

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penelitian ini maka diperlukan pengetahuan tentang beberapa teori dan pembahasan terdahulu yang berhubungan dengan penelitian kali ini. Untuk penelitian yang pertama menurut Iwan Adhy Saputro yang melakukan penelitian pada tahun 2019 dengan judul Evaluasi Drainase Perumahan Margorejo Indah Dengan Permodelan EPA SWMM 5.1. Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah menghitung debit saluran primer, menghitung debit banjir rencana kala ulang dan penggunaan aplikasi EPA SWMM 5.1. Penelitian ini menggunakan Analisis Hidrologi dan Analisis Hidrolika. Dimana analisis hidrologi mencakupi data berupa curah hujan maksimum. Analisis hidrologi pertama dilakukan dengan menentukan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (maximum annual series) untuk selanjutnya digunakan dalam frekuensi distribusi curah hujan rancangan. Analisis frekuensi yang dilakukan dengan menggunakan teori probability distribution, antara lain Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Person Tipe III, dan Distribusi Gumbel. Untuk selanjutnya dalam penentuan jenis distribusi yang digunakan dilakukan melalui perhitungan uji kecocokan berdasarkan Uji Chi Kuadrat. Selanjutnya dilakukan untuk perhitungan Debit Banjir Rencana dengan rencana tahunan yaitu 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun agar mendapatkan volume debit yang akan mengalir. Dari perhitungan dan hasil simulasi didapatkan hasil kesimpulan bahwa kapasitas debit saluran primer pada area Perumahan Margorejo Indah adalah masih bisa menampung debit banjir yang terjadi. Dan didapat pada profil saluran 1 dengan debit sejumlah 22,55725347 m³/dt dan pada profil saluran 2 dengan debit sejumlah 3,526221507m³/dt. (Saputro, Adhy. 2019)

Menurut Penelitian kedua yaitu, Mulya (2017) pada lokasi/daerah dengan ruang lingkup kecil seperti perumahan De Bale Permata Arcadia, Depok, di Jawa Barat sistem drainasenya cukup baik secara keseluruhan hanya saja kapasitas daya tampung saluran masih kurang memadai.

Penelitian yang ketiga menurut Luthfi Kartiko (2018) dengan judul Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa dimensi saluran dan karakteristik saluran drainase. data sekunder berupa data curah hujan maksimum selama 10 tahun di daerah Kota Bogor, dan citra satelit Perumahan Tasmania. Pengolahan data dimulai dengan menentukan nilai curah hujan rencana serta daerah pervious dan impervious menggunakan data sekunder yang telah didapatkan. Analisis frekuensi untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan teori probability distribution, antara lain Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Person III dan Distribusi Gumbel. Selanjutnya untuk penentuan jenis distribusi yang digunakan akan dilakukan uji kecocokan berdasarkan Uji Chi Kuadrat. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan pemodelan EPA SWMM 5.1. Metode perhitungan infiltrasi pada pervious area menggunakan metode Horton. Kesimpulan yang didapat dari simulasi yang telah dilakukan menggunakan EPA SWMM 5.1 dengan curah hujan rencana sebesar 147.2 mm dan intensitas hujan jam puncak sebesar 38.27 mm/jam. Hasil simulasi menunjukkan terdapat terdapat 37 saluran yang perlu dilakukan perbaikan. Sebanyak 20 saluran terjadi limpasan, 6 saluran berpotensi besar terjadi limpasan, dan 11 saluran yang juga perlu dilakukan perbaikan karena pengaruh perubahan dimensi saluran di sekitarnya. (Kartiko, Luthfi. 2018)

2.2 Drainase

2.2.1 Pengertian Drainase

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam Bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong – gorong dibawah tanah.

Drainase berperan penting untuk mengatur debit air demi mencegah banjir. Drainase memiliki makna mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Secara umum, drainase adalah serangkaian bangunan air yang fungsinya untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan tersebut bisa difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng.2004).

