

## **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 1948:1)

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. Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan.

### **2.2.2. Jenis-Jenis Drainase**

#### **a. Drainase Permukaan**

Drainase permukaan bertujuan untuk menyalurkan air hujan dari permukaan jalan. Sistem 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 :

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

- 5) Air menyebabkan perbedaan peranan pada tanah yang bergelombang.

### **2.2.3. Tujuan Umum Drainase**

Tujuan 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 didaerah 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

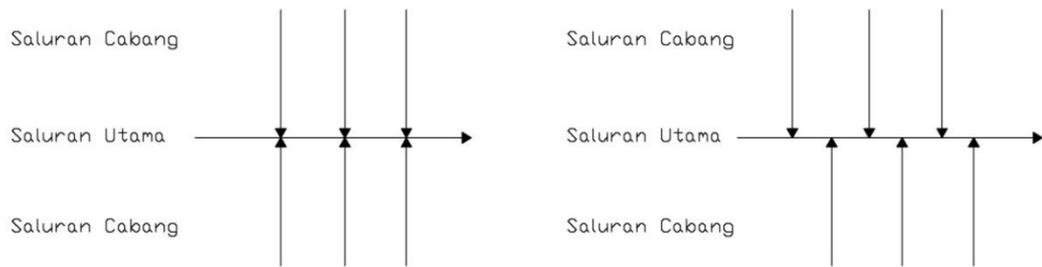
Air buangan industri adalah penyebab tercemarnya lingkungan, karena air buangan ini mengandung sampah pabrik dan lain sebagainya. Untuk mencegah agar air dilingkungan tempat tinggal penduduk tidak tercemar, maka buangan dari industri dialirkan secara khusus dalam arti secara sendiri, seperti pada sistem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

### **2.2.4. Pola 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

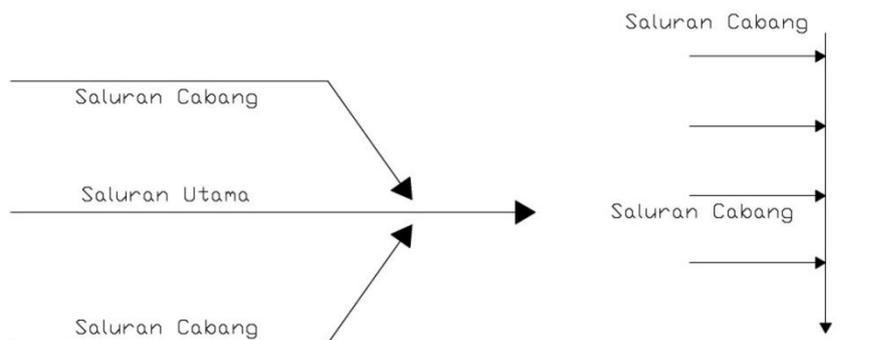
Pola siku dibuat pada daerah yang mempunyai topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai, sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada ditengah kota.



Gambar 2.1 Saluran drainase pola siku

### b. Pola Paralel

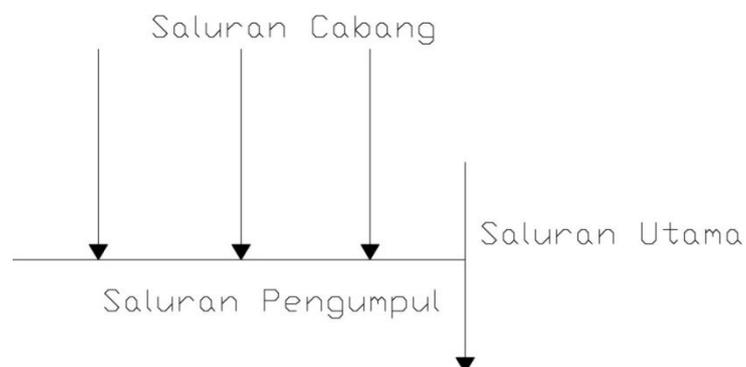
Pola ini dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak, apabila terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan.



Gambar 2.2 Saluran drainase pola paralel

### c. Pola Grid Iron

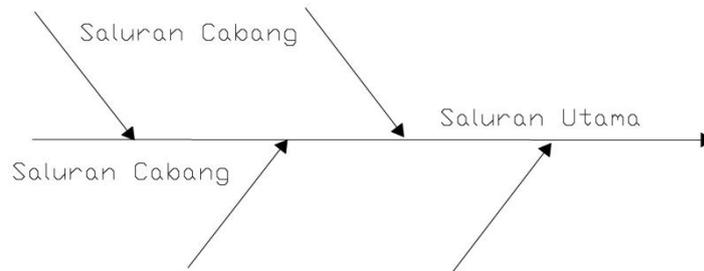
Pola ini untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Saluran drainase pola grid iron

d. Pola Alamiah

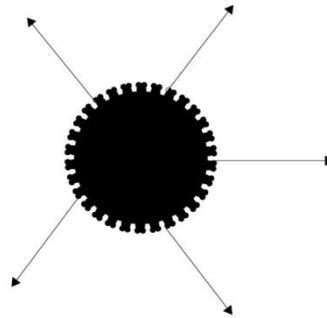
Pola ini sama seperti pola siku, hanya beban sungai pola ini lebih besar.



