



Analisis Kapasitas Sistem Saluran Drainase (Studi Kasus Drainase Jalan Siliwangi Kota Batam)

^{1,*} Rico Winardo, ² Indrastuti

^{1,2} Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Kota Batam, 29442, Indonesia

Corresponding Author: * 1911028.rico@uib.edu

Abstract

Batam City is one of the cities in the Riau Archipelago Province with the largest population growth. Along with the development of the city and the increase in population, the need for public facilities and infrastructures also need to be developed, such as on Jalan Siliwangi. Jalan Siliwangi is one of the roads in the Batu Besar area, Nongsa sub-district in Batam city which is experiencing problems with the drainage system. Drainage is a technical measure to prevent excess water due to high rainfall intensity and drain it to a collection point. Rainfall intensity is a condition where rain is highly concentrated and occurs at a certain time. This research was conducted to know whether the Siliwangi Road drainage channel is working optimally so that it can accommodate water during high rainfall. This analysis uses the Gumbel method using extreme values. The extreme values of rain intensity that will be taken into account are several return periods, namely 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years. The calculated channel discharge using location data is $Q = 0.5637$ m³/second, while the planned discharge calculated using rainfall data is $Q = 2.064$ m³/second. From the results of the analysis of the dimensions of the planned canal found in the field, it does not meet the design capacity so waterlogging occurs, where the height and width of the planning canal are larger. By using the frequency distribution formula of the Gumbel and Log Person Type III methods for the calculation and application of parameters related to the analysis of average data, standard deviation, and determining the frequency of rainfall for the T-year return period in the discussion above, it can be concluded that the drainage channel on Jalan Siliwangi Batam unable to prevent inundation or flooding during high rainfall.

Keywords: discharge, drainage, stagnant water

Abstrak

Kota Batam merupakan salah satu kota di Provinsi Kepulauan Riau dengan pertumbuhan penduduk terbesar. Seiring dengan berkembangnya kota dan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan sarana dan prasarana publik juga perlu dikembangkan seperti pada Jalan Siliwangi. Jalan Siliwangi merupakan salah satu jalan daerah Batu Besar, kecamatan Nongsa di kota Batam yang mengalami masalah pada sistem saluran drainase. Drainase merupakan suatu tindakan teknis untuk mencegah kelebihan air akibat intensitas curah hujan yang tinggi dan mengalirkan ke titik penampungan. Intensitas curah hujan merupakan keadaan dimana hujan sedang berkonsentrasi tinggi dan terjadi pada suatu kurun waktu. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah saluran drainase Jalan Siliwangi sudah berkerja dengan optimal sehingga mampu menampung air disaat tingginya curah hujan. Analisis ini menggunakan metode Gumbel dengan menggunakan nilai ekstrim. Nilai ekstrim dari intensitas hujan yang akan diperhitungkan terdapat beberapa periode ulang yaitu 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Debit saluran hasil perhitungan dengan data dilokasi adalah $Q = 0.5637$ m³/ detik, sedangkan debit rencana hasil perhitungan data curah hujan adalah $Q = 2,064$ m³/ detik. Dari hasil analisa dimensi saluran rencana yang terdapat pada lapangan tidak memenuhi kapasitas rencana sehingga terjadinya genangan air, dimana tinggi dan lebar saluran perencanaan lebih besar. Dengan digunakan rumus distribusi frekuensi cara Gumbel dan Log Person

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

Type III untuk perhitungan dan penerapan parameter yang berkaitan dengan analisis data rata – rata, simpangan baku, dan penentuan frekuensi curah hujan periode ulang T tahun pada pembahasan diatas, dapat disimpulkan saluran drainase di Jalan Siliwangi Batam tidak mampu mencegah terjadinya genangan maupun banjir saat curah hujan tinggi.

Kata kunci: debit, genangan, drainase

1. Pendahuluan

Kota Batam merupakan kota dengan pertumbuhan penduduk terbesar di Provinsi Kepulauan Riau. Salah satu julukan Kota Batam yaitu kota pariwisata. Seiring dengan berkembangnya kota dan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan sarana dan prasarana publik juga perlu dikembangkan. Sarana dan prasarana yang dibangun oleh pemerintah demi mendukung aktivitas kehidupan masyarakatnya yang hidup bersama dalam suatu tempat maupun daerah tertentu agar masyarakat dapat membantu dalam beraktivitas sehari-hari [2].

