

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolam Retensi

2.1.1 Pengertian Kolam Retensi

Kolam retensi adalah suatu bak atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air sementara yang terdapat di dalamnya. Kolam retensi dibagi menjadi 2 macam tergantung dari bahan pelapis dinding dan dasar kolam, yaitu kolam alami dan kolam buatan. Kolam alami adalah kolam retensi berbentuk cekungan atau bak resapan yang sudah terbentuk secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian. Kolam buatan atau kolam non alami adalah kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan material yang kaku, seperti beton.

Untuk merencanakan pembangunan kolam retensi diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan besarnya debit banjir rencana akan berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Kemudian diperlukan data curah hujan untuk 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). Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun. Pada perencanaan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun. Pada perencanaan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun.

2.1.2 Fungsi Kolam Retensi

Kolam retensi berfungsi untuk menyimpan dan menampung air sementara dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf

banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan *outlet*. Wilayah yang digunakan untuk pembuatan kolam penampungan biasanya di daerah yang rendah. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tata guna lahan yang baik, kolam retensi dapat digunakan sebagai penampungan air hujan sementara dan penyalur atau distribusi air.

2.1.3 Tipe-Tipe Kolam Retensi

a. Kolam retensi tipe di samping badan sungai

Tipe ini memiliki bagian-bagian berupa kolam retensi, pintu *inlet*, bangunan pelimpah samping, pintu *outlet*, jalan akses menuju kolam retensi, ambang rendah di depan pintu *outlet*, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen. Kolam retensi jenis ini cocok diterapkan apabila tersedia lahan yang luas untuk kolam retensi sehingga kapasitasnya bisa optimal. Keunggulan dari tipe ini adalah tidak mengganggu sistem aliran yang ada, mudah dalam pelaksanaan dan pemeliharaan.

b. Kolam retensi di dalam badan sungai

Kolam retensi jenis ini memiliki bagian-bagian berupa tanggul keliling, pintu *outlet*, bendung, saringan sampah dan kolam sedimen. Tipe ini diterapkan bila lahan untuk kolam retensi sulit didapat. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitas kolam yang terbatas, harus menunggu aliran air dari hulu, pelaksanaan sulit dan pemeliharaan yang mahal.

c. Kolam retensi tipe *storage* memanjang

Kelengkapan sistem dari kolam retensi tipe ini adalah saluran yang lebar dan dalam serta cek dam atau bendung setempat. Tipe ini digunakan apabila lahan tidak tersedia sehingga harus mengoptimalkan saluran drainase yang ada. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitasnya terbatas, menunggu aliran air yang ada dan pelaksanaannya lebih sulit. Ukuran ideal suatu kolam retensi adalah dengan perbandingan panjang/lebar lebih besar dari 2:1. Sedang dua kutub aliran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) terletak kira-kira di ujung kolam berbentuk bulat telur itulah terdapat kedua "mulut" masuk dan keluarnya (aliran) air. Keuntungan yang diperoleh adalah bahwa dengan bentuk kolam yang memanjang semacam itu, ternyata sedimen relatif lebih cepat mengendap dan interaksi antar kehidupan (proses aktivitas biologis) di dalamnya juga menjadi lebih aktif karena terbentuknya

air yang terus bergerak, namun tetap dalam kondisi tenang, pada saatnya tanaman dapat pula menstabilkan dinding kolam dan mendapat makanan (*nutrient*) yang larut dalam air.

2.2 Drainase

2.2.1 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). Secara umum, drainase 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. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono 1948)

Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain Meringankan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.2.2 Jenis-Jenis Drainase

a. Drainase Permukaan

Drainase permukaan bertujuan untuk menyalurkan air hujan dari permukaan jalan. Drainase permukaan pada jalan mempunyai tiga fungsi utama, yaitu :

1. Membawa air hujan dari permukaan jalan ke pembuangan air;
2. Menampung air tanah dan air permukaan yang mengalir menuju jalan.

b. Drainase Bawah Permukaan

Drainase bawah permukaan berfungsi untuk menampung dan membuang air yang masuk ke dalam struktur jalan, sehingga tidak sampai menimbulkan kerusakan pada jalan. Pengaruh air yang terperangkap didalam struktur kerusakan jalan, antara lain :

- a. Air menurunkan kekuatan material yang melapisi jalan tersebut
- b. Air menyebabkan penyedotan pada perkerasan beton yang dapat menyebabkan retakan dan kerusakan pada bahu jalan.
- c. Dengan tekanan hidrodinamik yang tinggi akibat pergerakan kendaraan, menyebabkan material halus pada lapisan dasar perkerasan fleksibel yang mengakibatkan hilangnya daya dukung.
- d. Kontak dengan air yang menerus dapat menyebabkan pengikisan campuran aspal dan daya tanah keretakan beton

