

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolam Retensi

2.1.1 Pengertian dan Fungsi Kolam Retensi

Kolam retensi adalah suatu bak atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air yang ada didalamnya dan hanya bersifat sementara. 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. Sedangkan kolam buatan adalah kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu dengan lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan material yang kaku, seperti beton.

Fungsi dari kolam retensi adalah untuk menggantikan peran lahan resapan yang dijadikan lahan tertutup/perumahan/perkantoran maka fungsi resapan dapat digantikan dengan kolam retensi. Fungsi kolam ini adalah menampung air hujan langsung dan aliran dari sistem untuk diresapkan ke dalam tanah. Sehingga kolam retensi ini perlu ditempatkan pada bagian yang terendah dari lahan. Jumlah, volume, luas dan kedalaman kolam ini sangat tergantung dari berapa lahan yang dialihfungsikan menjadi kawasan permukiman.

Fungsi lain dari kolam retensi adalah sebagai pengendali banjir dan penyalur air; Pengolahan limbah, kolam retensi dibangun untuk menampung dan mentreatment limbah sebelum dibuang; dan pendukung waduk/bendungan, kolam retensi dibangun untuk mempermudah pemeliharaan dan penjernihan air waduk. karena jauh lebih mudah dan murah menjernihkan air di kolam retensi yang kecil sebelum dialirkan ke waduk dibanding dengan menguras/menjernihkan air waduk itu sendiri.

2.1.2 Kolam retensi memiliki berbagai tipe, seperti:

1. Kolam retensi tipe di samping badan sungai



Gambar 2.1 Kolam Retensi Tipe di Samping

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.

2. Kolam retensi di dalam badan sungai



Gambar 2.2 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.

3. Kolam retensi tipe *storage* memanjang



Gambar 2.3 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.

(Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. 2010. Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder, Jakarta)

2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan Perencanaan Kolam Retensi

Lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan terjadi dalam empat kelompok kegiatan sebagai berikut :

2.2.1 Pekerjaan Pendahuluan

- 1) Pengumpulan peta-peta yang terkait :
 - a. Peta Tata Ruang
 - b. Peta Topografi / Rupa Bumi Indonesia (RBI)
 - c. Peta Tata Guna Lahan
 - d. Peta Administratif Kota Palembang
- 2) Pengumpulan data-data yang terkait :
 - a. Data Hidro-Klimatologi
 - b. Data Debit Sungai
 - c. Data Morfologi Sungai
 - d. Data RTRW
 - e. Data Drainase
- 3) Pengumpulan laporan-laporan terdahulu yang terkait
- 4) Melakukan survey pendahuluan, dimaksudkan untuk mengetahui kondisi dan permasalahan yang ada di daerah survey dalam rangka penyiapan pelaksanaan survey lapangan. Pekerjaan yang dilakukan antara lain :
 - a. Orientasi lapangan dengan menggunakan Peta Rupa Bumi
 - b. Koordinasi instansi terkait dengan pelaksanaan kegiatan
 - c. Menentukan titik-titik referensi untuk kegiatan pengukuran

2.2.2 Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan yaitu kegiatan survey topografi, yang dimaksudkan untuk mendapatkan data lapangan sebenarnya yang akan disajikan dalam bentuk

peta situasi, untuk keperluan perencanaan detail. Peta tersebut harus memuat data ketinggian tanah/lahan dan koordinat lokasi.

Dalam pelaksanaan Survey Topografi di lokasi rencana detail desain telah disusun suatu tahapan pekerjaan agar supaya selama proses mampu menghasilkan data lapangan yang akurat. Tahapan ini terdiri dari :

1. Pemasangan *Bench Mark*
2. Pengukuran Poligon/Kerangka Dasar Horizontal
 - a. Poligon Terbuka
 - b. Poligon Tertutup
3. Pengukuran Sifat Datar/Kerangka Dasar Vertikal
 - a. *Theodolite*
 - b. GPS
4. Perhitungan Data Lapangan
5. Penggambaran Peta

2.2.3 Analisa Data

- a. Analisa Hidrologi

Kegiatan ini ditujukan untuk keperluan *review* desain meliputi analisa debit andalan dan analisa dan debit banjir serta analisa lainnya yang menunjang keperluan perubahan desain jaringan drainase, dikaitkan dengan kebutuhan air untuk areal layanan drainase.

