

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Drainase

Drainase menurut Erna *et al* (2021) diartikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air pada suatu kawasan sehingga kawasan tersebut dapat berfungsi dengan baik. Kelebihan air tersebut dapat berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi. Cara pembuangan kelebihan air tersebut dapat berupa saluran di permukaan tanah maupun saluran di bawah permukaan tanah. Drainase menurut Vigianto (2014) adalah suatu sistem atau cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, baik secara alami maupun buatan manusia. Drainase perkotaan dapat diartikan sebagai suatu sistem pengeringan dan pengaliran air dalam kawasan perkotaan yang berkaitan dengan keadaan lingkungan sosial budaya di Kawasan kota. Terdapat variabel tambahan dalam merancang drainase perkotaan seperti :

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

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota, mengalirkannya melalui muka tanah atau bawah muka tanah yang terpadu terhadap sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan lain-lain. Pada drainase perkotaan, jaringan salurannya meliputi alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak di kota dan bermuara di sungai yang melewati kota atau tepi kota (Halim, 2011).

2.1.1. Jenis Drainase

Berdasarkan sejarah terbentuknya, drainase dibedakan menjadi dua, yakni:

a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami, oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi bumi dan akhirnya membentuk jalan air yang permanen contohnya sungai.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara buatan dengan maksud dan tujuan tertentu yang memerlukan bangunan-bangunan khusus contohnya gorong-gorong, selokan pasangan batu atau beton, pipa-pipa dan sebagainya.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Berdasarkan posisi bangunannya, drainase dibedakan menjadi dua, yakni:

- a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)
Drainase yang terletak di atas permukaan tanah dan berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan
- b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)
Drainase yang terletak di bawah permukaan tanah dan berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan-alasan tertentu.

Ditinjau berdasarkan fungsinya, drainase dibedakan menjadi dua, yakni:

- a. *Single Purpose*
Saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan.
- b. *Multi Purpose*
Saluran yang berfungsi untuk mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

Berdasarkan konstruksi, drainase dibedakan menjadi dua, yakni:

- a. Saluran Terbuka
Saluran yang cocok digunakan untuk mengalirkan air hujan atau air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan. Saluran ini terletak di area yang cukup luas
- b. Saluran Tertutup
Saluran yang cocok digunakan untuk mengalirkan air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Saluran ini juga cocok untuk di area tengah kota (Halim, 2011).

2.1.2. Pola Jaringan Drainase

Terdapat beberapa pola jaringan drainase berdasarkan arah aliran dari saluran sekunder ke saluran utama. Berikut beberapa bentuk pola jaringan drainase yang ada (Erna *et al.*, 2021).

- a. Siku-Siku
Pola jaringan siku-siku dibuat untuk daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai, Dimana sungai berfungsi sebagai saluran pembuangan akhir yang melewati tengah kota.

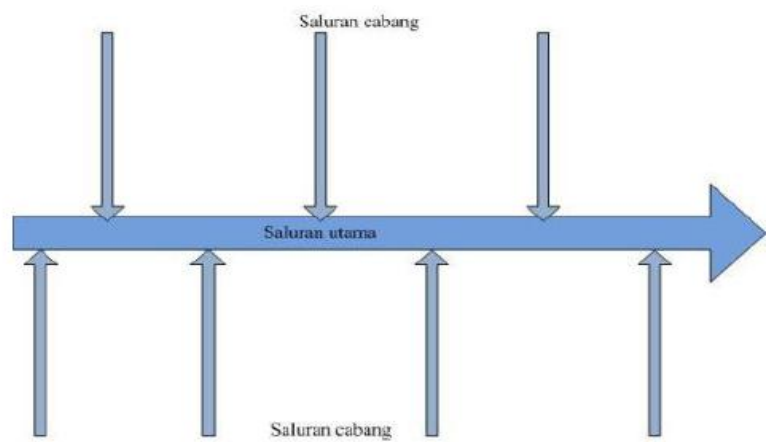
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

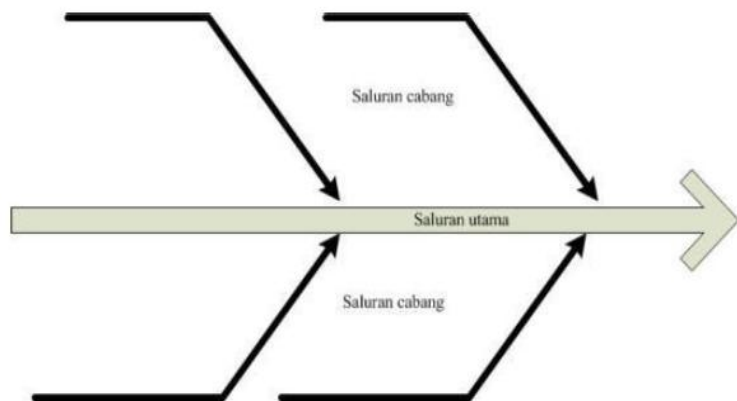
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 1 Pola Jaringan Drainase Siku
Sumber : (Erna et al.,2021)

b. Paralel

Pola jaringan paralel memiliki letak saluran utama dan saluran cabang yang sejajar. Saluran cabang berupa saluran yang pendek dan berjumlah banyak. Pada pola ini, dapat menyesuaikan terhadap perubahan tata guna lahan.



Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel
Sumber : (Erna et al.,2021)

c. Grid Iron

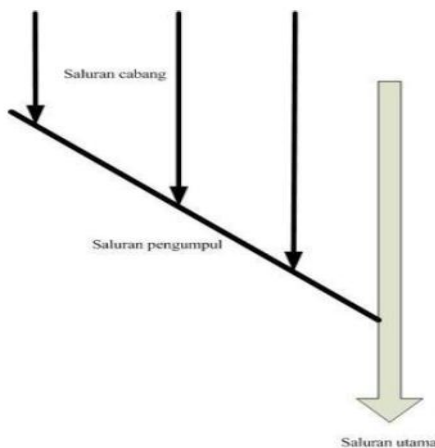
Pola jaringan *grid iron* dirancang untuk saluran utama (sungai) terletak jauh dari perkotaan sehingga air disaluran cabang dikumpulkan terlebih dahulu di saluran pengumpul.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

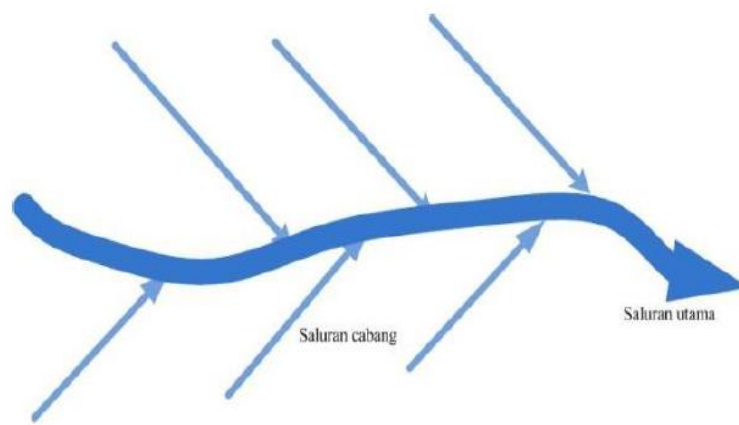
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron
Sumber : (Erna et al.,2021)

d. Alamiah

Pola jaringan alamiah membebaskan aliran ke saluran utama(sungai) yang lebih besar.



Gambar 2. 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah
Sumber : (Erna et al.,2021)

e. Radial

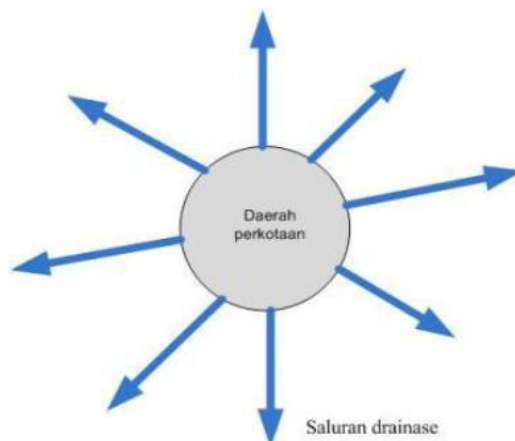
Pola jaringan radial dapat mengalirkan kesegala arah. Pola ini cocok digunakan untuk daerah yang berbukit-bukit.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

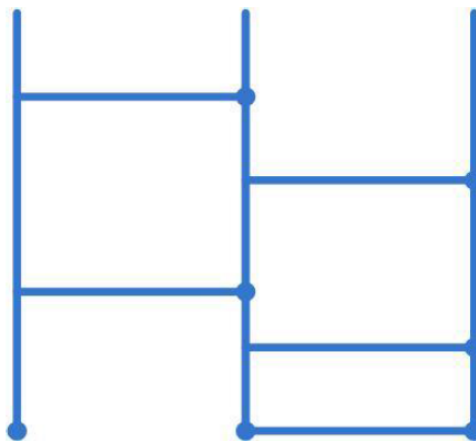
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 5 Pola Jaringan Drainase Radial
Sumber : (Erna et al.,2021)

f. Jaring-Jaring

Pola jaringan jaring mengikuti arah jalan raya. Pada pola ini cocok diterapkan pada daerah dengan topografi datar.



Gambar 2. 6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring
Sumber : (Erna et al.,2021)

2.2. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan suatu analisa awal dalam menangani penanggulangan banjir dan perencanaan sistem drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran drainase. Besar debit yang akan digunakan sebagai acuan dasar perencanaan drainase terutama dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang diperoleh dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah tersebut. Perhitungan analisa hidrologi dapat menggunakan data debit pada suatu sungai, saluran

ataupun curah hujan yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana. Ada 3 (tiga) macam cara yang digunakan dalam menghitung hujan rata-rata daerah aliran, yaitu:

a. Metode Rata-rata Aljabar

Pengukuran curah hujan menggunakan metode ini dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan berada di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS). Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:

1. stasiun hujan tersebar secara merata di DAS
2. distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Hujan rerata pada seluruh DAS diberikan oleh bentuk sebagai berikut:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Dengan :

P = hujan rerata kawasan

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = hujan distasiun 1,2,3...,n

n = jumlah stasiun

b. Metode Thiessen

Pengukuran curah hujan menggunakan metode ini dengan memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

$$\bar{P} = \frac{A_1.P_1 + A_2.P_2 + A_3.P_3 + \dots + P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Dengan :

$\bar{P}$ = hujan rerata Kawasan

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = hujan distasiun 1,2,3...,n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah yang mewakili stasiun 1,2,3,...,n

c. Metode isohiet

Metode isohiet melakukan perhitungan curah hujan dengan menganggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohiet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis isohiet tersebut. Pembuatan garis isohiet dilakukan dengan prosedur berikut:

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Lokasi stasiun hujan dan kedalaman hujan digambarkan pada peta daerah yang ditinjau.
2. Dari nilai kedalaman hujan di stasiun yang berdampingan dibuat interpolasi dengan pertambahan nilai yang ditetapkan.
3. Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai kedalaman hujan yang sama. Ketelitian tergantung pada pembuatan garis isohiet dan intervalnya
4. Diukur luas daerah antara dua isohiet yang berurutan dan kemudian dikalikan dengan nilai rerata dari nilai kedua garis isohiet
5. Jumlah dari hitungan pada butir d untuk seluruh garis isohiet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan kedalaman hujan rerata daerah tersebut.

