

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengalirkan, mengeringkan, menguras, mengeluarkan dan mengarahkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase seringkali dapat diartikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air baik dari air hujan, air rembesan, maupun air irigasi dari suatu wilayah agar tidak mengganggu fungsi wilayah daratan. Sistem drainase diartikan sebagai sekumpulan bangunan air yang fungsinya untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu daerah atau lahan agar lahan dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004).. Drainase dapat didefinisikan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara- cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono, 1948).

Sistem drainase merupakan suatu cara mengalirkan air dengan membuat saluran (tersier) untuk menampung air hujan yang mengalir diatas permukaan air tanah, kemudian dialirkan ke sistem yang lebih besar (sekunder dan premier) kemudian dialirkan ke sungai dan laut (Kodoatie, 2005).

Salah satu kebutuhan dasar yang perlu diutamakan pada sebuah tempat tinggal adalah saluran drainase yang layak. Drainase merupakan komponen penting baik didalam suatu bangunan maupun lingkungan disekitarnya. Dengan saluran drainase yang dibuat sesuai dengan standar yang ditetapkan, maka hunian tersebut dapat terhindar dari berbagai macam dampak negatif seperti banjir dan wabah penyakit. Tidak hanya pada satu bangunan, tetapi sistem drainase yang digunakan harus didukung oleh sistem drainase lingkungan yang layak dan sesuai standar aliran air bersih dan air kotor tidak terhambat dan dapat disalurkan dengan baik dan tidak menumpuk/ tersumbat di daerah tersebut.

Daerah layanan harus aman dari genangan air sekaligus memastikan kelestarian dan keseimbangan air dari suatu kawasan. Oleh karena itu, konsep pembangunan drainase perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi kebutuhan dalam sistem pembangunan di Indonesia saat ini dan yang akan datang, sehingga dalam perencanaan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi

drainase sebagai prasarana kota yang berbasis pada konsep pembangunan berwawasan lingkungan. Pembangunan sesuai dengan prosedur Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (DPU, 1990).

Secara umum drainase dibedakan menjadi dua macam (Suripin, 2004) yaitu:

1. Drainase permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran permukaan.
2. Drainase bawah permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran bawah permukaan.

2.1.1 Fungsi Drainase

Menurut Robert J. Kodoatie (2003) ada beberapa fungsi drainase yang disebutkan antara lain :

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Apabila aliran drainase lancar maka drainase juga memperkecil resiko gangguan kesehatan lingkungan, bebas dari malairia (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga mengkecil kerusakan – kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan yang lainnya.

2.1.2 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan tipe drainase dalam berbagai aspek. Adapun jenis- jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hasmar. H, 2012):

1. Secara sejarah drainase telah terjadi dengan berbagai cara, Berikut ini cara terbentuknya drainase yaitu:
 - a. Drainase Alamiah (Natural Drainage)

Yakni drainase yang terjadi secara alami dan tidak mempunyai struktur pendukung seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini dibentuk oleh gerusan air yang bergerak

secara gravitasi dengan membentuk saluran air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan (Artificial Drainage)

Drainase ini dibuat untuk tujuan tertentu sehingga membutuhkan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/ beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

2. Menurut letak bangunan.

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk, berikut bentuk drainase sesuai dengan letak bangunannya:

a. Drainase Permukaan Tanah (Surface Drainage)

Yakni, saluran diatas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open chanel flow.

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (Sub Surface Drainage)

Saluran ini bertujuan untuk mengevakuasi air limpasan dari lingkungan dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu

3. Menurut fungsinya.

Drainase berfungsi untuk mengalirkan air dari tempat tinggi ke tempat rendah, berikut ini jenis-jenis drainase menurut fungsinya:

a. Single Purpose

Artinya, saluran yang berfungsi untuk mengalirkan satu jenis saluran pembuangan air limbah, misalnya air hujan saja atau jenis air limbah lainnya.

b. Multipurpose

Artinya, saluran yang berfungsi untuk mengalirkan beberapa jenis air limbah baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya air limbah rumah tangga dan air hujan yang mengalir pada waktu yang bersamaan.

4. Menurut konstruksi.

Dalam mendesain saluran drainase terlebih dahulu harus mengetahui jenis struktur saluran tersebut, berikut ini adalah drainase menurut konstruksi:

a. Saluran Terbuka

Artinya, saluran yang struktur bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih cocok untuk drainase hujan di

daerah yang mempunyai luasan yang cukup, atau drainase non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau lingkungan.

b. Saluran Tertutup

Artinya, saluran yang struktur bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak terhubung dengan udara luar. Saluran ini biasanya digunakan untuk pembuangan aliran limbah kotor atau untuk saluran yang berada di pusat kota.

2.1.3 Sistem Drainase

Sistem drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Sistem drainase adalah bagian penting dari suatu kawasan pemukiman. Suatu kawasan pemukiman yang tertata dengan baik harus diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan agar tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang berkaitan dengan aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air (Suripin 2004).

