BAB II
KAJIAN PUSTAKA

www.itk.ac.id

2.1 Drainase dan Drainase perkotaan

Menurut Suripin (2004) drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/rembesan sehingga fungsi lahan/kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan Kota. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman
2. Kawasan industri dan perdagangan
3. Kampus dan sekolah
4. Rumah sakit dan fasilitas umum
5. Lapangan olahraga
6. Lapangan parkir
7. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
8. Pelabuhan udara

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan variabel seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan
2. Keterkaitan dengan masterplan drainase kota
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya

2.2 Jenis Drainase

a. Menurut Sejarah Terbentuknya

i. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

www.itk.ac.id

Terbentuk secara alami, dan tidak terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lainnya. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air bergerak karena adanya gravitasi yang terjadi secara terus menerus yang kemudian membentuk jalan air permanen seperti sungai.

ii. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam lapisan tanah dan dimensi saluran.

b. Menurut Letak Saluran

i. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan Open Channel Flow.

ii. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*)

Saluran yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa) karena alasan tertentu.

c. Menurut Fungsi Drainase

i. Single Purpose

Saluran yang berfungsi mengalirkan suatu jenis air buangan saja.

ii. Multy Purpose

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

d. Menurut Konstruksi

i. Saluran Terbuka

Saluran yang difungsikan untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

ii. Saluran Tertutup

Saluran yang difungsikan untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.

www.itk.ac.id

2.3 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Menurut Sri Harto Br (1995), daerah tangkapan hujan adalah suatu daerah tadah hujan dimana air mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan harus segera dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama agar air dapat dialirkan dengan optimal dan efektif, maka perlu ditentukan daerah tangkapan hujan, sehingga sistem pengalirannya sesuai dengan kondisi daerah tangkapannya tergantung padda kondisi lapangan suatu daerah dan topografi suatuwilayah di sekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkap dan mengalirkan air hujan ke saluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkap hujan sekitar drainase dapat dengan membagi luas lahan yang ditinjau.

Daerah pelayanan merupakan suatu daerah yang memiliki jaringan drainase mulai dari hulu hingga ke suatu muara pembuang tersendiri sehingga jaringan drainasenya terpisah dengan jaringan drainase pelayanan lainnya. Daerah pelayanan teriri dari satu atau lebih daerah aliran. Daerah aliran adalah daerah yang dibatasi oleh batas-batas topografi sehingga air yang menggenanginya tidak membebani daerah aliran lain. Membagi suatu daerah menjadi beberapa daerah pelayanan mempunyai keuntungan, yaitu luas daerah genangan menjadi lebih kecil sehingga debit rencana yang dialirkan ke saluran relatif lebih kecil, dan akhirnya dapat memberikan dimensi saluran yang lebih efisien. Selain itu dapat menghindari terjadinya kemungkinan letak elevasi datar saluran atau elevasi permukaan air di saluran berada di bawah elevasi muka air sungai.

2.4 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Direktorat Kehutanan dan Sumber Daya Air (2010) menjelaskan bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kawasan atau wilayah daratan yang dibatasi oleh bukit-bukit atau punggung bukit yang berfungsi untuk menerima dan mengumpulkan air hujan serta sedimen dan unsur hara kemudian mengalirkannya melalui sungai dan anak-anak sungai kelaut atau danau. Di dalam DAS terdapat unsur-unsur seperti organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia yang membentuk keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material energi sehingga membentuk sebuah ekosistem.

www.itk.ac.id

Dalam ekosistem DAS, kawasan ini dapat dibagi menjadi tiga daerah yaitu hulu, tengah, dan hilir. DAS bagian hulu dimaksudkan untuk daerah konservasi, sedangkan bagian hilir sebagai daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai peranan yang penting yaitu sebagai perlindungan fungsi tata air dikarenakan setiapkegiatan didaerah hulu akan berpengaruh ke daerah hilir seperti fluktuasi debit dan transport sedimen serta material lain yang terlarut melalui aliran sungai atau saluran. DAS bagain hulu menjadi fokus perhatian terhadap perlindungan keseluruhan DAS karena merupakan titik awal sehingga mempunyai fungsi perlindungan terhadap keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi.