Gambar 2.4 Saluran drainase pola alamiah

e. Pola Radial

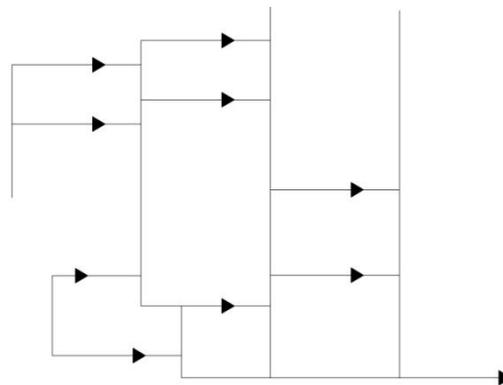
Pola ini pada daerah berbukit dimana pola saluran memancar ke segala arah



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.



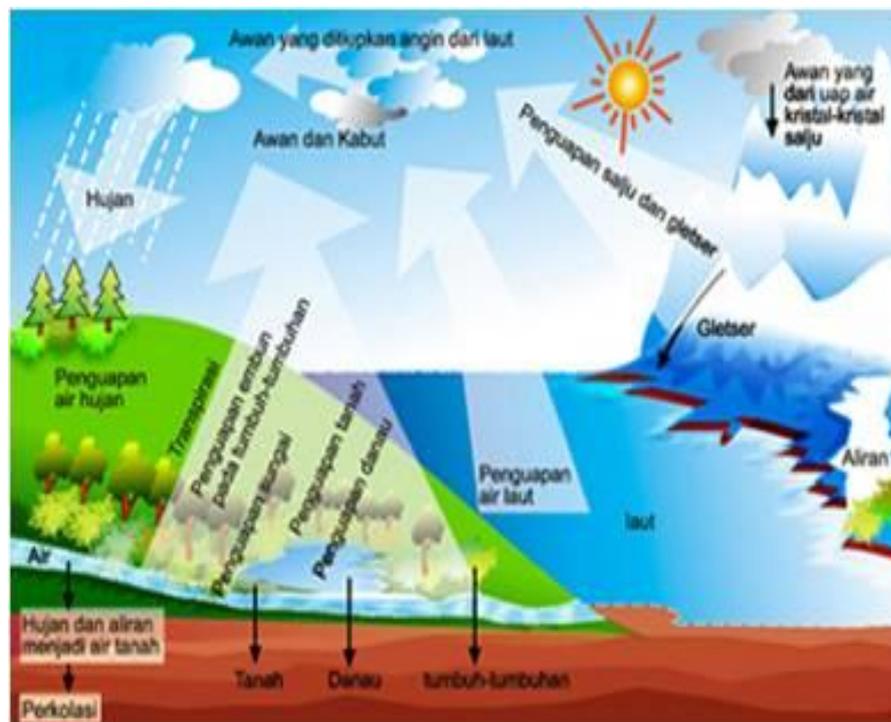
Gambar 2.6 Saluran drainase pola jaring-jaring

### 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* awn 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, sbagian 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 untuk antisipasi 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 :

a. Data maksimum hujan tahunan

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

b. Seri parsial

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

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

- 1) Distribusi Normal
- 2) Distribusi Log Normal
- 3) Distribusi Gumbel

#### 4) Distribusi *Log Pearson Type III*

### 2.4.2. 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.

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

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

Tabel 2.1 Faktor Frekuensi Normal

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

(Sumber : Soemarto, 1999)

### 2.4.3. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian  $X$  menjadi nilai logaritmik varian  $X$ .

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

$X_t$  = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

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

$K_t$  = Standar variabel untuk periode ulang tahun

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

Tabel 2.2 Standar Variabel ( $K_t$ )

T	$K_t$	T	$K_t$	T	$K_t$
1	-1,86	20	1,89	96	3,34
2	-0,22	25	2,1	100	3,45
3	0,17	30	2,27	110	3,53
4	0,44	35	2,41	120	3,62
5	0,64	40	2,54	130	3,7
6	0,81	45	2,65	140	3,77
7	0,95	50	2,75	150	3,84
8	1,06	55	2,86	160	3,91
9	1,17	60	2,93	170	3,97
10	1,26	65	3,02	180	4,03
11	1,35	70	3,08	190	5,09
12	1,43	75	3,6	200	4,14
13	1,5	80	3,21	220	4,24
14	1,57	85	3,28	240	4,33
15	1,63	90	3,33	260	4,42

(Sumber : I Made Karmiana, 2011)

Distribusi tipe Log Normal, mempunyai koefisien kemencengan (*Coefficient of skewness*) atau  $C_s = 3 C_v + C_v^3$ . Syarat lain distribusi sebaran Log Normal  $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$

#### 2.4.4. Metode Gumble

Umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya analisis frekuensi banjir. Rumus-Rumus yang digunakan dalam menghitung curah hujan rancangan dengan metode Gumbel adalah sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + \frac{Yt - Yn}{\sigma n} S \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$X$  = Curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Nilai Rata aritmatik hujan kumulatif

$S$  = Standar Deviasi

$Yt$  = Variasi yang merupakan fungsi dari kala ulang

$Yn$  = Nilai yang tergantung pada "n"

$\sigma n$  = Standar deviasi yang merupakan fungsi dari "n"