2.2.3 Tujuan Umum Drainase

Tinjauan umum dari pembuatan drainase antara lain :

a. Untuk Pengeringan

Pada kompleks pemukiman penduduk terdapat rawa-rawa atau lapangan yang digenangi air. Keadaan lingkungan yang seperti ini dapat mendatangkan wabah penyakit bagi penduduk yang tinggal di daerah tersebut.

b. Untuk Pencegahan Banjir

Pada daerah-daerah tertentu yang mempunyai curah hujan tinggi. Hal ini bisa menyebabkan bencana banjir pada daerah tersebut. Untuk itu pencegahan banjir yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi dapat dibuat dengan suatu sistem saluran pembuang yang memenuhi syarat.

c. Untuk Pembuangan Air Kotor

Air buangan industri adalah penyebab tercemarnya lingkungan, karena air buangan ini mengandung sampah pabrik dan lain sebagainya. Untuk mencegah agar air di lingkungan tempat tinggal penduduk tidak tercemar, maka buangan dari industri dialirkan secara khusus dalam arti secara sendiri, seperti pada sistem

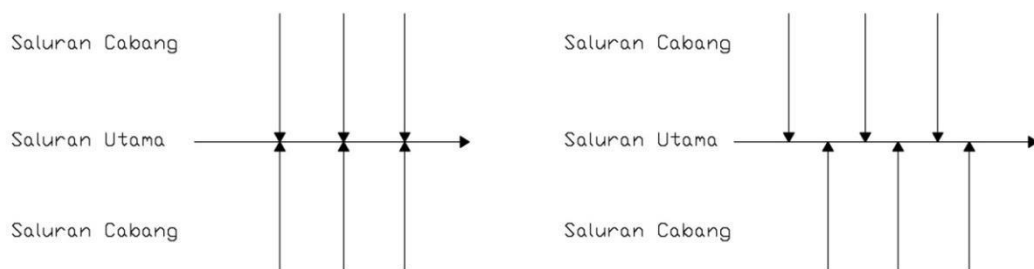
drainase yang diuraikan diatas tadi.

2.2.4 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:

a. Pola Siku

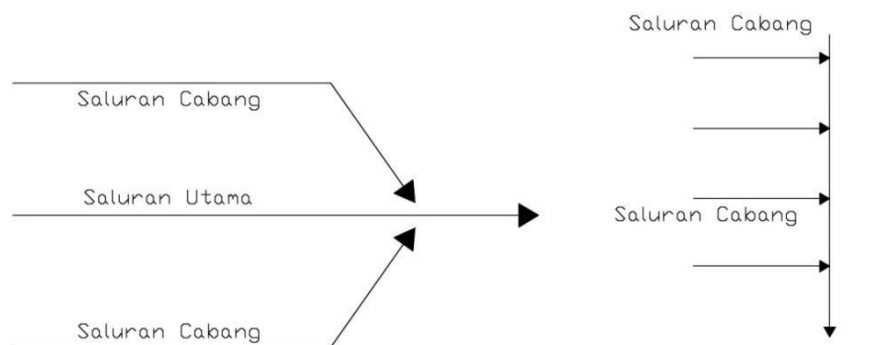
Pola siku dibuat pada daerah yang mempunyai topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai, sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada ditengah kota



Gambar 2.1 Saluran Drainase Pola Siku

b. Pola Paralel

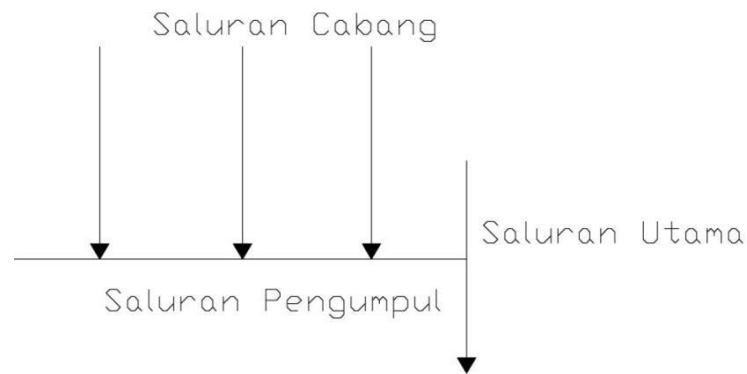
Pola ini dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak, apabila terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan.



