

Bab 6

Drainase Khusus

6.1 DRAINASE LAPANGAN UDARA

6.1.1 TUJUAN

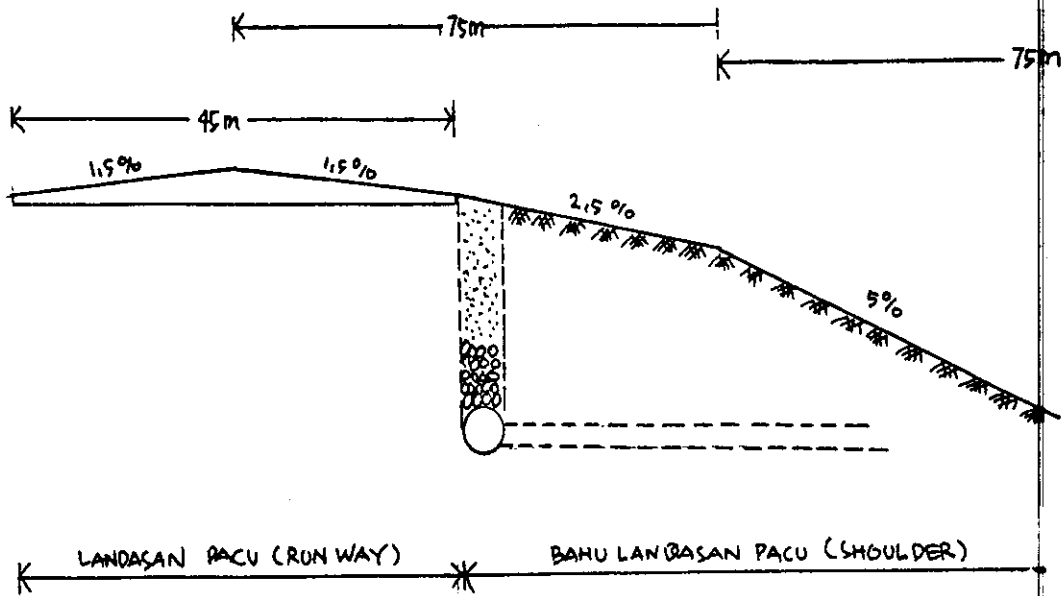
Drainase lapangan udara dibuat dengan tujuan :

1. Mempertahankan daya dukung tanah dengan mengurangi masuknya air.
2. Menjaga agar landasan pacu (runway) dan bahu landasan pacu (shoulder) tidak digenangi air yang dapat membahayakan penerbangan.

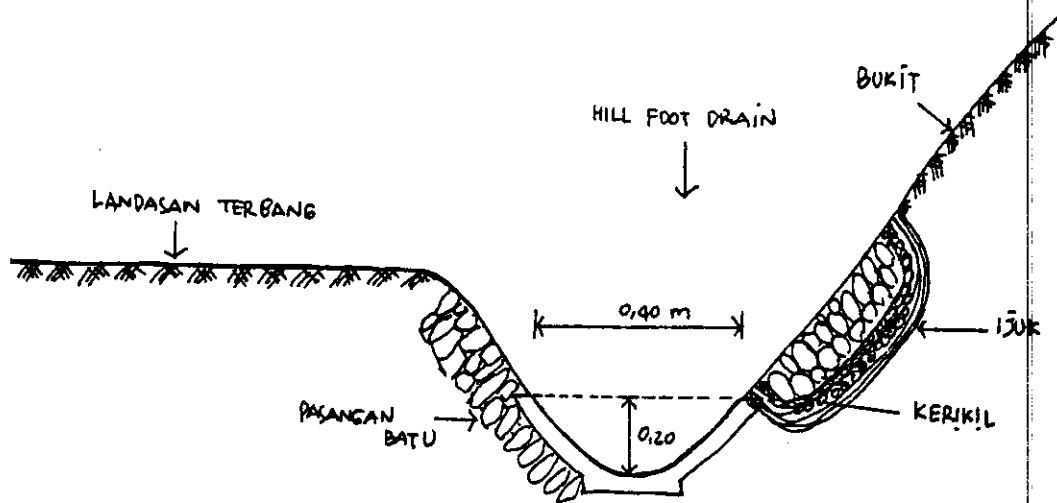
6.1.2 KRITERIA PERENCANAAN DAN PERANCANGAN DRAINASE LAPANGAN TERBANG.

