

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penataan ruang yang tidak didasarkan oleh konsep pengaturan tata air atau konservasi air merupakan salah satu penyebab utama terjadinya fenomena limpasan permukaan di kawasan perkotaan. Meningkatnya pertumbuhan penduduk di kota Malang menuntut pula peningkatan kawasan tertutup di kota ini yang membuat kawasan resapan air semakin berkurang. Jalan Danau Sentani Raya di Perumahan Sawojajar I merupakan salah satu kawasan di kota Malang yang setiap terjadi hujan dengan intensitas tinggi selalu ada limpasan permukaan yang dapat mengakibatkan genangan. Genangan didefinisikan sebagai sekumpulan air yang berhenti mengalir di tempat-tempat yang bukan merupakan badan air (Kusumadewi, 2012).

Kota Malang termasuk salah satu kota yang mengalami masalah ini terutama pada kawasan Ruko Jalan Raya Sawojajar di perumahan Sawojajar I. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui besar limpasan permukaan akibat alih fungsi lahan yang menyebabkan terjadinya kapasitas saluran induk pada wilayah studi.

Perkembangan jumlah penghuni yang makin banyak pada suatu wilayah yang tidak diikuti penyediaan sarana dan prasarana yang cukup, salah satunya sistem drainase dan alih fungsi telah menimbulkan berbagai macam kontra aktivitas yang cukup serius, hal ini dapat disaksikan saat musim penghujan, kemacetan lalu lintas akibat meluapnya air dari saluran (banjir) di perkotaan. Berdasarkan hasil pengamatan selama 30 tahun terakhir maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

- 1) Adanya perubahan fungsi Rumah tinggal maupun fasum yang menyebabkan debit saluran melimpah dan sering menimbulkan banjir disaat hujan turun.
- 2) Adanya pendangkalan pada saluran induk yang menjadi penyebab utama terjadinya banjir akibat pembuangan limbah
- 3) Adanya pasar dan pertokoan menambah jumlah volume sampah yang tersangkut pada saluran drainase, sehingga mengurangi kapasitas saluran
- 4) Adanya aliran dari wilayah perumahan lain yang saluran drainasenya di salurkan ke Jalan Raya Sawojajar Kota Malang sementara tidak dilakukan pendimensian ulang saluran.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan-permasalahan di atas maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana kondisi dan dimensi saluran Induk di Jalan Raya Sawojajar secara fisik dan teknis.
- 2) Apakah terdapat over debit akibat Alih fungsi Fasum terhadap debit hujan
- 3) Bagaimana kapasitas saluran yang ada apakah mampu menampung debit limpasan air hujan yang terjadi

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini lebih difokuskan pada saluran induk di Jl. Raya Sawojajar Kota Malang, untuk itu batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pembahasan dalam penelitian ini dilakukan pada Saluan Induk Jalan Raya Sawojajar Kota Malang yang berusia 30 tahun yang lalu
- 2) Pengamatan terhadap daya resap tanah akibat alih fasum tersebut
- 3) Meninjau kembali dimensi saluran induk akibat limpahan air muka tanah
- 4) Tidak membahas masalah AMDAL

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui kapasitas Saluran Induk yang direncana pada 30 tahun yang lalu akibat alih fungsi lahan Fasum di sepanjang Jalan Raya Sawojajar dan mencari solusi yang tepat sehingga dapat meminimalisir kejadian banjir yang terjadi setiap musim hujan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari studi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Memberikan tambahan ilmu pengetahuan dalam bidang Perencanaan Drainase Kota, terutama di tingkat Perumahan dan sebagai referensi untuk studi selanjutnya.
- 2) Memberikan masukan kepada pemerintah kota Malang sebagai saran atas penyelesaian Banjir kota di Jalan Raya Sawojajar Kota Malang

1.6 Luaran Penelitian

Dari penelitian diharapkan dihasilkan luaran sebagai berikut :

- 1) Usulan rekomendasi kepada Pemkot untuk meninjau kapasitas saluran induk yang ada disepanjang jalan Raya Sawojajar Kota Malang
- 2) Penerbitkan hasil penelitian dalam jurnal ilmiah yang terakreditasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fenomena Drainase Perkotaan

Prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima. Drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/ mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu dan/atau merugikan masyarakat.