Gambar 2.2 Saluran Drainase Pola Paralel

c. Pola Grid Iron

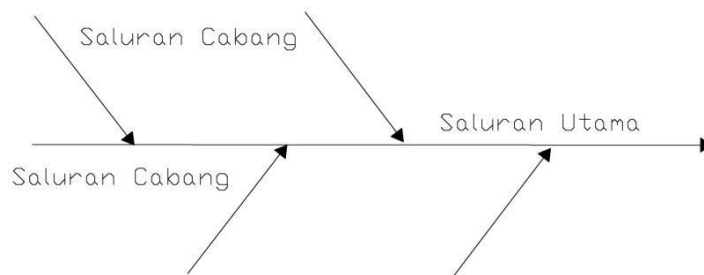
Pola ini untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Saluran Drainase Pola Grid Iron

d. Pola Alamiah

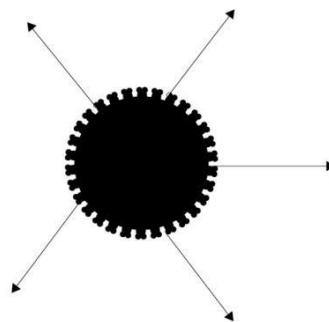
Pola ini sama seperti pola siku, hanya beban sungai pola ini lebih besar.



Gambar 2.4 Saluran Drainase Pola Alamiah

e. Pola Radial

Pola ini pada daerah berbukit dimana pola saluran memancar ke segala arah.

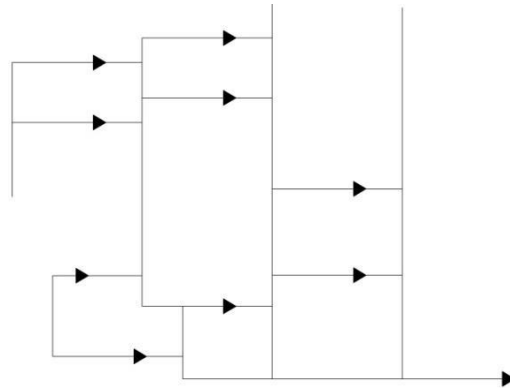


Gambar 2.5 Saluran Drainase Pola Radial

f. Pola Jaring-Jaring

Pola ini mempunyai saluran-saluran pembuangan yang mengikuti arah jalan

raya dan cocok untuk daerah dengan topografi rendah.



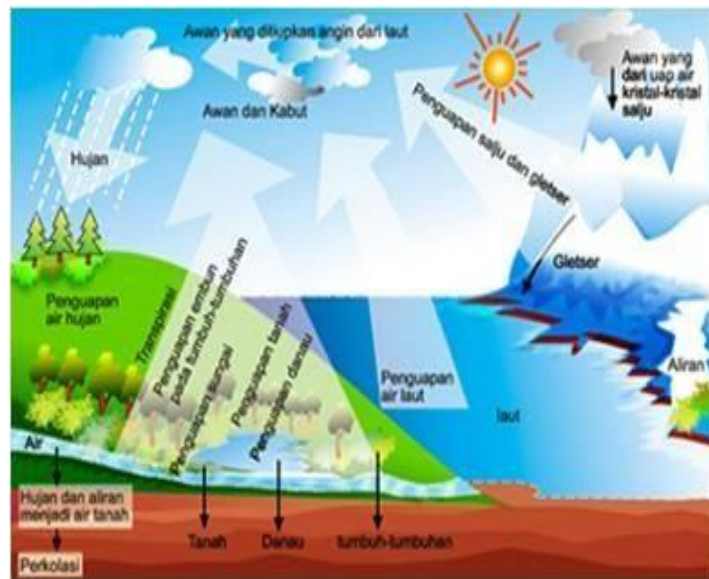
Gambar 2.6 Saluran Drainase Pola Jaring-Jaring

2.3 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 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, sebagian akan bergerak dengan vertikal kebawah 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 perlokasi.



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

2.4 Parameter Hidrologi

2.4.1 Analisis 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.

Analisa frekuensi merupakan prakiraan, dalam arti probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rencana yang sebagai fungsi dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi.

Analisis frekuensi diperlukan data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Ada 2 macam seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

1. Data maksimum hujan tahunan

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

2. 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 statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

1. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan.