Pada tahapan perencanaan drainase untuk lapangan terbang perlu diperhatikan ha-hal sbb :

1. Saluran drainase harus dibawah muka tanah dan tidak memotong landasan pacu atau runway, karena apabila memerlukan perawatan tidak mengganggu kelancaran aktifitas dari lapangan udara tersebut.
2. Air dari luar wilayah landasan terbang tidak boleh membebani sistem drainase lapangan terbang, jadi perlu adanya drainase tersendiri dikawasan sekitarnya atau yang biasanya disebut hill foot drain.



Gambar 6.1a. Penampang melintang landasan pacu



Gambar 6.1b. Sistem drainase dikawasan sekitar bandara

Perancangan suatu sistem drainase lapangan udara mempunyai beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Kemiringan runway memanjang maksimum 1 %
2. Kemiringan shoulder melintang maksimum 2,5 - 5 %
3. Kemiringan runway melintang maksimum 1,5 %
4. Banjir 1 x dalam 10 tahun (periode ulang hujan 10 tahun)

Gambar berikut ini menampilkan keterangan dari kriteria perencanaan drainase lapangan terbang.

Dasar Perhitungan :

1. Perhitungan debit air hujan rencana : $Q = A\alpha \beta i_t (=T)$

Q = Debit air hujan yang dibuang

A = Luas daerah

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien penyebaran hujan

i_t = Curah hujan rata-rata selama T

T = Waktu/lamanya pengaliran.

2. Penentuan nilai koefisien pengaliran disesuaikan dengan jenis permukaan yang akan dilalui, dan besarnya adalah :

NO.	KEADAAN TEMPAT	α
1.	Atap	0,75 - 0,95
2.	Perkerasan aspal	0,80 - 0,95
3.	Perkerasan Beton	0,70 - 0,90
4.	Perkerasan batu pecah	0,35 - 0,70
5.	Tanah Padat	0,40 - 0,55
6.	Tanah padat dg rumput	0,30 - 0,55
7.	Tanah	0,15 - 0,40
8.	Tanah dg rumput	0,10 - 0,30
9.	Tanah campur pasir	0,10 - 0,20
10.	Tanah campur pasir dan rumput	0,00 - 0,10
11.	Taman	0,05 - 0,25
12.	Kebun	0,00 - 0,20

3. Koefisien Penyebaran (β)

Untuk koreksi pengaruh hujan yang tidak merata faktor keadaan setempat juga mempengaruhi, misalnya : daerah kecil $\beta = 1$

Nilai β untuk suatu daerah luasan tertentu belum ada, maka dapat digunakan tabel perkiraan seperti dibawah ini.

TABEL PERKIRAAN HARGA B.

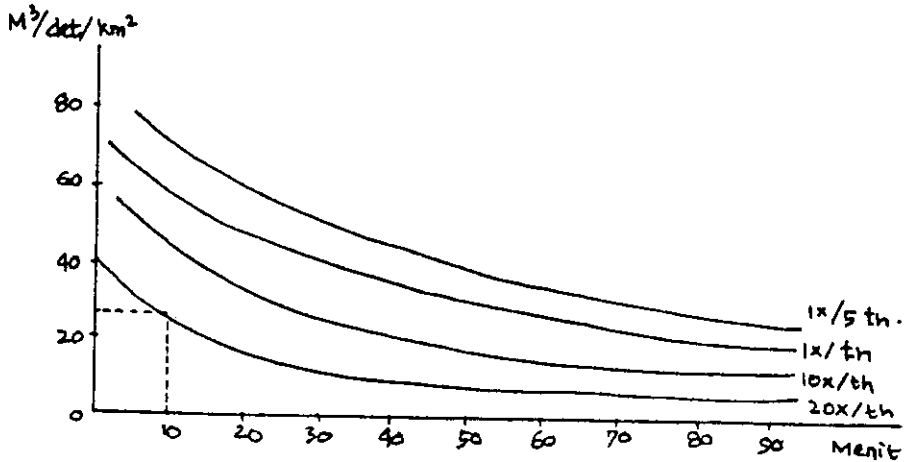
D. (km)	V. BREIN	EROPA
0.1	1,000	0,95
0.2	1,000	0,93
0.3	1,000	0,91
0.4	1,000	0,90
0.5	1,000	0,89
1.0	1,000	0,84
2.0	1,000	0,68
4.0	1,000	0,65
5.0	0,995	0,60
10.0	0,960	0,50
15.0	0,955	0,39
20.0	0,920	0,29
25.0	0,875	0,21
30.0	0,820	–
50.0	0,500	–

Perlu diingat bahwa prinsip perhitungan disini tidak semua air hujan diperhitungkan.

