

**MODUL
PERENCANAAN DRAINASE
PERMUKAAN JALAN**

Oleh:

Ir. Adiwijaya, PhD

PRAKATA

Modul Perencanaan Drainase Permukaan Jalan merupakan acuan baku baik untuk evaluasi perencanaan teknis, pelaksanaan pembangunan perbaikan dalam bentuk apapun (fisik, kebijakan) pada suatu jalan.

Modul ini disiapkan dalam rangka kegiatan Diklat Penanganan Drainase Jalan. Secara umum Modul ini menjelaskan: Pengertian umum dan langkah-langkah atau prinsip-prinsip pelaksanaan perencanaan drainase permukaan yang mengedepankan pendekatan dan pemahaman terhadap konsep yang berwawasan lingkungan.

Modul ini menjelaskan tatacara perencanaan drainase permukaan yang meliputi ketentuan teknis perencanaan drainase, daerah limpasan, daerah pengaliran serta parameter parameter lain yang berkaitan dengan perencanaan saluran drainase permukaan jalan.

Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul ini, maka peserta dapat dibekali ilmu pengetahuan untuk merencanakan dimensi saluran samping sesuai kebutuhan dilapangan, dengan memilih berbagai bentuk drainase yang sesuai dengan lingkungannya.

Semoga para peserta diklat dapat memanfaatkan momentum pembelajaran ini sehingga memudahkan dalam melakukan desain maupun kontrol terhadap kebenaran dari pihak ketiga yang ditugasi untuk melakukan perencanaan drainase permukaan.

Bandung Agustus 2016
Penulis

Ir.Adiwijaya Ph.D

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Deskripsi Diklat
- 1.3. Standar Kompetensi
- 1.4. Kompetensi Dasar
- 1.5. Indikator Keberhasilan
- 1.6. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok
- 1.7. Estimasi Waktu

BAB II KETENTUAN TEKNIS PERENCANAAN DRAINASE PERMUKAAN

- 2.1. Pendahuluan
- 2.2. Pengertian
- 2.3. Ketentuan Teknis
 - 2.3.1. Drainase permukaan
 - 2.3.2. Saluran terbuka dan saluran tertutup
- 2.4. Kriteria Perencanaan
 - 2.4.1. Koefisien pengaliran(C)
 - 2.4.2. Faktor limpasan (ft)
 - 2.4.3. Waktu konsentrasi (T)

BAB III DAERAH ALIRAN

- 3.1. Daerah Aliran Sungai
- 3.2. Daerah Pengaliran Saluran Samping
- 3.3. Daerah Pelayanan Saluran Samping
- 3.4. Limpasan

BAB IV BENTUK-BENTUK SALURAN

- 4.1. Saluran Samping
 - 4.1.1. saluran samping
 - 4.1.2. gorong-gorong
 - 4.1.3. Box Culvert

BAB V DESAIN DRAINASE PERMUKAAN

- 5.1. Umum
- 5.2. Petunjuk Perencanaan

- 5.3. Tahapan Perencanaan
- 5.4. Analisa Intensitas Curah Hujan
- 5.5. Perhitungan Debit Banjir
- 5.6. Koefisien Run Off/Limpasan (C)
- 5.7. Luas Daerah Aliran (A)
- 5.8. Contoh Perhitungan

DAFTAR PUSTAKA

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Bab ini akan menjelaskan pengertian dan ketentuan teknis drainase permukaan, saluran terbuka serta kriteria perencanaan.

Pada hakekatnya drainase jalan raya di perkotaan maupun di luar kota tidak ada perbedaan yang prinsip. Umumnya di perkotaan dan luar perkotaan, drainase jalan raya dapat berfungsi sebagai saluran untuk air dari permukaan (badan) jalan dan sekaligus juga berfungsi menampung daerah tangkapan lingkungan sekitarnya. Bahkan diperkotaan menjadi saluran drainase lingkungan juga. Secara umum tipikal drainase jalan selalu mempergunakan drainase muka tanah (surface drainage), namun di beberapa tempat kadangkala diperlukan semacam sub-drainase (drainase bawah jalan).

Di perkotaan saluran muka tanah selalu ditutup yang berfungsi juga sebagai bahu jalan atau trotoar (fasilitas bagi pejalan kaki). Drainase jalan raya perkotaan elevasi sisi atas selalu lebih tinggi dari sisi atas muka jalan. Air masuk ke saluran melalui inlet. Inlet yang ada dan dapat berupa inlet tegak maupun inlet horizontal. Untuk jalan raya yang lurus, kemungkinan letak saluran pada ke dua sisi, yaitu sisi kiri dan sisi kanan jalan. Jika jalan ke arah lebar miring ke arah tepi, maka saluran akan terdapat pada sisi tepi jalan atau pada bahu jalan. Sedangkan jika kemiringan arah lebar jalan ke arah median jalan maka saluran akan terdapat pada median jalan tersebut. Jika jalan tidak lurus tetapi menikung, maka kemiringan jalan satu arah, tidak dua arah seperti jalan yang lurus. Kemiringan pada satu arah pada jalan

menikung ini menyebabkan saluran hanya pada satu sisi jalan yaitu sisi yang rendah. Untuk menyalurkan air pada saluran ini pada jarak tertentu, direncanakan adanya pipa nol yang diposisikan di bawah badan jalan untuk mengalirkan air dari saluran.

Banyak hal yang menjadi permasalahan dan kendala dalam sistem drainase baik di perkotaan maupun di luar kota terutama berkaitan dengan, masalah teknis dalam penerapan konsep drainase perkotaan. Pemahaman yang ada, bahwa air hujan yang turun ke permukaan tanah harus/masih dibuang “secepat-cepatnya (dibuang) ke sungai, dengan prinsip bahwa air hujan yang jatuh ke permukaan jalan memang harus dialirkan dan dibuang ke saluran drainase (samping jalan). Persoalannya adalah bahwa air hujan yang turun ke permukaan jalan tersebut dan dialirkan ke saluran kemudian tidak diberi kesempatan untuk “meresap” sebagai cadangan air tanah, akibatnya tanah tak punya cadangan air, muka air tanah turun, kekeringan melanda. Sementara itu, sungai tidak lagi mengalirkan air bersih. Air sungai bercampur juga dengan air limbah, baik itu skala kecil maupun besar. Tumpang tindih fungsi atas keberadaan sungai ini jelas membawa dampak permasalahan yang cukup potensial dalam merusak lingkungan.

Muncul dalam pengelolaan sistem drainase perkotaan maupun antarkota, adalah konsep integrasi sistem jaringan drainase antar wilayah / kabupaten yang mengedepankan berwawasan lingkungan. Sebagai sebuah jaringan dan sistem, tidak mungkin bila aliran air dikelola sendiri-sendiri. Pendimensian saluran, penggunaan sungai secara terpadu, sosialisasi kepada masyarakat harus dilakukan secara menyeluruh.

1.2. DISKRIPSI DIKLAT

Mata Diklat ini membahas ketentuan teknis perencanaan drainase permukaan, Daerah Aliran, Bentuk-bentuk saluran, dan Desain drainase permukaan

1.3. STANDAR KOMPETENSI

Setelah mengikuti pembelajaran ini, Peserta diklat mampu memahami dan menjelaskan Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

1.4. KOMPETENSI DASAR

- a. Peserta mampu memahami Ketentuan Teknis Perencanaan Drainase Permukaan
- b. Peserta mampu memahami Daerah Aliran
- c. Peserta mampu memahami Bentuk-bentuk Saluran
- d. Peserta mampu memahami Desain Drainase Permukaan

1.5. MATERI POKOK DAN SUB MATERI POKOK

Materi pokok yang diajarkan meliputi:

- a. Ketentuan Teknis Perencanaan Drainase Permukaan
- b. Daerah Aliran
- c. Bentuk-bentuk Saluran
- d. Desain Drainase Permukaan

Sedangkan sub materi pokok meliputi:

1. Pengertian dan Jenis-jenis Drainase
2. Ketentuan Teknis
3. Saluran Terbuka Dan Tertutup
4. Kriteria Perencanaan

5. Daerah Aliran Sungai
6. Daerah Pengaliran Saluran Samping
7. Daerah Pelayanan Saluran Samping
8. Limpasan
9. Saluran Samping
10. Gorong-gorong
11. Box Culvert
12. Petunjuk Perencanaan
13. Tahapan Perencanaan
14. Analisa Intensitas Curah Hujan
15. Perhitungan Debit Banjir
16. Koefisien Run Off/Limpasan
17. Luas Daerah Aliran (A)
18. Contoh Perhitungan
19. Penentuan Ukuran/Dimensi Drainase
20. Ukuran Saluran Samping
21. Periksa Kemiringan Tanah di Lapangan
22. Menghitung gorong-gorong untuk Membuang air dari saluran samping
23. Perhitungan Debit Rencana
24. Menghitung Dimensi Saluran
25. Menghitung Dimensi Gorong-gorong

1.6. ESTIMASI WAKTU

Estimasi waktu pembelajaran yang disediakan untuk bisa mewujudkan standar kompetensi yang sudah ditentukan dibutuhkan waktu sekitar 6 (enam) jam pembelajaran.

BAB II KETENTUAN TEKNIS PERENCANAAN DRAINASE PERMUKAAN

2.1. PENGERTIAN

Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air (sungai dan danau) atau tempat peresapan buatan. Dalam merencanakan sistem drainase jalan berdasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi:

drainase permukaan (*surface DRAINAGE*)

drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*)

Secara umum, pendekatan langkah perencanaan sistem drainase jalan yang berwawasan lingkungan adalah dimulai dengan memplot rute jalan yang akan ditinjau di peta topografi untuk mengetahui daerah layanan sehingga dapat memprediksi kebutuhan penempatan bangunan drainase penunjang seperti saluran samping jalan, fasilitas penahan air hujan dan bangunan pelengkap, dengan memperhatikan keberadaan lingkungan yang berkaitan dengan peluang ditematkannya bangunan peresap air atau penampung air. Juga harus memperhatikan pengaliran air yang ada di permukaan maupun yang ada di bawah permukaan dengan mengikuti ketentuan teknis yang ada tanpa mengganggu stabilitas konstruksi jalan.

Sistem drainase permukaan jalan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan dan juga dari daerah

sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan akibat air banjir yang melimpas di atas perkerasan jalan atau erosi pada badan jalan.

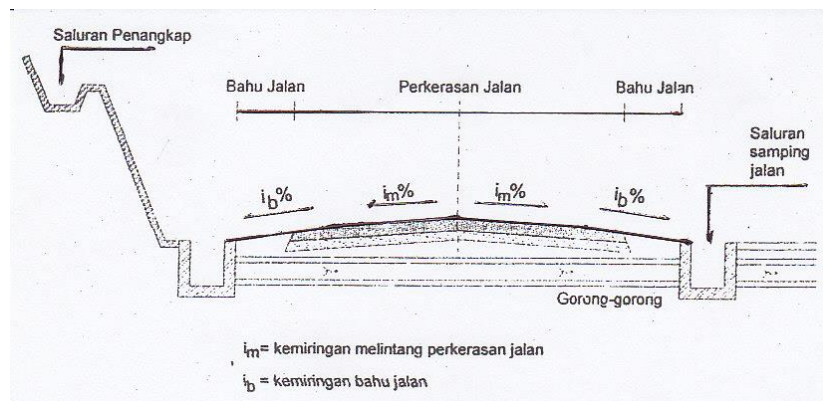
Sistem drainase bawah permukaan bertujuan untuk menurunkan muka air tanah dan mencegah serta membuang air infiltrasi dari daerah sekitar jalan dan permukaan jalan atau air yang naik dari subgrade jalan.

