BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Evaluasi adalah suatu kegiatan yang direncanakan guna mengetahui keadaan suatu obyek dengan menggunakan instrumen kemudian hasilnya dibandingkan dengan tolak ukur (Yunanda 2009 dalam Nugraha 2012). Selain itu, evaluasi adalah suatu proses yang dilakukan guna mengetahui keberhasilan sebuah program yang diamati melalui dampak maupun hasil yang telah dicapai dari program tersebut (Nugraha, 2012)

Berdasarkan Permen PU No 12 tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, evaluasi pengelolaan sistem drainase adalah mempelajari semua hasil pemantauan yang didapat mulai dari perencanaan hingga hasil akhir pengelolaan sistem drainase yakni kemanfaatan pembangunan prasarana dan sarana drainase. Evaluasi pengelolaan sistem drainase perkotaan harus diarahkan pada perencanaan yang dijalankan sebagai tolok ukur yang harus dicapai dan ditaati oleh pengelola sistem drainase. Evaluasi saluran drainase dilakukan terhadap pengelolaan, pengoperasian, pemeliharaan dan rehabilitasi terhadap pengelolaan saluran drainase dengan membandingkan kriteria yang sudah ditetapkan terlebih dahulu pada peraturan yang ada. Hasil dari evaluasi akan dijadikan sebagai kajian dalam menyusun kebijaksanaan pengelenggaraan dimasa mendatang dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

Evaluasi kapasitas saluran drainase dilakukan dengan cara mempertimbangkan debit banjir sebagai permintaan (*demand*) sedangkan kapasitas saluran drainase sebagai sediaan (*supply*). Ketika *demand* lebih besar dari *supply*, hal yang harus diseimbangkan adalah menurunkan jumlah *demand* dengan cara mengatur lahan yang tidak terbangun menjadi lahan yang terbangun dan menaikkan jumlah *supply* dilakukan dengan cara menaikkan kapasitas saluran drainase melalui pembangunan serta pemeliharaan yang dapat digunakan sebagai pencegah, sedimentasi, penyemitan dan pendangkalan (Nugraha, 2012).

Evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengidentifikasi suatu kemampuan saluran dalam menampung debit banjir yang terjadi di masa mendatang. Ketika saluran drainase sudah tidak kuat menahan debit banjir tersebut, maka akan menimbulkan dampak negatif seperti bencana banjir yang dimana bencana banjir yang terjadi merupakan selisih antara debit banjir masa depan (Q_{ranc}) dengan kapasitas saluran (Q_{sal}) (Rahmawati, dkk, 2015).

2.2 Drainase Dalam Mendukung Penataan Ruang Perkotaan

Menurut Wesli (2008), drainase (*drainage*), berasal dari kata *to drain* artinya mengeringkan atau mengalirkan air. Sedangkan menurut Suripin (2004), Saluran drainase memiliki makna prasarana yang digunakan untuk mengurangi atau mengecilkan air yang berlebihan dan digunakan untuk mengontrol kualitas air tanah. Selain itu, saluran drainase juga memiliki arti sebagai bangunan air yang digunakan untuk menghilangkan maupun menyurutkan air dari lahan tertentu sehingga dapat digunakan dengan maksimal.

Drainase adalah prasarana umum yang digunakan terutama pada kawasan perkotaan. Apabila saluran drainase cukup baik maka air tanah di suatu perkotaan akan tetap stabil dan perkotaan akan tetap terjaga (Hasmar 2012 dalam Aridipa dan Ramadhan 2017). Menurut Wesli (2008) pengertian drainase perkotaan tidak hanya sebatas pembuangan air yang berlebihan, melainkan menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada pada kawasan perkotaan tersebut. Menurut Suripin (2004), drainase berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah serta bangunan resapan air. Selain itu, saluran drainase memiliki fungsi untuk mengendalikan kebutuhan air permukaan melalui suatu tindakan guna membenahi daerah yang sering terjadi banjir maupun genangan.

Saluran Drainase digunakan untuk menyelesaikan permasalahan banjir di suatu perkotaan sehingga infrastruktur ini sangat penting dan tidak boleh dilupakan dalam melakukan perencanaan perkotaan (Suripin, 2004).