Contoh :

Untuk menghitung jumlah air hujan untuk daerah Jakarta dengan $t = 5$ menit dan saluran meluap 20 x dalam setiap tahun, berdasarkan grafik dibawah ini adalah :

$t = 5$ menit, dan $Q_s = 30 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2$.



RUMUS - RUMUS :

$$Q = A \times \alpha \times \beta \times i_t = T$$

$$T = \frac{L}{v}$$

$$Q = F \times v$$

$$v = c \times \sqrt{RI}$$

$$C = \frac{87}{Y + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots (\text{BAZIN})$$

$$C = \frac{100 \sqrt{R}}{m + + R} \dots\dots\dots (\text{KUTTER})$$

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

Keterangan :

Q = Debit air hujan	C = Koefisien kecapatan aliran
A = Luas daerah	m = Koefisien kekasaran dinding dari kutter
a = Koefisien pengaliran	I = Kemiringan saluran
b = Koefisien penyebaran	i = Curah hujan
P = Keliling Basah	T = Lama hujan
L = Panjang saluran	v = Kecepatan rata-rata
F = Luas penampang basah	B = Konstanta Bazin
R = Jari-jari hidrolis	

TABEL KONSTANTA BAZIN (B)

TYPE SALURAN	KONDISI SALURAN			
	BAIK SEKALI	BAIK	CUKUP	BURUK
A. SALURAN BUATAN				
1. Saluran tanah lurus, baik	0,50	0,70	0,88	1,05
2. Saluran tanah dengan vegetasi batu, dlsb.	1,05	1,38	1,75	2,10
3. Saluran digali di daerah berbatu (tidak dihaluskan)	1,38	1,75	2,05	2,30
B. SALURAN ALAM				
1. Terpelihara	1,05	1,38	1,75	2,10
2. Saluran dengan vegetasi batu dlsb.	1,75	2,40	3,50	4,85
C. SALURAN DG LAPISAN				
1. Beton diplester	-	0,055	0,14	0,22
2. Dinding kayu, tembok batu halus	0,055	0,22	0,275	0,33
3. Dinding batu dengan semen (kasar)	0,50	0,69	1,05	1,38
4. Dinding batu tanpa semen	1,05	1,38	1,60	1,75

6.2. DRAINASE LAPANGAN OLAH RAGA

6.2.1. TUJUAN

Sistem drainase untuk lapangan olah raga bertujuan untuk mengeringkan lapangan olah raga tidak terjadi genangan air apabila terjadi hujan. Hal ini disebabkan karena bila terjadi genangan air maka akan mengganggu dan membahayakan pemakai lapangan. Oleh karena itu diusahakan agar air dapat cepat meresap kedalam tanah (secara infiltrasi)

6.2.2. KRITERIA PERENCANAAN DAN PERANCANGAN DRAINASE UNTUK LAPANGAN OLAH RAGA.

Perencanaan sistem drainase lapangan olah raga harus diperhatikan :

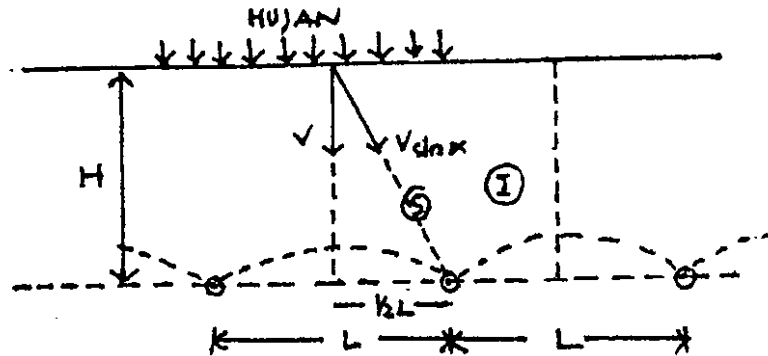
1. Konstruksi sistem drainase diusahakan agar dapat mengeringkan dengan cepat, tetapi tidak mengganggu pertumbuhan rumput.
2. Daerah yang akan ditangani cukup luas dan tidak memungkinkan untuk dibuat suatu lobang pemasukan (inlet).
3. Tidak ada erosi tanah, Limpasan permukaan sekecil mungkin $I = 0,007$
4. Infiltrasi sebesar mungkin
5. Piping dicegah dengan jalan memberi filter pada sambungan-sambungan pipa.
6. Pembebanan air dari luar dihilangkan dengan membuat saluran disekeliling lapangan.

Perancangan drainase lapangan olah raga.