Analisa curah hujan adalah sebagai berikut :

a. Hitung nilai rata-rata

$$X_r = \sum X/n$$

b. Hitung standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - x_r)^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

X = Hujan tahunan maksimum

X_r = Hujan tahunan maksimum rata-rata

S = Deviasi standar

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan distribusi normal, persamaan yang dipergunakan :

$$X_T = X_r + K_T \cdot S$$

Keterangan :

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

X_r = Nilai rata-rata dari data curah hujan

S = Standar deviasi dari data curah hujan

K_T = Faktor frekuensi nilainya bergantung pada T

2. Distribusi Log Normal

Perhitungan hujan rencana dengan menggunakan metoda distribusi log normal digunakan rumus :

$$\log X_T = \overline{\log X} + K_T \cdot S \log X$$

Keterangan :

$\log X_T$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\log X$ = Nilai rata-rata $\log X_0$

$S \log X$ = Standar deviasi $\log X = \sqrt{\frac{\sum(\log X - \log X_T)^2}{n-1}}$

K_T = Faktor frekuensi yang nilainya bergantung pada T (periode ulang)

3. Metode Log Pearson Type III

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi ke dalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi Log Normal. Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya.

Salah satu distribusi dari serangkaian yang dikembangkan person yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log-Person Type III. Tiga parameter penting dalam metode ini yaitu:

1. Harga rata-rata
2. Simpangan baku
3. Koefisien kemencangan.

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi Log Pearson Type III :

- a. Mentransformasikan data curah hujan harian maksimum ke dalam harga logaritmanya : R_1, R_2, \dots, R_n menjadi $\log R_1, \log R_2, \dots, \log R_n$
- b. Menghitung harga tengahnya ($\overline{\log R}$) :

$$\overline{\log R} = \frac{\sum \log R}{n}$$

- c. Menghitung harga penyimpangan standar (S_x)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\log Ri - \overline{\log R})^2}{n - 1}}$$

- d. Menghitung koefisien asimetri (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum(\log Ri - \overline{\log R})^3}{(n - 1)(n - 2)S_x^3}$$

- e. Menghitung besarnya logaritma hujan rencana dengan waktu ulang yang dipilih dengan rumus :

$$\log R_t = \log R + K \cdot S_x$$

Dimana :

R = Tinggi hujan rata-rata daerah

N = Jumlah tahun pengamatan data

C_s = Koefisien penyimpangan

K = Faktor ketetapan Log Pearson Type III

- f. Menentukan nilai K untuk metode Log Pearson Type III

Tabel 2.1 Harga K untuk Distribusi Log Pearson Type III

Koefisien								
Kemencengan	2	5	10	25	50	100	200	1000
(C_s)	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-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	2,240	2,97	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
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	-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	1,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,880	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	3,325
0,0	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	2,761	2,000	2,252	2,482	3,95
-0,2	0,033	0,85	1,285	1,680	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	0,885	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,72	1,88	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	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-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	1,200	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,13
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	1,995	1,000
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,663

(Sumber : Suripin, 2004 : 3)

4. Metode Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut :

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

2. Hitung standar deviasi dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2}$$

3. Hitung besarnya curah hujan untuk periode ulang t tahun dengan rumus :

$$X_t = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{\sigma n} \cdot S$$

Dimana :

Y_n = *reduce mean* yang tergantung jumlah sample/data n

S_n = *reduce standar deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n

Y_{tr} = *reduce variate*

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	0,5485	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5508	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5538	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	0,5592	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: Suripin, 2004)

Tabel 2.3 *Reduced Variate*, Y_{tr} sebagai fungsi periode ulang

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	2,5206
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)

2.5 Perhitungan Curah Hujan

2.5.1 Curah Hujan Wilayah

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh dipermukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur.

Data-data curah hujan didapatkan dengan cara melakukan pengamatan disuatu kawasan atau daerah dengan menggunakan alat pengukur curah hujan. Alat ukur curah hujan ini ada dua jenis, yaitu alat ukur normal dan alat ukur otomatis, alat ini diletakkan ditempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalang oleh bangunan atau pepohonan.

Curah hujan wilayah yang diperhitungkan dengan cara :

a. Rata-rata aljabar

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

Rumus yang digunakan :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (Ra + Rb + \dots + Rn)$$

Dimana :

\bar{R} = Curah hujan wilayah

n = Jumlah pos hujan

Ra, Rb, Rn = Curah hujan di pos a, b, sampai ke n

b. Poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambar garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar (H.A Halim Hasmar, 2011).

Misalnya 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.