Saluran drainase perkotaan digunakan untuk mengendalikan kelebihan air dan tidak akan menimbulkan kerugian untuk masyarakat serta dapat memberikan

dampak yang positif untuk masyarakat sekitar saluran drainase tersebut. Kelebihan air yang dimaksudkan diatas berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri. Oleh karena itu drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendali banjir kota dan lainnya (Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Buleleng, 2015)

2.2.1 Jenis Saluran Drainase

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan, jenis saluran drainase terdiri dari 2 saluran yaitu:

1. Saluran terbuka

Saluran terbuka mempunyai aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open chanel flow*). Saluran terbuka digunakan untuk mengalirkan air limpasan permukaan atau air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan cukup, ataupun drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan. Contoh saluran terbuka antara lain: sungai, saluran irigasi dan selokan.

2. Saluran Tertutup

Saluran tertutup merupakan saluran bagian dari sistem saluran drainase pada tempat tertentu seperti kawasan pasar, perdagangan dan lainnya dengan tanah permukaannya tidak memungkinkan untuk dibuat saluran terbuka. Saluran drainase tertutup terdapat 2 macam yaitu saluran tertutup yang ditutup dengan plat beton dan saluran tertutup (aliran bebas atau aliran bertekanan).

2.2.2 Permasalahan Drainase di Perkotaan

Menurut (Suripin, 2004), banjir merupakan salah satu bencana alam dimana banjir memiliki hubungan antara jumlah kerusakan kehidupan masyarakat dengan material. Secara umum penyebab terjadinya banjir di suatu daerah berawal dari penambahan jumlah penduduk yang sangat cepat yang diakibatkan karena urbanisasi, baik migrasi musiman ataupun migrasi permanen. Dengan adanya penambahan penduduk tersebut tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan

sarana perkotaan yang memadai. Sehingga, mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan yang menjadi tidak teratur. Kondisi inilah yang mengakibatkan permasalahan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. Selain itu, permasalahan drainase yang muncul juga disebabkan kurangnya kesadaran masyarakat dan masih acuh tak acuh terhadap pentingnya memecahkan masalah yang dihadapi oleh perkotaan. Menurut Suripin (2004), permasalahan drainase banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Peningkatan Debit

Peningkatan aliran permukaan dan debit banjir dapat diakibatkan dari perubahan guna lahan yang terjadi dikarenakan perkembangan kota yang terus meningkat. Besar kecilnya aliran permukaan sangat ditentukan dari pola penggunaan lahan di suatu wilayah.

2. Penyempitan dan Pendangkalan Saluran

Jumlah Penduduk yang terus meningkat mengakibatkan berkurangnya lahan yang dapat dijadikan untuk pembuatan saluran drainase sehingga saluran drainase semakin sempit dan aliran drainase menjadi tersumbat. Selain itu, masih rendahnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan saluran drainase.

3. Lemahnya Koordinasi dan Sinkronisasi

Lemahnya koordinasi dan sinkronisasi dengan komponen infrastruktur yang lainnya. Hal ini dapat dilihat dari seringnya pemasangan tiang listrik atau pipa air bersih (PDAM) berada ditengah saluran drainase, yang dapat mengakibatkan kelancaran aliran di drainase tersebut.

2.2.3 Analisis Hidrologi

Data hidrologi merupakan kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (Herlambang, 2015). Secara umum, analisis hidrologi adalah suatu proses pengolahan curah hujan, data topografi, data tataguna lahan dan data jumlah penduduk dimana data-data tersebut digunakan untuk melihat besarnya intensitas hujan, koefisien pengaliran, luas daerah pengaliran dan debit air kotor (Herlambang, 2015).

2.2.3.1 Curah Hujan Harian Maksimum

Curah hujan digunakan untuk menentukan besarnya intensitas sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan harian maksimum merupakan curah hujan harian maksimum dalam satu tahun yang telah dihitung. Curah hujan maksimum didapatkan dengan mengambil data paling maksimum pada tahun tertentu (Tejakusuma, dkk, 2018).

