

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu “*Drainage*” yang berarti mengalirkan, menguras, dan membuang. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Di Indonesia sendiri drainase merujuk kepada parit yang terletak dipermukaan tanah serta gorong-gorong dibawah tanah.

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Disepanjang jalan sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. (Suripin, 2004:8)

Sedangkan pengertian tentang drainase kota diatur dalam SK menteri PU No. 233 Tahun 1987. Berdasarkan isi SK tersebut, drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas didalam kota.

2.2 Tujuan Drainase

1. Untuk meningkatkan kesehatan lingkungan permukiman.

2. Pengendalian kelebihan air permukaan dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.
3. Dapat mengurangi/menghilangkan genangan-genangan air yang biasanya menjadi tempat bersarangnya nyamuk pembawa penyakit malaria dan demam berdarah (DBD) serta penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan permukiman.
4. Untuk memperpanjang umur sarana-sarana fisik antara lain : jalan, daerah permukiman dan kawasan perdagangan dari kerusakan serta gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya drainase.

2.3 Fungsi drainase

1. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
2. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
4. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

(H.A. Halim Hasmar 2012 : 1)

2.4 Jenis-Jenis Drainase

2.4.1 Drainase Berdasarkan letaknya

1. Drainase permukaan (*surface drainage*)

Drainase permukaan merupakan 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.

2. Drainase bawah permukaan (*subsurface drainage*)

Drainase bawah permukaan merupakan drainase yang dibuat untuk mengendalikan air limpasan permukaan ke bawah permukaan tanah melalui media permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu.

2.4.2 Drainase Berdasarkan cara terbentuknya

1. Drainase alamiah (*natural drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alamiah disebabkan oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalur air yang permanen seperti halnya sungai.

2. Drainase buatan (*artificial drainage*)

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

2.4.3 Drainase berdasarkan fungsinya

1. *Single purpose*

Saluran yang berfungsi untuk mengalirkan satu jenis air buangan saja, seperti air hujan saja, air limbah saja dan lain sebagainya.

2. *Multi purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bergantian ataupun bercampur.

2.4.4 Drainase menurut konstruksi

1. Saluran terbuka

Yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup ataupun untuk drainase non hujan yang tidak membahayakan kesehatan dan mengganggu lingkungan.

2. Saluran tertutup

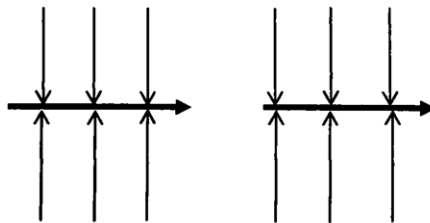
Yaitu saluran pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor, pembuangan air yang mengganggu kesehatan lingkungan atau untuk saluran yang terletak ditengah kota (hasmar, 2004).

2.5 Pola Jaringan Drainase

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

2.5.1 Pola Siku

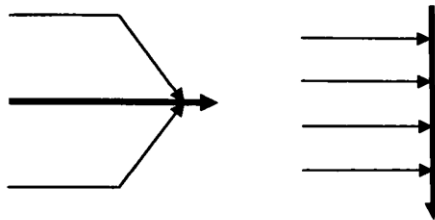
Pola ini dibuat pada daerah yang mempunyai topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai, sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada ditengah kota.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

2.5.2 Pola Paralel

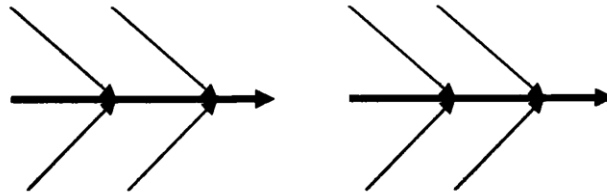
Pola ini dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak, apabila terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel

2.5.3 Pola Alamiah

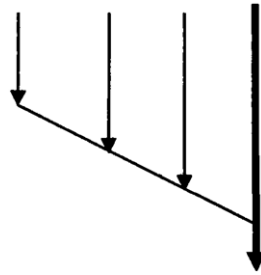
Pola ini sama seperti pola siku, hanya saja beban sungai pola ini lebih besar.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Alamiah