Jalan Siliwangi merupakan salah satu jalan di kelurahan Batu Besar, kecamatan Nongsa di kota Batam yang mengalami masalah sistem saluran drainase. Permasalahan yang muncul di daerah ini adalah Banjir pada saat curah hujan sedang tinggi, dan terdapat genangan air saat curah hujan rendah. hujan badai telah sering kali menyebabkan berbagai tingkat kerusakan fungsi perkotaan, tatanan sosial, sumber daya, dan lain-lain, yang telah membawa ketidaknyamanan pada rutinitas masyarakat dan berpergian [10]. Melihat permasalahan yang muncul akibat hujan dan juga sikap *developer* yang kurang peduli terhadap aksesibilitas perumahan, misalnya

membuat parit tanpa menggunakan saluran *precast*.

Drainase merupakan suatu tindakan teknis untuk mencegah kelebihan air dan mengalirkan ke titik penampungan, Drainase juga dapat mencegah kerusakan pada tanah dengan mengontrol kualitas air tanah [3]. Genangan air di permukaan jalan dapat memperlicin jalan sehingga kendaraan tidak dapat laju dan resiko kecelakaan beroda dua sangat tinggi. Bila genangan air terus terjadi akan melemahkan Tanah dasar dan perkerasan, sehingga menyebabkan kerusakan akibat lalu lintas jalan [12].

Sistem drainase yang komprehensif dapat mengantisipasi banjir dan genangan air dengan desain sederhana agar dapat lebih mudah dalam upaya pemeliharaan [5]. Tujuan dari pada sistem drainase adalah untuk mengalirkan air hujan kepada pembuangan supaya tidak tergenang. Apabila dibiarkan dalam kondisi tergenang terus menerus, maka dapat kerusakan pada konstruksi jalan tidak terhindarkan, dan salah satu solusinya adalah menyediakan saluran drainase pada pinggir jalan. Genangan air yang terjadi saat curah hujan tinggi dan kendaraan berbeban berat yang bukan semestinya dilewati dapat menimbulkan berbagai masalah seperti retakan sehingga jalan dapat berlubang pada

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

permukaan jalan [6]. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai permasalahan genangan air yang terdapat di Jalan Siliwangi, Kelurahan Batu Besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah saluran drainase Jalan Siliwangi sudah berkerja dengan optimal sehingga mampu menampung air pada saat curah hujan tinggi.



Gambar 1. Jalan Siliwangi Sumber: (Survey Lapangan)

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Informasi yang diperoleh hingga data yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini dengan cara pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer yaitu hasil tinjau pada Jalan Siliwangi dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Jalan Siliwangi depan perumahan Bida Asri 3, mempunyai satu tipe saluran yaitu saluran *u-ditch* atau biasa disebut saluran tipe u dapat dilihat pada Gambar 2. Bentuk penampang pada tipe saluran drainase ini dapat menampung debit air dengan jumlah air yang besar sehingga dapat mengalirkan air sampai kepada penampungan, ukuran saluran hasil tinjauan ditampilkan pada Gambar 3. Data sekunder yaitu data curah hujan yang diperoleh pengamatan dari tahun 2012 hingga tahun 2021 dilakukan selama 10 tahun untuk dianalisis dan penulis hanya menampilkan data curah hujan maksimum yang sudah dirangkum dapat dilihat pada Tabel 1. Data curah hujan maksimum berasal dari Stasiun BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) pada Stasiun Hang Nadim Batam.



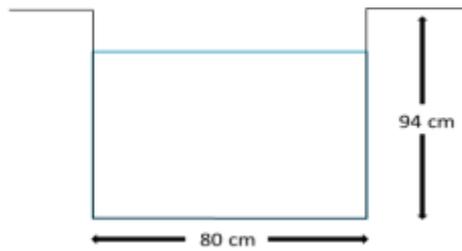
Gambar 2. Saluran u-ditch Sumber: (Survey Lapangan)

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2012	357.1
2013	386.3
2014	298.5
2015	218.6
2016	439.1
2017	483.6
2018	360.9
2019	367.8
2020	357.0
2021	640.3

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023



Gambar 3. Dimensi Saluran lokasi penelitian Sumber :
(Gambar menggunakan AutoCAD)

2.2. Metode Analisis

Penelitian dilakukan dengan cara menganalisis hidrologi pada data curah hujan dan menghitung debit aliran pada saluran drainase untuk dicocokkan dengan yang di lapangan apakah sudah sesuai perhitungan. Untuk itu penulis akan menggunakan persamaan Manning yang sering digunakan oleh peneliti dalam memperoleh kapasitas aliran dengan menghitung kecepatan dan koefisien kekasarannya. Untuk mencari curah hujan maksimum digunakan metode distribusi Gumbel. Metode ini umumnya digunakan untuk data bernilai ekstrim seperti gempa, suhu, curah hujan, dan banjir, dan yang terakhir menggunakan Metode *Log Pearson Tipe – III* berupa model matematika untuk mencari logaritma hujan rencana dengan periode ulang T .