2.2.3.2 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi merupakan analisis yang digunakan untuk memperkirakan frekuensi dari suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Selain itu, analisis frekuensi frekuensi juga digunakan mencari hubungan antara kejadian besarnya ekstrim terhadap frekuensi kejadian menggunakan distribusi probabilitas (Triatmodjo, 2014). Menurut Suripin (2004), analisis frekuensi ini diperlukan seri data yang diperoleh dari stasiun hujan dan didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Menurut Triatmodjo (2014), data yang digunakan adalah data curah hujan maksimum tahunan dengan maksud data yang terbesar yang terjadi selama satu tahun yang terukur selama beberapa tahun. terdapat beberapa jenis perhitungan distribusi statistik yang digunakan yaitu distribusi Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal dan beberapa cara lain. Menurut Triatmodjo (2014), pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi. Adapun langkah-langkah melakukan pengukuran dispersi sebagai berikut.

1. Rata-Rata

Nilai rata-rata merupakan nilai yang cukup representatif dalam suatu distribusi (Triatmodjo, 2014). Nilai rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{n} \text{ (Triatmodjo, 2014:203)}$$

2. Standar Deviasi

Standar deviasi digunakan untuk mengetahui variabilitas dari distribusi (Triatmodjo, 2014). Standar deviasi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ (Triatmodjo, 2014:204)}$$

3. Koefisien *Skewness*

Koefisien *Skewness* (kemencengan) digunakan untuk mengetahui derajat ketidaksimetrisan atau dapat juga didefinisikan sebagai penyimpangan kesimetrisan dari suatu distribusi (Triatmodjo, 2014). Koefisien *Skewness* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \text{ (Triatmodjo, 2014:205)}$$

4. Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis adalah derajat ketinggian puncak atau keruncingan suatu distribusi (Triatmodjo, 2014). Koefisien kurtosis dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^4}{S^4} \text{ (Triatmodjo, 2014:206)}$$

5. Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dan nilai rata-rata dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 2014).

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \text{ (Triatmodjo, 2014:207)}$$

Dari faktor-faktor tersebut, dapat menentukan distribusi yang akan dibagai dengan persyaratan masing-masing jenis distribusi dibawah ini.

TABEL II. 1
PERSYARATAN JENIS DISTRIBUSI

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs = 0
		Ck = 0
2	Log Normal	Cs = 3 Cv + Cv ³ = 1,2412
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15 Cv ⁴ + 16 Cv ² + 3 = 5,9168
3	Gumbel	Cs = 1,14
		Ck = 5,4
4	Log Person III	Cs ≠ 0

Sumber: Triatmodjo (2014)

2.2.3.3 Jenis Distribusi Hujan

Jenis distribusi hujan diperlukan untuk mengetahui suatu rangkaian data yang cocok untuk suatu sebaran tertentu (Aridipa dan Ramadhan, 2017). Menurut Suripin (2004), berikut ini merupakan jenis distribusi frekuensi untuk mengolah data hujan.

1. Distribusi Normal

Perhitungan dengan distribusi normal dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$X = \bar{X} + k \times S \text{ (Suripin, 2004:36)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:36),

X : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu

$\bar{X}$: curah hujan maksimum rata-rata pertahun (mm)

S : Standar Deviasi

K : faktor frekuensi merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Untuk memudahkan dalam perhitungan, nilai k dalam rumus umumnya sudah tersedia didalam tabel yang sering disebut dengan nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced gauss*) yang terletak pada lampiran.

2. Distribusi Log Normal

Jika $Y = \text{Log } X$, maka perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Y_T = \bar{Y} + K \times S \text{ (Suripin, 2004:39)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:39),

Y_T : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T-tahunan

$\bar{Y}$: nilai rata-rata

S : Standar Deviasi

K : faktor frekuensi merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Log-Person III

Distribusi log-pearson III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum dan minimum dengan nilai ekstrim. Penggunaan metode log-pearson III dilakukan dengan menggunakan langkah berikut ini.