Infiltrasi pada tanah yang dijumpai di alam berkisar pada kecepatan (V) 430 sd 860 mm/hari sedang persentasi pori disekitar P : (10 sd 50) %, daya resap $q = p v = (43 \text{ sd } 430)\text{mm/hari}$. Hasil penelitian di laboratorium biasanya berbeda dengan keadaan di alam karena tanah tidak homogen, terdapat retak-retak bekas akar dan lain sebagainya. Selain faktor diatas, peresapan air juga dipengaruhi oleh :

- Terdapatnya lapisan kedap air
- Muka air tanah terletak dekat dengan muka tanah
- Keadaan tanah antara lain : kadar pori tanah, besar butiran dan jenis tanah.

Rumus pendekatan yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut "



- I = Volume air tanah pada bagian yang diarsir.
- V = Kecepatan infiltrasi.
- $t = S / V \sin \alpha$ dan $\sin \alpha = H/S = H / (1/4 L^2 + H^2)^{0.5}$

Kemampuan sistem drainase untuk mendrain :

- $q = I/t$
- $I = 1/m * H * P = 1/m * (H/V) * q$
- $1/m =$ faktor koreksi, karena air yang masuk hanya dari bagian yang diarsir dan besarnya = 4/5

Contoh Perhitungan :

Diketahui : Suatu lapangan olah raga dengan luas $(200 \times 300)m^2 = 6Ha$.
 $p = 3$, $V = 650$ mm/hari untuk mengeringkan lapangan tersebut digunakan 20 pipa dengan kedalaman $H = 1,95$ m dan kemiringan $i = 4\%$

Ditanyakan :

- a. Kemampuan tanah untuk mendrain
- b. Kemampuan sistem untuk mendrain
- c. Diameter pipa yang digunakan

Jawab :

- a. $q = 30\% * 650$ mm/hari = 195 mm/hari = 195/8,64 lt/det/ha = 22,6 it/det/ha
- Q 6Ha = 6 * (22,6) = 135,6 liter/detik

Kemampuan untuk mendrain adalah 22,6 liter/detik/ha.

$$\sin \alpha = 1,95 / (1,95^2 + 5^2)^{0,5} = 0,36$$

$$S = 5,37 \text{ m}$$

$$t = 5,37 / (0,65 * 0,36) = 22,8 \text{ hari}$$

$$I \ 1,95 = 4/5 (1,95/0,65)195 = 468 \text{ mm}$$

Kemampuan sistem untuk mendrain :

$$q = 468/22,8 = 20,5 \text{ mm/hari} = 20,5/8,64 = 2,37 \text{ (l/det/ha)}$$

$$Q \ (6\text{Ha}) = 6 \times 2,37 = 14,24 \text{ l/detik}$$

Jumlah pipa = 20 buah

Kapasitas pengeringan tiap pipa adalah $14,24 / 20 = 0,71$ liter/detik

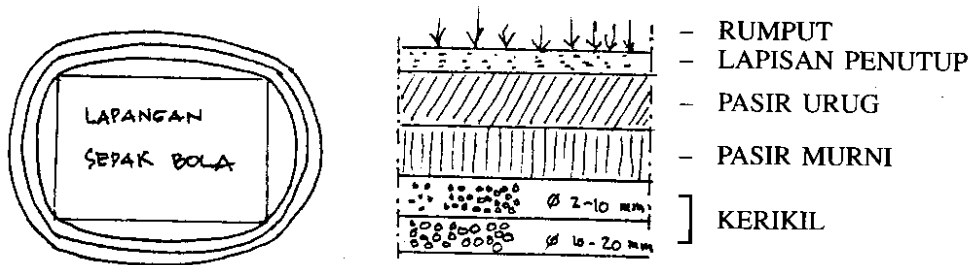
$$i = 0,004, \ n = 0,1$$

$$\text{Diameter pipa, } Q = V A = 1/n \times (0,004)^{0,5} \times (0,25 D)^{(2/3)}$$

$$0,71 = (1/0,1) \times (0,004)^{0,5} \times (0,25 D)^{(2/3)}$$

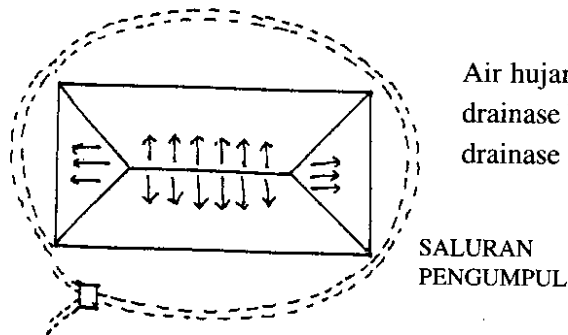
$$D = \text{dapat dihitung}$$

Gambar penampang melintang dari lapangan olah raga :



