

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

#### 4.1 Penyajian Data

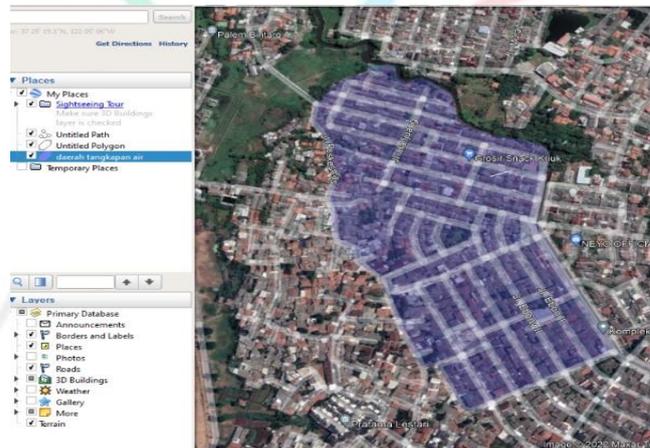
##### 4.1.1 Penentuan Daerah Tangkapan Air

Untuk mencari daerah tangkapan air di Kawasan Perumahan Taman Mangu, hal pertama dilakukan adalah menghitung luas Area keseluruhan dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* dengan cara sebagai berikut:

- a. Buka aplikasi *google earth* kemudian cari lokasi yang akan dihitung jaraknya. Pilih menu tambahkan *path* di bagian kiri atas. Seperti pada gambar 4.1



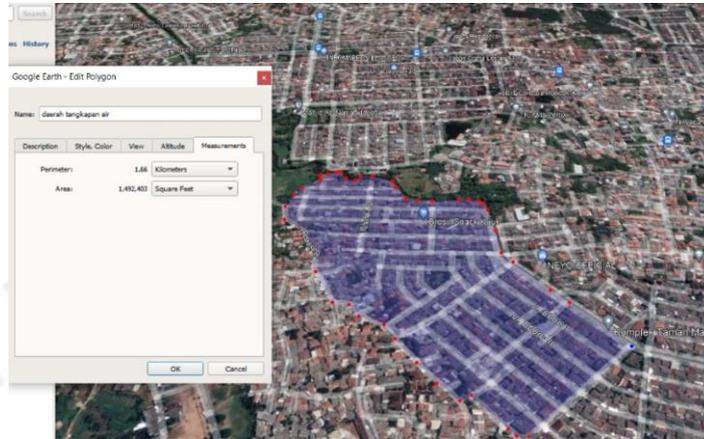
*Gambar 4. 1 Lokasi polygon path pada Google Earth (Dokumen Pribadi, 2022)*



*Gambar 4. 2 Garis Path (Dokumen Pribadi, 2022)*

- b. Selanjutnya tulis nama daerah tangkapan air yang akan dibuat, lalu dibuat polygon seperti diatas dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*

- c. Lihat panjang garis *polygon* pada menu *measurements* maka akan terlihat luas sdaerah Kawasan Perumahan Taman Mangu dengan total 1,6 km<sup>2</sup>.



Gambar 4. 3 Total Luas Kawasan Komplek Taman Mangu Pada Google Earth (Dokumen Pribadi, 2022)

#### 4.1.2 Data Hujan

Untuk mengetahui data curah hujan, peneliti mengambil data sekunder data dari perusahaan PT. Arkonin Engineering EMP yang berasal dari BMKG terkait. Lokasi penelitian berada di Komplek Taman Mangu dimana lokasi tersebut berdekatan dengan beberapa stasiun hujan yang ada di Kota Tangerang Selatan yaitu Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan, Sta Meteorologi Curug, Sta Geofisika Tangerang. Berikut tabel lokasi Stasiun yang dipakai :

Tabel 4. 1 Data Lokasi Stasiun / Pos Hujan Wilayah Tangerang Selatan

Nama Stasiun / Pos Hujan	Koordinat		Elevasi (mdpl)	Kecamatan	Kab / Kota
	Lintang	Bujur			
Sta Meterologi Curug	06°14'LS	106°39' BT	46	Legok	Tangeran g Selatan
Sta Klimatologi Pondok Betung	06°15'20, 58' LS	106°45' BT	26,2	Pd. Aren	Tangeran g Selatan
STA Geofisika Tangerang	06°11'LS	106°36' BT	14	Tangerang	Tangerag

Sumber: BMKG Tangerang Selatan, 2022

### 4.1.3 Survey Lapangan

Penelitian ini berlokasi di Kawasan Komplek Taman Mangu yang tergenang air pada tanggal 13 maret 2022. Kondisi ini sering terjadi ketika curah hujan di kawasan ini cukup tinggi. Berikut adalah salah satu contoh sample gambar yang diambil pada Subcatchement S3, *Conduit* C55, dan *Junction* J3-J11. Perhitungan eksisting yang didapa tpada Kawasan Perumahan Taman Mangu adalah 0,5 untuk lebar dan 0,45 untuk tinggi



*Gambar 4. 4 . Kondisi Drainase yang Tergenang (Dokumentasi Pribadi, 2022)*



*Gambar 4. 5 Kondisi Saluran Drainase*

## 4.2 Analisis Data

### 4.2.1 Analisis Curah Hujan dengan Metode Aljabar

Analisis curah hujan digunakan untuk mengetahui curah hujan rata-rata di daerah tangkapan dengan menganalisis pada data curah hujan maksimum didapatkan melalui 3 s stasiun penangkapan hujan yan berdekatan dengan penelitian. Pada tabel 2.1 dimana tabel tersebut

menjelaskan persyaratan untuk menganalisis curah hujan dengan melihat luasan DAS yang terdapat pada area penelitian.

Ketiga stasiun hujan harus diandingkan untuk menemukan stasiun dengan curah hujan tertinggi dan dirata-rata lalu di ambil datanya. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 merupakan perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata pada DAS sungai

*Tabel 4. 2 Rekap Curah Hujan Rata-rata Maksimum*

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	2020	150,80
2	2014	116,60
3	2015	116,60
4	2017	112,20
5	2013	88,80
6	2018	85,80
7	2016	84,00
8	2019	70,20
9	2012	67,90
10	2011	62,20

*Sumber: Penulis, 2022*

Setelah dihitung hujan rata-rata maksimal yang didapat sebesar 150,80 mm pada tahun 2020 dan untuk terkecil ada pada tahun 2011 sebesar 62,20. mm

#### **4.2.2 Perhitungan Dispersi**

Hasil perhitungan curah hujan pada daerah maksium harian hinggann tahunan di atas, serta dibutuhkan perkiraan terulangnya curah hujan maksimum untuk menentukan debit banjir rencana.

Curah hujan akan menjadi penentu dalam pemakaian untuk menghitung besarnya debit banjir rencana didasari analisis distribusi curah hujan awal melalui pengukuran disperse lalu dilanjutkan pengukuran disperse berdasarkan logaritma serta pengujian kecocokan sebaran.

Pengukuran dispersi tidak semua memiliki nilai berdasarkan variabel hidrologi yang setara dengan nilai rata-rata, namun memungkinkan memiliki nilai yang lebih besar maupun sebaliknya dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Hasil perhitungan dispersi dilakukan dengan 3 metode dan hasil metode tersebut Tabel 4.4 Metode Normal berikut. Tabel 4.6 *Gumbel* dan Tabel 4.8 *Log-perason III* yang menunjukkan hasil dari perhitungan curah hujan rata-rata dengan statistik dan logaritma.

*Tabel 4. 3 Perhitungan Dispersi Curah Hujan Rata-rata metode normal*

No.	Tr	P (%)	K	Si	Rerata (mm/detik)	Hujan Rancangan (mm/detik)
1	2	50	0,00	27,91	95,51	95,51
2	5	20	0,84	27,91	95,51	119,00
3	10	10	1,28	27,91	95,51	131,27
4	20	5	1,64	27,91	95,51	141,41
5	50	2	2,05	27,91	95,51	152,82
6	100	1	2,33	27,91	95,51	160,43
7	200	0,5	2,58	27,91	95,51	167,39
8	500	0,2	2,88	27,91	95,51	175,83
9	1000	0,1	3,09	27,91	95,51	181,75

*Sumber: Penulis, 2022*

Pada Tabel 4.3 didapatkan hasil dari metode normal curah hujan rancangan yang didapat pada periode ulang 10 sebesar 131,27 mm/detik dengan standar deviasi 27,91.

*Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Metode Normal*

No.	Curah Hujan (mm/detik)	Peluang (%)
1	150,80	9,09
2	116,60	18,18
3	116,60	27,27
4	112,20	36,36
5	88,80	45,45
6	85,80	54,55
7	84,00	63,64
8	70,20	72,73
9	67,90	81,82
10	62,20	90,91

Rerata Hujan =	95,51
Yn =	0,4952
Sn =	0,95
Si =	27,91

Sumber: Penulis, 2022

Tabel 4.4 menunjukkan hasil dari rerata curah hujan sebesar 95,51 mm/detik, Yn yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,4952, juga Sn yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,95, dan Si ( standar deviasi ) sebesar 27,91.

Tabel 4. 5 Perhitungan Dispersi Curah Hujan Rata-rata dalam metode Gumbel

No.	Tr	P (%)	Yt	Hujan Rancangan (mm/detik)
1	2	50	0,367	91,73
2	5	20	1,500	125,04
3	10	10	2,250	147,09
4	20	5	2,970	168,25
5	50	2	3,902	195,63
6	100	1	4,600	216,15
7	200	0,5	5,296	236,59
8	500	0,2	6,214	263,57
9	1000	0,1	6,907	283,95

Sumber: Penulis, 2022

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Metode Gumbel

No.	Curah Hujan (mm/detik)	Peluang (%)	[X - Xrerata]	[X - Xrerata] <sup>2</sup>
1	150,80	9,09	55,29	3056,98
2	116,60	18,18	21,09	444,79
3	116,60	27,27	21,09	444,79
4	112,20	36,36	16,69	278,56
5	88,80	45,45	-6,71	45,02
6	85,80	54,55	-9,71	94,28
7	84,00	63,64	-11,51	132,48
8	70,20	72,73	-25,31	640,60
9	67,90	81,82	-27,61	762,31
10	62,20	90,91	-33,31	1109,56
	Rerata CH =	95,51		
	Yn =	0,4952		
	Sn =	0,95		
	Si =	27,91		
	Cs =	0,74		
	Ck =	0,00		

Sumber: Penulis, 2022

Pada Tabel 4.5 didapatkan hasil dari metode Gumbel curah hujan rancangan yang didapat pada periode ulang 10 sebesar 147,09 mm/detik. Tabel 4.6 menunjukkan hasil dari rerata curah hujan sebesar 95,51 mm/detik,  $Y_n$  yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,4952, juga  $S_n$  yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,95, dan  $S_i$  (standar deviasi) sebesar 27,91 serta  $C_k$  0,00.

*Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Metode Log-Pearson III*

No	Tr	P(%)	G tabel	Hujan Rancangan (mm/detik)
1	2	50	-0,062	90,43
2	5	20	0,292	100,02
3	10	10	1,307	133,51
4	20	5	1,751	151,52
5	50	2	2,196	171,98
6	100	1	2,524	188,77
7	200	0,5	2,830	205,95
8	500	0,2	3,321	236,83
9	1000	0,1	3,484	248,11

*Sumber: Penulis, 2022*

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Metode Log-Pearson III

No	Curah Hujan (mm/detik)	Peluang (%)	Log X	[Log X - Log Xrerata]	[Log X - Log Xrerata] <sup>2</sup>	[Log X - Log Xrerata] <sub>3</sub>
1	150,80	9,09	2,178	0,214	0,0460	0,0099
2	116,60	18,18	2,067	0,103	0,0105	0,0011
3	116,60	27,27	2,067	0,103	0,0105	0,0011
4	112,20	36,36	2,050	0,086	0,0074	0,0006
5	88,80	45,45	1,948	-0,016	0,0002	0,0000
6	85,80	54,55	1,933	-0,031	0,0009	0,0000
7	84,00	63,64	1,924	-0,040	0,0016	-0,0001
8	70,20	72,73	1,846	-0,118	0,0138	-0,0016
9	67,90	81,82	1,832	-0,132	0,0175	-0,0023
10	62,20	90,91	1,794	-0,170	0,0290	-0,0049
Rerata Log x			1,964			
	Yn		0,4951			
	Sn		0,95			
	SD		0,124			
	Cs		0,272			
	Ck		0,872			
	Cv		0,4837			

Sumber: Penulis, 2022

Pada Tabel 4.7 didapatkan hasil dari metode normal curah hujan rancangan yang didapat pada periode ulang 10 sebesar 133,51 mm/detik. Tabel 4.8 menunjukkan hasil dari rerata log sebesar 1,964, Yn yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,4952, juga Sn yang didapat dari tabel distribusi sebesar 0,95, dan SD (standar deviasi log) sebesar 0,124, Cs 0,27, Ck 0,872, dan Cv 0,4837.

Tabel 4. 9 . Hasil Perhitungan Uji Distribusi

No.	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan	Ceklis
1	Normal	0.74	Cs = 0	Tidak mendekati	-
		0	Ck = 3		-
2	Log Normal	10.272	Cs = Cv <sup>2</sup> + 3Cv = 0,292	Tidak mendekati	-
		-0.872	Ck = 5,383		-

		0,0364	$C_v \sim 0,06$		-
3	Log	10.272	$C_s \neq 0$	Mendekati	✓
	Pearson	-0.872	$C_k = 5,383$		-
	Type III	0,0364	$C_v \sim 0,3$		-
4	Gumbel	0,74	$C_s = 1,14$	Tidak mendekati	-
		0	$C_k = 5,4$		-

Sumber: Penulis, 2022

Pada Tabel 4.9 menjelaskan bahwa parameter yang mendekati beberapa persyaratan yaitu log pearson III, dimana log pearson III memiliki Salah satu poin yang memenuhi dan memiliki selisih yang paling kecil dari pada jenis sebaran lainnya.

#### 4.2.3 Pemetaan Data Menggunakan Kertas Grafik

Pemetaan yang di plot di lembar probabilitas dikerjakan dengan mengelompokan data curah hujan dari besar ke kecil. Diperlukan garis linier teoritis untuk mengetahui jarak terbesar dari titik curah hujan dengan garis teoritis tersebut.

##### 4.2.3.1 Analisis Sebaran Metode Log Pearson III

Nilai faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.10. Hasil perhitungan distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Nilai Faktor Frekuensi (Kt) Untuk Distribusi Log Pearson III

Periode	T = 2 tahun	T = 5 tahun	T = 10 tahun	T = 20 tahun	T = 50 tahun	T = 100 tahun
Kt	-0,0620	0,292	1,307	1,751	2,196	2,524
0,2720						

Sumber: Penulis, 2022

Kt sendiri merupakan  $C_s$  pada tabel 4.9 yang berfungsi untuk mencari nilai data untuk tabel 4.12. Pencarian data 4.11 sendiri dilakukan dengan cara interpolasi dengan tabel *log pearson III*. Sehingga didapat hasil Kt untuk T = 2 tahun sebesar -0,620, Kt untuk T = 5 tahun sebesar 0,292, Kt untuk T = 10 tahun sebesar

1,307, Kt untuk T = 20 tahun sebesar 1,751, Kt untuk T = 50 tahun sebesar 2,196, Kt untuk T = 100 tahun sebesar 2,524.

Tabel 4. 11 Perhitungan Distribusi Log Pearson III

Tr (tahun)	Xr (mm)	K	S (mm)	Xt (mm)
2		-0,0620		90,4344
5		0,292		100,0200
10		1,307		133,5169
20	1,964	1,751	0,123596	151,5000
50		1,841		155,4305
100		2,196		171,9541

Sumber: Penulis, 2022

Perhitungan peringkat periode ulang disajikan pada Tabel 4.12 berikut. Untuk hasil perhitungan yang nanti dipakai adalah pada saat periode ulang sebesar 133,5169 mm/detik.

Tabel 4. 12 Perhitungan Peringkat Periode Ulang

Tahun	Xi (mm)	Ranking	P (%)
2020	150,80	1	9,09
2014	116,60	2	18,18
2015	116,60	3	27,27
2017	112,20	4	36,36
2013	88,80	5	45,45
2018	85,80	6	54,55
2016	84,00	7	63,64
2019	70,20	8	72,73
2012	67,90	9	81,82
2011	62,20	10	90,91

Sumber: Penulis, 2022

Plotting data pada kertas probabilitas yang dipakai menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P(X_m) = \frac{1}{10 + 1} \times 100\%$$

$$P(X_m) = 9,09\%$$

Pada persamaan di atas merupakan hasil dari perhitungan probabilitas curah hujan pada tahun 2011-2020.

