



Normalisasi Saluran Drainase di Kawasan Pantai Marina Sebagai Upaya Pencegahan Banjir

R. Purnamasari¹, U. H. Umar^{2*}

^{1,2*} Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam

Email : ¹radhasari65@gmail.com, ^{2*}usmanul.umar@uib.edu

ARTICLE INFO

Article history :

Artikel masuk : 10 – 11 – 2022
Artikel revisi : 06 – 12 – 2022
Artikel diterima : 24 – 12 – 2022

Keywords :

Design, Drainage, Flood, Rainfall Intensity.

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

R. Purnamasari, and U. H. Umar, "Normalisasi Saluran Drainase di Kawasan Pantai Marina Sebagai Upaya Pencegahan Banjir," *Jurmateks*, vol. 5, no. 2, pp 248-262, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks.v5i2.3639>

ABSTRACT

Drainage is a basic facility that must be provided to meet community needs, so it's very important in urban spatial planning. The benefit of building drainage is to prevent stagnant water so that it does not interfere with community activities. The condition of the drainage channels on Jalan Marina isn't maintained because the dimensions of the channels are small and sedimentation occurs, causing silting of the channels. This causes floods that always occur every year. Re-dimension of the drainage channel was carried out because the initial dimensions could not accommodate the planned flood discharge. Some of data the basic for determining the re-dimensional drainage channels are rainfall data, sea tide data, and initial drainage channel dimension data. From the calculation results, the value of planned flood discharge is 172.634 m³/s. So, the dimensions of the drainage channel are re-planned because the channel discharge value is smaller than the planned flood discharge value. The results of this study are that the planned flood discharge is greater than the drainage channel water discharge so that the initial channel dimensions cannot accommodate water. The results of re-planning the dimensions of the drainage channel based on the planned flood discharge value are h of 8.5 meters, b of 9.8 meters, and W of 2 meters. Re-dimensional planning of the drainage channel is fulfilled because $Q_s < Q_p$ (172.634 m³/s < 227.103 m³/s). This research is expected to provide dimensions of drainage channels that are in accordance with field conditions so that no more flooding occurs.

1. Pendahuluan

Drainase adalah salah satu fasilitas dasar yang berfungsi sebagai tempat penampungan air serta dapat mengurangi kelebihan air dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga permukiman masyarakat tidak terendam banjir[1][2]. Drainase juga dapat digunakan sebagai alat pengendalian dalam mengatur kebutuhan air permukaan dan pengikisan air tanah sehingga dapat menjaga kestabilan air tanah[3]. Kondisi drainase yang berbentuk segi empat pada Jalan Marina, memiliki kondisi yang sangat buruk. Secara hidrologis drainase di sepanjang lokasi ini ditujukan untuk dapat menampung debit air dari pasang surut air laut dari Pantai Marina, karena

lokasinya yang berada didekat pantai tersebut. Namun, saluran drainase sudah tidak mampu menampung air saat hujan dengan intensitas tinggi dan pasang surut air laut yang terjadi secara beriringan [4][5].

Kondisi dari drainase yang tidak terawat dapat menyebabkan penumpukan sedimentasi yang berdampak pada pendangkalan pada saluran drainase di Jalan Marina sehingga dapat menyebabkan banjir [6] [7]. Pemerintah daerah Kota Batam sudah beberapa kali melakukan kegiatan pemeliharaan dan normalisasi pada saluran drainase di Jalan Marina. Namun, banjir masih tetap sering terjadi di Jalan Marina sehingga menyebabkan kerugian [8]. Selain itu, dimensi saluran drainase juga belum optimal sehingga tidak dapat menampung air dengan baik saat terjadi pasang surut air laut [9]. Pasang surut adalah peristiwa tinggi dan rendahnya permukaan laut yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi [10]. Pada penelitian [11], menunjukkan bahwa pasang surut air laut berpengaruh besar terhadap drainase. Hal ini dikarenakan oleh pasang surut akan mengakibatkan drainase tidak dapat bekerja secara maksimal sehingga akan mengganggu aliran air ke hilir.

Untuk mendapatkan fungsi maksimal dari drainase perlu dilakukan pembangunan yang efektif dan sesuai dengan kondisi lapangan[12]. Salah satu jenis saluran drainase adalah drainase berbentuk trapesium. Saluran dimensi trapesium dapat mengalirkan debit rencana lebih besar daripada saluran berbentuk persegi panjang [13].