Tabel 2.3 Tabel Reduced Standard Deviation ( $\sigma n$ )

N	$\Sigma n$	n	$\sigma n$						
10	0,9497	31	1,1159	52	1,1638	73	1,1881	94	1,2032
11	0,9676	32	1,1193	53	1,1653	74	1,1890	95	1,2038
12	0,9833	33	1,1226	54	1,1667	75	1,1898	96	1,2044
13	0,9972	34	1,1255	55	1,1681	76	1,1906	97	1,2049
14	1,0098	35	1,1285	56	1,1696	77	1,1915	98	1,2055
15	1,0206	36	1,1313	57	1,1708	78	1,1923	99	1,2060
16	1,0316	37	1,1339	58	1,1721	79	1,1930	100	1,2065
17	1,0411	38	1,1363	59	1,1734	80	1,1938		
18	1,0493	39	1,1388	60	1,1747	81	1,1945		
19	1,0566	40	1,1413	61	1,1759	82	1,1953		
20	1,0629	41	1,1436	62	1,1770	83	1,1959		
21	1,0696	42	1,1458	63	1,1782	84	1,1967		
22	1,0754	43	1,1480	64	1,1793	85	1,1973		
23	1,0811	44	1,1490	65	1,1803	86	1,1980		
24	1,0864	45	1,1518	66	1,1814	87	1,1987		
25	1,0914	46	1,1538	67	1,1824	88	1,1994		
26	1,0961	47	1,1557	68	1,1834	89	1,2001		
27	1,1004	48	1,1574	69	1,1844	90	1,2007		
28	1,1047	49	1,1590	70	1,1854	91	1,2013		
29	1,1086	50	1,1607	71	1,1863	92	1,2020		
30	1,1124	51	1,1623	72	1,1873	93	1,2026		

(Sumber : Soemarto, 1999)

\

Tabel 2.4 Reduced Mean (Yn)

N	y <sub>n</sub>	n	y <sub>n</sub>						
10	0,4952	31	0,5371	52	0,5493	73	0,5555	94	0,5591
11	0,4996	32	0,5380	53	0,5497	74	0,5557	95	0,5593
12	0,5035	33	0,5388	54	0,5501	75	0,5559	96	0,5595
13	0,507	34	0,5396	55	0,5504	76	0,5561	97	0,5596
14	0,51	35	0,5402	56	0,5508	77	0,5563	98	0,5598
15	0,5128	36	0,541	57	0,5511	78	0,5565	99	0,5599
16	0,5157	37	0,5418	58	0,5515	79	0,5567	100	0,56
17	0,5181	38	0,5424	59	0,5518	80	0,5569		
18	0,5202	39	0,543	60	0,5521	81	0,557		
19	0,522	40	0,5436	61	0,5524	82	0,5672		
20	0,5236	41	0,5442	62	0,5527	83	0,5574		
21	0,5252	42	0,5448	63	0,553	84	0,5576		
22	0,5268	43	0,5453	64	0,5533	85	0,5578		
23	0,5283	44	0,5458	65	0,5535	86	0,558		
24	0,5296	45	0,5463	66	0,5538	87	0,5581		
25	0,5309	46	0,5468	67	0,554	88	0,5583		
26	0,532	47	0,5473	68	0,5543	89	0,5585		
27	0,5332	48	0,5477	69	0,5545	90	0,5586		
28	0,5343	49	0,5481	70	0,5548	91	0,5587		
29	0,5353	50	0,5485	71	0,555	92	0,5589		
30	0,5362	51	0,5489	72	0,5552	93	0,5591		

(Sumber : Soemarto, 1999)

Tabel 2.5 Variasi Yt

Kala Ulang	Nilai Yt
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,296
500	6,214
1000	6,919
5000	8,539

(Sumber : Soemarto, 1999)

### 2.4.5. Metode Log Pearson Type III

Distribusi *log pearson type III* digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan varian minimum misalnya, analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flow*).

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1) Mengubah data curah hujan sebanyak n buah  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi log ( $X_1$ ), log ( $X_2$ ), log ( $X_3$ ), .....log ( $X_n$ ).

2) Menghitung harga-harganya dengan rumus :

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

Dimana:

$\overline{\text{Log } X}$  = harga rata-rata logaritmik

N = jumlah data

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

3) Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut :

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

4) Menghitung koefisien skewness (Cs) dengan rumus :

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

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

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + G \cdot Sd \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

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

$\overline{\text{Log } X}$  = Nilai Rerata dari  $\text{Log } X_i$

$Sd$  = Standar Deviasi

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

Tabel 2.6. Harga G untuk Metode Sebaran Log Pearson Type III

Kemencengan (Cs)	Koefisien							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	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 : Soemarto, 1999)

6) Menghitung koefisien kurtosis ( $C_k$ ) dengan rumus :

$$C_k = \frac{\sum(\log X_i - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)Sd^4} \dots\dots\dots (2,8)$$

7) Menghitung koefisien variasi ( $C_v$ ) dengan rumus :

$$C_v = \frac{Sd}{\log(X)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Distribusi *Log Pearson Type III*, mempunyai koefisien kemencengan (*Coefficient of skewness*) atau  $C_s \neq 0$ .