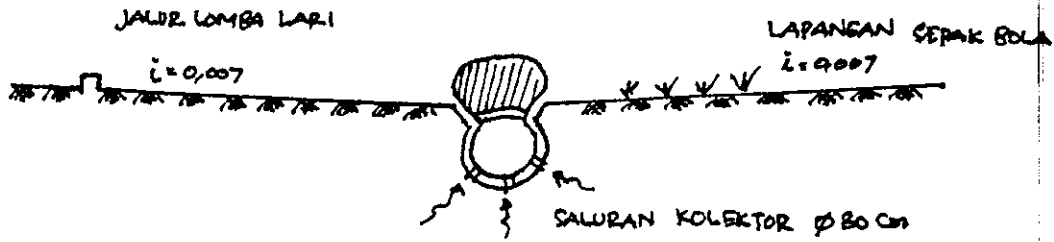
Lapisan penutup : campuran antara pasir urug dan pupuk kandang (2 sd 4) : 1

Pasir urug = 50 % Pasir (sand), 25 % Lumpur (silt), 25 % Lempung (Clay)

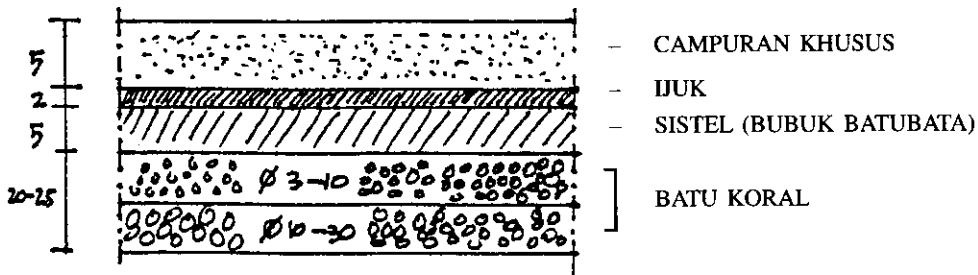


Air hujan sebagian besar meresap masuk kesaluran drainase bawah permukaan dan sebagian ke saluran drainase permukaan. Kemiringan $1 = 0,007$

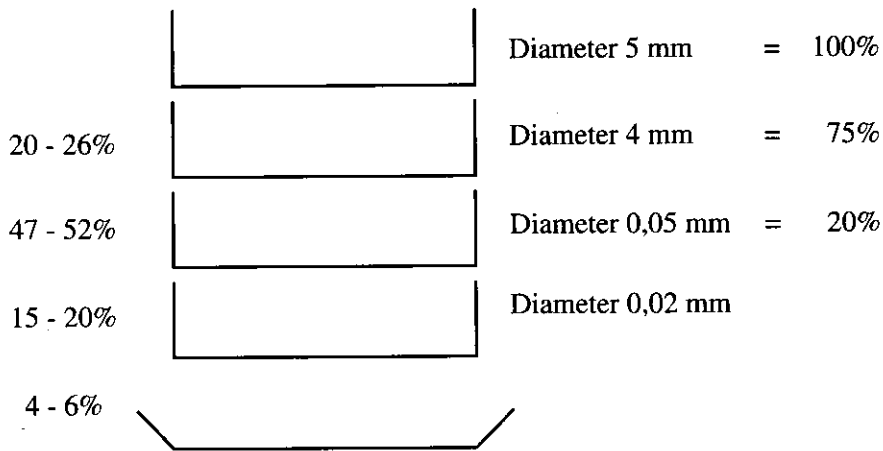
Gambar pola aliran air dan saluran drainasi di seputar lapangan.



Gambar potongan melintang jalur lomba lari.



Gradasi campuran khusus



Campuran khusus terdiri dari :

1. Pecahan genting halus diameter kurang dari 5 mm
2. Pasir urug
3. Kapur

Manfaat pecahan genting harus adalah :

1. Agar daya resap baik
2. Tanah menjadi kasat

Manfaat kapur adalah :

1. Menstabilkan campuran
2. Untuk mengikat lempung agar tidak menjadi lunak bila terlalu banyak air.

6.3. DRAINASI JALAN RAYA

6.3.1 TUJUAN PEMBUATAN SALURAN DRAINASI JALAN RAYA :

- a. Mencegah terkumpulnya air hujan (genangan) yang dapat mengganggu transportasi.
- b. Menjaga kadar air tanah badan/pondasi jalan tersebut berumur panjang.
- c. Mencegah berkurangnya kekuatan bahan-bahan penutup
- d. Mengurangi berubah-ubah volume tanah dasar.
- e. Mencegah kerusakan karena hasilnya pasir halus pada perkerasan rigid dan mencegah timbulnya gelombang pada perkerasan fleksibel.
- f. Mencegah erosi tanah
- g. mencegah kelonngsoran lereng
- h. Menambah keindahan kota.