2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terdapat pada Jalan Siliwangi, Kecamatan Nongsa kota Batam. Lokasi penelitian tepat berada didepan beberapa perumahan yaitu perumahan Green Nongsa City, Devely Residence, perumahan Puri Sasmaya, hingga perumahan Bida Asri 3. Metode penelitian yang digunakan untuk meneliti bersifat deskriptif kuantitatif,

menyesuaikan dengan situasi dan kondisi dilapangan. Data memiliki peran sangat penting sebagai bahan penelitian hipotesis. Pengumpulan data digunakan beberapa teknik yaitu studi literatur yang didapatkan referensi dari buku berisi tentang dasar teori disertakan rumus-rumus, survey lapangan secara realtime keadaan sebenarnya di lapangan, pengumpulann data primer yaitu dimensi saluran drainase, pengumpulan data sekunder yaitu data curah hujan dari tahun 2012 – 2021 dapat diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam. Lokasi Penelitian yang dilaksanakan adalah di Jalan Siliwangi Batam ini berada di Kecamatan Nongsa daerah Batu Besar dan letak koordinat yaitu $1^{\circ}09'11,3''$ LU $104^{\circ}07'03,0''$ BT sesuai pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Penelitian Sumber: (Gambar menggunakan Google Map, 2022)

2.4. Metode Analisis Distribusi Frekuensi

Pada saat air hujan berada di permukaan tanah akan bergerak secara merata mengalir ke dataran lebih rendah [7]. Pada permukaan tanah air mengalami infiltrasi, keadaan dimana air meresap kedalam lapisan tanah. Infiltrasi air tanah kearah muka air terendah dengan bantuan sungai dapat mengalir ke danau dan laut. Dalam menghitung curah hujan rencana

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

dapat menggunakan *Normal Distribution*, *Log Normal Distribution*, *Log Pearson III Distribution*, dan *Gumbel Distribution*.

2.5. Perhitungan Frekuensi Data Curah Hujan

Tipe distribusi dapat ditentukan dari parameter data statistik dari kejadian yang telah lalu yaitu Parameter Cs, Cv dan Ck. Data hujan dari Stasiun BMKG Hang Nadim Batam untuk melakukan Analisis frekuensi [8]. Dalam menentukan jenis distribusi agar penulis dapat menentukan suatu rangkaian data cocok tipe distribusi atau tidak cocok untuk distribusi lain, syarat pemilihan distribusi dengan menghitung parameter Cs, Cv dan Ck, memilih macam analisis distribusi frekuensi yang digunakan sehingga timbulah berbagai rumus koefisien[9].

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} \quad (1)$$

$$Cs = \frac{n \cdot \Sigma(X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^2} \quad (2)$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \cdot \Sigma(X - \bar{X})^4}{S^4} \quad (3)$$

$$S_x = \frac{\Sigma fi(X - \bar{X})^2}{n-1} \quad (4)$$

Koefisien Variasi (Cv) adalah nilai yang dicari untuk membandingkan antara nilai rata-rata intensitas hujan (\bar{X}) dengan deviasi standar (s), semakin besar nilai variasi berarti kurang meratanya data, dan semakin kecil nilainya semakin merata. Koefisien kepengcengan/*skewness* (Cs) adalah nilai yang dicari derajat tidak simetris dapat dihitung dengan jumlah data sampel (n) dan nilai curah hujan (X). Koefisien kepuncakan/*curtosis* (Ck) untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi. Penulis dapat menentukan jenis mana yang data hasil perhitungan cocok untuk di distribusi perhitungan parameter. Apabila nilai Cv sama

dengan 0 dan Ck sama dengan 3 maka menggunakan metode distribusi normal. Untuk menggunakan distribusi log normal, nilai cs sama dengan 3 dan ck sama dengan 5,383. Kemudian jika Cs dibawah atau sama dengan 1,1396 dan Ck dibawah atau sama dengan 5,4002 maka menggunakan distribusi *Gumbel*.

