

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota(perencanaan infrastruktur khususnya).

Drainase juga dapat diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan salah satu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari perasana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat.

Drainase yang berasal dari kata to drain yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air drainase, merupakan suatu sistem pembuangan air bersih dan air limbah dari daerah pemukiman, industri, pertanian, badan jalan dan permukaan perkerasan lainnya, serta berupa penyaluran kelebihan air pada umumnya, baik berupa air hujan, air limbah maupun air kotor lainnya yang keluar dari kawasan yang bersangkutan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah ke badan air atau ke bangunan resapan buatan.

2.2 Jenis – jenis Drainase

1. Drainase Berdasarkan Penempatannya

a. Drainase Permukaan

Drainase Permukaan adalah drainase yang dibuat untuk mengendalikan air limpasan permukaan akibat air hujan dari permukaan tanah ke pembuangan air sehingga kondisi permukaan tanah tidak tergenang oleh air hujan dan tetap dalam kondisi kering.

b. Drainase Bawah Permukaan

Drainase Bawah Permukaan yaitu Drainase yang dibuat untuk mengalirkan air yang meresap kedalam permukaan tanah (bawah permukaan).

2. Drainase Berdasarkan Sejarah Terbentuknya

a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan terdapat bangunan- bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu bata atau beton, gorong-gorong, dan lain-lain. Saluran initerbentuk oleh goresan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan, pasangan beton, gorong-gorong, pipa dan lain-lain.

3. Drainase Menurut Fungsinya

a. *Single Purpose*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan suatu jenis air buangan, misalnya air hujan atau air buangan lain seperti limbah limbah domestik, limbah industri, dan lain-lain.

b. *Multi Purposer*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air baik secara bercampur maupun bergantian.

4. Drainase Menurut Konstruksi

a. Drainase Permukaan (*Surface Drainage*)

Yaitu saluran yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi

mengalirkan limpasan permukaan

b. Drainase Bawah Permukaan (*Sub Surface Drainage*)

Yaitu saluran yang bertujuan mengalirkan limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan-alasan tertentu seperti saluran listrik, dan juga tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran dipermukaan seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang (*airport*), taman, dan lain-lain (Dr. Ir. Suripin, M. Eng 2004).

2.3 Fungsi Umum Drainase

Fungsi Umum dari pembuatan drainase antara lain :

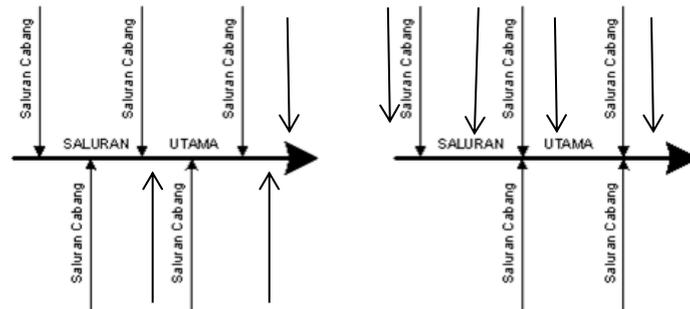
1. Untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.
2. Sebagai pengendali air kepermukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air/banjir.
3. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
4. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
5. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.4 Pola Drainase

Saluran Drainase dibuat sesuai dengan kondisi lahan dan lingkungan sekitarnya, oleh karena itu dalam drainase dikenal beberapa pola jaringan drainase yaitu :

a. **Pola Siku**

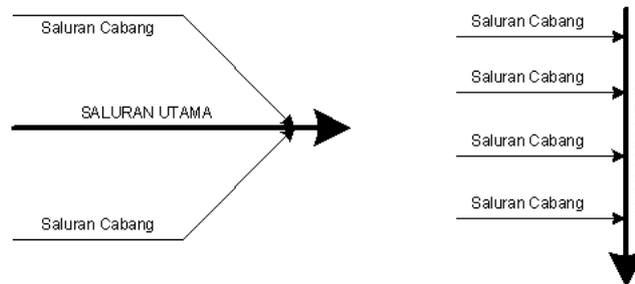
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

b. Pola Paralel

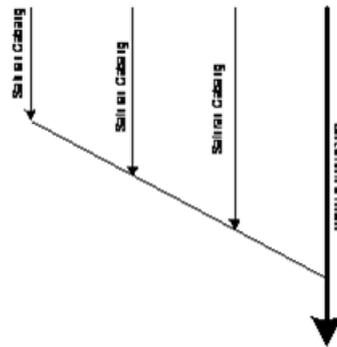
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel

c. Pola Grid Iron

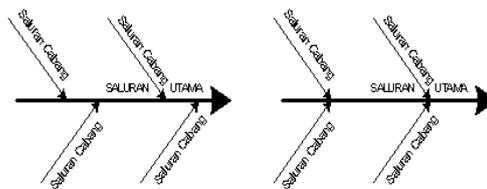
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron

d. Alamiah

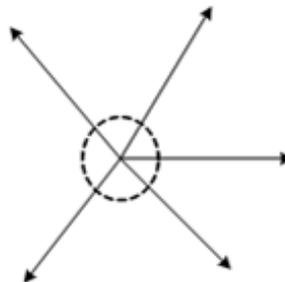
sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

e. Radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial

2.5 Sistem Jaringan Drainase

2.5.1 Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major system) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2.5.2 Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.

2.6 Kuantitas Air Hujan

Kuantitas Air Hujan atau curah hujan (CH) adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, aliran runoff dan lain – lain.