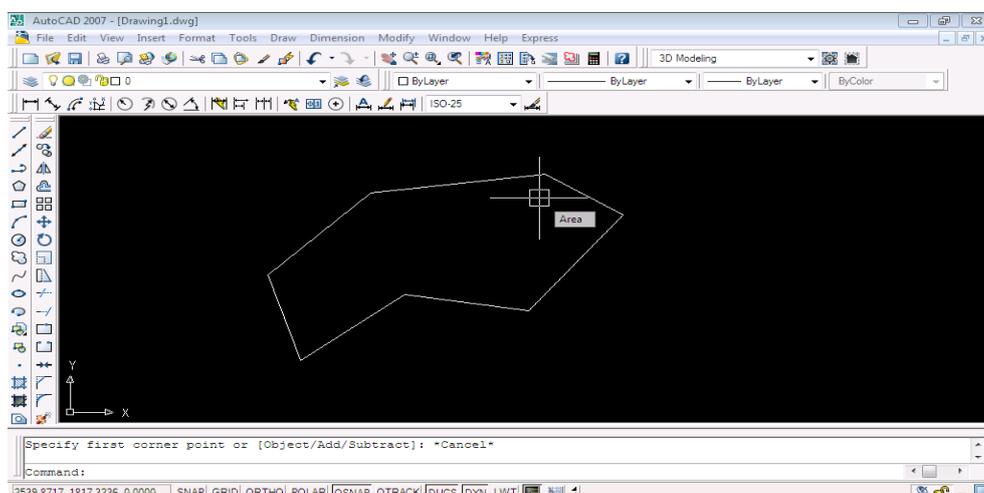
## 2.5. Program AutoCAD

Program AutoCAD adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain gambar teknik, khususnya dalam pembuatan gambar desain arsitektur maupun konstruksi. *Software* ini merupakan salah satu *software* teknik yang dikeluarkan oleh Auto Desk inc. Kelebihan dari *software* ini adalah kemampuan untuk pembuatan gambar konstruksi baik untuk dua atau tiga dimensi.

### 2.5.1. Menghitung Luasan Area dengan Autocad

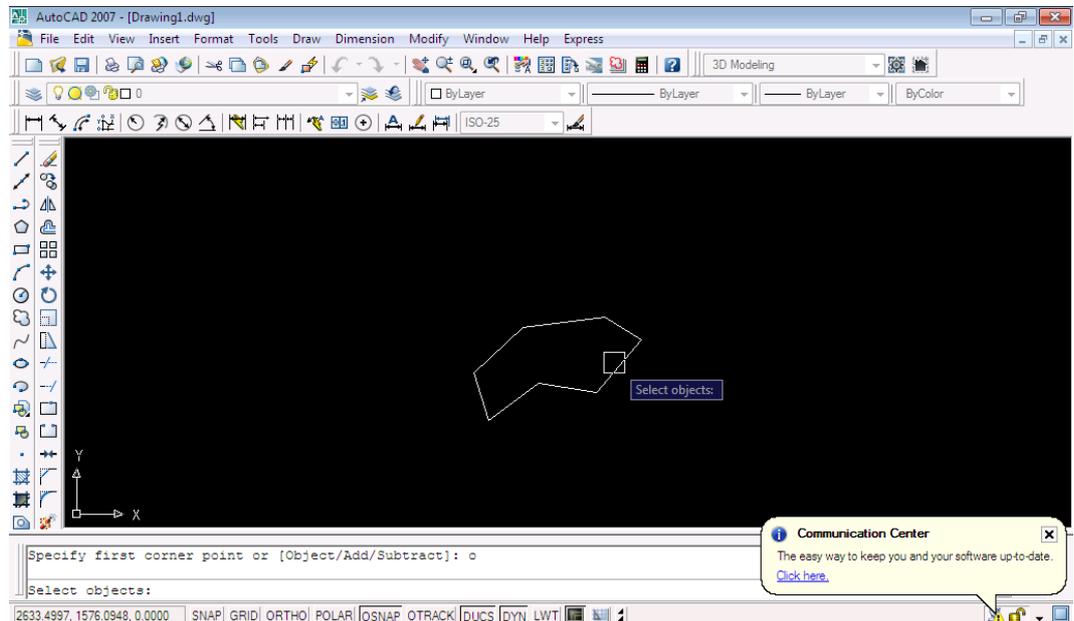
Untuk menghitung luasan area pada sub DAS dan chatcmen area dengan menggunakan autocad dapat mengikuti langkah-langkah berikut :

a. Ketik perintah “Area” atau ketik AA.