Rumus analisa debit andalan :

- Metode *NRECA* :

Dalam analisis ketersediaan air dilakukan tahapan mulai dari pengumpulan data, pengecekan data, pengolahan data, transformasi data hujan melalui model hujan limpasan dengan menggunakan model *NRECA* dan diakhiri dengan penentuan debit andalan.

Perhitungan limpasan model *NRECA* dibagi menjadi dua bagian, yaitu perhitungan limpasan langsung (*direct runoff*) dan air tanah yang menuju sungai (*groundwater*).

Total debit sungai dihitung sebagai berikut :

$$Q = (DRO + GF) \times A \text{ (m}^3\text{/dt)}$$

Ket :

A = Luas DPS (km²)

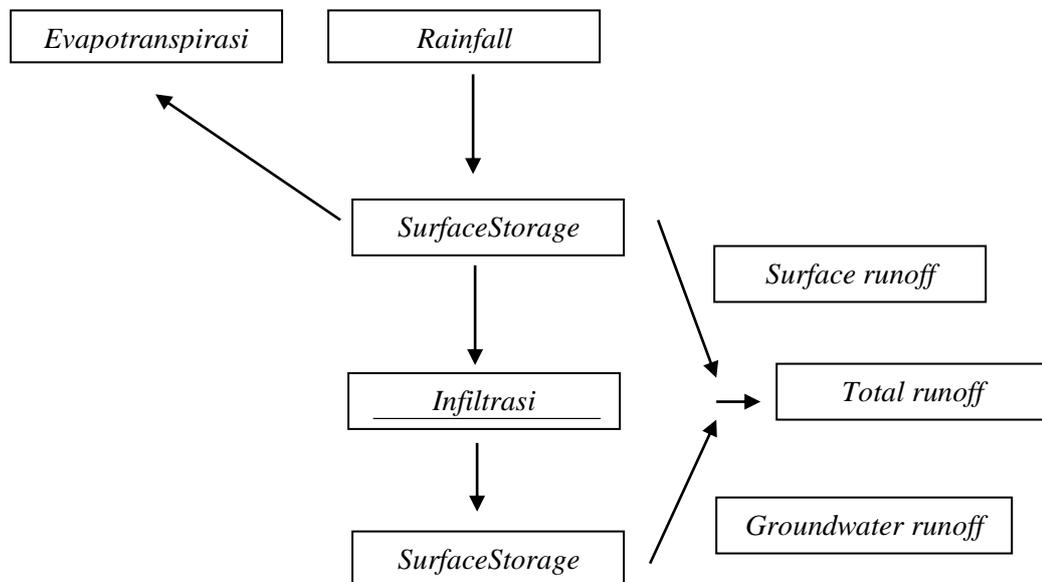
DRO = Limpasan Langsung (mm)

GF = Limpasan Air Tanah (mm)

Debit sintetis hasil transformasi hujan limpasan dalam metode *NRECA* kemudian diolah dengan analisa frekuensi atau dengan lengkung durasi untuk memperoleh besaran debit andalan di daerah studi.

o Metode *F.J MOCK*

Metode *Mock* merupakan salah satu dari metode yang menjelaskan hubungan *rainfall-runoff* yang dapat dilihat seperti berikut :



Gambar 2.4 Diagram alir model *rainfall-rainoff*

Persamaan *Penmann* modifikasi FAO, dirumuskan sebagai berikut :

$$ET_o = [W \times R_n + (1 - w) - f(u) - (ea - ed)]$$

Ket :