Secara matematis hujan rerata dituliskan:

$$\bar{P} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Dengan :

$\bar{P}$ = hujan rerata Kawasan

$I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ = garis isohiet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet ke 1 dan 2, 2 dan 3, ..., n, n+1

Metode isohiet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rerata disuatu daerah (Triatmodjo, 2008).

2.3. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi yang menggunakan data hidrologi menurut Triatmodjo (2008) bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya banjir dengan interval kejadian tertentu seperti 10 tahunan, 100 tahunan atau 1000 tahunan, dan juga besarnya frekuensi banjir dengan skala tertentu yang mungkin terjadi dalam suatu periode. Perhitungan analisis frekuensi menggunakan data

debit atau hujan maksimum tahunan yang terjadi selama satu tahun, yang terukur dalam beberapa tahun.

2.3.1. Uji Parameter Data

Uji parameter data menurut Kustamar (2019) dilakukan guna menghindari adanya penyimpangan yang terjadi ketika data hujan tidak konsisten yang menimbulkan perubahan atau gangguan lingkungan tempat penakar hujan dipasang. Untuk menganalisa besaran distribusi peluang terdapat beberapa langkah yaitu :

1. Mengolah data hidrologi untuk menghitung besaran nilai statistik terdiri atas : nilai rata-rata ($\bar{R}$), koefisien kemiringan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k).
2. Dihitung perkiraan model frekuensi yang sama dengan data yang telah ditentukan berdasarkan besaran nilai statistik yang diperoleh.
3. Mengurutkan data yang didapat dari urutan yang paling besar menuju yang paling kecil
4. Berdasarkan karakteristik data yang diperoleh dapat dihitung distribusi peluang.
5. Uji kecocokan distribusi peluang.

Tabel 2. 1 Parameter Statistik menentukan Distribusi

No	Metode Distribusi	Persyaratan
1.	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68,27\%$ $(\bar{x} \pm 2s) = 95,44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2.	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3.	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4.	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Triatmodjo, 2008

$$R_t = \sum_{i=1}^n R_i$$

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (R_i - R_t)^3}{(n-1)(n-2)(S_R)^3}$$

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (Ri - Rt)^4}{(n-1)(n-2)(S_R)^4}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ri - Rt)^2}{n-1}}$$

$$Cv = \frac{S_R}{\bar{R}}$$

Dengan:

Rt = nilai curah hujan maksimum rata-rata (mm)

$\sum Ri$ = jumlah curah hujan maksimum (mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S_R = Standar deviasi

Cs = Koefisien kemiringan (*skewness*)

Ck = Koefisien kurtosis atau ketajaman

Cv = Koefisien variasi

2.3.2. Periode Ulang

Periode ulang menurut Triatmodjo (2008) didefinisikan sebagai waktu hipotenik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (x_T) akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Hasil perkiraan dari analisis frekuensi menunjukkan bahwa periode ulang sebagai interval waktu antara kejadian-kejadian. Periode ulang dapat diartikan sebagai rata-rata selang waktu perkiraan terjadi banjir (Shahrul, 2021).

Perencanaan saluran drainase memerlukan penggunaan periode ulang ditinjau dari aspek fungsi saluran dan daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut Gunadarma (1997) penggunaan periode ulang untuk perencanaan yaitu:

- Saluran kwarter : periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : periode ulang 10 tahun

Berdasarkan aspek hidrologi, penentuan periode ulang didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Sebelum dilakukan analisis frekuensi curah hujan dengan periode ulang dipersiapkan terlebih dahulu data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam-jaman atau menitan.

2.3.3. Distribusi Gumbel

Penggunaan distribusi gumbel umumnya digunakan dalam menganalisis data maksimum, seperti analisis frekuensi banjir (Triatmodjo, 2008).

$$RT_r = Rt + KT_r \times S_R$$

$$KT_r = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = -Ln \times \left(-Ln \times \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right)$$

Dengan;

RT_r = nilai hujan rencana dengan periode ulang T_r tahun (mm)

Rt = nilai curah hujan rerata (mm)

S_R = standar deviasi

KT_r = faktor frekuensi untuk periode ulang tertentu

Y_t = nilai reduksi variat

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat

S_n = deviasi standar dari reduksi variat

Tabel 2. 2 Rata-Rata Tereduksi Distribusi Gumbel

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4592	34	0,5396	58	0,5518	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5053	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580
15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

Sumber : Kementrian PU, 2011

Untuk nilai standar deviasi (S_n) berdasarkan jumlah data dapat diperoleh dari pemaparan tabel sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Standar Deviasi Tereduksi Distribusi Gumbel

n	S_n	n	S_n	n	S_n	n	S_n
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Sumber : Kementrian PU, 2011

2.3.4. Distribusi Normal

Distribusi normal menurut Triatmodjo (2008) mempunyai dua parameter yaitu rerata μ dan deviasi standar σ dari populasi. Dalam implementasi, nilai rerata $\bar{x}$ dan deviasi standar s diturunkan dari data sampel untuk menggantikan μ dan σ .

$$RT_r = Rt + KT_r \times S_R$$

Dengan:

RT_r = nilai hujan rencana dengan periode ulang T_r tahun (mm)

Rt = nilai curah hujan rerata (mm)

S_R = standar deviasi

KT_r = faktor frekuensi untuk periode ulang tertentu

Tabel 2. 4 Frekuensi Reduksi Distribusi Normal

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,200	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1000,000	0,001	3,09

Sumber : Kementrian PU, 2011

2.3.5. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal (Triatmodjo,2008).

$$\text{Log } R_{Tr} = \overline{\text{Log } R} + KTr \times S \text{ Log } R$$

Dengan:

$\text{Log } R_{Tr}$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang

$\overline{\text{Log } R}$ = Nilai logaritma curah hujan rerata (mm)

KTr = Faktor frekuensi reduksi untuk periode ulang tertentu

$S \text{ Log } R$ = Standar deviasi

Tabel 2. 5 Frekuensi Reduksi Distribusi Log Normal

Harga KTr		
Sebaran Normal dan Log Normal		
Tabel Variabel Reduksi Gauss		
P	TR	KTr
0.0001	10000	3.719
0.005	2000	3.291
0.001	1000	3.09
0.005	200	2.576
0.01	100	2.326
0.025	40	1.96
0.05	20	1.645
0.1	10	1.282
0.15	6.667	1.036
0.2	5	0.842
0.25	4	0.674
0.3	3.33	0.524
0.35	2.857	0.385
0.4	2.5	0.253
0.45	2.222	0.126
0.5	2	0
0.55	1.818	-0.126
0.6	1.667	-0.253
0.65	1.538	-0.385
0.7	1.429	-0.524
0.75	1.333	-0.674
0.8	1.25	-0.842
0.85	1.176	-1.036
0.9	1.111	-1.282
0.95	1.053	-1.645
0.975	1.026	-1.96
0.99	1.01	-2.326
0.995	1.005	-2.576
0.999	1.001	-3.09

Sumber : Suripin, 2004

2.3.6. Metode Log Pearson III

Metode Log Pearson III umumnya digunakan untuk perhitungan hujan harian maksimum dalam menghitung debit banjir rencana dalam periode ulang tertentu (Erna *et al.*, 2021).

Penggunaan metode Log Pearson III menurut Shahrul (2021) terdiri atas 3 parameter penting, yaitu harga rata-rata, simpangan baku serta koefisien kemiringan.

Adapun prosedur penggunaan metode Log Pearson III adalah sebagai berikut :

1. Mengubah data kedalam bentuk logaritmis, $R = \text{Log } R$
2. Menghitung harga rata-rata :

$$\text{Log } R_t = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } R_i)}{n}$$

3. Menghitung harga simpangan baku :

$$S_R = \sqrt{\left[\frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } R_i - \text{Log } R_t)^2}{n - 1} \right]}$$

4. Menghitung koefisien kemiringan (C_s) :

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\text{Log } R_i - \text{Log } R_t)^3}{(n - 1)(n - 2)(S_R^3)}$$

5. Menghitung logaritma hujan dan banjir berdasarkan periode ulang T :

$$\text{Log } R_{Tr} = \text{Log } \bar{R} + K_{Tr} \times \text{Log } \bar{R}$$

Dengan:

$\text{Log } R_{Tr}$ = Nilai logaritma curah hujan dalam periode ulsng T tahun

$\text{Log } \bar{R}$ = Nilai rata-rata logaritma data R hasil pengamatan (mm)

R_{Tr} = Besarnya nilai curah hujan rencana periode ulang tertentu (mm)

R_i = Besarnya nilai rata-rata curah hujan (mm)

K_{Tr} = Faktor sifat dari distribusi Log Pearson III

C_s = Koefisien Kemiringan (*skewness*)

S_R = Standar Deviasi

n = Jumlah data pengamatan

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Tabel 2. 6 Nilai KTr pada distribusi Log Pearson III

Skew	return period in years						
coeff.	2	5	10	25	50	100	200
Cs or	exceedence probability						
Cw	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
3	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.908	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	0.0	0.8442	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Sumber : Triatmodjo, 2008

Metode Distribusi Log Pearson III tidak hanya memiliki faktor frekuensi reduksi untuk kemiringan positif tetapi juga faktor frekuensi reduksi untuk kemiringan negatif. Nilai KTr bisa dilihat pada tabel berdasarkan koefisien kemiringannya (Cs). Penggunaan metode Distribusi Log Pearson III tidak memiliki ciri khusus, penggunaan distribusi ini dapat digunakan apabila ketiga metode distribusi yang lainnya tidak memenuhi persyaratan untuk nilai koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck).



Tabel 2. 7 Nilai KTr pada distribusi Log Pearson III

Skew coeff.	return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
Cs or Cw	exceedence probability						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
-0.1	0.017	0.846	1.270	0.716	2000	2.252	2.482
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.24	1.324	1.383	1.424
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	0.268	0.808	0.97	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	0.341	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.80
-2.6	0.351	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.360	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.368	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.376	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3	0.384	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber : Triatmodjo,2008

2.3.7. Uji Kecocokan Data

Uji kecocokan data menurut Fauziah (2021) dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbandingan antara besar debit maksimal tahunan yang diamati dilapangan dengan hasil yang diperhitungkan. Kustamar (2019) mengatakan bahwa uji kecocokan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian data terhadap sebaran teoritis yang digunakan. Untuk analisis uji kecocokan dapat dilakukan dengan dua cara, yakni:

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat merupakan pengujian untuk menentukan persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili sampel data yang akan dianalisis dengan menggunakan parameter Chi-Kuadrat (Kustamar, 2019).