Kemudian, data yang telah diurut tersebut dipetakan di kertas probabilitas sesuai dengan jenis distribusinya. Untuk absisnya adalah peluang ( $P$ ), sedangkan ordinatnya adalah besar curah hujan ( $X_i$ ).

Pada kertas probabilitas log pada sumbu ordinat (sumbu  $y$ ), data curah hujan diplotkan secara langsung tanpa perlu diubah menjadi bentuk logaritma, dikarenakan kertas log tersebut sudah menggunakan skala log.

#### 4.2.4 Uji Kesesuaian Distribusi

##### 4.2.4.1 Pengujian Sebaran dengan Menggunakan Metode Smirnov Kolmogorov

Uji sebaran dengan metode Smirnov Kolmogorov dikerjakan dengan mengelompokkan data dari nilai terendah ke data dengan nilai terbesar ke terkecil. Kemudian dicari  $\Delta$  Kritis dengan Tabel 4.14 dan  $D_{max}$ -nya dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4. 13 . Nilai  $\Delta$  Kritis Uji Smirnov-Kolmogorof

Ukuran Sampel	Level of Significance $\alpha$ (persen)				
	20	15	10	5	1
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,510	0,563	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,391
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,380

18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,370
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352
Rumus Asimtotik	$1.07/(n)^{0.5}$	$1.14/(n)^{0.5}$	$1.22/(n)^{0.5}$	$1.36/(n)^{0.5}$	$1.63/(n)^{0.5}$

Sumber: Penulis, 2022

Didapatkan  $\Delta$ kritis pada jumlah sample 10 data, maka distribusi Log Pearson pada ukuran sample 10 dan  $\alpha$  (persen) 10 sebesar 0,368

Tabel 4. 14 Pengujian metode Smirnov Kolmogorov

No	Curah Hujan (mm/detik)	Pe (%)	Log X	Rerata Log X	SD	G	P (%)	Pt (%)	D
1	150,80	9,09	2,178	1,964	0,124	1,735	5,78	94,22	0,033
2	116,60	18,18	2,067	1,964	0,124	0,831	14,69	85,31	0,035
3	116,60	27,27	2,067	1,964	0,124	0,831	14,69	85,31	0,126
4	112,20	36,36	2,050	1,964	0,124	0,696	38,06	61,94	0,017
5	88,80	45,45	1,948	1,964	0,124	-0,126	55,43	44,57	0,100
6	85,80	54,55	1,933	1,964	0,124	-0,247	65,67	34,33	0,111
7	84,00	63,64	1,924	1,964	0,124	-0,321	66,61	33,39	0,030
8	70,20	72,73	1,846	1,964	0,124	-0,952	82,52	17,48	0,098
9	67,90	81,82	1,832	1,964	0,124	-1,069	85,47	14,53	0,037
10	62,20	90,91	1,794	1,964	0,124	-1,377	92,04	7,96	0,011
D max									0,126

Sumber: Penulis, 2022

Tabel 4. 15 Nilai D

No	a (%)	D kritis	D max	Ket
1	1	0,486	0,126	Diterima
2	5	0,409	0,126	Diterima
3	10	0,368	0,126	Diterima
4	15	0,342	0,126	Diterima
5	20	0,322	0,126	Diterima

Sumber: Penulis, 2022

Dari data tabel 4.15 Kita bisa mencari debit maksimum dari kala hujan rancangan sebesar 0,126 dengan probabilitas 85,31% dari hasil tabel 4.14, Dapat ditentukan D maksimum adalah 0.126. Alfa yang digunakan 0,10, dengan jumlah data (n) sebanyak 10, maka didapat nilai D sebesar 0.368.

Karena  $D_{max} < D$ , sehingga data distribusi Log Pearson III memenuhi syarat.

#### 4.2.4.2 Pengujian Sebaran dengan Menggunakan Metode Chi-Kuadrat

Uji kecocokan sebaran berfungsi sebagai pengujian kecocokan sebaran tersebut memenuhi persyaratan, persamaan perhitungan dari uji Chi-Kuadrat sebagai berikut:

$$K (\text{Jumlah Sub-Kelompok}) = 1 + 3.322 \text{ Log } n \\ = 1 + 3.322 \text{ Log } 10 = 4.167 \approx 4$$

$$Dk (\text{Derajat Kebebasan}) = K - (p + 1) \\ = 4.167 - (2 + 1) \\ = 1.167 \approx \text{diambil } 1$$

$$E_f (\text{Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke } i) = \frac{10}{4.167} = 1.666666667$$

Tabel 4. 16 Hujan Rancangan

No	P (%)	Tr	G	Log x	Hujan Rancangan (mm/detik)
1	20	1,25	0,292	2,000	100,02
2	40	1,67	0,056	1,971	93,52

Sumber: Penulis, 2022

Tabel 4. 17 Pengujian Chi Kuadrat

Interval Kelas	Ej	Oj	(Oj-Ej) <sup>2</sup> /Ej
< 83,90	2,4	4	1,122
83,90 - 93,52	2,4	1	0,792
93,52 - 100,02	2,4	2	0,058
> 100,02	2,4	3	0,168
D max			1,122
X <sub>2</sub>			2,658

Sumber: Penulis, 2022

Dari Tabel 4.17 kita bisa mendapatkan Dmax sebesar 1,122 yang didapat dari Interval kelas sebesar 83,90 dengan OJ (jumlah data) sebesar 4.

Tabel 4. 18 Derajat Kepercayaan

No	a (%)	D kritis	D max	Ket
1	1	13,277	1,122	Diterima
2	5	9,488	1,122	Diterima
3	10	18,307	1,112	Diterima

Sumber: Penulis, 2022

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai D maksimum adalah 0.112. Alfa yang digunakan 0,10, dengan jumlah data (n) sebanyak 10. Karena  $D_{max} < D$ , sehingga data distribusi Log Pearson III memenuhi syarat.

#### 4.2.5 Curah Hujan Rencana Metode Terpilih

Dari hasil perhitungan didapatkan distribusi yang digunakan adalah Log Pearson III. Periode ulang yang didapat adalah 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun, untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Log Pearson III sebesar 133 mm/detik.

Tabel 4. 19 Curah Hujan Rencana Metode Sebaran Log Pearson III

Tr (tahun)	Xr (mm)	K	S (mm)	Xt (mm)
2		-0,0620		90,4344
5		0,292		100,0200
10		1,307		133,5169
20	1,964	1,751	0,123596	151,5000
50		1,841		155,4305
100		2,196		171,9541

Sumber: Penulis, 2022

#### 4.2.6 Analisis Intensitas Curah Hujan

Metode dr. Mononobe menghasilkan intensitas hujan memakai beberapa variasi dari rumus curah hujan jangka pendek, melalui persamaan 2.24:

$$I = \frac{133,517}{24} \cdot \left[ \frac{24}{1} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 46,287$$

Pada persamaan di atas didapatkan nilai intensitas hujan pada time (1 jam) di R10

Berikut tabel hasil perhitungan nilai R24 dan intensitas curah hujan untuk jangka waktu ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun:

*Tabel 4. 20 Perhitungan R24*

R <sub>24</sub> (mm)	
2 Tahun	90,434
5 Tahun	100,020
10 Tahun	133,517
20 Tahun	151,5
50 Tahun	155,430
100 Tahun	171,954