DAS memiliki bentuk-bentuk yang diklasifikasikan sesuai dengan kontur wilayahnya sebagai berikut:

1. DAS berbentuk bulu burung

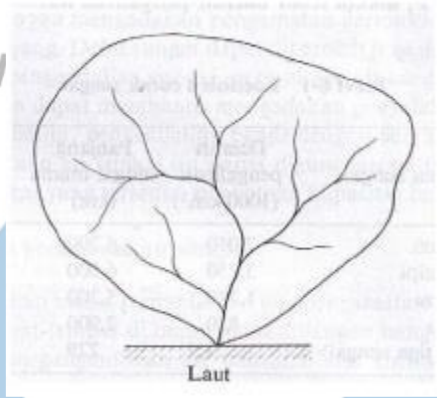
   Pada tipe DAS ini, debit yang dihasilkan kecil kemudian waktu debit untuk sampai pada tiap-tiap anak sungai berbeda sehingga apabila terjadi banjir akan memakan waktu yang cukup lama. Tipe DAS berbentuk bulu burung ini dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:

Gambar 2.1 DAS berbentuk bulu burung
Sumber: *Suyono*,2003

2. DAS berbentuk radial

   DAS tipe ini berbentuk menyerupai kipas dan anak-anak sungainya secara radial membentuk atau menuju ke suatu titik. Debit yang dihasilkan besar dan apabila terjadi banjir berfokus pada titik pertemuan anak sungai. DAS tipe radial dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:

www.itk.ac.id



Gambar 2.2 DAS berbentuk radial
Sumber: *Suyono*,2003

3. DAS berbentuk paralel

   DAS tipe ini memiliki bentuk seperti terbagi atas dua jalur dan bertemu di satu titik hilir. Banjir yang akan terjadi pada titik pertemuan anak sungai. DAS berbentuk paralel dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:

Gambar 2.3 DAS berbentuk paralel
Sumber: *Suyono*,2003

2.5 Evaluasi Kinerja Sistem Drainase

Peraturan Mentri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 menyatakan bahwa penyelenggaraan sistem drainase perkotaan merupakan upaya merencanakan, melaksanakan konstruksi, mengoperasikan, memelihara, memantau dan mengevaluasi sistem fisik dan non fisik drainase perkotaan. Sistem drainase perkotaan adalah satu kesatuan sistem teknis dan nonteknis dari sarana dan prasarana drainase perkotaan. Prasarana drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun yang dibuat oleh manusia, yang berfungsi menyalurkan klebihan air dari suatu

www.itk.ac.id

kawasan ke badan air penerima. Sarana drainase adalah bangunan pelengkap yang merupakan bangunan yang ikut mengatur dan mengendalikan sistem aliran air hujan agar aman dan mudah melewati jalan dan belokan daerah curam, bangunan tersebut dapat berupa gorong-gorong, pertemuan saluran bangunan terjunan, jembatan, tali-tali air, pompa, dan pintu air.

Dalam suatu penyelenggaraan sistem drainase diperlukan juga sebuah evaluasi. Evaluasi adalah kegiatan untuk menilai, memperbaiki, dan meningkatkan seberapa jauh sebuah proyek atau program kegiatan dapat berjalan secara efektif dan optimal seperti yang telah dirumuskan bersama. Dalam melakukan evaluasi penyelenggaraan sistem drainase perkotaan diperlukan suatu indikator kinerja penyelenggaraan sistem drainase perkotaan. Indikator kinerja sistem drainase perkotaan meliputi aspek teknis dan aspek non teknis. Aspek teknis meliputi sistem drainase, kondisi, dan fungi psarana dan prasarana, karakteristik genangan yang mencakup luas genangan, lama genangan, tinggi genangan, frekuensi genangan, dan lokasi genangan yang berdampak pada ekonomi, sosial, fasilitas pemerintahan, transportasi, daerah perumahan, dan hak milik pribadi. Pada saat ini, evaluasi kinerja yang dilakukan yaitu evaluasi terhadap aspek teknis yang berfokus pada prasarana atau jaringan drainase sungai primer.

2.6 Analisa Hidrologi

2.6.1 Curah Hujan Rencana

Menurut SNI 2415-2016, Dalam merencanakan suatu sistem drainase diperlukan data tinggi hujan tahunan. Data tinggi hujan tahunan terebut dapat diperoleh dari stasiun pengamatan yang terletak disekitar kawasan penelitian perencanaan sistem drainase. Data tinggi hujan ini digunakan untuk perhitungan analisa hidrologi, dimana hasil dari analisa hidrologi tersebut akan digunakan untuk memperoleh besarnya intensitas hujan yang nantinya menjadi debit maksimum yang kemungkinan dapat terjadi di lapangan.

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari stasiun hujan yang ada. Di Kota Balikpapan hanya terdapat satu stasiun hujan yaitu stasiun hujan kelas II Sepinggan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 20 tahun.

www.itk.ac.id

2.6.2 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan

Wesli (2008) mengungkapkan bahwa Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit hujan untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang yang berarti debit hujan besar, maka kemungkinan terjadinya resiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya, debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir.

