

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara – cara penanggulangan akibat ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

(Sumber : Dr. Ir Suripin, M. Eng , 2004).

2.2 Tujuan Drainase

Drainase bertujuan untuk mengalirkan air lebih dari suatu kawasan yang berasal dari air hujan maupun air buangan. Tujuan drainase lainnya yaitu untuk :

1. Meningkatkan kesehatan lingkungan pemukiman.
2. Pengendalian kelebihan air permukaan dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.
3. Dapat mengurangi genangan-genangan air yang menyebabkan bersarangnya nyamuk malaria dan penyakit-penyakit lain, seperti demam berdarah, disentri serta penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan pemukiman.
4. Memperpanjang umur ekonomis sarana-sarana fisik antara lain: jalan, kawasan pemukiman, kawasan perdagangan dari kerusakan serta gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya sarana drainase.

2.3 Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain sebagai berikut :

1. Menurut sejarah terbentuknya

a) Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan – bangunan penunjang.

b) Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan – bangunan penunjang seperti selokan pasangan batu / beton, gorong – gorong dan lain sebagainya .

2. Menurut Letak Bangunan

a) Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open chanel flow*.

b) Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)

Saluran drainase ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media pipa- pipa, dikarenakan alasan – alasan tertentu seperti tuntutan artistic, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran di permukaan tanah, dll.

3. Menurut Bentuk Konstruksi

a) Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran yang permukaan airnya berhubungan langsung dengan udara luar, biasanya untuk drainase air hujan.

b) Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran yang tidak berhubungan langsung dengan udara luar, biasanya digunakan untuk saluran akhir kotor yang mengganggu kesehatan.

2.4 Pola – Pola Drainase

Pembuatan saluran drainase disesuaikan dengan keadaan lahan dan lingkungan. Oleh karena itu dalam perencanaan drainase terdapat banyak pola drainase yang antara lain sebagai berikut :

1. Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai.

2. Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek – pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran–saluran akan dapat menyesuaikan diri.

3. *Grid Iron*

Pola *grid iron* untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran–saluran cabang dikumpulkan pada saluran pengumpul.

4. Alamiah

Letak saluran utama ada di bagian terendah dari suatu daerah yang berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada, dimana saluran cabang dan saluran utama merupakan saluran alamiah.

5. Radial

Digunakan pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memancar ke segala arah.

6. Jaring- Jaring

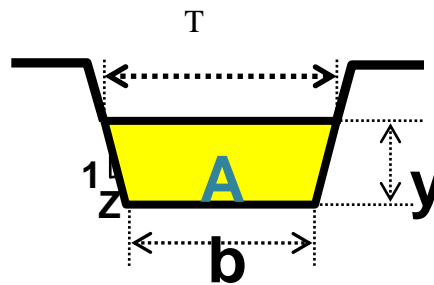
Mempunyai saluran–saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah topografi datar.

2.5 Bentuk Saluran Drainase

Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil, tingkat kerugian akan besar. Adapun bentuk – bentuk saluran drainase terdiri dari :

1. Saluran Trapesium

Saluran drainase berbentuk trapezium membutuhkan runag yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan, air rumah tangga, maupun air irigasi.



Gambar 2.1 Penampang Trapesium

$$A = (b + z \cdot y) y$$

$$p = b + 2 \cdot y \sqrt{z^2 + 1}$$

$$T = b + 2 zy$$

Dimana :

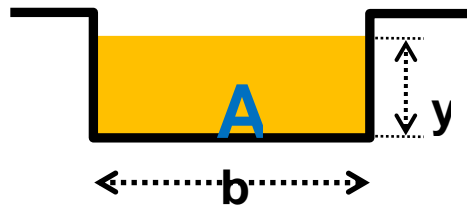
A : Luas penampang melintang

P : Keliling basah

T : Lebar puncak

2. Saluran Empat Persegi Panjang

Saluran berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang. Bentuk saluran ini berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga, maupun air irigasi.



