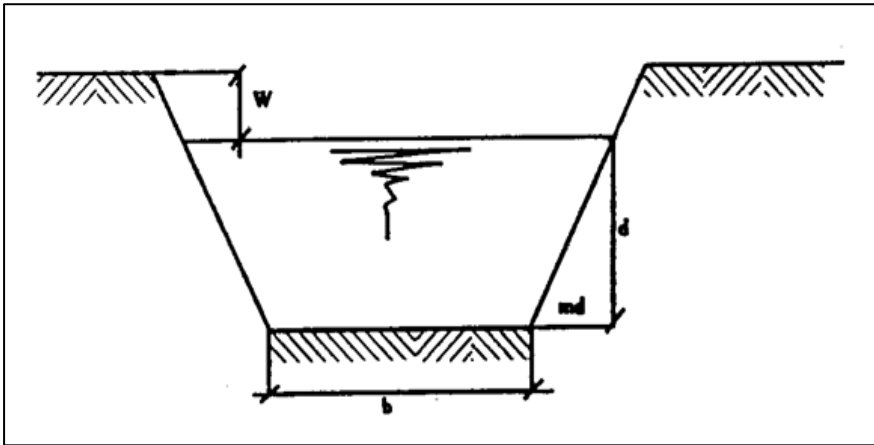
Fe = Luas penampang ekonomis (m³)

Fd = Luas penampang didasarkan pada debit air yang ada (m²)

Penampang basah ekonomis adalah luas penampang basah tertentu, debit akan maksimum apabila nilai $R=A/P$ maksimum, atau apabila keliling basah minimum. (DR. Ir. Bambang Triatmodjo, CES, DEA, “ Hidraulika II”, Beta Offset, Yogyakarta, 1993.)

Luas penampang ekonomis tiap-tiap bentuk saluran adalah sebagai berikut :

1) Saluran Bentuk Trapesium



Gambar 42. Saluran Trapesium

$$\frac{b + 2md}{2} = d\sqrt{m^2 + 1} \qquad R = \frac{d}{2}$$

$$W = \sqrt{0,5d}$$

Keterangan :

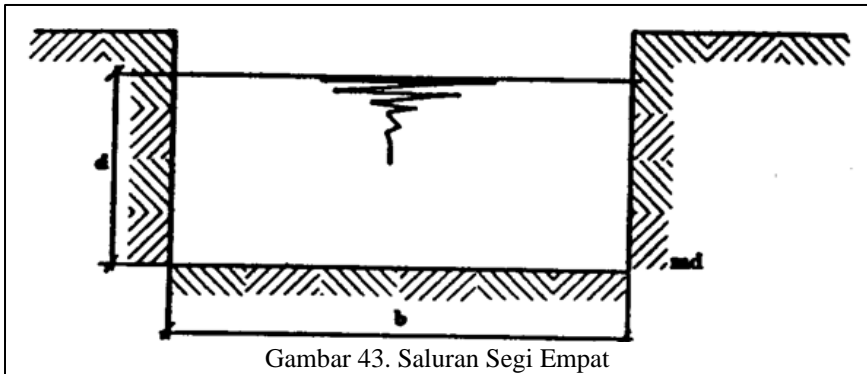
- b = Lebar saluran (m)
- d = Dalamnya saluran yang tergenang air (m)
- m = Perbandingan kemiringan talud
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- Fe = Luas penampang ekonomis (m²)
- W = Tinggi jagaan saluran samping, trapesium, setengah lingkaran, segi empat (m)

Kemiringan talud tergantung dari besarnya debit (lihat Tabel 20)

Tabel 21. Debit Air dan Kemiringan Talud

| Debit Air Q (m ³ /detik) | Kemiringan Talud |
|-------------------------------------|------------------|
| 0,00 – 0,75 | 1 : 1 |
| 0,75 – 15 | 1 : 1,5 |
| 15 – 80 | 1 : 2 |

2) Saluran bentuk segi empat



Gambar 43. Saluran Segi Empat

$$b = 2 \cdot d$$

$$r = \frac{d}{2}$$

$$Fe = b \cdot d$$

Keterangan :

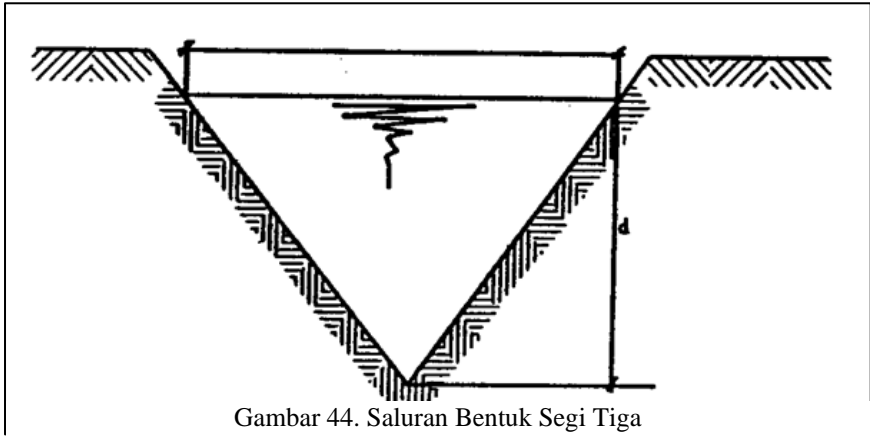
b = Lebar saluran (m)

d = Dalam saluran yang tergenang air (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

