



Capacity analysis of drainage channels on major pol. Zainal arifin kelurahan damai kota balikpapan menggunakan SWMM

Machdafa Almadea Shopia¹ , Emil Azmanajaya², Sunarno²

^{1,2,3} Civil Engineering Department, State Polytechnic of Balikpapan

 almashopiaa@gmail.com (Penulis Korespondensi)

Received 21-09-2023; revision 11-05-2024; accepted 11-05-2024

Abstract

Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin is an alternative road to connect the Sungai Ampal and M.T Haryono. High rainfall in Balikpapan has resulted in flooding in several places, one of which is Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin or commonly called the Beller Region. Flood problems often occur but there has been no solution or handling carried out in this area. The existing drainage system seems unable to drain the water discharge on this road. The research intends to determine the dimensions of drainage that are able to accommodate water with maximum rainfall. In this study, data analysis was carried out using the SWMM 5.1 application, starting from identifying the causes of inundation to planning the ideal drainage channel capacity. The results of this study indicate that a capacity simulation of the existing drainage channel has been carried out using the SWMM 5.1 application. This simulation uses a planned rainfall of 294.716 mm and a peak rainfall intensity of 64.364 mm/hour. The height of the existing canal at the research location is 1 m. In the planning simulation of the ideal drainage channel capacity, a diameter of 1.2 m is obtained. No problem channels were found after re-simulation using the ideal plan channel dimensions, so the design size is considered safe.

Keywords: *Drainage channel capacity, SWMM, Flood*

Analisa kapasitas saluran drainase di jalan mayor pol. Zainal arifin kelurahan damai kota balikpapan

Abstrak

Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin merupakan salah satu jalan Alternatif guna menghubungkan daerah sungai Ampal dan M.T Haryono. Curah hujan yang tinggi di Balikpapan mengakibatkan banjir di beberapa tempat salah satunya Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin atau biasa disebut Daerah Beller. Permasalahan banjir kerap kali terjadi namun belum ada solusi atau penanganan yang dilakukan pada daerah ini. Sistem drainase yang ada tampak tidak mampu mengalirkan debit air pada jalan ini. Penelitian bermaksud untuk mengetahui dimensi drainase yang mampu untuk menampung air dengan curah hujan maksimum. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan aplikasi SWMM 5.1, dimulai dari mengidentifikasi penyebab terjadinya genangan hingga merencanakan kapasitas saluran drainase yang ideal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa telah dilakukan simulasi kapasitas saluran drainase eksisting menggunakan aplikasi SWMM 5.1. Simulasi ini menggunakan curah hujan rencana sebesar 294,716 mm dan intensitas hujan puncak sebesar 64,364 mm/jam. Tinggi ukuran saluran eksisting pada lokasi penelitian terukur sebesar 1 m. Pada simulasi perencanaan kapasitas saluran drainase yang ideal didapatkan diameter dengan ukuran 1,5 m. Tidak ditemukan saluran yang bermasalah setelah dilakukan simulasi ulang menggunakan dimensi saluran rencana yang ideal, sehingga ukuran rencana dianggap aman. (Book Antiqua 10,5pt - 1 space - 6pt after paragraph)

Kata Kunci: Kapasitas saluran drainase, SWMM, Banjir

1. Pendahuluan

Beberapa wilayah DAS yang berada di Balikpapan, seperti DAS Ampal, DAS Nangka, dan DAS Sepinggian, merupakan daerah yang rentan banjir (Rus et al., 2023). Banjir yang terjadi di wilayah DAS di Kota Balikpapan dipengaruhi oleh curah hujan dan laju infiltrasi tanah yang relatif rendah sampai sedang (Sulistyo & Fauzi, 2023). Salah satu lokasi yang merupakan daerah rentan banjir di Balikpapan adalah Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin merupakan salah satu jalan Alternatif guna menghubungkan daerah sungai Ampal dan M.T Haryono. Curah hujan yang tinggi di Balikpapan mengakibatkan banjir di beberapa tempat, salah satunya di Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin atau biasa disebut Daerah Beller. Permasalahan banjir kerap kali terjadi, namun belum ada solusi atau penanganan yang dilakukan di daerah ini. Sistem drainase yang ada tampak tidak mampu mengalirkan debit air pada jalan ini. Penelitian bermaksud untuk mengetahui dimensi drainase yang mampu menampung air dengan curah hujan maksimum.