*Sumber: Penulis, 2022*

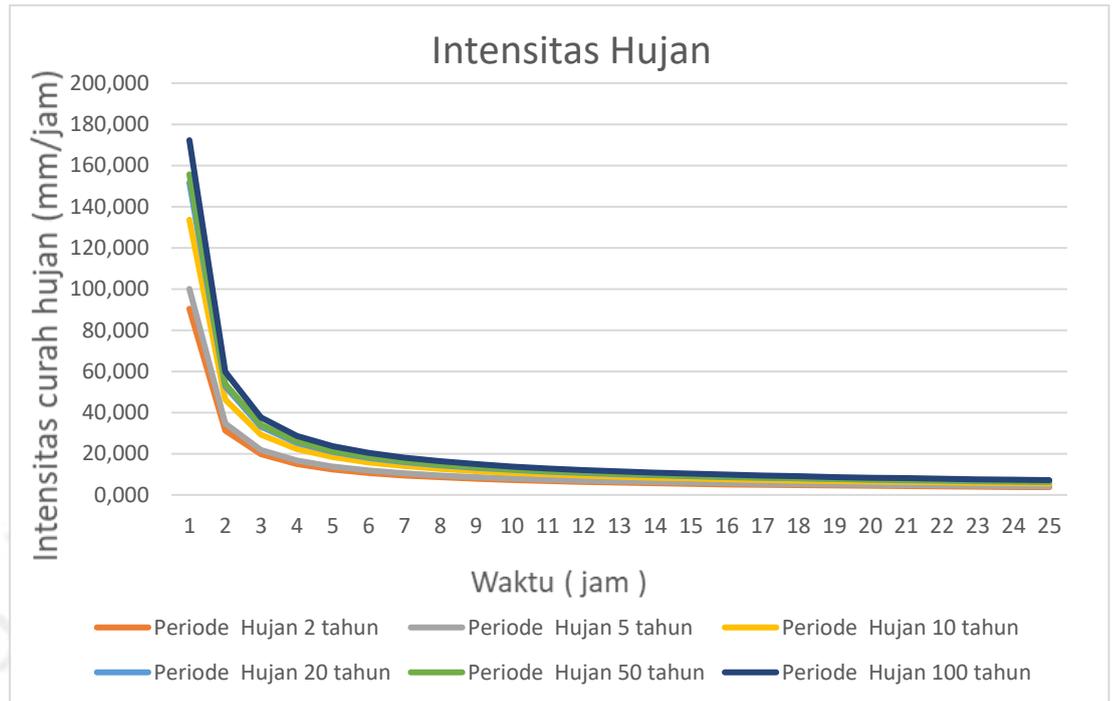
*Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan*

Time (jam)	INTENSITAS HUJAN MAKSIMUM RENCANA					
	R <sub>24</sub>					
	R2	R5	R10	R20	R50	R100
	90,434	100,020	133,517	151,500	155,430	171,954
0,167	103,522	114,494	152,839	173,424	177,923	196,838
0,333	65,215	72,127	96,282	109,250	112,085	124,000
0,500	49,768	55,043	73,477	83,374	85,537	94,630
0,667	41,083	45,437	60,654	68,823	70,609	78,115
0,833	35,404	39,156	52,270	59,310	60,849	67,318
1	31,352	34,675	46,288	52,522	53,885	59,613
2	19,750	21,844	29,159	33,087	33,945	37,554
3	15,072	16,670	22,253	25,250	25,905	28,659
4	12,442	13,761	18,369	20,843	21,384	23,657

INTENSITAS HUJAN MAKSIMUM RENCANA						
Time (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R20	R50	R100
	90,434	100,020	133,517	151,500	155,430	171,954
5	10,722	11,859	15,830	17,962	18,428	20,387
6	9,495	10,501	14,018	15,907	16,319	18,054
7	8,568	9,476	12,649	14,353	14,725	16,291
8	7,838	8,669	11,572	13,131	13,471	14,903
9	7,246	8,014	10,698	12,139	12,454	13,778
10	6,755	7,470	9,972	11,316	11,609	12,843
11	6,339	7,011	9,358	10,619	10,894	12,053
12	5,981	6,615	8,831	10,020	10,280	11,373
13	5,671	6,272	8,372	9,500	9,746	10,782
14	5,397	5,969	7,969	9,042	9,276	10,263
15	5,155	5,701	7,610	8,635	8,859	9,801
16	4,938	5,461	7,290	8,272	8,486	9,388
17	4,742	5,245	7,001	7,944	8,150	9,017
18	4,565	5,049	6,739	7,647	7,845	8,679
19	4,403	4,870	6,501	7,376	7,568	8,372
20	4,255	4,706	6,282	7,128	7,313	8,091
21	4,119	4,556	6,081	6,900	7,079	7,832
22	3,993	4,416	5,895	6,690	6,863	7,593
23	3,877	4,287	5,723	6,494	6,663	7,371
24	3,768	4,167	5,563	6,312	6,476	7,165

Sumber: Penulis, 2022

Dari data Tabel 4.22 Hasil hujan rancangan yang dipakai adalah R10 dengan debit rancangan 133,517 mm/detik. Dengan menit ke 10 sebesar 152,839 mm/detik; menit ke 20 sebesar 96,282 mm/detik; menit ke 30 sebesar 73,477 mm/detik, menit ke 40 sebesar 60,654 mm/detik; menit ke 50 sebesar 52,270 mm/detik; dan sejam pertama sebesar 46,288 mm/detik..



Grafik 4. 1 Grafik Intensitas Hujan (Dokumen Pribadi, 2022)

#### 4.2.6.1 Hyetograph Hujan Rencana

Hasil curah hujan rencana digunakan sebagai dasaran untuk menentukan kapasitas intensitas curah hujan. Hal tersebut memakai pendekatan dengan acuan melalui diagram hyetograph. Tangerang Selatan merupakan Kota Metropolitan, sehingga berdasarkan literatur mengenai analisis ekonomi, maka diperoleh kesimpulan bahwa curah hujan rencana yang digunakan adalah curah hujan dengan periode ulang 10 tahun.

Presentase yang terdapat dalam hyetograph setiap jamnya dikalikan dengan curah hujan rencana 100 tahun untuk mendapatkan nilai besarnya intensitas hujan selama 24 jam. Intensitas hujan perjam tersebut didistribusikan kumulatif ( $\Delta t$ ) menjadi per sepuluh menit. Didistribusikan kumulatif ( $\Delta t$ ) tersebut ditentukan setelah mendapatkan nilai waktu konsentrasi ( $t_c$ ) sebesar 1 jam.

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:

L = Panjang saluran (km), didapat sebesar 4,78 Km

S = Kemiringan

$$= \frac{0,00085}{1.67}$$

$$= 0,000508$$

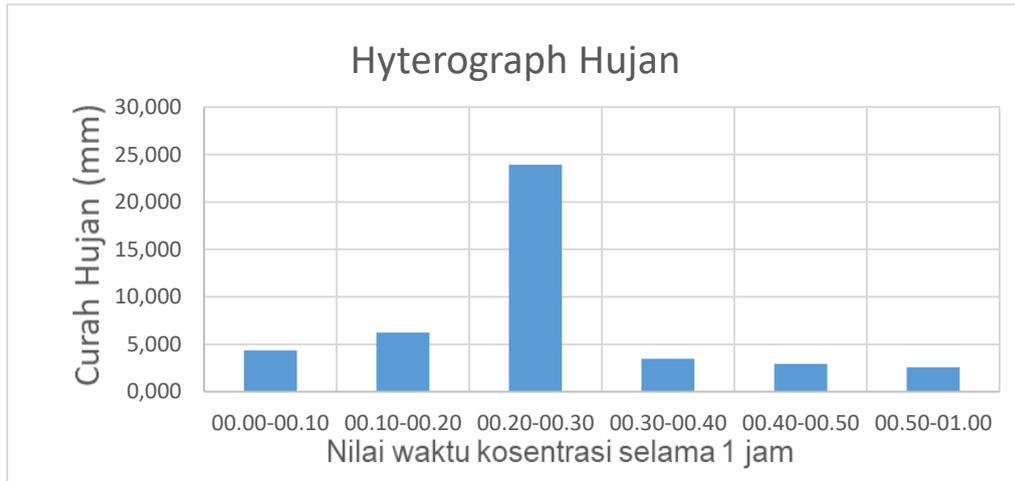
Sehingga,

$$tc = \left[ \frac{0.87 \times 1,67^2}{1000 \times 0,000508} \right]^{0.385} = 1.825$$

Tabel 4. 22 Hyetograph Hujan Rancangan pada Periode Ulang 10 Tahun

Tc	Δt (jam)	It (mm)	Δp (mm)	Heterograf (mm)
0,167	00.00-00.10	23,918	23,918	4,361
0,333	00.10-00.20	30,134	6,217	6,217
0,500	00.20-00.30	34,495	4,361	23,918
0,667	00.30-00.40	37,967	3,472	3,472
0,833	00.40-00.50	40,898	2,932	2,932
1,000	00.50-01.00	43,461	2,563	2,563

Sumber: Penulis, 2022



Gambar 4. 6 Hyetograph Hujan Rancangan Periode Ulang 20 Tahun (Penulis, 2022)