Rumus yang digunakan :

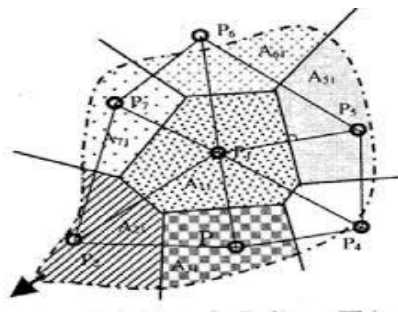
$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana :

\bar{R} = Curah hujan wilayah

n = Jumlah pos hujan

R_1, R_2, R_n = Curah hujan di pos 1, 2, sampai ke n



Gambar 2.8 Metode Poligon Thiessen

c. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis pada peta yang menunjukkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama. Dalam metode isohyet ini wilayah dibagi dalam daerah-daerah

yang masing-masing dibatasi oleh dua garis isohyet yang berdekatan, misalnya isohyet 1 dan 2. Kemudian luas bagian diantara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan nilai rata-rata dihitung sebagai nilai rata-rata timbang nilai kontur.

Cara isohyet menggunakan rumus berikut :

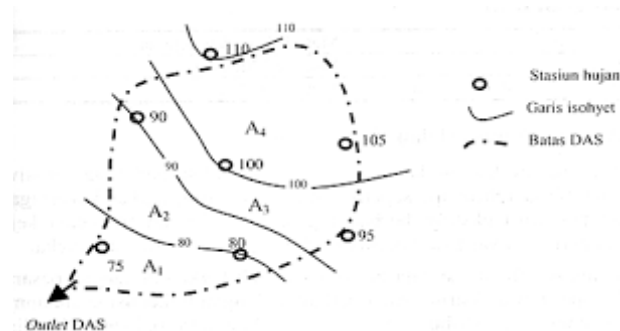
$$\bar{R} = \frac{\sum \left[A \left(\frac{I_1 + I_2}{2} \right) \right]}{\sum A}$$

Dimana :

\bar{R} = Curah hujan wilayah

A = Luas daerah antara dua garis kontur yang berdekatan

I = Garis isohyets



Gambar 2.9 Metode Isohyet

2.5.2 Waktu Kosentrasi

Waktu kosentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya untuk waktu kosentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir pada 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*.

$$T_c = t_o + t_d$$

Dimana :

T_c = waktu kosentrasi

T_o = waktu yang dibutuhkan oleh air menuju saluran terdekat

T_d = waktu yang mengalir dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau

Tabel 2.4 Koefisien Hambatan

Kondisi Lapisan permukaan	Nd
lapisan semen dan aspal beton	0,0013
permukaan licin dan kedap air	0,02
permukaan licin dan kokoh	0,1
tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,2
padang rumput	0,4
hutan gundul	0,6
hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai padat	0,8

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

2.5.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah hujan yang turun yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Intensitas curah hujan diperlukan untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*). Intensitas hujan didapatkan dengan cara melakukan analisis terhadap data hujan baik secara statistik maupun empiris. Intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek seperti ini didapatkan dari data pengamatan curah hujan otomatis dari kertas diagram yang terdapat diperalatan tersebut.

Besar intensitasnya berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Untuk perhitungan intensitas curah hujan digunakan rumus Monobe :

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

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = Durasi hujan / waktu konsentrasi (jam)

(Ir. Joesron Loebis, M.Eng., 1992)

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} ; \quad t_2 = \frac{L}{60V} ; \quad t_c = t_1 + t_2$$

Keterangan :

t_1 = Waktu inlet (menit)

t_2 = Waktu aliran (menit)

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

nd = Koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan air rata-rata disaluran (m/det)

(Dewan Standarisasi Nasional, 1994)

Tabel 2.5 Desain Saluran Berdasarkan Kecepatan Izin

No	Jenis Bahan	V_{izin} (m/det)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,5
3	Lahan alluvial	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)

2.6 Debit

2.6.1 Debit Limpasan (Rencana)

Debit rencana (Q_T) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau drainase. Perhitungan debit rencana menjadi bagian yang sangat penting dalam perencanaan teknis drainase, karena besar kecilnya nilai debit rencana akan menentukan besar kecilnya dimensi hidrolis suatu saluran. Dimensi hidrolis suatu drainase yang lebih besar akan lebih aman dalam mengalirkan debit tertentu, namun dimensi yang lebih besar dapat

menyebabkan pembengkakan biaya. Sebaliknya dimensi hidrolis yang lebih kecil akan menjadi kurang aman dalam mengalirkan debit tertentu. Muara dari perhitungan debit rencana adalah mendapatkan dimensi hidrolis (kapasitas).