Bangunan system drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan penerima air (*receiving waters*) (Suripin 2004). Di sepanjang sistem drainase, sering ditemukan bangunan lainnya seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan air terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Drainase

sering diabaikan oleh ahli-ahli hidraulik dan sering dianggap seolah-olah itu bukan tugas besar, atau paling tidak diabaikan dibandingkan dengan pekerjaan-pekerjaan pengendalian banjir. Padahal pekerjaan drainase adalah pekerjaan yang rumit dan kompleks, pekerjaan ini mungkin membutuhkan lebih banyak biaya, tenaga dan waktu daripada pekerjaan pengendalian banjir. Secara fungsional, sulit untuk membedakan dengan jelas sistem drainase dan pengendalian banjir, tetapi dapat dikatakan secara praktis bahwa drainase menangani kelebihan air sebelum memasuki ke alur-alur besar atau sungai. Konsep sistem drainase yang berkelanjutan yang merupakan prioritas utama kegiatan harus bertujuan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara membangun fasilitas yang tahan banjir.

2.1.4 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan secara umum dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor adalah sistem saluran / badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment Area). Umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga dengan sistem saluran pembuangan utama (Major System) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung arus yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal, atau sungai. Perencanaan drainase mayor ini biasanya digunakan dengan Periode Ulang Hujan (PUH) antara 5 hingga 10 tahun dan pengukuran topografi yang terperinci mutlak diperlukan dalam merencanakan system drainase ini.

b. Sistem Drainase Minor

Sistem drainase minor adalah sistem drainase yang melayani kawasan kota tertentu saja seperti sistem drainase khusus daerah atau kompleks permukiman, pasar, kawasan komersial, perkantoran, kawasan industri dan kawasan pariwisata. Pengelolaan sistem drainase ini menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi terkait. Sistem drainase minor merupakan bagian dari sistem drainase yang menerima debit limpasan maksimum dari mulai aliran awal, meliputi: inlet limpasan permukaan jalan,

saluran dan parit drainase tepian jalan, gorong-gorong, got air hujan, saluran air terbuka dll. Perencanaan drainase minor ini umumnya dipakai dengan



Periode Ulang Hujan (PUH) antara 2 sampai 10 tahun tergantung dari tata guna lahan di sekitarnya. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase minor.

Gambar 2: 1 Kondisi Saluran Eksisting

Sumber: Hasil Dokumentasi

2.2 Analisa Hidrologi

Menurut Soemarto (1995), hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini, yang meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan – perubahan antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah.

2.2.1 Uji Outliers

Outlier adalah data yang menyimpang cukup jauh dari trend kelompoknya. Keberadaan outliers biasanya dianggap mengganggu pemilihan jenis distribusi suatu sampel data, sehingga outliers ini perlu dihilangkan (Chow, 1988:403). Persamaan yang digunakan untuk menetapkan batas atas dan bawah outliers adalah:

$$y_H = \bar{y} + K_n \cdot S_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$y_L = \bar{y} - K_n \cdot S_y \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

y_H = Nilai ambang atas

y_L = Nilai ambang bawah

\bar{y} = Nilai rata-rata

S_y = Simpangan baku dari logaritma terhadap sampel

K_n = Besaran yang tergantung pada jumlah sampel data
(pada lampiran tabel outlier)

n = Jumlah sampel data

Data yang nilainya diuar y_H dan y_L diklasifikasikan sebagai outliers.

Berikut tabel nilai K_n :

Tabel 2: 1 Nilai K_n untuk Uji Outliers

Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data
10	2.036	24	2.467	38
11	2.088	25	2.468	39
12	2.134	26	2.502	40
13	2.175	27	2.519	41
14	2.213	28	2.534	42
15	2.247	29	2.549	43
16	2.279	30	2.563	44
17	2.309	31	2.577	45
18	2.335	32	2.591	46
19	2.361	33	2.604	47
20	2.385	34	2.616	48
21	2.408	35	2.618	49
22	2.429	36	2.639	50
23	2.448	37	2.650	55

Sumber: Rekayasa Hidrologi, Chow (1988:403)

2.2.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim (curah hujan maksimum harian) terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi

terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Distribusi Normal, Log Normal, Log-Pearson III, dan Gumbel. Dalam analisis data hidrologi diperlukan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut.

Sembarang nilai yang menjelaskan ciri susunan data disebut parameter. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut dengan parameter statistik, seperti nilai rerata, deviasi ,dsb. Pengukuran parameter statistik yang sering digunakan dalam analisis data hidrologi meliputi pengukuran koefisien variasi, koefisien skewness, dan koefisien keruncingan. (Bambang Triatmodjo, 2014). Metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III dipilih karena sering digunakan dalam analisis frekuensi banjir untuk menghitung curah hujan rencana, dengan Gumbel cocok untuk data yang memiliki distribusi ekstrim dan Log Pearson III untuk data yang tidak memiliki pola distribusi yang jelas.