2.6. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan keadaan dimana hujan sedang berkonsentrasi tinggi dan terjadi pada suatu kurun waktu konsentrasi (t). Curah hujan dapat dirancangan maksimum dalam waktu 24 jam setempat dan dinotasikan dengan (R24). Data curah hujan pada masa lampau dapat digunakan untuk analisis intensitas. Intensitas curah hujan bernotasi huruf (I) memiliki satuan mm/jam, dimana tinggi curah hujan dalam sekian mm dikurun waktu satu jam [10]. Dr. Mononobe telah merumuskan Intensitas Curah Hujan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \text{ mm/jam} \quad (5)$$

2.7. Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Perhitungan debit rencana maksimum dinotasi dengan (Q) untuk daerah perkotaan dapat menggunakan metode rasional dan umumnya dikehendaki untuk dapat mengalirkan air dengan jumlah besar agar tidak terjadi genangan air. Metode ini menggunakan data 1) hujan merata diluas daerah tangkapan bernotasi (A), 2) intensitas hujan bernotasi (I) dengan lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi, 3) Nilai koefisien pengaliran (C) dapat dilihat dari Tabel 2. Mengetahui hubungan koefisien aliran berdasarkan jenis daerah dengan intensitas hujan dalam perhitungan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

debit rencana [11]. Persamaan metode rasional adalah:

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (6)$$

Tabel 2. Koefisien aliran permukaan

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1.	Daerah perdagangan	
	- Perkotaan (down town)	0,70-0,90
	- Pinggiran	0,50-0,70
2.	Permukiman	
	- Perumahan satu keluarga	0,30-0,50
	- Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,40-0,60
	- Perumahan berkelompok, bersambungan	0,25-0,40
	- Suburban	0,50-0,70
	- Daerah apartemen	
3.	Industri	
	- Daerah industri ringan	0,50-0,80
	- Daerah industri berat	0,60-0,90
4.	Taman, pekuburan	0,10-0,25
5.	Tempat bermain	0,20-0,35
6.	Daerah stasiun kereta api	0,20-0,40
7.	Daerah belum diperbaiki	0,10-0,30
8.	Jalan	0,70-0,95
9.	Bata	
	- Jalan, hamparan	0,75-0,85
	- Atap	0,75-0,95

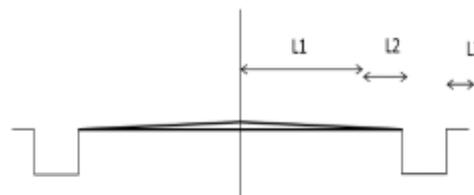
Sumber: (Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006)

2.8. Luas Daerah Pengaliran

Dalam menghitung kapasitas saluran, perlu dilakukan pengukuran pada luas daerah hujan (catchment area) untuk perencanaan saluran samping jalan demi menyalurkan curah hujan dalam waktu tertentu (intensitas hujan), sehingga mendapatkan nilai debit limpasan.

Luas penampang daerah dinotasi (A) seperti pada Gambar 5. L1 dan L2 lebar jalan, L3 tergantung dari terrain dilapangan dapat mempengaruhi pengaliran ditentukan dengan titik tertinggi pada bagian kiri kanan jalan berupa alur dan panjang daerah pengaliran (Lt) [12]. Maka didapatkan luas daerah tangkapan seperti pada Gambar 5.

$$(A) m^2 = Lt (L1 + L2) \quad (7)$$



Gambar 5. Catchment Area Sumber: (Gambar menggunakan AutoCAD)

2.9. Kapasitas Pengaliran (*Run off*) dan Saluran (Q Ukuran)

Besaran debit drainase di perkotaan dapat ditetapkan menggunakan metode rasional. Relatif luasan pada daerah aliran tidak luas, dapat kehilangan air sedikit dan waktu konsentrasi relatif pendek. Kapasitas aliran yang dipenuhi dengan air akan dialirkan melalui saluran drainase sampai ketitik permukaan air terendah. Debit hujan yang dianalisa demi mencari dimensi saluran. Menghitung debit saluran dengan mengetahui dimensi saluran dan dalam rumus manning digunakan persamaan:

$$Q = V \cdot A \quad (8)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (9)$$

Maka debit yang mengalir dapat dicari

$$Q = A \times \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (10)$$

Informasi Artikel

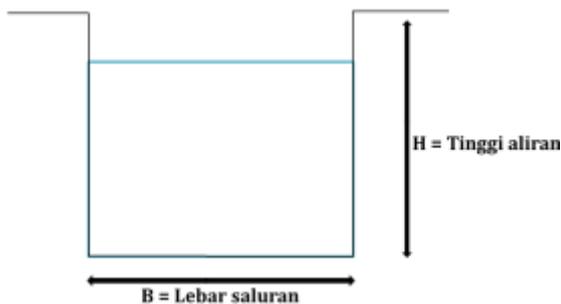
Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