- a. Ubah data dalam bentuk logaritma, $X = \log X$
- b. Hitung nilai rata-rata dengan rumus,

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

- c. Hitung standar deviasi dengan rumus,

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^2}{n-1}} \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

- d. Hitung koefisien kemencengan dengan rumus,

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{log}X_i - \text{log}\bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

Sehingga, persamaan yang digunakan untuk menentukan distribusi log-pearson III sebagai berikut.

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \times s \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:42),

K : variabel standar (*standardized variabele*), dengan tabel K terletak pada lampiran

S : standar Deviasi

4. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + s \times K \text{ (Suripin, 2004:51)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:51),

X : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu

X : curah hujan maksimum rata-rata pertahun (mm)

S : Standar Deviasi

K : faktor frekuensi merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Faktor probabilitas K untuk distribusi gumbel dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:42),

Y_n : *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n ,

S_n : *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n (lampiran)

Y_{Tr} : *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \text{ (Suripin, 2004:42)}$$

Keterangan (Suripin, 2004:42),

T_r : kala ulang

2.2.3.4 Pengujian Distribusi

Menurut Suripin (2004), pengujian distribusi digunakan untuk menilai kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi tersebut. Pengujian parameter yang sering digunakan adalah uji *chi-kuadrat* dan uji *smirnov-kolmogorof*.

1. Uji *chi-kuadrat*

Menurut Suripin (2004), uji *chi-kuadrat* merupakan pengujian terhadap perbedaan antara data sampel dan distribusi probabilitas. Uji *chi-kuadrat* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$X^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (\text{Aridipa dan Ramadhan, 2017:36})$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017:36),

- X^2 : parameter *chi kuadrat* terhitung
 N : jumlah sub kelompok
 E_f : banyaknya frekuensi yang diharapkan
 O_f : brekuensi yang terbaca pada kelas i

Prosedur uji *chi-kuadrat* adalah sebagai berikut:

- a. Hitung jumlah jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (\text{Aridipa dan Ramadhan, 2017:37})$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017:37),

- K : Jumlah Kelas
 n : Jumlah Data

- b. Hitung Deratar Kebebasan (dk)

$$dk = K - (R + 1) \quad (\text{Aridipa dan Ramadhan, 2017:37})$$

Keterangan(Aridipa dan Ramadhan, 2017:37),

- dk : Derajat Kebebasan
 K : Jumlah Jelas
 R : Parameter Hujan (P=2)

- c. Mencari harga X^2 Cr dilihat dari derajat kebebasan (dk) dan taraf signifikasi (X) dengan melihat tabel di bawah ini.

TABEL II. 2
DERAJAT KEPERCAYAAN UJI CHI-SQUARE

Dk	□ 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

Dk	□ derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
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
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997

Sumber: Bonnier (1980) dalam Suripin (2004)

d. Hitung nilai yang diharapkan (E_i)

$$E_i = \frac{n}{K} \text{ (Aridipa dan Ramadhan, 2017:37)}$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017:37),

E_i : Nilai yang diharapkan

n : Jumlah data

K : Jumlah Kelas

Pengujian *chi-kuadrat* selanjutnya membandingkan antara *chi-kuadrat* yang didapatkan dengan nilai *chi* kritik atau nilai C_r yang telah ditentukan, apabila nilai *Chi-kuadrat* yang didapatkan lebih kecil dari nilai *chi-kritis* maka distribusi yang dipilih dapat digunakan dan begitupun sebaliknya (Suripin, 2004).

2. Uji *smirnov-kolmogorov*

Uji *smirnov-kolmogorov* dilakukan untuk menguji sampel yang lebih kecil. Pada uji *smirnov-kolmogorov* akan dihitung nilai D yaitu perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif. Setelah

diketahui Nilai D yang kemudian dibandingkan dengan nilai $D\alpha$. Distribusi probabilitas akan diterima jika nilai D lebih kecil dari $D\alpha$ (Suripin, 2004).

2.2.3.5 Waktu konsentrasi

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan, waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh pada permukaan tanah dalam daerah tangkapan air ke saluran terdekat dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Aridipa dan Ramadhan (2017) dapat ditulis sebagai berikut.

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \text{ (Aridipa dan Ramadhan, 2017:40)}$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017:40),

t_c : *time of concentration* (waktu konsentrasi) (menit),

L : panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km), dan

S : kemiringan rata-rata saluran utama (m).