ET_o = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

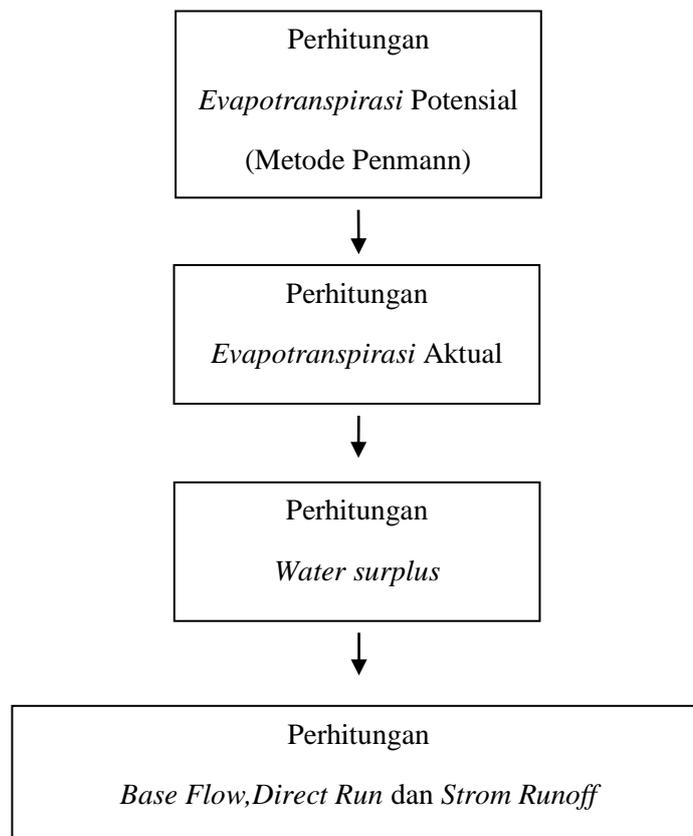
W = Faktor temperatur ($^{\circ}$ Celcius)

R_n = Radiasi bersih (mm/hari)

$F(u)$ = Faktor kecepatan angin (m/det)

$ea - ed$ = Perbedaan antara tekanan uap air pada temperatur rata-rata dengan tekanan uap jenuh air(mbar)

Proses perhitungan metode *MOCK* :



2.3 Distribusi Gumbel

Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Jika diambil $Y = a(X-b)$, dengan Y disebut reduce varied, maka persamaannya dapat ditulis

$$P(X) = e^{-e^{-Y}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

e = bilangan alam = 2,7182818...

apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan dapat didekati dengan persamaan :

$$X = \bar{X} + sK \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

\bar{X} = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{T_r} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

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

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

Y_{T_r} = *reduce variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$Y_{T_r} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots(2.5)$$

(Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 50)

Tabel 2.1 *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 2.2 *Reduced Standar Deviasi, Sn*

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

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

Tabel 2.3 Reduced variate, Ytr sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced variate, Ytr	Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Ytr
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 : Dr.Ir. Suripin, M.Eng. , 2004, 52)

2.4 Distribusi Log Person 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 empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi pemakaian 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 distribusi yang dikembangkan *Person* yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah *Log-Person Type III* (LP.III). Tiga parameter penting dalam L.P.III, yaitu (i) harga rata-rata; (ii) simpangan baku; dan (iii) koefisien kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Berikut langkah-langkah penggunaan distribusi *Log-Person* Tipe III.

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- Hitung harga rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Hitung harga simpangan baku :

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{1/2} \dots \dots \dots (2.7)$$

- Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} > \dots \dots \dots (2.8)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

K = variabel standar (*standardized variable*)

G = koefisien kemencengan

(Sumber : Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 41)

Tabel 2.4 Nilai K untuk distribusi *Log-Pearson III*

Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef. G	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	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	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	2,97	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	2,78	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	2,998	2,453	2,891

Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef. G	Koef. G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)						
	99	80	50	20	10	4	2	1
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	2,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,83	1,301	2,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,85	1,285	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,885	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99
-2,2	-3,705	-0,574	0,33	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

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

2.5 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air = DTA)

Data hujan yang diperoleh dari penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat 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 disekitar kawasan tersebut. Ada tiga macam cara umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan :

1. Rata-rata aljabar,
2. Poligon *Thiessen*, dan
3. *Isohyet*.

1. 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/hampir merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan :

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3+\dots+P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

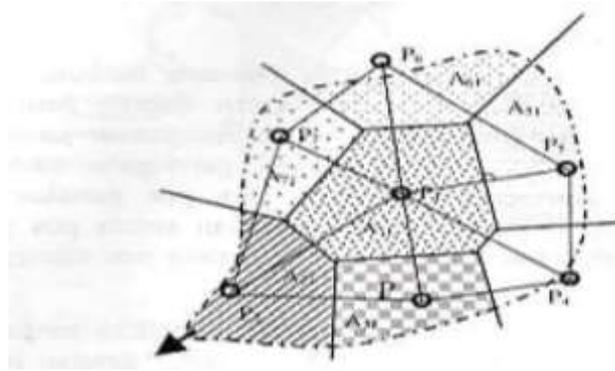
Dimana :

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan

1, 2, ..., n = banyaknya pos penakar hujan

2. Metode Poligon *Thiessen*

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos satu dengan lainnya adalah linear dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Gambar 2.4 Metode Poligon *Thiessen*

Hasil metode *thiessen* lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 - 5.000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

$$P = \frac{P_A A_1 + P_B A_2 + P_C A_3 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = curah hujan yang tercatat di pos 1, 2, ..., n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas areal poligon 1, 2, ..., n

n = banyaknya pos penakar hujan

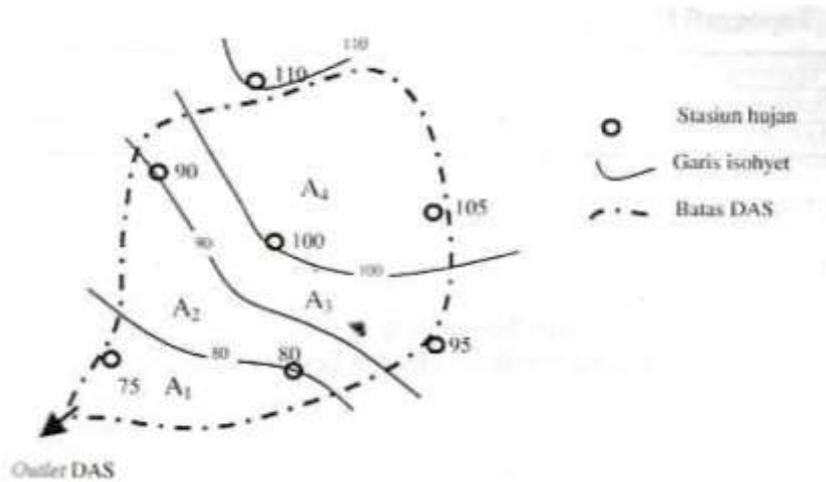
3. Metode *Isohyet*

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. Dengan kata lain, asumsi metode *Thiessen* yang membabi buta yang menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Metode *isohyet* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval *isohyet* yang umum dipakai adalah 10mm.

- Hitung luas area antara dua garis *isohyet* dengan menggunakan *planimeter*. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua *isohyet* yang berdekatan.



Gambar 2.5 Metode *Isohyet*

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{A_1\left(\frac{P_1+A_1}{2}\right) + A_2\left(\frac{P_2+A_2}{2}\right) + A_3\left(\frac{P_3+A_3}{2}\right) + \dots + A_n\left(\frac{P_n+A_n}{2}\right)}{A_1+A_2+A_3+\dots+A_{n-1}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Atau

$$P = \frac{\sum\left[A\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right)\right]}{\sum A} \dots\dots\dots(2.13)$$

Metode *isohyet* cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km².