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

2.2.2 Macam-macam Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa macam yaitu :

a) Menurut sejarah terbentuknya

- Drainase alamiah (Natural Drainage) adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

- Drainase buatan (Artificial Drainage) adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

b) Menurut letak saluran

- Drainase permukaan tanah (Surface Drainage) adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air.
- Limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open channel flow.
- Drainase bawah tanah (Sub Surface Drainage) adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

c) Menurut konstruksi

- Saluran Terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (system terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (masonry) ataupun dengan pasangan bata.
- Saluran Tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah

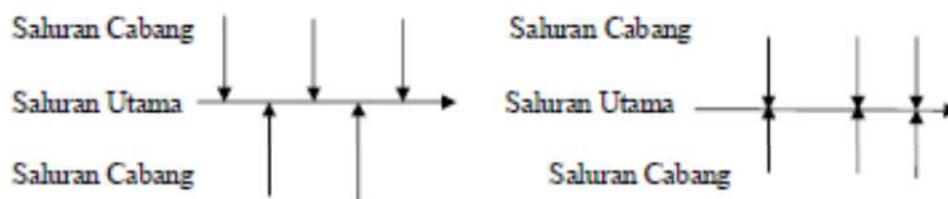
perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

2.2.3 Pola Jaringan Drainase

Perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase disuatu kawasan atau wilayah semua tergantung dari tata guna lahan kawasan tersebut dan topografi daerahnya. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut :

a) Jaringan Drainase Siku

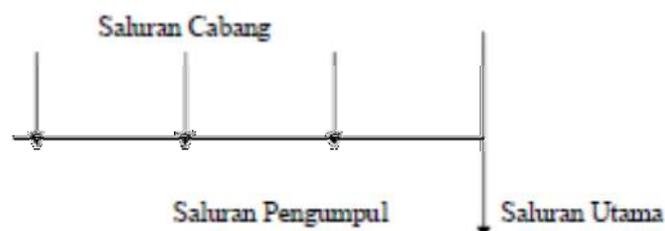
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1. Pola Jaringan Drainase Siku
Sumber : Halim, Hasmar H.A, 2011 : 04

b) Jaringan Drainase Grid Iron

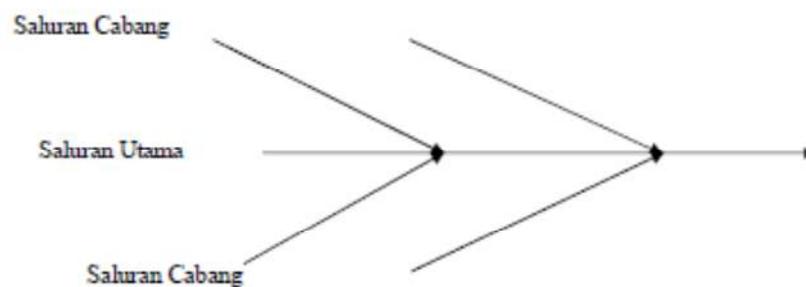
Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.2. Pola Jaringan Grid Iron
Sumber : Halim, Hasmar H.A, 2011 : 04

c) Jaringan Drainase Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.

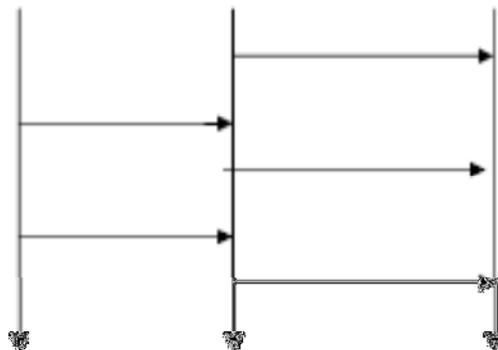


Gambar 2.3. Pola Jaringan Drainase Alamiah

Sumber : Halim, Hasmar H.A, 2011 : 04

d) Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.

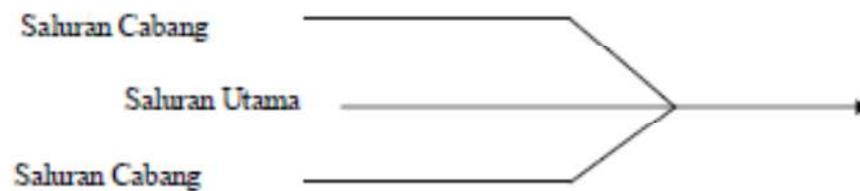


Gambar 2.4. Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring

Sumber : Halim, Hasmar H.A, 2011 : 04

e) Jaringan Drainase Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan dengan topografi datar.