Berdasarkan kondisi di atas, berikut rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini: Berapa parameter saluran drainase eksisting di Jalan Mayor Polisi Zainal Arifin; Berapa volume genangan yang terjadi pada saluran eksisting apabila terjadi banjir pada Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin; dan bagaimana dimensi saluran ideal agar tidak terjadi genangan/banjir di Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu alternatif pengendali banjir, menambah pengetahuan lebih mendalam tentang drainase perkotaan khususnya pada Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin, dan sebagai bahan evaluasi yang menjadi saran dan masukan untuk pemerintahan dalam mengatasi banjir di kawasan tersebut.

2. Metode

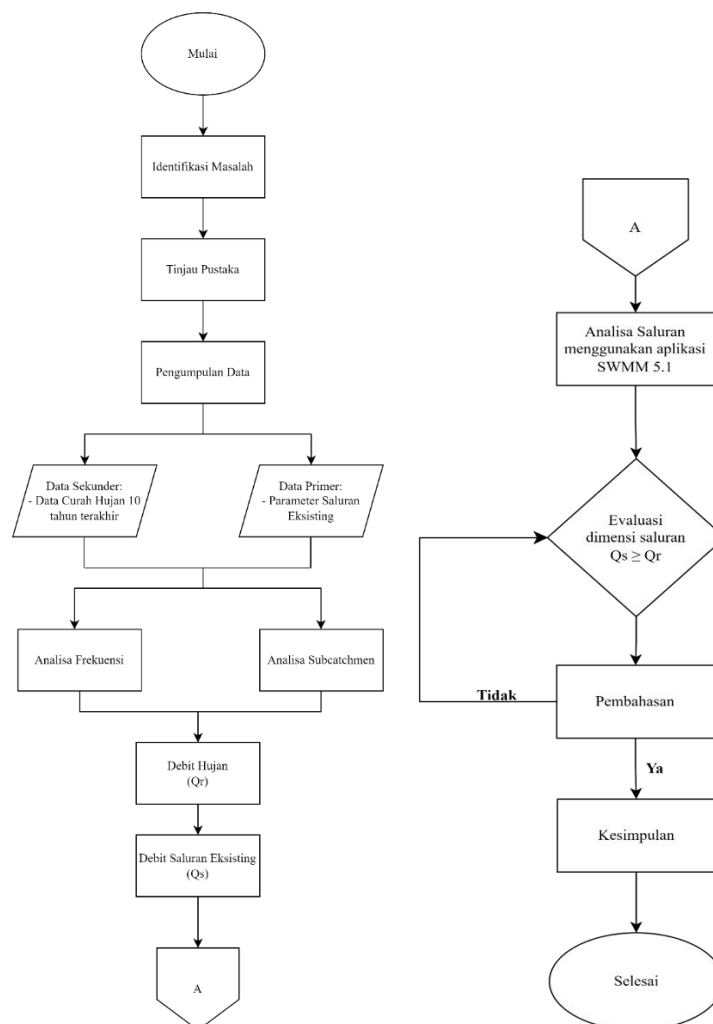
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah penelitian yang mengambil data dengan jumlah angka yang banyak. Pelaksanaan penelitian ini menggunakan dua tahapan, yaitu tahapan pertama melakukan survei kondisi saluran drainase di daerah penelitian, di mana menurut masyarakat sering terjadi luapan air ketika hujan turun. Tahapan kedua inventarisasi data-data pendukung seperti data curah hujan harian Kota Balikpapan selama 10 tahun terakhir, dari tahun 2013 sampai tahun 2022, dari BMKG Kota Balikpapan, peta topografi atau rupa bumi dari Google Earth Pro. Data-data yang dipergunakan pada penulisan ini berasal dari

beberapa instansi, yaitu BMKG dan Google Earth Pro. Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin, Kelurahan Damai, Kota Balikpapan. Lokasi drainase yang diambil dari traffic light Beller (A) sampai dengan jembatan di depan perumahan Vancouver (B).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dan pengumpulan data dilaksanakan selama tiga minggu, lalu dilanjutkan dengan pengolahan dan analisa data selama tiga minggu.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Frekuensi Distribusi Periode Ulang Curah Hujan