Prasarana drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/ mengendalikan air permukaan (limpasan air hujan) sehingga tidak menimbulkan masalah genangan, banjir dan kekeringan bagi masyarakat serta bermanfaat bagi kelestarian lingkungan hidup. Drainase pada kawasan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) Sistem Drainase Lokal Kawasan Hunian adalah Bagian dari sistem drainase perkotaan yang melayani kawasan Hunian
- 2) Sistem Drainase Lokal Kawasan Industri adalah Bagian dari sistem drainase perkotaan yang melayani kawasan Industri
- 3) Sistem Drainase Jalan adalah Bagian dari sistem drainase perkotaan yang melayani Jalan
- 4) Sistem Drainase Lokal Kawasan adalah Komersil Bagian dari sistem drainase perkotaan yang melayani kawasan Komersial

2.2. Paradigma Drainase Perkotaan

Sistem drainase perkotaan harus didasarkan pada permasalahan banjir perkotaan yang penyebab utamanya adalah :

- 1) Adanya laju pertumbuhan penduduk yang semakin cepat
- 2) Budaya urbanisasi yang meningkat cepat
- 3) Penyediaan antara prasarana dan sarana perkotaan
- 4) Adanya perubahan tata guna lahan, sehingga pemanfaatan lahan diperkotaan menjadi tidak teratur, sehingga meningkatnya limpasan permukaan
- 5) Kapasitas saluran tidak mencukupi sehingga terjadi luapan air yang menimbulkan genangan

Dewasa ini penanganan drainase perkotaan telah mengalami perubahan konsep yang lebih berwawasan lingkungan yaitu :

- 1) Konsep lama, Konsep pematusan adalah mengalirkan air secepatnya ke badan air penerima terdekat.
- 2) Konsep baru, Konsep drainase berwawasan lingkungan adalah mengalirkan air limpasan ditampung, dan diresapkan terlebih dahulu kemudian kelebihan air dialirkan ke badan air penerima dengan memelihara kualitasnya.

2.3. Perubahan Tata Guna Lahan

Tingkat pertumbuhan jumlah penduduk akan meningkatkan kebutuhan sarana dan prasarana perkotaan, salah satunya adalah kebutuhan akan rumah. Pembangunan kawasan pemukiman yang menggunakan daerah resapan/ sawah akan meningkatkan volume limpasan permukaan. Kota yang baik adalah kota yang mempunyai masterplan yang berkesinambungan dan terpadu.

Isu strategis pola penanganan drainase perkotaan harus memperhatikan hal-hal berikut ini:

- 1) Perubahan Pola Hujan & Permukaan Laut Naik
- 2) Eksploitasi Air Tanah Berakibat adanya daerah genangan baru
- 3) Perkembangan kota yang menyebabkan limpasan air permukaan (run off) meningkat sehingga memerlukan pengendalian debit puncak

- 4) Perkembangan kawasan perkotaan yang padat sebagian kawasan kumuh, kotor dan rendah kualitas lingkungannya yang disebabkan ketidakdisiplinan penduduk dalam membuang air limbah dan sampah di saluran drainase.

Diperlukan kebijakan yang strategis terkait dengan pengembangan sistem pengelolaan drainase perkotaan diarahkan pada pemantapan keterpaduan pengelolaan drainase perkotaan berwawasan lingkungan antara lain :

- 1) Mewujudkan pengelolaan drainase perkotaan melalui penyiapan rencana induk sistem yang komprehensif dengan memperhatikan aspek-aspek rencana tata ruang kota, kondisi DAS/Sub DAS, perubahan iklim global, kondisi lingkungan, sosial, ekonomi serta kearifan lokal.
- 2) Mewujudkan pengelolaan drainase perkotaan melalui pendekatan eco drainage dengan memperhatikan konservasi sumber daya air
- 3) Mewujudkan keterpaduan pengelolaan prasarana drainase dengan prasarana dan sarana perkotaan lainnya