Fe = Luas penampang ekonomis (m²)

3) Saluran bentuk segitiga



Gambar 44. Saluran Bentuk Segi Tiga

$$F = d^2$$

$$P = 2d\sqrt{2}$$

$$R = 1/4d\sqrt{2}$$

$$b = 2d$$

Keterangan :

F = Luas penampang basah (m²)

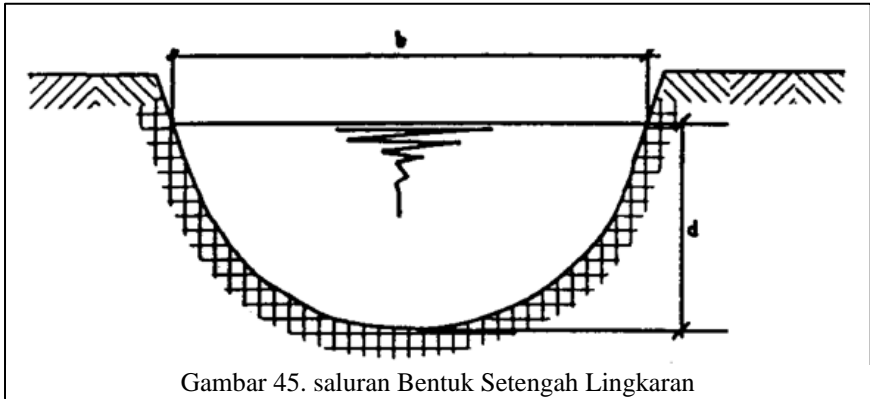
P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

b = Lebar saluran (m)

d = Dalam saluran yang tergenang air (m)

- 4) Saluran bentuk setengah lingkaran



Gambar 45. saluran Bentuk Setengah Lingkaran

$$F = \frac{\pi}{2} d^2$$

$$P = \pi d$$

$$R = \frac{1}{2} d$$

$$b = 2 d$$

Keterangan :

F = Luas penampang basah (m²)

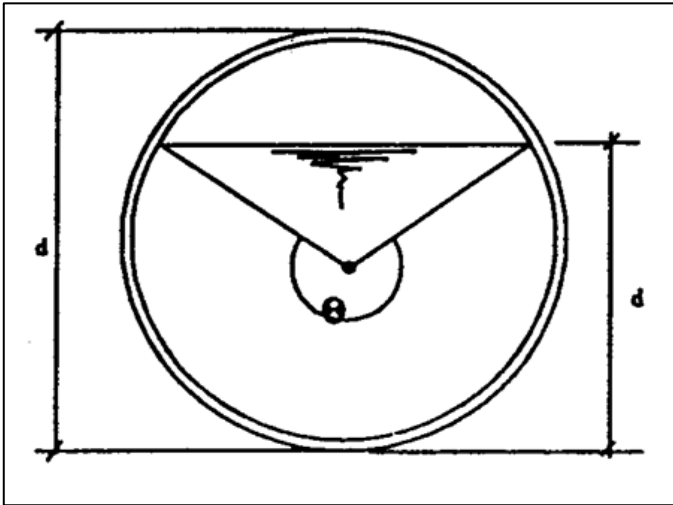
P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

b = Lebar saluran (m)

d = Dalam saluran yang tergenang air (m)

5) Saluran bentuk lingkaran/bulat



Gambar 46. Saluran Bentuk Lingkaran

$$\theta = 4,5 \text{ radial}$$

$$d = 0,80 \text{ d}$$

$$F = 1/8 (\theta - \sin \theta) D^2$$

$$P = 2r$$

$$R = \frac{F}{P}$$

Keterangan :

θ = Besarnya sudut dalam radial

d = Dalam saluran yang tergenang air (m)

F = Luas penampang basah (m^2)

D = Garis tengah saluran bentuk lingkaran (m)

P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis

R = Jari-jari lingkaran (m)

Umumnya gorong-gorong mempunyai penampang melintang yang lebih kecil dari pada luas penampang melintang saluran di hulu dan hilirnya.