2.5.4 Pola Grid Iron

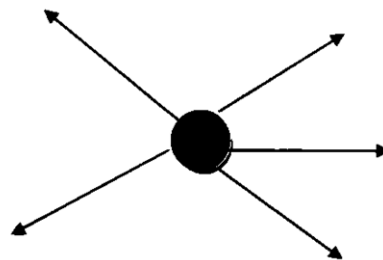
Pola ini dibuat untuk daerah dimana sungainya terletak ditengah kota, sehingga saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Grid Iron

2.5.5 Pola Radial

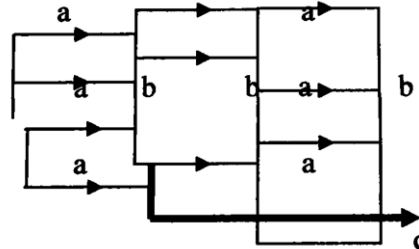
Terletak pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memancar ke segala arah.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial

2.5.6 Pola Jaringan

Pola ini mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi rendah.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring

2.6 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas pada permukaan dan didalam tanah (Soemarto, 1995). Faktor hidrologi yang sangat berpengaruh adalah curah hujan (presipitasi).

Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya (Sosrodarsono, 1993).

2.6.1 Siklus hidrologi

Konsep siklus hidrologi merupakan hal yang sangat penting, karena air (baik air permukaan maupun air tanah) bagian dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya panas matahari yang sampai pada permukaan bumi, sehingga menyebabkan penguapan. Akibat penguapan ini terkumpul massa uap air, yang dalam kondisi atmosfer tertentu dapat membentuk awan. Akibat dari berbagai sebab klimatologis awan tersebut dapat menjadi awan yang potensial menimbulkan hujan.

Sebagian air hujan tersebut akan tertahan oleh butiran-butiran tanah, zsebagian akan bergerak dengan arah horisontal sebagai limpasan (*run off*), sebagian akan bergerak dengan vertikal ke bawah sebagai infiltrasi, sebagian kecil akan kembali ke atmosfer melalui penguapan.

Air yang terinfiltrasi ke tanah mula-mula akan mengisi pori-pori tanah sampai mencapai kadar air jenuh. Apabila kondisi tersebut telah tercapai,

maka air tersebut akan bergerak dalam dua arah, arah horizontal sebagai *interflow* dan arah vertikal sebagai perkolasi.

2.7 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi dengan cara statistik memerlukan data-data yang diperoleh dari hasil pencatatan secara berkala pada stasiun hujan (BMKG). Analisis frekuensi didasarkan pada sifat-sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh kemungkinan besaran hujan pada periode ulang tertentu. Analisis ini dilakukan dengan memilih salah satu dari beberapa jenis distribusi statistik yang paling sesuai dengan sifat data yang tersedia.

Perhitungan analisis frekuensi merupakan pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang berikut nilai probabilitasnya. Adapun distribusi yang dipakai dapat ditentukan setelah mengetahui terlebih dahulu karakteristik data yang ada, dimana dalam hal ini data yang dimaksud adalah data hujan rata-rata maksimum pada sistem jaringan drainase. Beberapa jenis distribusi frekuensi yang paling sering digunakan dalam analisis hidrologi, yaitu:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Gumbel
3. Distribusi *Log Person Type III*

2.7.1 Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistic dari distribusi curah huajn tahunan, debit rata-rata tahunan. Rumus yang digunakan dalam perhitungan :

$$X_t = \bar{X} + z S_x \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

X_t = Curah hujan rencana

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

Z = Faktor frekuensi (table 2.2)

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

Tabel 2.1 Faktor Frekuensi Normal (cs = 0)

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	-,025	0,999	3,09
0,5	0		

(Sumber : Soemarto, 1995)

2.7.2 Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel tipe I atau disebut juga dengan distribusi ekstrim tipe I umumnya juga dipakai untuk menganalisis frekuensi banjir. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n'}{\sigma_n} S_d \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

X = curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif (mm)

S_d = standar deviasi (mm)

S_n = reduced standar deviasi yang tergantung pada jumlah data n

Y_t = variasi yang merupakan fungsi dari kala ulang

Y_n = reduced mean yang tergantung pada jumlah data n

Tabel 2.2 *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	0,5396	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	0,4493	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 : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 51)

Tabel 2.3 *Reduced Standart 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	1,0854	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 : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 54)

Tabel 2.4 *Reduced Variate* (Y_t) sebagai fungsi periode ulang

Periode ulang Tr (tahun)	Reduced variate Yt	Periode ulang Tr (tahun)	Reduced variate Yt
2	0,3668	100	4,6012
5	1,4999	200	5,2969
10	2,2504	250	5,5206
20	2,9702	500	6,2149
25	3,1985	1000	6,9087
50	3,9019	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 52)

2.7.3 Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi log pearson tipe III banyak digunakan dalam nalisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi log pearson tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritma.

Persamaanya sebagai berikut :

$$\text{Log } X_i = \text{Log } \bar{X} + K.Sd \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana :

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

Log \bar{X} = Nilai rata-rata dari log X

Sd = Standar deviasi

K = Variable standar

G = Koef. kemencengan

Menghitung nilai rata-ratanya

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \dots\dots\dots 2.4$$

Menghitung nilai deviasi standar dari Log X

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.5$$

Menghitung nilai koefisien kemencengan (G)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).Sd^3} \dots\dots\dots 2.6$$

Tabel 2.5 Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III Kemencengan (G) Positif

Waktu balik dalam tahun								
Koef. G	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,385	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,254	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	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	2,780	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	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	-0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326

(Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 43)

Tabel 2.6 Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III Kemencengan (G) Negatif

Waktu Balik Dalam Tahun								
Koef. G	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,2	-2,472	-830	0,033	0,850	1,285	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-816	0,066	0,885	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-780	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,499
-1,4	-2,271	-705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200
-1,8	-3,499	-643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089
-2,0	-3,605	-609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,899	-490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 43)

2.8 Curah Hujan Wilayah

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujansangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut.

Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan yaitu :

1. Rata-rata aljabar
2. *Polygon Thiessen*
3. *Isohyet*

(Suripin, 2004:26)

A. Rata - Rata Aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata / hampir merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan.

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3+\dots+P_n}{n} \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana :

P = Tinggi curah hujan wilayah

P₁, P₂, P₃,...,P_n = Tinggi curah hujan di pos penakar hujan

n = Banyaknya pos penakar hujan

(Suripin, 2004:27)

B. Metode *Polygon Thiessen*

Metode ini juga dikenal sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberi proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
2. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk *Polygon Thiessen*. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar

yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

3. Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan plainmeter dan luas total DAS dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + P_3.A_3 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana :

P = Tinggi curah hujan daerah

P₁, P₂, P₃, ... , P_n = Tinggi curah hujan pada pos penakar hujan

A₁, A₂, A₃, ..., A_n = Luas areal poligon pada pos penakar

n = Banyaknya pos penakar hujan

(Suripin, 2004:27)

C. Metode *Isohyet*

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.

Metode *Isohyet* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

1. Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.
2. Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval *Isohyet* yang umum dipakai adalah 10 mm.
3. Hitung luas area antara dua garis *isohyet* dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua *isohyet* yang berdekatan.

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut :

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

$$\text{Atau } P = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A} \dots \dots \dots 2.9$$

Dimana :

P = Tinggi curah hujan daerah

P₁, P₂, P₃, ..., P_n = Tinggi curah hujan pada pos penakar hujan

A₁, A₂, A₃, ..., A_n = Luas areal poligon pada pos penakar

n = Banyaknya pos penakar hujan.

(Suripin, 2004:29)

2.9 Intensitas Curah Hujan

Curah hujan adalah hujan yang diperkirakan akan jatuh dan menjadi limpasan permukaan tanah sesuai dengan periode ulang perencanaan dalam setahun. Pengaruh intensitas curah hujan pada limpasan permukaan tergantung pada kapasitas infiltrasi. Jika intensitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan. Tetapi besarnya peningkatan limpasan tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan, ini lebih disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah.