(Dr.Ir. Suripin, M.Eng, 2004, 26)

2.6 Waktu Konsentrasi(T_c)

- Waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air simultan (*run-off*) setelah melewati titik-titik tertentu.
- Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus di bawah ini. Sedangkan untuk saluran tertutup dapat menggunakan grafik.

$$t_c = t_1+t_2 \dots\dots\dots(2.14)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{is}}\right)^{0,167} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$t_2 = L/60V \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

- t_c = waktu konsentrasi(menit)
 t_1 = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)
 t_2 = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)
 L_o = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
 L = panjang saluran (m)
 nd = koefisien kehambatan
 iS = kemiringan saluran memanjang
 V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.5 koefisien hambatan (nd) berdasarkan kondisi permukaan

No.	Kondisi lapis 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 rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

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

2.7 Intensitas Hujan

Data curah hujan dalam satu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan per jam.

Umpamanya untuk merubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan per jam, maka curah hujan ini harus dikalikan dengan 60/5. Demikian pula untuk hujan 10 menit dikalikan dengan 60/10.

Merurut Dr. Mononobe intensitas hujan (I) di dalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{R}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \text{mm/jam} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

R = Curah hujan rancangan setempat dalam (mm)

t_c = Lama waktu konsentrasi dalam jam

I = Intensitas Hujan dalam (mm/jam)

(Sumber : Drainase Perkotaan, Penerbit Gunadarma, 20)

2.8 Debit

2.8.1 Debit Limpasan

- a. Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien *run-off* biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah.

Tabel 2.6 Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan (fk)

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	-
	- atapuan masih keras	0,70-0,85	-
	- atapuan masih lunak	0,60-0,75	-

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

(Sumber : Pedoman Bangunan dan konstruksi, Dinas PU, 9)

Keterangan :

- Harga koefisien 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.
- b. 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 :

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3fk_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dengan pengertian :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran 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

(sumber : Pedoman Bangunan dan konstruksi, Dinas PU, 8)

Misalkan pada suatu daerah seluan 100 m², 50% dari permukaan daerah tersebut adalah jalan beraspal, dan 50% lainnya adalah permukaan tanah. Maka nilai C nya adalah :

$$C = \frac{0,7 \times 50 + 0,4 \times 50}{50 + 50} = 0,55$$

Maka nilai koefisien C untuk areal tersebut adalah 0,55.

2.8.2 Debit Air Kotor(Limbah)

Aliran air akan menangkap/mengikat oksigen dari udara yang akan bermanfaat dalam penguraian zat-zat organik dalam proses oksidasi (proses aerobik). Tetapi kemampuan ini sangat terbatas, sehingga tidak dibenarkan membuang limbah khususnya yang bersifat B3 (bahan beracun dan berbahaya) dan atau limbah padat/sampah yang sukar terurai dan mengganggu kelancaran aliran.

Ada dua jenis limbah yang memasuki/terbawa aliran yaitu :

- Limbah padat yang terdiri dari limbah organik yang akan dapat mengalami dekomposisi/penguraian seperti daun, bangkai binatang.
- Limbah padat anorganik yang sukar/tidak dapat terurai seperti logam, kaca hasil industri seperti plastik.

Limbah ini dapat berasal dari

- a. Limbah proses industri yang sangat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan masyarakat. berupa debu dari asap cerobong pabrik dari pembakaran bahan bakar fosil dan limbah cair dari hasil produksi hasil pencucian bahan dan lain lain
- b. Limbah rumah tangga serta yang dihasilkan oleh aktivitas kehidupan lainnya seperti limbah pasar, restoran, usaha cuci mobil dan bengkel, usaha pencucian pakaian, limbah padatan asap mesin-mesin kendaraan dan lain-lain
- c. Limbah padat berupa sampah-sampah rumah tangga, pasar, guguran daun pohon-pohon perindang kota sisa bahan baku dan kemasan industri.

Kalau jenis-jenis limbah di atas masuk ke dalam sistem drainase secara berlebihan proses aerobik akan tidak dapat berjalan dengan baik karena oksigen yang terikat oleh air tidak akan mencukupi bahkan pengikatan oksigen akan sangat terhambat. Banyaknya limbah yang masuk ke dalam saluran-saluran drainase disebabkan oleh perlakuan masyarakat yang menganggap sistem drainase dan sungai-sungai sebagai tempat pembuangan sampah.