Debit aliran (Q) yang dicari untuk mengetahui dimensi saluran rencana. Perlu diketahui kecepatan air mengalir (V) dalam sebuah penampang (m/s), Luas penampang (A), Jari-jari (R) dan, Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (S) agar dapat melakukan perhitungan debit yang mengalir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Bentuk Penampang Saluran Pada Lokasi

Saluran berbentuk empat persegi panjang yang ditampilkan pada Gambar 6. Berfungsi untuk menampung hingga mengalir ke drainase primer lalu kembali ke sungai dan akhirnya dibuang ke laut. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil.



Gambar 6. Saluran Bentuk Empat Persegi Panjang
Sumber: (Gambar menggunakan AutoCAD)

3.2. Analisis Hidrologi

Hasil rangkum yang akan ditampilkan penulis adalah data curah hujan maksimum dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam dimulai dari tahun 2012 sampai tahun 2021. Dengan data intensitas curah hujan maksimum disetiap tahunnya akan digunakan untuk perhitungan intensitas hujan

3.3. Perhitungan Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah ketinggian hujan yang dapat dihitung dengan menghubungkan durasi terjadinya hujan dimana air sedang terkonsentrasi. Dengan adanya durasi dapat dicari intensitas hujan dengan menggunakan rumus Mononobe. Berikut perhitungan intensitas curah hujan pada tahun 2012 sampai tahun 2021[13].

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \text{ mm/jam} \quad (11)$$

Diketahui bahwa R24 merupakan curah hujan selama 24 jam (mm/jam). Untuk curah hujan maksimum dan hasil perhitungan intensitas hujan dari 2012 sampai 2021 berdasarkan rumus diatas, ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas Hujan

Tahun	Curah Hujan Maksimum	Intensitas Hujan
2012	357.1	8.077
2013	386.3	8.738
2014	298.5	6.752
2015	218.6	4.945
2016	439.1	9.933
2017	483.6	10.93
2018	360.9	8.163
2019	367.8	8.32
2020	357.0	8.075
2021	640.3	14.488
Σ Intensitas Hujan (mm/jam)		88.416

Tabel 3 menunjukkan tingkat curah hujan selama 10 tahun terakhir di kota Batam yang tercatat di

Informasi Artikel

kantor Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam.

Pada tahun 2021 tercatat mengalami curah hujan tertinggi sebesar 640.3 mm, dan terjadi pada bulan Januari, sehingga curah hujan maksimum dapat disimpulkan dari tahun tersebut.

3.4. Analisis Distribusi Frekuensi Cara Gumbel

Perhitungan distribusi cara Gumbel ditampilkan pada Tabel 4 [14]. Dan data dianalisis dengan mengurutkan data dari yang terbesar hingga data terkecil.

Tabel 4. Pehitungan Distribusi Cara Gumbel

No.	X (mm)	X ²
1	640.3	409,984.1
2	483.6	233,869
3	439.1	192,7808.8
4	386.3	147,227.7
5	367.8	135,276.8
6	360.9	130,248.8
7	357.1	127,520.4
8	357	127,449
9	298.5	89,102.25
10	218.6	47,785.96
N	ΣX=3909.2	ΣX ² =1,643,273

Untuk mengetahui nilai standar deviasi perlu dibuat tabel perhitungan Standar Deviasi yang ditampilkan pada Tabel 5:

Tabel 5. Perhitungan Curah Hujan Max Rata – Rata

No.	Tahun	X(mm)	(X- \bar{X})	(X- \bar{X}) ²
1	2012	357.1	-33.82	1143.79
2	2013	386.3	-4.62	21.34
3	2014	298.5	-92.42	8541.45
4	2015	218.6	-172.32	29694.18
5	2016	439.1	48.18	2321.31
6	2017	483.6	92.68	8589.58
7	2018	360.9	-30.02	901.20
8	2019	367.8	-23.12	534.53
9	2020	357.0	-33.92	1150.56
10	2021	640.3	249.38	62190.8
n				ΣX= 115088.356