Intensitas hujan adalah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas hujan ditampilkan dalam bentuk kurva intensitas hujan yang analisisnya diproses dari data-data hujan yang terjadi. Data-data hujan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan

Keadaan Hujan Dan Intensitas Hujan		
Keadaan Hujan	Intensitas Hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 s/d 5	5 s/d 10
Hujan normal	5 s/d 10	20 s/d 50
Hujan lebat	10 s/d 20	50 s/d 100
Hujan yang sangat lebat	> 20	> 100

(Sumber : Suryono sosrodarsono, 1993)

Intensitas hujan (I) dinyatakan dalam mm/jam, yang artinya tingginya hujan yang terjadi selama kurun waktu satu jam. Pada umumnya semakin lama durasi hujan maka semakin kecil intensitas (mm/jam), tetapi semakin singkat durasi maka akan semakin besar intensitasnya. Intensitas hujan dapat dihitung dengan berbagai rumus antara lain :

Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana :

R_{24} = Hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

mencari t_c :

$$t_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots 2.11$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{is}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots 2.12$$

$$t_2 = \frac{L}{60xV} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana :

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

- t_2 = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)
 L_0 = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
 L = panjang saluran (m)
 n_d = koefisien kehambatan
 S = kemiringan saluran memanjang
 V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.8 Nilai Koefisien Hambatan

No	Kondisi lapisan permukaan	N_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dinas PU, 10)

2.10 Debit

2.10.1 Debit Limpasan

Debit air limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Debit air limpasan terdiri dari tiga komponen yaitu Koefisien *Run-Off* (C), Data Intensitas Curah Hujan (I), dan *Catchment Area* (Aca).

Koefisien yang digunakan untuk menunjukkan berapa banyak bagian dari air hujan yang harus dialirkan melalui saluran drainase karena tidak mengalami penyerapan ke dalam tanah (infiltrasi). Koefisien ini berkisar antara 0-1 yang disesuaikan dengan kepadatan penduduk di daerah tersebut.

Semakin padat penduduknya maka koefisien *Run-Off*nya akan semakin besar sehingga debit air yang harus dialirkan oleh saluran drainase tersebut akan semakin besar pula.

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

Q = Debit limpasan (m^3/jam)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran/limpasan (km^2)

Tabel 2.9 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	C	Faktor Limpasan (fk)
	TATA GUNA LAHAN		
1	Daerah perkotaan	0,70-0,95	2,0
2	Daerah pinggiran kota	0,60-0,70	1,5
3	Daerah industri	0,60-0,90	1,2
4	Pemukiman padat	0,40-0,60	2,0
5	Pemukiman tidak padat	0,40-0,60	1,5
6	Taman dan kebun	0,20-0,40	0,2
7	Persawahan	0,45-0,60	0,5
8	Perbukitan	0,70-0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75-0,90	0,3

No	Kondisi Permukaan Tanah	C	Faktor Limpasan (fk)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70-0,95	-
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70	-
3	Bahu jalan :		-
	- Tanah berbutir halus	0,40-0,55	-
	- Tanah berbutir kasar	0,10-0,20	-
	- Batuan masih keras	0,70-0,85	-
	- Batuan masih lunak	0,60-0,75	-

(Sumber : Pedoman Bangunan Dan Konstruksi, Dinas PU, 9)

Keterangan :

- Harga koefisien terkecil pengaliran (C) untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.
- Harga faktor limpasan (fk) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.