2.2.3.6 Intensitas Hujan

Menurut Suripin (2004) , intensitas hujan adalah tinggi air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah apabila semakin pendek durasi hujan yang berlangsung maka intensitas hujan cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulang waktu yang terjadi maka akan semakin tinggi pula intensitas hujan tersebut. Pencatatan data Curah Hujan Dilakukan Dalam Bentuk data Hujan Harian, Jam-Jaman Atau Menit. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu pendek supaya selama terjadinya hujan dapat diketahui. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe. Rumus intensitas Mononobe sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \text{ (Suripin, 2004: 68)}$$

Keterangan (Suripin, 2004: 68),

I : Intensitas Hujan

R₂₄ : Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

T_c : Waktu konsentrasi

Pada rumus intensitas hujan mononobe terdapat lamanya curah hujan (T) dalam menit atau jam. Lamanya curah hujan dapat menggunakan rumus waktu konsentrasi untuk mencari intensitas hujan yang terjadi pada saluran eksisting.

2.2.3.7 Proyeksi Debit Banjir

Perhitungan proyeksi debit banjir digunakan untuk mengingat Adanya hubungan antara hujan dan ali dali besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah lama waktu hujan dan ciri-iri. Proyeksi Debit Banjir untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar mencegah terjadinya genangan air yang dapat mengganggu aktivitas, sehingga pengecekan debit rencana dibutuhkan dabit (Aridipa dan Ramadhan, 2017). Metode perhitungan untuk menentukan proyeksi debit banjir yaitu menggunakan metode debit rasional dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \text{ (Herlambang, 2015: 30)}$$

Keterangan (Herlambang, 2015: 30),

Q : Debit banjir (m³/det)

C : Koefisien Aliran

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas Daerah Pengaliran (km²)

2.2.4 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase tampungan saluran dengan periode tertentu, sedangkan kondisi di lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui saluran yang ada mampu atau tidak untuk mengalirkan debit hujan dengan periode ulang tertentu (Aridipa dan Ramadhan, 2017). Perhitungan analisis

hidrolika terdapat beberapa hal yang harus diketahui terlebih dahulu yaitu kecepatan aliran, kemiringan dasar saluran, dan kekesaran dinding serta luas penampang saluran.

2.2.4.1 Kecepatan aliran air

Menurut Aridipa dan Ramadhan (2017)., Kecepatan aliran air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{1/2} \text{ (Aridipa dan Ramadhan, 2017: 46)}$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017: 46),

- v : kecepatan aliran di saluran (m/detik)
- n : koefisien kekesaran dinding, tergantung jenis, bahan dan saluran
- R : jari-jari hidrolik saluran
- S : kemiringan dasar saluran

Koefisien kekesaran dinding setiap saluran drainase berbeda-beda. Hal ini bergantung pada bahan pembuat atau material dari setiap saluran drainase. Nilai koefisien kekesaran dinding untuk berbagai macam saluran pada tabel berikut ini:

TABEL II. 3
KOEFISIEN KEKESARAN DINDING

No	Jenis/Macam Saluran	Koefisien Manning (n)
1.	Pasangan batu kali	0,02
2.	Pasangan batu kali diplester, beton tidak diplester	0,017
3.	Beton licin	0,011
4.	Batu kering/rin-rap	0,03

Sumber: Herlambang, 2015

Kemiringan saluran yang dimaksud ialah kemiringan dasar saluran yang didapatkan dengan rumus menurut Herlambang (2015) berikut ini:

$$S = \frac{t1-t2}{L} \times 100\% \text{ (Herlambang, 2015:36)}$$

Keterangan (Herlambang, 2015:36),

- S : kemiringan dasar saluran
 t1 : elevasi di titik awal/bagian tinggi (m)
 t2 : elevasi dibagian akhir/bagian rendah (m)
 L : panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

Menurut Herlambang (2015), jari-jari hidrolis dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$R = \frac{A}{P} \text{ (Herlambang, 2015:40)}$$