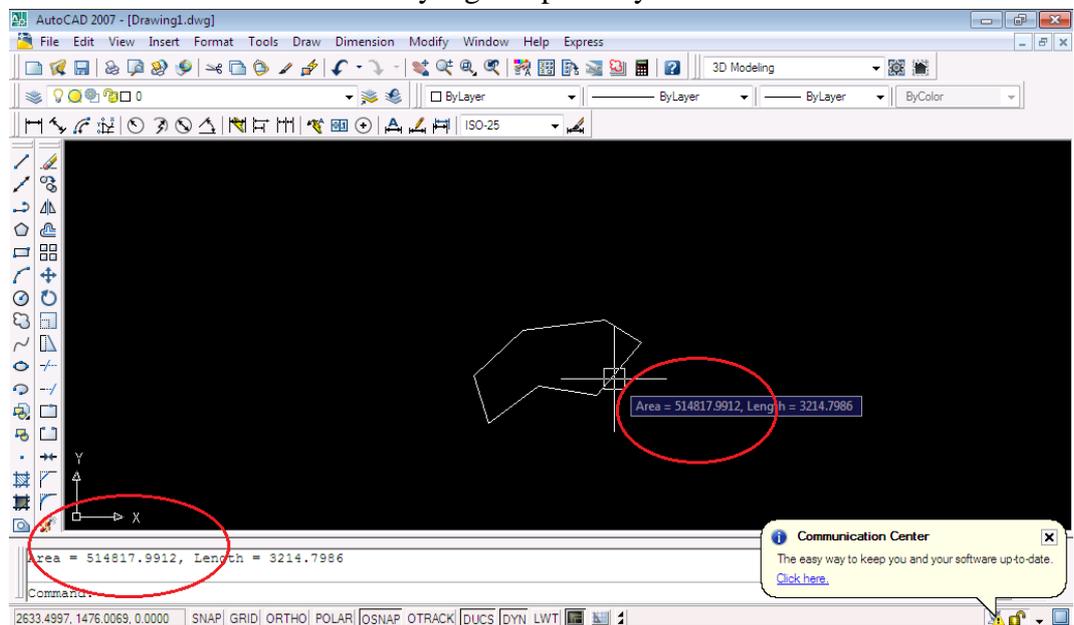
Gambar 2.8 Memasukan perintah area

b. Klik gambar yang dicari luasannya.



Gambar 2.9 Posisi Klik dilayar untuk memilih object

c. Kemudian baca luasan daerah yang ada pada layar.



Gambar 2.10 Hasil pembacaan luasan

## 2.6. Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Curah hujan Wilayah yang diperhitungkan dengan:

### a. Cara 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 meata di areal tersebut dan hasil penakar masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rataseluruh pos diseluruh areal.

Rumus yang digunakan:

$$R = \frac{R_1+R_2+R_3+\dots+R_n}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

- R = tinggi cirah hujan reta-rata  
 $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,....n  
 n = banyaknya pos penakar

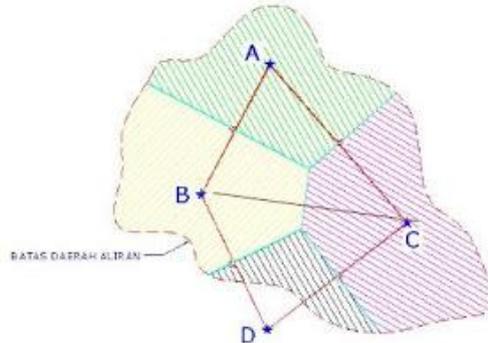
### b. Cara polygon Thiessen

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

Cara membuat polygon Thiesson

- 1) Ambil peta lokasi stasiun hujan di suatu DAS
- 2) Hubungkan garis antar 1 dan lainnya hingga membentuk segi tiga
- 3) Cari garis berat kedua garis, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis

4) Hubungkan ketiga garis berat dari segi tiga sehingga membuat titik berat yang akan membentuk polygon.



Gambar 2.11 Metode Thiessen

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

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

Rumus yang digunakan :

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$A$  = luas areal

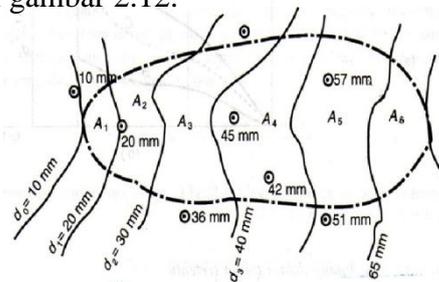
$R$  = tinggi curah hujan di pos 1,2,3, ...n

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,...n

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

c. Cara Isohyet

Dengan cara ini, kita dapat menggambar dulu kontur tinggi hujan yang sama (isohyet), seperti terlihat di gambar 2.12.



Gambar 2.12 Metode Isohyet

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

Kemudian luas bagian di antara isohyets-isohyet yang berdekatan diukur, dan nilai rata-rata dihitung sebagai sebagai nilai rata-rata timbang nilai kontur sebagai berikut:

$$R = \frac{\frac{R_0 + R_1}{2} A_1 + \frac{R_1 + R_2}{2} A_2 + \dots + \frac{R_{n-1} + R_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{R_{i-1} + R_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{R_{i-1} + R_i}{2} A_i}{A} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

- A = luas areal total
- R = tinggi curah hujan di pos 1,2,3, ...n
- R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>,... R<sub>n</sub> = tinggi curah hujan pada isohyet 1,2,3,...n
- A<sub>1</sub>,A<sub>2</sub>,A<sub>3</sub>,... A<sub>n</sub> = luas daerah di areal 1,2,3,...n

Ini adalah cara yang paling teliti untuk mendapatkan hujan areal rata-rata,tetapi memerlukan jaringan pos penakar yang relative lebih padat yang memungkinkan untuk membuat isohyets. Pada waktu menggambar garis-garis isohyets sebaiknya juga memperhatikan pengaruh bukit atau gunung terhadap distribusi hujan (Soemarto, 1995).