Apabila seluruh penampang melintang gorong-gorong berada di bawah muka air di sebelah hulu dan hilir saluran, dalam kondisi demikian gorong-gorong berfungsi sebagai pintu sorong atau aliran tertekan. Biaya pembuatan umumnya lebih rendah dibandingkan dengan gorong-gorong aliran bebas.

Apabila gorong-gorong tidak terisi penuh dengan air, sehingga benda-benda yang hanyut dapat lewat dengan mudah, dalam kondisi demikian aliran dalam gorong-gorong dalam keadaan bebas.

Gorong-gorong jalan harus mampu menahan berat kendaraan.

Pertimbangan desain

Gorong-gorong termasuk bangunan pembawa dengan aliran sub-kritis, kecepatan aliran di dalam gorong-gorong biasanya dibuat lebih besar dari pada kecepatan di ruas saluran hulu maupun hilir.

Dalam mendesain gorong-gorong harus mempertimbangkan aliran air di dalam gorong-gorong apakah aliran tenggelam atau aliran bebas.

Gorong-gorong aliran bebas

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain gorong-gorong aliran bebas adalah sebagai berikut :

- 1) Kecepatan aliran rata-rata di dalam gorong-gorong dapat dihitung dengan persamaan *Manning* atau *Strickler*:

$$V_a = KR^{2/3} S^{1/2} \quad \text{persamaan Strickler}$$

$$V_a = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{persamaan Manning}$$

Bila :

V_a = kecepatan rata-rata di dalam gorong-gorong (m/dt)

K = koefisien kekasaran *Strickler*

S = kemiringan dasar saluran

R = jari-jari hidrolis (m) = A/P

P = keliling basah gorong-gorong

N = koefisien kekasaran *Manning*, 1/K

- 2) Kehilangan energi akibat gesekan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta H_f = \frac{V_a^2 L}{C^2 R} = \frac{2gL}{C^2 R} \frac{V_a^2}{2g}$$

Bila :

ΔH_f = kehilangan energi akibat gesekan, m

V_a = kecepatan rata-rata di dalam gorong-gorong, m/dt

L = panjang bangunan gorong-gorong, m

R = jari-jari hidrolis (m) = A/P

P = keliling basah gorong-gorong

C = kekasaran *Chezy*, $C = K R^{1/6}$

K = Kekasaran *Strickler*, $m^{1/3}/dt$, atau $K = 1/n$,

lihat Tabel 21

Tabel 22. Nilai Kekasaran Stricler

| Bahan | K ($m^{1/3}/dt$) |
|-----------------------------------|--------------------|
| Baja beton | 76 |
| Beton, bentuk kayu, tidak selesai | 70 |
| Baja | 80 |
| Pasangan batu | 60 |

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Bagian Bangunan, KP-04, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

- 3) Kehilangan energi pada peralihan:
- 4) Untuk peralihan dalam saluran terbuka di mana bilangan Froude aliran yang dipercepat tidak melebihi 0,50, kehilangan energi

pada peralihan masuk dan keluar, ΔH_{masuk} atau ΔH_{keluar} dinyatakan dengan memakai rumus *Borda* :

$$\Delta H_{masuk} = \xi_{masuk} \frac{(V_a - V_1)^2}{2g}$$

dan

$$\Delta H_{keluar} = \xi_{keluar} \frac{(V_a - V_2)^2}{2g}$$

Bila :

$\xi_{masuk, keluar}$ adalah, faktor kehilangan energi yang bergantung kepada bentuk hidrolis peralihan dan apakah kehilangan itu pada peralihan masuk dan keluar

V_a merupakan, kecepatan rata-rata yang dipercepat dalam bangunan pembawa, m/dt

V_1, V_2 adalah kecepatan rata-rata di saluran hulu (V_1) atau hilir (V_2), m/dt

Harga-harga faktor kehilangan energi untuk peralihan masukan dan keluaran yang biasa dipakai dengan permukaan air bebas diperlihatkan dalam Gambar 45, Koefisien Kehilangan Tinggi Energi Untuk Peralihan Dari Bentuk Trapesium Ke Segi Empat Dengan Permukaan Air Bebas (Dan Sebaliknya) (Dari Bos Dan Reinink, 1981; Dan Idel'cik, 196).

| | | persamaan | |
|------------|---|-----------------|------------------|
| | | ζ_{masuk} | ζ_{keluar} |
| | pipa gorong-gorong sampai ke peralihan samping saluran | I | 0.50 1.00 |
| DIANJURKAN | pipa gorong-gorong sampai di dinding hulu melalui saluran | II | 0.50 1.00 |
| | peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran 1:1 atau 1:2 | III | 0.30 0.60 |
| DIANJURKAN | dinding hulu dengan peralihan yang dibulatkan dengan jari-jari lebih dari 0,1 y | IV | 0.25 0.50 |
| DIANJURKAN | peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran sekitar 1:5 | V | 0.20 0.40 |
| | peralihan berangsur antara potongan melintang segi empat dan trapesium | VI | 0.10 0.20 |