$$Q_{total} = Q_{air\ hujan} + Q_{air\ buangan} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Debit air hujan (Q) yaitu aliran air yang terjadi dipermukaan 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. Aliran tersebut akan terkumpul dan membentuk suatu aliran-aliran pada saluran yang disebut sungai. Debit aliran ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

$$Cs = \frac{2Tc}{2Tc + Td}$$

Keterangan :

Cs = Koefisien tampungan

Q = Debit limpasan (m³/jam)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Tipe-tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai c apabila daerah pengaliran berbeda, c rata-rata dihitung dengan persamaan :

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3) + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

Keterangan :

C₁, C₂, C₃ = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A₁, A₂, A₃ = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Tabel 2.6 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 industry	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	Pegunungan	0,75-0,90

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

2.6.2 Debit Air Kotor (Limbah)

Debit air kotor merupakan debit yang dihasilkan dari buangan aktivitas penduduk seperti mandi, mencuci dan lain-lain. Baik dari lingkungan rumah tangga, bangunan, dan sebagainya. Air limbah domestic mengandung lebih dari 90% cairan . zat-zat yang terdapat dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organic tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat dan lemak , unsur-unsur tersebut memberikan corak kualitas air buangan dalam sifat kimiawi maupun biologi .

Debit air kotor diasumsikan dari 60%-70% pemakaian air bersih tiap orang perhari. Buangan air kotor rata-rata orang perhari = 100 liter/orang/hari x 70% populasi dihitung berbanding luas area.

Tabel 2.7 Pendekatan Aliran Buangan beberapa Tipe Bangunan

No	Tipe	Liter/orang/hari
1	Rumah Mewah	150
2	Rumah Biasa	120
3	Apartement	150

4	Rumah Susun	180
5	Asrama	100
6	Klinik/Pukesmas	2,7
7	Rumah Sakit Mewah	800
8	Rumah Sakit Menengah	600
9	Rumah Sakit Umum	340
10	SD	32
11	SMP	40
12	SMA	64
13	Perguruan Tinggi	64
14	Rumah Toko/Rumah Kantor	80
15	Pabrik	40
16	Stasiun/Terminal	2,7
17	Bandar Udara	2,7
18	Restoran	13,5
19	Gedung Pertunjukan	9
20	Gedung Bioskop	9
21	Hotel Melati s/d Bintang 2	120
22	Hotel Bintang 3 Ke Atas	150
23	Gedung Peribadatan	4,5
24	Perpustakaan	22,5
25	Bar	24
26	Perkumpulan Sosial	27
27	Klub Malam	188
28	Gedung Pertemuan	20
29	Laboratorium	120
30	Pasar	36

(Sumber: Wicaksono, 2008)

2.6.3 Debit Kumulatif

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

Debit kumulatif = debit limpasan + debit air kotor

2.7 Dimensi Saluran

Dimensi hidrolis suatu drainase yang lebih besar akan lebih aman dalam mengalirkan debit tertentu, namun dimensi yang lebih besar dapat menyebabkan pembengkakan biaya. Sebaliknya dimensi hidrolis yang lebih kecil akan menjadi kurang aman dalam mengalirkan debit tertentu. Muara dari perhitungan debit rencana adalah mendapatkan dimensi hidrolis (kapasitas).

a. Primer

Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.

b. Saluran Sekunder

Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.

Tabel 2.8 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)

2.8 Dimensi Kolam Retensi

Kolam retensi yaitu kolam penampungan sementara air hujan dan air limbah rumah tangga sebelum dialirkan ke saluran pembuang atau ke sungai. Dimensi Kolam retensi dapat dihitung berdasarkan debit saluran utama yang dihitung sebelumnya.

Volume Kolam = $Q_{total} \times \text{Lama Curah Hujan}$

$$\text{Volume Kolam} = \frac{\text{Luas Bagian Atas} + \text{Luas Bagian bawah}}{2} \times T$$

$$Q_{\text{total}} = \frac{\text{Luas Bagian Atas} + \text{Luas Bagian Bawah}}{2} \times T$$

Dimana :

Q_{total} = Total Debit Air

T = Tinggi Kolam Retensi

2.9 Pengelolaan Proyek

Proyek merupakan suatu tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara kongkrit serta harus diselesaikan dalam suatu periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas dan begitu kompleks sehingga dibutuhkan pengelolaan dan kerja sama yang berbeda dari yang biasanya digunakan.

Pengelolaan proyek atau disebut juga dengan manajemen proyek merupakan suatu usaha merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi dan mengawasi kegiatan dalam proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah ditetapkan.