Analisis frekuensi digunakan untuk menghitung intensitas hujan rencana. Data yang digunakan untuk Analisis Frekuensi adalah data dari stasiun hujan Kota Balikpapan pada periode tahun 2013–2022, yang terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Max Tahunan
1	2013	94,0
2	2014	102,5
3	2015	108,1
4	2016	75,6
5	2017	198
6	2018	161,4
7	2019	165,8
8	2020	154,5
9	2021	90,1
10	2022	190,5

$$\text{Jumlah data (N)} = 10$$

$$\text{Curah Hujan Rata-rata } (\bar{X}) = 134,1 \text{ mm/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{1,8071}{10-1}} \\ &= 44,810 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Variasi (Cv)} &= \frac{S}{\bar{X}} \\ &= \frac{44,810}{134,1} \\ &= 0,3343 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Skewness (Cs)} &= \frac{N \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{(N-1)(N-2) \cdot S^3} \\ &= \frac{10 \times 1,05}{(10-1)(10-2) \cdot 44,810^3} \\ &= 0,1617 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Kurtosis (Ck)} &= \frac{N^2 (x_i - \bar{x})^3}{(N-1)(N-2)(N-3) \cdot S^4} \\
 &= \frac{10^2 \times 4,80}{(10-1)(10-2)(10-3) \cdot 44,810^4} \\
 &= 2,3647
 \end{aligned}$$

A. Syarat Syarat-syarat Batas Penentuan Sebaran

Berikut adalah batas-batas dalam penentuan sebuah sebaran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Syarat-Syarat Batas Penentuan Sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis	Keterangan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	0,1617 2,3647	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	Cs ≤ 1.1396 Ck ≤ 5.4002	0,3343 2,3647	Memenuhi Ck Cs
3	Log Pearson III	Cs < 0 Cv < 0.3	0,1617 0,3343	Tidak memenuhi

Berdasarkan hasil analisis data dari tabel dapat diketahui bahwa pada penelitian ini menggunakan distribusi sebaran curah hujan Gumbel.

3.2. Analisis Distribusi Curah Hujan

Perhitungan curah hujan hanya menggunakan metode Distribusi Gumbel dikarenakan hanya Distribusi Gumbel saja yang memenuhi Ck dan Cs pada Syarat-syarat Batas Penentuan Sebaran. Perhitungan Distribusi Gumbel menggunakan rumus Persamaan perhitungan Gumbel. Untuk Reduced Variate digunakan Periode Ulang sesuai dengan klasifikasi jalan yaitu jalan kolektor yang dimana jalan ini melayani angkutan pengumpul dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan umumnya sedang.

Tabel 3. Metode Gumbel – Reduced Variate (Ytr) Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang (Tr)	Reduced Variate (YT)	Periode Ulang (Tr) Tahun	Reduced Variate (YT)
2	0,3668	25	3,1993
5	1,5004	10	3,9028
10	2,2510	100	4,6012

Tabel 4. Hasil Pengujian Laboratorium

Kelas Jalan	Periode Ulang (Tahun)
Jalan Tol	100
Jalan Kolektor	50
Jalan Kolektor	50

Jalan Lokal	25
-------------	----

Tabel 5. Tabel Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel

Tahun	Yn	Sn	Yt	S	$\bar{X}$	XT (mm)
50	0,4952	0,9496	3,9028	44,8099	134,1	294,7162

3.3. Uji Kecocokan

A. Uji Chi Square

Uji *Chi Square* digunakan untuk mengetahui Persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi sampel yang dianalisis. Untuk menguji kecocokan suatu distribusi digunakan metode uji chi-square menggunakan perhitungan persamaan perhitungan uji chi square dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Uji *Chi-Square*

Interval	Batas Kelas			Jumlah Data		Fe-Ft	X2max = (Fe-Ft) ² /Ft
				Fe	Ft		
1	55,2	<x<	96	2,5	3	0,5	0,08333333
2	96	<x<	137	2,5	2	-0,5	0,125
3	136,8	<x<	178	2,5	3	0,5	0,08333333
4		x>	178	2,5	2	-0,5	0,125
Jumlah				10	10	10	0,41666667

B. Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov Kolmogorof berbeda dengan Uji Chi-Square karena tidak berdasarkan pada distribusi sampel yang ada. Uji Smirnov-Kolmogorov menggunakan delta kritis. Untuk menguji kecocokan suatu distribusi digunakan metode uji Smirnov Kolmogorof. Perhitungan nilai D pada tabel menunjukkan nilai dmax = 0,167649870820205 data pada peringkat m = 5 (dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 5\%$). Maka diperoleh dCr = 0,409 untuk nilai N = 10. Karena nilai dmax < dcr = 0,1676 < 0,409 (diterima).