Gambar 47. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi

Gorong-gorong tenggelam

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain gorong-gorong yang mengalir penuh atau gorong-gorong tenggelam adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk gorong-gorong pendek ($L < 20$ m)

$$Q = \mu A \sqrt{2gz}$$

Bila :

Q = debit yang mengalir di dalam gorong-gorong, m³/dt

μ = koefisien debit, lihat Tabel C-10

A = luas pipa, gorong-gorong, m²

g = percepatan gravitasi, m/dt², 9,81

z = kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong, m

Tabel 23. Harga-harga μ dalam gorong-gorong pendek

| Tinggi dasar di bangunan sama dengan di saluran | | Tinggi dasar di bangunan lebih tinggi dari pada di saluran | | |
|---|-------|--|------------|-------|
| Sisi | μ | Ambang | Sisi | μ |
| Segi empat | 0,80 | Segi empat | Segi empat | 0,72 |
| Bulat | 0,90 | Bulat | Segi empat | 0,76 |
| | | Bulat | Bulat | 0,85 |

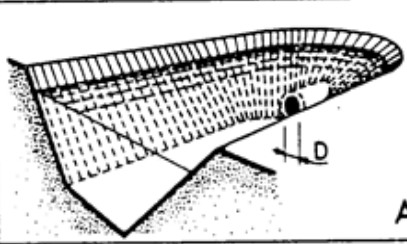
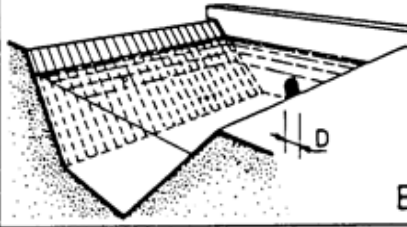
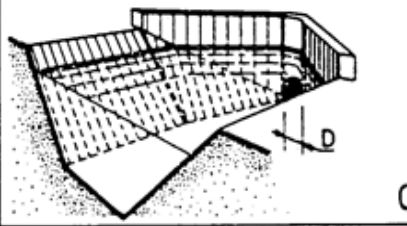
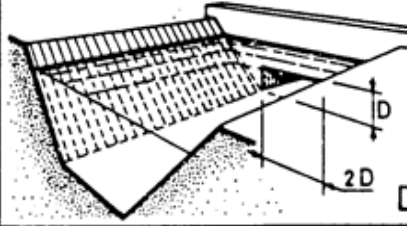
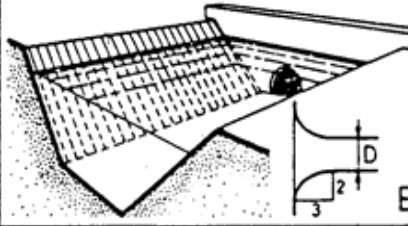
Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Bagian Bangunan, KP-04, Badan Penerbit Pekerja Umum, Jakarta

- 2) Untuk gorong-gorong yang lebih panjang $L > 20$ m

Untuk gorong-gorong yang lebih panjang dari 20 m atau di tempat-tempat di mana diperlukan perhitungan yang lebih teliti, kehilangan tinggi energi dapat digunakan persamaan berikut :

Kehilangan masuk :

$$\Delta H_{masuk} = \xi_{masuk} \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$

| DIANJURKAN | persamaan | | |
|--|---|-------------|--------------|
| | | f_{masuk} | f_{keluar} |
| saluran pipa sampai pada peralihan samping saluran |  A | 0.65 | 1.00 |
| barel saluran pipa dihubungkan langsung dengan dinding hulu melalui saluran |  B | 0.55 | 1.10 |
| barel saluran pipa dihubungkan dengan peralihan punggung patah dengan sudut pelebaran 1:4 |  C | 0.50 | 0.65 |
| peralihan pipa panjang 6D menghubungkan saluran pipa dengan dinding hulu melalui saluran (bulat sampai segi empat) |  D | 0.40 | 0.10 |
| barel saluran pipa dihubungkan dengan peralihan mulut terompet, elips dengan sumbu D:1,5 D |  E | 0.10 | 0.20 |

Gambar 48. Koefisien Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan akibat gesekan :
$$\Delta H_f = C_f \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2 L}{C^2 R}$$

Kehilangan keluar :
$$\Delta H_{keluar} = \xi_{keluar} \frac{(V_a - V)^2}{2g}$$

Bila :

$C = K R^{1/6}$ adalah koefisien kekasaran *Strickler* ($K = 1/n = 70$ untuk pipa beton)

R = jari-jari hidrolis dalam m, untuk pipa beton diameter $R = 1/4 D$

L = panjang pipa, m

V = kecepatan aliran dalam pipa, m/dt

V_a = kecepatan aliran dalam saluran, m/dt.