Limbah terutama limbah padat akan sangat mengganggu kecepatan aliran bahkan menyumbat alur-alur dan menghambat penyerapan oksigen dan menghambat proses aerobik. Terjadi dekomposisi oleh bakteri-bakteri anaerobik

tanpa bantuan oksigen. Proses anaerobik ini akan menimbulkan pencemaran lain yaitu dihasilkannya zat yang beracun bagi kehidupan akuatik dan manusia seperti nitrit, sulfat serta gas-gas berbau busuk yang sangat mengganggu seperti sulfur dioksida, amoniak.

Kehidupan akuatik di dalam air akan terhambat dan bahkan musnah, sumur-sumur tercemar oleh rembesan air kotor tersebut, serta meningkatnya penyebaran penyakit yang terbawa air (*water borne disease* seperti kolera, disentri, muntaber, gatal serta malaria dan demam *dengue*)..

Karenanya fungsi kedua (2) mengangkut limbah harus disikapi dengan bijaksana bahwa sistem drainase sesungguhnya bukan tempat pembuangan sampah. Limbah cair yang terpaksa dialirkan ke dalam sistem drainase harus terlebih dulu dilewatkan melalui suatu instalasi pengolah air limbah (IPAL) untuk menurunkan kandungan zat-zat pencemar agar dapat mencapai kadar di bawah ambang batas maksimum sebelum dialirkan/dibuang ke dalam perairan bebas.

(Sumber : H.R. Mulyanto, 2013, 3)

2.8.3 Debit Kumulatif

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

Debit kumulatif = Debit Limpasan + Debit Air kotor.....(2.19)

2.8.4 Debit Pasang Surut

Perhitungan debit pasang surut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

V = Kecepatan aliran

A = Luas Penampang

2.9 Analisa Saluran

2.9.1 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 dari :

1. Bentuk trapesium
2. Bentuk empat persegi panjang
3. Bentuk lingkaran, parabola, dan bulat telur
4. Bentuk tersusun

Tabel 2.7 Koefisien Pengaliran (C)

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
- Busines	
1.	0,75 – 0,95
Daerah kota lama	0,50 – 0,70
2.	
Daerah pinggiran	0,30 – 0,50
- Perumahan	0,40 – 0,60
1. Daerah “ <i>single family</i> ”	0,60 – 0,75
2. “ <i>Multi units</i> ” terpisah-pisah	0,25 – 0,40
3. “ <i>Multi units</i> ” tertutup	0,50 – 0,70
4. “suburan”	
5. Daerah rumah-rumah apartemen	
- Industri	0,50 – 0,80
1. Daerah ringan	0,60 – 0,90
2. Daerah berat	0,10 – 0,25

Tipe Daerah Aliran	Harga C
- Pertamanan, kuburan	0,20 – 0,35
- Tempat bermain	0,20 – 0,40
- Halaman kereta api	0,10 – 0,30
- Daerah yang tidak dikerjakan	
- Jalan	
1. Beraspal	0,70 – 0,95
2. Beton	0,80 – 0,95
3. Batu	0,70 – 0,85
- Untuk berjalan dan naik kuda	0,75 – 0,85
- Atap	0,75 – 0,95

(sumber : Drainase Perkotaan, Penerbit Gunadarma, 75)

Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sbb:

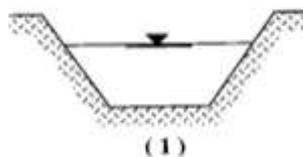
1. Bentuk trapesium

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

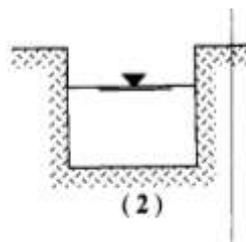
2. Bentuk empat persegi panjang

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

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



Gambar 2.6 Saluran bentuk trapesium



Gambar 2.7 Saluran bentuk empat persegi panjang

3. Bentuk lingkaran, parabol, dan bulat telor

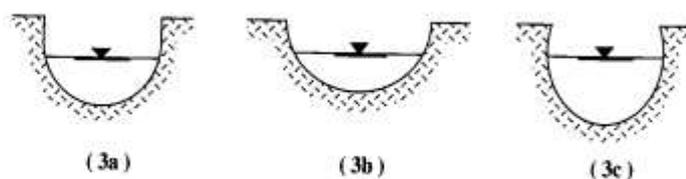
Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah.