a. Nilai Rata-Rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

b. Standar Devisiasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

c. Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{Sd^3} \dots\dots\dots (2.5)$$

d. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots (2.6)$$

e. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{x}}$$

\bar{X} = Nilai rata-rata

C_s = Koefisien skewness

X_i = Nilai varian ke 1

C_k = Koefisien kortisus

n = Banyaknya data

C_v = Koefisien variasi

Sd = Standar devisiasi

Tabel 2. 0.1 Nilai Cs Dan Ck Sesuai Nilai Distribusi

No.	Jenis Sebaran	Syarat
1.	Normal	Cs = 0 dan Ck=3
2.	Gumbel type I	Cs = 1,1396 dan Ck = 5,4002
3.	Log Pearson type III	Cs = 0
4.	Log Normal	Cs = 3bcv + Cv ² =3 Dan Ck = 5,382

Sumber: Manajemen Rekayasa Konstruksi (Kamiana,2011)

2.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

(Widianto et al., 2010) mengatakan bahwa pada perhitungan debit banjir rencana, metode sebaran yang umum digunakan untuk aplikasi hidrologi adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Log Pearson III

Dalam distribusi log pearson III, langkah-langkah pengerjaannya sama dengan distribusi normal namun data X diubah kedalam bentuk logaritmik Y = Log X. Jika variabel acak Y = log X terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi Log Pearson III. Untuk distribusi Log Pearson III perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini:

Ubah data ke dalam bentuk *logaritmik*, $X = \log X$

a Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

b Hitung harga simpangan baku:

$$s = \left[\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5} \dots\dots\dots (2.8)$$

c Hitungan koefisien kemencengan:

$$G = \frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.9)$$

d Hitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

$\text{Log } \bar{X}$ = Nilai rata-rata logaritmik dari X_i

\bar{X} = Rata-rata dari b data X_i

X_i = Data hujan maksimum tiap tahun

n = Jumlah data

Σ = Jumlah

S = Simpangan baku

G = Koefisien kemencengan

X_T = X yang terjadi dalam periode ulang T

C_s = Faktor frekuensi

Tabel 2: 2 Nilai C_s Untuk Distribusi Log Pearson III

T (th)	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs: P (%)	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.045	2.376	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.085	0.017	0.836	1.297	1.785	2.107	2.400	2.670	3.230
0.2	-2.170	-1.538	-1.258	-0.850	0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.130	-1.555	-1.245	-0.853	0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.520
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.947	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.606	3.041	3.810
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	0.079	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.100
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.240
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.390
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.530
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.018	0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	4.670

Sumber : Nilai C_s Untuk Distribusi Log-Pearson III (Sri Harto, 1993)

Sri Harto (1993), memberikan sifat-sifat distribusi log Pearson, yaitu

- Nilai kemencengan : C_s = fleksibel
- Nilai kirtosis : $C_k = 1.5C_s^2+3$

Tabel 2: 3 Reduced Variate, Ytr Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang Tahun (T)	YT
10	2.25037
15	2.67375
20	2.97020
25	3.19853
50	3.90194
100	4.60015

Sumber: Hidrologi Teknik, (Soemarto, 1987)

Distribusi data banjir dan curah hujan pada umumnya tidak berbentuk simetris, melainkan menunjukkan kemencengan (skewness) yang cukup besar. Metode Log Pearson Type III (LP3), yang memiliki tiga parameter, mampu menyesuaikan bentuk distribusi sesuai nilai koefisien skewnes yang dihitung dari data observasi. Sebaliknya, distribusi Gumbel memiliki karakteristik kemencengan yang tetap, sehingga kurang fleksibel dalam merepresentasikan variasi bentuk data hidrologi yang bersifat tidak simetris, jadi memilih menggunakan Log pearson Type 3 untuk analisa debit rencana

2.2.4 Uji Kecocokan Parameter Distribusi

Dari analisis distribusi hujan rencana, untuk menentukan kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis, diperkirakan dapat di gambarkan distribusi empiris, dan diperlukan pengujian secara statistik. Pengujian parameter yang akan dilakukan dalam uji kecocokan distribusi, Diperlukan penguji parameter untuk menguji kecocokan (the goodnes of fittest test) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi-distribusi frekuensi tertentu. Penguji parameter yang sering dipakai adalah chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov (Effendi et al., 2022).

a. Uji Chi Kuadrat

Uji distribusi data curah hujan yang dianggap paling mudah perhitungannya untuk menguji peluang curah hujan adalah metode chi kuadrat tes (Chi Square Test). Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan

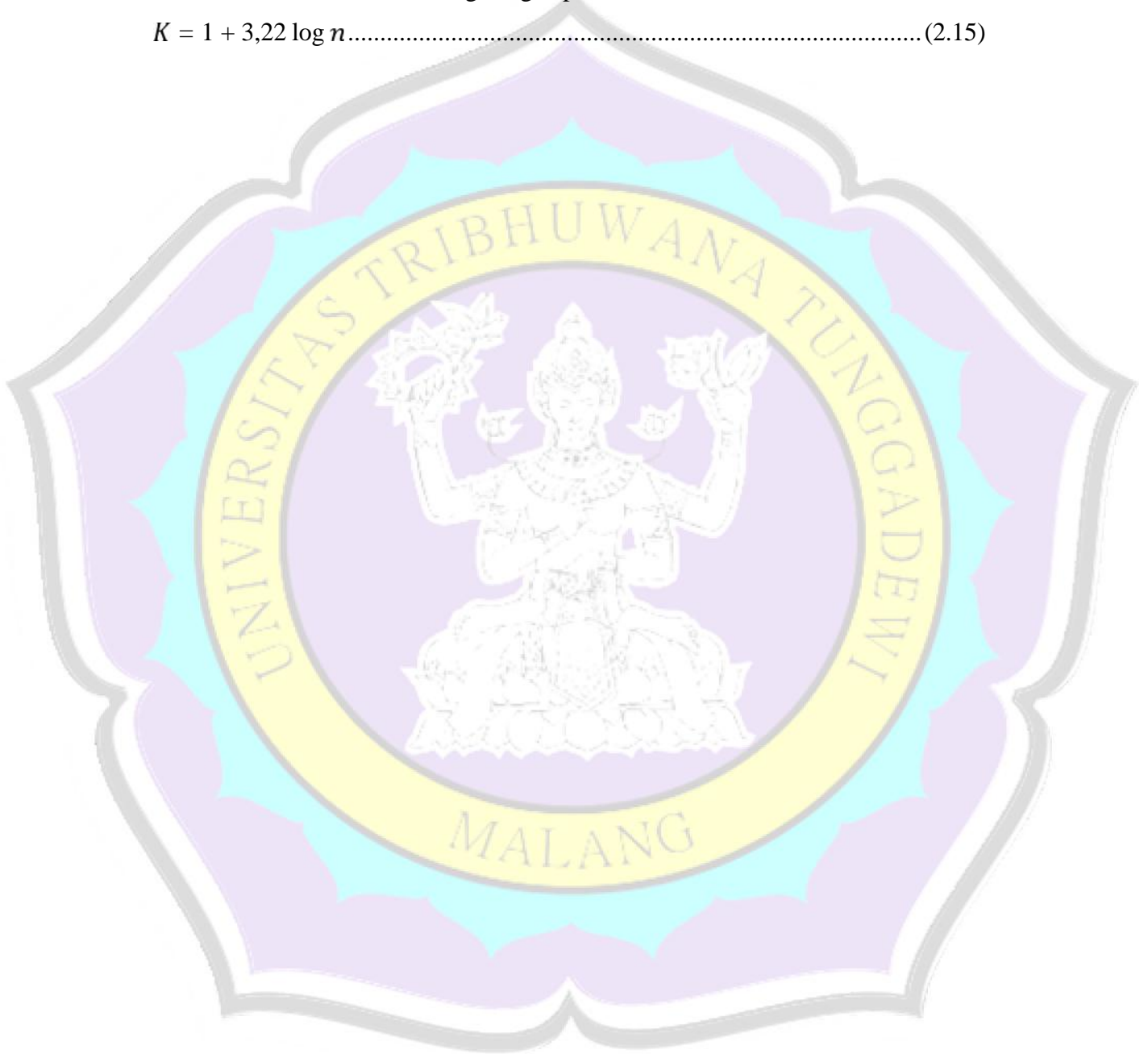
distribusi peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data analisis (Suripin, 2004).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$E_i = \frac{n}{k} \dots\dots\dots (2.14)$$

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan:

$$K = 1 + 3,22 \log n \dots\dots\dots (2.15)$$



Keterangan:

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

K = Jumlah kelas distribusi

n = Banyaknya data

Tabel 2: 4 Nilai Kritis Untuk Distribusi Uji Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi)

ssDK	Distribusi X^2											
	0.99	0.95	0.90	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.01	0.001
1	0.00016	0.00393	0.0158	0.0642	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	0.0201	0.103	0.211	0.446	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	9.210	13.815
3	0.115	0.352	0.584	1.005	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.345	16.268
4	0.297	0.711	1.064	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277	18.465
5	0.554	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086	20.517
6	0.872	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812	22.457
7	1.239	2.167	2.833	3.822	4.671	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	18.475	24.322
8	1.646	2.733	3.290	4.594	5.527	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090	26.425
9	2.088	3.325	4.168	5.380	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666	27.877
10	2.558	3.940	6.179	6.179	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209	29.588
11	3.053	4.575	5.578	6.989	8.148	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725	31.264
12	3.571	5.226	6.304	7.807	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217	32.909
13	4.107	5.892	7.042	8.634	9.926	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	27.688	34.528
14	4.660	6.571	7.790	9.467	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141	36.123
15	5.229	7.261	8.547	10.307	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578	37.697
16	5.812	7.962	9.312	11.152	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	32.000	39.252
17	6.408	8.672	10.085	12.002	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	33.409	40.790
18	7.015	9.390	10.865	12.857	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	34.805	42.312
19	7.633	10.117	11.651	13.716	15.352	18.338	21.689	23.000	27.204	30.144	36.191	43.820
20	8.260	10.851	12.443	14.578	16.266	19.377	22.775	25.038	28.412	31.410	37.566	45.315
21	8.897	11.501	13.240	15.445	17.182	20.377	23.858	26.171	29.615	32.671	38.932	46.797
22	9.542	12.338	14.041	16.314	18.101	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	40.289	48.268
23	10.196	13.091	14.848	17.187	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	41.638	49.728
24	10.856	13.848	15.659	18.062	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	42.980	51.179
25	11.524	14.611	16.473	18.940	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	44.314	52.620
26	12.198	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	45.642	54.052
27	12.879	16.151	18.114	20.703	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963	55.476
28	13.565	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278	56.893
29	14.256	17.708	19.768	22.475	24.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588	58.302
30	14.953	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.25	40.256	43.773	50.892	59.703