Gambar 2.2 Penampang Empat Persegi Panjang

$$A = b \cdot y$$

$$p = b + 2 y$$

$$T = b$$

$$D = y$$

Dimana :

A : Luas penampang melintang

P : Keliling basah

T : Lebar puncak

D : Kedalaman Hidrolis

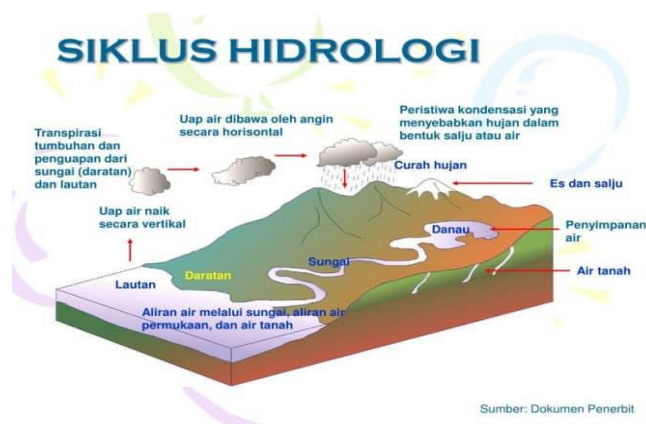
3. Saluran Lingkaran dan Parabola

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

2.6 Analisa Hidrologi

2.6.1 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi juga dapat disebut dengan Siklus air yaitu merupakan sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.



Gambar 2.3 Siklus Hidrologi

(Azzahra Rahmah : 2021)

2.6.2 Karakteristik Hujan

1. Durasi Hujan

Durasi hujan adalah lama kejadian hujan (menit,jam, harian) yang diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering di kaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi relative pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan.

(sumber : Halim Hasmar 2011).

2. Intensitas Hujan

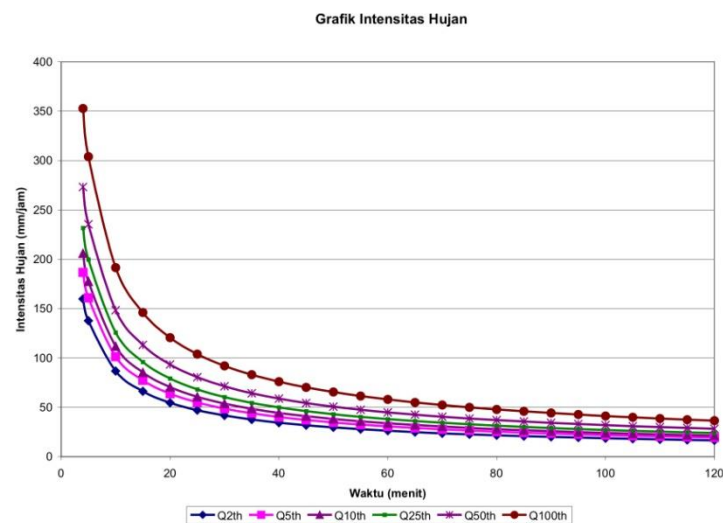
Intensitas hujan (I_t) adalah yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Nilai intensitas hujan tergantung lama curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi. Intensitas hujan dianalisis dari data curah hujan secara empiris atau secara statistic.

(Sumber : Halim Hasmar 2011).

3. Lengkung Hujan

Lengkung hujan adalah grafik hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan. Perencanaan saluran primer, sekunder, dan tersier, didasarkan atas lengkung hujan rencana.

(Sumber : Halim Hasmar 2011).