Jenis-jenis drainase

Menurut Sejarah Terbentuknya

Drainase alamiah (natural drainage), terbentuk secara alamiah, tidak terdapat bangunan penunjang.

Drainase Buatan (artificial drainage), dibuat dengan tujuan tertentu, memerlukan bangunan khusus.



Gambar 1.1 Tipikal sistem drainase jalan

Sumber PERENCANAAN SISTEM DRAINASE JALAN (PD-T-02-2006-

2.3. KETENTUAN TEKNIS

2.3.1. DRAINASE PERMUKAAN

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan drainase permukaan diuraikan sebagai berikut:

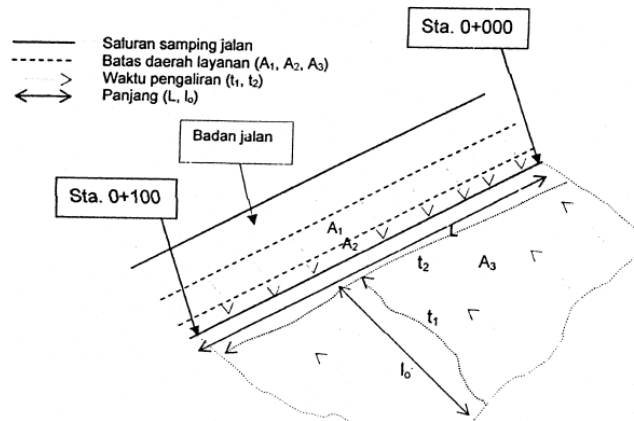
- 1) Plot rute jalan di peta topografi (L)
 - a. plot rute jalan rencana pada topografi ini diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah, kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari.
 - b. kondisi terain pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.
- 2) Inventarisasi data bangunan drainase(gorong-gorong, jembatan dll) eksisting Meliputi lokasi,dimensi, arah aliran pembuangan dan kondisinya. Data ini digunakan agar perencanaan sistem drainase jalan tidak mengganggu sistem drainase yang telah ada.
- 3) Panjang Segmen saluran (L)

Penentuan panjang segmen saluran(L) didasarkan pada:

 - a. Kemiringan saluran disarankan mendekati kemiringan rutej alan;
 - b. Adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnyasungai,waduk,dll)
 - c. Dimensi saluran menggunakan langkah coba-coba, sehingga dimensi saluran paling ekonomis

- 4) Luas daerah layanan(A)
- a. perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau;
 - b. luas daerah layanan(A) untuk saluran samping jalan perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan.
 - c. luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan (A1), luas bahu jalan (A2) dan luas daerah di sekitar (A3).
 - d. Batasan luas daerah layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi serta daerah sekelilingnya panjang daerah pengaliran yang diperhitungkan terdiri atas setengah lebar badan jalan (L_1), lebar bahu jalan (L_2) dan daerah sekitar (I_3) yang terbagi atas daerah perkotaan yaitu ± 10 m dan untuk daerah luar kota yang didasarkan pada topografi daerah tersebut.
 - e. Jika diperlukan pada daerah perbukitan, direncanakan beberapa saluran (Lihat sub bab drainase lereng) untuk menampung limpasan dari daerah bukit dengan batas daerah layanan adalah puncak bukit tersebut tanpa merusak stabilitas lereng. Sehingga saluran tersebut hanya menampung air dari luas daerah layanan daerah sekitar (A3)

Penjelasan ketentuan teknis tersebut dapat dilihat secara skematik sebagaimana diperlihatkan pada Gambar.1.2 Daerah pengaliran saluran samping sebagai berikut ini:



Gambar: 1.2 Daerah pengaliran saluran samping jalan

2.3.2. SALURAN TERBUKA DAN SALURAN TERTUTUP

Sudah bukan rahasia lagi kalau tiba musim hujan pasti banyak orang yang merasa khawatir akan terjadinya banjir, apalagi bagi mereka yang tinggal di wilayah yang rentan banjir atau menjadi langganan banjir. Penyebab utama genangan atau banjir memang ada banyak faktor, makin berkurangnya daerah resapan air hujan, karena meningkatnya luas daerah yang ditutupi oleh perkerasan, dengan meningkatnya pembangunan permukiman dapat mengakibatkan waktu berkumpulnya air (*time of concentration*) menjadi jauh lebih pendek, sehingga akumulasi air hujan yang

terkumpul melampaui kapasitas drainase yang ada sehingga air meluap dari saluran drainase.

Untuk mengalirkan air hujan, dari suatu tempat ketempat lain, misalnya dari daerah permukiman kedaerah pembuangan seperti saluran utama, sungai, danau, laut, dll, dibutuhkan sarana atau prasarana di permukiman berupa drainase permukiman.

Jaringan drainase berfungsi untuk menyalurkan air hujan agar lingkungan perumahan bebas dari genangan air; Untuk menentukan ukuran saluran drainase ditentukan berdasarkan kapasitas volume air yang akan ditampung dan frekuensi intensitas curah hujan 5 tahunan dan daya resap tanah; Sitem saluran dapat terbuka atau tertutup,

Persyaratan saluran terbuka :

- a. Saluran berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, diameter minimum 20cm;
- b. Kemiringan saluran minimum 2%
- c. Kedalaman saluran minimum 40cm;
- d. Bahan bangunan : tanah liat, beton, batu bata, batu kali;

Persyaratan Saluran tertutup :

- a. Saluran dilengkapi dengan lubang kontrol pada setiap jarak minimal 10 meter dan pada setiap belokan;
- b. Kemiringan saluran minimum 2%
- c. Kedalaman saluran minimum 30cm;
- d. Bahan bangunan:PVC,tanah liat,beton,batu bata,batu kali

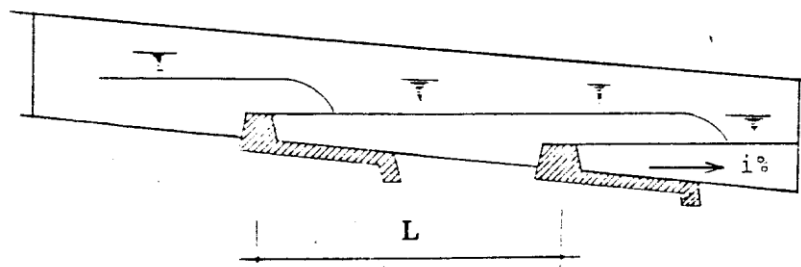
Saluran air hujan didesain untuk digunakan atau dipakai hanya untuk dilingkungan permukiman. Pada umumnya, beban hidup

adalah orang, bila dilalui kendaraan roda dua (motor) atau roda 4 (mobil) maka saluran tersebut harus ditutup dengan plat beton bertulang tebal 10-12cm. Pada lokasi pinggir jalan raya yang dapat dilewati oleh kendaraan berat seperti truk, dll, saluran air hujan tidak direkomendasikan ditempat tersebut. Pada saluran air hujan, air hujan yang masuk kesaluran adalah air hujan yang tidak tercemar dan bukan air limbah

Pematahan Arus/Chek Dam

Pada suatu selokan samping yang relatif panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar, kadang-kadang diperlukan pematahan arus (check dam) untuk mengurangi kecepatan aliran.

Pemasangan jarak check dam (L) biasanya ditentukan sebagai diperlihatkan pada gambar 1.3 berikut :



1 (%)	6%	7%	8%	9%	10%		
L (M)	16 M	10 M	8 M	7 M	6 M		

Gambar 1.3 Penempatan pematah Arus

2.4. KRITERIA PERENCANAAN

2.4.1. KOEFISIEN PENGALIRAN(C)

- a. Koefisien pengaliran(C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan)
- b. Pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran. Untuk itu diperlukan peta topografi dan melakukan survai lapangan agar corak topografi di daerah proyek dapat lebih diperjelas. Diperlukan pula jenis sifat erosi dan tanah pada daerah sepanjang trase jalan rencana antara lain tanah dengan permeabilitas tinggi(sifat lulus air) atau tanah dengan tingkat erosi permukaan secara visual akan nampak pada daerah yang menunjukkan alur-alur pada permukaan.

2.4.2. FAKTOR LIMPASAN (FT)

Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien runoff biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah (lihatTabe1.1)

Tabel :1.1 Koefisien Pengaliran dan Faktor limpasan

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (c)	Faktor Limpasan fk
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95	-
2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70	-
3. Bahu jalan		-
1. – Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65	-
1. – Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20	-
1. – Batuan 13ndust keras	0,70 – 0,35	-
1. – Batuan 13ndust lunak	0,60 – 0,75	-
4. Daerah perkotaan	0,70 – 0,95	2,0
5. Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,70	1,5
6. Daerah 13ndustry	0,60 – 0,90	1,2

7. Pemukiman padat	0,60 – 0,80	2,0
8. Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60	1,5
9. Taman & kebun	0,20 – 0,40	0,2
10. Persawahan	0,45 – 0,60	0,5
11. Perbukitan	0,70 – 0,80	0,4
12. Pegunungan	0,75 – 0,90	0,3

Harga koefisien pengaliran(C) untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang terbesar.

Harga faktor limpasan (fk) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.

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

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 \cdot f_{k_3}}{A_1 + A_2 + A_3}$$

dengan keterangan :

C₁, C₂, C₃ koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 luas daerah pengalirany ang diperhitungkasn sesuai dengan kondisi permukaan lihat Gambar2 diatas)

fk faktor limpasan sesuai tata guna lahan lihat Tabel:1

2.4.3. WAKTU KONSENTRASI (T)

a. Waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran secara simultan (run off) setelah melewati titik-titik tertentu.

b. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan menggunakan rumus dibawah, sedangkan untuks saluran tertutup dapat menggunakan grafik yang ada pada sub bab

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{i_s}} \right)^{0,167}$$

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

Dengan pengertian:

T_c = waktu Konsentrasi (menit)

t_1 = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t_2 = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

L = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (panjangs aluran dalam (m)

nd = koefisien hambatan (lihat Tabel 2)

i = kemiringasna luran memanjang

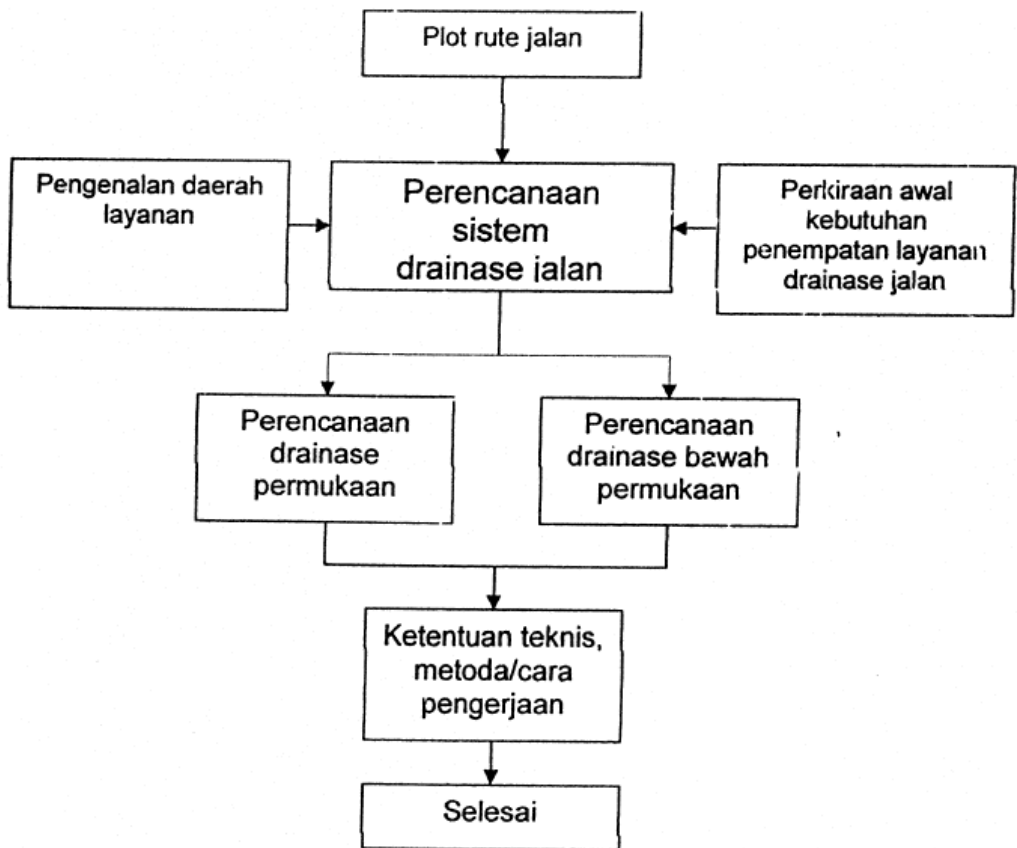
V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 1.2: Koefisien hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,10
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5. Padang rumput dan rerumputan	0,40
6. Hutan gundul	0,60
7. Hutan rimbung dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

Mekanisme perencanaan drainase dapat digambarkan sebagaimana diperlihatkan pada Diagram:1 bagan alir proses persncanaan Drainase Jalan dibawah ini:

Diagram:1 bagan alir proses perencanaan Drainase Jalan

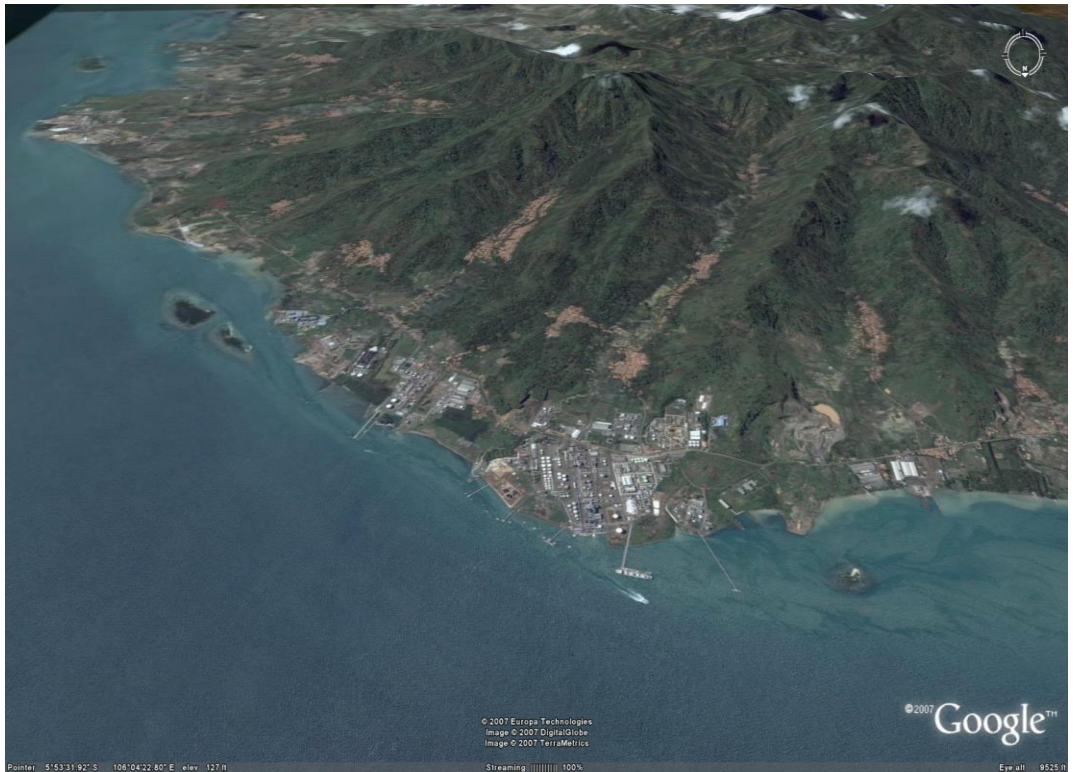


Pada bagan alir tersebut menjelaskan tatacara melakukan desain drainase samping permukaan jalan yang diawali dari penetapan trase jalan lalu pengenalan daerah layanan sampai pada penetapan ketentuan teknis dan cara pengerjaannya.

BAB III DAERAH ALIRAN

3.1. DAERAH ALIRAN SUNGAI

Pengertian Daerah aliran sungai adalah daerah aliran suatu bangunan drainase berupa daerah tangkapan hujan yang mengalirkan air hujan ke bangunan drainase tersebut. Pada gambar dibawah memperlihatkan semua muara aliran suatu daerah akan menuju ke laut melalui alur sungai.



Gambar:2.1 Daerah Aliran Sungai

3.2. DAERAH PENGALIRAN SALURAN SAMPING

Berapa luas daerah yang akan ditampung oleh suatu segmen saluran samping dari drainase jalan dapat digambarkan sebagaimana sketsa gambar: C-1 dibawah ini, sehingga luas daerah pelayanannya dapat diperhitungkan seperti pembagian luas A,B,C dst.

Sejalan dengan perkiraan luas areal tersebut dapat di rencanakan berapa penampang dari masing-masing segmen ruas jalannya.



L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan (L1+L2+L3)

Keterangan :

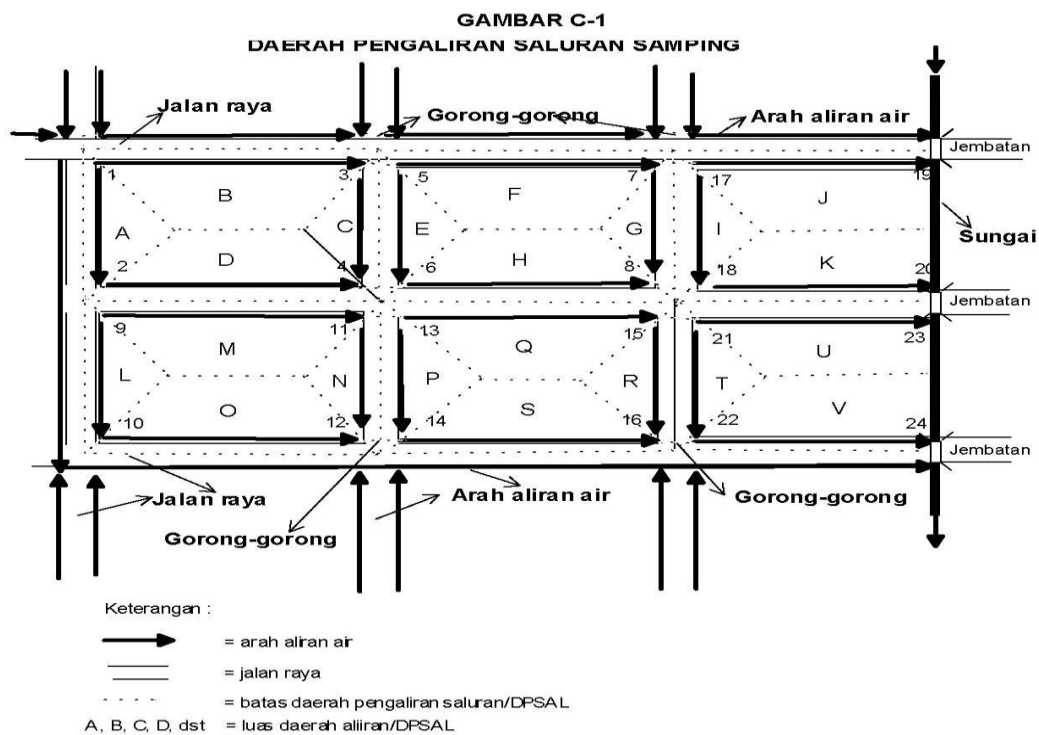
L1 = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2 = ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

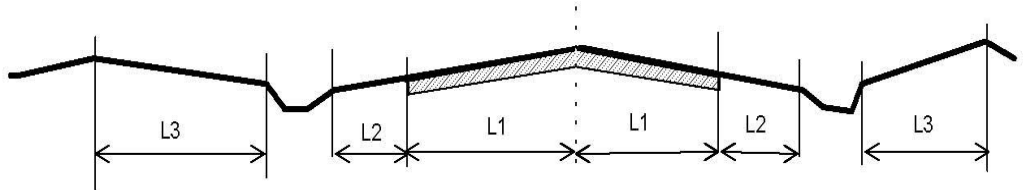
L3 = tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m

3.3. DAERAH PELAYANAN SALURAN SAMPING

Derah pelayanan saluran samping adalah merupakan jangkauan aliran air dari titik terjauh menuju saluran tersebut, secara konservatif sebagaimana di maksudkan pada SNI 08-3442-1994 dapat digambarkan sebagai sketsa di bawah ini



GAMBAR C-3



KETERANGAN :

L1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi jalan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

L3 = Tergantung dari keadaan garis tinggi (contour line) pada daerah setempat dapat lebih kecil dari 100 m atau dapat lebih besar dari 100 m

3.4. LIMPASAN

Pengertian limpasan yakni banyaknya air yang mengalir keluar dari suatu daerah aliran sehingga fungsi drainase akan tepat sasaran sebagaimana yang ditetapkan dalam Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan NO. 008/T/BNKT/1990 DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA DIREKTORAT PEMBINAAN JALAN KOTA, yaitu :

1. Mengalirkan air hujan/air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping; menuju saluran pembuang akhir
2. Mencegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran disekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan
3. Mencegah kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air.