6.3.2. KRITERIA PERENCANAASN DAN PERANCANGAN SISTEM DRAINASE JALAN.

- a. Luas daerah yang akan dikeringkan (ROW)
- b. Perkiraan hujan maksimum.
- c. Kemiringan dari daerah sekitarnya dan kemungkinan pengalirannya, serta pembuangannya (geomorfologi/bentuk permukaan tanah).
- d. Karakteristik tanah dasar termasuk permeabilitas dan kecenderungan mengikis tanah lain.
- e. Prosentasi dari air tanah.
- f. Ketinggian rata-rata dari muka air tanah
- g. Dalam minimum dari permukaan yang dibutuhkan untuk melindungi pipa saluran drainasi dari beban lalulintas.

Rumus-rumus yang digunakan :

- Q = C.I.A.(cfs)
- = (1/3,6). C.I.Am³/det.
- = 0,278. C.I.Am³/det
- A = Luas
- I = Intensitas hujan rata-rata
- C = Angka pengaliran

Rumus BURKLI - ZIEGLER

- Q = C.I.A. (S/A)^{0.25}(cfs)
- S = Kemiringan rata-rata muka tanah.

Rumus lama waktu konsentrasi (t_c)

Rumus Empiris :

$$t_c = 0,00013 L^{0.77}/S^{0.385} \dots\dots\dots (\text{jam})$$

Rumus KIRPICH :

$$t_c = L1.15/7700. H^{0.385} \dots\dots\dots (\text{jam})$$

- L = Jarak dari tempat terjauh ke saluran drainasi (feet)
- H = Selisih tinggi tempat terjauh dengan saluran drainasi (feet)
- S = H/L = kemiringan rata-rata daerah aliran.
- H = (m)
- L = (m)

$$t_c = 0,0195 (L/(S)^{0.5})^{0.77} \dots\dots\dots (\text{menit})$$

Tetapi umumnya digunakan rumus : $t = L/V$... jam
dan $V = 72.(H/L)^{0.6}$

Rumus Maning untuk saluran terbuka.

- v = (1,49/n) R.^{2/3} S^{1/2}
- Q = (0,00061/n). D^{8/3}. S^{1/2}
- v = (fps)
- S = slope
- Q = (cfs)
- n = Manning discharge coefficient
- D = (inchi)

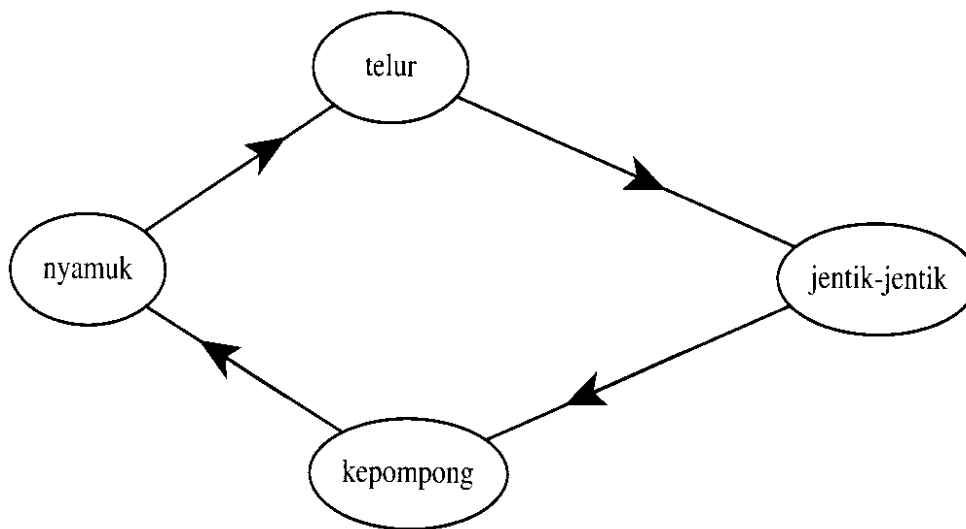
6.4. DRAINASE PENYEHATAN LINGKUNGAN

6.4.1. TUJUAN DRAINASI PENYEHATAN LINGKUNGAN.

Drainasi untuk penyehatan lingkungan antara lain merupakan usaha untuk memberantas nyamuk yang menjadi sumber penyakit malaria dan demam berdarah. Pada daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang padat dan cenderung menjadi daerah kumuh, masalah kesehatan sangat dipengaruhi oleh tersedianya sarana drainasi yang memadai.