Gambar 2.4 Grafik Lengkung Hujan

(Sanidhiyanika : 2011 Perencanaan Drainase Perkotaan)

4. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi :

- a) *Inlet time* (t_0) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase.
- b) *Conduit time* (t_d) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = t_0 + t_d$$

$$t_0 \text{ atau } t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_d \text{ atau } t_2 = \frac{L}{60}$$

Dimana:

t_0 = Waktu in-let (menit)

t_d = Waktu aliran dalam saluran (menit)

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

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran kemiringan tanah

V = Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/dt)

Lama waktu mengalir di dalam saluran (t_d) di tentukan dengan rumus sesuai dengan salurannya. Untuk saluran alami, sifat – sifat hidroliknya tidak bisa ditentukan.

Tabel 2.1 Kecepatan untuk Saluran Alami

Kemiringan rata – rata Dasar Saluran (%)	Kecepatan rata – rata (meter/detik)
<1	0,40
1 – 2	0,60
2 – 4	0,90
4 – 6	1,20
6 – 10	1,50
10 – 15	2,40

Waktu konsentrasibesarnya sangat bervariasi dan berpengaruh oleh faktor – faktor berikut ini:

- a) Luas daerah pengaliran
- b) Panjang saluran drainase
- c) Kemiringan dasara saluran
- d) Debit dan kecepatan aliran

Dalam perencanaan drainase waktu konsentrasi sering dikaitkan dengan durasi hujan, karena air yang mengalir di permukaan tanah dan selokan drainase sebagai akibat adanya hujan selama waktu konsentrasi.

2.6.3 Analisa Frekuensi

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data.

a) Metode Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X = Xr + \frac{Yt - Yn}{sn} \cdot S$$

Dimana :

X_T = Curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

X = Nilai rata aritmatik hujan kumulatif

S = Standar Deviasi

Yt = Variasi yang merupakan fungsi dari kala ulang

Yn = Nilai yang tergantung pada “n”

sn = Standar deviasi yang merupakan fungsi dari “n”

$$Yt = -\ln \left[\ln \left\{ \frac{T}{T-1} \right\} \right]$$

Dimana :

Yt = Variasi yang merupakan fungsi dari kala ulang

T = Kala Ulang

Nilai rata – rata di dapat dari rumus :

$$Xr = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi$$

Standar deviasi di dapat dari rumus :

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - X_r)^2}$$

Tabel berikut merupakan hubungan antara reduced variate dengan periode ulang.

Tabel 2.2 *Reduced Variate, Y_{Tr}*

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate Y _{Tr}	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate Y _{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(Sumber : Suripin 2004 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

Tabel 2. 3 *Reduced Standard Deviation, SN*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber : Suripin 2004 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

Tabel 2.4 Reduced Mean, Yn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber : Suripin 2004 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

b) Metode Log Pearson III

Cara Log Pearson Type III dapat dipakai untuk semua macam sebaran data. Parameter – parameter statistic yang diperlukan untuk menghitung distribusi log pearson III adalah :

- Harga rata – rata
- Standar deviasi
- Koefisien kemencenan

Secara garis besar langkah – langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Ubah lah data curah hujan n buah X_1, X_2, \dots, X_n menjadi $\text{Log } X_1, \text{Log } X_2, \dots, \text{Log } X_n$
2. Hitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut ini :

$$\text{Log } X_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

3. Hitung harga standar deviasinya sebagai berikut:

$$sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } Xr)^2}$$

4. Hitung koefisien kepengengan sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } Xr)^3$$

5. Hitung logaritma debit dengan waktu balik yang diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X = \text{Log } Xr + G \cdot Sd$$

♣ Standar deviasi

♣ Koefisien kepengengan

$\text{Log } X_1, \text{Log } X_2, \text{Log } X_3, \dots, \text{Log } X$

Dimana :

$\text{Log } X$ = Nilai logaritmik dari X dengan kala ulang T tahun

$\text{Log } X$ = Nilai rerata dari $\text{Log } X$

Sd = Standar deviasi

G = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari probabilitas /kala ulang dan koefisien kemencengan