BAB IV BENTUK-BENTUK SALURAN

4.1. SALURAN SAMPING

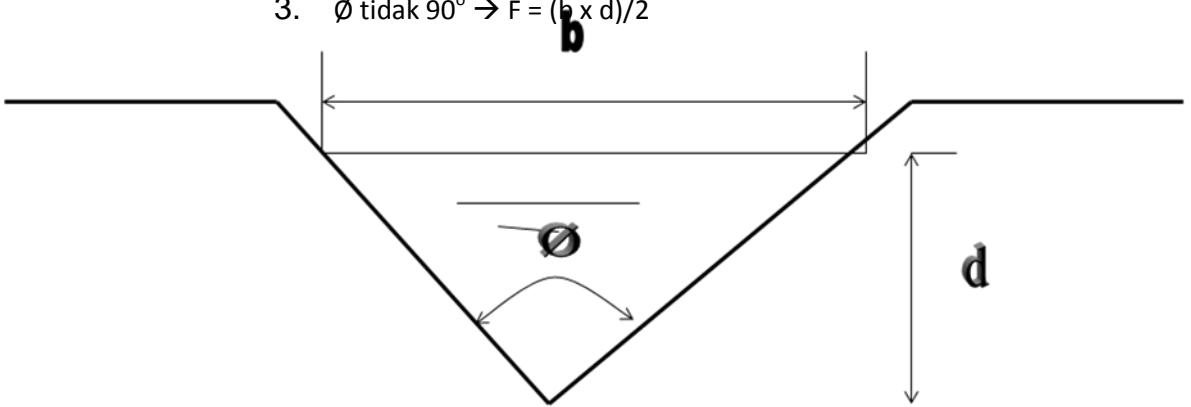
Berbagai bentuk saluran samping baik yang terbuka maupun yang tertutup, bentuk-bentuk saluran samping terbuka ataupun tertutup antara lain :

4.1.1. SALURAN SAMPING

a. Bentuk Segitiga

Bentuk segitiga ini menjadikan sudut segitiga sebagai dasar saluran sehingga perhitungan keliling dan luas basahnya diperlihatkan ppada gambar:3.1 Bentuk segi tiga berikut ini:

1. Sudut dasar saluran $\phi = 90^\circ - 15^\circ$
2. $\phi = 90^\circ \rightarrow F = d^2$
3. ϕ tidak $90^\circ \rightarrow F = (b \times d)/2$

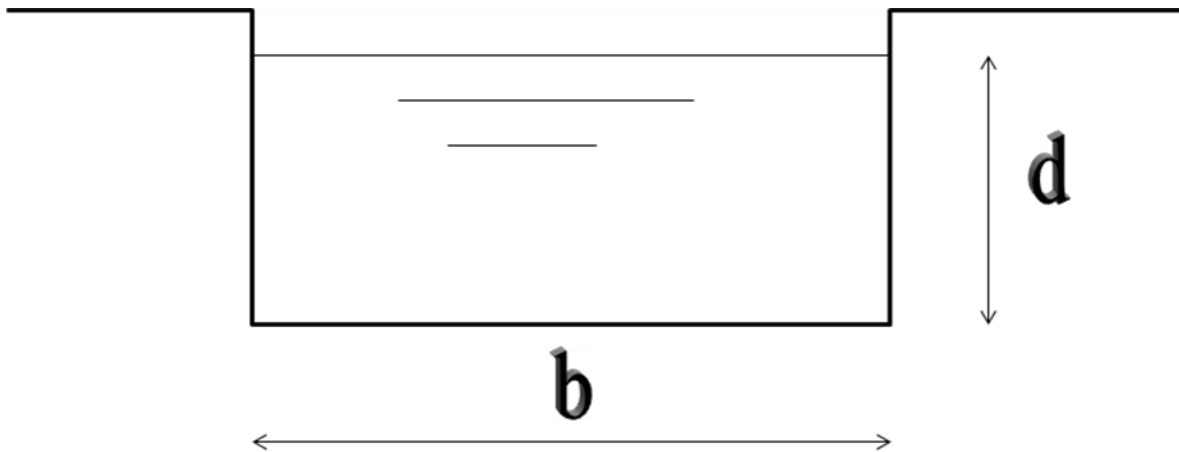


Gambar:3.1 Bentuk Saluran Segi Tiga

b. Saluran Bentuk Segiempat

Bentuk segiempat merupakan bentuk yang biasa digunakan pada ruas jalan yang mempunyai daerah ROW jalan terbatas, karena bentuk ini dapat diterapkan untuk daerah lebar milik jalan yang sempit, sebagaimana digambarkan pada Gambar: 3.2 Bentuk Saluran Segiempat berikut ini: dengan ketentuan lebar (b) \geq kedalaman saluran (d); $F = bd$

Lahan tersedia terbatas



Gambar:3.2 Saluran Bentuk Segiempat

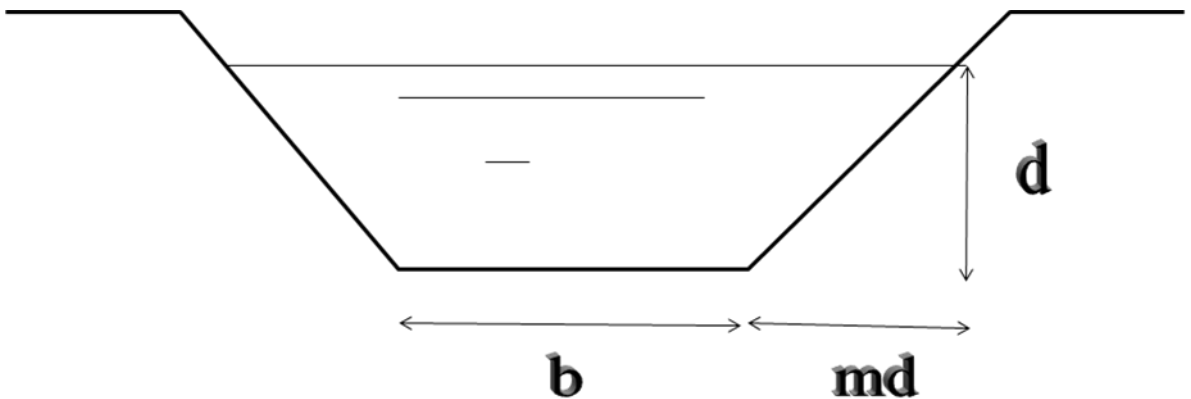
c. Saluran bentuk trapesium

Saluran bentuk trapesium ini memerlukan daerah milik jalan yang cukup lebar, secara skematis dapat dilihat pada Gambar:3.3 Saluran Bentuk Trapesium sebagai berikut:

Kemiringan talud disesuaikan dengan debit air $F = d (b + md)$

Lahan

tersedia cukup

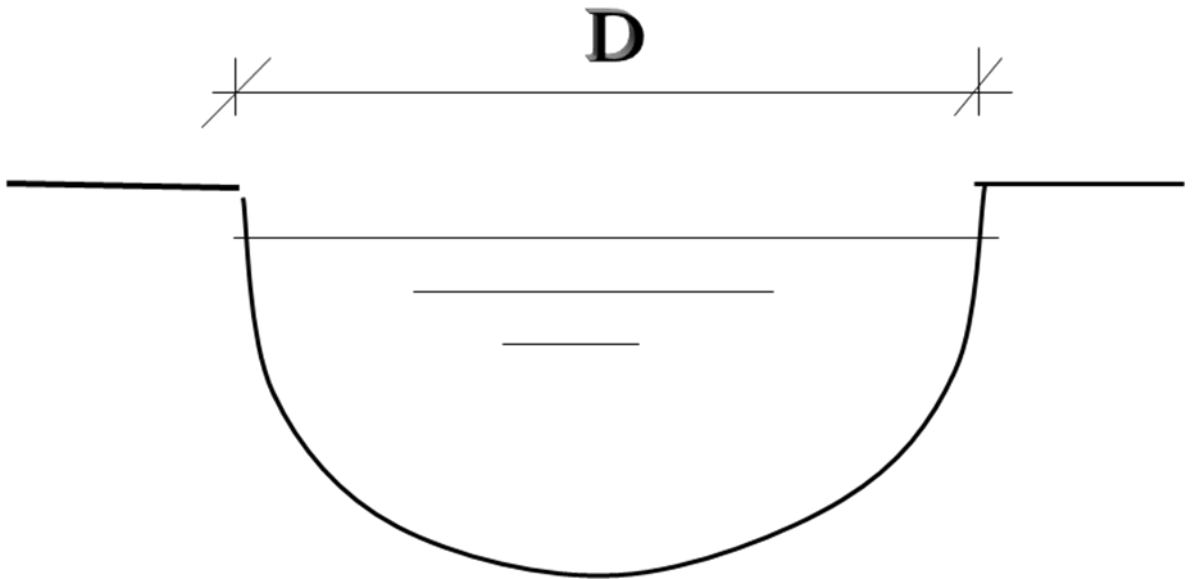


Gambar:3.3 Saluran Bentuk Trapesium

d. Saluran bentuk setengah lingkaran

Saluran bentuk setengah lingkaran ini merupakan potongan dari bentuk lingkaran adapun secara skematis dapat diperlihatkan pada gambar:3.4 Saluran bentuk setengahlingkaran sebagai berikut:

Dengan Luas bidang Basah nya adalah : $F = \frac{1}{8}\pi D^2$



Gambar:3.4 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran

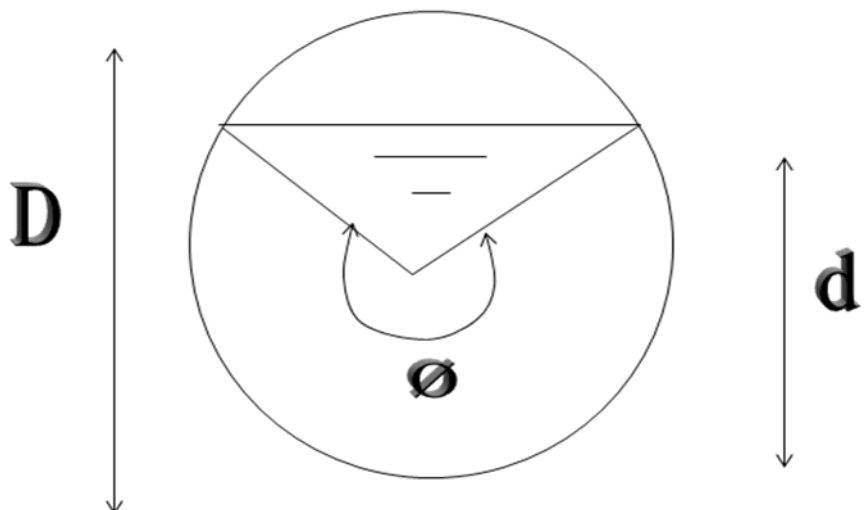
4.1.2. GORONG-GORONG

Gorong-gorong difungsikan sebagai saluran pembawa air dari samping ke badan air ataupun ke saluran pembuangan lainnya.

Ada beberapa tipe gorong-gorong yakni:

- a) Pipa Beton; tunggal atau lebih
- b) Pipa Baja Bergelombang; tunggal atau lebih
- c) Persegi (Box Culvert) dari beton bertulang

Adapun perhitungan luas basag dari gorong-gorong tersebut dapat di lihat dari Gambar:3.5 Gorong-gorong berikut ini, dengan penetapan luas bidang basah adalah: $F = \frac{1}{8} (\phi - \sin\phi) D^2$



Gambar:3.5 Bentuk Gorong-gorong

Berbagai jenis ukuran gorong-gorong dapat dilihat seperti pada tabel: Jenis dan diameter Gorong-gorong.