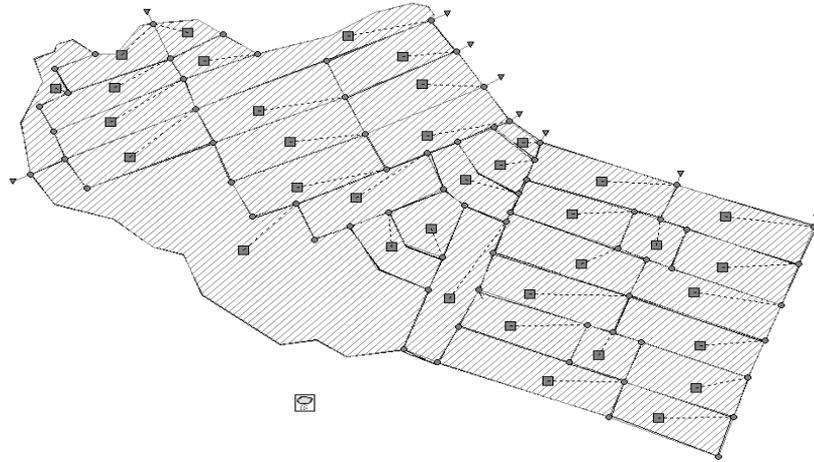
#### 4.2.7 Kala Ulang

Kala ulang yang digunakan dalam analisis ini yaitu kala ulang 10 tahun dengan nilai kala ulang 10 tahun adalah 15,839 m<sup>3</sup>/detik.

### 4.3 Evaluasi Saluran Drainase Menggunakan Model EPA SWMM 5.2

#### 4.3.1 Pembagian *Subcatchment*

Perumahan Kawasan Komplek Taman Mangu terdiri dari 36 *subcatchment* lingkungan berdasarkan elevasi dan aliran airnya. *subcatchment* pada kawasan perumahan berdasarkan referensi pembangunan ruang terbuka hijau memiliki daerah *impervious* 65% karena daerah pemukiman penduduk dan 35% daerah *previous* berupa halaman.



Gambar 4. 7 Pembagian Subcatchment Kawasan Perumahan Taman Mangu

Sumber : SWMM 5.2



Gambar 4. 8 Suasana daerah pervious dan impervious Perumahan Kawasan Taman Mangu

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada tabel 4.24 menjabarkan *Subcatchment* pada aplikasi SWMM 5.2. Bisa dilihat bahwa *Subcatchment* terbesar adalah 2,07 ares dengan nama sub-catchment S35, outlet ( keluarnya limpasan) di saluran J45, *impervious* 65%, dan *pervious* 35%.

Tabel 4. 23 Karakteristik Kawasan Komplek Taman Mangu

Nama	Outlet	Luas (ares)	%Impervious	%Pervious	Nama	Outlet	Luas (ares)	%Impervious	%Pervious
S1	J1	0,384	65	35	S19	J33	0,17	65	35
S2	J2	0,3	65	35	S20	J37	0,15	65	35
S3	J3	0,38	65	35	S21	J43	0,5	65	35
S4	J4	0,404	65	35	S22	J40	0,38	65	35
S5	J5	0,3	65	35	S23	J44	0,34	65	35
S6	J6	0,283	65	35	S24	J47	0,31	65	35
S7	J9	0,202	65	35	S25	J48	0,28	65	35
S8	J14	0,202	65	35	S26	J50	0,31	65	35
S9	J8	0,384	65	35	S27	J51	0,24	65	35
S10	J18	0,383	65	35	S28	J56	28	65	35
S11	J19	0,404	65	35	S29	J54	0,26	65	35
S12	J13	0,364	65	35	S30	J59	0,16	65	35
S13	J20	0,327	65	35	S31	J58	0,01	65	35
S14	J15	0,607	65	35	S32	J62	0,018	65	35
S15	J22	0,069	65	35	S33	J65	0,08	65	35
S16	J23	0,121	65	35	S34	J65	0,22	65	35
S17	J25	0,161	65	35	S35	J63	0,23	65	35
S18	J27	0,38	65	35	S36	J45	2,07	65	35

Sumber : SWMM 5.2

#### 4.3.2 Pembuatan Model Jaringan

Pemodelan jaringan merupakan peran penting pada simulasi SWMM. Sistem jaringan drainase yang terdapat pada lapangan yang dimodelkan terhadap SWMM membentuk sejumlah bagian. Jaringan drainase memiliki karakteristik untuk dimasukkan ke dalam pemodelan ialah *subcatchment area*, *junction*, *conduit* serta *outfall nodes*. Perumahan Perumahan Taman Mangu memiliki 36 *subcatchment*, 68 *junction*, 104 *conduit* dan 9 *outfall node*.

Model jaringan diciptakan dengan memperhatikan kondisi eksisting jaringan drainase yang ada pada lapangan. Pada proses pembuatan model dilaksanakan dengan masterplan setelah itu membandingkan dengan model aslinya. Selesai model jaringan dibentuk, setelah itu dimasukkan karakteristik dari berbagai jaringan drainase.

Tabel 4. 24 Nilai Karakteristik Subcatchment Perumahan Taman Mangu

Karakteristik <i>subcatchment</i>	Nilai
% <i>slope</i>	0.5
<i>N-impervious</i>	0,013
<i>N-pervious</i>	0,150
<i>Dstore-impervious</i> (mm)	1,800
<i>Dstore-pervious</i> (mm)	3,800
% <i>Zero Impervious</i>	25,000

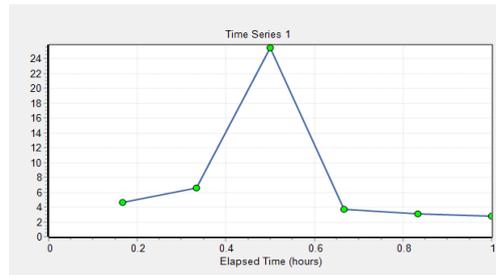
Sumber : SWMM 5.2

Pada tabel 4.23 dapat dilihat nilai karakteristik subcatchment Perumahan Taman Mangu. Nilai N-Imperv yang dipakai sejumlah 0,013 akibat sejumlah besar lahan impervious ditutupin dengan semen. Nilai N-perv yang dipakai dengan jumlah 0,15 karena mayoritas lahan pervious tertutupi dengan rumput. Selain itu nilai tersebut dimasukkan ke dalam SWMM.

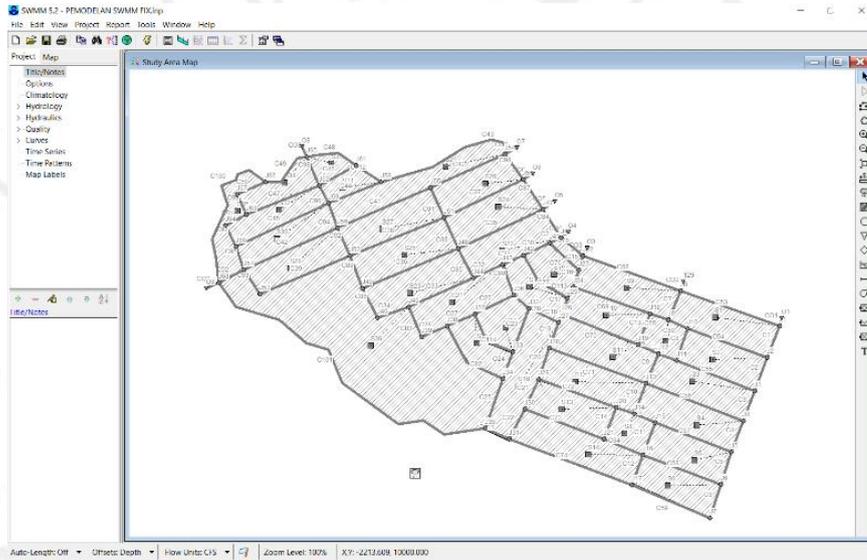
#### **Simulasi Aliran Pada Time Series**

Variable lain yang digunakan adalah alat pengukur hujan yang berguna untuk menyediakan peta hujan untuk model jaringan drainase yang ada. Hasil dari permodelan aliran dengan memakai data curah hujan. Data disimulasikan pada time series dengan perhitungan hyetograph dari data curah hujan yang terdapat pada Tabel 4.19. Pada menit ke 30 sampai 45 merupakan nilai curah hujan tertinggi. Dapat dilihat pada Grafik 4.2.