2.6.1 Pengukuran Hujan

Penakar hujan merupakan alat pengukur jumlah curah hujan yang turun ke atas permukaan tanah per satuan luas. Penakar hujan yang umumnya digunakan bernama ombrometer.

Prinsip alat ini adalah mengukur tinggi jumlah air yang masuk ke alat tersebut. Sebagai contoh: Di satu lokasi pengamatan memiliki curah hujan 20 mm, artinya lokasi tersebut digenangi oleh air hujan setinggi 20 mm

(millimeter). Berdasarkan mekanismenya, ombrometer dibedakan menjadi dua yaitu ombrometer manual dan ombrometer otomatis (perekam).

2.6.2 Alat Ukur Hujan

1. Alat penakar hujan Biasa

Alat pengukur hujan biasa ini berupa sebuah corong dan botol penampung yang berada dalam silinder. Ditempatkan pada lapangan terbuka dan alat ini hanya dapat memberi informasi tentang kedalaman hujan, tetapi kederasaan (intensitas) dan durasi hujan tidak dapat diketahui. Pembacaan biasanya dilakukan setiap pagi, dengan kata lain yang diukur adalah kedalaman hujan harian. Curah hujan yang kurang dari 0,1 mm dicatat sebagai 0.

2. Alat Penakar Hujan Otomatis

Alat penakar hujan otomatis dapat memberikan informasi kedalaman hujan, kederasaan intensitas hujan dan durasi hujan yang terjadi secara kontinyu. Alat penakar air hujan otomatis terdiri atas berapa macam yaitu alat penakar hujan jenis pelampung alat penakar air hujan jenis timba jungkit, dan alat penakar hujan jenis timbangan.

2.7 Parameter Hidrologi

2.7.1 Analisa Frekuensi

Sistem hidrologi kadang – kadang dipengaruhi oleh peristiwa – peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang ekstrim kejadiannya sangat langka.

Analisis frekuensi merupakan prakiraan dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit / curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Ada 2 macam seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

a. Data maksimum hujan tahunan

Data ini diambil setiap tahun dengan satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisis selanjutnya.

b. Seri Parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis.

Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpanan yang terjadi. dalam ilmu stastistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

2.7.2 Distribusi Normal

digunakan dalam analisis hidrologi, misal dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya.

$$X_t = \bar{X} + Z \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan rencana

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata – rata

Z = Faktor Frekuensi

S_x = Standar deviasi

Tabel 2.1 Faktor Frekuensi Normal

p (z)	Z	p (z)	Z
0,001	-3,09	0,6	0,24
0,005	-2,58	0,7	0,52
0,01	-2,33	0,8	0,84
0,02	-2,05	0,85	1,04
0,03	-1,88	0,9	1,28
0,04	-1,75	0,95	1,64
0,05	-1,64	0,96	1,75
0,1	-1,28	0,97	1,88
0,15	-1,04	0,98	2,05
0,2	-0,84	0,99	2,33
0,3	-0,52	0,995	2,58
0,4	-0,25	0,999	3,09
0,5	0		

(sumber : Soemarto,1999)

2.7.3 Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil tranformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

X_t = Besarnya Curah Hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

$$S_x = \text{Standar Deviasi} \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (X_1 - \bar{X})^2}$$

\bar{X} = Curah hujan rata – rata

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun

Tabel 2.2 Standar Variabel (Kt)

T	Kt	T	Kt	T	Kt
1	-1,86	20	1,89	96	3,34
2	-0,22	25	2,1	100	3,45
3	0,17	30	2,27	110	3,53
4	0,44	35	2,41	120	3,62
5	0,64	40	2,54	130	3,7
6	0,81	45	2,65	140	3,77
7	0,95	50	2,75	150	3,84
8	1,06	55	2,86	160	3,91
9	1,17	60	2,93	170	3,97
10	1,26	65	3,02	180	4,03
11	1,35	70	3,08	190	5,09
12	1,43	75	3,6	200	4,14
13	1,5	80	3,21	220	4,24
14	1,57	85	3,28	240	4,33

(Sumber : I Made Karmiana,2011)

2.7.4 Metode Gumble

Umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir.

$$X = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{\sigma_n} S \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

X = Curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

\bar{x} = Nilai rata aritmatik hujan kumulatif

S = Standar deviasi

Yt = Variasi yang merupakan fungsi dari kala ulang

Yn = Nilai yang tergantung pada "n"

σ = Standar deviasi yang merupakan fungsi dari "n"

Tabel 2.3 *Reduced Standard Deviation*(σ_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,949	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,062	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,112	1,1159	1,1193	1,226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,141	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,160	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,174	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,185	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,193	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,200	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2004	1,2046	1,2049	1,2055	1,206
1000	1,206									

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

Tabel 2.4 Reduced Mean (Yn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,53	0,582	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,54	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	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	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5592	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,8898	0,5599
100	0,56									

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

Tabel 2.5 Reduced Variate (Y_T) untuk Metode Sebaran Gumbel I

Periode Ulang (Tahun)	Reduce Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390

(Sumber : CD.Soemarto,1999)

2.7.5 Metode *Log Pearson Type III*

Banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim.