2.4. Topografi

Peta topografi merupakan informasi yang diperlukan untuk menentukan arah penyaluran dan batas wilayah/ daerah pengaliran sungai (DPS). Pemetaan kontur di suatu urban perlu dilakukan pada skala 1 : 5000 atau 1:10.000 dengan beda kontur 0.5 meter pada daerah datar dan beda kontur 1.0 meter pada daerah pegunungan. Pemetaan topografi didasarkan pada suatu datum survei. Pemetaan kontur dengan skala 1:50.000 atau 1:100.000 juga mungkin diperlukan untuk menentukan luas DAS (daerah aliran sungai) di hulu kota dengan beda kontur 25 meter. Dengan demikian dari peta tersebut dapat diketahui :

- Lokasi drainase
- Elevasi permukaan tanah
- Batas-batas administrasi

Kondisi topografi suatu wilayah berakibat pada sistem jaringan drainase. Daerah yang mempunyai kontur yang relatif datar dalam sistem drainase lebih sulit dari pada daerah yang berbukit. Sehingga dalam perencanaan sistem jaringan drainase harus memperhatikan hal-hal berikut :

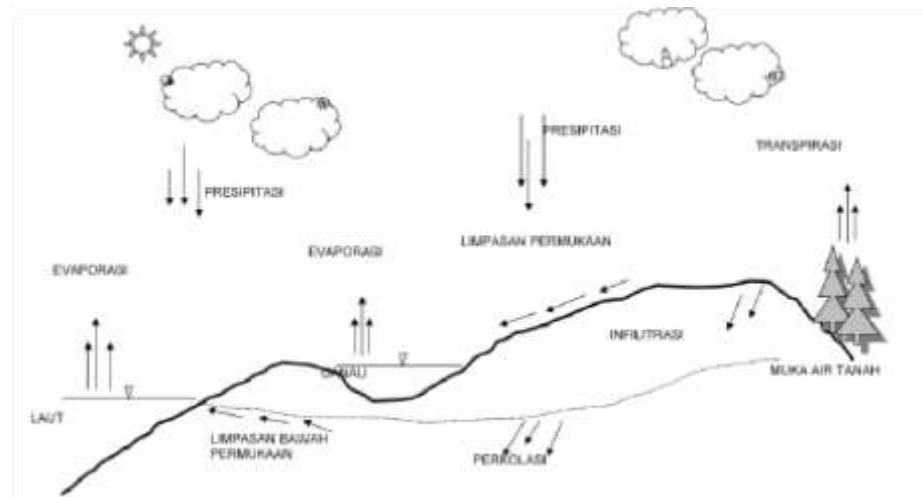
- a. Kemiringan saluran yang disesuaikan dengan kondisi kontur dan elevasi air tertinggi di saluran akhir/ sungai

- b. Kecepatan aliran yang tidak berdampak pada sedimen pada saluran atau erosi pada dinding-dasar saluran
- c. Debit rancangan disesuaikan dengan kondisi lokal, resiko dan biaya
- d. Desain jaringan drainase yang aman dan mudah dalam perawatan
- e. Memperbanyak daerah-daerah resapan melalui telaga buatan (*polder*)

2.5. Analisa Hidrologi

2.5.1 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi

2.5.2. Analisis Hidrologi

Data hidrologi yang paling dominan dalam melakukan perencanaan dan mengevaluasi drainase adalah data curah hujan. Analisa curah hujan diperlukan untuk menentukan besarnya intensitas yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan yang digunakan berasal dari stasiun-stasiun curah hujan yang berdekatan dengan wilayah studi yaitu dengan mengambil data curah hujan harian maksimum setiap tahunnya.

Untuk memastikan data-data hujan tersebut memang layak digunakan sebagai data perencanaan diperlukan analisa dan pengujian antara lain :

1) Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi bertujuan memastikan bahwa sampel data yang digunakan memiliki konsistensi, jika data hujan tidak konsistensi yang diakibatkan oleh berubahnya atau terganggunya lingkungan di sekitar tempat dimana penakar hujan dipasang, misalnya terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan cara penakaran dan pencatatannya, pemindahan letak penakar, maka seolah-olah terjadi penyimpangan trend (perubahan naik atau turun) semula (CD. Soemarto, 1987 : 38).

Pengecekan konsistensinya data dikerjakan dengan membuat kurva massa ganda berdasarkan prinsip, yaitu : bahwa setiap pencatatan data berasal dari satu populasi akan konsisten dan jika tidak maka ada penyimpangan arah/trendnya.