Grafik 4. 2 Curah Hujan



Sumber : SWMM 5.2



Gambar 4. 7 Pemodelan Jaringan Drainase

Sumber : SWMM 5.2

Berdasarkan hasil EPA SWMM 5.2 *continuity error* untuk limpasan dan penelusuran aliran masing-masing -4,00% dan -0,03%. Menurut Rossman (2004) ketika *continuity error* kurang dari 10%, dapat disimpulkan analisisnya sudah memenuhi standar dan sudah baik.

Tabel 4. 25 Hasil Simulasi Limpasan kawasan Taman Mangu

Sub-DTA	ft to cm	Total Infiltration (cm)	Total Limpasan (cm)	Sub-DTA	Total Infiltration (cm)	Total Limpasan (cm)
S01	30,48	16,1544	214,884	S19	37,7952	192,024
S02	30,48	10,668	221,5896	S20	9,4488	252,6792
S03	30,48	10,668	220,98	S21	37,7952	188,3664
S04	30,48	5,4864	226,4664	S22	37,7952	188,6712

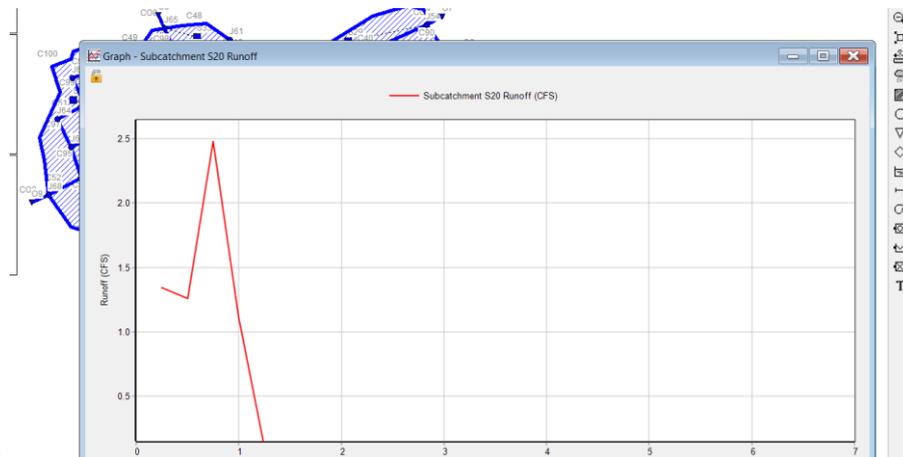
S05	30,48	37,7952	189,5856	S23	37,7952	188,0616
S06	30,48	37,7952	189,5856	S24	37,7952	187,7568
S07	30,48	37,7952	190,8048	S25	37,7952	188,6712
S08	30,48	37,7952	191,4144	S26	37,7952	188,3664
S09	30,48	37,7952	188,3664	S27	37,7952	188,976
S10	30,48	37,7952	188,976	S28	37,7952	188,0616
S11	30,48	37,7952	187,7568	S29	21,6408	206,6544
S12	30,48	37,7952	188,3664	S30	37,7952	187,7568
S13	30,48	37,7952	189,2808	S31	37,7952	190,5
S14	30,48	37,7952	187,1472	S32	37,7952	188,6712
S15	30,48	37,7952	190,5	S33	37,7952	191,7192
S16	30,48	37,7952	190,8048	S34	37,7952	190,8048
S17	30,48	37,7952	190,1952	S35	37,7952	101,4984
S18	30,48	37,7952	192,3288	S36	37,7952	184,0992

Sumber : SWMM 5.2

Berdasarkan EPA SWMM 5.2 limpasan maksimum pada *subcatchment* rata-rata adalah 0,82 m<sup>3</sup>/detik. Kesluruhan limpasan untuk *subcatchment* rata-rata sebesar 171 m<sup>3</sup>. Hasil dari limpasan masing-masing *subcatchment* akan berbeda karena perbedaan luas *subcatchment* itu sendiri. Semakin luas *subcatchment* maka semakin besar pula limpasannya, berdasarkan tabel 4.9 mampu disimpulkan bahwa *subcatchment* yang menghasilkan limpasan terbanyak adalah *subcatchment* S20 sebesar 252,68 cm. Perbandingan gerak terhadap debit limpasan dibanding waktu untuk *subcatchment* S20 dapat dilihat grafik 4.3

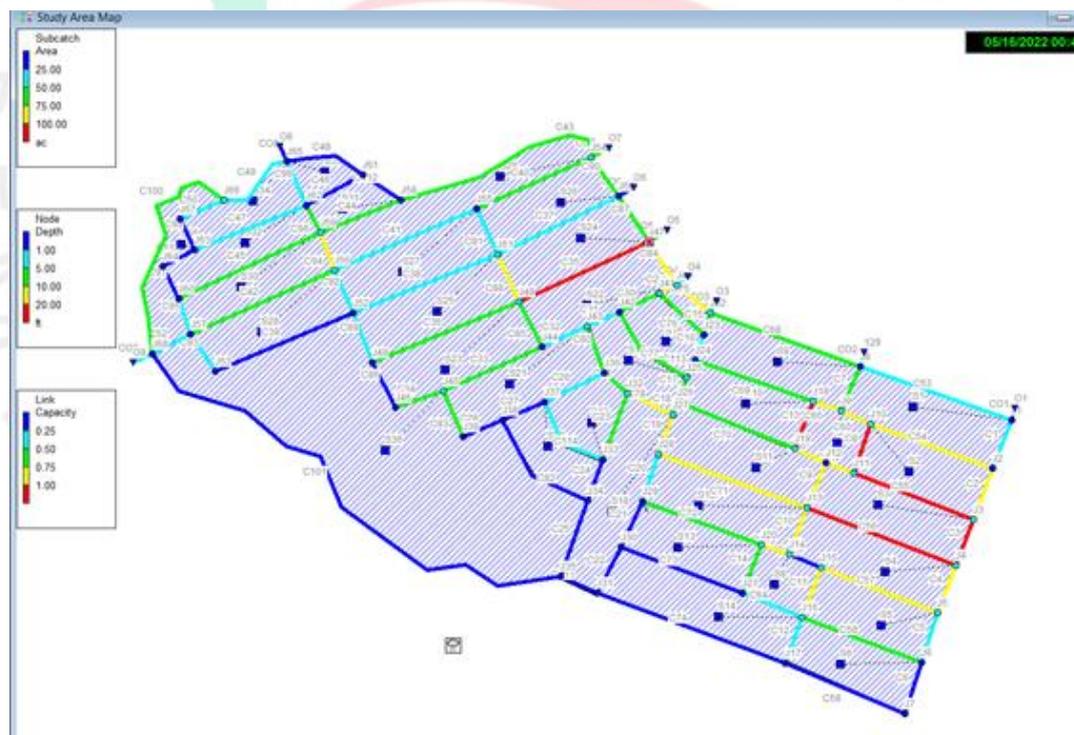
Berdasarkan gambar di atas , limpasan puncak terjadi antara menit ke 30 - 45. Limpasan puncak *subcatchment* mendeskribisikan nilai debit limpasan puncak berdasarkan curah hujanitu sendiri. Dari tabel 4.9 juga dapat dilihat limpasan puncak paling tinggi *subcatchment* terdapat pada *subcatchment* S20.

Grafik 4. 3 Pergerakan Debit Limpasan Terhadap Waktu (S20)



Pada grafik diatas dapat dilihat waktu yang dipakai peneliti untuk fase time lapse di aplikasi EPA SWMM 5.2

### 4.3.3 Analisa Simulasi Aliran Limpasan

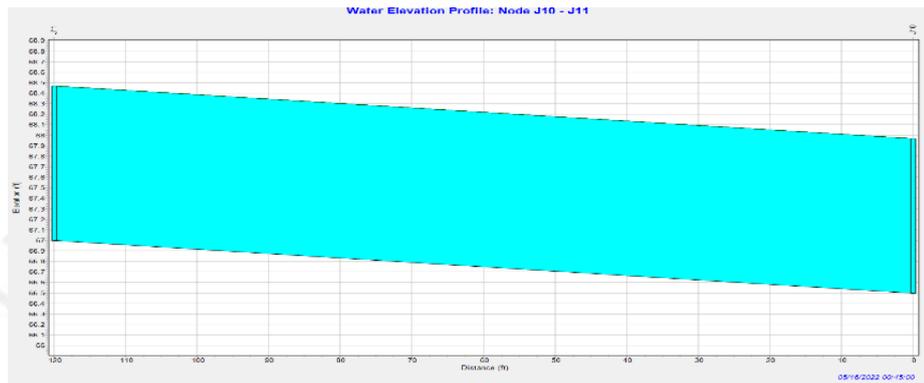


Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Aliran Limpasan

Sumber : SWMM 5.2

Berdasarkan gambar hasil simulasi aliran limpasan dapat disimpulkan ada beberapa saluran yang tidak dapat menampung limpasan sehingga salurannya terisi penuh 100%. Saluran tersebut

ditunjukkan oleh garis berwarna merah. Terdapat 6 saluran berwarna merah yang merupakan penghubung saluran drainase cabang ke drainase utama. Saluran-saluran tersebut adalah saluran C8, C55, C3, C56, C13. Seluruh dimensi saluran tersebut dengan lebar 0,45 m dan kedalaman 0,5 m.