Uji Chi-Kuadrat menurut Triatmodjo (2008) menggunakan nilai χ^2 dengan persamaan berikut:

$$\chi^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

Dengan:

χ^2	=	Nilai Chi-Kuadrat terhitung
Ef	=	Frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
Of	=	Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama
N	=	Jumlah sub kelompok dalam satu grup

Untuk nilai χ^2 dapat terhitung harus lebih kecil dari nilai χ^2_{cr} (Chi Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu. Berikut persamaan untuk menghitung derajat kebebasan:

$$DK = K - (\alpha + 1)$$

Dengan:

DK	=	Derajat kebebasan
K	=	Banyaknya kelas
α	=	Banyaknya parameter untuk menguji Chi-Kuadrat

Adapun prosedur dalam uji Chi-Kuadrat menurut Kustamar (2019) sebagai berikut :

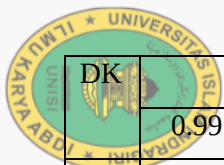
1. Mengurutkan data dari terbesar hingga terkecil atau sebaliknya
2. Mengelompokkan data menjadi N sub kelompok, minimal 4 sub kelompok tiap-tiap data pengamatan
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar Of tiap-tiap sub kelompok



4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar Ef
5. Tiap-tiap sub kelompok dihitung nilainya
6. Jumlahkan seluruh N sub kelompok untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat
7. Tentukan nilai derajat kebebasan (Dk)

Tabel 2. 8 Nilai Chi Kuadrat Kritik

DK	Distribusi X^2											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	0.000	0.004	0.016	0.064	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	0.020	0.103	0.211	0.446	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	9.210	13.815
3	0.115	0.352	0.584	1.005	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.34	16.268
4	0.297	0.711	1.064	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.27	18.465
5	0.554	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.07	15.08	20.517
6	0.872	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.64	12.59	16.81	22.457
7	1.239	2.167	2.833	3.822	4.671	6.346	8.383	9.803	12.01	14.06	18.47	24.322
8	1.646	2.733	3.890	4.594	5.527	7.344	9.524	11.03	13.36	15.50	20.09	26.425
9	2.088	3.325	4.168	5.380	6.393	8.383	10.65	12.24	14.68	16.91	21.66	27.87
10	2.558	3.940	6.179	6.179	7.267	9.342	11.78	13.44	15.98	18.30	23.20	29.58
11	3.053	4.575	5.578	6.989	8.148	10.34	12.89	14.63	17.27	19.67	24.72	31.26
12	3.571	5.226	6.304	7.807	9.034	11.34	14.01	15.81	18.54	21.02	26.21	32.90
13	4.107	5.892	7.042	8.634	9.926	12.34	15.11	16.98	19.81	22.36	27.68	34.52
14	4.660	6.571	7.790	9.467	10.82	13.33	16.22	18.15	21.06	23.68	29.14	36.12
15	5.229	7.261	8.547	10.30	11.72	14.33	17.32	19.31	22.30	24.99	30.57	37.69
16	5.812	7.962	9.312	11.15	12.62	15.33	18.41	20.46	23.54	26.29	32.00	39.25
17	6.408	8.672	10.08	12.00	13.53	16.33	19.51	21.61	24.76	27.58	33.40	40.79
18	7.015	9.390	10.86	12.85	14.44	17.33	20.60	22.76	25.98	28.86	34.80	42.31
19	7.633	10.11	11.65	13.71	15.35	18.33	21.68	23.90	27.20	30.14	36.19	43.82
20	8.260	10.85	12.44	14.57	16.26	19.37	22.77	25.03	28.41	31.41	37.56	45.31
21	8.897	11.50	13.24	15.44	17.18	20.37	23.85	26.17	29.61	32.67	38.93	46.79
22	9.542	12.33	14.04	16.31	18.10	21.33	24.93	27.30	30.81	33.92	40.28	48.26
23	10.19	13.09	14.84	17.18	19.02	22.33	26.01	28.42	32.00	35.17	41.63	49.72
24	10.85	13.84	15.65	18.06	19.94	23.33	27.09	29.55	33.19	36.41	42.98	51.17
25	11.54	14.61	16.47	18.94	20.86	24.33	28.17	30.67	34.38	37.65	44.31	52.62



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Tidak mengizinkan penyalinan atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Universitas Indragiri hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

DK	Distribusi X^2											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
26	12.19	15.37	17.29	19.82	21.79	25.33	29.24	31.79	35.56	38.88	45.64	54.05
27	12.87	16.15	18.11	20.70	22.71	26.33	30.31	32.91	36.74	40.11	46.96	55.47
28	13.56	16.92	18.93	21.58	23.64	27.33	31.39	34.02	37.91	41.33	48.27	56.89
29	14.25	17.70	19.76	22.47	24.57	28.33	32.46	35.13	39.08	42.55	49.58	58.30
30	14.95	18.49	20.59	23.36	25.50	29.33	33.53	36.25	40.25	43.77	50.89	59.70

Sumber : Triatmodjo, 2008

b. Uji Smirnov Kolgomorov

Uji kecocokan Smirnov Kolgomorov menurut Triatmodjo (2008) dalam pengujiannya tidak menggunakan distribusi tertentu tetapi memperhatikan kurva dan penggambaran data. Dalam pengujian, jenis distribusi yang dipilih dapat dilihat apabila jarak penyimpangan terbesar ialah nilai $D\Delta_{maks}$ dengan kemungkinan didapat nilai lebih kecil dari nilai $D\Delta_{kritis}$.

Adapun prosedur uji Smirnov-Kolgomorov menurut Kustamar (2019) adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data dari yang terbesar hingga terkecil atau sebaliknya. Kemudian menentukan besarnya peluang dari masing-masing data.
2. Menentukan nilai masing-masing peluang teoritisnya dari hasil persamaan distribusinya.
3. Menentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritisnya. $D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$.
4. Menentukan nilai D_0 berdasarkan tabel 2.10 nilai kritis Smirnov-Kolgomorov.