Agar data hujan tersebut konsisten, maka harus dikalikan dengan faktor koreksi.

Rumus yang dipakai adalah :

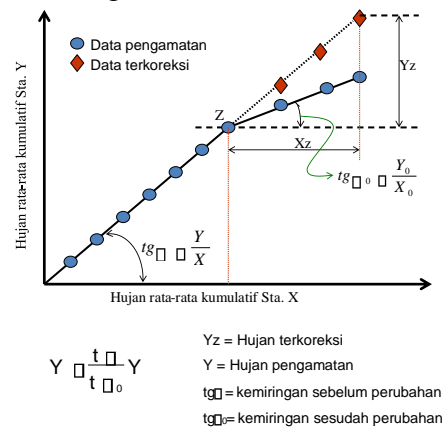
$$fk = \frac{\tan \beta}{\tan \gamma}$$

Keterangan :

fk = faktor koreksi.

$\tan \beta$ = arah garis lurus sebagai *trend* baru.

$\tan \gamma$ = arah garis lurus sebagai *trend* lama.



32

Gambar 2.2 Grafik Uji Konsistensi

2) Uji Distribusi

Data hidrologi yang dipakai untuk mengestimasi banjir rancangan (*design flood*) ataupun debit andalan (*dependable discharge*) menggunakan analisa frekuensi belum tentu sesuai dengan distribusi-distribusi yang dipilih. Untuk itu perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi (testing of goodness of fit). Karena pengeplotan data pada kertas distribusi didasarkan pada 2 sistem

koordinat, yang umumnya dikenal dengan peluang (%) sebagai absis (skala normal atau logaritma) dan nilai ekstrim (banjir/hujan) sebagai ordinat (skala normal atau logaritma), maka sebaran data ini diasumsi bisa diwakili oleh satu kurva teoritis (bisa berupa garis lurus atau lengkung, bergantung pada jenis skala yang dipakai).

Untuk menjamin bahwa pendekatan empiris (berupa pengeplotan data) benar-benar bisa diwakili oleh kurva teoritis, perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi, yang biasa dikenal sebagai *Testing of Goodness of Fit*. Ada 2 uji yang bisa dilakukan dalam hal ini, yaitu Smirnov Kolmogorov atau Uji Chi Square.

a. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov adalah uji distribusi terhadap penyimpangan data kearah horisontal, yaitu untuk mengetahui suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih atau tidak. Uji Smirnov Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non-parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian dilakukan dengan membandingkan probabilitas tiap data, antara sebaran empiris dan sebaran teoritis, yang dinyatakan dalam D. Harga D terbesar (D maks) dibandingkan dengan D kritis (dari Tabel Smirnov Kolmogorov) dengan tingkat keyakinan (α) tertentu. Distribusi dianggap sesuai jika : $D_{maks} < D_{kritis}$.

Tabel 2.1 Nilai Kritis Dcr Smirnov Kolmogorof

Jumlah data N	α Derajat Kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$1,07/n^{0,5}$	$1,22/n^{0,5}$	$1,36/n^{0,5}$	$1,63/n^{0,5}$

Tabel 2.2 Hubungan P(t) dengan Peluang Teoritis Untuk $\alpha = 0,05$

	$\alpha=0,05$	t	$\alpha=0,05$	t	$\alpha=0,05$	t	$\alpha=0,05$
-3,4	0,0003	-1,4	0,0735	0,5	0,7088	2,5	0,9946
-3,3	0,0004	-1,3	0,0885	0,6	0,7422	2,6	0,9960
-3,2	0,0006	-1,2	0,1056	0,7	0,7734	2,7	0,9970
-3,1	0,0008	-1,1	0,1251	0,8	0,8023	2,8	0,9978
-3,0	0,0011	-1,0	0,1469	0,9	0,8289	2,9	0,9984
-2,9	0,0016	-0,9	0,1711	1,0	0,8591	3,0	0,9989
-2,8	0,0022	-0,8	0,1977	1,1	0,8749	3,1	0,9992
-2,7	0,0030	-0,7	0,2266	1,2	0,8944	3,2	0,9994
-2,6	0,0040	-0,6	0,2578	1,3	0,9115	3,3	0,9996
-2,5	0,0054	-0,5	0,2912	1,4	0,9265	3,4	0,9997
-2,4	0,0071	-0,4	0,3264	1,5	0,9394		
-2,3	0,0094	-0,3	0,3632	1,6	0,9505		
-2,2	0,0122	-0,2	0,4013	1,7	0,959		
-2,1	0,0158	-0,1	0,4404	1,8	0,9678		

b. Uji Chi Square

Uji Chi Square merupakan uji kesesuaian distribusi. Rumus Chi Square (X^2) sebagai berikut :

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$$

Dimana :

X^2_{hitung} = harga Chi Square hitung.