Keterangan (Herlambang, 2015:40),

- R : Jari-jari hidrolis (m)
 A : Luas Penampang Saluran (m²)
 P : Keliling basah (m)

Luas penampang menurut Herlambang (2015) dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$A = b \times h \times 1 \text{ (Herlambang, 2015:40)}$$

Keterangan (Herlambang, 2015:40),

- A : Luas penampang saluran
 b : lebar saluran
 h : kedalaman saluran

sedangkan, keliling basah menurut Herlambang (2015) dapat dihitung melalui rumus berikut ini:

$$P = 2 \times h \times 1 + b \text{ (Herlambang, 2015:40)}$$

Keterangan (Herlambang, 2015:40),

- P : Keliling basah
 h : kedalaman saluran
 b : lebar saluran

2.2.4.2 Debit kapasitas saluran

Menurut Menurut Aridipa dan Ramadhan (2017), debit kapasitas saluran digunakan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air dengan proyeksi curah hujan dengan periode tertentu yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \times V \text{ (Aridipa dan Ramadhan, 2017: 50)}$$

Keterangan (Aridipa dan Ramadhan, 2017: 50),

Q : debit kapasitas saluran (m³/detik)

A : luas penampang saluran (m²)

V : kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

2.3 Upaya Pengurangan Risiko Bencana Banjir di Perkotaan

Pengurangan risiko bencana merupakan serangkaian kegiatan yang memiliki tujuan mengurangi risiko bencana dengan cara pembangunan fisik atau menyadarkan dan meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghadapi ancaman suatu bencana. Pengurangan risiko bencana sangat berkaitan erat dengan penataan ruang, dimana penataan ruang merupakan bentuk intervensi perencanaan pembangunan multidimensi yang memungkinkan berbagai kegiatan pengurangan risiko, baik secara struktural maupun non struktural.

Penataan ruang berbasis pengurangan risiko bencana adalah penataan ruang yang memberikan ruang bagi masyarakat untuk menghindar dari bahaya sewaktu-waktu dapat berubah menjadi bencana. Aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam risiko bencana yaitu ancaman, kerentanan dan kapasitas. Semakin besar ancaman dan kerentanan pada suatu wilayah akan semakin besar tingkat risiko bencana pada wilayah tersebut, sedangkan semakin tinggi kapasitas dalam menghadapi bencana di suatu wilayah akan semakin rendah tingkat risiko bencana yang ada di wilayah tersebut. Oleh karena itu, dalam upaya pengurangan risiko bencana disuatu wilayah dapat menurunkan tingkat ancaman dan kerentanan bencana atau meningkatkan kapasitas dalam menghadapi bencana di wilayah tersebut (Rachmawati, dkk, 2018).

Menurut (Kodoati dan Sugiyanto, 2002), untuk meminimalisir risiko bencana banjir terdapat dua metode yang dapat dilakukan yaitu metode terstruktur dan metode tidak terstruktur. Kegiatan penanggulangan banjir dengan metode terstruktur biasanya dilakukan dengan cara memperbaiki sungai dengan membuat tanggul banjir guna mengurangi risiko banjir di sungai, pembuatan saluran (*floodway*) untuk mengalirkan sebagian dan seluruh air sungai, pengaturan sistem pengaliran untuk mengurangi debit puncak banjir, pembuatan atau perbaikan bangunan pengendali banjir seperti bendungan, tanggul penanahan banjir, kolam penampungan, saluran drainase dan lain-lain. Sedangkan untuk upaya pengurangan risiko banjir dengan metode tidak terstruktur dilakukan melalui penggunaan lahan dan pengalihan lahan terbangun dari lokasi yang sensitif diubah menjadi penggunaan lahan yang dapat digunakan sebagai buatan untuk cekungan air ketika memungkinkan dilakukan. Kemudian, menurut buku Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan tahun 2012, upaya yang dapat dilakukan untuk melakukan pengurangan risiko bencana dalam hal bencana banjir yang disebabkan oleh saluran drainase yaitu normalisasi saluran dan rehabilitasi saluran.

Normalisasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan yang sudah ditetapkan. Pada saat menyusun usulan sistem drainase perkotaan, normalisasi digunakan untuk merencanakan bentuk-bentuk penampang dan bangunan yang lebih ekonomis. Selain itu, normalisasi merupakan perencanaan ulang dari saluran drainase eksisting sehingga mampu mengalirkan debit banjir rencana (Rahmawati, dkk, 2015). Normalisasi menjadi salah satu solusi untuk menanggulangi genangan yang terjadi pada suatu wilayah. Kegiatan normalisasi digunakan jika kondisi saluran drainase pada suatu kawasan sudah tidak mampu lagi menampung air hujan (Harijanto, tanpa tahun). Sedangkan pemerliiharaan saluran drainase dilakukan untuk mengaga kerusakan dan penurunan fungsi saluran drainase dan perbaikan terhadap kerusakan saluran. Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan guna memperbaiki saluran serta sarana drainase yang mengalami penurunan fungsi dan kondisi sehingga kinerjanya akan sesuai dengan perencanaan yang akan dilakukan. pemeliharaan dalam kegiatan menyusun usulan

sistem drainase perkotaan digunakan untuk merencanakan bentuk-bentuk penampang dengan bentuk profil lama dengan dimensi yang berbeda.

2.4 Preseden Drainase

Sistem drainase di negara maju yang telah berhasil dikembangkan oleh negara-negara maju di dunia seperti Inggris, Belanda, Australia, Amerika dan Swedia dengan berbagai metode yang digunakan untuk menanggulangi bencana banjir yang ada di negara tersebut. Berikut ini merupakan metode yang digunakan diberbagai negara tersebut.

TABEL II. 4
METODE PENGELOLAAN DRAINASE DI NEGARA-NEGARA MAJU

No	Negara Maju	Metode Drainase	Penjelasan
1	Inggris	<i>Green roofs</i>	Taman di atap rumah tinggal
		<i>Living wals</i>	Penanaman tumbuhan pada dinding vertical
		Rain gardens	Taman dengan tanah porus yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air hujan
		Permukaan permeable	Permukaan berpori yang dapat dilalui oleh air
		Grassgrid	Paving block belubang yang dapat ditumbuhi rumput
		Fiter strips	Penampung sementara limpasan air permukaan yang jatuh pada permukaan tanah yang tidak porus
		Swales	Saluran linier dengan dasar rata yang bisa menampung limpasan air permukaan dan menyerap air ke dalam tanah
		Bio-retensi	Saluran penyerap air limpasan pada permukaan yang diperkeras dan ditumbuhi tumbuhan
		Kolam retensi	Kolam penyimpanan air limpasan yang sudah bersih dari polutan dan penyerap air kedalam tanah
		kolam	Tempat penyedia air bersih yang permanen atau semi-permanen dan bebas dari polutan
		Wetlands	Tempat penyedia air bersih yang sangat luas dengan volume air bersih yang sangat banyak dan merupakan tujuan akhir selain danau atau sungai
		Goecelular	Plastik geomembrane penyaring polutan pada limpasan air permukaan yang akan masuk ke dalam tanah
		Crosswave	Material plastic penyimpan resapan air hujan yang disimpan dibawah area terbuka sebagai tempat jatuhnya air hujan
		Up-flo filter	Teknologi penyaring air limpasan permukaan dari jalan raya yang mengandung banyak polutan dan disalurkan ke kolam-kolam detensi atau retensi
Flo-well	Tangki berlubang penampung air limpasan hujan yang disimpan didalam tanah dan dilapisi kerikil guna menyaring polutan sebelum diserap tanah		
2	Belanda	Ditches	Part pinggrian hujan bagi jalan yang dapat menyerap air kedalam tanah