2.9.1 Dokumen Tender

Dokumen tender adalah suatu dokumen yang dibuat oleh konsultan perencana atas permintaan klien. Dokumen tender akan memberikan penjelasan pada peserta lelang, karena terdiri dari sistem tender yaitu suatu cara yang dilakukan oleh pemilik proyek untuk menjual pelaksanaan proyek tersebut agar dapat dilaksanakan dengan serendah-rendahnya dan wajar dengan waktu yang sesingkat-singkatnya dengan sistem kompetisi. Adapun proyek tersebut dilaksanakan dengan sistem kontrak. Syarat-syarat atau ketentuan-ketentuan yang memberikan informasi dengan jelas. Oleh karena itu, setiap kontraktor yang akan mengikuti pelelangan harus memiliki tender tersebut, karena hal ini akan mempengaruhi harga penawaran. Adapun dokumen-dokumen tender terdiri dari :

- a. Rencana kerja dan syarat-syarat

Penyusunan rencana kerja waktu kegiatan dilakukan sebelum pelaksanaan kegiatan proyek dimulai, penyusunan rencana kerja tersebut disesuaikan dengan metode konstruksi yang akan digunakan. Pendataan lokasi proyek yang dilakukan

oleh pihak pengelola proyek guna mendapatkan informasi detail untuk keperluan penyusunan rencana kerja.

Syarat-syarat ini berisi tentang ketentuan-ketentuan yang harus dipatuhi dan dilaksanakan didalam melakukan pekerjaan baik dari awal mula pekerjaan itu dimulai sampai akhir pekerjaan itu selesai, baik oleh pemilik proyek, kontraktor maupun konsultan.

1. Rencana kerja

a. Hal yang harus diperhatikan dalam menyusun rencana kerja :

a. Keadaan lapangan lokasi proyek

Keadaan lapangan lokasi proyek ini dilakukan untuk memperkirakan hambatan yang mungkin timbul selama pelaksanaan pekerjaan.

b. Kemampuan tenaga kerja

Kemampuan tenaga kerja ini dilakukan untuk mendapatkan informasi detail tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus disiapkan.

c. Pengadaan material konstruksi

Pengadaan material konstruksi ini dilakukan untuk mengetahui macam, jenis dan jumlah material yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek tersebut.

d. Pengadaan alat pembangunan

Pengadaan alat pembangunan ini dilakukan untuk mendeteksi peralatan yang diperlukan didalam proyek, selain itu untuk mengetahui jenis, kapasitas, kemampuan dan kondisi peralatan yang akan dipergunakan dalam proses berjalannya proyek.

e. Gambar kerja

Gambar kerja ini dibuat untuk bagian-bagian khusus/tertentu, gambar kerja ini juga dibuat untuk mendesain gambar suatu proyek.

f. Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan

Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan merupakan faktor yang penting, agar kelangsungan dari susunan kegiatan setiap item pekerjaan dapat dijamin oleh pengelola proyek.

- b. Guna dan manfaat penyusunan rencana kerja
 - a. Alat koordinasi bagi pemimpin
Dapat digunakan pemimpin pelaksana pembangunan sebagai koordinasi semua kegiatan yang ada dilapangan.
 - b. Sebagai pedoman kerja pelaksana
Dapat dijadikan pedoman batas waktu dari setiap item kegiatan dilapangan.
 - c. Sebagai penilaian kemajuan kegiatan
Dapat meninjau ketepatan waktu dari setiap item kegiatan dilapangan.
 - d. Sebagai evaluasi pekerjaan
Dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

2. Syarat-syarat

1. Persyaratan umum

Persyaratan umum ini meliputi keterangan mengenai pemilik pekerjaan, perencanaan atau konsultan dan ketentuan-ketentuan mengenai kontraktor, persyaratan peserta pelelangan, bentuk surat penawaran dan cara penyampaian.

2. Persyaratan administrasi

Persyaratan administrasi ini meliputi jangka waktu pelaksanaan pekerjaan, tanggal penyerahan pekerjaan, persyaratan pembayaran, denda atas keterlambatan pekerjaan, besarnya jaminan pelaksanaan.

Syarat-syarat administrasi proyek meliputi :

- a. Pekerjaan yang akan dilaksanakan serta ruang lingkup pekerjaan.
- b. Pihak-pihak yang terlibat didalam proyek.
- c. Semua yang termasuk dalam dokumen lelang.
- d. Tipe kontrak yang diperlukan klien.