Reduse standar deviasi (Sn) berasal dari banyaknya sampel (n) pada Tabel 5. Standar Deviasi didapatkan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (12)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{115088.356}{10-1}}$$

$$S_x = 113.082249$$

Penulis telah menentukan jenis distribusi dengan data cocok untuk di distribusi dari hasil perhitungan parameter Cs = 0.044, Cv = 0.289 dan Ck = 2.999. Distribusi menggunakan metode cara *Gumbel* dan *Log Pearson III*. Nilai ekstrim dari intensitas hujan akan dimasukan kedalam perhitungan dengan beberapa periode ulang yaitu periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Berikut ini merupakan hasil perhitungan pada periode ulang 2 tahun.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

$$X_t = X_r + (K.Sx) \tag{13}$$

Untuk perhitungan periode ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 yang ditampilkan pada Tabel 6 berdasarkan rumus periode ulang (X_t) diatas:

Tabel 6. Perhitungan Periode Ulang

Periode Ulang(T)	Y _t	Curah Hujan Max(rata-rata)	$\frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$	$X_t = X_r + (K.Sx)$
2	0.3665	390.92	-0.1355	375.59
5	1.4999	390.92	1.0580	510.56
10	2.2503	390.92	1.8482	599.92
25	3.1985	390.92	2.8467	712.84
50	3.9019	390.92	3.5875	796.60
100	4.6001	390.92	4.3227	879.74

3.5. Analisis Distribusi Frekuensi Cara Log Pearson III

Dengan menggunakan perhitungan distribusi frekuensi cara *log pearson tipe III*, dapat menghitung harga rata-rata dari logaritma curah hujan, dan juga mendapatkan curah hujan rancangan kala ulang yang ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Log Pearson Type III

Tahun	X	LogX	$(\text{Log } X - \text{log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3$
2012	357.1	2.552	0.000554652	1.30627E-05
2013	386.3	2.586	0.000112017	1.18556E-06
2014	298.5	2.474	0.010281265	0.001042485
2015	218.6	2.339	0.056022513	0.013260011
2016	439.1	2.642	0.004385423	0.000290414
2017	483.6	2.684	0.011695424	0.001264806
2018	360.9	2.557	0.000359255	6.80933E-06
2019	367.8	2.565	0.000115115	1.23509E-06

2020	357	2.552	0.000560396	1.32661E-05
2021	640.3	2.806	0.052919594	0.01217376

Dengan tabel 7 penulis dapat menghitung nilai rata-rata Log X, S Log X (deviasi standar dari Log), dan nilai Cs untuk mencari nilai T pada tabel Frekuensi KT. Dengan data hasil perhitungan akan dipakai penulis untuk digunakan rumus logaritma untuk mencari debit hujan rencana dapat dilihat pada tabel 8, dengan periode ulang T (Log X_i), Sebagai berikut:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = 2.576 \tag{14}$$

$$S \text{ Log } X = \frac{\sum (\text{Log } X - \text{log } \bar{X})^2}{n-1} = 0.12338 \tag{15}$$

$$C_s = \frac{n \times \sum (\text{Log } X - \text{log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3} = 0.0448 \tag{16}$$

Tabel 8. Perhitungan Debit hujan Rencana Periode Ulang

No	Tahun	$\text{Log } X_{\text{tahun}} (\text{Log } \bar{X} + (KT \times S \text{ Log } X))$	X_{tahun}
1	2	$2.576 + (-0.00748 \times 0.12338)$	376.2 m ³ /detik
2	5	$2.576 + (0.8393 \times 0.12338)$	478.51 m ³ /detik
3	10	$2.576 + (1.2864 \times 0.12338)$	543.323 m ³ /detik
4	25	$2.576 + (1.7659 \times 0.12338)$	622.614 m ³ /detik
5	50	$2.576 + (2.0773 \times 0.12338)$	680.2054 m ³ /detik
6	100	$2.576 + (2.3585 \times 0.12338)$	736.7749 m ³ /detik

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

3.6. Menghitung Debit

Arah aliran air drainase di Jalan Siliwangi ini hanya mengarah ke satu arah saja. Penulis melakukan penelitian langsung di lapangan sehingga mendapatkan data ukuran saluran di Jalan Siliwangi dengan Lebar saluran 0,8 meter. Drainase di Jalan Siliwangi ini terbuat dari lapisan beton *precast* berbentuk saluran u. Untuk koefisien Manning (n) didapat bernilainya 0.018 dikarenakan beton kurang halus dan sambungan kurang rata.