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1)$, $\log(X_2)$, $\log(X_3)$, ..., $\log(X_n)$.
2. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus :

$$\overline{\log x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots\dots\dots (2.4)$$

$\overline{\log x}$ = harga rata-rata logaritmik

n = jumlah data

X_i = nilai curah hujan tiap-tiap tahun (R_{24} maks)

3. Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut :

$$sd = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x = (\log Xi - \overline{\log X})^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

4. Menghitung koefisien skewness (Cs) dengan rumus :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)sd^3} \sum_{i=1}^n (\log Xi - \overline{\log X})^3 \dots\dots\dots (2.6)$$

5. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$Log X = \overline{\log X} + G.sd \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Log X = Nilai Logaritmatik dari X dengan kala ulang T tahun

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

Sd = Standar deviasi

Tabel 2.6 Harga K untuk Metode Sebaran *Log-Pearson III*

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,518	1,25	2,262	3,048	3,845	4,652	6,6
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705	4,444	6,2
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,91
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,66
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388	3,99	5,39
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,11
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661	4,82
1	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489	4,54
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,78	1,336	2,998	2,453	2,891	3,312	4,25
0,7	-0,116	0,79	1,333	2,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,8	1,328	2,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,91	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,88	2,261	2,615	2,949	3,67
0,3	-0,05	0,824	1,309	2,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,83	1,301	2,818	2,159	2,472	2,763	3,38
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,785	2,107	2,4	2,67	3,235
0	0	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	2,761	2	2,252	2,482	3,95
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388	2,81
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,4
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,15
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749	1,91
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,8
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,2	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,935	1,069	1,089	1,097	1,13
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	1,995	1
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,8	0,802
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber : Soemarto, 1999)

6. Menghitung koefisien kurtosis (Ck) dengan rumus :

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

Ck = koefisien kurtosi

7. Menghitung koefisien variasi (Cv) dengan rumus :

$$Cv = \frac{sd}{\log(x)} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.8 Perhitungan Curah hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan bangunan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Curah hujan wilayah ini diperhitungkan dengan :

a. Cara rata-rata aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan yang didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos penakar-penakar hujan di dalam areal tersebut. Jadi cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal. Rumus yang digunakan:

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

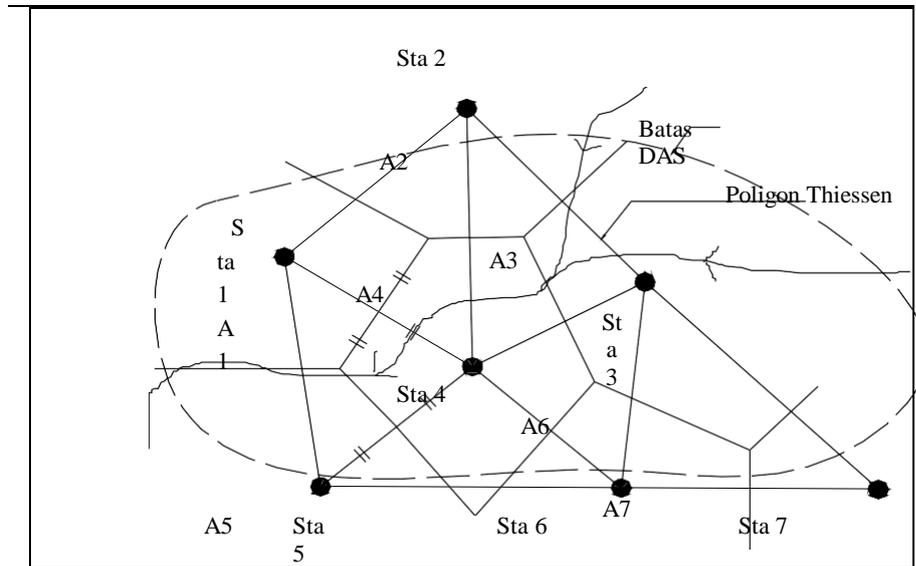
d = tinggi curah hujan rata-rata

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

n = banyaknya pos penakar

b. Cara poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar. (Soemarto, 1995).



Gambar 2.6 Metode Thiessen

(Sumber : Soemarto, 1995)

Misal A_1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A_2 luas daerah pengaruh pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + \dots + A_n = A$ adalah jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujan rata-ratanya. Jika pos penakar 1 menakar tinggi hujan d_1 , pos penakar 2 menakar d_2 , dan pos penakar n menakar d_n , maka :

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

A = Luas Areal

d = Tinggi curah hujan di pos 1,2,3,...n

$d_1, d_2, d_3 \dots d_n$ = Tinggi Curah Hujan pada Pos Penakar 1,2,3,...n

$A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ = Luas Daerah di areal 1,2,3,...n

c. Cara Isohyet

Peta isohiet di gambar pada peta topografi dengan perbedaan 10 mm – 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan sekitar daerah yang dimaksud.

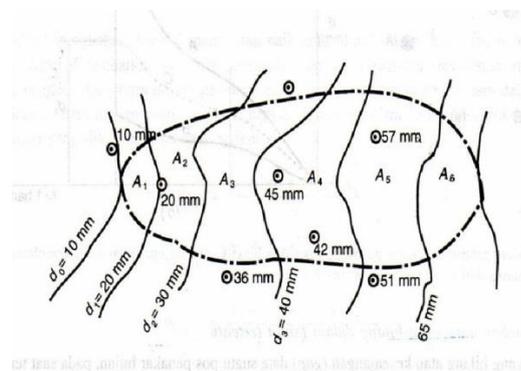
Luas bagian daerah antara 2 garis isohiet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohiet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian itu dapat dihitung. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1 + A_2 + \dots + (R_n \cdot A_n)}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

- R = Tinggi curah hujan rata-rata
- R1,R2,R3 = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,.....,n
- A = Luas Areal
- A1,A2,A3 = Luas daerah pengaruh pada pos penakar 1,2,3,.....n

Cara ini adalah cara rasional yang terbaik jika garis-garis isohiet dapat digambar dengan teliti. Akan tetapi jika titik-titik pengamatan itu banyak dan variasi curah hujan di daerah bersangkutan besar, maka pada pembuatan pada isohiet ini akan terdapat kesalahan pribadi dari pembuat data.