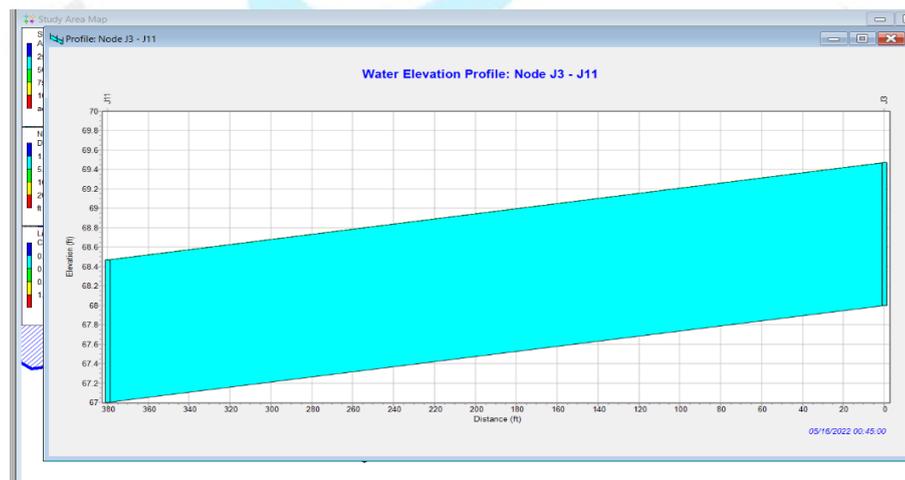


Gambar 4. 9 Profil Elevasi Air Saluran C8

Sumber : SWMM 5.2

Saluran C8 merupakan saluran yang berada di antara node J10 dan J11. Penyebab saluran terisi penuh adalah dimensi saluran tidak dapat menampung aliran limpasan *subcatchment* S2 & S7.

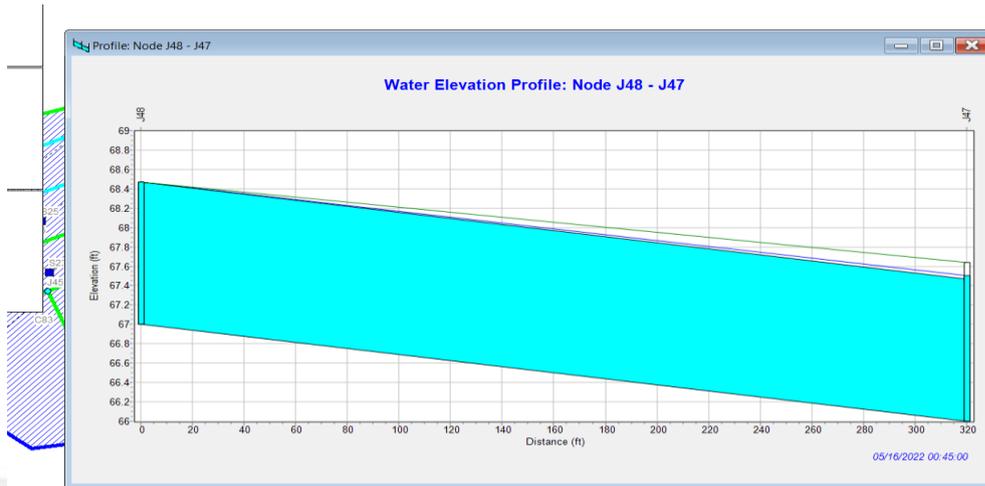
Gambar 4. 10 Profil Elevasi Air Saluran C13



Sumber : SWMM 5.2

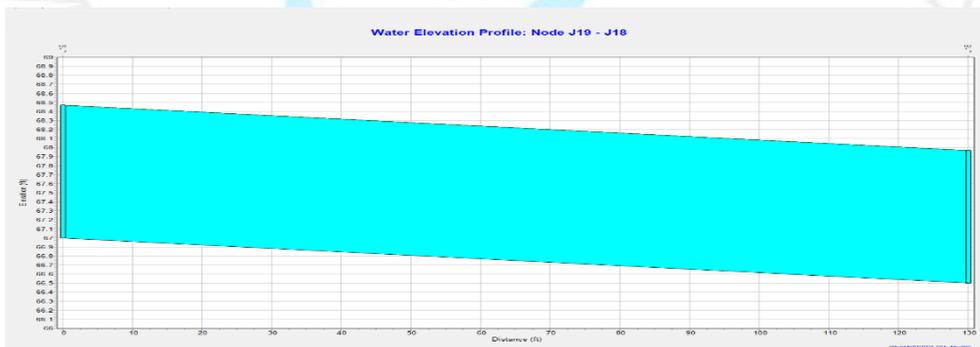
Saluran C13 merupakan saluran yang berada di antara *node* J18 dan J19. Penyebab saluran terisi penuh adalah dimensi saluran tidak dapat menampung aliran limpasan *subcatchment* S10 & S7

Gambar 4. 11 Profil Elevasi Air Saluran C35



Sumber : SWMM 5.2

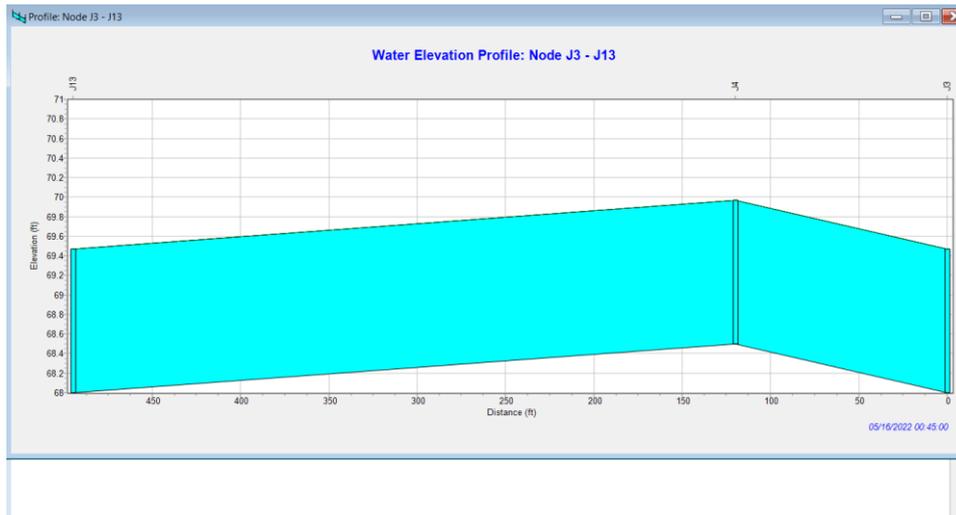
Saluran C35 merupakan saluran yang berada di antara *node* J47 dan J 48. Penyebab saluran terisi penuh adalah dimensi saluran tidak dapat menampung aliran limpasan *subcatchment* S24 & S25.



Gambar 4. 12 Profil Elevasi Air Saluran C55

Sumber : SWMM 5.2

Saluran C55 merupakan saluran yang berada di antara *node* J11 dan J3. Penyebab saluran terisi penuh adalah dimensi saluran tidak dapat menampung aliran limpasan *subcatchment* S3 & S2.



Gambar 4. 13 Profil Elevasi Air Saluran C3 & C56

Sumber : SWMM 5.2

Saluran C3 dan C56 merupakan saluran yang berada di antara node J3 – J4 dan J4 – J13, keduanya merupakan saluran di sepanjang jalanan *subcatchment* 3. Penyebab dua saluran terisi penuh adalah dimensi saluran tidak dapat menampung aliran limpasan *subcatchment* S3 & S4.