Tinggi basah saluran (h) = 0,94 meter

Koefisien manning (n) = 0.018

Slope diasumsikan (S) = 0.001

Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned} A &= B \times h \\ &= 0,8 \times 0,94 \\ &= 0,752 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (17)$$

Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= B + 2h \\ &= 0,8 + (2 \cdot 0,94) \\ &= 2,68 \text{ m} \end{aligned} \quad (18)$$

Jari jari hidrolis

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,752/2,68 \\ &= 0,2805 \text{ m} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= A \times \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} Q &= 0.752 \text{ m}^2 \times \frac{1}{0.018} 0.2805^{\frac{2}{3}} 0.001^{\frac{1}{2}} \\ &= 0.5637 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3.7. Perhitungan Debit Rencana

Penampang saluran di jalan ini berbentuk saluran u. Berikut ini merupakan perhitungan debit limpasan curah hujan. Besar debit rencana dapat diperhitungkan dengan menggunakan

metode rasional karena kesederhanaan dan efektif untuk menghitung luas daerah aliran sungai (DAS). Data yang diperlukan untuk perhitungan area telah diperoleh dari lapangan adalah L3 = 1 m dari tepi terluar saluran ke arah saluran, L2 = 2 m lebar dari tepi saluran ke tepi jalan aspal, L1 = 3 m setengah lebar jalan aspal Siliwangi. Untuk panjang saluran Lt = 0,2 Km. Sehingga penulis dapat menghitung area dengan memasukkan persamaan sebagai berikut:

$$C = 0,7 \text{ (Nilai koefisien pengaliran dapat dilihat dari Tabel 2.)}$$

$$I = 8,8416$$

$$\begin{aligned} A &= Lt(L1+L2+L3) \\ &= 0,2 (3+2+1) = 1,2 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,7 \times 8,8416 \times 1,2 \\ &= 2.064 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

3.8. Perencanaan Saluran Drainase

Dalam merencanakan suatu saluran drainase, saluran tersebut harus mampu menampung debit air sesuai dengan perencanaan. Saluran dapat menampung debit rencana ($Q_{\text{alir}} \leq Q_{\text{rencana}}$). Hasil perhitungan debit rencana adalah 2.064 m³/det, n adalah 0,018 merupakan koefisien kekerasan dan 1:1000 diasumsi sebagai kemiringan dasar saluran. Berdasarkan data yang dihasilkan, dimensi saluran drainase dapat dihitung dengan:

$$P = 2h\sqrt{3} \quad (21)$$

$$A = h^2\sqrt{3} \quad (22)$$

$$R = \frac{h}{2} \quad (23)$$

Digunakan Persamaan Manning, maka

$$Q = A \times V$$

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

$$Q = A \times \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = h^2 \sqrt{3} \frac{1}{n} \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$2.064 = h^2 \sqrt{3} \frac{1}{0,018} \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{1}{1000}$$

$$h = 1,028 \text{ m}$$

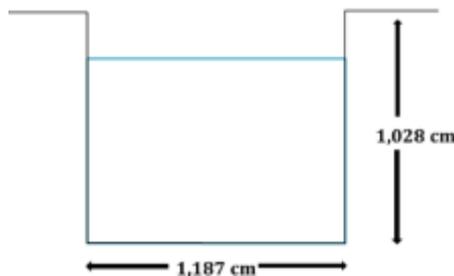
Nilai h hasil perhitungan diatas digunakan untuk mencari nilai b dengan guna persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{2}{3} h \sqrt{3}$$

$$b = \frac{2}{3} 1.028 \sqrt{3}$$

$$b = 1.187 \text{ m}$$

Dengan hasil perhitungan nilai b dan nilai h pada rumus, didapatkan luas penampang perencanaan saluran seperti yang ditampilkan pada Gambar 7:



Gambar 7. Penampang saluran rencana
Sumber: (Gambar menggunakan AutoCAD)

Berdasarkan perbandingan dimensi saluran dilapangan dan perencanaan, dapat disimpulkan bahwa saluran drainase saat ini tidak dapat menampung volume air yang ada, sehingga terjadinya genangan air, dimana tinggi dan lebar saluran perencanaan lebih besar.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan perbandingan dimensi saluran dilapangan dan perencanaan, dapat disimpulkan bahwa saluran drainase saat ini tidak dapat menampung volume air yang ada, sehingga terjadinya genangan air, dimana tinggi dan lebar saluran perencanaan lebih besar. Sebagian besar Jalan Siliwangi tidak terpasang saluran *u-ditch* dan adanya sampah menyebabkan pengaliran terhambat. Berdasarkan data curah hujan dari Stasiun BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Hang Nadim Batam, diambil data intensitas hujan tertinggi pada tahun 2012 hingga 2021 dengan rata-rata yaitu 88,416 (mm/hari). Hasil perhitungan debit saluran yaitu $Q = 0.5637 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan hasil perhitungan debit rencana adalah $Q = 2.064 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari hasil analisa dimensi saluran rencana yang terdapat pada lapangan tidak memenuhi kapasitas rencana sehingga terjadinya genangan air, dimana tinggi dan lebar saluran perencanaan lebih besar. Dengan digunakan rumus distribusi frekuensi cara Gumbel dan Log Person Type III untuk perhitungan dan penerapan parameter yang berkaitan dengan analisis data rata – rata, simpangan baku, dan penentuan frekuensi curah hujan perioede ulang T tahun pada pembahasan diatas, dapat disimpulkan saluran drainase di Jalan Siliwangi Batam tidak mampu mencegah terjadinya genangan maupun banjir saat curah hujan tinggi.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023