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

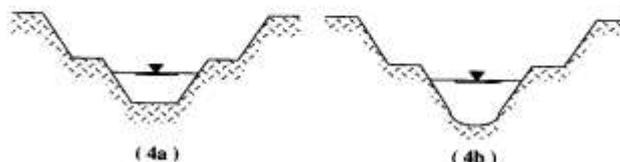
4. Bentuk tersusun

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 ataupun saluran irigasi.



Gambar 2.8 Saluran bentuk lingkaran, parabol, dan bulat telor



Gambar 2.9 Saluran bentuk tersusun

(Sumber : Drainase Perkotaan, Penerbit Gunadarma, 74)

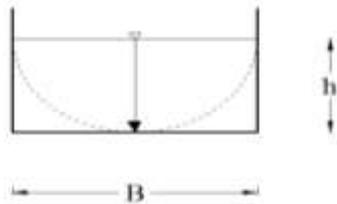
2.9.2 Dimensi Drainase

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h (Gambar 2.16), luas penampang basah, A, dan keliling basah, P, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$A = Bh \dots\dots\dots (2.20)$$

atau

$$B = A/h \dots\dots\dots (2.21)$$



Gambar 2.10 Penampang Persegi Panjang

$$P = B + 2h \dots\dots\dots (2.22)$$

Substisusi persamaan (2.21) ke dalam persamaan (2.22), maka diperoleh persamaan :

$$P = \frac{A}{h} + 2h \dots\dots\dots (2.23)$$

Dengan asumsi luas penampang, A, adalah konstan, maka persamaan (2.23) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh harga P minimum.

$$\frac{dP}{dh} = \frac{A}{h^2} + 2 = 0 \dots\dots\dots (2.24)$$

$$A = 2h^2 = Bh \dots\dots\dots (2.25)$$

atau

$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \dots\dots\dots (2.26)$$

Jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{h^2} = \frac{Bh}{B+2h} \dots\dots\dots (2.27)$$

atau

$$R = \frac{2h^2}{2h+2h} = \frac{h}{2} \dots\dots\dots (2.28)$$

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)

2.9.3 Volume Kolam Retensi

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

$$\text{Volume Kolam} = Q \text{ total (m}^3/\text{det)} \times t_f \text{ (detik)}$$

$$\text{Volume Kolam} = P \times L \times T$$

$$Q_{\text{total}} \text{ (m}^3/\text{det)} \times t_f \text{ (detik)} = P \times L \times T$$

$$T = \frac{Q_{\text{total}} \text{ (m}^3/\text{det)} \times t_f \text{ (detik)}}{P \times L}$$

Dimana :

T_f = Luas penampang basah saluran

T = Tinggi kolam retensi

Q_{total} = Total debit air

2.9.4 Evaporasi dengan Metode Transfer Massa

Pada tahun 1802, Jhon Dalton mengusulkan persamaan difusi untuk evaporasi, yaang dikenal dengan hukum Dalton, di mana evaporasi sebanding dengan perbedaan antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap karena kelembaban udara.

$$E = C f(u)(e_s - e_d) \dots\dots\dots (2.29)$$

Dengan:

E = evaporasi

C = koefisien

$F(u)$ = fungsi kecepatan angin

u = kecepatan angin pada jarak 2 m di atas permukaan air (m/d)

e_s = tekanan uap jenuh (mm Hg)

e_d = tekanan uap udara (mm Hg)

(sumber : Bambang Triatmodjo, 2008, 71)