Sumber: (Soewarno, 1995)

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering disebut juga uji kecocokan non-parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut :

X1	P(X1)
X2	P(X2)
Xm	P(Xm)
Xn	P(Xn)

- Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) :

X1	P'(X1)
X2	P'(X2)
Xm	P'(Xm)
Xn	P'(Xn)

- Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$$

- Berdasarkan Tabel 2.8, ditentukan harga D_0 .
- Apabila D_{maks} lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila D_{maks} lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2: 5 Nilai Kritis D_o Untuk Uji Smirnov- kolmogorov

N	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	0.3	0.34	0.4
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	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	$\frac{1.07}{N^{0,5}}$	$\frac{1.22}{N^{0,5}}$	$\frac{1.36}{N^{0,5}}$	$\frac{1.63}{N^{0,5}}$

Sumber: Suripin, (2004)

2.3 Analisis Banjir

2.3.1 Penentuan Batas Daerah Tangkapan Air

Untuk menentukan limpasan permukaan dari suatu sistem drainase maka perlu dilakukan telaah terhadap daerah tangkapan air yang selanjutnya disingkat DTA. DTA merupakan bagian dari suatu daerah aliran sungai (DAS), dimana DAS adalah permukaan di bumi yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke suatu titik, baik berupa sungai, danau atau ke laut secara alami, dan merupakan pemisah topografi dan batas di laut dan sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

DTA merupakan luasan dimana limpasan permukaan yang terjadi memasuki suatu sistem drainase yang ditentukan titik pengumpulannya. Kondisi suatu DTA ditentukan oleh pengelolaan DAS. Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbak balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

Penentuan batas DAS dan batas DTA di dalamnya dapat menggunakan sistem informasi geografis yang selanjutnya disingkat SIG. Sistem ini berbasiskan komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data yang bereferensi

geografis yang mencakup: data input (pemasukan), manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data.

2.3.2 Penentuan Nilai C Berdasarkan tata guna Lahan

Koefisien limpasan atau pengaliran (C) adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan tersebut dimana penentuannya didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh didaerah tersebut. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Permukaan kedap air, seperti perkerasan aspal dan atap bangunan, akan menghasilkan aliran hampir 100% setelah permukaan menjadi basa.

Tabel 2: 6 Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional

No.	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran C
1	Bussines	
	Perkotaan	0,70 – 0,95
	Pinggiran	0,50 – 0,70
2	Perumahan	
	Rumah Tunggal	0,30 – 0,50
	Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
	Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	Perkampungan	0,25 – 0,40
	Apartemen	0,50 – 0,70
3	Industri	
	Ringan	0,50 – 0,80
	Berat	0,60 – 0,70
4	Perkerasan	
	Aspal dan beton	0,50 – 0,80
	Batu bata, paving	0,60 – 0,70
5	Atap	0,75 – 0,95
6	Halaman, tanah berpasir	

No.	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran C
	Datar 2%	0,50 – 0,10
	Rata – rata 2-7%	0,10 – 0,15
	Curam 7%	0,15 – 0,20
7	Halaman, tanah berpasir	
	Datar 2%	0,13 – 0,17
	Rata – rata 2-7%	0,18 – 0,22
	Curam 7%	0,25 – 0,35
8	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
9	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
10	Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
11	Hutan	
	Datar 2%	0,10 – 0,40
	Rata-Rata 2-7%	0,25 – 0,50
	Curam 7%	0,30 – 0,60

Sumber : (PUPR, 2015)

2.3.3 Waktu Konsentrasi (*tc*)

Waktu konsentrasi suatu DAS ialah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik nol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi. Dalam pembahasan ini untuk menghitung waktu konsentrasi menggunakan rumus NSW yang dapat ditulis sebagai berikut (Pattison,1997).

$$T_c = 0,17 \left(\frac{L}{S} \right)^{0,41} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

- Tc = Waktu konsentrasi (Jam)
- L = Panjang Saluran (km)
- S = Kemiringan saluran

2.3.4 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi air hujan persatuan waktu dengan satuan mm/jam. Besarnya intensitas air hujan yang berbeda-beda disebabkan oleh lamanya hujan atau frekuensi terjadinya hujan. Stasiun hujan yang terdapat di sekitar daerah perencanaan adalah stasiun penakar hujan harian, oleh karena itu

digunakan rumus mononobe untuk mendapatkan intensitas hujan. Adapun rumus tersebut adalah sebagai berikut (Subarkah, 1980).

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 (mm)
- t_c = Durasi hujan/waktu konsentrasi (jam)

2.3.5 Debit Banjir Metode Rasional

Dimensi saluran direncanakan berdasarkan besarnya debit air hujan yang akan dialirkan dengan menggunakan Metode Rasional. Metode rasional merupakan cara yang paling umum untuk menghitung debit banjir dari curah hujan. Metode ini banyak digunakan untuk sungai-sungai kecil dengan daerah pengaliran yang luas, dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang relatif sempit (Suripin, 2004). Metode Rasional dipilih untuk memperkirakan debit banjir karena sederhana

Dan mudah digunakan, terutama untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) kecil dengan luas kurang dari 300 hektar. Metode ini mengasumsikan bahwa limpasan langsung mencapai maksimum pada waktu konsentrasi, dan debit puncak dihitung berdasarkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas DAS.