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang dimensi saluran drainase pada ruas Jalan Marina, Batam. Dari perencanaan tersebut akan didapatkan dimensi saluran drainase yang optimal yang dapat menampung debit banjir[14]. Sehingga dapat menanggulangi terjadinya banjir akibat dari meluapnya air karena kapasitas yang tidak memenuhi.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode ini merupakan metode yang mendeskripsikan permasalahan seperti cara kerja dari saluran drainase, sehingga dapat dilakukan evaluasi mengenai dimensi dari saluran tersebut[15]. Penelitian ini dilakukan di Jalan Marina yang terletak di 1°04'25.8"N 103°55'54.8"E dengan Panjang saluran drainase 1,5 km. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yang didapatkan melalui observasi lapangan, serta data sekunder didapatkan dari kajian literature mengenai dimensi saluran drainase yang optimal[16][17]. Data mengenai curah hujan selama 10 tahun terakhir di Kota Batam dan pasang surut air laut selama 15 hari didapatkan dari BMKG Hang Nadim Batam yang akan digunakan untuk mengetahui debit banjir rencana. Jika dimensi saluran yang pertama tidak dapat menampung

debit banjir rencana, maka perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap dimensi saluran agar dapat menampung debit air dengan maksimal.

2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer. Adapun data – data yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

a) Saluran Eksisting

Saluran drainase di Jalan Marina memiliki bentuk seperti segi empat. Saluran drainase berbentuk segi empat merupakan saluran yang dapat digunakan untuk menampung debit air kecil seperti di perumahan, jalan raya, sekolah, dan lain – lain. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan saluran drainase berbentuk segi empat:

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{bxh}{(b+2h)}$$

Dimana:

A = Luas penampang saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (1 meter)

h = Tinggi (1,4 m)

n = Koefisien manning (0,060)

P = Keliling saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

b) Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk menghitung intensitas hujan sehingga didapatkan debit banjir rancangan. Pada **Tabel 1.** dapat dilihat data curah hujan selama 10 tahun terakhir dengan periodenya dari tahun 2012 hingga 2021 yang didapatkan dari Stasiun Meteorologi Kelas 1 Hang Nadim Batam.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum (mm).

Tahun	Data Curah Hujan Maksimum (mm)
2012	91,7
2013	85
2014	116,7
2015	68,2
2016	154,2
2017	155,7
2018	118
2019	96,4
2020	115,2
2021	192,1

Sumber: BMKG Stasiun Meteorologi Kelas 1 Hang Nadim Batam (2022).

c) Data Pasang Surut Air Laut

Data pasang surut air laut digunakan untuk mendapatkan kondisi permukaan laut yang tertinggi saat terjadi pasang surut selama 15 hari. Berdasarkan **Gambar 1**, dapat dilihat pasang surut air laut dari tanggal 16 September 2022 s/d 30 September 2022 yang didapatkan dari Stasiun Meteorologi Kelas 1 Hang Nadim Batam.