4.2. Saran

Dalam mengatasi genangan air hujan yang ada pada ruas Jalan Siliwangi, adalah meningkatkan kesadaran dan kerja sama masyarakat setempat agar menjaga kebersihan lingkungan. Segera dipasang dan menggantikan *u-ditch* (saluran u) sepanjang jalan dengan ukuran rencana, supaya saluran drainase saling menghubungkan dapat menampung kapasitas curah hujan tinggi hingga menuju ke pembuangan.

Daftar Rujukan

- [1] Andriani, N., Indera, E., Suciati, H., & ... (2021). Analisa Kapasitas Saluran Drainase Terhadap Genangan Banjir pada Ruas Jalan Tengku Sulung, Batam. *Zona Teknik: Jurnal ...*, 15(2), 27–35. <http://ejournal.univbatam.ac.id/index.php/Teknik/article/view/810%0Ahttp://ejournal.univbatam.ac.id/index.php/Teknik/article/view/810/690>
- [2] Angestiwi, T., Sugiama, A. G. (2021). Analisis Minat Masyarakat Perkotaan Terhadap Layanan Prasarana Transportasi Desa Wisata. *Pondasi*, 26(1), 48. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v26i1.17498>
- [3] Astarini, A., Muliadi, Adriat, R. (2022). Studi Perbandingan Metode Penentuan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Karakteristik Curah Hujan Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 10(01), 1–7.
- [4] Eki Danet Pranata Putra, S. A. (2017). Analisis Hidrologi Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang. *Konstruksi*, 1(2), 91–100.
- [5] Fernández-Raga, M., García-Díez, I., Campo, J., Viejo, J., & Palencia, C. (2021). Effectiveness of a New Drainage System for Decreasing Erosion in Road Hillslopes. *Air, Soil and Water Research*, 14. <https://doi.org/10.1177/1178622120988722>
- [6] Fitriani, D., Satriyo, P. (2020). Analisis Debit Rencana Metode Rasional Di Sub DAS Lawe Simpali Kabupaten Aceh Selatan (Debit Analysis of Rational Method Plans for in Lawe Sempali Sub-District South Aceh District) *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(C), 491–500.
- [7] Kamase, M., Hendratta, L. A., Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat. *Jurnal Sipil Statik*, 5(4), 175–185. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/16246>
- [8] Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., Dhima-wea, K. N., (2017). Perencanaan drainase kota Seba. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 89–102.
- [9] Lestari, U. S. (2016). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Poros Teknik*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.31961/porosteknik.v8i2.373>
- [10] Liu, D., Liu, J. (2019). Intelligent planning of rain water drainage system in new urban areas considering the planning of road network. *Journal of Applied Science and Engineering*, 22(2), 315–328. [https://doi.org/10.6180/jase.201906_22\(2\).0013](https://doi.org/10.6180/jase.201906_22(2).0013)
- [11] Muliawan, I. W. (2019). Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura Di Kecamatan Denpasar Timur. *Paduraksa*, 8(1), 44–50.
- [12] Sinaga, R. M., Harahap, R. (2016). *Pada Jalan Perjuangan Medan*. 2, 41–49.
- [13] Wigati, R., Fathonah, W., Haryono, A. T., (2019). *Studi Analisis Banjir Sungai Cilemer Berdasarkan Sni 2415 : 2016 Tinjauan Data Curah Hujan Dengan Kala Ulang 50 Tahun*. 8(2), 196–203.
- [14] Z, Zulfiandri; ST, Rismalinda; Ariyanto, A. (2014). Analisa Kelayakan Kapasitas Saluran Drainase (Study Kasus Drainase Kelurahan Tambusai Tengah). *Universitas Pasir Pengaraian*, 1–10.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 08-02-2023 | Selesai Revisi: 16-02-2023 | Diterbitkan Online: 24-10-2023