6.4.2 KRITERIA PERENCANAN DRAINASE PENYEHATAN LINGKUNGAN

Perencanaan drainasi untuk penyehatan lingkungan dengan memperhitungkan siklus hidup nyamuk pada umumnya 7 - 10 hari



Untuk memutuskan siklus hidupnya, perlu diciptakan suatu lingkungan yang tidak menunjang berkembang biaknya nyamuk dengan :

1. Menghindari genangan air di permukaan tanah dengan membuat sistem drainasi yang memadai.
2. Meninggikan permukaan tanah pada tempat-tempat yang berbentuk cekungan agar tidak terjadi genangan air.

Perancangan sistem drainase untuk penyehatan lingkungan diharapkan dapat memutus siklus hidup nyamuk, untuk itu dikerjakan dengan :

1. Memperkirakan intensitas hujan untuk merancang sistem drainasi.

Misalnya :

- Data curah hujan Jakarta :

Hujan (hari)	Volume hujan (mm)	Volume hujan rata-rata perhari (mm/hari)
1	286	286
5	362	72
10	399	60
20	1053	53

Kemampuan sistem drainase ditentukan berdasarkan dua hal :

1. Jenis nyamuk yang bertelur pada waktu tidak hujan dan saat hujan, sehingga sistem yang dirancang dapat memotong siklus hidup nyamuk, untuk itu sistem drainasi harus mampu mengeringkan lokasi dalam waktu 10 hari.

Hujan (hari)	Volume hujan selama 10 hari (mm)	Peringatan perhari (mm/hari)
1	286	28,6
5	362	36,2
10	599	59,9
20	10/20.1053	52,7

Dengan cara perhitungan tersebut dapat ditentukan kapasitas sistem drainase = 59,9 mm/hari.

2. Jenis yang bertelur pada saat tidak hujan.

Dengan cara perhitungan tersebut ditentukan kapasitas sistem drainase = 35 mm/hari. Ternyata untuk nyamuk yang bertelur

Hujan (hari)	Jangka waktu (hari)	Volume hujan menurut waktu (mm/hari)	Peringatan perhari (mm/hari)
1	1 + 10	286	26
5	5 + 10	362	24
10	10 + 10	599	30
20	20 + 10	1053	35

pada waktu tidak hujan hanya memerlukan sistem drainase dengan kapasitas yang lebih kecil.

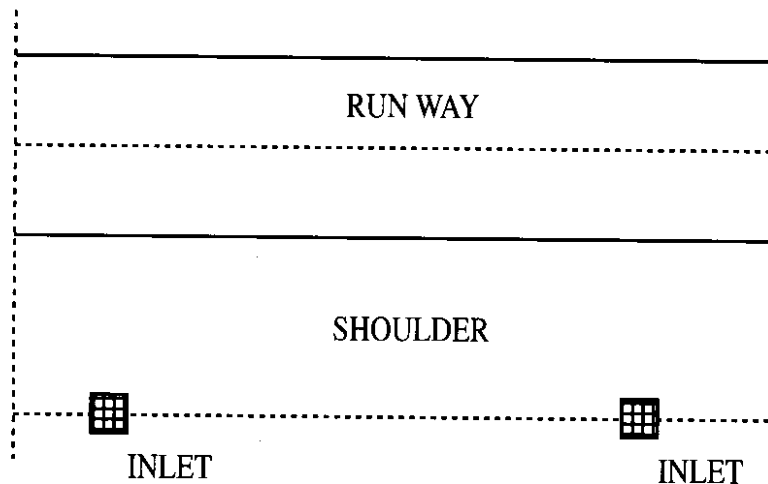
Soal : Drainase Lapangan Udara

Diketahui :

Runway dan Shoulder dan fasilitas inlet rencana seperti pada gambar dan besarnya debit banjir ditentukan $q_{i=T} = 3901/\text{det}/\text{ha}$. $\beta = 0,982$

Pertanyaan :

Hitung dimensi salarun drainase runway



Jawab :

- a. Menghitung luas area yang dikeringkan (didrain)

$$O = (25 \times 100) + (100 \times 100) \text{ m}^2 = 12.500 \text{ m}^2 = 1,25 \text{ Ha}$$