C. Kesimpulan Metode Pengujian Jenis Distribusi

Tabel 6. Hasil Uji *Chi-Square*

Distribusi	Metode Pengujian			
	Uji Smirnov-Kolmogorov		Uji Chi Square	
	Dmax	Dcritis	Dmax	Dcritis
Gumbel	0,167649871	0,409	0,4167	3,841

Kesimpulan: Metode Distribusi Gumbel telah memenuhi pengujian distribusi, maka data hasil perhitungan metode Gumbel dapat digunakan.

3.4. Analisis Intensitas Curah Hujan (I)

Kesimpulan Perhitungan intensitas menggunakan rumus mononobe

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

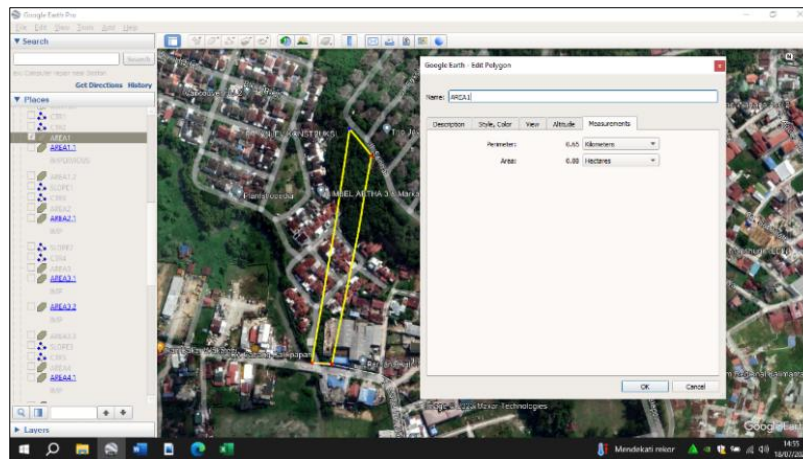
$$= \frac{294,716}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 64,364 \text{ mm/jam (untuk periode ulang 50 tahun)}$$

3.5. Analisa Subcatchment

Analisa ini dilakukan agar diketahuinya luasan Persenan Kemiringan (%slope), Subcatchment, dan elevasi pada lokasi penelitian dengan menggunakan aplikasi *Google Earth Pro* agar lebih mudah. Berikut langkah-langkah yang dilakukan.

A. Mencari luas Subcatchment

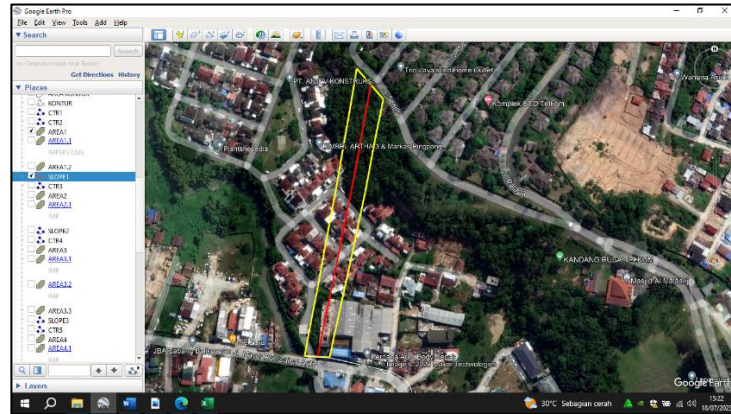


Gambar 3. Luas Subcatchment 1

Tabel 7. Data Luasan Subcatchment

No	Area	Luas (Ha)
1	Subcatchment 1	0,88
2	Subcatchment 2	2,00
3	Subcatchment 3	3,16
4	Subcatchment 4	2,80
5	Subcatchment 5	0,80
6	Subcatchment 6	1,77
7	Subcatchment 7	2,16
8	Subcatchment 8	3,49
9	Subcatchment 9	7,31
10	Subcatchment 10	1,31