Tabel 2. 9 Nilai Δ_{kritis} uji Smirnov Kolmogorov

n	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



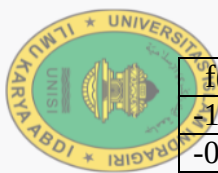
n	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,18	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$

Sumber: Triatmodjo, 2008

Untuk menentukan nilai peluang teoritis dapat dilihat berdasarkan tabel wilayah luas dibawah kurva normal sebagai berikut :

Tabel 2. 10 Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal

$z(t)$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0036	0,0034	0,0033	0,0032	0,0030	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0040	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0352	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0722	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170



f(t)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-1	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9278	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9899	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997

- Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
- Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 - Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

f(t)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

Sumber : Soewarno, 1995

2.3.8. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran menurut Adi (2017) diartikan sebagai perbandingan antara air yang mengalir dipermukaan tanah dengan air hujan yang terjadi. Besarnya nilai koefisien pengaliran sangat mempengaruhi besarnya debit banjir rencana. Hal ini sangat bergantung pada penggunaan lahan, jenis tanah serta topografi daerah pengaliran. Menurut Hasan (2021) koefisien pengaliran dipengaruhi oleh kondisi karakteristik sebagai berikut :

1. Kondisi hujan
2. Luas dan bentuk daerah pengaliran
3. Kemiringan daerah aliran
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
5. Tata guna lahan

Penentuan nilai koefisien pengaliran (C) ditentukan berdasarkan karakteristik daerah permukaan. Berikut tabel untuk nilai koefisien pengaliran :

Tabel 2. 11 Koefisien Aliran (C)

Tipe daerah aliran	Koefisien aliran (C)
Reremputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50-0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10-0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15-0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13-0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18-0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25-0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75-0,95
Daerah pinggiran	0,50-0,70



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tipe daerah aliran	Koefisien aliran (C)
Perumahan	
Daerah single family	0,30-0,50
Multii unit terpisah	0,40-0,60
Multi unit tertutup	0,60-0,75
Suburban	0,25-0,40
Daerah apartemen	0,50-0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50-0,80
Daerah berat	0,60-0,90
Taman,kuburan	0,10-0,25
Tempat bermain	0,20-0,35
Halaman kereta api	0,20-0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10-0,30
Jalan :	
Beraspal	0,70-0,95
Beton	0,80-0,95
Batu	0,70-0,85
Atap	0,75-0,95

Sumber : Triatmodjo,2008

2.4. Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan menurut Shahrul (2021) didefinisikan sebagai banyaknya hujan yang dihitung dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Selang waktu terjadinya hujan berbanding terbalik terhadap intensitas hujan,semakin singkat terjadinya hujan maka akan semakin tinggi intensitas curah hujannya. Namun, intensitas curah hujan memiliki keterkaitan yang berbanding lurus terhadap periode ulangnya.

Menurut Gunadarma (1997) data intensitas curah hujan digunakan dalam perhitungan debit rencana. Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan per jam. Untuk merubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan per jam, maka curah hujan

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

dikalikan dengan 60/5. Perhitungan intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan model Mononobe dengan rumus:

$$I = \left(\frac{R}{24}\right)\left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \text{ mm/jam}$$

Dengan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = curah hujan rancangan setempat (mm)

t_c = lama waktu konsentrasi (jam)

2.4.1. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi menurut Syahrul (2021) ialah waktu yang dibutuhkan ketika air yang telah jatuh mengalir dari titik terjauh hingga ke tempat saluran keluaran (titik kontrol).

$$t_c = \left[\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S}\right]^{0.385}$$

Dengan:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

S = Kemiringan daerah saluran sungai = H/L

2.4.2. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana menurut SNI (2415-2016) merupakan debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan dengan periode ulang tertentu. Menurut Triatmodjo (2008) Pada daerah tangkapan (DAS) kecil, umumnya menggunakan metode rasional dalam menghitung debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras. Berikut perhitungan analisa debit banjir menggunakan metode rasional dirumuskan:

$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A$$

Dengan

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/detik)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)



Menurut Shahrul (2021) dalam perencanaan drainase perkotaan dan jalan raya ditetapkan debit banjir maksimum dengan periode 5 tahun berdasarkan pada pertimbangan, yakni:

1. Resiko genangan yang timbul dari hujan relatif kecil bila dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan oleh meluapnya sebuah sungai
2. Lahan yang relatif terbatas apabila merencanakan saluran untuk menangani debit banjir maksimum dengan periode diatas 5 tahun
3. Daerah perkotaan dan jalan raya sering mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga saluran drainase turut mengalami perubahan.

2.4.3. Koefisien Kekasaran Manning

Koefisien kekasaran manning menurut Farid (2021) didefinisikan sebagai pengaruh koefisien kekasaran terhadap besarnya nilai kecepatan aliran air. Koefisien kekasaran berbanding terbalik terhadap kecepatan aliran, artinya semakin besar nilai koefisien kekasaran maka akan semakin kecil kecepatan aliran air.

Tabel 2. 12 Nilai Koefisien Kekasaran

Dr	n
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,1
Tanaman pangan/tegakan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,2
Padang rumput	0,4
Tanah gundul yang kasar dengan runtunan dedaunan	0,6
Hutan dan sejumlah Semak belukar	0,8

Sumber : Triatmodjo, 2008

Berdasarkan tipe-tipe saluran, baik saluran terbuka atau saluran tertutup nilai koefisien kekasaran manning (n) dapat mengacu pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. 13 Nilai Kekasaran Manning (n)

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga		
		minimum	normal	maksimum



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga		
		minimum	normal	maksimum
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,001	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluran pembuang	0,013	0,015	0,017
2	Tanah,lurus dan seragam			
	Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek,sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	Bersih berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

Sumber : Suripin, 2004

2.5. Analisis Hidraulika

Analisa hidraulika menurut Fauziah (2021) digunakan untuk menghitung besarnya kapasitas saluran drainase yang mampu menampung debit hidraulika. Menurut Hasan (2021) analisa hidraulika juga dapat dijadikan sebagai pedoman yang berkaitan dengan besarnya nilai dimensi saluran serta bangunan pelengkap dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran dengan saluran terbuka maupun saluran tertutup.