- b. Menghitung α

$$\text{Runway} = 20 \% \times 0,95 = 19 \%$$

$$\text{Lapangan} = 80\% \times 0,30 = 24 \%$$

$$\alpha = \underline{\underline{43 \%}}$$

- c. Menghitung Debit maksimum dan dimensi saluran

$$Q_{\text{mak}} = O \times \alpha \times b \times q_t = T$$

$$= 1,25 \times 43\% \times 0,982 \times 390 \text{ l/detik}$$

$$Q_{\text{mak}} = 205,852 \text{ l/detik} = 0,206 \text{ m}^3/\text{detik}$$

asumsi kecepatan aliran (V)

$$= 0,5 \text{ m/detik (menghindari erosi)}$$

$$Q_{\text{mak}} = V \times A$$

$$A = Q_{\text{mak}}/V$$

$$= (0,206 / 0,5) \text{ m}^2$$

$$= 0,824 \text{ m}^2$$

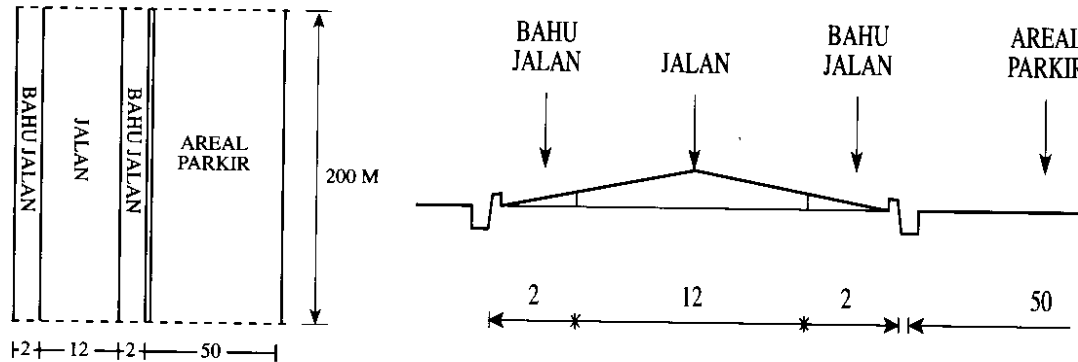
Luas penampang saluran = 0,824 m², dimensi saluran

$$D = \sqrt{\frac{4 \times (0,824)}{\pi}} \text{ m}$$

diperoleh Dimensi saluran = 1,02 meter

Soal Drainase Jalan

Jalan dengan potongan melintang seperti pada gambar di bawah ini. Panjang jalan 200 meter, Koefisien limpasan : C1 jalan = 0,7 C2 parkir = 0,9 C3 bahu jalan = 0,4 dan Intensitas hujan rencana 190 mm/jam.



Pertanyaan :

- Hitung besarnya debit limpasan jalan.
- Hitung besarnya dimensi saluran, bila kemiringan saluran sama dengan kemiringan jalan yaitu = 0,003, saluran dengan konstruksi pasangan batu kali dengan nilai koefisien kekasaran $n = 0,02$, bentuk saluran segi empat dengan tinggi saluran 1,2 kali lebar saluran ($t = 1,2b$).

Jawah :

- Menghitung debit limpasan jalan

$$\begin{aligned} A1 \text{ luas area (jalan)} &= \frac{12 \times 200}{1} = 2.400 \text{ m}^2 \\ A2 \text{ luas area (parkir)} &= 50 \times 200 = 10.000 \text{ m}^2 \\ A3 \text{ luas area (bahu jalan)} &= 4 \times 200 = 800 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Total luas} = 13.200 \text{ m}^2$$

$$\text{Crata-rata} = (0,7 \times 2.400 + 10.000 \times 0,9 + 800 \times 0,4) / 13.200$$

$$\text{Crata-rata} = 0,83$$

$$\text{Besarnya debit limpasan} = 0,83 \times 190 / 3600 \times 10^3 \times 13200$$

$$\text{Besarnya debit limpasan} = 0,578 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b) Menghitung dimensi saluran.

$$V = \frac{1}{n} (R^{\frac{2}{3}}) \times \sqrt{S}$$

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{S}} = \frac{0,578}{\frac{1}{0,02} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,003}}$$
$$= \frac{0,578}{50 \times 0,0547 \times R^{\frac{2}{3}}}$$

$$R = \frac{1,2B \times B}{2,4B + B} = 0,3529 B \text{ diperoleh } B = 0,27 \text{ m dan } H = 0,38 \text{ m}$$