- e. Pelelangan, prosedur, syarat-syarat dan jadwal penetapan lelang.
- f. Persyaratan dan pelaksanaan proyek.

3. Persyaratan teknis

Persyaratan teknis ini meliputi jenis dan uraian pekerjaan yang akan dilaksanakan, jenis dan mutu bahan, gambar rencana dan detail. Jika semua gambar dan spesifikasi yang sama akan dilengkapi dengan persyaratan umum yang sama pula, maka akan menghasilkan harga penawaran yang berbeda dalam membuat harga penawaran. Lama pembuatan dokumen lelang ini minimum tiga hari dan selambat-lambatnya lima hari lelang kecil, sepuluh hari lelang sedang, lima belas hari untuk lelang besar. Pengumuman pemenang lelang selambat-lambatnya lima hari setelah pengiriman laporan calon pemenang dari panitia lelang. Penentuan pemenang lelang biasanya dilakukan dengan mengambil harga penawaran terendah atau yang mendekati harga standar yang telah ditetapkan, namun secara teknis dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini dimaksud untuk memberi keuntungan pada negara atau pemilik proyek (Erviyanto, 2005).

c. Gambar kerja

Gambar kerja adalah gambar yang disajikan sebagai acuan yang digunakan untuk dilapangan dengan dikerjakan sedemikian rupa untuk mempermudah dalam proses pembangunan di lapangan, karena gambar kerja merupakan gambar acuan utama dalam pembangunan, jika tidak ada gambar kerja bisa membingungkan kontraktor yang akan membangun bangunan tersebut.

d. Daftar pekerjaan (*Bill Of Quantity*)

Dalam pekerjaan sebuah konstruksi selalu dibutuhkan nilai estimasi untuk mewujudkan proyek konstruksi tersebut. Nilai estimasi itu menjadi sebuah anggaran yang di detailkan dalam bentuk Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau dikenal dengan *Bill of Quantity* (BOQ). Dengan demikian, RAB dapat diartikan sebagai sebuah daftar item pekerjaan yang akan dilaksanakan dan kuantitas yang dibutuhkan.

Dengan mengetahui kuantitas item pekerjaan dapat dihitung nilai pekerjaan kebutuhan dari proyek tersebut.

2.9.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

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

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 :

a. Persiapan pengecekan gambar kerja

Gambar kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam komponen bangun yang akan dikerjakan. Dari gambar akan didapatkan ukuran, bentuk 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 bangunan yang akan dikerjakan.

b. Perhitungan volume

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

c. Membuat harga satuan pekerjaan

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

d. 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.

e. 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.

2.9.3 Networkplanning

Networkplanning dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam 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.

Pengendalian-pengendalian terhadap proyek yang sedang dikerjakan :

- a. Pengendalian waktu (*Schedulling Control*)
- b. Pengendalian penggunaan sumber daya (*Resources Control*)
- c. Pengendalian berbagai unsur *Network Planning* (*Sub-Contractors*)

2.9.4 Barchart

Barchart ditemukan oleh L. Gantt Chart dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, panjang balok mempresentasikan sebagai durasi setiap kegiatan. Keuntungan dari bagan balok ini adalah imformatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Untuk dapat memanagemen 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.

Proses penyusunan *Barcharts* (diagram batang) :

- a. Daftar item kegiatan
Berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana proyek.
- b. Setelah didapat item pekerjaan seperti diatas, kemudian disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu.
- c. Waktu pelaksanaan pekerjaan

Waktu pelaksanaan pekerjaan yaitu jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir (Ervianto, 2005).

2.9.5 Kurva S

Kurva S dikembangkan oleh Jendral Warren Hannum, Perwira Zeni dari Amerika Serikat, atas pengamatan proyeknya sampai selesainya proyek yang bersangkutan. Kurva S atau Hannum Curve digunakan sebagai berikut :

- a. Pengarahan penilaian atas progress pekerjaan
- b. Pada permulaan menunjukkan progres yang sangat kecil. Maka rencana juga harus realitis sesuai dengan kemampuan dan kondisi persiapan pekerjaan.
- c. Sangat membantu perencanaan proyek. Suatu proyek umumnya dimula dengan rencana program yang cukup kecil lalu meningkat pada beberapa waktu kemudian. Dengan demikian beberapa pekerjaan merupakan "*peak load*" yang harus dilaksanakan secara serentak. Kurva S berguna memberikan indikasi dan koreksi pertama pada jadwal yang pertama kita buat.

Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai komulatif biaya atau jam orang (*man hours*) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurve S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau 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 itu 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 (Kementrian Pekerjaan Umum, 2016).