Bentuk umum rumus rasional ini adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan:

- Q = Debit rencana (m³/dt)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan (km²)
- C = Koefisien aliran, tergantung pada jenis permukaan lahan.

2.4 Analisis Hidrolika Saluran

Pada analisis hidrolika ini meliputi aspek fisik aliran pada saluran drainase eksisting, yang meliputi dimensi saluran dan kapasitas saluran (Kustamar, 2019). Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana. Bentuk saluran drainase dapat berupa saluran

terbuka dapat berbentuk trapesium, persegi panjang, setengah lingkaran ataupun komposit.

2.4.1 Kapasitas Saluran

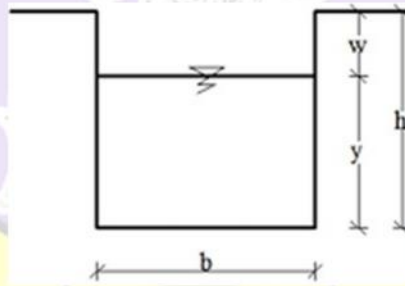
Aliran yang terjadi di setiap saluran belum tentu sesuai yang direncanakan. Namun pada tahap awal perencanaan dapat diasumsikan bahwa yang terjadi adalah aliran seragam (Evaluasi Kapasitas Saluran Guna Menangani Masalah Banjir di Jalan Bendungan Sutami Kota Malang, 2017; 2017). Perencanaan untuk aliran seragam dilakukan dengan rumus Manning, yaitu:

2.4.2 Dimensi Tipikal Saluran Terbuka

Di dalam perhitungan ini digunakan untuk perumusan saluran terbuka, yang mana saluran tersebut berbentuk trapesium dan persegi empat. Rumus tersebut adalah sebagai berikut:

a. Bentuk penampang persegi untuk saluran drainase adalah:

Umumnya saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Berfungsi untuk mengalirkan limpasan air hujan, air rumah tangga ataupun air irigasi. Saluran dengan bentuk persegi tidak banyak membutuhkan ruang/dapat digunakan dengan lahan terbatas.



Gambar 2: 2 Bentuk Penampang Persegi

Rumus bentuk penampang segi empat sebagai berikut:

1. Luas penampang basah

$$(A) = b \cdot y \dots\dots\dots(2.19)$$

2. Keliling basah

$$(P) = b + 2y \dots\dots\dots(2.20)$$

3. Jari-jari hidrologis

$$(R) = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.21)$$

4. Kecepatan aliran

$$(V) = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5} \dots\dots\dots (2.22)$$

5. Tinggi jagaan

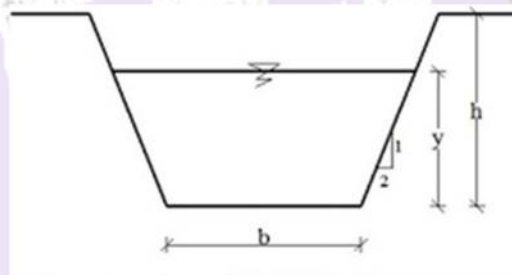
$$W = 20 \dots\dots\dots (2.23)$$

6. Debit saluran

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2.24)$$

b. Bentuk penampang trapesium untuk saluran drainase adalah:

Umumnya saluran bentuk trapesium dari tanah, tetapi tidak menutup kemungkinandari pasangan atau beton. Berfungsi untuk mengalirkan limpasan air hujan rumah tangga ataupun air irigasi.



Gambar 2: 3 Bentuk Penampang Trapesium

Rumus bentuk penampang trapesium sebagai berikut:

$$A = y (b + m x y) \dots\dots\dots (2.25)$$

$$P = b + 2y\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan aliran (m/detik)
- n = Koefisien kekerasan dinding (manning)
- h = Tinggi saluran air (m)
- b = Lebar saluran air (m)

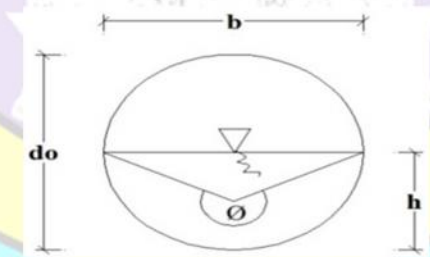
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran
- W = Tinggi jagaan (m)
- Q = Debit saluran (m³/detik)
- A = Luas penampang basah (m²)
- P = Keliling basah saluran (m)

2.4.3 Saluran Tertutup

Gorong - gorong merupakan saluran tertutup yang mengalirkan air penuh dan dipakai terutama untuk membawa aliran air melintas dibawah jalan raya, tanggul, jalan/rel kereta api, run away dan sebagainya.