B. Mencari Presentase Kemiringan (%slope)

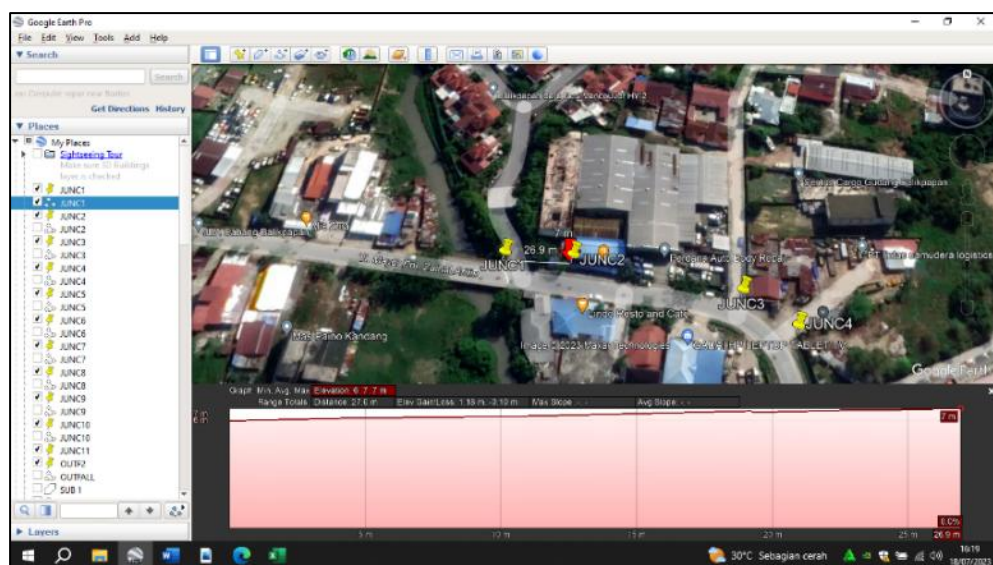


Gambar 4. Penarikan Garis Menggunakan Add Path Tools

Tabel 8. Data %slope pada tiap Subcatchment

No	Area	%slope
1	Subcatchment 1	-1,6
2	Subcatchment 2	-16,6
3	Subcatchment 3	-7,7
4	Subcatchment 4	-1,4
5	Subcatchment 5	-4,3
6	Subcatchment 6	-3,9
7	Subcatchment 7	-0,9
8	Subcatchment 8	-2,8
9	Subcatchment 9	-2
10	Subcatchment 10	0

C. Mencari Elevasi



Gambar 5 Elevasi Pada Junction 1 Sampai Junction 2

Tabel 9. Data Elevasi Pada Tiap Junction

No	Area	Elevasi Rata-rata (m)
1	Outfall 1	5
2	Junction 1-2	6
3	Junction 2-3	6
4	Junction 3-4	6
5	Junction 4-5	6
6	Junction 5-6	5
7	Junction 6-7	5
8	Junction 7-8	5
9	Junction 8-9	5
10	Junction 9-10	4
11	Junction 10-11	4
12	Outfall 2	4

D. Koefisien Pengaliran

Manning's n - Overland Flow	
Surface	n
Smooth asphalt	0.011
Smooth concrete	0.012
Ordinary concrete lining	0.013
Good wood	0.014
Brick with cement mortar	0.014
Vitrified clay	0.015
Cast iron	0.015
Corrugated metal pipes	0.024
Cement rubble surface	0.024
Fallow soils (no residue)	0.05
Cultivated soils	
Residue cover < 20%	0.06
Residue cover > 20%	0.17
Range (natural)	0.13
Grass	
Short, prairie	0.15
Dense	0.24
Bermuda grass	0.41
Woods	
Light underbrush	0.40
Dense underbrush	0.80

Source: McCuen, R. et al. (1996), *Hydrology*, FHWA-SA-96-067, Federal Highway Administration, Washington, DC

Gambar 6 Daftar Koefisien Limpasan

Berdasarkan gambar diatas nilai koefisien limpasan atau C pada setiap tata guna lahan dapat dihitung sesuai dengan rumus dan perhitungan dibawah ini:

Subcatchment 1:

$$C = \frac{(C1 \times A1) + (C2 \times A2)}{A1+A2}$$

$$C = \frac{(0,012 \times 0,11) + (0,024 \times 0,20)}{0,012+0,024}$$

$$C = 0,14$$

Dimana:

C = Koefisien pengaliran gabungan

C1, C2 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A1, A2 = Lluas daerah pengaliran yang diperhitungkan

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai C

Subcatchment	Nilai Total C	
	Impervious	Pervious
1	0,17	0,57
2	0,67	2
3	0,53	2,33
4	0,36	2,16
5	0,007	0,69
6	0,23	1,75
7	0,68	1,06
8	1,33	1,26
9	1,77	4,24
10	0,18	0,96

3.6. Analisa Kapasitas Saluran Drainase Eksisting Menggunakan SWMM 5.1

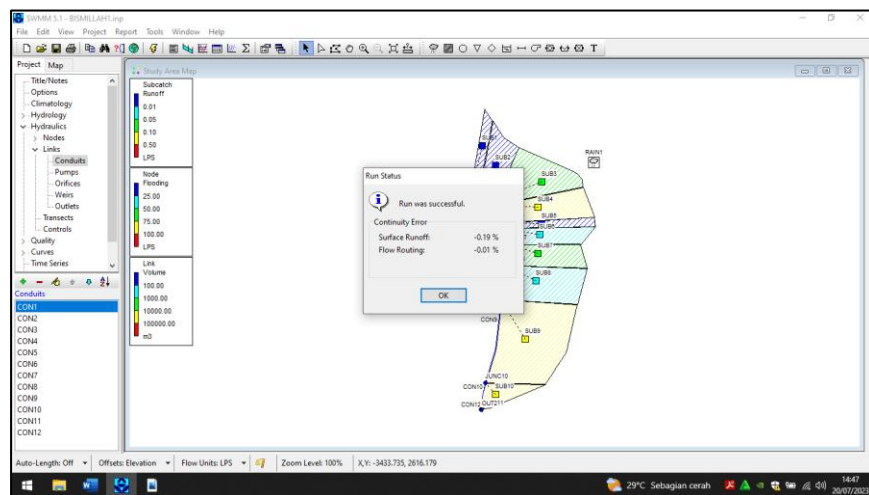
Pemodelan jaringan drainase pada Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin Kelurahan Damai Kota Balikpapan menggunakan software SWMM 5.1, yang melibatkan pembuatan subcatchment, junction node, outfall node, dan conduit berdasarkan data yang diperoleh dari Google Earth Pro. Lokasi penelitian memiliki 11 node junction, 2 node outfall, 10 Subcatchmentt, dan 10 conduit. Data distribusi hujan yang tercantum dalam tabel digunakan sebagai data hujan rencana dengan time series dan dimasukkan ke dalam permodelan SWMM 5.1

A. Menginput Data Saluran Drainase Eksisting

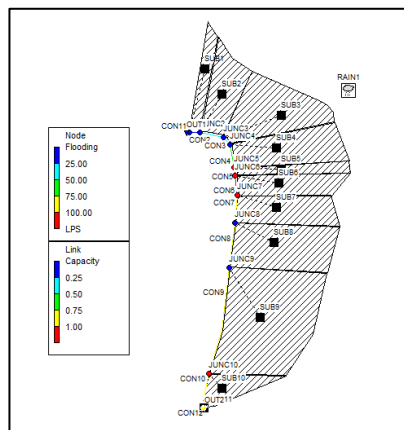
Tabel 11. Menginput Data Subcatchment 1

Property	Value
Name	Sub 1
Rain Gage	Rain1
Outlet	Junc1
Area	0,88 ha
Width	646 m
%Slope	1,60%
%Imperv	35,20%