Gambar 2.7 Metode Isohiet

Dari 3 macam cara menentukan curah hujan regional, pada laporan ini yang kami gunakan metode rata – rata aljabar untuk menentukan curah hujan regional pada Evaluasi Saluran Drainase Pembuangan Desa Krujon Kabupaten Oku Timur Sumatera Selatan.

29 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan untuk oleh air untuk mengalir ke permukaan tanah menuju titik terdekat (t_o) dan waktu untuk mengalir dalam saluran ke titik yang ditinjau (t_d) dalam suatu catchment area untuk menuju titik outlet.

$$t_c = t_o + t_d \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

t_c = Waktu Konsentrasi

t_o = in – let time

t_1 = conduit time

L = Panjang Saluran

V = Kec. Rata – rata saluran

Untuk t_o dan t_d dapat dicari dengan rumus :

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$t_1 = \frac{L}{60 v} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana

L_o = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

nd = Angka kekasaran permukaan lahan (tabel)

S = Kemiringan daerah pengaliran

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

Tabel 2.7 Koefisien dan Hambatan

Tata Guna Lahan	nd
Lapois Semen dan Aspal Beton	0.013
Kedap Air	0.020
Timbunan Tanah	0.100
Tanaman pangan/tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0.200
Padang Rumput	0.400
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0.600
Hutan dan sejumlah semak belukar	0.800

Sumber : I Made Kamiana

Waktu Konsentrasi dapat juga dihitung dengan rumus :

1. Rumus Kirpich

$$T_c = \frac{0,006628L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

T_c = Waktu Konsentrasi (jam)

L = Panjang Lintasan air dari titik terjauh ke titik yang ditinjau (Km)

S = Kemiringan tanah

Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Lahan

Tata guna lahan	Nilai N
Kedap air	0,02 tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Lahan
Timbunan Tanah	0,1
Tanaman pagar/tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasa dan	0,2
Tata guna lahan Lunak	Nilai N
Padang Rumput	0,4
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,6
Hutan dan sejumlah semak berlukar	0,8

(Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 03 – 3424 – 1994)

2.10 Intesitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi.

Besarnya intesitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intesitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas.

Biasanya dalam perencanaan bangunan pengairan(misalnya drainase), debit rencana sangat diperlukan untuk mengetahui kapasitas yang seharusnya dapat ditampung oleh sebuah drainase, agar semua debit air dapat ditampung dan teralirkan. Rumus yang biasa digunakan dalam perhitungan intesitas curah hujan adalah sebagai berikut :

A. Rumus Mononobe :

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{Tc}\right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Tc = Lamanya atau durasi curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang (mm)

2.11 Debit Rancangan**A. Debit Limpasan (Air Hujan)**

Debit air hujan adalah volume aliran yang terjadi di permukaan tanah yang disebabkan oleh turunnya hujan dan terkumpulnya membentuk suatu aliran. Aliran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling mempengaruhi yaitu jenis permukaan tanah, luas daerah limpasan, dan intensitas curah hujan.

Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran C

No	Kondisi Permukaan Tanah	C
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3	Bahu jalan dari tanah berbutir halus	0,40 – 0,55
4	Bahu jalan dari tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
5	Bahu jalan dari batuan masih keras	0,70 – 0,85
6	Bahu jalan dari batuan masih lunak	0,60 – 0,75
7	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
8	Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,70
9	Daerah industri	0,60 – 0,90
10	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
11	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
12	Taman dan kebun	0,45 – 0,60
13	Persawahan	0,70 – 0,80
14	Perbukitan	0,70 – 0,80
15	Pengunungan	0,75 – 0,90

(Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 03-3424-1994)

Debit air hujan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_{\text{Air Hujan}} = 0.278 C I A \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

- Q = Debit limpasan (m³/det)
 C = Koefisien pengaliran (tabel)
 I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
 A = Luas daerah pengaliran (km²)

2.12 Analisis Hidrolika

2.12.1 Analisis Saluran

Banyaknya debit air hujan dan air kotor yang ada dalam suatu kawasan harus dialirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkan air diperlukan saluran yang mampu menampung air tersebut ke tempat penampungan. Penampungan air tersebut dapat berupa sungai kolam dan sebagiannya. Untuk menghitung aliran dalam saluran digunakan persamaan manning :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2.19)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

- n = Koefisien Kekasaran Saluran
 R = Jari – jari Hidrolik
 I = Kemiringan hidrolis
 Q = Debit air (m³/det)
 V = Kecepatan rata – rata aliran (m/det)

Penampang basah saluran dihitung berdasarkan penampang yang paling ekonomis untuk menampung debit maksimum.