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

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien penaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luasan daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

fk = Faktor limpasan sesuai guna lahan

2.10.2 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari buangan aktivitas penduduk seperti mandi, mencuci dan lain-lain baik dari lingkungan rumah tangga, bangunan (fasilitas) umum atau instansi, bangunan komersial, dan sebagainya, dalam perhitungan air kotor diprediksi berdasarkan kebutuhan air bersih dan diperkirakan besarnya air buangan sebesar 70% dari kebutuhan air bersih dan sisanya digunakan pada proses industri, penyiraman kebun dan lain-lain. (Suhardjono, 1984: 39)

Tabel 2.10 Penggunaan Air Bersih

No	Sumber	Satuan	Jumlah Aliran (l/unit/orng)	
			Antara	Rata-Rata
1	Rumah Besar	Orang	200 – 280	220
2	Rumah Kecil	Orang	130 - 190	150
3	Kantin	Pengunjung	4 – 10	6
		Pekerja	30 – 50	40
4	Perkemahan	Orang	80 – 150	120
5	Penjuaal Minuman Buah	Tempat Duduk	50 – 100	75
6	Buffet (Coffee Shop)	Pengunjung	15 – 30	20
		Pekerja	30 – 50	40
7	Perkemahan Anak-Anak	Pekerja	250 – 500	400
8	Tempat Perkumpulan	Pekerja	40 – 60	50
		Orang	40 – 60	50
9	Ruang Makan	Pengunjung	15 – 40	30
10	Asrama / Perumahan	Orang	75 – 175	150
11	Hotel	Orang	150 – 240	200
12	Tempat Cuci Otomatis	Mesin	180 – 2600	2200
13	Toko	Pengunjung	5 – 20	10
		Pekerja	30 – 50	40

No	Sumber	Satuan	Jumlah Aliran (l/unit/orng)	
			Antara	Rata-Rata
14	Kolam Renang	Pengunjung Pekerja	20 – 50	40
			30 – 50	40
15	Gedung Bioskop	Tempat Duduk	10 – 15	10
16	Pusat Keramaian	Pengunjung	15 – 30	20

(Sumber : Gunadarma 2011)

2.10.3 Debit Kumulatif/Gabungan

Debit kumulatif adalah debit total yang didapat dari penjumlahan debit limpasan dan debit air kotor.

Debit Kumulatif = Debit Limpasan + Debit Air Kotor 2.16

2.11 Analisa Saluran

2.11.1 Bentuk-Bentuk Saluran

Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air irigasi pada umumnya.

Dalam perencanaan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tumpang yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil, tingkat kerugian akan besar.

Bentuk saluran drainase terdiri atas :

1. Bentuk trapesium
2. Bentuk empat persegi panjang
3. Bentuk lingkaran atau parabol
4. Bentuk tersusun

Tabel 2.11 Koefisien Pengaliran

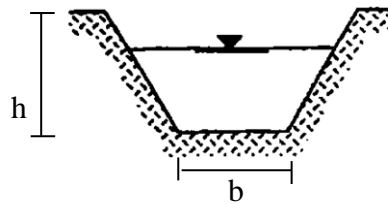
Tipe Daerah Aliran	Harga C
Perumputan :	
1. Tanah pasir, datar 2%	0,05 – 0,10
2. Tanah pasir, rata-rata 2-7%	0,10 – 0,15
3. Tanah pasir, curam 7%	0,15 – 0,20
4. Tanah gemuk, datar 2%	0,13 – 0,17
5. Tanah gemuk, rata-rata 2-7%	0,18 – 0,22
6. Tanah gemuk, curam 7%	0,25 – 0,35
Business :	
1. Daerah kota	0,75 – 0,95
2. Daerah Pinggiran kota	0,50 – 0,70
Perumahan :	
1. Daerah “ <i>single family</i> ”	0,30 – 0,50
2. “Multi unit” terpisah-pisah	0,40 – 0,60
3. “Multi unit” tertutup	0,60 – 0,75
4. “Suburan”	0,25 – 0,40
5. Daerah rumah-rumah apartemen	0,50 – 0,70
Industri :	
1. Daerah ringan	0,50 – 0,80
2. Daerah berat	0,60 – 0,90
Pertamanan, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Halaman kereta api	0,20 – 0,40
Daerah yang tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan :	
1. Beraspal	0,70 – 0,95
2. Beton	0,80 – 0,95
3. Batu	0,70 – 0,85

(Sumber : Drainase Perkotaan, Penerbit Gunadarma, 75)

Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk penampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran sebagai berikut :

1. Bentuk Trapesium

Saluran drainase bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah. Tapi dimungkinkan juga bentuk ini merupakan pasangan. Saluran ini membutuhkan ruang yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan, air limbah rumah tangga maupun air irigasi.