2.5. Pola Jaringan Drainase Paralel

Sumber : Halim, Hasmar H.A, 2011 : 04

2.3 Hidrologi

2.3.1 Pengertian Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang air dipermukaan tanah maupun dibawah tanah, antaranya sungai/kali, danau/waduk, mata air dan rawa-rawa. Analisa ini diperlukan untuk perencanaan bangunan air, dengan setiap kegiatan yang melibatkan lahan sebagai objek, seperti perkantoran, perumahan, industri yang harus mempertimbangkan aliran air hujan.

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi (Chow, V.T., 1988). Air dipermukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara, uap air tersebut bergerak ke atmosfer yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan.

Kajian ilmu hidrologi meliputi *hidrometeorologi* (air yang berada di udara dan berwujud gas), *potamologi* (aliran permukaan), *limnologi* (air permukaan yang relatif tenang seperti danau; waduk) *geohidrologi* (air tanah), dan *kriologi* (air yang berwujud padat seperti es dan salju) dan kualitas air

2.3.2 Analisa Hidrologi

Proses analisis hidrologi merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan/beda tinggi dan data tata guna lahan yang semuanya memiliki arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan merata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan dan debit banjir rencana. Sehingga melalui analisis ini dapat dilakukan proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada (eksisting).

2.3.3 Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan merupakan curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Periode waktu yang diperlukan untuk mencari curah hujan rancangan tergantung dengan keperluan perencanaan yaitu perhitungan debit rencana yang diperlukan.

Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan. Kala ulang yang dipakai untuk perencanaan drainase disesuaikan berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti terlihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	>500
Kota Metropolitan	2 tahun	2– 5 tahun	5 – 10 tahun	10 – 25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2– 5 tahun	2– 5 tahun	5 – 10 tahun

Kota Sedang	2 tahun	2– 5 tahun	2– 5 tahun	5 – 10 tahun
Kota Kecil	2 tahun	2 tahun	2 tahun	2– 5 tahun

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomer 12/Prt/M/2014;14

2.3.4 Debit Banjir Rancangan

Untuk menentukan perhitungan Debit banjir rancangan untuk kawasan pemukiman berdasarkan besarnya debit air hujan (Q_{ah}) ditambah dengan debit air kotor (Q_{ak}). Bentuk perumusan debit banjir rancangan adalah sebagai berikut :

$$Q = Q_{ah} + Q_{ak} \quad (2-1)$$

Keterangan :

Q : Debit banjir rancangan (m^3/dtk)

Q_{ah} : Debit banjir akibat air hujan (m^3/dtk)

Q_{ak} : Debit banjir akibat air kotor (m^3/dtk)

2.3.5 Debit Air Hujan

Metode Rasional

Metode rasional merupakan metode untuk menghitung debit banjir maksimum dari curah hujan. Metode ini dapat mensimulasikan antara debit limpasan dengan besar curah hujan secara praktis untuk luas DAS hingga 30 ha. Metode ini menggunakan asumsi :

1. Frekuensi hujan dan limpasan sama
2. Intensitas hujan dengan durasi minimum sama dengan waktu konsentrasi daerah aliran.
3. Intensitas hujan seragam diseluruh daerah aliran.
4. Durasi hujan lebat sama dengan waktu konsentrasi, seluruh daerah aliran berpengaruh secara simultan terhadap debit di saluran keluar.

Metode yang dipakai untuk menghitung debit air hujan pada saluran-saluran drainase dalam studi ini yaitu metode Rasional (Suripin, 2003 : 79). Rumus ini banyak digunakan untuk sungai-sungai biasa dengan pengaliran yang luas dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang sempit.