Dalam merencanakan gorong-gorong hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Gorong-gorong harus cukup besar untuk melewati debit banjir air maksimum dari daerah pengaliran secara tertentu atau efisien.
- b. Kemiringan dasar gorong-gorong dibuat lebih besar dari saluran pembuangannya.
- c. Keadaan aliran pada gorong-gorong



Gambar 2: 4 Bentuk Penampang Gorong-gorong

Rumus-rumus dalam perhitungan gorong-gorong:

Luas penampang

$$(A) = \frac{1}{2} (t) - \sin \phi \cdot d_o^2 \dots\dots\dots (2.28)$$

Keliling basah

$$(P) = \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot d_o \dots \dots \dots (2.29)$$

Kecepatan aliran

$$(V) = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5} \dots \dots \dots (2.30)$$

Jari-jari hidrolis

$$(R) = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2.31)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan aliran (m/detik)
- n = Koefisien kekerasan dinding (*manning*)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran
- A = Luas penampang basah (m²)
- P = Keliling basah saluran (m)

Tabel 2: 7 Nilai Kekasaran Manning

Tipe saluran	n
A. Saluran tertutup terisi sebagian	
1. Gorong-gorong dari beton lurus dan bebas kikisan	0,010 – 0,013
2. Gorong-gorong dengan belokan dan sambungan	0,011 – 0,014
3. Saluran pembuang lurus dari beton	0,013 – 0,017
4. Pasangan bata dilapisi dengan semen	0,011 – 0,014
5. Pasangan batu kali disemen	0,015 – 0,017
B. Saluran dilapis atau disemen	
1. Pasangan bata disemen	0,012 – 0,018
2. Beton dipoles	0,013 – 0,016
3. Pasangan batu kali disemen	0,017 – 0,030
4. Pasangan batu kosong	0,023 – 0,035

Sumber: (Kementerian PUPR, 2013)

2.5 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Rencana

Evaluasi saluran berguna untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat

ditampung saluran dengan kondisi yang ada pada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang disalurkan, kekasaran bahan konstruksi, kecepatan aliran serta kemiringan saluran. Bila tidak memenuhi kriteria maka dimensi saluran direncanakan kembali agar mampu melewati debit rancangan. Evaluasi debit limpasan permukaan dilakukan dengan perbandingan jika $Q_s > Q_p$, maka tidak berpotensi menjadi limpasan permukaan. Jika $Q_s < Q_p$, maka berpotensi menjadi limpasan permukaan.

2.6 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran atau muka tanah. Tinggi jagaan harus diperhitungkan untuk mencegah meluapnya air ke tepi saluran.

Tabel 2: 8 Tinggi Jagaan

Q(m ³ /detik)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,20
0,5 – 1,2	0,20
1,5 – 5,0	0,25
5,0 – 10,0	0,30
10,0 – 15,0	0,40
> 15,0	0,50

Sumber: (Astrid Dwijyanthi, 2013)

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 2: 9 Penelitian Terdahulu

Nama jurnal	Judul penelitian	Hasil penelitian
1. Riris Octavia Cristanty, Sriliani Surbakti, Erni Yulianti (2023)	PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE WILAYAH PURWANTORO KOTA MALANG	Berdasarkan evaluasi saluran drainase di Jalan Letjen S. Parman dan Jalan Batubara pada wilayah Purwantoro Kota Malang, dengan data-data yang didapatkan, maka dapat disimpulkan, kondisi eksisting saluran drainase berdasarkan perhitungan kapasitas saluran drainase

Nama jurnal	Judul penelitian	Hasil penelitian
		<p>sebanyak 12 saluran drainase tidak dapat menampung debit banjir rencana dari total 29 saluran, salah satunya pada saluran drainase di ruas Jalan Letjen S. Parman Kiri 2 dimana debit banjir rencana sebesar 1,3025 m³/dtk, sedangkan debit kapasitas saluran eksisting sebesar 0,5644 m³/dtk.</p> <p>Kondisi perubahan eksisting akibat debit banjir rencana salah satunya pada ruas Jalan Letjen S. Parman Kiri 2, dimana kondisi eksisting dengan lebar 0,55 m dan tinggi muka air 0,56 m menghasilkan debit kapasitas saluran eksisting sebesar 0,5644 m³/dtk. Kemudian direncanakan ulang dengan lebar 0,6 m dan tinggi muka air 0,64 m.</p>
<p>2. Manlian Ronald A. Simanjuntak, Fisika Prasetyo Putra, Surya Hidayat (2023)</p>	<p>EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA EMPAT CLUSTER DI PERUMAHAN CITRA INDAH CITY, JONGGOL KABUPATEN BOGOR</p>	<p>Hasil evaluasi dan perhitungan menghasilkan kesimpulan berikut:</p> <p>1. Curah hujan rencana untuk periode 2, 5, dan 10 tahun: 114,93 mm, 150,69 mm, 172,44 mm. Debit banjir rencana saluran utama cluster Angsana 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Wijaya Kusuma 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Cendana 0,016 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Widelia 0,017 m³/s. Dimensi saluran utama Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, Widelia adalah 0,4×0,4 m.</p> <p>2. Solusi: Perlu memperbesar</p>