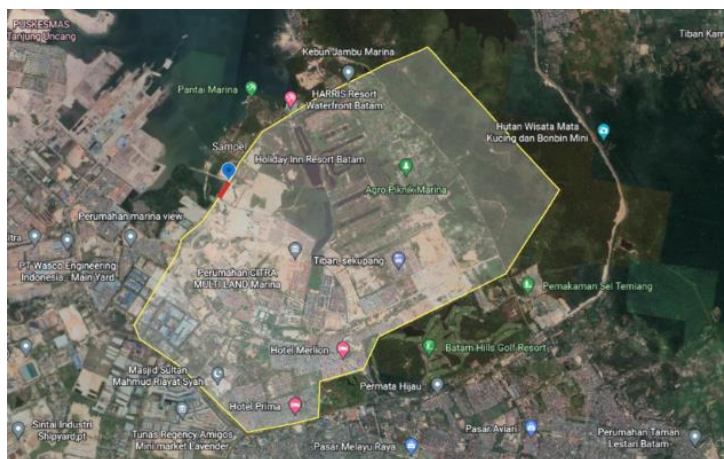
Tanggal Jam	16-Sep-22	17-Sep-22	18-Sep-22	19-Sep-22	20-Sep-22	21-Sep-22	22-Sep-22	23-Sep-22	24-Sep-22	25-Sep-22	26-Sep-22	27-Sep-22	28-Sep-22	29-Sep-22	30-Sep-22
1	260	220	180	140	120	100	100	110	140	170	210	250	280	300	290
2	270	250	210	170	130	110	90	90	100	120	150	190	230	260	280
3	260	250	220	190	150	120	90	80	80	80	100	130	170	210	240
4	230	230	220	200	170	130	110	80	70	60	70	90	110	150	190
5	180	200	210	200	180	150	130	100	80	70	60	70	80	100	140
6	140	170	190	200	190	180	150	130	110	90	80	70	70	80	110
7	120	150	180	200	200	200	180	170	150	130	110	100	90	90	100
8	120	140	170	190	210	210	210	200	190	180	160	150	130	120	120
9	130	150	170	190	210	220	230	230	230	220	210	200	190	170	160
10	160	170	180	200	210	220	230	240	250	250	250	250	240	220	200
11	200	200	200	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	270	250
12	240	220	220	220	210	210	220	220	230	250	260	280	290	290	290
13	260	250	240	230	220	210	200	200	200	210	230	250	270	290	300
14	270	260	250	230	220	210	190	180	170	170	180	200	230	250	280
15	250	250	250	240	230	210	190	170	150	140	130	140	160	200	230
16	210	230	230	230	220	210	190	170	140	120	100	90	100	130	170
17	160	190	210	220	220	220	200	180	150	120	90	70	60	80	110
18	120	150	170	200	210	220	210	200	180	140	110	80	50	50	60
19	90	110	140	170	200	220	230	220	210	180	140	100	70	50	40
20	80	90	120	150	180	210	230	240	240	220	190	150	110	70	50
21	80	90	100	130	160	200	230	250	270	260	240	210	170	120	80
22	110	100	100	110	140	170	210	250	270	260	240	210	170	120	80
23	150	120	110	110	120	150	180	220	260	290	300	300	270	240	190
24	190	150	120	110	110	120	150	180	220	260	290	310	300	280	240

Sumber: BMKG Stasiun Meteorologi Kelas 1 Hang Nadim Batam (2022)

Gambar 1. Tabel Angka Pasang Surut Air Laut 16 September 2022 s/d 30 September 2022.

d) Catchment Area

Catchment area adalah daerah tangkapan air yang ditampung di sungai, kemudian dialirkan ke anak sungai sehingga berakhir di waduk, danau, dan lain -lain.



Sumber: Google Earth (2022)

Gambar 2. Catchment Area.

Catchment area adalah suatu gambar yang dapat menunjukan lokasi sesuai dengan informasi global pada lokasi area yang dikaji. **Gambar 2**, menunjukan luas dari daerah pengaliran adalah 13,09 km².

2.2 Analisa Data

2.2.1 Distribusi Curah Hujan Rancangan

Distribusi curah rancangan, dapat dihitung menggunakan metode distribusi gumbel [18]. Metode ini dapat memberikan perkiraan yang terbaik untuk curah hujan dengan periode ulang yang tinggi [19].

$$X_r = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{s_n} s_d \quad [20]$$

Dimana:

\bar{X} = curah hujan rata-rata

s_n = reduced standar deviation

Y_t = simpangan tereduksi kala ulang

Y_n = simpangan rata-rata

S_n = simpangan baku tereduksi

S_d = simpangan baku

2.2.2 Analisa Debit Banjir

Analisa debit banjir digunakan untuk menentukan dimensi saluran drainase sehingga dapat menampung air secara optimal. Debit banjir dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana:

Q = Debit Banjir ($m^3/detik$)

C = Koefisien aliran (0,70 untuk daerah industri ringan)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = area (km^2)

2.2.3 Intensitas Hujan

Perhitungan nilai intensitas hujan untuk menentukan debit banjir rancangan sehingga dapat merencanakan dimensi saluran drainase. Perhitungan intensitas hujan pada periode 1 ulang 10 tahun menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

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

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Durasi curah hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang

2.2.4 Metode Admiralty

Salah satu metode yang digunakan dalam perhitungan data pasang surut air laut adalah metode Admiralty. Metode ini merupakan metode untuk menghitung data pasang surut air laut dengan rentang waktu yang singkat yaitu 15 hari hingga 29 hari. Metode Admiralty dapat digunakan dengan data dari amplitudo dengan perbedaan (g^0) [21]. Metode Admiralty mempunyai kelebihan karena waktu dan data yang dibutuhkan singkat. Oleh karena itu, penggunaan metode ini memerlukan ketelitian lebih sehingga data nya dapat menentukan pasang surut yang terendah dan tertinggi. Data ini sangat penting dalam perancangan bangunan yang berada disekitar pantai. Pada **Gambar 3**. dapat dilihat data pasang surut air laut selama 15 hari. Data pasang surut air laut didapatkan dari data BMKG Hang Nadim Batam yang diperoleh selama 24 jam. Data pasang surut air laut disusun sehingga dapat ditemukan pasang tertinggi dan surut terendah yang terjadi selama 15 hari.

2.2.5 Saluran Drainase Berbentuk Trapesium

Saluran drainase berbentuk trapesium digunakan pada debit air yang tinggi dan harganya juga ekonomis. Saluran drainase ini biasanya digunakan pada saluran limbah, saluran sungai, dan lain – lain. Rumus – rumus yang digunakan pada saluran drainase berbentuk trapesium sebagai berikut:

$$A = h^2\sqrt{3}$$

$$P = 2h\sqrt{3}$$

$$R = h/2$$

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

Dimana:

A = Luas penampang saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi (m)

n = Koefisien manning (m)

P = Keliling saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Eksisting

Perencanaan saluran drainase yang penting dilakukan adalah menentukan dimensi saluran yang optimal dalam menampung air [22]. Debit air yang mengalir pada saluran drainase segi empat di Jalan Marina dapat diuraikan sebagai berikut:

Luas tampang saluran (A)

$$A = b \times h = 1\text{m} \times 1,4\text{m}$$

$$A = 1,4 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = b + 2h = 1\text{m} + 2(1,4\text{m})$$

$$P = 3,8 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{bxh}{b + 2h} = \frac{1,4\text{m}}{3,8\text{m}}$$

$$R = 0.368 \text{ m}$$

Debit yang mengalir

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

$$Q = 0,379 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3.2 Analisis Hidrologi

3.2.1 Curah Hujan Maksimum

Curah hujan maksimum didapatkan menggunakan metode gumbel. Pada **Tabel 2.** dapat dilihat hasil perhitungan curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir di Kota Batam.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Metode Distribusi Gumbel

Tahun	Data Curah Hujan Maksimum (x_i) (mm)	$(x_i - x_r)^2$
2012	91,7	762,86
2013	85	1177,86
2014	116,7	6,86
2015	68,2	2613,25
2016	154,2	1216,61
2017	155,7	1323,50
2018	118	1,74
2019	96,4	525,33
2020	115,2	16,97
2021	192,1	7645,01
Total	1193,2	15290,02
Rata -rata (x_r)	119,3	1529,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2022).

Pada **Tabel 2.** didapatkan hasil nilai dari rata – rata curah hujan yang dapat menentukan standar deviasi. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai ekstrim dari intensitas hujan yang akan dicari untuk beberapa periode ulang. Perhitungan standar deviasi diuraikan, sebagai berikut:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x_y)^2}{n-1}} \quad s_x = 41,218$$

Periode ulang yang digunakan dimulai dari periode 2 tahun, periode 5 tahun, periode 10 tahun, periode 20 tahun, periode 50 tahun, dan periode 100 tahun, sebagai berikut:

$$x_T = x_r + \frac{(y_t - y_n)}{s_n} s_x \quad x_2 = 113,714$$

Dimana:

x_T = periode ulang tahun

Tabel 3. Perhitungan Periode Ulang.

Periode Ulang (T)	Curah Hujan Max (Rata-rata)	y_t	y_n	s_n	x_T
2	119,3	0,3665	0,4952	0,9496	113,714
5	119,3	1,4999	0,4952	0,9496	162,909
10	119,3	2,2504	0,4952	0,9496	195,485
20	119,3	2,9702	0,4952	0,9496	226,729
50	119,3	3,9019	0,4952	0,9496	267,170
100	119,3	4,6002	0,4952	0,9496	297,480

Sumber: Hasil Perhitungan 2022 (Microsoft Excel 2022).