Tabel 2. 5 Koefisien G Metode Log Pearson III

koef G	Interval Ulang Tahun							
	1.001	1.25	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.8
2.2	-0.905	-0.752	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705
2.0	-0.99	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.9212	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.78	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.88	-0.857	-0.099	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.85	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472
0.0	-2.326	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
-0.2	-2.472	-0.83	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.8	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88
-0.8	-2.891	-0.78	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-3.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-3.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318
-1.6	-3.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99
-2.2	-3.705	-0.574	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905
-2.4	-3.8	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.83	0.832
-2.6	-3.889	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.46	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.42	0.396	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667

(Sumber : Soemarto, Hidrologi Teknik)

2.6.4 Debit Rancangan

a) Debit Air Hujan

Debit air hujan disebut juga debit limpasan yaitu aliran air yang terjadi dipermukaan tanah (*surface run off*) yang disebabkan oleh turunnya hujan dan terkumpulnya membentuk suatu aliran. Aliran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling mempengaruhi yaitu jenis permukaan tanah, luas tanah limpasan, dan intensitas curah hujan. Debit aliran ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = Debit limpasan (m³/jam)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm / jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Tabel 2. 6 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran (C)

NO	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 massif keras	0,70 - 0,85
	Batuan massif 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	0,40 - 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9	Taman dana kebun	0,20 - 0,40
10	Persawahan	0,45 - 0,60
11	Perbukitaan	0,70 - 0,80
12	Pegunungan	0,75 - 0,90

(sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 1994)

b) Debit Air Kotor

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan, dan juga sumber lainnya seperti daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi, (sumber : Sugiarto 2008).

Jumlah air limbah rumah tangga dari suatu daerah dapat diambil sekitar (60 % – 75 %) dari konsumsi air bersih yang disalurkan ke daerah itu. Debit air kotor dapat menggunakan rumus :

$$Q_{Air\ limbah} = jumlah\ orang \times supply\ air\ bersih \times 70\%$$

Untuk mempermudah perhitungan, jumlah penduduk digunakan kepadatan penduduk rata – rata, dengan rumus :

Kepadatan penduduk rata – rata

$$= \frac{jumlah\ rumah \times jumlah\ orang}{luasan}$$

Qair kotor rata-rata = Luas daerah pengaliran x kepadatan penduduk rata-rata x *supply* air bersih x 70 %

Qair kotor total = Q air kotor rata-rata x faktor puncak

(Sumber : Ir. Djoko Sasongko M.Sc. dkk 1989)

2.6.5 Intensitas Curah Hujan

Data curah hujan dalam waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan perjam. Menurut Dr. Mononobe intensitas hujan (I) dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{R}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3} mm/jam$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curan hujan harian maks (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Tabel 2.7 Nilai Koefisien Hambatan

No	Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1	Lapis 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	0,20
	dengan permukaan sedikit kasar	
5	Padang rumput dan rerumputan	0,40
6	Hutan gundul	0,60
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat	0,80
	dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	

(Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 1994)

Tabel 2.8 Desain Saluran Berdasarkan Kecepatan Izin

No	Jenis Bahan	Vizin
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung Kepasiran	0,5
3	Lahan aluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	1,1
6	Lempung padat	1,2
7	Batu - batu besar	1,5
8	Pasangan bata	1,5
9	Beton	1,5

(Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 1994)

2.7 Analisa Hidrolika

2.7.1 Aliran Air Pada Saluran Terbuka

1. Jenis Aliran

Penggolongan jenis aliran berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan perubahan ruang dan waktu.

A. Aliran tunak (*steady flow*)

Aliran tunak adalah aliran yang mempunyai kedalaman tetap untuk selang waktu tertentu. Aliran tunak dibagi menjadi :

a) Aliran seragam (*uniform flow*)

Aliran saluran terbuka dikatakan seragam apabila kedalaman air sama pada setiap penampang saluran.

b) Aliran berubah (*varied flow*)

Aliran saluran terbuka dikatakan berubah lambat laun apabila kedalaman air berubah di sepanjang saluran.