Fe = frekuensi pengamatan kelas j.

Ft = frekuensi teoritis kelas j. k = jumlah kelas.

Derajat bebas dk dirumuskan sebagai berikut :

$dk = k - 1$ jika frekuensi dihitung tanpa mengestimasi parameter sampel.

$dk^2 = k - 1 - m$ jika frekuensi dihitung dengan mengestimasi m parameter dari sampel.

Harga X^2 dengan derajat bebas (n) seperti tersebut di atas dibandingkan dengan X^2 dari tabel dengan tingkat keyakinan (α) tertentu. Jika $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, berarti data sesuai dengan distribusi yang bersangkutan.

Tabel 2.3 Nilai Kritis (X^2 table) Distribusi *Chi-Square*

dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819

2.5.3. Hujan Daerah

Ada tiga metode yang biasa digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata pada suatu DAS, yaitu sebagai berikut : a. Metode Aritmatik

b. Metode Poligon Theisen

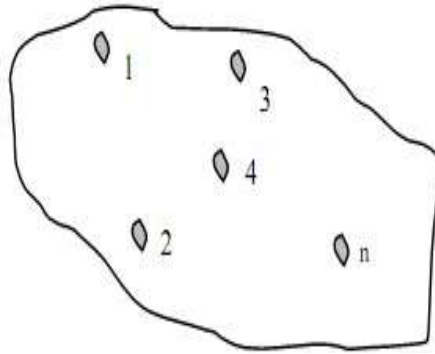
c. Metode Peta Ishoyet

Cara menghitung rata-rata aritmatik (*arithmetic mean*) adalah cara yang paling sederhana. Metode rata-rata hitung dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama satu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut :

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm). d_1, d_2, \dots, d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n (mm). n = banyaknya stasiun hujan.



Gambar 2.3 Sketsa Stasiun Curah Hujan Cara Rata-Rata Hitung

2.5.4. Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah tertentu pada periode ulang tertentu, yang dipakai sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan suatu dimensi bangunan air. Ada beberapa teknik analisis frekuensi yang digunakan dalam pengolahan data hidrologi, namun yang banyak digunakan adalah Log Pearson Tipe III dengan pertimbangan, bahwa metode ini lebih luwes dan dapat dipakai untuk semua macam sebaran data.

Penetapan kala ulang rencana untuk menentukan debit rancangan juga menjadi bagian yang utama mengingat selama ini belum ada patokan yang jelas dalam penentuan kala ulang rencana tersebut. Kala ulang dapat didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan berikut :

- a. Politis
- b. Sosial
- c. Biaya
- d. Dan aspek teknis yang menempati urutan terakhir

Berikut ketentuan penentuan kala ulang berdasarkan tipologi kota :

Tabel 2. 4. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Luas Das (Ha)			
	< 10	10 – 100	100-500	> 500
Metropolitan	2	2 - 5	5 -10	10 – 25 5
Kota besar	2	2 - 5	2- 5	– 20
Kota sedang	2	2 - 5	2 - 5	4 – 10
Kota kecil	2	2	2	2

Dalam metode Log Pearson III parameter statistik yang diperlukan ada 3, yaitu harga rata-rata (*mean*), simpangan baku (*standard deviation*) dan koefisien kepengcengan (*skewness*). Rumus dalam metode ini adalah :

$$\log X = \overline{\log X} + G.Sd$$

Dimana, $\log X$ = log curah hujan rancangan (R24)

$\overline{\log X}$ = log rata data curah hujan tahunan

G = nilai pada Tabel 2.1.yang merupakan fungsi dari Cs (koefisien kepengcengan) dan probabilitas (kala ulang).