Tabel 3. menunjukkan hasil dari perhitungan periode ulang dari periode 2 tahun, periode 5 tahun, periode 10 tahun, periode 20 tahun, periode 50 tahun, dan periode 100 tahun. Sehingga didapatkan nilai periode ulang 10 tahun $X_T = 195,485$ yang akan digunakan pada perhitungan intensitas hujan.

3.2.2 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Pada Uji Kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* akan menghitung nilai perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif.

$$P(x_i) = \frac{i}{(n + 1)}$$

$$P(x_i) = 0,0909$$

$$f(t) = \frac{x_i - x_r}{S_x}$$

$$f(t) = 1,766$$

Maka nilai nilai perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif adalah :

$$D = P'(x_i) - P(x_i)$$

$$D = 0,1111 - 0,0909$$

$$D = 0,0202$$

Tabel 4. Tabel Perhitungan Nilai D Pada Metode Distribusi Gumbel.

Curah Hujan	i	$P(x_i)$	$f(t)$	$P'(x_i)$	D
192,1	1	0,091	1,766	0,111	0,020
155,7	2	0,182	0,883	0,222	0,040
154,2	3	0,273	0,847	0,333	0,061
118	4	0,364	-0,032	0,444	0,081
116,7	5	0,455	-0,063	0,556	0,101
115,2	6	0,545	-0,099	0,667	0,121
96,4	7	0,636	-0,556	0,778	0,141
91,7	8	0,727	-0,670	0,889	0,162
85	9	0,818	-0,832	1,000	0,182
68,2	10	0,909	-1,240	1,111	0,202
D max					0,202

Sumber: Hasil Perhitungan (2022).

Tabel 5. Tabel Nilai Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

n	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
2	0.684	0.776	0.842	0.900	0.929
3	0.565	0.636	0.708	0.785	0.829
4	0.493	0.565	0.624	0.689	0.734
5	0.440	0.509	0.563	0.627	0.669
6	0.410	0.468	0.519	0.577	0.617
7	0.381	0.436	0.483	0.538	0.576
8	0.359	0.410	0.454	0.507	0.542
9	0.339	0.387	0.430	0.480	0.513
10	0.323	0.369	0.409	0.457	0.486
11	0.308	0.352	0.391	0.437	0.487
12	0.296	0.338	0.375	0.419	0.449
13	0.285	0.325	0.361	0.404	0.432
14	0.275	0.314	0.349	0.390	0.418
15	0.266	0.304	0.338	0.377	0.404
16	0.258	0.295	0.327	0.366	0.392
17	0.250	0.286	0.318	0.355	0.381
18	0.244	0.279	0.309	0.346	0.371
19	0.237	0.271	0.301	0.337	0.361
20	0.232	0.265	0.294	0.329	0.352
21	0.226	0.259	0.287	0.321	0.344
22	0.221	0.253	0.281	0.314	0.337
23	0.216	0.247	0.275	0.307	0.330
24	0.212	0.242	0.269	0.301	0.323
25	0.208	0.238	0.264	0.095	0.317

Sumber: Hasil Perhitungan (2022).

Dari **Tabel 4.** dapat diketahui nilai D maksimum sehingga Langkah selanjutnya adalah mencari nilai dari D_0 . Berdasarkan tabel nilai kritis **Tabel 5.**, menggunakan nilai kritis 5% dan jumlah data sebanyak 10, maka didapatkan nilai D_0 sebesar 0,41 maka korelasi hasil uji diterima.

3.2.3 Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{195,485}{24} \left[\frac{24}{1} \right]^{\frac{2}{3}} = 67,771 \text{ mm/jam}$$

Nilai I digunakan untuk menghitung nilai debit banjir rencana.