B. Aliran tidak tunak (*unsteady flow*)

Aliran tidak tunak adalah aliran yang mempunyai kedalaman aliran yang berubah tidak sesuai dengan waktu. Aliran tidak tunak dibagi menjadi :

a) Aliran seragam tidak tunak (*unsteady uniform flow*)

Aliran terbuka dimana alirannya mempunyai permukaan yang berfluktuasi sepanjang waktu dan tetap sejajar dengan dasar saluran.

b) Aliran berubah tidak tunak (*unsteady varied flow*)

Aliran terbuka dimana kedalaman aliran berubah sepanjang waktu dan ruang.

2. Sifat – Sifat Aliran

A. Aliran Laminar

Aliran terbuka dikatakan laminar apabila gaya kekentalan (*viscosity*) relative sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia

B. Aliran Turbulen

Aliran saluran terbuka dikatakan turbulen apabila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan gaya inersia.

3. Rumus – Rumus

Untuk menghitung aliran seragam dalam saluran terbuka dapat diterapkan beberapa rumus antara lain :

A. Chezy

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (\text{m/ detik})$$

Dimana :

V = Kecepatan rata-rata aliran

C = Koefisien kekasaran saluran (koef. Chezy)
(faktor tahanan)

R = Radius hidrolis

I = Kemiringan dasar saluran

Menentukan koefisien chezy

$$C = \frac{23 + \frac{0,00155}{I} + \frac{1}{N}}{1 + \frac{N}{\sqrt{R}} \left(23 + \frac{0,00155}{I} \right)}$$

Dimana :

N = Koefisien Kutter (tabel)

R = Radius hidrolis

I = Kemiringan dasar saluran

Tabel 2. 9 Koefisien Kutter

No	Permukaan Saluran	N
1	Kayu yang diketam dengan baik, gelas atau kuningan	0,009
2	Saluran dari papan – papan kau, beton yang diratakan	0,010
3	Pipa riol yang digelasir, pipa pembuang yang digelasir, pipa beton	0,013
4	Bata denganadukan semen, batu	0,015
5	Pasangan batu pecah dengan semen	0,025
6	Saluran lurus dalam tanah yang tak dilapisi	0,020
7	Saluran lurus dalam krikil tak dilapisi, sal. dlm tanah dengan beberapa tikungan	0,0225
8	Saluran lurus dalam krikil tak dilapisi, sal. dlm tanah dengan beberapa tikungan	0,0226
9	Saluran dengan dasar berbatu kasar atau ditumbuhi rerumputan	0,030
10	Sungai kecil alamiah yang berliku-liku dalam kondisi baik	0,035
11	Sungai dengan penampang tak beraturan dan berliku-liku	0,04 – 0,1

(Sumber : Desain Drainase 2020)

B. Manning

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

Dimana :

N = Koefisien kekasaran manning

R = Radius hidrolis

I = Kemiringan dasar saluran

2.7.2 Aliran Air Pada Saluran Tertutup

1. Jenis Aliran

Berbeda dengan aliran air pada saluran terbuka, pada saluran tertutup hanya terdapat satu jenis aliran, yaitu aliran tunak (*steady flow*).

2. Sifat – Sifat Aliran

Ada dua jenis aliran dalam aliran air saluran tertutup (pipa) yaitu aliran laminar dan turbulen.

A. Aliran Laminar

Pada aliran laminar partikel – partikel zat cair bergerak di sepanjang lintasan – lintasan lurus, sejajar dalam lapisan – lapisan.

B. Aliran Turbulen

Karakteristik aliran turbulen dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a) Aliran dalam pipa mulus;
- b) Aliran dalam pipa relative kasar, pada kecepatan tinggi dianggap sepenuhnya kasar;
- c) Aliran pada daerah diantara kedua kondisi tersebut.

2.7.3 Dimensi Saluran

Sebelum merencanakan dimensi saluran, langkah pertama yang harus diketahui adalah debit rencananya. Untuk menghitung debit rencana, perlu diketahui berapa luas daerah yang harus dikeringkan oleh saluran tersebut.