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.21)$$

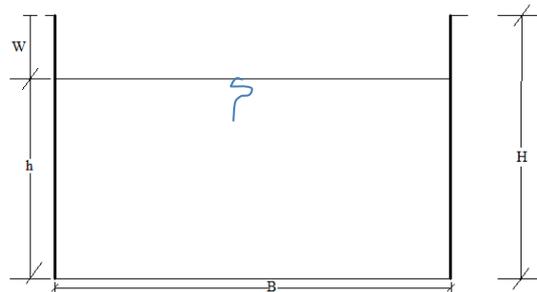
Dimana :

- A = Penampang basah saluran berdasarkan debit saluran
- Q = Debit air (m³/det)
- V = Kecepatan rata – rata aliran (m/det)
- A = b + h (2.22)
- P = b + 2h (2.23)

Dimana :

- A = Luas Penampang Basah Saluran
- P = Keliling Basah Saluran
- B = Lebar Saluran
- h = Tinggi dalam Saluran
- w = Tinggi jagaan

Untuk menghitung Penampang ekonomis penampang persegi dapat dibuat dengan persyaratan $b = 2h$ atau $y = b/2$



Gambar 2.8 Penampang Persegi

Untuk penampang saluran berbentuk trapesium digunakan rumus :

- A = (b + m) . h
- P = b + 2h $\sqrt{m^2 + 1}$ = b + 2h (m² + 1) = b + 2h(m² + 1)^{0,5} (2.24)

Syarat penampang ekonomis untuk saluran berbentuk trapesium adalah :

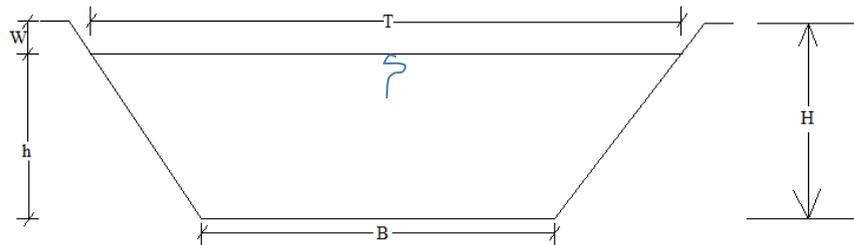
$$\frac{b+2mh}{2} = h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

- A = Luas Penampang Basah Saluran
- P = Keliling Basah Saluran
- B = Lebar Saluran,

h = Tinggi dalam Saluran (m) = $\frac{Q+1}{2}$

w = Tinggi jagaan = $\sqrt{0,5} \cdot h$ (m)



Gambar 2.9 Penampang Trapezium

Untuk penampang saluran berbentuk lingkaran digunakan:

A = $\frac{1}{8}(\theta - \sin \theta)D^2$ (2.26)

P = $r \cdot \theta = \theta \cdot \frac{D}{2}$ (2.27)

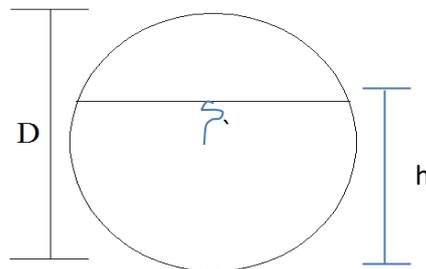
h = $r (1 - \cos \frac{1}{2}\theta)$ (2.28)

T = $2 r \sin \frac{1}{2}\theta$ (2.29)

Syarat penampang ekonomis untuk lingkaran berbeda dengan penampang trapesium dan persegi, Q maksimum berbeda dengan V maksimum, jika :

Q_{maks} = $h = 0,95 D$ (2.30)

V_{maks} = $h = 0,81 D$ (2.31)



Gambar 2.10 Penampang Lingkaran

A = Luas Penampang Basah Saluran

P = Keliling Basah Saluran

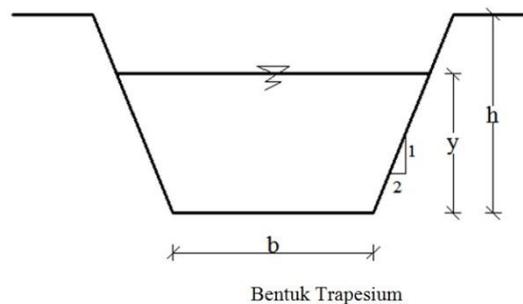
B	= Lebar Saluran
D	= Diameter Saluran
m	= Kemiringan Saluran
h	= Tinggi air dalam saluran
w	= Tinggi jagaan

2.12.2 Bentuk Penampang Saluran

Bentuk-bentuk saluran drainase harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis dan sesuai dengan kebutuhan. Pada daerah dengan kebutuhan drainase besar disesuaikan dengan bentukan dan dimensinya begitu juga pada daerah dengan kebutuhan drainase kecil. Bentuk penampang untuk drainase terdapat berbagai jenis diantaranya adalah:

1. Bentuk Trapesium

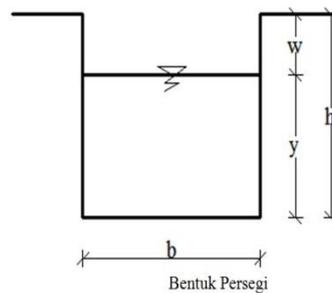
Pada umumnya saluran air drainase memiliki bentuk trapesium yang terbuat dari tanah. Namun, tidak menutup kemungkinan dapat dibuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk trapesium tersebut berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang memiliki debit yang besar.