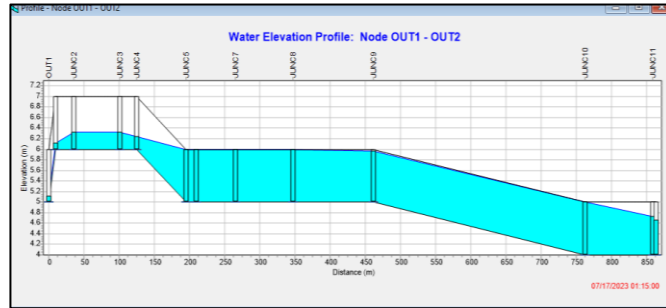
B. Simulasi Saluran Drainase Eksisting



Gambar 7 Melakukan Running Process



Gambar 8. Simulasi Model Jaringan Drainase

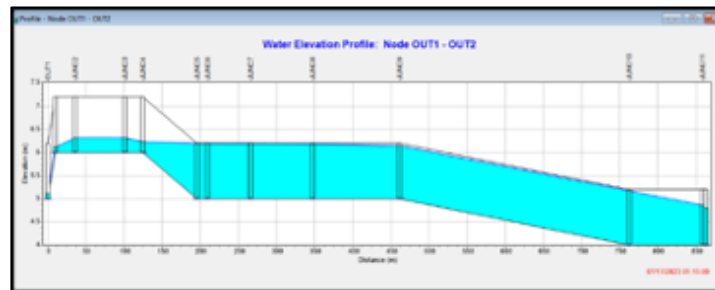


Gambar 9. Profil Aliran Saluran Pada Jam Pertama/Jam Puncak Hujan

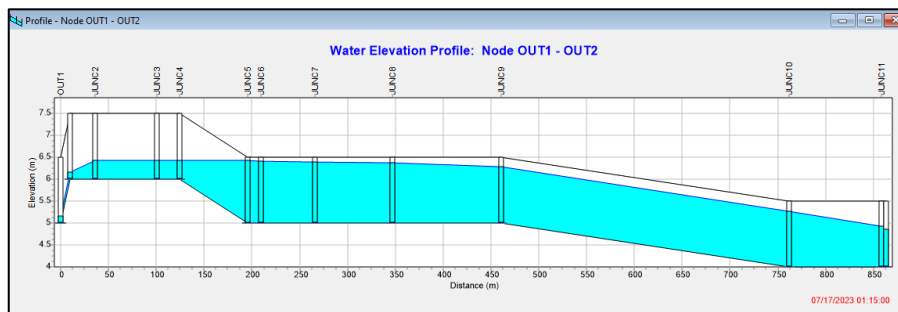
3.7. Analisa Kapasitas Saluran Drainase Rencana (*Metode Trial Error*) Menggunakan Aplikasi SWMM

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, ditemukan bahwa beberapa saluran drainase memerlukan perbaikan. Perbaikan ini dilakukan dengan mengubah dimensi saluran drainase yang mencapai kapasitas maksimum selama jam puncak. Proses perencanaan ulang dilakukan dengan mencoba berbagai lebar dan tinggi saluran agar kapasitas tampungannya menjadi optimal.

A. Input Data Dan Simulasi Saluran Drainase Rencana



Gambar 10. Profil Aliran Saluran Perencanaan Pertama Pada Jam Puncak Hujan, dengan tinggi (*max depth*) tiap *conduit* diubah dari tinggi awal dari semula 1 m menjadi 1,2 m.



Gambar 12 Profil Aliran Saluran Perencanaan Kedua Pada Jam Puncak Hujan, tinggi (*max depth*) tiap *conduit* diperbesar dengan ukuran 1,5 m.

B. Hasil Simulasi Saluran Drainase Rencana

Berdasarkan hasil dari simulasi yang dilakukan menggunakan nilai max depth 1,5 m. Junction 1 sampai dengan Junction 3 berwarna biru yang menunjukkan kondisi saluran dapat menampung aliran dan tidak memiliki potensi terjadinya limpasan pada jam puncak. Junction 5, Junction 6, Junction 7, Junction 8, dan Junction 9 berwarna kuning yang menunjukkan kondisi saluran dapat menampung aliran pada jam puncak. Junction 4 dan Junction 10 berwarna hijau yang menunjukkan kondisi saluran dapat menampung aliran dan tidak memiliki potensi terjadinya limpasan pada jam puncak.

3.8. Peningkatan Kapasitas Saluran Drainase

Berikut adalah tabel perbandingan dimensi saluran sebelum dan setelah dilakukan perencanaan ulang saluran.