Berapa besar air yang dibuang berdasarkan tata guna lahan. Jadi langkah pertama adalah merencanakan tata letak. Tata letak direncanakan berdasarkan peta kota dan peta tofografi. Tentukan letak

saluran – saluran, kemudian hitung beban saluran – saluran tersebut, dari yang paling kecil sampai ke saluran induk. Setelah besarnya debit untuk masing – masing saluran diketahui, barulah digunakan perhitungan dimensi saluran.

Untuk merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase digunakan pendekatan rumus- rumus aliran seragam. Bentuk penampang saluran drainase dapat berupa saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi daerahnya. Untuk kecepatan rata – rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus manning.

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

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dimana :

V	= Kecepatan aliran (m / dt)
n	= Angka Kekasaran manning
R	= Jari – jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan dasar saluran
Q	= Debit saluran (m ³ / dt)
A	= Luas penampang basah saluran (m ²)

A. Penampang Saluran Segiempat

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

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

- Angka kekasaran manning (n) dapat ditentukan berdasarkan jenis bahan yang digunakan

- Kemiringan tanah asli : kemiringan berdasarkan dasar saluran (S) dapat diketahui berdasarkan tofografi
- Penampang segiempat berarti t : 1 m : 1
- Luas penampang (A) = b x h = h²
- Keliling basah (P) = b + 2h = h + 2h = 3h
- Jari – jari hidrolis (R) = A/P = h²/3h = 0,333h
- Kecepatan aliran $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$
- Q = A. V
- Tinggi jagaan = 25 % h
- Tinggi saluran (H) = h = tinggi jagaan

B. Bangunan Pelengkap (Gorong – Gorong)

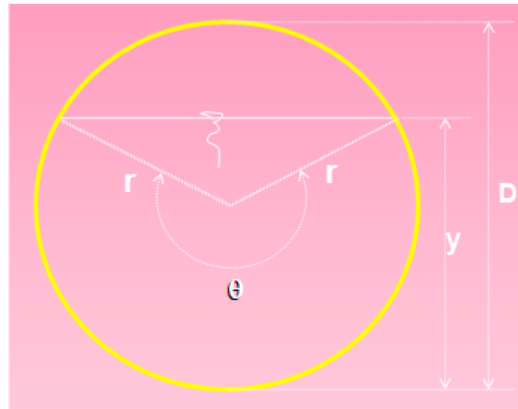
Gorong – gorong adalah saluran tertutup (pendek) yang mengalirkan air melewati jalan raya, kerta api, atau timbunan lainnya. Berdasarkan lokasi, dikenal ada dua macam pengontrol yang dapat digunakan pada gorong – gorong, yaitu pengontrol di depan (*inlet*) dan dibelakang (*outlet*). Kontrol di depan terjadi jika kapasitas gorong – gorong lebih besar daripada kapasitas *inlet*. Kontrol *outlet* terjadi jika kapasitas gorong – gorong lebih kecil dari pada kapasitas pemasukan.

(sumber : Dr.Ir Suripin, M.Eng 2004)

Rumus gorong – gorong menggunakan rumus :

$$d = 0,18D$$

$$d = r (1 - \cos^{1/2} \theta)$$



Gambar 2.5 Penampang saluran

$$A = \frac{1}{8} (\Theta - \sin \Theta) \cdot D^2 \quad A \frac{Q_{maks}}{v}$$

$$p = \frac{1}{2} \cdot \Theta \cdot D$$

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

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

2.8 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, suatu proyek dari awal hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan didalam suatu manajemen proyek.

(Sumber : Manajemen Proyek, 1993).