Dua komponen utama yang berpengaruh pada metode rasional ialah waktu konsentrasi (T_c) dan Intensitas hujan (I)

Bentuk umum persamaan metode Rasional adalah sebagai berikut :

$$Q_p = 0.00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2-2)$$

Keterangan :

Q_p : debit banjir maksimum (m^3/ dt)

C : koefisien pengaliran ($0 \leq C \leq 1$)

I : intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/ jam)

A : luas daerah pengaliran (ha)

0.00278 : faktor konversi

Adapun arti dari rumus ini adalah jika terjadi curah hujan selama 1 jam dengan intensitas 1mm/ jam dalam daerah seluas 1 ha, maka besarnya debit banjir adalah 0,00278 m^3/ dt . Dimana debit banjir akan melimpas merata dalam kurun waktu 1 jam.

a. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu wilayah akibat hujan yang turun dengan jumlah air hujan yang turun di wilayah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan pengaruh pemanfaatan lahan dan aliran sungai.

Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh factor-faktor penting (Imam Subarkah, 1978 : 42), yaitu :

- 1) Keadaan hujan yang turun
- 2) Bentuk daerah aliran dan luas

- 3) Kemiringan dasar sungai dan kemiringan aliran
- 4) Daya infiltrasi
- 5) Kebasahan tanah
- 6) Evaporasi dan suhu udara serta angin
- 7) Tata guna tanah

b. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi (tc) adalah waktu yang digunakan oleh air untuk mencapai bak penampung dari tempat paling jauh yang masih dalam areal aliran air. Besarnya waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Subarkah, Imam, 1980 : 50) :

$$Tc = 0,0195L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (2-3)$$

Keterangan :

- Tc : Waktu konsentrasi (menit)
 L : Panjang saluran (m)
 S : Kemiringan dasar saluran

c. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi dan kedalaman hujan persatuan waktu. Prosentasi waktu distribusi hujan yang terjadi dihitung dengan rumus Dr. Mononobe (Soripin, 2004 : 67) sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{Tc} \right)^{2/3} \quad (2-4)$$

Keterangan :

- I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

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

T_c : Waktu konsentrasi (jam)

d. Luas Daerah Tangkapan

Daerah tangkapan (*catchment area*) dimaksudkan sebagai daerah tempat air hujan mengalir menuju saluran. Jika suatu areal aliran dilayani oleh beberapa saluran, maka areal harus dibagi sesuai dengan arah aliran air menuju saluran yang bersangkutan.

Pembagian luas areal juga didasarkan pada kemiringan permukaan tanah dari peta topografi.

2.3.6 Debit Air Kotor

Debit air kotor diperoleh dari hubungan rumah tangga, bangunan gedung instalasi dan sebagainya.

Tabel 2.2. Pemakaian air rata-rata setiap hari

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1.	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2.	Rumah susun	100	Liter/penghuni/hari
3.	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4.	Rumah sakit	500	Liter/tempat tidur pasien/hari
5.	Sekolah dasar	4	Liter/siswa/hari
6.	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7.	SMU/SMK dan PT	80	Liter/siswa/hari
8.	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9.	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10.	Toserba, toko pengecer	5	Liter/ m ²
11.	Restoran	15	Liter/ kursi
12.	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13.	Hotel melati/penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14.	Gd. Pertunjukan, Bioskop	10	Liter/ kursi
15.	Gd. Serba guna	25	Liter/ kursi
16.	Stasiun terminal	3	Liter/ penumpang tiba dan pergi
17.	Peribadatan	5	Liter/ orang (belum dengan air wudhu)

Untuk jumlah penduduk sebesar (P_n) maka air kotor yang dibuang setiap km^2 dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q) / A \quad (2-5)$$

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i \quad (2-6)$$

Keterangan :

Q_k : Debit air kotor rata-rata ($\text{lt}/\text{dt}/\text{km}^2$)

P_n : Jumlah penduduk

q : Debit air buangan ($\text{lt}/\text{dt}/\text{orang}$)

A : Luas total wilayah (km^2)

Q_{ki} : Debit air kotor per saluran (lt/dt)

A_i : Luas tiap daerah pengaliran (km^2)

a. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Ada beberapa metode yang bisa dipakai untuk memproyeksikan jumlah penduduk dimasa mendatang misal metode arimatik, geometrik dan eksponensial. Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk yang akan digunakan adalah ketiga metode dan diambil salah satu metode yang hasilnya sesuai dengan angka kewajaran atau nilai terbesar yang mendekati nilai 1. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan besarnya koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\{ [n \sum y^2 - (\sum y)^2] \times [n \sum x^2 - (\sum x)^2] \}^{1/2}} \quad (2-7)$$