Sd = Standar deviasi

Tabel 2.5 Nilai G untuk distribusi *Log-Person III*

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef,G	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	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

2.6. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Intensitas curah hujan yang merupakan ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh menuju titik tertentu yang ditinjau pada daerah pengaliran (titik pengamatan). Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1990), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,358}$$

Dimana t_c adalah waktu konsentrasi dalam jam, L panjang saluran utama dari hulu sampai penguras dalam km, dan S kemiringan rata-rata saluran utama dalam mm.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan membedakan waktu yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah kesaluran yang terdekat (t_o) dan waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di dalam saluran

(t_d), jadi waktu konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan (Suripin, 2004 : 82)

:

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,167}$$

Dimana :

$$t_d = \frac{L_d}{60 \cdot V_d}$$

Dimana :

t_o = waktu limpasan (menit).

t_d = waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dalam saluran (menit).

L_o = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).

- n = angka kekasaran Manning.
 So = kemiringan lahan.
 Ld = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m).
 60 = angka konversi → 1 menit = 60 detik.
 Vd = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe:

$$I = \frac{d_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

dengan :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 R24 = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)
 tc = lamanya hujan (jam)

2.7. Debit Rancangan

Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (subsurface flow) (Suripin, 2004:74). Limpasan permukaan yang berlebih merupakan ancaman bahaya banjir sehingga dalam penataan kawasan, identifikasi dari parameter-parameter yang mempengaruhi limpasan permukaan harus dilakukan. Sistem drainase yang baik juga sangat ditentukan oleh debit rancangan yang akan ditetapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penetapan debit rancangan antara lain :

- Besarnya Curah hujan
- Kondisi daerah pengaliran (Koefisien Pengaliran)
- Kondisi topografi yang terkait dengan waktu konsentrasi aliran
- Luas daerah pengaliran

Untuk menghitung debit banjir rancangan terdapat beberapa metode untuk menghitungnya, yaitu metode rasional dan metode hidrograf banjir. Metode rasional cukup sederhana untuk diterapkan dan sesuai untuk digunakan pada area dengan luasan yang kecil, yaitu kurang dari 300 hektar (Suripin, 2004 : 79). Kapasitas pengaliran tersebut diperkirakan dengan metode rasional dan metode rasional:

$$Q = 0,0278 \times 10^{-6} C I A$$

Dimana :

Q = debit banjir rencana (m/detik).

C = koefisien pengaliran.

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

A = daerah pengaliran (m²).

2.8. Saluran Drainase

Saluran drainase perkotaan didesain sebagai saluran terbuka, karena lebih ekonomis dan mudah dalam pemeliharanya, bentuk dimensi saluran pada kawasan perkotaan pada umumnya bentuk persegi atau trapezium. Bahan saluran berupa pasangan batu bata dipleser, pasangan batu kali atau beton pracetak. Bahan bangunan saluran ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang mengalir disaluran, sebagaimana table berikut ini :

Tabel 2.6. Kecepatan aliran air yang diijinkan (V ijin) berdasarkan jenis material

No	Jenis Bahan	V ijin (m/dtk)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,50
3	Lanau alluvial	0,60
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	Kerikil kasar	1,2
8	Batu-batu besar	1,5
9	Pasangan batu	1,5
10	Beton	1,5
11	Beton bertulang	1,5

Sumber : Pedoman Perenc. Jalan, PU 2006

Dimensi saluran direncanakan sesuai dengan besarnya limpasan permukaan yang di tamping pada saluran. Perencanaan dimensi saluran didasarkan dengan persamaan Manning :

$$Q = V . A \dots (m^3 / dtk)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots (m/dtk)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots (m)$$

Dengan

Q = debit saluran

V = kecepatan aliran A = Luas penampang

saluran n = Koefisien Manning

R = Radius hidrolis

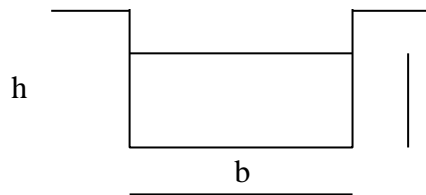
S = Kemiringan dasar saluran

P = Keliling basah

Untuk saluran dengan bentuk persegi dengan parameter :

$$A = b \cdot h \dots (m^2)$$

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



Untuk saluran dengan bentuk trapezium maka :