Gambar 2.11 Bentuk Trapesium

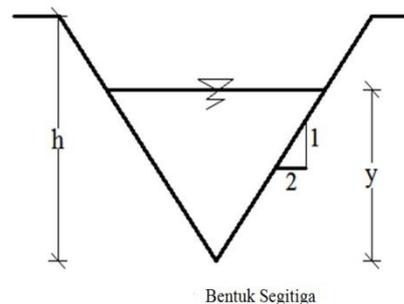
2. Bentuk Persegi

Saat ini pembuatan saluran air sistem drainase sering menggunakan beton berbentuk persegi. Saluran berbentuk persegi ini biasa terbuat dari pasangan batu dan beton. Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar menjadi fungsi utama dari saluran air bentuk persegi ini.



Gambar 2.12 Bentuk Persegi

3. Bentuk Segitiga

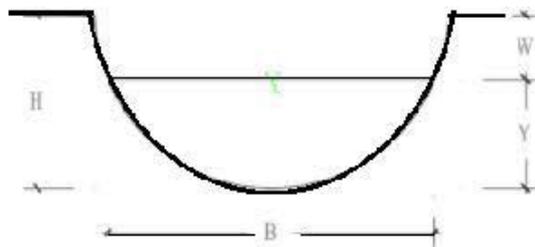


Gambar 2.13 Bentuk Segitiga

Memiliki bentuk yang cukup aneh dimana hanya memiliki 2 sisi saja yang menghadap ke tanah membuat saluran air berbentuk segitiga ini sangat jarang digunakan. Saluran bentuk segitiga hanya digunakan pada kondisi tertentu saja dimana hanya berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit kecil.

4. Bentuk Setengah Lingkaran

Saluran air berbentuk setengah lingkaran sangat cocok untuk digunakan pada sistem drainase lokal. Dimana drainase lokal hanya digunakan untuk saluran air penduduk atau pada sisi jalan perumahan padat penduduk. Karena bentuk saluran ini hanya berfungsi untuk menyalurkan limbah air hujan yang memiliki debit yang kecil



Gambar 2.14 Setengah Lingkaran

Dari ketiga penampang drainase yang ada di jelaskan, pada laporan kami hanya penampang trapesium yang di gunakan untuk sistem drainase saluran di Desa Krujon, Belitang Oku Timur Sumatera Selatan.

Tabel 2.10 Desain Saluran berdasarkan Kecepatan izin

No	Jenis Bahan	V_{izin} (m/det)
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 : H.M Halim Hasmar,2011)

2.12.3 Kemiringan Saluran

Yang dimaksud kemiringan saluran kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran.

Kemiringan dasar saluran ini adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang dimana umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

Kemiringan dasar saluran maksimum yang diperbolehkan adalah 0.005-0.008 tergantung pada saluran yang digunakan. Kemiringan yang lebih curam dari 0.002 bagi tanah lepas sampai dengan 0.005 untuk tanah padat akan menyebabkan erosi (penggerusan)

Untuk menghitung kemiringan saluran digunakan rumus :

- Kecepatan (V) $= \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$ (m/det) (2.32)

- Kemiringan Saluran $= \left[\frac{V}{\frac{1}{n} R^{2/3}} \right]^2$ (2.33)

Keterangan :

- V = Kecepatan aliran air (m/det)
 N = Koefisien kekasaran manning (tabel)
 R = Radius Hidrolik
 I = Kemiringan salur

Tabel 2.11 Hubungan Kemiringan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Saluran S (%)
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

(Sumber : H.M Halim Hasmar,2011)

Tabel 2.12 Hubungan Debit Air dengan Kemiringan Saluran

Debit air (m ³ /det)	Kemiringan Saluran
0,00 – 0,75	1 : 1
0,75 – 15	1 : 1,5
15 – 18	1 : 2

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03 – 3424 – 19994)

2.12.4 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapatkan dari tabel 2.14 atau dihitung dengan rumus Manning atau Chezy.

Tabel 2.13 Hubungan Kemiringan Saluran Dengan Kecepatan Rata – rata Aliran

Kemiringan Saluran 1 (%)	Kecepatan Rata – Rata V (m/s)
<1	0,4
1 – 2	0,6
2 – 4	0,9
4 – 6	1,2
6 - 10	1,5
10 - 15	2,4

(Sumber : H.M.Halim Hasmar,2011)

2.13 Desain Saluran

Debit aliran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk persegi, segitiga, trapesium, dan setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*).

2.13.1 Dimensi Saluran

A. Penampang trapesium

- Luas Penampang (A) = $(b+m).h$ (2.33)

- Keliling Basah (P) $P = B + 2h(m^2 + 1)^{0.5}$ (2.34)

- Jari-Jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$ (2.35)

Keterangan :

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Tinggi kedalaman air (m)

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah penampang (m)

2.13.2 Koefisien Kekasaran Manning

Dari macam-macam jenis saluran, baik berupa saluran tanah maupun dengan pasangan, besarnya koefisien Manning dapat mengacu pada table berikut.