Keterangan :

r : Koefisien korelasi

X : Jumlah penduduk data (jiwa)

Y : Jumlah penduduk hasil proyeksi (jiwa)

1. Metode Aritmatik

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1+rn) \quad (2-8)$$

Keterangan :

P_n : Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r : Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n : Jumlah tahun proyeksi (tahun)

2. Metode Geometrik

Dengan menggunakan metode geometrik, maka perkembangan penduduk suatu daerah atau tempat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1+r)^n \quad (2-9)$$

Keterangan :

P_n : Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r : Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n : Jumlah tahun proyeksi (tahun)

3. Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut :

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n} \quad (2-10)$$

Keterangan :

P_n : Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r : Angka pertambahan penduduk per tahun (%)

n : Jumlah tahun proyeksi (tahun)

e : Bilangan logaritma natural (2,7182818)

2.4 Hidrolika Saluran Terbuka

2.4.1 Menghitung Kapasitas Saluran

Besarnya kecepatan aliran pada saluran drainase dihitung dengan menggunakan rumus Manning (Ven Te Chow, 1992 : 90) :

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2-11)$$

Keterangan :

- v : Kecepatan aliran (m/dtk)
- n : Koefisien kekasaran Manning
- R : Jari-jari hidrolis (m)
- S : Slope saluran

Sedangkan besarnya kapasitas saluran dihitung dengan rumus :

$$Q = A \cdot v \quad (2-12)$$

Keterangan :

- Q : Debit saluran (m³/dtk)
- A : Luas penampang saluran (m²)
- v : Kecepatan aliran (m/dtk)

Koefisien kekasaran Manning (n) rumusnya ditetapkan berdasarkan pada bahan yang membentuk tubuh saluran. Koefisien kekasaran Manning untuk berbagai bahan material saluran bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3. Koefisien kekasaran untuk rumus manning

Keadaan Saluran		Harga n	
Material dasar	tanah	n ₀	0.020
	batu pecah		0.025
	kerikil halus		0.024
	kerikil kasar		0.028
Tingkat ketidakseragaman saluran	sangat kecil	n ₁	0.000
	sedikit lus		0.005
	sedang		0.010
	besar		0.020
Variasi penampang melintang saluran	lambat laun	n ₂	0.000
	kadang berubah		0.005
	sering berubah		0.010-0.015
Pengaruh adanya bangunan dan penyempitan penampang melintang	diabaikan	n ₃	0.000
	agak berpengaruh		0.015
	cukup berpengaruh		0.020-0.030
	sangat berpengaruh		0.040-0.080
Tanaman atau tumbuhan	rendah	n ₄	0.005-0.010
	Sedang		0.010-0.025
	Tinggi		0.025-0.050
	Sangat tinggi		0.050-0.100
Tingkat meander	kecil	n ₅	1.000
	sedang		1.150
	banyak/besar		1,300

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990 : 80

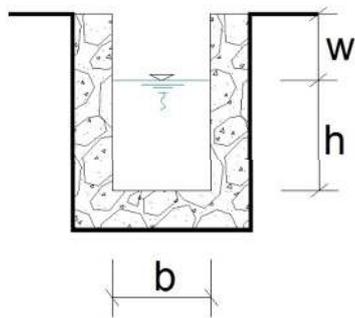
2.4.2 Macam-macam Desain Penampang Saluran

Saluran yang dievaluasi pada penelitian ini antaranya saluran berpenampang persegi, trapesium dan bulat lingkaran. Saluran yang ada dihitung seperti halnya mendesain saluran terbuka, yaitu alirannya menggunakan aliran gravitasi dengan pendekatan rumus aliran seragam. Saluran tersebut biasanya terbuat dari beton jadi dan pasangan batu. Fungsinya untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit besar.