Tabel 12. Dimensi Saluran Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

Dimensi sebelum perbaikan			Dimensi setelah perbaikan		
Saluran	Tinggi (m)	Lebar (m)	Saluran	Tinggi (m)	Lebar (m)
Junc 1	1	1,10	Junc 1	1,5	1,10
Junc 2	1	1,60	Junc 2	1,5	1,60
Junc 3	1	1,75	Junc 3	1,5	1,75
Junc 4	1	1,56	Junc 4	1,5	1,56
Junc 5	1	1,80	Junc 5	1,5	1,80
Junc 6	1	1,70	Junc 6	1,5	1,70
Junc 7	1	1,70	Junc 7	1,5	1,70
Junc 8	1	1,65	Junc 8	1,5	1,65
Junc 9	1	1,20	Junc 9	1,5	1,20
Junc 10	1	1,50	Junc 10	1,5	1,50
Out 1	1	1	Out 1	1,5	1
Out 2	1	1	Out 2	1,5	1

4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari analisis kapasitas saluran drainase pada Jalan Mayor Pol. Zainal Arifin, Kelurahan Damai Kota Balikpapan:

- 1) Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dilapangan, saluran eksisting dilapangan berbentuk persegi dengan tinggi 1 m dan lebar Junction 1: 1,10 m; Junction 2: 1,6 m; Junction 3: 1,75 m; Junction 4: 1,56 m; Junction 5: 1,8 m; Junction 6: 1,7 m; Junction 7: 1,8m; Junction 8: 1,65 m; Junction 9: 1,2 m; dan Junction 10: 1,5 m, serta dengan panjang keseluruhan drainase 850 m.
- 2) Hasil simulasi kapasitas saluran drainase eksisting telah dilakukan menggunakan software SWMM 5.1. Dengan durasi hujan 2 jam, curah hujan rencana 64,3645 mm/jam, PUH 50 tahun, terjadi banjir/genangan pada:

- a. Junction 5 sebesar 1190 m³ dengan lama banjir 47 menit,
- b. Junction 6 sebesar 212 m³ dengan lama banjir 31 menit,
- c. Junction 7 sebesar 125 m³, dengan lama banjir 17 menit dan,
- d. Junction 10 sebesar 200 m³ dengan lama 43 menit.

Dengan total volume banjir 1727 m³.

- 3) Simulasi kapasitas saluran drainase rencana yang ideal dilakukan dengan menggunakan metode trial error pada aplikasi SWMM 5.1. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ukuran saluran eksisting dengan kedalaman 1 m terjadi banjir, kemudian dilakukannya Trial Error dengan penggantian kedalaman sedalaman 1,5 m, dengan tipe saluran yang direncanakan merupakan saluran terbuka. Setelah dilakukan simulasi ulang menggunakan ukuran saluran rencana dengan kedalaman 1,5 m, tidak ditemukan masalah banjir/genangan pada saluran. Oleh karena itu, ukuran saluran rencana sedalam 1,5 m dianggap aman untuk digunakan dalam sistem drainase ini.

Daftar Pustaka

- Rus, T. Y., Pongtuluran, E. H., Rundengan, Kezia Putri, Moammar Yasser Alfarizi, & Ghanio Effendi. (2023). Study of Flood Control in the Gang Mufakat of Balikpapan City (Qualitative Study). *Nusantara Civil Engineering Journal*, 2(1), 65 - 74.
<https://doi.org/10.32487/nuce.v2i1.435>
- Sari, L. M., Azmanajaya, E., & Pongtuluran, E. H. (2022). The Analysis of Drainage Capacity of Balikpapan City . *Nusantara Civil Engineering Journal*, 1(1), 34-46.
<https://doi.org/10.32487/nuce.v1i1.386>
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan* (Pertama ed.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Sulistyo, T., & Fauzi, R. (2023). Soil Infiltration Rate Prediction using Machine Learning Regression Model: A Case Study on Sepinggan River Basin, Balikpapan, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, 10(3), 335–347.
<https://doi.org/10.17014/IJOG.10.3.335-347>
- Sulistyo, T., & Respati, S. (2023). The estimation of flood area based on a few selected and weighted parameters: case study of the Nangka River basin, Balikpapan (Indonesia). *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA*, 73(2), 123–137.
<https://doi.org/10.2298/IJGI2302123S>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License