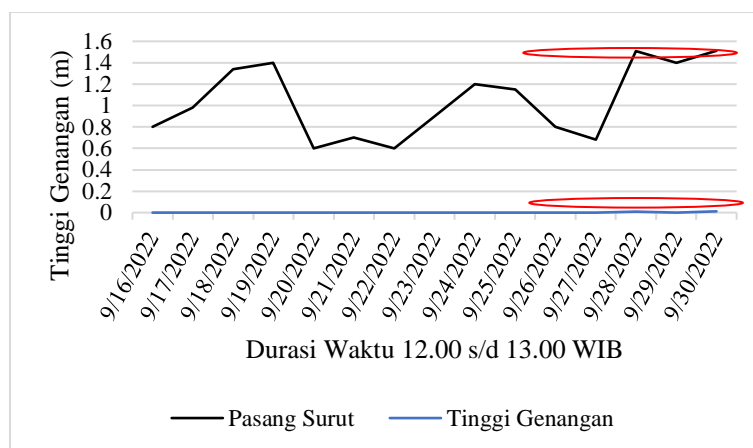
3.2.4 Analisa Debit Banjir

Setelah mengetahui dimensi dari perhitungan dimensi saluran drainase, dibutuhkan perhitungan debit banjir rancangan, seperti berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A = 172,634 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan debit banjir rancangan sebesar 172,634 m³/detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada perhitungan yang telah dilakukan, diketahui debit saluran lebih kecil dari debit banjir rencana. Dimana debit saluran eksisting di lapangan hanya sebesar 1,516 m³/detik. Sehingga perlu dilakukan perencanaan dimensi saluran drainase yang dapat menampung air minimal dari debit banjir rencana [23].

3.2.5 Analisa Pasang Surut Air Laut dan Analisa Curah Hujan Maksimum



Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Gambar 3. Hubungan Pasang Surut dan Curah Hujan Maksimum

Gambar 3. menunjukkan kondisi saluran drainase yang tidak dapat menampung air terjadi pada tanggal 29 September 2022 dengan tinggi genangan 0,008 m dan pada tanggal 30 September 2022 tinggi genangan terjadi 0,012 m. Genangan air terjadi karena intensitas hujan yang tinggi di pagi hari seiring dengan pasang air laut.

3.3 Re – Desain Saluran Drainase

Untuk menentukan dimensi saluran drainase, dipilih saluran drainase berbentuk trapesium yang menampung debit aliran yang tinggi sehingga dapat mengalirkan air secara optimal [24] [25]. Selain itu penggunaan saluran drainase berbentuk trapesium juga ekonomis dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Luas tanah di Jalan Marina masih

luas dan mampu dibangun kembali saluran drainase berbentuk trapesium. Perhitungan dimensi saluran berbentuk trapesium, sebagai berikut:

Langkah pertama adalah menentukan tinggi h saluran drainase, berdasarkan debit rencana yang telah didapatkan sebelumnya sebesar $172,634 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

$$172,634 = h^{2\sqrt{3}} \times \frac{1}{0,060} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}} = h = 8,5 \text{ meter}$$

Tinggi saluran drainase tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung lebar dasar saluran drainase sebagai berikut:

$$b = \frac{2}{3} \times 8,5 \times \sqrt{3} = 9,8 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi Jagaan (W)} = \sqrt{0,5 \times 8,5} = 2 \text{ meter}$$

Maka nilai A saluran drainase trapesium:

$$A = (b + mh) \times h = 155,55 \text{ m}^2$$

Selanjutnya menghitung nilai P sebagai berikut:

$$P = b + (2 \times h (m^2 + 1))^{\frac{1}{2}} = 33,84 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis (R):

$$R = 4,6 \text{ m}$$

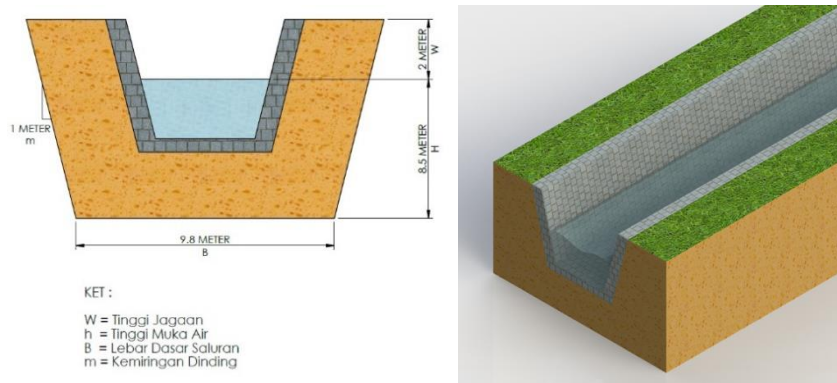
Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung kecepatan aliran pada saluran drainase dengan uraian sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = 1,46 \text{ m/detik}$$