2.9.5 Kelembaban Udara

Selama terjadinya penguapan, uap air bergabung dengan udara di atas permukaan air, sehingga udara mengandung uap air. Udara lembab merupakan campuran dari udara kering dan uap air. Banyaknya uap air yang terkandung dalam udara dapat dinyatakan dalam beberapa cara yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik, dan kelembaban relatif. Kelembaban mutlak adalah berat uap air di dalam 1 m³ udara lembab, dinyatakan dengan gram/m³. Kelembaban spesifik adalah berat uap air yang terdapat dalam 1 kg udara lembab, yang dinyatakan dalam gram/kg. Kelembaban relatif adalah perbandingan antara tekanan uap air dan tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama, dan dinyatakan dalam persen. Dari ketiga cara tersebut, kelembaban relatif adalah yang paling banyak digunakan.

Kelembaban relatif dinyatakan dalam bentuk :

$$r = \frac{e_d}{e_s} \times 100\% \dots\dots\dots 2.30$$

Dengan:

e_d = tekanan uap air, yaitu tekanan yang disebabkan oleh uap air yang terdapat di udara

e_s = tekanan uap air jenuh

Tekanan uap air dinyatakan dalam milimeter kolom air raksa (mm Hg), milibarometer (mm bar), atau pascal, Pa (N/m²).

Di atas permukaan air tekanan uap air jenuh tergantung pada temperatur, yang dapat diperkirakan dengan rumus berikut :

$$e_s = 611 \exp\left(\frac{17,27T}{237,3+T}\right) \dots\dots\dots 2.31$$

Dengan :

e_s = tekanan uap air jenuh (Pa)

T = temperatur (°C)

Tabel 2.7 memberikan tekanan uap jenuh untuk berbagai temperatur udara yang dinyatakan dalam mm Hg, mm bar, dan Pa.

Tabel 2.7 Tekanan Uap Air Jenuh e_s

Suhu (°C)	Tekanan Uap Air Jenuh e_s		
	Mm Hg	Mm bar	Pa
10	9,20	12,27	1228
11	9,84	13,12	1313
12	10,52	14,02	1403
13	11,23	14,97	1498
14	11,98	15,97	1599
15	12,78	17,04	1706
16	13,63	18,17	1819
17	14,53	19,37	1938
18	15,46	20,61	2065
19	16,46	21,94	2198
20	17,53	23,37	2339
21	18,65	24,86	2488
22	19,82	26,42	2645
23	21,05	28,06	2810
24	22,27	29,69	2985
25	23,75	31,66	3169
26	25,31	33,74	3363
27	26,74	35,65	3567
28	28,32	37,76	3781
29	30,03	40,03	4007
30	31,82	42,42	4244
31	33,70	44,93	4494
32	35,66	47,54	4756
33	37,73	50,30	5032
34	39,90	53,19	5321
35	42,18	56,23	5625

2.9.6 Stabilitas Dinding Kolam Retensi

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan kolam retensi yaitu :

A. Aman Dari Bahaya Guling

$$F_{gl} = \frac{\text{Momen Tahan}}{\text{Momen Guling}} \geq 1,5$$

B. Aman dari bahaya geser

$$F_{gs} = \frac{\Sigma V \cdot \tan \delta}{\Sigma H} \geq 1,5$$

C. Aman dari bahaya amblas

$$F = \frac{\sigma_{\text{tanah}}}{\Sigma \sigma_b} \geq 1,5$$

2.10 Pengelolaan Proyek

2.10.1 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. 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 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.

b. 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.

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.

2.10.2 Network Planning

Network planning/penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana 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.

(sumber: Materi Bidang Drainase I, Kementrian PU)

2.10.3 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 mengindikasikan kegiatan mana saja yang berada dalam lintasan kritisnya.

(sumber: Materi Bidang Drainase I, Kementrian PU)

2.10.4 Kurva S

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

- a. Pengarahan penilaian atas progress pekerjaan
- b. Pada permulaan menunjukkan progress yang sangat kecil. Maka rencana juga harus realistis 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 kita buat.

Kurva S adalah suatu kurve 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 *kurve* tersebut dengan *kurve* 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)