Tabel 2. 14 Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Kurang
Saluran Buatan :			
1. Saluran tanah, lurus beraturan	0.020	0.023	0.025
2. Saluran tanah, digali biasanya	0.028	0.030	0.025
3. Saluran batuan, tidak lurus dan tidak Beraturan	0.040	0.045	0.045
4. Saluran batuan, lurus beraturan	0.030	0.035	0.035
5. Saluran batuan, vegetasi pada sisinya	0.030	0.035	0.040
6. Dasar tanah sisi batuan koral	0.025	0.028	0.030
7. Saluran berliku-berliku kecepatan			

rendah	0.028	0.030	0.033
Saluran alam	0.035	0.040	0.045
1. Bersih, lurus, tetapi tanpa pasir dan tanpa celah	0.045	0.050	0.065
2. Berliku, bersih, tetapi berpasir dan berlubang	0.060	0.070	0.080
3. Idem 3, tidak dalam, kurang beraturan	0.100	0.125	0.150
4. Aliran lambat, banyak tanaman dan lubang dalam	0.030	0.033	0.035
5. Tumbuh tinggi dan padat	0.020	0.025	0.030
	0.011	0.012	0.030
	0.014	0.014	0.013
Saluran Dilapisi	0.016	0.016	0.018
1. Batu kosong tanpa adukan semen			
2. Idem 1 dengan adukan semen			
3. Lapisan beton sangat halus			
4. Lapisan beton biasa dengan tulangan baja			
5. Idem 4, tetapi tulangan kayu			

Sumber : Gunadarma 2011

2.13.3 Tinggi Jagaan Saluran

Jagaan saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rancang. Jarak ini harus cukup untuk mencegah gelombang atas kenaikan muka air yang melimpah ke tepi. Untuk menghitung sebuah jagaan biasa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = \sqrt{0.5 H} \text{ (m)(2.35)}$$

Keterangan :

W = Jagaan Saluran (m)

H = Tinggi kedalaman air (m)

2.14 Pengelolaan Proyek

2.14.1 Uraian Rencana Kerja (*Network Planning*)

A. *Network Planning*

Network Planning adalah sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Cara membuat network planning bisa dengan cara manual atau menggunakan software komputer seperti ms project. Untuk membuatnya kita membutuhkan data-data yaitu :

- Jenis pekerjaan yang dibuat detail rician item pekerjaan
- Durasi waktu masing-masing pekerjaan
- Jumlah total waktu pelaksanaan pekerjaan
- Metode pelaksanaan konstruksi sehingga dapat diketahui urutan pekerjaan.

Banyak nama digunakan pengertian *Network Planning* atau sejenisnya, antara lain :

- CMD : *Chart Method Diagram*
- NMT : *Network Management Technique*
- PEP : *Program Evaluation Prosedure*
- CPA : *Critical Path Analysis*
- CPM : *Critical Path Method*
- PERT : *Program Evaluation and Riview Technique*

Penggunaan nama tadi tergantung dibidang mana hal tadi digunakan, umumnya yang sering dipakai CPM dan PERT, misalnya CPM digunakan dibidang kontraktor-kontraktor.

A. Keuntungan Penggunaan *Network Planning* dalam Tatalaksana Proyek

- a. Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara lohis
- b. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail

- c. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* dan dengan tambahan biaya.
- d. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis saja

B. Data-Data Yang Diperlukan Dalam Menyusun *Network Planning*

- a. Urutan pekerjaan yang logis : harus disusun dulu pekerjaan apa saja yang harus di mulai terlebih dahulu kemudian diikuti pekerjaan selanjutnya
- b. Taksiran yang di targetkan untuk menyelesaikan pekerjaan : biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman kerja.
- c. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan : berguna apabila pekerjaan di jalur kritis ingin di percepat.
- d. Sumber-sumber : tenaga, *equipment*, dan material yang diperlukan.

C. Simbol-Simbol Diagram *Network Planning*

Pada perkembangannya dikenal 2 simbol di bawah ini :

- a. *Event on The Node*, peristiwa yang digambarkan dalam lingkaran
- b. *Activity on The Node*, kegiatan digambarkan dalam lingkaran.

D. Simbol-Simbol Diagram *Network Planning*

- a. *Arrow* 

: bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas atau kegiatan adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu, tenaga, material dan biaya.

- b. *Node* 

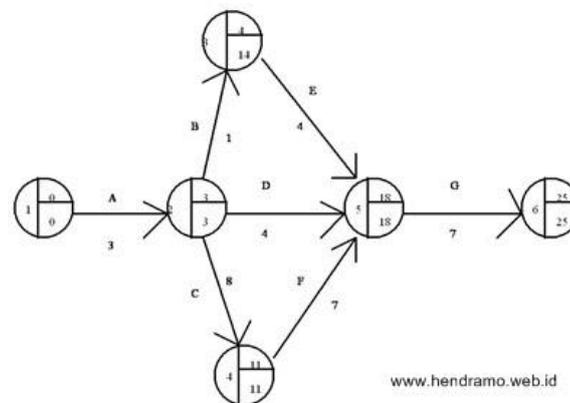
: bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian adalah permulaan atau akhir dari satu lebih kegiatan-kegiatan.

c. *Double Arrow* 

: anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (Critical Path)

d. *Dummy* - - - ->

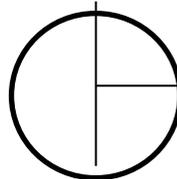
: bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu/aktivitas semu.



E. Penggunaan EET dan LET pada *Network* Untuk Menentukan Lintasan Kritis (*Critical Path*)

a. Penggunaan NE, EET dan LET

Event dengan simbol lingkaran tadi, pertama-tama kita bagi menjadi 3 bagian, seperti terlihat dalam gambar dibawah ini :



1. NE (*Number of Event*) adalah indeks urut dari tiap peristiwa sejak mulai sampai dengan akhir dalam suatu diagram *Network*. Pembagian nomor kejadian dimulai dari angka 0 atau 1 kemudian diikuti nomor kegiatan berikutnya.