Didapatkan nilai V sebesar $1,46 \text{ m/detik}$ dengan nilai A sebesar $155,55 \text{ m}^2$. Maka didapatkan debit saluran sebagai berikut:

$$Q = A \times V = 227,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Didapatkan nilai debit saluran rencana $227,103 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasil tersebut lebih besar daripada nilai debit banjir rencana $172,634 \text{ m}^3/\text{detik}$. Perencanaan dimensi saluran drainase terpenuhi jika nilai debit banjir rancangan lebih kecil daripada nilai debit saluran rencana ($Q_s < Q_p$) [13]. Desain saluran drainase dapat dilihat pada **Gambar 4.** yang menggunakan hasil perhitungan sebelumnya.



Sumber: Solid Works (2022)

Gambar 4. Desain Drainase Saluran Berbentuk Trapesium

4. Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan bahwa dimensi saluran eksisting di Jalan Marina tidak mampu menampung debit air yang ada ($0,379 \text{ m}^3/\text{detik} < 172,634 \text{ m}^3/\text{detik}$). Hal tersebut dikarenakan nilai debit saluran rencana lebih kecil daripada nilai debit banjir. Oleh karena itu, dilakukan upaya re – desain saluran drainase agar dapat menampung debit banjir rencana. Dimensi saluran tipe trapesium yang dipilih adalah $h = 8,5 \text{ meter}$, $b = 9,8 \text{ meter}$, dan $W = 2 \text{ meter}$. Saluran drainase dengan dimensi tersebut dapat menampung debit air sebesar $227,103 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai tersebut lebih besar dari debit banjir rancangan $172,634 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sehingga dengan dilakukannya re -desain saluran pada Jalan Marina, debit banjir dapat ditampung oleh drainase berbentuk trapesium dan tidak akan terjadi luapan air yang menyebabkan banjir pada jalan tersebut.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatannya kepada Universitas Internasional Batam, terutama fakultas Teknik sipil dan perencanaan. Dalam penyusunan artikel ini, peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang terlibat terutama dosen pembimbing.

Daftar Pustaka

- [1] F. Isnaini, “Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan Damanhuri Pada Kota Samarinda,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 1, pp. 5–24, 2018.
- [2] A. Savitri, A. W. Indriawan, S. E. Wahyuni, and S. Darsono, “Pengendalian Banjir Di Sungai Lusi Menggunakan Check Dam Kayu Di Sungai Orde 1 Dan 2,” *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 4, no. 4, pp 85 - 95, 2015.
- [3] B. Silitonga, “Identifikasi Sistem Drainase Untuk Penanganan Banjir Kota Medan,” *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2019, doi: 10.54367/jrkms.v2i1.434.
- [4] K. Breinl, D. Lun, H. Müller-Thomy, and G. Blöschl, “Understanding the relationship between rainfall and flood probabilities through combined intensity-duration-frequency analysis,” *J. Hydrol.*, vol. 602, no. August, 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2021.126759.
- [5] I. Laster Grip, S. Haghightafshar, and H. Aspegren, “A methodology for the assessment of compound sea level and rainfall impact on urban drainage networks in a coastal city under climate change,” *City Environ. Interact.*, vol. 12, no. July, p. 100074, 2021, doi: 10.1016/j.cacint.2021.100074.
- [6] M. Imamuddin and A. Khanavi, “Analisis Kapasitas Saluran Jalan Kapuk Raya Jakarta Barat,” *Pros. Semnastek*, pp. 1–6, 2019.
- [7] S. Mobini, B. Pirzamanbein, R. Berndtsson, and R. Larsson, “Urban flood damage claim analyses for improved flood damage assessment,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 77, no. February, p. 103099, 2022, doi: 10.1016/j.ijdr.2022.103099.
- [8] W. Sohn, S. D. Brody, J. H. Kim, and M. H. Li, “How effective are drainage systems in mitigating flood losses?,” *Cities*, vol. 107, no. August, p. 102917, 2020, doi: 10.1016/j.cities.2020.102917.
- [9] P. Fischer, S. Pistre, and P. Marchand, “Effect of fast drainage in karst sinkholes on surface runoff in Larzac Plateau, France,” *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 43, no. September, p. 101206, 2022, doi: 10.1016/j.ejrh.2022.101206.
- [10] Indrastuti, and N. Chen, “Analisis Karakteristik Pasang Surut Air Laut terhadap Elevasi pada Pelabuhan Perairan Tanjung Uncang,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 19, no. 1, pp. 20–27, 2022, doi: 10.30630/jirs.v19i1.763.
- [11] R. Nurita and U. Lasminto, “Perencanaan Drainase Daerah Aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 0–5, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26337.