Tabel:3.1 Jenis dan diameter Gorong-gorong

No	Jenis	Diameter (cm)
1.	Beton Bertulang	60, 80, 100, 120
2.	Beton Tidak Bertulang	60, 80
3.	Baja	80, 100, 120, 140

Berikut ini dijelaskan beberapa keuntungan dari masing-masing bentuk gorong-gorong beton diantaranya ialah:

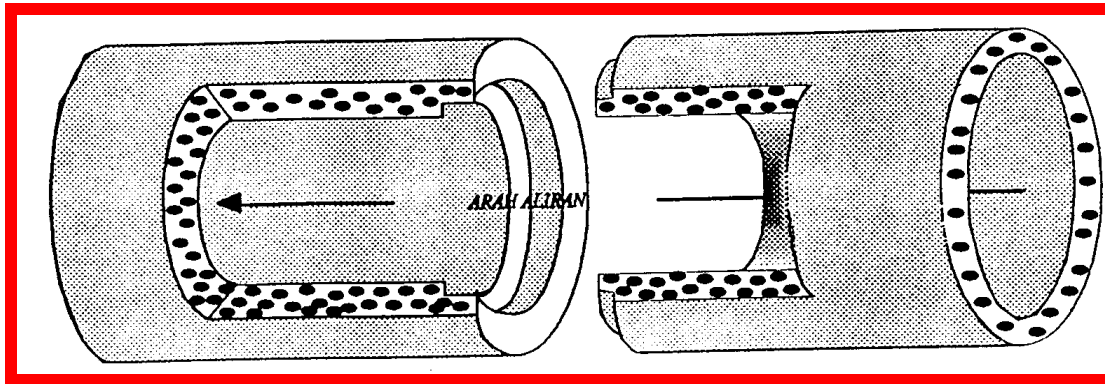
A. Keuntungan dan kerugian jenis Gorong-gorong beton bertulang;

1. Keuntungan
 - a. Dapat menahan beban agak berat
 - b. Diameter > 1,00 m perlu penulangan
 - c. Dapat dicor ditempat
2. Kerugian;
 - a. Pengangkutan cukup sulit
 - b. Kapasitas terbatas
 - c. Pemeliharaan cukup sulit

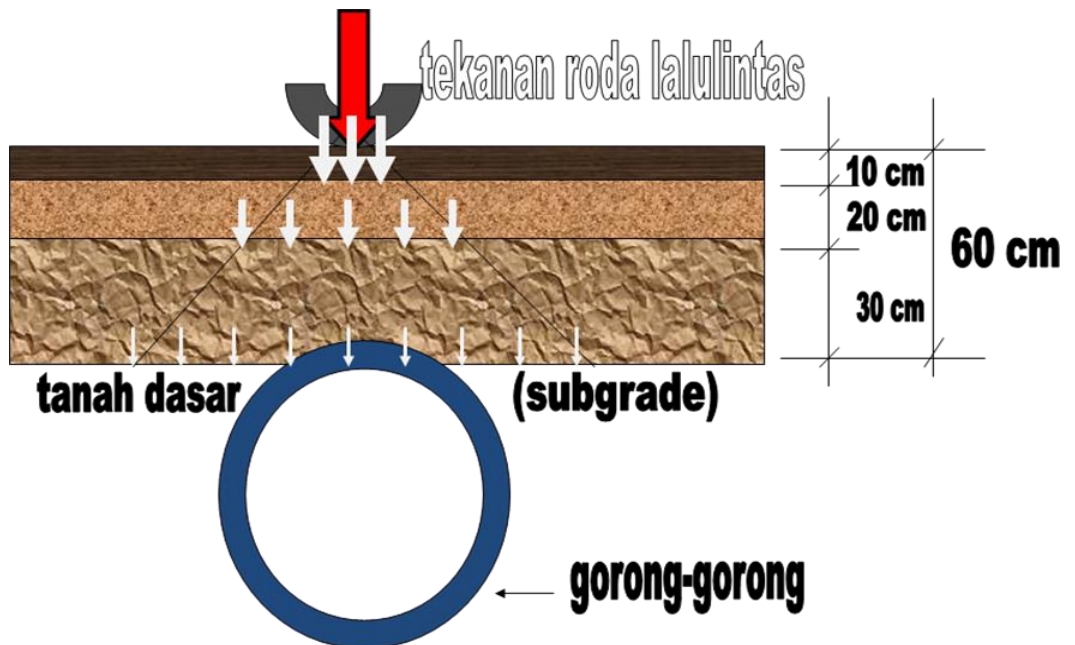
3. Saran;

Untuk keperluan jalan raya menggunakan diameter ≥ 60 cm

Secara detail penampang gorong-gorong beton dapat dilihat pada Gambar:3.6 Potongan Gorong-gorong Beton



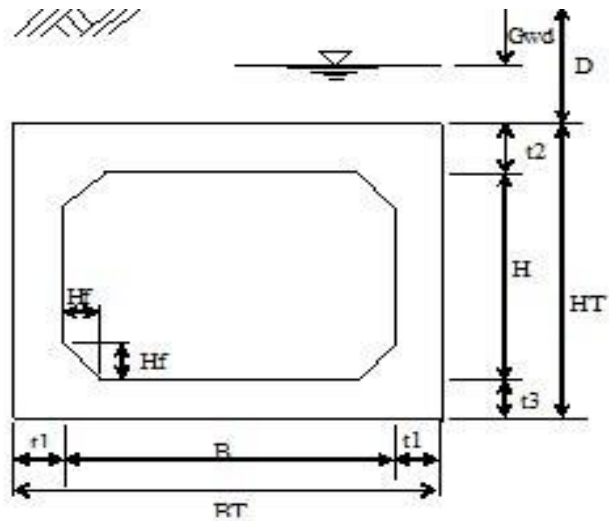
Penyebaran tegangan pada lantai atau dinding gorong-gorong dapat dilihat pada gambar:3.7 Penyebaran gaya dari beban Lalu;lintas sebagai berikut:



Gambar:3.7 Penyebaran gaya dari Beban Lalulintas

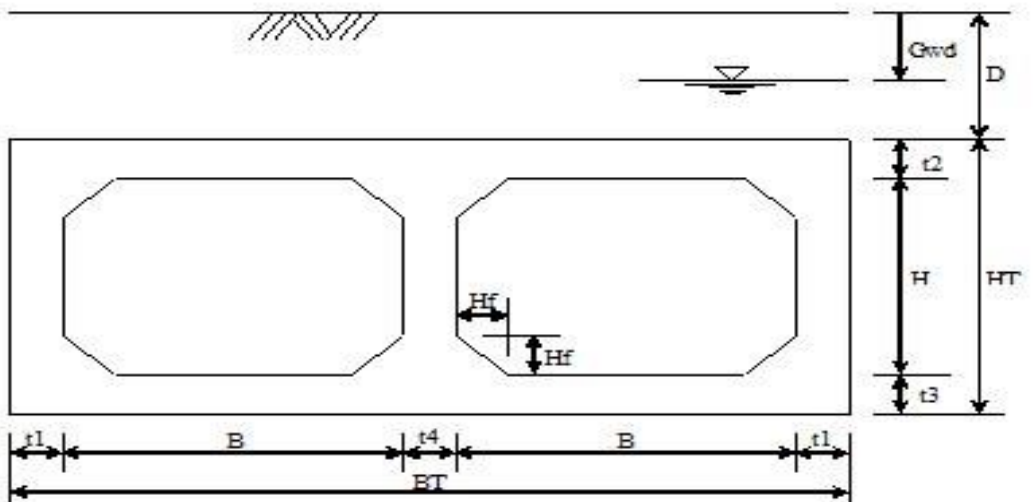
4.1.3. BOX CULVERT

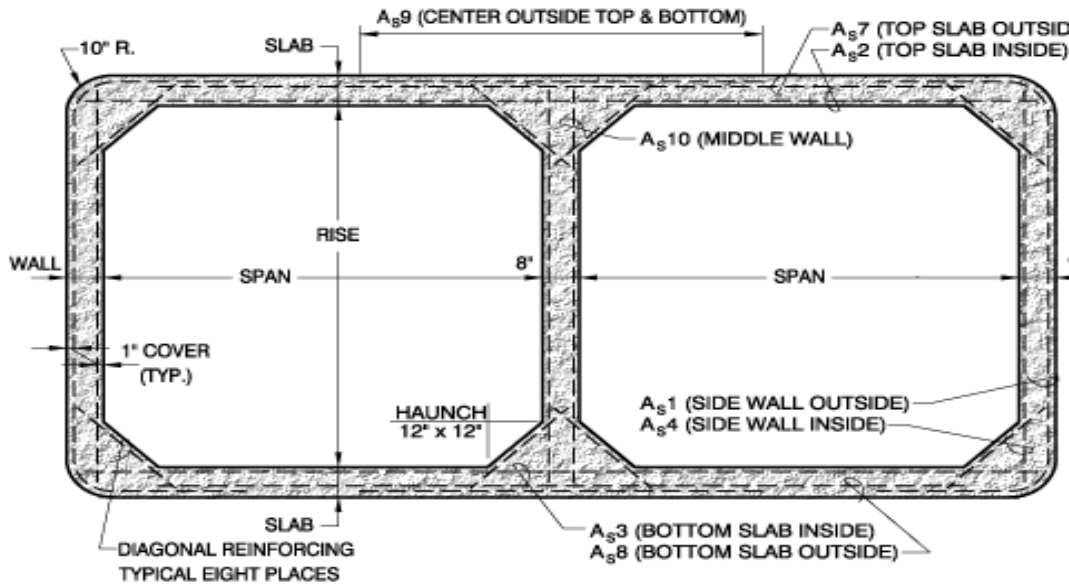
- Type single Box Culvert
- Kedudukan Box Culvert type tunggal ini diperlihatkan pada gambar:3.8 Single Box Culvert dibawah ini



Gambar: 3.8 Single Box Culvert

- Type Double Box Culvert





Gambar:3.9 Detail Double Box Culvert

Kedudukan box culvert ini tergantung pada elevasi muka air tertinggi yang akan dialirkan ke badan air, sedangkan jarak lantai teratas dengan perkerasan minimum 60 Cm.

BAB V DESAIN DRAINASE PERMUKAAN

5.1. UMUM

Selokan (saluran) samping merupakan saluran yang dibuat pada sisi kanan dan kiri jalan yang berfungsi untuk menampung dan membuang air yang berasal dari permukaan jalan dan daerah pengaliran sekitar jalan. Dalam merancang saluran samping jalan harus diperhatikan pengaruh material untuk saluran tersebut dengan kecepatan rencana aliran yang ditentukan oleh sifat hidrolis penampang

saluran (kemiringan saluran). Dalam merancang saluran samping pada suatu jalan harus sesuai dengan kriteria dalam merancang suatu infrastruktur keairan dari segi analisis hidrologi dan hidrolika.

5.2. PETUNJUK PERENCANAAN

Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan mengikuti pedoman perencanaan drainase permukaan yang dikeluarkan DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA DIREKTORAT PEMBINAAN JALAN KOTA NO. 008/T/BNKT/1990, yaitu :

1. Mengalirkan air hujan/air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping; menuju saluran pembuang akhir.
2. Mencegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran disekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan.
3. Mencegah kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air.
4. Dalam garis besar, perencanaan selokan atau saluran drainase samping mencakup 3 (tiga) tahap proses sebagai berikut:
 - a. Analisis hidrologi
 - b. Perhitungan hidrolika
 - c. Gambar Rencana

Analisis hidrologis dilakukan atas dasar data curah hujan, topografi daerah, karakteristik daerah pengaliran serta frekuensi banjir rencana. Hasil analisis hidrologi adalah besarnya debit air yang harus ditampung oleh selokan samping. Selanjutnya atas dasar debit yang kita peroleh maka dimensi selokan samping dapat kita rencanakan berdasarkan analisa/perhitungan hidrolika.

5.3. TAHAPAN PERENCANAAN

Beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk analisis hidrologi sbb:
Analisis hidrologis dilakukan atas dasar data curah hujan, topografi daerah, karakteristik daerah pengaliran serta frekuensi banjir rencana. *Analisa Data curah hujan selama beberapa tahun dari stasiun pencatat curah hujan.*

- a. Penentuan series data
 - Data maksimum tahunan (maximum annual series).
 - Data parsial (partial annual series)
- b. Analisa frekuensi dengan kala ulang 2, 5, 10 tahun dst.
 - Distribusi Normal
 - Distribusi Log Normal
 - Distribusi Gumbel
 - Distribusi Log Pearson III

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**.