**2.7. Waktu Konsentrasi**

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

$$tc = t_0 + t_d \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi

$t_0$  = in-let time

$t_1$  = conduit time

$L$  = Panjang Saluran

$V$  = Kec. Rata-rata saluran

Untuk  $t_0$  dan  $t_d$  dapat dicari dengan rumus :

$$t_0 \text{ atau } t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$t_2 \text{ atau } t_d = L/60V \dots\dots\dots(2.15)$$

$L_0$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (meter)

$L$  = Panjang saluran (meter)

$nd$  = Koefisien hambatan

$S$  = Kemiringan daerah pengaliran/kemiringan tanah

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

Tabel 2.7 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 rimbung dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai padat	0,8

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

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan rumus :

1. Rumus Kirpich

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots\dots\dots(2.16)$$

keterangan :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

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

S = Kemiringan tanah

2. Rumus Hathway

$$S = \frac{0,606(L.n)^{0,467}}{S^{0,234}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan

S = Kemiringan tanah

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

n = koefisien kekasaran

Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Lahan

Tata guna lahan	Nilai N
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,1
Tanaman pagar/tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,2
Padang rumput	0,4
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,6
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,8

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

**2.8. Intensitas Hujan**

Intensitas hujan adalah tinggi air per satuan waktu biasanya dalam mm.jam atau mm/menit.

Intensitas hujan dalam t jam dapat dinyatakan dengan rumus :

$$I_t = \frac{R_t}{t} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Rt = Curah hujan selama t jam

t = durasi hujan

Intensitas hujan dengan rumus mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

- I = Intensitas Hujan  
 $R_{24}$  = Curah hujan harian maksimum 9mm0  
 $T_c$  = waktu konsentrasi (jam)

## 2.9. Debit Limpasan

Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit-parit / selokan-selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai.

Berkurangnya air yang berhasil melewati muara daerah aliran disebabkan oleh aliran tertahan oleh akar dan daun dari tanaman, dan tertahan di antara rerumputan atau semak belukar yang lebat.

Air meresap ke dalam lapisan tanah tertahan dalam bentuk genangan air, bila mana permukaan daerah aliran tidak rata dan banyak cekungan tersimpan dalam sumur resapan yang dibangun oleh penduduk kota, sehingga air hujan meresap ke dalam tanah.

Dalam prakteknya terdapat berbagai tipe guna lahan bercampur baur dalam sebuah daerah aliran. Oleh karena itu, bila daerah terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai  $c$  yang berbeda, nilai  $c$  rata-rata (gabungan) dihitung dengan rumus berikut :

$$C_{gab} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + C_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + A_n} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

- $C_{gab}$  = Koefisien pengaliran gabungan  
 $C_1 C_2 C_3 C_n$  = Koefisien pengaliran daerah aliran sebanyak  $n$  buah, dengan tata guna lahan yang berbeda  
 $A_1 A_2 A_3 A_n$  = Luasan daerah aliran sebanyak  $n$  buah, dengan tata guna lahan yang berbeda.

Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran C

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

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

Debit Limpasan dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{limpasan} = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

- Q = Debit Limpasan
- I = Intensitas hujan
- A = Luas daerah pengaliran
- C = koefisien limpasan

## 2.10. Debit Air Kotor

Debit air kotor merupakan debit yang dihasilkan dari buangan aktivitas penduduk & sekolah seperti mandi, mencuci dan lain-lain. Baik dari lingkungan rumah tangga, bangunan, dan sebagainya. Air limbah domestik mengandung lebih dari 90% cairan. Zat-zat yang terdapat dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat dan lemak dan juga unsur-unsur tersebut memberikan corak kualitas air buangan dalam sifat kimiawi maupun biologi (Fair et al., 1979; Sugiharto, 1987).

Debit air kotor diasumsikan dari 60-70% pemakaian air bersih tiap orang perhari.

Buangan air kotor rata-rata orang perhari=150 Liter/orang/hari X 70%

Populasi dihitung berbanding luas area.

Tabel 2.10 Pendekatan aliran buangan beberapa tipe bangunan

No	Tipe	Liter/org/hari
1	Rumah Mewah	150
2	Rumah Biasa	120
3	Apartement	150
4	Rumah Susun	80
5	Asrama	96
6	Klinik / Puskesmas	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 Tokoh / Rumah Kantor	80
15	Pabrik	40
16	Stasiun / Terminal	2,7
17	Bandar Udara (Bandara)	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)

### 2.11. Debit Kumulatif

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

$$\text{Debit kumulatif} = \text{Debit Limpasan} + \text{Debit Air kotor}$$

## 2.12. Analisis Hidrolika

### 2.12.1. Analisis Saluran

Banyaknya debit air hujan dan air kotor yang ada dalam suatu kawasan harus segera dialirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkan air diperlukan saluran yang mampu menampung air tersebut ke tempat penampungan. Penampungan air tersebut dapat berupa sungai kolam dan sebagainya. Kapasitas saluran sangatlah tergantung dari bentuk, kemiringan dan kekasaran saluran. Sehingga kapasitas penampungan harus berdasarkan besaran debit air hujan dan debit buangan. Untuk menghitung aliran dalam saluran digunakan persamaan *manning*.