Nama jurnal	Judul penelitian	Hasil penelitian
		<p>dimensi saluran drainase pada empat cluster di perumahan Citra Indah City. Saluran kurang dari $< 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$ ditingkatkan menjadi $0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$.</p> <p>3. RAB total pemasangan U Ditch: Rp 3,771,475,400.18, meliputi biaya pengadaan dan Pemasangan</p>
<p>3. Dandi Nugroho, Bowo Leksono, Irani Sholikhah (2021)</p>	<p>PERENCANAAN ULANG SISTEM SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN MENGANTI KABUPATEN GRESIK</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini ialah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banjir yang terjadi disebabkan karena banyak wilayah belum memiliki sistem jaringan drainase yang terintegrasi dengan baik. 2. Kecepatan aliran rencana untuk drainase sekunder yaitu $1,93\text{--}3,19 \text{ m/dt}$. Dimensi saluran drainase sekunder berbentuk segi empat dengan variasi lebar $0,94\text{--}2,28 \text{ m}$ dan tinggi saluran $0,47\text{--}1,14 \text{ m}$. 3. Kecepatan aliran rencana untuk drainase primer yaitu $2,4\text{--}4,5 \text{ m/dt}$. Dimensi saluran drainase primer berbentuk segi empat dengan variasi lebar $0,91\text{--}1,62 \text{ m}$ dan tinggi saluran $0,5\text{--}0,8 \text{ m}$.
<p>4. Ninda Sholehah, Utami Retno Podjowati, Agus Suhardono (2021)</p>	<p>PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE KAWASAN JALAN KENDALPAYAK-JALAN SIMPANG PAKIAJI KABUPATEN MALANG</p>	<p>Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran drainase pada ruas Jalan Kendalpayak – Jalan Simpang Pakisaji Kabupaten Malang, maka dapat disimpulkan bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sebagian besar saluran eksisting pada Sta 0+000 sampai Sta 0+500 memiliki drainase tertutup padahal didaerah tersebut padat penduduk dan aliran air dari

Nama jurnal	Judul penelitian	Hasil penelitian
		<p>ruas jalan Kendalpayak selalu berakhir di lahan pertanian.</p> <p>2. Curah hujan rancangan pada kala ulang 10 tahun sebesar 107,33 mm/hari.</p> <p>3. Desain bangunan berwawasan lingkungan yang paling tepat di Jalan Kedalpayak – Jalan Simpang Pakisaji adalah bangunan sumur resapan yang direncanakan diameter 70 cm dengan kedalaman 1,7 meter.</p> <p>4. Debit limpasan pada sumur resapan sebesar 0,00000601 m³/detik.</p> <p>5. Biaya yang diperlukan untuk merencanakan pembangunan drainase di sepanjang Jalan Kendalpayak – Jalan Simpang Pakisaji sebesar Rp.8.581.572.367,92.</p>
<p>5. Junelfan Daud, Arris Maulana, Anisah (2019)</p>	<p>PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE UNTUK MENGATASI BANJIR PADA PEMUKIMAN PADAT PENDUDUK (STUDI KASUS WILAYAH RW04 KELURAHAN CAKUNG BARAT KECAMATAN CAKUNG JAKARTA TIMUR)</p>	<p>Pada penelitian ini dapat diambil beberapa poin kesimpulan yang mewakili seluruh proses peneltitan. Poin-poin tersebut sebagai berikut:</p> <p>1) Dari seluruh saluran yang ada di lokasi penelitian, terdapat tujuh saluran yang memiliki debit banjir rencana melebihi kapasitas yang dapat ditampung oleh saluran tersebut ($Q > Q_{eks}$). Nama saluran tersebut adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cakung-Cilincing Km.1 (3,1647 m³/det > 1,9125 m³/det), – RW04-01 (0,4077 m³/det > 0,3285m³/det), – RW04-02 (0,2621 m³/det > 0,2009 m³/det), – RW04-06 (0,0723 m³/det > 0,0699 m³/det),

Nama jurnal	Judul penelitian	Hasil penelitian
		<p>– RW04-07 (0,5126 m³/det > 0,3327 m³/det),</p> <p>– RW04-08 (0,3062 m³/det > 0,1700 m³/det), dan</p> <p>– RW04-13 (0,4437 m³/det > 0,3488 m³/det).</p> <p>2) Setelah dilakukan perhitungan rencana dimensi, maka besar debit air yang dapat ditampung (Q_r) oleh tiap saluran adalah: Cakung-Cilincing Km.1 (3,3631 m³/det), RW04-01 (0,3834 m³/det), RW04-02 (0,2902 m³/det), RW04-06 (0,0974 m³/det), RW04-07 (0,4049 m³/det), RW04-07 (0,4049 m³/det), RW04-08 (0,2068 m³/det), dan RW04- 13 (0,4146 m³/det).</p> <p>3) Saluran Cakung-Cilincing Km.1 merupakan saluran sekunder yang terdapat dipinggir jalan raya sehingga lahan untuk pelebaran saluran lebih tinggi (maks. 1,5m), sedangkan untuk saluran lainnya merupakan saluran tersier yang berada di daerah pemukiman padat sehingga lahan untuk pelebaran hanya sedikit (maks. 30cm).</p>

2.8 Kerangka Teori

Tabel 2: 10 Kerangka Teori