5.4. ANALISA INTENSITAS CURAH HUJAN

Data curah hujan harian (Mononobe)

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

Keterangan

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

5.5. PERHITUNGAN DEBIT BANJIR

Analisa hidrologi untuk mengetahui besar debit puncak aliran genangan air banjir, dihitung dengan menggunakan metode Rasional

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

Keterangan

Q = Debit hujan

C = Coefisien aliran

I = Intensitas Hujan Selama Waktu Konsentrasi

A = Luas daerah pengaliran

5.6. KOEFISIEN RUN OFF/LIMPASAN (C)

Koefisien pengaliran adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, lamanya hujan di daerah pengaliran. Untuk berbagai jenis tanah maka koefisien pengaliran ini dapat dilihat pada tabel:4.1 dibawah ini.

Table 4.1. Koefisien Pengaliran (C)

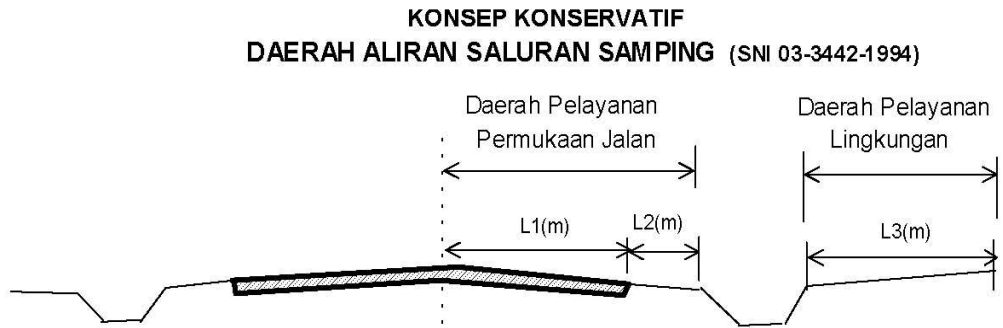
Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (c)
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2. Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70
3. Bahu jalan:	
- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
- Batuan masif keras	0,70 - 0,85
- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75
4. Daerah Perkotaan	0,70 - 0,95
5. Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70
6. Daerah Industri	0,60 - 0,90
7. Permukiman padat	0,60 - 0,80
8. Permukiman 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 : Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan NO. 008/T/BNKT/1990 DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA DIREKTORAT PEMBINAAN JALAN KOTA.

5.7. LUAS DAERAH ALIRAN (A)

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 topography ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topography yang memadai,

asumsi. Sebagaimana gambar:4.1 Berikut dapat dipakai sebagai bahan pembanding



L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan (L1+L2+L3)

Keterangan :

L1 = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2 = ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

L3 = tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m

8. *Waktu Konsentrasi*

Penentuan waktu konsentrasi dengan menggunakan rumus empiris dari *Kirpich* sebagai berikut :

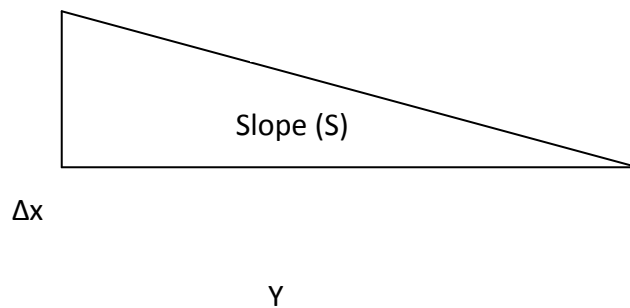
$$t_c = .0195 \left[\frac{L}{S} \right]^{.7}$$

Dimana :

Tc = waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang Saluran (m)

S = Kemiringan saluran (m)



$$S = \frac{\Delta y}{Y} 100\%$$

Dimana :

Δx = beda elevasi (m)

Y = Jarak Horizontal

S = Kemiringan Saluran

Analisis Dimensi Saluran dapat dilakukan dengan memperhitungkan hidrolika saluran.

Beberapa tahap yang dilakukan :

1. Perhitungan kapasitas saluran drainase

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Manning yang merupakan dasar dalam menentukan saluran

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \chi S^{1/2}$$

$$Q = V.A$$

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

Dimana :

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

K = Koefisien Kehalusan

R = Radius Hidrolis (m)

S = Kemiringan Saluran

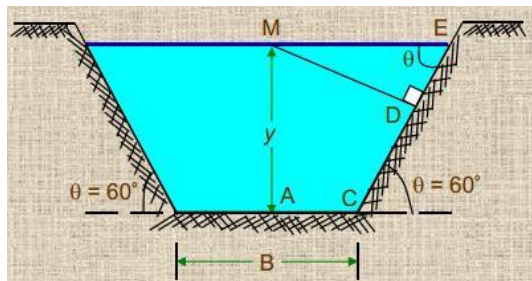
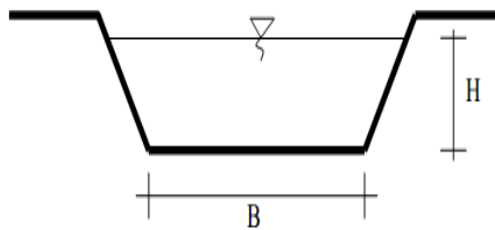
A = Luas Penampang Basah Saluran (m²)

P = Keliling Basah Saluran (m)

Q = Debit Aliran (m³/detik)

n = Koefisien Kekasaran Manning (Tabel:3)

Penampang Hidraulik dapat dilihat pada gambar:4.2 penampang hidraulik saluran terbuka berikut



Gambar:4.2 Penampang hidrolis saluran terbuka bentuk trapesium Berdasarkan gambar:13 tersebut dapat ditentukan elemen geometrik sebagaimana diperlihatkan pada tabel:2 berikut

Tabel 4.2. Elemen Geometri Penampang Hidrolik

Penampang	Elemen Geometri					
	A	P	R	T	D	z
Persegiempat	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2.5}$
Trapeسيوم	$y^2 \sqrt{3}$	$2y \sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y \sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{4}y^{2.5}$
Lingkaran	$\frac{\pi}{2}y^2$	πy	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$	$\frac{\pi}{4}y^{2.5}$
Atau	$1,57y^2$	$3,14y$	$0,5y$	$2y$	$0,785y$	$0,785y^{2.5}$

Table 4.3. Nilai Koefisien Kekasaran

Manning (n)

Type Saluran	Koefisien manning (n)
a. Baja	0.011 – 0.014
b. Baja permukaan gelombang	0.021 – 0.030
c. Semen	0.010 – 0.013
d. Beton	0.011 – 0.015
e. Pasangan batu	0.017 – 0.030
f. Kayu	0.010 – 0.014
g. Bata	0.011 – 0.015
h. Aspal	0.013

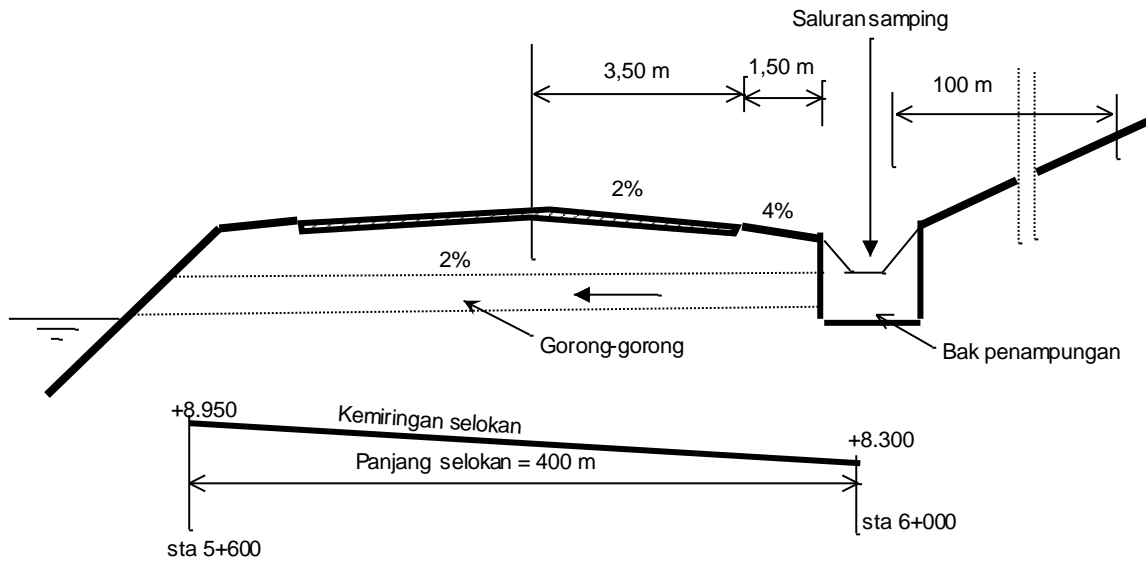
Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut diatas maka desain penampang saluran dapat ditentukan, selanjutnya kemiringan saluran dapat ditentukan juga

5.8. CONTOH PERHITUNGAN

Berikut ini diberikan contoh perhitungan mendimensi satu ruas saluran dengan menggunakan rumus intensitas dari Van Breen dan dari Mononobe dan suatu jaringan drainase saluran samping.

a. Data-data

- 1) Data Kondisi Jalan



Gambar: 4.3 Potongan Melintang Jalan dan kemiringan Saluran

Potongan Melintang Jalan dan Kemiringan Saluran

- Bagian luar jalan terdiri dari perkebunan dengan kemiringan 15%
- Saluran dari lempung padat

2) Data Curah Hujan dari 2 Buah Pos Pengamatan, lihat Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Pos 223 B dan 223 C

TAHUN	Jumlah Terbesar Curah Hujan (mm)	
	Pos 223 b	Pos 223 C
1958	122	116

1959	163	119
1960	144	170
1961	78	96
1962	125	97
1963	50	45
1964	136	123
1965	151	137
1966	114	103
1967	103	93
1968	105	190
1969	132	173
1970	104	114
1971	88	80
1972	192	174

b. Analisa

1) Menghitung intensitas curah hujan (I)

Perhitungan analisa data curah hujan untuk menentukan besarnya curah hujan periode ulang T tahun (XT).