Gambar 46 memperlihatkan harga-harga faktor kehilangan energi untuk peralihan masuk dan keluar gorong-gorong tenggelam

Menentukan ukuran gorong-gorong

Sebelum menentukan dimensi gorong-gorong, maka hal-hal berikut ini perlu dipertimbangkan di dalam menentukan dimensi gorong-gorong :

1) **Desain kala ulang**

Desain atau penentuan kala ulang gorong-gorong biasanya ditentukan lebih besar dari penentuan kala ulang untuk saluran. Yang menentukan desain kala ulang biasanya Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah setempat, karena hal ini menyangkut penghematan biaya pembangunannya. Para perencana harus menyadari bahwa rencana kala ulang harus ditentukan untuk setiap lokasi gorong-gorong. Biasanya untuk desain kala ulang gorong-gorong adalah 10 tahun.

2) **Penentuan minimum ukuran gorong-gorong**

Diameter minimum gorong-gorong perlu ditentukan dengan tujuan agar tidak sulit dalam pemeliharannya. Sebaiknya ukuran gorong-gorong dapat menampung debit rencana dan tidak menimbulkan arus

balik ke sebelah hulunya, karena hal ini dapat menimbulkan genangan. Penentuan minimum gorong-gorong harus memberikan debit yang lebih besar dari pada debit rencana, agar tidak menimbulkan arus balik yang dapat menimbulkan genangan. Ukuran gorong-gorong yang terlalu besar mengakibatkan biaya pembangunannya mahal dan tidak efisien. Minimum ukuran gorong-gorong 0,80 m.

- 3) Penentuan debit yang mengalir di dalam gorong-gorong
Rencana debit di dalam gorong-gorong biasanya ditentukan lebih besar dari pada rencana debit dari saluran. Untuk debit rencana gorong-gorong biasanya diambil 1,25 kali debit kala ulang untuk gorong-gorong.
- 4) Keselamatan masyarakat
Pembangunan gorong-gorong harus menjamin keselamatan pengguna jalan atau masyarakat sekitarnya. Oleh karena itu perlu ada tanda atau pagar pengaman pada lokasi gorong-gorong
- 5) Pemeliharaan
Gorong-gorong dibangun untuk mengalirkan air dari satu sisi jalan ke sisi lainnya tanpa ada hambatan. Untuk menjamin agar gorong-gorong tersebut tetap berfungsi dengan baik, maka diperlukan pemeliharaan secara berkala. Oleh karena itu harus ada ukuran minimum gorong-gorong agar pekerja dapat dengan mudah membersihkan gorong-gorong tersebut.
- 6) Potensi tumpukan dan saringan sampah
Sampah yang terdapat di dalam saluran akan berpotensi dapat menyumbat gorong-gorong. Oleh karena itu di dalam mendesain ukuran gorong-gorong harus memperhatikan potensi sampah yang dapat menghambat aliran mengalir ke dalam gorong-gorong. Salah satu cara untuk menghindari sampah masuk ke dalam gorong-gorong, maka perlu dipasang saringan sampah atau kisi-kisi penyaring di muka lubang masuk (inlet) gorong-gorong. Kisi-kisi penyaring dibuat dari jeruji-jeruji baja dan mencakup seluruh

bukaan/inlet. Jeruji-geruji dipasang miring dengan kemiringan 3:1 sampai dengan 5:1 (horizontal : vertikal). Jarak antara jeruji maksimum 0,15 m.

Penempatan gorong-gorong

Dalam perencanaan jalan, penempatan dan penentuan jumlah gorong-gorong harus diperhatikan terhadap fungsi dan medan setempat. Agar dapat berfungsi dengan baik, maka gorong-gorong ditempatkan pada:

- 1) Lokasi jalan yang memotong aliran
- 2) Daerah cekung tempat air dapat menggenang
- 3) Tempat kemiringan jalan yang tajam tempat air dapat merusak lereng dan badan jalan
- 4) Kedalaman gorong-gorong yang aman terhadap permukaan jalan minimum 60 cm.

Di samping itu juga harus diperhatikan faktor-faktor lain sebagai bahan pertimbangan, yaitu :

- Aliran air alamiah atau aliran air dari daerah sekelilingnya
- Elevasi dasar saluran aliran air yang akan masuk ke dalam gorong-gorong
- Elevasi muka air pada pemasukan (*inlet*) dan
- Elevasi muka air pada pengeluaran (*out let*)

Batas kecepatan aliran

Apabila merencanakan gorong-gorong, maka batas kecepatan minimum dan maksimum harus diperhitungkan. Kecepatan minimum aliran diperlukan untuk menjamin bahwa tidak ada endapan di dalam gorong-gorong. Kecepatan minimum biasanya diambil antara 0,50 m – 1,00 m/dt pada bagian hilir gorong-gorong. Kecepatan maksimum di dalam gorong-gorong ditentukan oleh dua faktor : (i) pengamanan saluran pada bagian hilir gorong-gorong dan (ii) tinggi maksimum air saluran di hulu gorong-gorong (*headwater*).