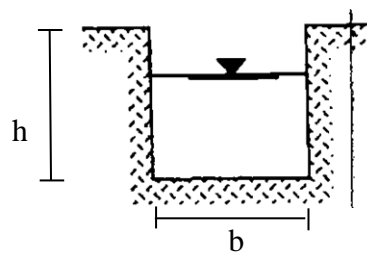


Gambar 2.7 Saluran bentuk trapesium

2. Bentuk Empat Persegi Panjang

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini saluran harus dari pasangan bata ataupun beton.

Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga, maupun air irigasi.

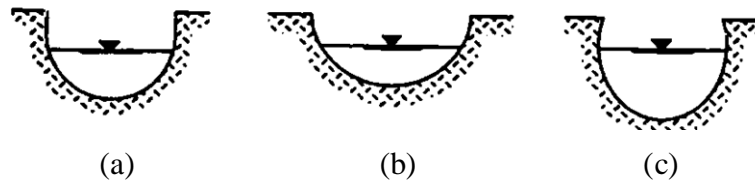


Gambar 2.8 Saluran bentuk empat persegi panjang

3. Bentuk Lingkaran atau Parabola

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan endapan sedimentasi/limbah. Bentuk

saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga, maupun air irigasi.



Gambar 2.9 Saluran bentuk lingkaran atau parabol

4. Bentuk Tersusun

Saluran bentuk tersusun dapat berupa saluran dari tanah maupun dari pasangan. Tampang saluran yang bawah berfungsi mengalirkan air rumah tangga pada kondisi tidak ada hujan, apabila terjadi hujan maka kelebihan air dapat ditampung pada saluran bagian atas. Tampang saluran ini membutuhkan ruang yang cukup dan dapat digunakan untuk saluran air hujan, saluran air rumah tangga dan saluran air irigasi.



Gambar 2.10 Saluran bentuk tersusun

2.11.2 Dimensi Drainase

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi panjang dengan lebar dasar B dan kedalaman air h, luas penampang basah, A, dan keliling basah, P, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$A = BH \dots\dots\dots 2.17$$

atau

$$B = A/H \dots\dots\dots 2.18$$

$$P = B + 2H \dots\dots\dots 2.19$$

Substitusi persamaan (2.2) ke persamaan (2.3) maka diperoleh persamaan :

$$P = \frac{A}{h} + 2h \dots\dots\dots 2.20$$

Dengan asumsi luas penampang A adalah konstan, maka persamaan (2.20) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh harga P minimum.

$$\frac{dP}{dh} = \frac{A}{h^2} + 2 = 0 \dots\dots\dots 2.21$$

$$A = 2h^2 = Bh \dots\dots\dots 2.22$$

atau

$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \dots\dots\dots 2.23$$

jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{h^2} = \frac{Bh}{B+2h} \dots\dots\dots 2.24$$

atau

$$R = \frac{2h^2}{2h+2h} \dots\dots\dots 2.25$$

Perhatikan, bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran, atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.

(Sumber : Dr. Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 147).

Tabel 2.12 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan

Jenis Bahan	Kecepatan aliran izin (m/dtk)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau <i>alluvial</i>	0,60
kerikil halus	0,75
Lempung keras/kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton-beton bertulang	1,50

(H.A Halim Hasmar, 2011:21)

Tabel 2.13 Nilai Koefisien Hambatan

No	Kondisi lapisan permukaan	Nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dinas PU, 10)