Menurut Wesli 2008, besarnya curah hujan yang direncanakan dipilih berdasarkan pada kesesuaian kawasan yang ditinjau. Nilai periode ulang suatu kawasan yang sesuai ditunjukan pada tabel 2.1 dan tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.1 NIlai Periode Ulang

Daerah	Periode ulang (tahun)
Pemukiman	5 – 15
Pusat pemerintahan yang penting, daerah komersil, dan daerah padat dengan ekonomi tinggi	10 – 50
Perencanaan gorong-gorong dan lapangan terbang	3 – 15
Perencanaan pengendalian banjir pada sungai	23 – 50

Sumber: *Wesli*, 2008

Kemudian untuk mengetahui periode ulang perencanaan saluran drainase dibedakan berdasarkan fungsi saluran seperti ditunjukan pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Periode ulang untuk perencanaan saluran

Saluran	Periode Ulang (Tahun)
Kwarter	1
Tersier	2
Sekunder	5
Primer	10

Sumber: *Wesli*,2008

2.6.3 Uji Parameter Statik

Soewarno (1995) mengungkapkan bahwa uji parameter statik digunakan untuk menentukan jenis distribusi frekuensi hujan. Frekuensi hujan merupakan besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Berikut

merupakan parameter statik yang digunakan dalam menentukan jenis distribusi frekuensi hujan:

www.itk.ac.id

1. Nilai rata-rata atau mean ($\overline{X}$),
2. Deviasi standar atau standard deviationi (Sd),
3. Koefisien fariasi atau Coefficien of variation (Cv),
4. Koefisien kemencengan Coefficien of skewness (Cs),
5. Koefisien ketajaman atau Coefficien of kurtosis (Ck)

Setiap parameter tersebut dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata atau mean ($\overline{X}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \textbf{(2.1)}$$

Dimana:

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

x = nilai curah hujan (mm)

n = jumlah data curah hujan

2. Deviasi standar atau standard deviationi (Sd),

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \textbf{(2.2)}$$

Dimana:

S = Deviasi standar curah hujan

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

x = nilai curah hujan (mm)

n = jumlah data curah hujan

3. Koefisien fariasi atau Coefficien of variation (Cv),

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad \textbf{(2.3)}$$

Dimana:

Cv = koefisien variasi curah hujan

S = deviasi standar curah hujan

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

4. Koefisien kemencengan Coefficien of skewness (Cs),

$$Cs = \frac{n\sum(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^2} \quad \textbf{(2.4)}$$

www.itk.ac.id

Dimana:

Cs = koefisien kemencengan curah hujan

S = deviasi standar curah hujan

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

x = nilai curah hujan (mm)

n = jumlah data curah hujan

5. Koefisien ketajaman atau Coefficien of kurtosis (Ck)

Koefisien ketajaman digunakan untuk mengukur keruncingan bentuk kurva distribusi yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad \textbf{(2.5)}$$

Dimana:

Ck = koefisien kurtosis curah hujan

S = deviasi standar curah hujan

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

x = nilai curah hujan (mm)

n = jumlah data curah hujan

Menurut Kmiana 2010, Penentuan jenis distribusi probabilitas, dilakukan dengan mencocokan hasil parameter statik dengan syarat masing-masing jenis distribusi ditunjukan pada tabel 2.3 berikut

Tabel 2.3 Parameter penentuan jenis sebaran

Distribusi	Persyaratan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck = 3$
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
Gumbel	$Cs = 1.14$ $Ck = 5.4$
Log Pearson Type III	Selain nilai di atas

Sumber: *Kamiana*, 2010

2.6.4 Analisa Distribusi Probabilitas

Suripin (2004) menjelaskan terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas antara lain:

www.itk.ac.id

1. **Distribusi Normal**

Menghitung distribusi normal dapat digunakan persamaan berikut:

$$x = \bar{x} + K_T S \quad \textbf{(2.6)}$$

$$K_T = \frac{XT - \bar{x}}{S} \quad \textbf{(2.7)}$$

Dimana:

$\bar{x}$ = nilai rata-rata

S = deviasi standar

XT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu T-Tahun

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang atau periode ulang.