Komposisi gorong-gorong

Komposisi atau susunan gorong-gorong terdiri dari :

- 1) Saluran berbentuk pipa atau segi empat yang berfungsi membawa air dari satu sisi jalan ke sisi jalan lainnya
- 2) Tembok kepala yang berfungsi menahan ujung dan lereng jalan agar tidak longsor
- 3) Tembok bersudut dengan tembok kepala yang berfungsi untuk menahan bahu dan kemiringan jalan
- 4) Apron atau lantai dasar yang biasanya dipasang pada tempat masuk (*inlet*) yang berfungsi untuk mencegah terjadinya erosi dan juga sebagai dinding penyekat lumpur.
- 5) Konstruksi pengendali erosi pada tempat keluar (*outlet*)

Pengendalian erosi

Yang dimaksud pengendalian erosi adalah mencegah terjadinya longsor atau kehancuran bangunan. Pengendalian erosi diperlukan dengan berbagai-bagai alasan. Yang paling penting dari alasan-alasan tersebut adalah mencegah terjadinya longsor atau kehancuran bangunan gorong-gorong dan tebing jalan pada tempat keluar (*outlet*). Kehancuran atau longsor ini dapat terjadi, apabila gerusan pada tempat keluar (*outlet*) merusak gorong-gorong dan menggerus pondasi lantai dasar tempat keluar (*outlet*). Alasan lain dari pengendalian erosi adalah mencegah kerusakan bangunan lainnya di sekitarnya dan mempertahankan estetika.

Metode pengendalian erosi

Ada dua pendekatan dasar untuk pengendalian erosi. Pendekatan pertama adalah dengan merencanakan kecepatan aliran yang rendah yang keluar dari gorong-gorong tanpa menimbulkan erosi. Pada kasus pendekatan pertama terjadi karena ukuran gorong-gorong yang digunakan terlalu besar (*oversized culvert*) atau dengan merencanakan bangunan

outlet untuk menghilangkan energi kinetik tambahan dan mengurangi kecepatan aliran.

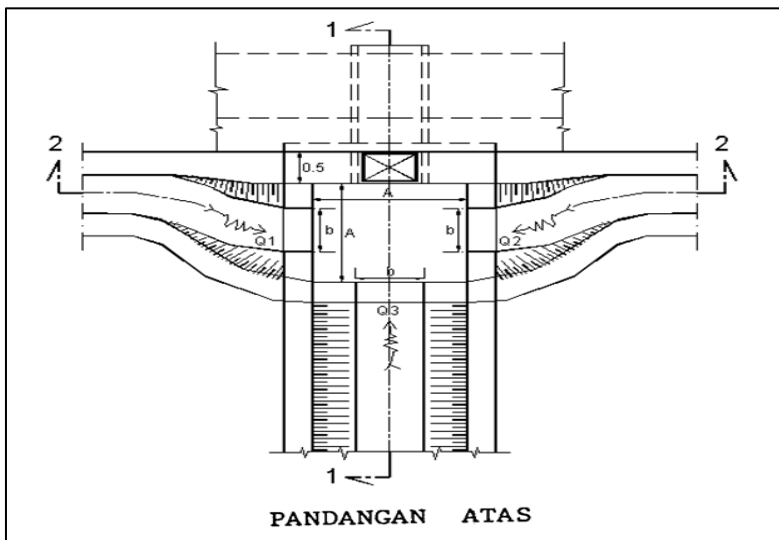
Pendekatan kedua adalah merencanakan perlindungan erosi atau kikisan air pada tempat keluar air dari gorong-gorong. Pada kasus pendekatan kedua, aliran di dalam gorong-gorong dibiarkan mengalir tanpa halangan ke dalam saluran penerima (the receiving channel) dan erosi pada saluran penerima dicegah dengan memasang batu-batu pecah pada saluran penerima atau memasang riprap.