Tabel 2.14 Koefisien Kekasaran Manning

Type Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Buruk
- Saluran buatan			
1. saluran tanah, lurus beraturan	0.020	0.023	0.25
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	0.030	0.030	0.040
7. saluran berliku-liku kecepatan rendah	0.025	0.028	0.030
- Saluran alam			
1. bersih, lurus, tetapi tanpa pasir dan tanpa celah	0.028	0.030	0.033
2. berliku, bersih, tetapi berpasir dan berlubang	0.035	0.040	0.045
3. idem 3, tidak dalam, kurang beraturan	0.045	0.050	0.065
4. aliran lambat, banyak tanaman dan lubang dalam	0.060	0.070	0.080
5. tumbuh tinggi dan padat	0.100	0.125	0.150
- Saluran dilapisi			
1. batu kosong tanpa adukan semen	0.030	0.033	0.035
2. idem 1, dengan adukan semen	0.020	0.025	0.030
3. lapisan beton sangat halus	0.011	0.012	0.013
4. lapisan beton biasa dengan tulangan baja	0.014	0.014	0.015
5. idem 4, tetapi tulangan kayu	0.016	0.016	0.018

(Sumber : Drainase Perkotaan Gunadarma : 1997)

2.12 Pengelolaan Proyek

2.12.1 Dokumen Tender

Dokumen tender adalah suatu dokumen yang dibuat oleh konsultan perencana atas permintaan kerja. Dokumen tender akan memberikan penjelasan kepada peserta lelang. Sistem tender dilakukan oleh pemilik proyek untuk menjual pelaksanaan proyek tersebut agar dilakukan dengan harga yang serendah-rendahnya dan wajar dengan waktu yang sesingkat-singkatnya melalui sistem kompetisi dan sistem proyek tersebut dilakukan dengan kontrak. Dokumen tender penting untuk semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan suatu proyek, adapun dokumen tender sebagai berikut :

1. Rencana kerja dan syarat (RKS)

Rencana Kerja dan Syarat (RKS) merupakan sebuah buku yang berisi tentang syarat-syarat administrasi berupa instruksi kepada penyedia jasa, fungsi RKS ialah sebagai kelengkapan gambar kerja yang di dalamnya memuat uraian tentang :

a. Syarat-syarat umum

Berisi keterangan mengenai pekerjaan, pemberi tugas dan pengawas bangunan.

b. Syarat-syarat administrasi

Berisikan mengenai jangka waktu pelaksanaan, tanggal penyerahan pekerjaan, syarat-syarat pembayaran, denda keterlambatan, besarnya jaminan penawaran, besarnya jaminan pelaksanaan.

c. Syarat-syarat teknis

Berisikan mengenai jenis dan uraian pekerjaan yang harus dilakukan, jenis dan mutu bahan yang digunakan.

2. Rencana kerja

Sebelum pelaksanaan kegiatan proyek konstruksi dimulai, biasanya didahului dengan penyusunan rencana kerja waktu kegiatan yang disesuaikan dengan metoda konstruksi yang akan digunakan. Pihak pengelola proyek melakukan kegiatan pendataan lokasi proyek guna mendapatkan informasi detail untuk keperluan penyusunan rencana kerja.

3. Rencana lapangan

Rencana lapangan adalah suatu rencana peletakan bangunan-bangunan pembantu yang bersifat temporal yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena sifatnya yang temporal maka pada akhirnya bangunan ini harus dibongkar sehingga pemilihan jenis material disesuaikan dengan keadaan dan kondisi lokasi.

Tujuan pembuatan rencana lapangan adalah mengatur letak bangunan-bangunan pembantu sedemikian rupa sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan efisien, lancar, aman dan sesuai dengan rencana kerja yang disusun.

d. Gambar kerja

Gambar kerja adalah gambar acuan yang digunakan untuk merealisasikan antara ide ke dalam wujud fisik. Gambar kerja harus dipahami oleh semua personel yang terlibat dalam proses fisik. Gambar kerja pun terdiri dari berbagai unsur, yang memuat informasi tentang mengenai dimensi, bahan dan warna.

(Wulfram I. Evrianto, 2002 : 154)

2.12.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek konstruksi.

Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Adapun langkah-langkah untuk menghitung rencana anggaran biaya (RAB) yaitu:

1. Persiapan dan Pengecekan Gambar Kerja

Gambar kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam komponen bangunan yang akan dikerjakan. Dari gambar akan didapatkan ukuran, bentuk dan spesifikasi pekerjaan. Pastikan gambar yang mengandung semua ukuran dan spesifikasi material yang

akan digunakan untuk mempermudah perhitungan volume pekerjaan. Dalam tahap persiapan ini perlu juga dilakukan pengecekan harga-harga material dan upah yang ada disekitar atau lokasi paling dekat dengan tempat beangunan yang akan dikerjakan.

2. Perhitungan Volume

Langkah awal untuk menghitung volume pekerjaan, yang perlu dilakukan adalah mengurutkan semua item dan komponen pekerjaan yang akan dilaksanakan sesuai dengan gambar kerja yang ada.

3. Membuat Harga Satuan Pekerjaan

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, yang perlu dipersiapkan adalah indeks koefisien analisa pekerjaan, harga material sesuai satuan dan harga upah kerja per hari termasuk mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja.

4. Perhitungan Jumlah Biaya Pekerjaan

Setelah didapatkan volume dan harga satuan pekerjaan, kemudian kita tinggal mengalikannya sehingga didapat harga biaya pekerjaan dari masing-masing item pekerjaan.

5. Rekapitulasi

Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan. Dalam rekapitulasi ini bila mana diperlukan juga ditambahkan biaya *overhead* dan biaya pajak.

2.12.3 Scheduling

Perencanaan merupakan bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Pengaruh perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Hal ini dikuatkan dengan berbagai kejadian dalam proyek konstruksi yang menyatakan bahwa perencanaan yang baik dapat menghemat $\pm 40\%$ dari biaya proyek, sedangkan perencanaan yang kurang baik dapat menimbulkan kebocoran anggaran sampai $\pm 400\%$. Sering terjadi ketidaktepatan persepsi oleh pihak industri konstruksi antara “perencanaan” dan “penjadwalan”. Kedua kata

tersebut sering disatukan dan digunakan untuk menyebut jabatan seorang dalam unit usaha “perencanaan dan penjadwalan”. Arti keduanya sangat berlainan meskipun tetap tetap saling berkaitan. “penjadwalan” digunakan untuk menggambarkan “proses” dalam proyek konstruksi dan merupakan bagian dari “perencanaan”.

(Wulfram I. Evrianto, 2002 : 161)

2.12.4 Network Planning

Network planning atau penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992). Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan. NWP memiliki beberapa tipe yaitu CPM (*Critical Path Method*), PDM (*Precedence Diagram Method*), PERT (*Program Evalution and Review Technique*) dan GERT.

(Sumber : Materi Bidang Drainase I, Kementrian PU)

2.12.5 Barchart

Barchart atau diagram balok adalah jadwal yang paling banyak digunakan karena mudah dibuat dan dimengerti oleh pembacanya, diagram balok ini dikembangkan Henry L Gantt sekitar awal abad 19. Karena pembuatan dan penampilan informasinya sederhana dan hanya menyampaikan dimensi waktu dari masing-masing kegiatannya, maka barchart lebih tepat menjadi alat komunikasi untuk menggambarkan kemajuan pelaksanaan proyek kepada manajemen senior. Barchart tidak menginformasikan ketergantungan antar kegiatan dan tidak mengindikasi kegiatan mana saja yang berada dalam lintasan kritisnya.

(Sumber : Materi Bidang Drainase I, Kementrian PU)

2.12.6 Kurva S

Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau jam-orang (*man hours*) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya pekerjaan dalam bagian dari proyek. Dengan membandingkan kurva tersebut dengan kurva serupa yang disusun berdasarkan perencanaan, maka akan segera terlihat dengan jelas apabila terjadi penyimpangan. Oleh karena kemampuannya yang dapat diandalkan dalam melihat penyimpangan-penyimpangan dalam pelaksanaan proyek, maka pengendalian proyek dengan memanfaatkan kurva S sering kali digunakan dalam pengendalian suatu proyek.

(Sumber : Materi Bidang Drainase I, Kementrian PU)