- [12] A. Herison, Y. Romdania, O. T. Purwadi, and R. Effendi, "Kajian Penggunaan Metode Empiris dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan pada Perencanaan Drainase (Review)," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 2, p. 77, 2018, doi: 10.12962/j2579-891x.v16i2.3819.
- [13] D. S. Krisnayanti *et al.*, "Perencanaan drainase kota Seba," *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 89–102, 2017, doi: 10.35508/jts.6.1.89-102.
- [14] W. R. Nugraha and E. Yulianto, "Analisis Kapasitas Penampang Parit Nanas Pontianak Utara.," *JeLAST*, vol. 9, no. 3, 2022, doi: 10.26418/jelast.v9i3.56601
- [15] M. D. Pahlevi and I. Yunus, "Analisa Sistem Drainase Di Perumahan Bukit Sejahtera Ilir Barat I Palembang," *Bina Darma Conf.*, vol. 2, no. 1, pp. 334–343, 2020.
- [16] M. F. Azmy, Y. Sutopo, and R. Mantong, "Penataan Drainase Dengan Penekanan Evaluasi Zona Drainase Di Kecamatan Ujung Pandang, Makassar," *Metode*, vol. 4, no. November, pp. 79–90, 2018.
- [17] A. N. Jifa *et al.*, "Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gajayana dan Jalan Summersari Kota Malang Evaluation of Drainage Channels at Gajayana Street and Summersari Street Malang," *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 9–17, 2019, doi: 10.21776/ub.jsal.2019.006.01.2
- [18] M. A. Osei *et al.*, "Estimation of the return periods of maxima rainfall and floods at the Pra River Catchment, Ghana, West Africa using the Gumbel extreme value theory," *Heliyon*, vol. 7, no. 5, p. e06980, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06980.
- [19] B. Moccia, C. Mineo, E. Ridolfi, F. Russo, and F. Napolitano, "Probability distributions of daily rainfall extremes in Lazio and Sicily, Italy, and design rainfall inferences," *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 33, no. December 2020, p. 100771, 2021, doi: 10.1016/j.ejrh.2020.100771.
- [20] Romadhon, M. Zaenuri, and H. Pratikto, "Perencanaan Sistem Drainase Dan Trotoar Studi Kasus : Lingkungan Kelurahan Banjaran Kota Kediri," *U Karst*, vol. 3, no. 1, pp. 74–81, 2019, doi: 10.30737/ukarst.v3i1.363
- [21] D. Fitriana, N. Oktaviani, and I. U. Khasanah, "Analisa Harmonik Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Pada Stasiun Berjarak Kurang Dari 50 Km Harmonic Analysis With Admiralty Methode on Sea Tides Station Less Than 50 Km," *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 6, no. 1, pp. 38–48, 2019.
- [22] M. P. S. Giraldo, "Water Distribution and Drainage Systems of Aburrá Valley, Colombia - Empresas Públicas de Medellín E.S.P.," *Procedia Eng.*, vol. 186, pp. 4–11, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.201.

- [23] B. M. Maxwell, R. A. Cooke, and L. E. Christianson, "Paired denitrifying bioreactors with wide orientation for increased drainage flow capacity," *J. Environ. Manage.*, vol. 319, no. May, p. 115768, 2022, doi: 10.1016/j.jenvman.2022.115768.
- [24] G. Natasha, Suharjo, and V. Noviantri, "Saint-venant model analysis of trapezoidal open channel water flow using finite difference method," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 157, pp. 6–15, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.08.135.
- [25] F. R. Rustan, E. Aprianti, A. T. Abdullah, and R. Puspaningtyas, "Kinerja Saluran Drainase Terhadap Genangan Air Pada Bahu Jalan D. I. Panjaitan Menuju Bundaran Pesawat Lepo-Lepo," *Potensi J. Sipil Politek.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.35313/potensi.v22i1.1706.