Tabel 2.4. Penampang saluran

No	Bentuk Saluran	Fungsi	Lokasi
1	Trapesium	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan Q besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah yang cukup lahan
2	4 persegi panjang	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan Q besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah yang tidak/kurang tersedia lahan
3	$\frac{1}{2}$ Lingkaran	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan Q kecil	
4	Segitiga	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan Q kecil, tetapi dengan Q sangat kecil sampai nol dan banyak lahan endapan	
5	Bulat Lingkaran	Berfungsi baik untuk menyalurkan air hujan maupun air bekas atau keduanya	Pada tempat-tempat keramaian, kesibukan (pertokoan)

Sumber : Masduki, 1990



Keterangan :

h = Tinggi muka air

b = Lebar dasar saluran

w = Tinggi jagaan

Gambar 2.6. Saluran Berpenampang Persegi

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 19

Berikut merupakan rumus hidrolika saluran dengan penampang persegi (Ven Te Chow, 1997 : 19) :

$$A = b \cdot h \quad (2-13)$$

$$P = b + 2 \cdot h \quad (2-14)$$

$$R = \frac{bh}{b + 2h} \quad (2-15)$$

Keterangan :

A = Luas penampang (m^2)

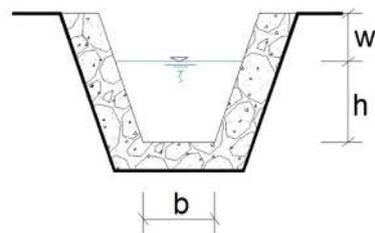
P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

h = Tinggi muka air (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

w = Tinggi jagaan (m)



Keterangan :

h = Tinggi muka air

b = Lebar dasar saluran

w = Tinggi jagaan

Gambar 2.7. Saluran Berpenampang Trapesium

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 19

Berikut merupakan rumus hidrolika saluran dengan penampang trapesium (Ven Te Chow, 1997 : 19) :

$$A = (b + mh) \quad (2-16)$$

$$P = b + 2.h (m^2 + 1)^{0.5} \quad (2-17)$$

$$R = A/P \quad (2-18)$$

$$Q = V.A \quad (2-19)$$

Keterangan :

Q = Debit saluran (m^3/dtk)

A = Luas penampang (m^2)

P = Keliling basah (m)

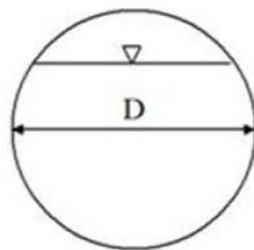
R = Jari-jari hidrolis (m)

h = Tinggi muka air (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

m = Kemiringan talud

w = Tinggi jagaan (m)



Keterangan :

D = Diameter

Gambar 2.8. Saluran Bulat Lingkaran

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 19

2.5 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Rencana

Fungsi dari evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit air yang dapat ditampung suatu saluran dengan kondisi yang ada di lapangan saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi dari banyaknya air yang dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran, serta kemiringan sluran. Apabila tidak memenuhi dengan kriteria yang seharusnya maka dimensi saluran perlu direncanakan ulang, supaya saluran mampu dilewati debit rencana.

Analisa kapasitas saluran sangat perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang sudah ada terhadap hasil perhitungan debit rencana. Apabila kapasitas saluran lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan.

Hal-hal yang dilakukan untuk penanganan saluran yang kaasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sendimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan dimensi saluran baru. Dalam rencana perbaikan dimensi saluran harus mengikuti atau menyesuaikan dengan debit rencana.

Debit rencana adalah jumlah dari debit rancangan air kotor ditambah air hujan. Berdasarkan proses perhitungan dan datanya maka diketahui debit air (Q_h) dan debit air kotor (Q_k) sehingga debit rencana :

$$Q_r = Q_h + Q_k \quad (2-20)$$

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana maka digunakan rumus :

$$Q = Q_s + Q_r \quad (2-21)$$

Keterangan :

Q_s : Debit saluran (m^3/det)

Q_r : Debit rencana/debit air hujan dan debit air kotor (m^3/det)

2.6 Evaluasi Saluran Drainase dengan Pemodelan EPA SWMM 5.1

Dalam penelitian Tugas Akhir ini untuk debit air yang meluap dihitung menggunakan *software* EPA SWMM (*Environmental Protection Agency Storm Water Management Model*) Versi 5.1. EPA SWMM adalah sebuah *software* yang didesain untuk membuat model simulasi hujan-*runoff*. “*Software* ini mampu mensimulasikan pengaruh hujan-*runoff* dari suatu kawasan pada sistem saluran drainasenya untuk jangka pendek maupun jangka panjang, sekaligus memiliki fasilitas alternatif untuk mengantisipasi masalah banjir” (Rosdiana, 2011).