Nilai K_T dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi Gauss (Variable Reduced Gauss) berikut:

Tabel 2.4 nilai variabel reduksi Gauss

Periode ulang T (tahun)	Peluang	k	Periode ulang T (Tahun)	peluang	K
1,001	0,999	-3,05	3,330	0,300	0,52
1,005	0,995	-2,58	4,0	0,250	0,67
1,01	0,990	-2,33	5,0	0,200	0,84
1,05	0,950	-1,64	10	0,100	1,28
1,11	0,900	-1,28	20	0,050	1,64
1,50	0,800	-0,84	50	0,200	2,05
1,33	0,750	-0,67	100	0,010	2,33
1,43	0,700	-0,52	200	0,005	2,58
1,67	0,600	-0,25	500	0,002	2,88
2,0	0,500	0,00	1000	0,001	3,09
2,50	0,400	0,25			

Sumber: *Suripin*, 2004

2. **Distribusi Log Normal**

Suripin (2004) menjelaskan bahwa menghitung distribusi log normal dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$y = \bar{y} + K_T S \quad \textbf{(2.8)}$$

www.itk.ac.id

$$K_T = \frac{XT - \bar{x}}{S} \quad \textbf{(2.9)}$$

www.itk.ac.id

Dimana:

$\bar{y}$ = nilai rata-rata

S = deviasi standar

XT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu T-Tahun

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Pearson Type III

Soewarno (1995) menjelaskan bahwa menghitung distribusi perason Type III dapat menggunakan persamaan berikut:

$$x = \bar{x} + K\,S \quad \textbf{(2.10)}$$

Dimana:

x = nilai rata-rata hitung

S = deviasi standar

k = faktor sifat dari distribusi Pearson Type III

4. Distribusi Gumbel

Menurut Soemarto 1999, Distribusi Gumbel biasa digunakan untuk analisis data maksimum dengan koefisien nilai Yn, Sn, dan YT berturut-turut dapat dilihat pada tabel 2.5, 2.6, dan 2.7. Persamaan yang digunakan dalam menghitung distribusi gumble adalah sebagai berikut:

$$XT = \bar{x} + \frac{Sd}{Sn}(YT - Yn) \quad \textbf{(2.11)}$$

Dimana:

XT = nilai hujan rencana dengan data T tahun.

$\bar{x}$ = nilai rata-rata hujan

S = standar deviasi

YT = nilai reduksi variat (reduced variate) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun.

Yn = nilai rata-rata dari reduksi variat (reduced mean), nilainya tergantung dari jumlah data.

www.itk.ac.id

Sn = deviasi standar reduksi variat (reduced standart deviation), nilainya tergantung dari jumlah data (n).

www.itk.ac.id

Tabel 2.5 Yn untuk metode Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5604	0,5604	0,5606	0,5607	0,5609	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: *Soemarto*, 1999

Tabel 2.6 Sn untuk metode Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1939	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,1049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: *Soemarto*, 1999

Tabel 2.7 YT untuk metode Gumble

Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr	Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149

www.itk.ac.id

Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr	Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: *Soemarto*, 1999

5. Distribusi Log Pearson Type III

Menurut Suripin 2004, Menghitung distribusi Log Pearson Type III dapat dilakukan dengan mengkonversikan kedalam bentuk logaritma dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Log}x = \overline{\log\ x} + \overline{k\ \text{Sd Log}\ x} \qquad \textbf{(2.13)}$$

Dimana besarnya nilai K_T tergantung dari koefisien kemencengan G. jika nilai G samadengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal. Nilai K_T untuk berbagai nilai kemencengan G dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut:

Tabel 2.8 Nilai KT distribusi Log Pearson Type III

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1.0101	1.2500	2	5	10	25	50	100
	Presentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2.8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2.6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2.4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2.2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2.0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,892	3,605
1.8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1.6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1.4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1.2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1.0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0.8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0.6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0.4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0.2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472

Sumber: *Suripin*, 2004

www.itk.ac.id

2.6.5 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah distribusi statik yang telah dianalisis dapat terwakilkan oleh distribusi probabilitas yang dipilih. Metode yang digunakan adalah metode Chi-Kuadrat dan metode uji Smirnov-Kolmogrov.

1. Metode Uji Chi-kuadrat

Soewarno (1995) menjelaskan bahwa untuk melakukan uji distribusi probabilitas dengan metode Chi-kuadrat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Xh^2 = \sum_{n-1}^{G} \frac{(Oi-Ei)^2}{Ei} \quad \textbf{(2.14)}$$

Dimana:

Xh^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub-kelompok

Oi = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

Ei = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Prosedur yang dilakukan dalam perhitungan menggunakan metode uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

a. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
b. Kelompokan data menjadi G sub-grup, tiap-tiap sub-grup minimal 4 data pengamatan. Menurut H.A sturges (1962) untuk menentukan banyaknya kelas dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

   $$K = 1 + 3{,}22 \log(n) \quad \textbf{(2.15)}$$

   Dimana:

   K = banyaknya kelas

   n = banyaknya nilai observasi (data)
c. Jumlahkan data pengamatan sebesar Oi untuk tiap-tiap sub-grup
d. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar Ei
e. Tiap-tiap sub-grup hitung nilai:

   $$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i-E_i)^2}{E_i} \quad \textbf{(2.16)}$$