2. EET (*Earliest Event Time*) adalah waktu paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan. Mulai dari awal bergerak ke kejadian akhir dengan jalan menjumlahkan yaitu antara EET ditambah durasi, bila pada suatu kejadian bertemu 2 atau lebih kegiatan, EET yang dipakai waktu yang terbesar.
3. LET (*Latest Event Time*) adalah waktu paling akhir peristiwa itu harus dikerjakan. Cara mencarinya : Mulai dari kejadian akhir bergerak mundur ke kejadian nomor 1 dengan jalan mengurangi, yaitu antara LET dikurangi durasi. Bila pada suatu kejadian berasal 2 atau lebih kegiatan, LET yang dipakai waktu yang terkecil.

2.15 Kurva S

Kurva S merupakan salah satu metode perencanaan pengendalian biaya yang sangat lazim digunakan pada suatu proyek. Kurva S merupakan gambaran diagram persen kumulatif biaya yang diplot pada suatu sumbu koordinat dimana sumbu absis (X) menyatakan waktu sepanjang masa proyek dan sumbu (Y) menyatakan nilai persen kumulatif biaya selama masa proyek tersebut.

Tujuan penggunaan Kurva S :

1. Bagi kontraktor, sebagian dasar untuk membuat tagihan pembayaran ke pemilik proyek.
2. Bagi owner/ pemilik proyek sebagian dasar memantau progres pekerjaan fisik dilapangan yang selanjutnya sebagai dasar pembayaran ke kontraktor.

Gambar 2.15 Contoh Kurva S

KURVA S Monitoring Development Software											
NO	Pekerjaan	Harga pekerjaan	durasi	bobot (%)	Bulan						grafik
					1	2	3	4	5	6	
1	Survei Kebutuhan	Rp 10,000,000.00	2	8.00	4.00	4.00					100
2	Analisis Kebutuhan	Rp 15,000,000.00	2	12.00		6.00	6.00				
3	Desain	Rp 15,000,000.00	3	12.00		4.00	4.00	4.00			80
4	Implementasi	Rp 20,000,000.00	4	16.00			4.00	4.00	4.00	4.00	
5	Testing	Rp 30,000,000.00	4	24.00			6.00	6.00	6.00	6.00	60
6	Deployment/ Instalasi	Rp 12,500,000.00	1	10.00						10.00	40
7	Dokumentasi	Rp 5,000,000.00	1	4.00					4.00		20
8	Training	Rp 7,500,000.00	1	6.00						6.00	0
9	Maintenance	Rp 10,000,000.00	3	8.00					2.67	2.67	
	Jumlah	Rp 125,000,000.00		100.00	4.00	14.00	20.00	14.00	16.67	28.67	6
	jumlah akumulatif				4.00	18.00	38.00	52.00	68.67	97.33	

(Sumber : <https://id.images.search.yahoo.com/yhs/search; vlt//>)

Untuk menggambarkan Kurva S dapat diasumsikan biaya setiap item terdistribusi secara merata selama durasinya. Kondisi ini tidak selamanya benar, karena dimungkinkan suatu item pekerjaan dengan biaya pembelian material yang besar (menyerap lebih dari 50% dari total harga pekerjaan tersebut) akan diserap diawal pekerjaan tersebut dan sisa durasi dilakukan untuk biaya pemasangannya.

Cara membuat Kurva S rencana adalah sebagai berikut :

1. Membuat barchart terlebih dahulu
2. Melakukan pembobotan pada setiap item pekerjaan.
3. Bobot item pekerjaan itu dihitung berdasarkan biaya item pekerjaan dibagi biaya total pekerjaan dikalikan 100.
4. Setelah bobot masing-masing item dihitung pada masing-masing didistribusikan bobot pekerjaan selama durasi masing-masing aktivitas.
5. Setelah itu jumlah bobot aktivitas tiap periode waktu tertentu, dijumlah secara kumulatif.
6. Angka kumulatif pada setiap periode ini diplot pada sumbu Y (ordinat) dalam grafik dan waktu pada absis.
7. Dengan menghubungkan semua titik-titik didapat kurva S

2.16 Barchart

Barchart merupakan bagan yang memuat suatu bagan daftar kegiatan-kegiatan yang akan dilaksanakan, disusun secara berbaris ke bawah dimana masing-masing kegiatan memiliki waktu pelaksanaan yang diperlukan (durasi) yang ditunjukkan dalam bentuk garis berskala waktu (umumnya garis dipertebal sehingga menyerupai balok).

TIME SCHEDULE PELAKSANAAN KEGIATAN UPI-UB 2014		Rencana											
NO	NAMA PROGRAM KERJA	Waktu Pelaksanaan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. Peningkatan Peringkat Internasional (Dunia)													
A. Audit dan Promosi melalui Lembaga Peningkatan													
1	QS Showcase-Asia 2013 Platinum Package												
2	QS Stars Audit												
3	Pengumpulan Data QS Audit												
4	Promosi melalui google-ad												
5	Peningkatan Visibility												
II. Penguatan Daya Dukung Internal Untuk Peningkatan Internasional													
A. Pembinaan Organisasi dan Layanan													
1	Perbaikan Sistem Organisasi												
2	Peningkatan Pengawasan Internal												

Gambar 2.16 Barchat

Untuk memperhitungkan presentase bobot masing-masing jenis kegiatan haruslah diketahui baik biaya masing-masing kegiatan maupun jumlah biaya keseluruhan pekerjaan. Perhitungan bobot masing-masing jenis kegiatan adalah sebagai berikut :

$$\text{Bobot kegiatan} = \frac{\text{Biaya kegiatan}}{\text{Biaya total keseluruhan pekerjaan}} \times 100\%$$