2.8.1 Rencana Kerja dan Syarat- Syarat (RKS)

Rencana Kerja dan Syarat- Syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan nama proyek, besar, dan mutu, lokasinya, tata cara pelaksanaan, syarat- syarat pekerjaan, dan keterangan – keterangan lain

yang dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan. Terdapat beberapa syarat di dalam RKS diantaranya :

- a. Syarat – syarat umum meliputi :
 1. Keterangan pemberians tugas
 2. Keterangan mengenai perencanaan
 3. Syarat – syarat peserta lelang
 4. Bentuk surat penawaran dan cara penyimpanan

- b. Syarat – syarat administrasi, meliputi :
 1. Syarat pembayaran
 2. Tanggal penyerahan pekerjaan atau barang
 3. Denda atas keterlambatan
 4. Besaran jaminan penawaran
 5. Besaran jaminan pelaksanaan

- c. Syarat – syarat Teknis, meliputi :
 1. Uraian pekerjaan
 2. Jenis dan mutu bahan
 3. Gambar rencana dan detail

2.8.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya pada suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek mempunyai beberapa kegunaan, antara lain:

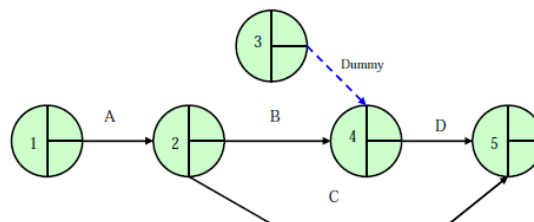
1. Sebagai bahan dasar usulan pengajuan proposal agar didapatkannya sejumlah alihan dana bagi sebuah pelaksanaan proyek dari pemerintah pusatke daerah pada instansi- instansi tertentu.

2. Sebagai bahan pembandingan harga bagi *stakeholder* dalam menilai tingkat kewajaran *owner estimate* (OE) yang dibuatnya dalam bentuk *engineering estimate* (EE) yang dibuat oleh pihak konsultan.
3. Sebagai standar harga patokan sebuah proyek yang dibuat oleh *stakeholder* dalam bentuk *owner estimate* (OE).
4. Sebagai dasar penentuan kelayakan ekonomi teknik sebuah investasi proyek sebelum dilaksanakan pembangunannya.
5. Sebagai rincian item harga penawaran yang dibuat kontraktor dalam menawarkan pekerjaan proyek.

2.8.3 Net Work Planning (NWP)

Net Work Planning (NWP) adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang merupakan informasi mengenai kegiatan- kegiatan yang ada dalam network diagram proyek bersangkutan. Keuntungan penggunaan NWP dalam tata pelaksanaan proyek, yaitu :

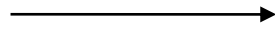
1. Merencanakan *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
3. Mendokumen, mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu), dan alternatif – alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.



Gambar 2.6 Network Planning

Simbol – simbol yang terdapat pada NWP yaitu :

1. Arrow : menunjukkan kegiatan dan durasi

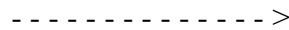


Anak panah

2. Node : menunjukkan kejadian (event)



3. Dummy : menunjukkan kegiatan semu



Dalam symbol node terdapat nilai – nilai angka yang berkaitan dengan jenis kejadiannya masing – masing seperti :

1. Earliest Event Time (EET) atau waktu kejadian paling cepat / awal.
2. Latest Event Time (LET) atau waktu kejadian paling lambat / akhir.

2.8.4 Barchat dan Kurva S

Barchat adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Untuk dapat memanajemen proyek dengan baik perlu diketahui sebelumnya dimana posisi waktu tiap item pekerjaan, sehingga disitulah pekerjaan proyek harus benar- benar dipantau agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Di dalam barchat yang ditampilkan yaitu :

1. Jenis pekerjaan
2. Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan

3. Alur pekerjaan.

Kurva S adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertical terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan (aktual) memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. Bobot kegiatan adalah nilai persentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

Untuk mengetahui bobot kegiatan adalah dengan

$$= (\text{biaya pekerjaan} / \text{jumlah biaya pekerjaan}) \times 100\%$$



Gambar 2.7Barchat dan Kurva S