   Jumlahkan seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i-E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-kuadrat hitung.

www.itk.ac.id

f. Menentukan derajat kebebasan dk = G – R – 1 (nilai R = 2, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai R = 1, untuk distribusi poisson)

Interpretasi nilainya dapat dilihat sebagai berikut:

a) Apakah peluang lebih besar dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.

b) Apabila peluang lebih kecil dari 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

c) Apabila peluang berada di antara 1% sampai 5%, maka tidak dapat diambil keputusan sehingga perlu adanya penambahan data. Untuk mengetahui nilai derajat kepercayaan berdasarkan dari derajat kebebasan, dapat dilihat pada tabel 2.9 dengan perhitungan distribusi akan dapat diterima apabila memenuhi syarat sebagai berikut:

$Xh^2 < X^2$

Dimana:

Xh^2 = parameter Chi-kuadrat terhitung

X^2 = nilai kritis berdasarkan derajat kepercayaan dan derajat kebebasan

Tabel 2.9 Nilai kritis untuk Uji Chi-kuadrat

Dk	Derajat kepercayaan (α)							
	0,995	**0,990**	**0,975**	**0,950**	**0,050**	**0,025**	**0,01**	**0,005**
1	0,000	0,000	0,001	0,004	3,841	5,024	6,634	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,596
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,344	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,276	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,833	15,086	16,749
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,811	18,547
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,277
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,954
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,665	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,118
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,724	26,756
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,216	28,299
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

Dk	Derajat kepercayaan (α)							
	0,995	0,990	0,975	0,950	0,050	0,025	0,01	0,005
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,577	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	31,999	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,408	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	36,190	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,996
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,795
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,979	45,558
25	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,979	45,558
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,641	48,289
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,195	46,962	49,644
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,587	52,335
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,671

*) Sumber: Soewarno (1995)

2. Metode Uji Smirnov-kolmogrov

Menurut Soewarno 1995, Uji Smirnov-kolmogrov atau biasa disebut uji non parametik adalah uji yang tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu dengan nilai kritis ditunjukan pada tabel 2.10. Uji Smirnov-kolmogrov dilakukan denganlangkah-langkah sebagai berikut:

a. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya peluang dari masing masing data tersebut.
b. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
c. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih besarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis dengan persamaan berikut:

$$D = \text{maksimum } [P(Xm) - P(Xm)] \quad \textbf{(2.17)}$$

d. Berdasarkan tabel nilai kritis tentukan harga D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2.10 nilai kritis D0 uji Smirnov-kolmogrov

N	Derajat kepercayaan (α)			
	0,20	**0,10**	**0,05**	**0,01**
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	1.07	1.22	1.36	1.63

Sumber: *Soewarno*, 1995

2.6.6 Waktu Konsentrasi (tc)

Menurut Triatmojo 2008, Nilai tc atau waktu konsentrasi aliran pada kawasan adalah penjumlahan dari waktu aliran air dari lahan atau permukaan yang masuk ke dalam saluran (t_0) dengan waktu aliran air mengalir sepanjang saluran (td) pada suatu titik yang ditinjau atau kontrol dalam satuan menit.

$$t_c = t_0 + t_f \quad \textbf{(2.18)}$$

Perhitungan estimasi nilai (t_0) waktu aliran air pada lahan (overland flow) dan waktu aliran mengalir sepanjang saluran (td) dapat digunakan rumus berikut:

$$t_0 = \frac{2}{3}\ n\ \frac{L}{\sqrt{S}} \quad \textbf{(2.19)}$$

$$t_f = \frac{L_s}{60\ V} \quad \textbf{(2.20)}$$

Dimana:

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

n = angka kekasaran permukaan lahan yang dapat dilihat pada tabel 2.11

S = Kemiringan Lahan

L_s = panjang lintasan aliran di dalam sungai (m)

V = kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

www.itk.ac.id

Tabel 2.11 Harga Koefisien hambatan, nd

Jenis Permukaan	Koefisien n_d
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,10
Tanaman pangan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,20
Padang rumput	0,40
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,60
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,80

Sumber: *Triatmodjo*, 2008

Kamiana (2010) menjelaskan bahwa perhitungan waktu konsentrasi juga dapat digitung dengan menggunakan rumus Kirpich yang persamaannya adalah sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0{,}87\ L^2}{1000\ s}\right)^{0{,}385} \quad \textbf{(2.21)}$$

Dimana:

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (m)

s = kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

Waktu konsentrasi dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air seperti pada tabel 2.12 berikut:

Tabel 2.12 Hubungan kemiringan dasar saluran dengan kecepatan saluran

Kemiringan Rerata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rerata (m/det)
<1.00	0,40
1.00 – 2.00	0,60
2.00 – 4.00	0,90
4.00 – 6.00	1,20
6.00 – 10.00	1,50
10.00 – 15.00	2,40

Sumber: *Hadihardjaja*, 1997

2.6.7 Kala Ulang Minimum

Menurut Notodiharjo 1998, Perencanaan dalam mengatasi drainase pada umumnya ditentukan dengan suatu kala waktu tahunan misalnya 10,25,50, atau 100 tahun, sehingga drainase akan aman jika debit banjir yang terjadi tidak melebihi

debit banjir rencana kala ulang tersebut. Disamping itu, dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang digunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan. Kriteria periode ulang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.13 Kriteria Periode ulang

Jenis Lahan/Guna Lahan	Periode Ulang (Tahun)
Jalan Tol	10
Jalan Arteri	10
Jalan Kolektor	10
Jalan Biasa	10
Perumahan	2 – 5
Pusat Perdagangan	2 – 10
Pusat Bisnis	2 – 10
Landasan Terbang	5

Sumber: *Notodiharjo,* 1998

2.6.8 Intensitas Curah Hujan Rencana

Wesli (2008) menyatakan bahwa Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Kurva intensitas hujan rencana jika yang tersedia adalah hujan harian, maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe.

Kamiana (2010) mengungkapkan bahwa bentuk persamaan Mononobe untuk menghitung intensitas hujan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad \textbf{(2.22)}$$

Dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

2.6.9 Koefisien Aliran Permukaan

Kamiana (2010) menjelaskan bahwa koefisien pengaliran (C) adalah nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Penentuan nilai koefisien C dilakukan melalui pendekatan berdasarkan karakter permukaan lahan. Koefisien

C untuk suatu kawasan dimana jenis permukaannya lebih dari satu macam, diambil rata-ratanya dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum CiAi}{\sum A} \quad \textbf{(2.23)}$$

Dimana:

Ci = koefisien pengaliran untuk bagian daerah yang ditinjau dengan satu jenis permukaan

Ai = Luas bagian daerah

Nilai dari koefisien C dari bebrapa jenis permukaan lahan ditunjukan oleh tabel 2.14 berikut:

Tabel 2.14 Koefisien Run-off (koefisien pengaliran C)

Komponen Lahan	Koefisien C (%)
Pegunungan yang curam	75 – 90
Tanah yang bergelombang dan hutan	50 – 75
Daratan yang ditanami/perkebunan	45 – 60
Atap yang tak tembus air	75 – 90
Tanah padat sulit diresapi	40 – 55
Tanah agak mudah diresapi	5 – 35
Taman atau lapangan terbuka	5 – 25
Kebun	20
Perumahan tak begitu rapat (20 rumah/Ha)	25 – 40
Perumahan kerapatan sedang (21-60 rumah/Ha)	40 – 70
Perumahan rapat (61-160 rumah/Ha)	70 – 80
Daerah rekreasi	20 – 30
Daerah industri	80 – 90
Daerah perniagaan	90 – 95

Sumber: *Kamiana*, 2010

Kodoatie dan syarief (2005) menjelaskan bahwa terdapat beberapa komponen lahan lainnya seperti hutan sekunder, badan air, belukar dan jalan beraspal yang memiliki nilai koefisien C masing masing sebesar 3%, 20%, 15%, dan 95%.

2.6.10 Perhitungan Debit Rencana (Q)

Menurut Analisa debit banjir rencana yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan metode rasional praktis untuk kawasan DAS dengan luasan hingga

5000 Ha. Dua komponen utama dalam perhitungan dengan metode rasional adalah waktu konsentrasi (tc) dan intensitas curah hujan (I). Rumus perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$Q = \alpha . C . I . A \quad \textbf{(2.24)}$$

Dimana:

Q = Debit rencana dengan kala ulang T tahun (m^3/dt)

α = faktor konversi sebesar 0,278

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (Km^2)

2.7 Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas saluran terhadap debit hidrologi yang di terima DAS. Untuk mengetahui besaran debit hidrolika atau kapasitas saluran yang ada, maka diperlukan parameter-parameter sebagai penunjang perhitungan diantaranya, kekasaran penampang, dimensi penampang, dan kemiringan saluran.