No	Negara Maju	Metode Drainase	Penjelasan
		Porous paving materials	Material sebagai penutup permukaan yang porous air
		Infiltration strips	Penampung limpasan air hujan dari atap atau saluran disekitar permukaan keras
		Rainwater ponds	Kolam penampung air hujan yang berguna sebagai tempat infiltrasi air
		Rainwater storage beneath sport fields	Penyimpanan infiltration boxes yang berguna sebagai penampung air tanah pada bagian bawah tanah aera lapangan olahraga
		Water roofs	Penampung air hujan pada bagian atap rumah tinggal
3	Amerika	Gross pollutant traps	Struktur penahan polutan padat pada saluran
		Stormwater drains nets	Jaring penahan polutan padat pada saluran
		Stormwater systems booms	Jarring penahan polutan yang mengapung pada aliran air terbuka seperti sungai
		Infiltration trenches	Aera galian yang diisi dengan material porous
		Raingarden tree pit	Penanaman pohon pada lubang diatas saluran drainase bawah tanah
		Rainwater tanks	Tangka air penampung air hujan yang jatuh diatap rumah tinggal
4	Swedia	Concete open canal	Kanal beton terbuka dengan blok-blok beton penahan polutan padat pada saluran drainase
		Eco-corridor	Area perkotaan yang dijadikan ruang terbuka hijau yang multifungsi sebagai sistem drainase
		Drainage corridor	Sistem drainase yang berfungsi sebagai penyalur limpasan air permukaan yang sudah tidak bisa ditampung oleh kolam detensi
		Constructed lake	Danau buatan yang berfungsi penampung dan penyerap limpasan air kedalam tanah

Sumber: (Nurhikmah, dkk, 2016)

2.5 Sintesis Penelitian

Berdasarkan hasil kajian teori dan literatur yang dilakukan, banyak variabel yang dikemukakan oleh para ahli, para penelitian sebelumnya maupun sumber lainnya terdapat perbedaan pandangan. Berikut adalah variabel yang digunakan dalam evaluasi kapasitas saluran drainase sebagai upaya penanggulangan bencana banjir.

TABEL II. 5
SINTESIS PENELITIAN

No	Sumber	Teori	Variabel
	(Aridipa dan Ramadhan, 2017).	Proyeksi debit banjir digunakan untuk mengingat adanya hubungan antara hujan dan aliran drainase yang dimana besarnya aliran ditentukan dari besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah lama waktu hujan dan ciri-ciri daerah alirannya.	a. Koefisien Aliran b. Intensitas Hujan c. Luas Daerah Pengaliran
	(Aridipa dan Ramadhan, 2017).	Debit kapasitas saluran digunakan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air dengan proyeksi curah hujan dengan periode tertentu	a. Luas Penampang Saluran b. Kecepatan Aliran Air

Sumber: Hasil olahan tinjauan pustaka, 2020

Berdasarkan sintesa penelitian yang telah dilakukan kemudian dipilih variabel terhadap evaluasi kapasitas saluran drainase. Pada pemilihan variabel tersebut, tidak semua variabel digunakan akan tetapi dipilih yang sesuai dengan penelitian ini. Berikut ini meruakan variabel mengenai evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting yang digunakan dalam penelitian ini:

TABEL II. 6
VARIABEL PENELITIAN

No	Sasaran	Variabel	Justifikasi	Sumber
1.	Teridentifikasinya besarnya proyeksi debit banjir pada saluran drainase di Kelurahan Kota Karang dan Kelurahan Kota Karang Raya;	Intensitas curah hujan	Digunakan untuk menghitung debit banjir	Suripin (2004), (Aridipa dan Ramadhan, 2017).
		Koefisien aliran permukaan	Digunakan untuk menghitung debit banjir	Suripin (2004), (Aridipa dan Ramadhan, 2017)
		Luas daerah pengaliran	Digunakan untuk menentukan periode ulang yang akan digunakan untuk menentukan debit banjir	Suripin (2004), (Aridipa dan Ramadhan, 2017)
2.	Teridentifikasinya kemampuan kapasitas saluran drainase eksisting dalam menampung proyeksi debit rencana di Kelurahan Kota Karang dan Kelurahan Kota Karang Raya;	Luas penampang saluran	Karakteristik luas penampang saluran digunakan untuk menentukan kapasitas saluran drainase	(Aridipa dan Ramadhan, 2017), (Herlambang, 2015)
		Kecepatan aliran	Digunakan untuk menghitung kapasitas saluran drainase eksisting	(Aridipa dan Ramadhan, 2017), (Herlambang, 2015)

Sumber: Penulis, 2020