Metode yang dipilih untuk mengatasi erosi harus selalu didasarkan kepada biaya yang paling rendah. Biasanya yang menjadi pertimbangan utama untuk mencegah terjadinya erosi pada tempat keluar adalah dengan memasang riprap pada saluran penerima (outlet) dan riprap ini digunakan hanya semata-mata untuk kecepatan air yang keluar dari dalam gorong-gorong sampai 3 m/dt. Apabila kecepatan air yang keluar dari gorong-gorong lebih besar dari 3 m/dt, sebaiknya lantai dasar dari dari tempat keluar (outlet) saluran dipasang dengan beton bertulang atau pasangan batu kali

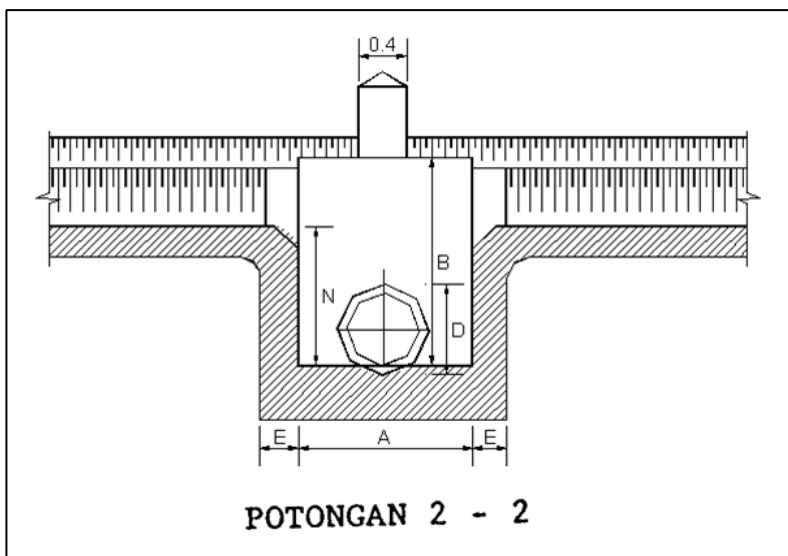
8.2.2. Rincian masing-masing

Setelah menghitung semua gorong-gorong, maka diperoleh suatu jaringan drainase jalan yang perlu diketahui di sini adalah bentuk hubungan antara saluran dengan saluran lainnya. Gambar C-1 memperlihatkan hubungan antara saluran yang satu dengan saluran yang lain yang merupakan suatu sistem yang salurannya bermuara di sungai.

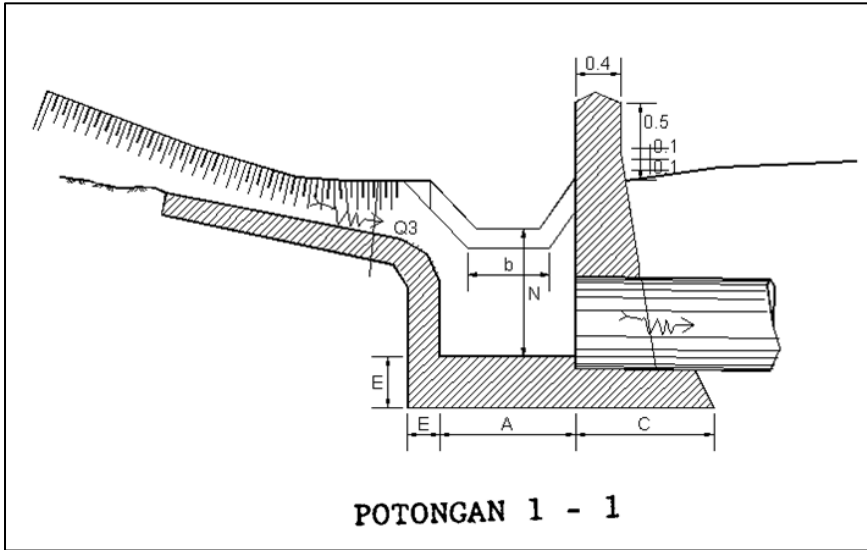
Berikut ini diberikan rincian macam-macam sambungan gorong-gorong tersebut beserta bangunan pematah arus.



Gambar 49. Tampak Atas Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran



Gambar 50. Potongan Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran



Gambar 51. Potongan Gorong-Gorong Penampung Tiga Aliran

DAFTAR PUSTAKA

- A.L. Townsend. Plumbing 1. 1977. London: Hutchinson & Co (Publisher) Ltd.
- Dep. PU, Ditjen Bina Marga, **“Technical Guidelines No. 013/T/T/BT/1995**
- L.D. Wesley, “Mekanik Tanah”, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1973
- Sudariyono. 1991. Sarasehan Pengelolaan Daerah Resapan tanggal 9 Maret 1991. Yogyakarta: UGM
- Sunar Rochmadi. 1995. Teknik Lingkungan. Yogyakarta: UPP IKIP Yogyakarta
- Sunaryo. 1986. Plumbing 1(Terjemahan). Semarang: IKIP Semarang Press Tjaman.
- Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, DSN, SNI 03-3424-1994