Tabel 4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Pos 223 B

Tahun	Hujan Harian Maks. (mm) X_1	Deviasi $X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1972	192	71,53	5116,54
1959	163	42,53	1808,80
1965	151	30,53	932,08
1960	144	23,53	553,66
1964	136	15,53	241,18
1969	132	11,53	132,94
1962	125	4,53	20,52
1958	122	1,53	2,34
1966	114	-6,47	41,86

1968	105	-15,47	239,32
1970	104	-16,47	271,26
1967	103	-17,47	305,20
1971	88	-32,47	1054,30
1961	78	-42,47	1803,70
1963	50	-70,47	4966,02

$$\bar{X} = \frac{1807}{15} = 120,47$$

$$S_x = \sqrt{\frac{17489,72}{15}} = 34,15$$

Tabel 4.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Pos 223 C

Tahun	Hujan Harian Maks. (mm) X	Deviasi $X_i - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
1968	190	68	2624

1972	174	52	2904
1969	173	51	2601
1960	170	48	2304
1965	137	15	225
1964	123	1	1
1959	119	-3	9
1958	116	-6	36
1970	114	-8	64
1966	103	-19	361
1962	97	-25	625
1961	96	-26	675
1967	93	-29	841
1971	80	-72	1764
1963	45	-77	5929
n= 15	X = 1830	$(X - \bar{X})^2 = 33764$	

$$\bar{X} = \frac{1830}{15} = 122$$

$$Sx = \sqrt{\frac{22764}{15}} = 38,96$$

$$XT = \bar{X} + \frac{Sx}{Sn} (YT - Yn)$$

Periode ulang (T) = 5 tahun

n = 15 tahun

Lihat Tabel 4.7 untuk mendapatkan nilai Yt

Tabel 4.7 Variasi Yt

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Dari Tabel 4.7 $\delta Y_T = 1,4999$

Tabel 4.8 $\delta Y_n = 0,5128$

Tabel 4.9 $\delta S_n = 1,0206$

Tabel 4.8 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
0	52	96	35	70	00	28	57	81	02	20
2	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
0	25	52	68	83	96	09	20	32	43	53
3	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
0	62	71	80	88	02	02	10	18	24	32
4	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
0	36	22	48	53	58	63	68	73	77	81
5	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0	85	89	93	97	01	04	08	11	19	18
6	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0	21	34	27	30	33	35	38	40	43	45
7	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0	48	52	55	55	57	59	61	63	55	67
8	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0	69	70	72	74	76	78	80	81	85	86
9	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0	86	87	89	91	92	93	95	96	98	99

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

Tabel :4.9 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
0	96	76	33	71	95	06	16	11	93	65
2	1,06	1,06	1,06	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
0	28	96	96	11	64	15	61	04	47	86
3	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
0	24	59	59	26	55	65	13	39	63	88
4	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
0	13	36	36	80	99	19	38	57	74	90
5	1,16	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
0	07	59	59	82	93	03	14	24	34	44
6	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
0	47	59	59	82	93	03	14	24	34	44
7	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
0	59	63	63	81	90	98	06	15	23	30

8	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
0	38	45	45	59	67	73	80	87	34	01
9	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
0	07	13	20	26	32	38	44	49	55	60

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

Untuk Pos 223 B

$$XT = 120,47 + \frac{34,15}{1,0206}(1,4999 - 0,5128) = 153,50mm$$

Untuk Pos 223 C

$$XT = 120,47 + \frac{34,98}{1,0206}(1,4999 - 0,5128) = 153,15mm$$

Bila curah hujan efektif, dianggap mempunyai penyebaran seragam

4 jam.

$$I(223b) = \frac{90\% \times 153,50}{4} = 34,5 \text{ mm/jam}$$

$$I(223c) = \frac{90\% \times 158,15}{4} = 35,58 \text{ mm/jam}$$

$$I(\text{gabungan}) = \frac{34,54 + 35,58}{2} = 35,06 \text{ mm/jam}$$

Intensitas Curah Hujan (I) = 35.06 mm/jam

Harga $I = 35,06$ mm/jam diplotkan pada waktu intensitas $t = 240$ menit di kurva basis dan tarik garis lengkung searah dengan garis lengkung / kurva basis. Kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana.

2) Hitung waktu konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2$$

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

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

Keterangan :

T_c = waktu konsentrasi (menit)

t_1 = waktu inlet (menit)

t_2 = waktu aliran (menit)

l_o = 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)

$$t_{\text{aspal}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,50 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} = 0,94 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,10}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} = 1,09 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,15}} \right)^{0,167} = 2,20 \text{ menit}$$

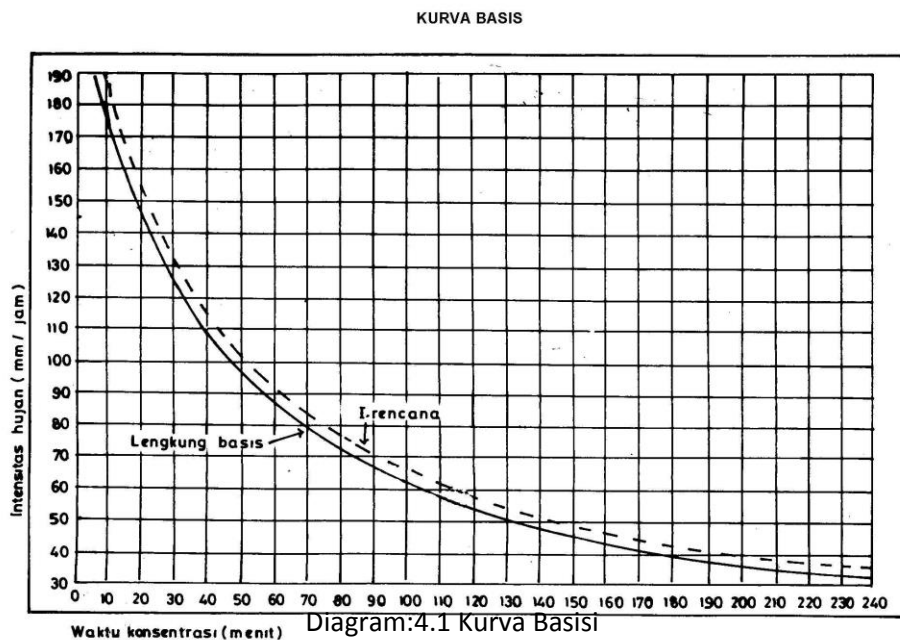
$$t_1 = 4,23 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{400}{60 \times 1,10} = 6,06 \text{ menit}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 4,23 + 6,06 = 10,29 \text{ menit}$$

Tentukan intensitas hujan maksimum (mm/jam) dengan cara memplotkan harga $T_c = 10,29$ menit, kemudian tarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana dan intensitas hujan maksimum dapat ditentukan :

$I_{maks.} = 188 \text{ mm/jam}$



3) Menghitung koefisien C

Keadaan kondisi permukaan seperti pada gambar terdiri atas :

- Panjang saluran drainase 400 meter
- L1 = Permukaan jalan aspal, lebar 3,50 m
- L2 = Bahu jalan 1,5 m tanah berbutir kasar
- L3 = Bagian luar jalan, tanaman dan kebun = 100 m

4) Menentukan besarnya koefisien C

- (1) Permukaan jalan beraspal L_1 : Koefisien C = 0,70
- (2) Bahu jalan tanah berbutir L_2 : Koefisien C = 0,65
- (3) Bagian luar jalan L_3 : Koefisien C = 0,40

- Menentukan luas daerah pengaliran diambil per meter panjang

$$(1) \text{ Jalan aspal } A_1 : 3,50 \times 400 \text{ m}^2 = 1.400 \text{ m}^2$$

$$(2) \text{ Bahu jalan } A_2 : 1,50 \times 400 \text{ m}^2 = 600 \text{ m}^2$$

$$(3) \text{ Bagian luar jalan } A_3 : 100 \times 400 \text{ m}^2 = 40.000 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0,70.1400 + 0,65.600 + 0,40.40.000}{1400 + 600 + 40.000} = 0,41$$

5) Menghitung besarnya debit (Q)

$$A = (1400 + 600 + 40.000) = 42.000 \text{ m}^2 = 0.042 \text{ km}^2$$

$$C = 0,41$$

$$I = 188 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 1/3,6 \cdot CIA$$

$$Q = 1/3,6 \cdot 0,41 \cdot 188 \times 0,042 = 0,90 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6) Penentuan Ukuran / Dimensi Drainase

1) Saluran direncanakan terdiri dari lempung padat dengan kecepatan diizinkan 1,10 m/detik.(tabel C-7 hal 17)

2) Penampang basah saluran samping dihitung menggunakan rumus 5 :

$$Fd = \frac{Q}{V}; \quad Q = 0,90 \text{ m}^3/\text{detik}$$

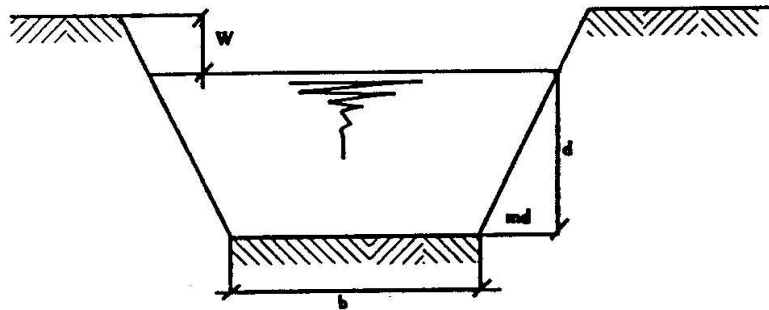
$$V = 1,10 \text{ m/detik}$$

$$Fd = \frac{0,90}{1,10} = 0,82 \text{ m}^2$$

3) Menghitung dimensi saluran samping dan gorong-gorong

7) Saluran samping bentuk trapesium;

GAMBAR 4.4
SALURAN TRAPESIUM



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

d

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

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

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 C– 10) $Q = m/\text{detik}$, maka Kemiringan Talud 1:1

Syarat : $F_e = F_d$ dimana $F_e = \text{Penampang basah ekonomis}$

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

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

Hitung tinggi jagaan (W) selokan samping dengan rumus :

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

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

$$\frac{b + 2d}{2} = d \sqrt{1^2 + 1}$$

$$b = 0,828 d$$

$$F = d(b + md) = d(0,828 d + d)$$

$$F = 1,828 d^2$$

$$F_c = 1,828 d^2$$

$$F_d = 0,82 m^2$$

$$F_e = F_d$$

$$1,828 d^2 = 0,82 m^2$$

$$d = 0,67 \text{ m}$$

$$b = 0,67 \times 0,828 = 0,56 \text{ m}$$

$$W = \sqrt{0,5 d} = \sqrt{0,5 \times 0,67} = 0,58 \text{ m}$$

8) Ukuran saluran samping

Menghitung kemiringan saluran yang diizinkan dengan menggunakan rumus :

$$V = 1/n (R)^{2/3} (i)^{1/2}$$

Saluran dari tanah lurus teratur dalam kondisi baik, dari Tabel C-8 harga $n = 0,020$ dan kecepatan air = $1,10 \text{ m/detik}$.

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

$$F_d = 0,82 \text{ m}$$

$$P = b + 2d \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 0,46 + 2 \cdot 0,52 \sqrt{1^2 + 1} = 0,56 + 2 \times 0,67 \sqrt{1^2 + 1} = 2,46$$

$$R = \frac{0,82}{2,46} = 0,33$$

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

$$i = \left(\frac{1,10 \times 0,020}{(0,33)^{2/3}} \right)^2 = 0,00212$$

$$i = 0,00212$$

Kemiringan yang diizinkan $\delta i = 0,00212 \approx 0,21\%$

Periksa kemiringan tanah di lapangan (i lapangan)

$$\text{Sta : } 5 + 600 ; t_1 = 8,950$$

$$\text{Sta : } 6 + 000 ; t_2 = 8,300$$

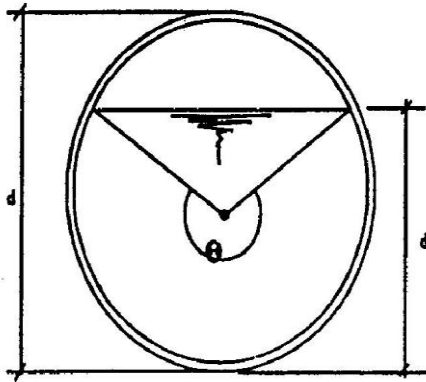
$$i \text{ lapangan} = \frac{t_1 + t_2}{L}$$

$$i \text{ lapangan} = \frac{8,950 - 8,300}{400} \times 100\% = 0,1625 \sim 0,17\%$$

$$i \text{ diizinkan} = 0,21\% > i \text{ lap} = 0,17\%$$

Tidak diperlukan bangunan pemecah arus (Lihat Tabel C-9).