2.5.1. Analisa Kapasitas Saluran Drainase

Kapasitas saluran menurut Fauziah (2021) merupakan besar debit maksimal yang dapat ditampung oleh saluran. Adapun persamaan untuk menghitung kapasitas saluran, yakni:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot F_s$$

$$Q = V \cdot F_s$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{detik)}$$

$$V = \text{Kecepatan saluran (m/s)}$$

$$n = \text{Koefisien kekasaran}$$

$$R = \text{Jari-jari hidrolis (m)}$$

$$S = \text{Kemiringan saluran}$$

$$I = \text{Intensitas hujan (mm)}$$

$$F_s = \text{Luas penampang basah (m}^2\text{)}$$

2.5.2. Bentuk Penampang Saluran Drainase

Potongan melintang untuk saluran yang paling ekonomis menurut Erna *et al* (2021) ialah saluran yang mampu menampung debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Menurut Hasan (2021) terdapat faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk penampang saluran yaitu :

1. Tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan tanah
2. Kemampuan pengaliran dengan memperhatikan bahan saluran
3. Kemudahan pembuatan dan pemeliharaan

Menurut Halim (2012) untuk mengalirkan debit saluran yang sama dengan debit akibat hujan, terdapat beberapa jenis saluran berdasarkan bentuk penampangnya yaitu:

1. Saluran penampang persegi

$$\text{Luas tampang saluran (Fs)} = b \times h$$

$$\text{Keliling basah (Ps)} = b + 2h$$

$$\text{Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{F_s}{P_s}$$

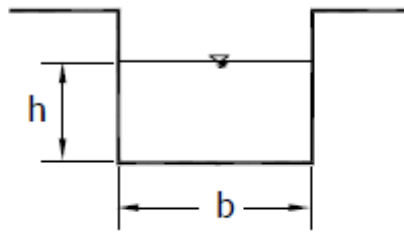
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 7 Penampang Persegi
Sumber : (Kustamar, 2019)

Dengan :

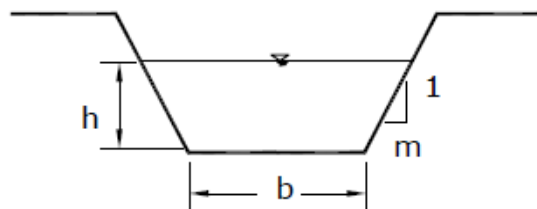
b	=	Lebar dasar saluran (m)
h	=	Kedalaman air di saluran (m)
R	=	Jari-jari hidrolis (m)
Ps	=	Keliling basah saluran (m)
Fs	=	Luas penampang basah (m^2)

2. Saluran penampang trapesium

$$\text{Luas tampang saluran (Fs)} = (b + m \times h) h$$

$$\text{Keliling basah (Ps)} = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$\text{Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{Fs}{Ps}$$



Gambar 2. 8 Penampang Trapesium
Sumber : (Kustamar, 2019)

Dengan :

b	=	Lebar dasar saluran (m)
h	=	Kedalaman air di saluran (m)
R	=	Jari-jari hidrolis (m)
Ps	=	Keliling basah saluran (m)
A	=	Luas penampang basah (m^2)
m	=	Kemiringan saluran

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

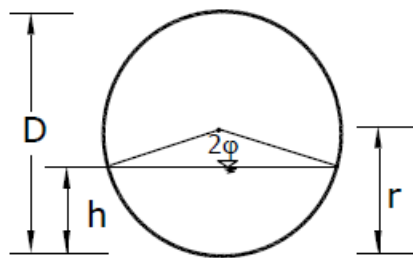
3. Saluran penampang lingkaran

$$\text{Luas tampang saluran (A)} = r^2(\varphi - \frac{1}{2} \sin 2\varphi)$$

$$\text{Keliling basah (Ps)} = 2\varphi r$$

$$\text{Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{Fs}{Ps}$$

$$\text{Kedalaman air (h)} = r(1 - \cos\varphi)$$



Gambar 2. 9 Penampang Lingkaran
Sumber : (Kustamar, 2019)

Dengan :

- b = Lebar dasar saluran (m)
- h = Kedalaman air di saluran (m)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- Ps = Keliling basah saluran (m)
- D = Diameter saluran (m)
- φ = dalam radian

2.6. Software Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS versi terbaru saat ini, Versi 4.1, beredar sejak Januari 2010. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi:

- 1) hitungan profil muka air aliran permanen
- 2) simulasi aliran tak permanen

- 3) hitungan transpor sedimen, dan
- 4) hitungan kualitas air.

Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan (Istiarto, 2014).

Analisa hidraulika menggunakan *software* HEC-RAS dilakukan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat file project baru

Langkah ini dilakukan dengan membuat folder baru, nama file serta meletakkan lokasi file yang akan disimpan di direktori yang diinginkan.

2. Menginput geometri data

Langkah ini dilakukan dengan memasukkan data arah aliran, panjang saluran, kekasaran manning, koefisien ekspansi, jarak jangkauan serta batas saluran

3. Memasukkan data aliran dan kondisi batas

Langkah ini dilakukan dengan memasukkan data aliran serta nilai debit banjir rencana yang telah dihitung

4. Hasil perhitungan *software* HEC-RAS

Langkah ini dilakukan untuk melihat hasil *output* pada perhitungan dengan mengklik tombol View.