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.22)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

- n = Koefisien kekasaran saluran
- R = Jari-jari hidrolis
- I = Kemiringan hidrolis
- Q = Debit air(m<sup>3</sup>/det)
- V = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

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

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

- A = Penampang basah saluran berdasarkan debit saluran
- Q = Debit air(m<sup>3</sup>/det)
- V = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

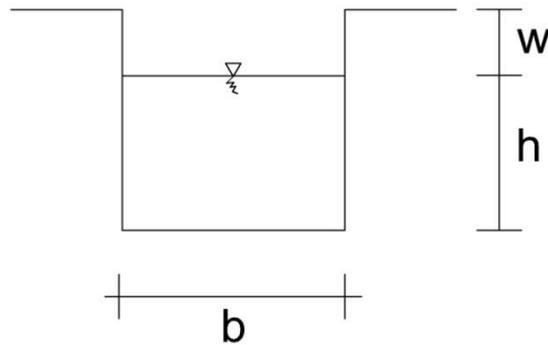
$$A = b \times h \dots\dots\dots(2.25)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

- A = Luas penampang Basah saluran  
 P = Keliling Basah saluran  
 B = Lebar saluran  
 h = Tinggi air dalam saluran  
 w = Tinggi Jagaan

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



Gambar 2.13 Penampang Persegi

Untuk penampang saluran berbentuk trapesium digunakan rumus :

$$A = (b - m) \cdot h \dots\dots\dots(2.27)$$

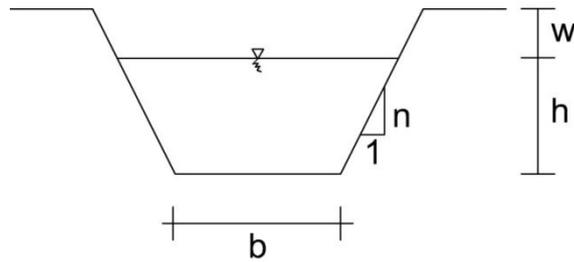
$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.28)$$

Syarat penampang ekonomis untuk saluran berbentuk trapesium adalah :

$$\frac{b+2mh}{2} = h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

- A = Luas penampang Basah saluran  
 P = Keliling Basah saluran  
 b = Lebar saluran  
 m = Kemiringan saluran  
 h = Tinggi air dalam saluran  
 w = Tinggi Jagaan



Gambar 2.14 Penampang Trapesium

Untuk penampang saluran berbentuk lingkaran digunakan :

$$A = \frac{1}{8}(\theta - \sin\theta)D^2 \dots\dots\dots(2.30)$$

$$P = r \cdot \theta = \theta \cdot \frac{D}{2} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$h = r (1 - \cos\frac{1}{2}\theta) \dots\dots\dots(2.32)$$

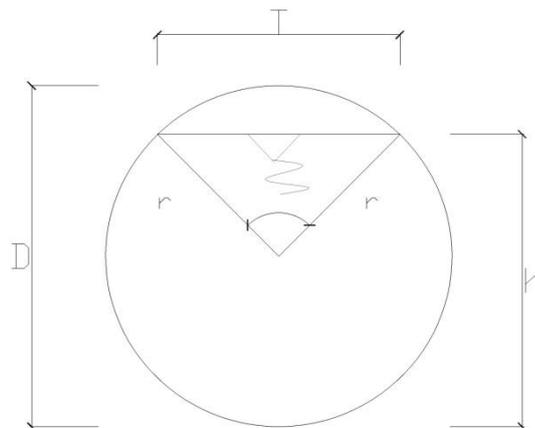
$$T = 2 r \sin\frac{1}{2}\theta \dots\dots\dots(2.33)$$

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

1. Untuk memperoleh debit maksimum, tinggi aliran pada saluran adalah 0,95D
2. Untuk memperoleh kecepatan maksimum, tinggi aliran pada saluran adalah 0,81D

$$Q_{maks} = h = 0,95D \dots\dots\dots(2.34)$$

$$V_{maks} = h = 0,81D \dots\dots\dots(2.35)$$



Gambar 2.15 Penampang Lingkaran

Dimana :

A	=	Luas penampang Basah saluran
P	=	Keliling Basah saluran
b	=	Lebar saluran
D	=	Diameter Saluran
m	=	Kemiringan saluran
h	=	Tinggi air dalam saluran
w	=	Tinggi Jagaan

### 2.12.2. Bentuk Penampang Saluran

Dalam menentukan bentuk dan dimensi saluran yang akan digunakan dalam pembangunan saluran baru maupun dalam kegiatan perbaikan penampang saluran yang sudah ada, salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah ketersediaan lahan. Mungkin di daerah pedesaan membangun saluran dengan kapasitas yang besar tidak menjadi masalah karena banyaknya lahan yang kosong, tapi di daerah perkotaan yang padat tentu bisa menjadi persoalan yang berarti karena terbatasnya lahan. Oleh karena itu, penampang saluran drainase perkotaan dan jalan raya dianjurkan mengikuti penampang hidrolis terbaik, yaitu suatu penampang yang memiliki luas terkecil untuk suatu debit tertentu atau memiliki keliling basah terkecil dengan hantaran maksimum. Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan harus sama atau lebih besar dari debit rencana. Untuk mencegah muka air ke tepi (meluap) maka diperlukan adanya tinggi jagaan pada saluran, yaitu jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi debit rencana. Bentuk penampang saluran pada muka tanah umumnya ada beberapa macam antara lain; bentuk trapesium, empat persegi panjang, segitiga, setengah lingkaran. Adapun bentuk-bentuk penampang saluran antara lain :

#### a. Penampang Persegi

Penampang dengan bentuk persegi berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya teris menerus dengan fluktuasi yang kecil.