➤ Keunggulan *software* EPA SWMM yaitu :

- Dapat menghitung debit aliran, kedalaman aliran, kuantitas dan kualitas air disetiap titik *outlet* selama periode simulasi.
- Dilengkapi dengan fasilitas WASP untuk permodelan kualitas air lebih detail.
- Mempercepat proses analisis
- Dapat mengolah data geografis (spasial)
- Memberikan hasil simulasi yang relatif sama dengan keadaan di lapangan

➤ Kekurangan *software* EPA SWMM yaitu :

- SWMM tidak mendukung input debit secara langsung

Dalam *software* ini, input data sangat diperlukan agar dapat mensimulasikan limpasan air yang terjadi di saluran. Adapun input tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Rain Gage*

Program SWMM menggunakan objek *rain gage* untuk menampilkan input data ke sistem. *Rain gage* menyuplai data presipitasi untuk satu atau lebih *subcatchment* area pada studi wilayah. Data yang diinputkan dalam *rain gage* adalah sebagai berikut :

1. *Rain format*: Data hujan yang di input berupa intensitas atau kumulatif
2. *Rain interval* : Interval waktu pengamatan antara pembacaan *gage*
3. *Data source*: Sumber data hujan dapat berupa *time series* atau *file external*

b. *Subcatchment*

“*Subcatchment* adalah luasan yang menerima hujan dan mengalami infiltrasi atau mengubahnya menjadi limpasan” (Rossman, 2010). Data yang diinputkan dalam *subcatchment* adalah sebagai berikut :

1. *Area* : luas *subcatchment*.
2. *Width* : panjang aliran.
3. *% slope* : persentase kemiringan *subcatchment*.
4. *% Imperv* : presentase area tanah yang *impervious*.
5. *N-Impre* : nilai *n manning* untuk aliran permukaan di daerah *impervious*.
6. *N-Perv* : nilai *n manning* untuk aliran permukaan di daerah *previous*.
7. *% Zero-Imperv* : persentase dari *impervious* area tanpa *depression storage*.
8. *Infiltration* : pilihan untuk metode perhitungan infiltrasi dan parameternya.

9. *Rain Gage* : nama *rain gage* yang berkaitan dengan *subcatchment*.

10. *Outlet* : nama *node* yang menerima *runoff subcatchment*.

c. *Junction/Node*

Junction/node merupakan titik pertemuan aliran atau sebuah unit yang dimodelkan sebagai penerima *inflow* dan limpasan dari *subcatchment*. Data yang diinputkan pada *junction/node* adalah sebagai berikut:

1. *Invert elevation* : elevasi *invert* dari *junction*.
2. *Max depth* : kedalaman *junction* maksimum (misalnya dari permukaan tanah ke *invert*.)
3. *Initial depth* : kedalaman air di *junction* pada awal simulasi.
4. *Surcharge depth* : kedalaman tambahan yang melebihi kedalaman yang diijinkan sebelum *junction* meluap

d. *Conduit/Links*

Conduit merupakan saluran yang berhubungan antara *junction* satu dengan *junction* lainnya atau dari *junction* ke *outfall* dalam hal ini berupa saluran terbuka ataupun tertutup. Data-data yang perlu dimasukkan adalah sebagai berikut :

1. *Inlet node* : nama *node* yang terletak pada *inlet* saluran.
2. *Outlet node* : nama *node* yang terletak pada *outlet* saluran.
3. *Shape* : bentuk geometri penampang melintang saluran.
4. *Max depth* : kedalaman maksimum melintang saluran.
5. *Length* : panjang saluran.
6. *Roughnes* : koefisien kekasaran manning.

7. *Inlet offset* : kedalaman atau elevasi *invert* saluran diatas *node invert* pada daerah hulu (*upstream*) saluran.
8. *Outlet offset* : kedalaman saluran diatas *node invert* pada daerah hilir.