2.7. Penelitian Terdahulu

Penulis memaparkan beberapa penelitian yang relevan tentang analisis normalisasi saluran drainase yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun pemaparannya antara lain:

- a. Vigianto (2014) melakukan penelitian "*Analisis Normalisasi Saluran Drainase Kecamatan Kota di Kabupaten Tuban*" untuk membandingkan antara kapasitas eksisting pada saluran di Kecamatan Kota Tuban dengan besar debit rancangan yang dihitung berdasarkan analisis hujan rancangan dengan metode distribusi Log-Pearson tipe III untuk kala 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Dari hasil analisis kemudian dilakukan perencanaan penanggulangan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran di Kota Tuban ini sudah kurang memadai untuk menerima debit rancangan

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

yang ada, dari 2 saluran yang direncanakan untuk T_2 , T_5 dan T_{10} tahun, terdapat 3 saluran dengan perencanaan kapasitas dimensi saluran dan profil saluran menggunakan kala ulang 5 tahun karena akan lebih efektif.

- b. Rizky & Malik (2017) melakukan penelitian “*Analisis Normalisasi Saluran Drainase Primer Studi Kasus : Sungai Badera Kota Medan*” untuk membandingkan antara debit eksisting saluran dengan debit rencana yang dihitung berdasarkan analisis hujan rancangan distribusi Log-Pearson III dengan periode ulang 10 tahun. Debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan metode rasional. Dari hasil analisis terhadap 3 titik penampang saluran yang ditinjau, terdapat 2 titik yang kapasitasnya tidak memenuhi syarat atau tidak dapat mengalirkan debit banjir secara maksimal yaitu pada saluran di jalan Seroja dan jalan Pemasarakatan. Pada saluran jalan Seroja debit saluran eksisting adalah $3,98 \text{ m}^3/\text{det}$ sementara debit banjir Q_{10} sebesar $14,39 \text{ m}^3/\text{det}$. Untuk saluran jalan Pemasarakatan debit eksisting adalah $13,77 \text{ m}^3/\text{det}$ sementara debit banjir Q_{10} sebesar $20,804 \text{ m}^3/\text{det}$. Untuk mengatasi banjir dilakukan perbaikan saluran melalui penambahan dimensi saluran. Pada saluran jalan Seroja didesain dengan dimensi $h = 1,3 \text{ m}$, $b = 4 \text{ m}$ sedangkan pada saluran jalan Pemasarakatan $h = 1,9 \text{ m}$, $b = 6 \text{ m}$.
- c. Ade (2017) melakukan penelitian “*Redesign Saluran Drainase Studi Kasus Jalan Tanjung Harapan Kecamatan Tembilahan*” untuk mendesain ulang dimensi saluran disebabkan saluran yang ada tidak mampu menampung debit banjir rencana. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencari debit saluran dan menganalisa kondisi saluran drainase. Berdasarkan hasil penelitian didapat debit banjir rencana sebesar $0,456 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan desain dimensi saluran yang mampu menampung debit banjir rencana berbentuk persegi empat dengan jagaan = 0,21 meter, tinggi muka air = 0,49 meter, tinggi total = 0,7 meter dan lebar 0,5 meter.
- d. Fauziah (2021) melakukan penelitian “*Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dengan menggunakan software HEC-RAS 4.10 dan EPA SWMM 5.1*” untuk menganalisis kapasitas saluran drainase di pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara. Penelitian ini menganalisis perbedaan hasil *running analysis* menggunakan software HEC-RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1 agar ditemukan solusi permasalahan dalam mengantisipasi banjir. Distribusi yang memenuhi persyaratan dalam penelitian ialah menggunakan analisa hidrologi metode Log-Pearson tipe III dengan kala ulang 1, 2, 5 serta 10 tahun.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Berdasarkan analisis *software* HEC-RAS dan EPA SWMM terdapat titik-titik banjir yang tersebar pada Pusat Kota Jepara yang disebabkan kinerja kapasitas saluran drainase. Hasil analisa hidraulika diketahui bahwa kapasitas saluran drainase yang ada tidak mampu menampung debit banjir rencana, terdapat perbedaan hasil *running* antara *software* HEC-RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1. Solusi yang ditawarkan dari hasil penelitian ini dengan melakukan perencanaan ulang drainase yaitu dengan merubah elevasi serta dimensi yang mengalami banjir dengan kala ulang 10 tahun.

- e. Wandra (2022) melakukan penelitian “*Analisis Sistem Drainase Studi Kasus : Jalan Depati Parbo Kota Sungai Penuh*” untuk menganalisis kondisi kapasitas saluran drainase yang ada di jalan Depati Parbo dengan banjir yang terjadi di ruas jalan Depati Parbo Kota Sungai Penuh agar diperoleh solusi yang baik bagi sistem saluran drainase di jalan Depati Parbo Kota Sungai Penuh. Nilai curah hujan rencana yang dihitung berdasarkan analisis hujan rancangan distribusi Log-Pearson III kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Penelitian ini menggunakan bantuan *software* HEC-RAS. Berdasarkan hasil dari simulasi menggunakan bantuan *software* HEC-RAS saluran drainase pada jalan Depati Parbo yang dibagi menjadi dua lokasi yakni lokasi 1 dan lokasi 2 tidak dapat menampung debit aliran rencana pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Solusi yang ditawarkan dalam pengendalian banjir yaitu dengan memperbesar dimensi saluran. Pada lokasi 1, untuk simulasi satu saluran didapatkan dimensi pada bagian hulu menjadi 1 x 2 m, pada bagian tengah 1 x 2,5 m dan bagian hilir 1 x 1,5 m. Untuk lokasi 2 dimensi hulu menjadi 1 x 2,5 m, bagian tengah 1 x 2,5 m dan bagian hilir menjadi 1 x 2 m. Untuk simulasi dua saluran didapatkan ukuran dimensi pada lokasi 1 yaitu 1 x 1,5 m. Sementara untuk lokasi 2 ukuran dimensi yang diperoleh 1 x 1,7 m untuk bagian hulu hingga bagian Tengah dan 1 x 1,5 m untuk saluran dari bagian tengah ke hilir.