#### b. Penampang Trapesium

Penampang dengan bentuk trapesium berfungsi untuk menampung limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.

#### c. Penampang Segitiga

Bentuk penampang segitiga merupakan penyederhanaan dari bentuk trapesium dan berfungsi untuk menampung limpasan air hujan dengan debit yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup Terbatas.

#### d. Penampang Setengah Lingkaran

Berfungsi untuk menampung limpasan air hujan dengan debit yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat

Tabel 2.11 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)

Tabel 2.12 Hubungan Kemiringan Berdasarkan Jenis Material

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

(Sumber : H.M Halim Hasmar, 2011)

Kemiringan saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran maksimum yang diizinkan ada;ah 0,005-0,0075 tergantung pada bahan yang digunakan. Sedangkan kemiringan dasar minimum yang diperbolehkan adalah 0,001 kemiringan yang lebih curam dari 0,005 untuk tanah padat akan menyebabkan penggerusan (erosi).

Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman air dan lumut.

Tabel 2.13 Hubungan Debit Air Dengan Kemiringan Saluran

Debit air Q (M3/det)	Kemiringan Saluran
0,00-0,75	1:1
0,75-15	1:1,5
15-18	1:2

(Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03-3424-1994)

Tabel 2.14 Hubungan Kemiringan Saluran Dengan Kecepatan Rata-Rata Aliran

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

(Sumber : H.M Halim Hasmar, 2011)

### 2.13. Dimensi Kolam Retensi

Kolam retensi yaitu kolam penampungan sementara air hujan dan limbah rumah tangga sebelum dialirkan ke saluran pembuang atau ke sungai. Dimensi

kolam retensi dapat dihitung berdasarkan debit saluran utama yang dihitung sebelumnya.

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

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

$$Q \text{ total (m}^3/\text{detik)} \times \text{tf}(\text{detik}) = \frac{\text{Luas area Bagian Atas} + \text{Luas Bagian Bawah}}{2} \times T$$

$$T = \frac{Q \text{ total (} \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \text{) x tf}(\text{detik})}{\frac{\text{Luas area Bagian Atas} + \text{Luas Bagian Bawah}}{2}} \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana

Tf = Luas penampang Basah saluran

T = Tinggi Kolam Retensi

Qtotal = Total debit air

## 2.14. Pengelolaan Proyek

### 2.14.1. Pengertian Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, srta 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 dipersiapka 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

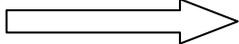
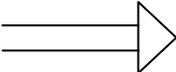
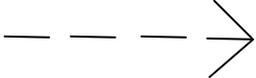
Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan. Dalam rekapitulasi ini bila mana diperlukan juga ditambahkan biaya *overhead* dan biaya pajak.

### 2.14.2. Network Planning

*Network planning* adalah sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram *network* sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk ke dalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Cara membuat *network planning* bisa dengan cara manual atau menggunakan *software* komputer. Selain *network planning* kita kenal juga jenis jadwal lain yang digunakan dalam melaksanakan proyek seperti *kurva "S"*, *Barchart*, *Schedule*

harian mingguan bulanan dan lain-lain. Adapun bentuk simbol-simbol Diagram *Network Planning*.

Tabel 2.15 Simbol-simbol diagram network planning

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas atau kegiatan adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan <i>duration</i> (jangka waktu tertentu) dan <i>resources</i> (tenaga, <i>equipment</i> , material dan biaya) tertentu.
2		<i>Node/evennt</i> , bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat peristiwa atau kejadian adalah permulaan atau lebih kegiatan-kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , anak panah sejajar, merupakan kegiatan di lintasan kritis ( <i>critical path</i> ).
4		<i>Dummy</i> , bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas tetapi dianggap kegiatan atau aktivitas, hanya saja membutuhkan <i>duration</i> dan <i>resource</i> tertentu.

(Sumber : Wulfram L. Elvrianto, 2005)

### 2.14.3. Barchart

*Barchart* adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Untuk dapat memanajemen proyek dengan baik perlu diketahui sebelumnya dimana posisi waktu tiap item pekerjaan, sehingga disitula pekerjaan proyek harus benar-benar dipantau agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Hal-hal yang ditampilkan dalam *barchart* adalah :

- Jenis pekerjaan

- Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
- Alur pekerjaan

*Barchart* dibuat untuk mengetahui waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga proyek dapat diselesaikan tepat waktu, pekerjaan terlambat, akan tetapi tidak tahu mana item pekerjaan yang harus dipantau untuk segera diselesaikan, dan untuk mengetahui alternatif jalur penyelesaian pekerjaan dan waktu penyelesaian jika melalui jalur tersebut.

#### **2.14.4. Kurva S**

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

$$\text{Bobot Kegiatan} = \frac{\text{Harga Kegiatan}}{\text{Harga Total Kegiatan}} \times 100$$