Menghitung gorong-gorong untuk membuang air dari saluran samping :



Syarat :

$$d = 0,80D$$

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

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

$$F = 1/8(4,5 - \sin 4,5) D^2$$

$$F_e = 0,685 D^2$$

$$F_d = 0,82 M^2$$

$$F_c = F_d$$

$$0,685 D^2 = 0,82 M^2$$

$$D = \sqrt{1,197}$$

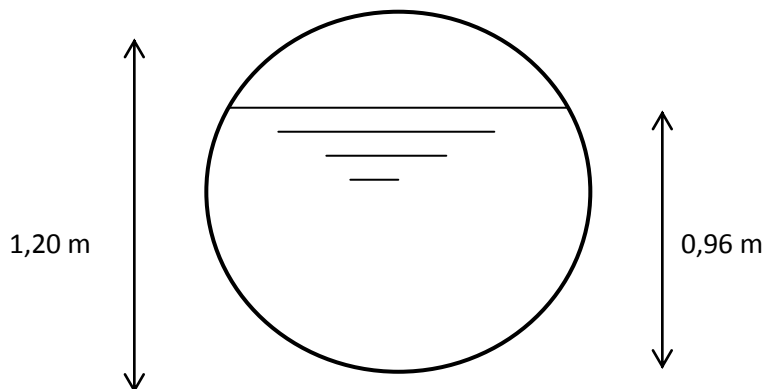
$$D = 1,09 \text{ m dipakai } D = 120 \text{ cm}$$

$$d = 0,8 D; d = 0,8 \times 120 = 96 \text{ cm}$$

$$d = 0,96 \text{ meter}$$

Gambar: 4.5 Skema Ukuran Gorong-gorong

Ukuran Gorong-gorong



Gambar:4.6 Ukuran Gorong-gorong

9) Perhitungan kemiringan gorong-gorong untuk membuang air :

$$\begin{aligned}
 P &= 2 r \Theta \\
 &= 2 \cdot 0,50 \cdot 4,5 \\
 &= 4,5 \text{ meter} \\
 R &= \frac{F}{P} = \frac{0,62}{4,5} = 0,14 \text{ meter} \\
 i &= \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2
 \end{aligned}$$

- (1) Gorong-gorong dari beton $n = 0,014$ (tabel C-8)
 (2) Kecepatan diizinkan $V = 1,50$ meter/detik (tabel C-7)

$$i = \left(\frac{1,50 \times 0,014}{0,14^{2/3}} \right) = 0,006 \sim 0,6\%$$

kemiringan gorong-gorong memenuhi syarat kemiringan yang diizinkan 0,5 – 2%. (tabelD-18)

Intensitas Mononobe

1. Data curah hujan

Data curah hujan harian maksimum tahunan diperoleh dari 2 buah pos pengamatan, seperti dalam Tabel D-18.

Tabel D-18 Data Curah Hujan Pos 223 B dan 223 C

TAHUN	Jumlah Terbesar Curah Hujan (mm)	
	Pos 223 b	Pos 223 C
1958	122	116
1959	163	119
1960	144	170
1961	78	96

1962	125	97
1963	50	45
1964	136	123
1965	151	137
1966	114	103
1967	103	93
1968	105	190
1969	132	173
1970	104	114
1971	88	80
1972	192	174

10) Perhitungan debit rencana

Untuk perhitungan debit rencana untuk menghitung debit rencana, maka perlu mengolah data curah hujan menjadi kala ulang dan intensitas curah hujan. Kala hujan dihitung dengan rumus Gumbel, waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich dan intensitas hujan dihitung dengan rumus Mononobe seperti yang telah dijelaskan dalam Modul 3.

Menghitung curah hujan rata-rata dari data curah hujan seperti dalam Tabel D-18 diperlihatkan dalam Tabel D-19.

Tabel D-19 : Perhitungan Data Curah Hujan Rata-Rata Dari Pos 223 B dan Pos 223 C.

**Tabel D-19 Perhitungan Data Curah Hujan Rata-Rata
Dari Pos 223 B dan 223 C**

TAHUN	Jumlah Terbesar Curah Hujan (mm)		Xi	(Xi - X)	(Xi - X) ²
	Pos 223 b	Pos 223c			
1958	122	116	119	-2.23	4.9729
1959	163	119	141	19.77	390.8529
1960	144	170	157	35.77	1279.493
1961	78	96	87	-34.23	1171.693
1962	125	97	111	-10.23	104.6529
1963	50	45	47.5	-73.73	5436.113
1964	136	123	129.5	8.27	68.3929
1965	151	137	144	22.77	518.4729
1966	114	103	108.5	-12.73	162.0529
1967	103	93	98	-23.23	539.6329
1968	105	190	147.5	26.27	690.1129
1969	132	173	152.5	31.27	977.8129
1970	104	114	109	-12.23	149.5729
1971	88	80	84	-37.23	1386.073
1972	192	174	183	61.77	3815.533
Xrata-Rata = 1818.5/15 = 121.23			1818.5	0.05	16695.43

Untuk $n = 15$, maka $S_n = 1.0206$ dan $Y_n = 0.5128$, untuk kala ulang 5 tahun $Y_t = 1.4999$ dan untuk kala ulang 10 tahun $Y_t = 2.2502$. Besarnya simpangan baku dari sample sebanyak $n = 15$ tersebut yaitu :

$$S_x = \sqrt{\frac{16695.43}{14}} = 34.53$$

Menurut rumus Gumbel besarnya $X_t = X + S_x K$, menurut kala ulang 5 tahun besarnya $K = (Y_t - Y_n) / S_n = (1.499 - 0.5129) / 1.0206 = 154.63$ mm/hari dan untuk kala ulang 10 tahun besarnya $K = (2.2502 - 0.5129) / 1.0206 = 180.01$ mm/hari.

Kesimpulan :

Untuk kala ulang 5 tahun, besarnya curah hujan $R_5 = 154.63$ mm/hari

Untuk kala ulang 10 tahun besarnya curah hujan $R_{10} = 180.01$ mm/hari.

Besarnya intensitas curah hujan untuk kala ulang 5 dan 10 tahun yang dihitung berdasarkan rumus Mononobe diperlihatkan dalam Tabel D-20.

Tabel D-20 : Intensitas Curah Hujan Untuk Kala Ulang 5 dan 10 Tahun

No.	Durasi (Jam)	Kala Ulang	
		Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	
		R5 = 154.63	R10 = 180.01
1	2	3	4
1	0.05	394.98	459.81
2	0.1	248.82	289.66
3	0.15	189.89	221.05
4	0.2	156.75	182.48
5	0.25	135.08	157.25
6	0.3	119.62	139.26
7	0.35	107.94	125.66
8	0.38	102.18	118.95
9	0.4	98.75	114.95
10	0.45	91.29	106.27
11	0.5	85.10	99.06
12	0.55	79.86	92.96
13	0.6	75.36	87.73
14	0.7	68.00	79.16
15	0.8	62.21	72.42
16	0.9	57.51	66.95
17	1	53.61	62.41
18	1.2	47.47	55.26
19	1.3	45.01	52.39

Telah diperoleh koefisien pengaliran ekivalent (C_{eq}) = 0,41, waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich, dengan panjang saluran $L = 400$ m dan kemiringan muka tanah asli $S = 0,17\%$ atau $S = 0.0017$, maka diperoleh $T_c = 22.90$ menit = 0. 38 jam.

Dari Tabel di atas, maka untuk $T_c = 0.38$ jam, intensitas untuk kala ulang 5 tahun dan untuk kala ulang 10 tahun, menjadi $I_5 = 102.18$ mm/jam dan $I_{10} = 118.95$ mm/jam. Besarnya debit dihitung dengan rumus rational metod, maka untuk kala ulang 5 tahun dan 10 tahun :

$$Q_5 = 0.00278 \times 0.41 \times 102.18 \times 4.2 = 0.49 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 0.00278 \times 0.41 \times 118.95 \times 4.2 = 0.57 \text{ m}^3/\text{dt}.$$

11) Menghitung dimensi saluran

Penampang ekonomis untuk trapesium $A = V_3 \cdot y^2$, $P = 2y\sqrt{3}$, $R = \frac{1}{2}y$ dan $T = \frac{4}{5}y\sqrt{3}$, apabila kecepatan air ditentukan $V = 1.10 \text{ m}/\text{dt}$, maka $F_d = 0.49/1.1 = 0.45 \text{ m}^2 = F_e = A = V_3 \cdot y^2$. Maka dalamnya air $y = d = 0.51 \text{ m}$ dan $b = 0.828 \times 0.51 = 0.42 \text{ m}$, lebar dasar dibulatkan $b = 0.50 \text{ m}$ dan tinggi air $d = 0.60 \text{ m}$ dengan syarat $m = 1$.

Kontrol kecepatan air dan kemiringan dasar saluran:

$$A = (b+md)d = (0.50+1 \times 0.60) \times 0.60 = 0.66 \text{ m}^2$$

$$P = b+2d\sqrt{1+m^2} = 2.20 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0.30 \text{ m}$$

$$V = 1/nxR^{2/3} \times S^{1/2} = 0.92 \text{ m}/\text{dt} \text{ dibulatkan } V = 1 \text{ m}/\text{dt}$$

Kontrol kemiringan dasar S :

$$S = (nxV/R^{2/3})^2 = 0.00199 > 0.0017, \text{ saluran samping tidak memerlukan pematah arus.}$$

12) Menghitung dimensi gorong-gorong

Debit gorong-gorong untuk kala ulang 10 tahun $Q_{10} = 0.57 \text{ m}^3/\text{dt}$, kecepatan air di dalam gorong-gorong $V = 1,5 \text{ m}/\text{dt}$, jadi $F_d = 0,38 \text{ m}^2$. Profil ekonomis $F_e = 0.685 D^2$, sehingga $F_e = F_d = 0.38 = 0.685 D^2$. Dari hasil perhitungan diperoleh $D = 0.74 \text{ m}$ dibulatkan $D = 0.80 \text{ m}$, kedalaman air $d = 0.8 \times 0.80 = 0.64 \text{ m}$.

RANGKUMAN

Untuk memudahkan pemahaman dalam mendesain drainase permukaan ini, maka disini diberikan contoh prosedur desain yang memuat data curah hujan dan daerah pelayanan pada permukaan jalan, sehingga dapat diikuti alur proses tersebut pada desain diberbagai kemungkinan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Suripin, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andi, Jogyakarta, 2004

Bahan Diskusi RPJMD 2011 – 2015 Program Pengendalian Banjir dan Pengaman Pantai, Badan Perencanaan Pembangunan, Pemerintah Kota Surabaya, 2011)

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE JALAN (PD-T-02-2006-B)

SUD For Roads, SUDS Working Party, <http://scots.sharepoint.apptix.net/roads/> akses Desember 2011

Greenstreets, Stormwater Management Portfolio, id=96962, http://www.nycgovparks.org/sub_your_park/trees_greenstreets/images/NYC_Greenstreets-Green_Infrastructure_for_Stormwater_Management.pdf akses Juli 2011.

Presentasi Monitoring Pembangunan Sumur Resapan TA. 2010, Bidang Pengelolaan Mineral, DKI Jakarta)

Sailendra, Agus bari (2012): Menuju Sistem Jaringan Transportasi Jalan Perkotaan Yang Berwawasan Lingkungan. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.