2.7.1 Koefisien Kekasaran

Menurut Triatmojo (2006) Koefisien kekasaran pada dasar saluran dapat dilihat berdasarkan bahan atau material saluran, jenis sambungan, material padat yang terangkut dan yang terendap dalam saluran, akar tumbuhan, alinyemen, lapisan penutup (pipa), umur saluran dan aliran lateral yang mengganggu aliran pada saluran. Terdapat beberapa variasi koefisien kekasaran saluran yang ditunjukan oleh tabel 2.15 berikut:

Tabel 2.15 Koefisien kekasaran saluran

Material Saluran	Koefisien Manning
Besi tulangan dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022

www.itk.ac.id

Material Saluran	Koefisien Manning
Saluran Tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber: *Triatmojo*, 2006 *dalam Permen PU*, 2014

2.7.2 Perhitungan Debit Hidrolika

Perhitungan debit hidrolika dilakukan untuk mengetahui kapasitas penampang saluran apakah terjadi banjir atau tidak. Sehingga perlu dilakukan perhitungan terhadap debit hidrolika. Kementrian PU (2006) dalam perencanaan sistem drainase jalan mengungkapkan bahwa debit hidrolika dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = V.A \quad \textbf{(2.25)}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0^{1/2} \quad \textbf{(2.26)}$$

Dimana:

Q = Debit aliran

n = Koefisien kekasaran manning

R = jari-jari hidrolik

S_0 = Kemiringan saluran

A = luas penampang saluran

2.8 *Backwater*

Menurut Sofiah F, 2006 dalam Lhara, 2016 Perubahan pada alur saluran atau kemiringan dasar, perubahan elevasi dasar (pada terjunan), atau perubahan penampang saluran dapat menyebabkan gangguan pada aliran antara lain oleh adanya pintu air, pelimpah atau perubahan muka air di hilirnya. Akibat perubahan dan gangguan tersebut profil muka air berubah. Hal ini perlu diperhitungkan agar saluran tetap dapat mengalirkan air buangan dan tak terjadi peluapan, serta sebagai dasar untuk menentukan bangunan pelengkap.

Metode untuk menggambarkan bentuk lengkung air balik, diantaranya Tahapan Langsung (*Direct Step*). Pembahasan hanya untuk aliran tidak seragam

www.itk.ac.id

berubah lambat laun (*gradually varied flow*) yang banyak ditemui dalam praktek. Metode yang digunakan untuk menggambarkan profil muka air adalah metode tahapan langsung.

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam pengerjaan Tugas Akhir perencanaan saluran primer Sub DAS Saluran I Kota Balikpapan Kalimantan Timur, penulis melakukan tinjauan pustaka terhadap penelitian terdahulu yang terkait dengan topik pembahasan Tugas Akhir. Penelitian- penelitian terdahulu yang dipelajari oleh penulis adalah sebagai berikut:

Tabel 2.16 Penelitian-penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	**Perencanaan Sistem Drainase Sub Das Karang Mumus Hilir Kota Samarinda Kalimantan Timur** Penulis: Catur Afif Nugroho Institut Teknologi Kalimantan	Dari hasil perencanaan sistem drainase Sub Das Karang Mumus Hilir meliputi curah hujan periode ulang 10 tahun untuk saluran sekunder 114,7 mm dan periode ulang 50 tahun untuk saluran primer 131,470 mm, sehingga didapatkan debit banjir bervariasi yaitu antara 5,197 sampai dengan 52,405 m^3/dt dan 983,23 m^3/dt. Dari debit hidrolika bentuk dimensi dengan trapesium untuk saluran primer dengan dimensi maksimum b = 47,02 m, h_{air} = 4,61 m, h saluran = 6 m dan persegi untuk saluran sekunder dengan dimensi maksimum b = 7 m, h_{air} = 2,6 m, h saluran = 3,5 m serta bangunan bantu yang diperlukan dalam saluran sekunder yang meliputi pintu air bangunan terjun dan got miring
2.	**"Perencanaan Sistem Drainase Perumahan *Grand City* Balikpapan"** Penulis: Rossana Margaret Kadar Yanti, S.T.,M.T	Konsep penyelesaian yang dilakukan adalah merencanakan saluran drainase yang mengacu pada elevasi muka air maksimal dan tampungan danau dengan menggunakan metode analisis *back water*. Dari hasil analisis dan perencanaan, didapatkan debit limpasan saluran primer