GLOSARIUM

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Air hujan | : | drainase permukaan jalan adalah drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air permukaan jalan dan air dari lingkungan sekitarnya. |
| drainase | : | drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air atau ke bangunan resapan |
| drainase permukaan | : | adalah drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air permukaan |
| drainase lingkungan | : | adalah drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air dari lingkungan dan juga dari permukaan jalan. |
| drainase bawah tanah | : | adalah drainase yang berfungsi untuk mengendalikan muka air tanah, agar kadar air pada jalan tidak naik. |
| kadar air | : | adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah |
| lingkungan | : | adalah daerah pelayanan suatu saluran ke saluran lainnya atau ke muaranya. |
| lapis permukaan | : | adalah lapis bagian atas jalan yang berfungsi sebagai perkerasan untuk menahan beban roda, sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca dan sebagai lapisan aus |
| lapis perkerasan | : | adalah lapisan konstruksi jalan yang terletak di atas tanah dasar. |
| lapis pondasi atas (LPA) | : | adalah bagian dari lapisan suatu perkerasan yang berfungsi untuk |

- menahan beban roda dan sebagai perletakan dari lapis permukaan.
- lapis pondasi bawah (LPB) : adalah bagian dari lapisan suatu perkerasan yang berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban roda, dan untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- sistem drainase permukaan jalan : adalah susunan komponen drainase yang terdiri dari profil melintang lapis perkerasan jalan, bahu jalan, saluran samping, saluran penangkap dan gorong-gorong.
- tanah dasar : adalah tanah yang mendukung konstruksi perkerasan jalan

INDEKS

A

Air hujan, 6, 24, 28, 30,34. 40, 72, 77,
78,81,92.

D

Drainase, 6, 7, 8, 9, 10, 11, D15, 16,
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,
26, 27, 31, 32, 36, 43

drainase permukaan, 8, 9, 10, 11, 15,
16, 24, 25, 26, 32, 43

drainase lingkungan, 9, 10, 16, 19, 20,
21.

nase bawah tanah, 9, 10, 16, 17, 18, 19,
29, 31

K

kadar air, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 30, 31

L

lapis permukaan, 3, 5,
11, 33
lapis perkerasan, 33

lapis pondasi atas
(LPA), 3

lapis pondasi bawah
(LPB), 4

S

sistem drainase
permukaan jalan, 10,
14, 26, 39, 43

T

tanah dasar, 3, 4, 5, 6, 8,
9, 11, 17, 18, 42

MEMAHAMI DASAR-DASAR DRAINASE JALAN : *Studi Kasus Drainase Jalan Kabupaten*

SALMANI

Drainase, adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan jalan atau ke bangunan resapan, sedangkan yang dimaksud dengan drainase permukaan jalan atau drainase jalan adalah drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air dari permukaan jalan atau dari daerah sekitarnya ke badan air atau ke sumur resapan. Masalah-Masalah Drainase Jalan : Sejak semula setelah jalan-jalan dibangun sudah dikenal bahwa stabilitas suatu konstruksi jalan dan kemampuan menahan beban yang berat, adalah tergantung kepada pondasi tanah dasar dalam keadaan mantap. Setiap penambahan kadar air yang berlebihan dapat menyebabkan permulaan timbulnya kehancuran jalan dan didalam banyak hal dapat diketahui bahwa tanah dasar yang basah dan lembek, adalah disebabkan pengeringan yang tidak sempurna atau tidak memadai. Tujuan dari sistem drainase jalan, adalah mencegah kehancuran konstruksi jalan dengan cara selalu menjaga kadar airnya yang rendah. Usaha ini akan menyangkut 4 (empat) langkah :

- a) Pengumpulan dan pembuangan air permukaan dari jalan dan daerah sekitarnya dengan cara membangun saluran samping.
- b) Pengumpulan dan pembuangan air tanah dari bagian bawah dan pertemuan antara bagian konstruksi dengan tanah dasar dengan cara membuat saluran bawah tanah (*sub-drain*).
- c) Pengumpulan dan pembuangan air pegunungan yang mengalir melalui permukaan jalan dengan cara membuat saluran penangkap (*catch drain*).
- d) Pengumpulan dan pembuangan air yang rembes dari tanggul saluran irigasi yang mengalir melalui permukaan jalan dengan cara membuat saluran samping atau saluran penangkap (*catch drain*).

Selain masalah-masalah tersebut diatas, adalah masalah terjadinya kerusakan-kerusakan drainase permukaan jalan, drainase bawah tanah dan drainase lingkungan. Yang dimaksud dengan drainase permukaan jalan adalah drainase yang berfungsi mengalirkan air permukaan, baik air dari permukaan jalan dan atau dari daerah sekitarnya ke badan air atau ke sumur resapan.



Penerbit Poliban Press

Redaksi :

Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basry,
Pangeran, Komp. Kampus ULM, Banjarmasin Utara

Telp : (0511)3305052

Email : press@poliban.ac.id

ISBN 978-623-5259-23-9 (PDF)