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	Institut Teknologi Sepuluh November	sebesar 7,391 m^3/det dengan lebar saluran primer adalah 7 m. untuk saluran tersier, lebar saluran berkisar antara 0,45 hingga 1 meter dan untuk saluran sekunder lebar saluran berkisar antara 1,5 hingga 4 m. selain itu, perencanaan juga merencanakan kolam tampung dengan luas kolam 3037,5 m^2 dengan kedalaman kolam 1,14 meter. Kolam tampung dilengkapi dengan pintu air dengan lebar 1,00 m dan tinggi bukaan 0,2 m.
3.	**"Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Daerah Aliran Sungai (DAS) Klandasan Kecil Kota Balikpapan"** Penulis: Indra Setiawan, S.T. Institut Teknologi Kalimantan	Dari Hasil analisa yang dilakukan, didapatkan besaran debit hidrologi berturut-turut dari Sub DAS 1 hingga Sub DAS 3 sebesar 53,589 m3/det, 19,182 m3/det, dan 15,999 m3/det. Kapasitas eksisting sungai yang telah dianalisa menggunakan aplikasi HECRAS pada sungai Klandasan Kecil dari 11 titik yang ada terdapat 10 titik yang terjadi banjir, sungai klandasan II dari 3 titik terdapat 2 titik yang terjadi banjir, dan dan sungai WiluyoPuspoyudho 2 titik terjadi banjir, dengan ketinggian banjir bervariasi antara 0,20 hingga 4,42 meter. Solusi pengendalian banjir yang direkomendasikan yaitu dengan skenario perencanaan ulang dimensi sesuai kaidah perencanaan dengan dimensi sungai yaitu lebar (B) dua kali lebih besar daripada tinggi sungai sehingga dapat mengendalikan banjir. Dimensi sungai yang didapat bervariasi pada sungai Klandasan Kecil dengan dimensi lebar antara 8 meter hingga 9 meter dan tinggi antara 3,5 meter hingga 4,2 meter, sungai Klandasan II dengan dimensi lebar antara 4,8 meter hingga 9 meter dan tinggi 2,4 meter, dan sungai Wiluyo Puspoyudho

www.itk.ac.id

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		dengan dimensi lebar 5,5 meter dan tinggi antara 2,5 meter.
4.	**"Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan *Green Mansion Residance* Sidoarjo"** Penulis: Wahyu Indra Kusuma, S.T Institut Teknologi Sepuluh November	Perencanaan hanya memperhitungkan debit limpasan akibat hujan dan hanya merencanakan saluran drainase di dalam kawasan perumahan hingga saluran yang berpengaruh terhadap saluran drainase kawasan rencana penulis juga merencanakan kolam tampungan sementara pada sistem drainase rencana. Dari hasil analisis didapatkan dimensi saluran tersier dengan lebar 0,40 hingga 0,55 m, saluran sekunder 0,80 hingga 1,40 m, dan saluran primer 1,50 m yang seluruhnya bermuara pada kolam tampungan. Besarnya debit akibat adanya perumahan adalah 1,45 m^3/det yang akan ditampung sementara oleh kolam tampungan di dalam kawasan perumahan.

Sumber: *Penulis*, 2020

2.10 Letak Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang dipelajari oleh penulis. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, terdapat beberapa persamaan dan beberapa perbedaan antara penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti pada penelitian-penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 2.17 berikut:

Tabel 2.17 Posisi penelitian

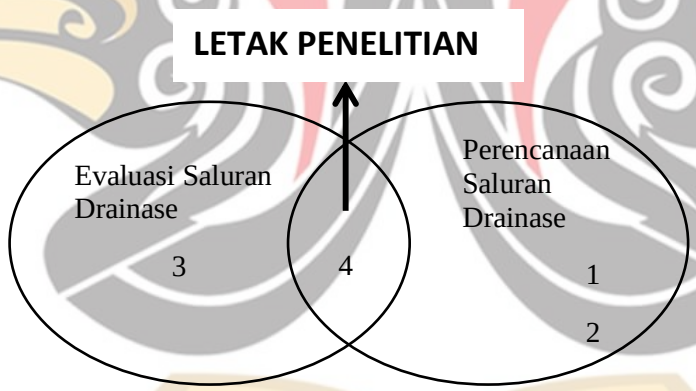
No.	Sumber	Analisis debit limpasan	Evaluasi kinerja saluran	Perencanaan saluran drainase
1.	**Catur A N (2017)**	√		√
2.	**Rossana M K Y (2013)**	√		√

www.itk.ac.id

No.	Sumber	Analisis debit limpasan	Evaluasi kinerja saluran	Perencanaan saluran drainase
3.	**Indra Setiawan (2019)**	√	√	
4.	**Wahyu I (2016)**	√	√	√
5.	**Penelitian yang akan dilakukan**	√	√	√

Sumber: *Penulis*, 2020

Berdasarkan penjelasan yang dipaparkan, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan hanya untuk mengevaluasi maupun hanya merencanakan sehingga penulis mencoba untuk memenuhi kekurangan dari penelitian terdahulu yakni melakukan evaluasi dan perencanaan. Terdapat beberapa persamaan metode perencanaan yang dilakukan oleh penulis dengan beberapa penelitian-penelitian terdahulu dalam hal kombinasi penelitian. Letak penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Letak Penelitian
Sumber: *Penulis*, 2020

www.itk.ac.id