Elevasi air tertinggi yang membuat saluran-saluran tersebut terisi penuhterjadi di antara 30 menit pertama sampai 15 menit selanjutnya.

#### 4.3.4 Evaluasi dan Perbaikan Saluran Drainase

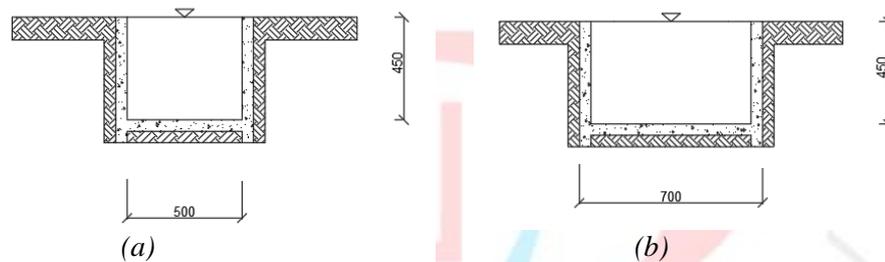
Untuk meningkatkan kapasitas saluran harus memperhatikan kondisi lapangan dan disesuaikan dengan kebutuhan. Perluasan drainase menyebabkan pembebasan lahan di sekitar drainase. Ini bisa berarti mengambil bagian dari halaman masyarakat atau mengurangi lebar jalan. Penambahan kedalaman sungai juga harus memperhitungkan jumlah penggalian yang akan dilakukan, dan kemiringan serta elevasi salurannya (Aditya:2015).

Perhitungan untuk menerapkan pelebaran dan perkecilan memakai Pedoman Perencanaan Drainase Jalan 2006 (Pd-02-2006-B). Hasil dari dimensi saluran yang diubah yaitu dengan menambah lebar saluran. Hal tersebut dipilih karena menurut Pedoman Perencanaan Drainase Jalan 2006 KemenPU perencanaan

saluran drainase dengan bentuk penampang seperti apapun hendaknya memperhatikan teori saluran ekonomis

Adapun saluran ekonomis untuk saluran dengan bentuk penampang segi-empat adalah lebar saluran mendekati atau sama dengan dua kali kedalaman saluran.

Penambahan lebar saluran pada perumahan ini dapat dilakukan karena lebar jalan cukup. Oleh karena itu agar mendapatkan saluran yang dapat menampung limpasan dari sub-daerah tangkapan air maka perubahan lebar saluranlah yang dipilih sebesar 0,2m sehingga dapat dilihat perbedaan gambar penampang melintang pada gambar 4.14.



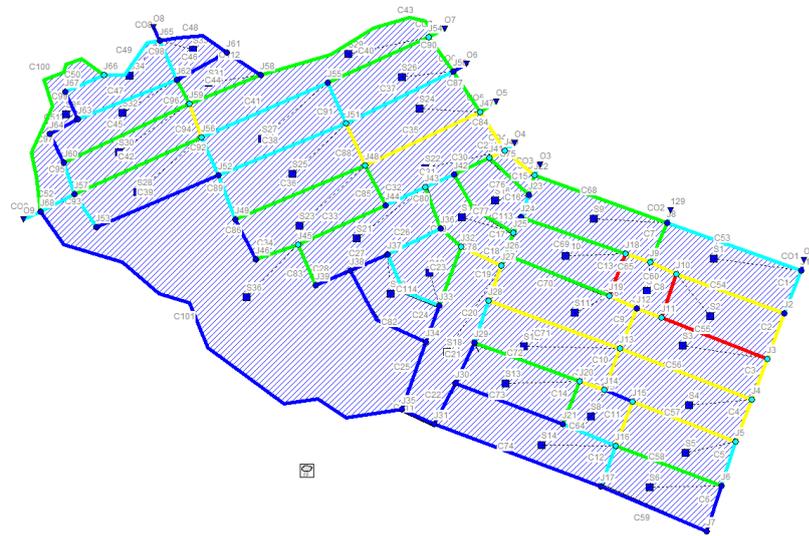
Gambar 4. 14 Penampang melintang eksisting (a) dan penampang melintang sesudah evaluasi (b)

Tabel 4. 26 Perhitungan Debit Rencana

Nama Saluran	Parameter Awal		Debit Maksimum Saluran Awal (m <sup>3</sup> /detik)	Parameter Rencana		Debit Maksimum Saluran Rancangan (m <sup>3</sup> /detik)
	Lebar (m)	Kedalaman (m)		Lebar (m)	Kedalaman (m)	
<b>C8</b>	0,5	0,45	0,12	0,7	0,45	<b>0,12</b>
<b>C55</b>	0,5	0,45	0,10	0,7	0,45	<b>0,10</b>
<b>C3</b>	0,5	0,45	0,12	0,7	0,45	<b>0,13</b>
<b>C56</b>	0,5	0,45	0,07	0,7	0,45	<b>0,08</b>
<b>C13</b>	0,5	0,45	0,12	0,7	0,45	<b>0,12</b>
<b>C35</b>	0,5	0,45	0,10	0,7	0,45	0,11

Sumber : Olahan Penelitian

Berdasarkan tabel di atas dimensi yang dihitung. Mendapat pergantian dimensi dengan cara melebarkan saluran dari 0,2 m menjadi 0,7 m. Pengubahan ukuran ini dilakuakn denga metode membokar drainase yang lama kemudian memperbesar drainase sesuai dengan ukuran yang direncanakan. Saluran yang direncanakan memiliki lebar 0,7 m dan kedalaman 0,45. Setelah dilakukan pelebaran saluran, pada saluran C56, C35, dan C3 debit maksimum saluran ini sudah bisa menampung debit simulasi dengan kapasitas dibawah sampai 100%



Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Aliran Limpasan Saluran Perbaikan

Sumber : SWMM 5.2

Tabel 4. 27 Kapasitas Saluran Terisi Sebelum dan Sesudah Perubahan Dimensi

Saluran Kritis	Kapasitas Saluran Terisi	Kapasitas Saluran terisi (revisi)
C13	1	1
C8	1	1
C55	1	1
C3	1	0,95
C56	1	0,97
C35	1	0,98

Sumber : Olahan Penelitian

Berdasarkan pada tabel 4.26 dapat dilihat bahwa perubahan yang terjadi dengan penambahan dimensi tidak teralu signifikan walaupun sudah ada beberapa saluran yang tidak terisi penuh. Maka dengan melihat keadaan elevasi eksisting Kawasan Komplek Taman Mangu di J10 dan J18 dengan elevasi masing-masing 65,5 ft dan J19 lalu J11 dengan elevasi 67 ft yang menyebabkan saluran di C13 dan C18 dikarenakan tinggi elevasi antara empat titik tersebut tidak terintegrasi dengan baik sehingga saluran air yang seharusnya bisa disalurkan air ke C55 dan C70 menjadi tidak bisa tersalurkan sehingga mengalami gangguan. Sehingga yang dicoba dilakukan team peneliti melakukan penurunan elevasi sebesar 0,5 meter pada titik J10 dan J19 sehingga kemiringan saluran lebih sedikit tinggi dibandingkan saluran sebelumnya sehingga air yang tidak bisa terintegrasi dengan baik menjadi lebih lancar.

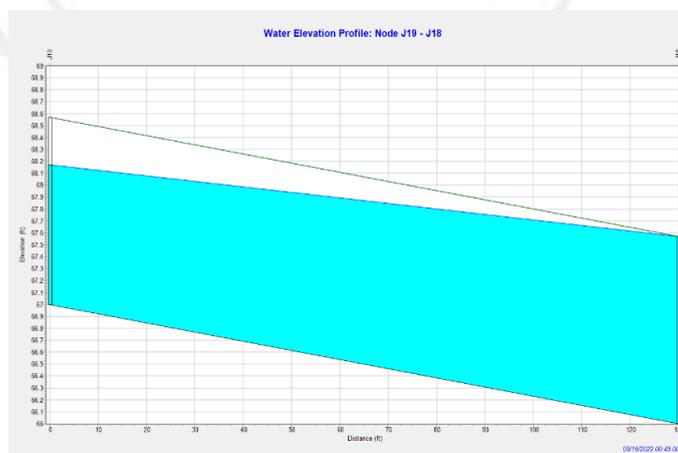


Gambar 4. 16 Hasil Simulasi Aliran Limpasan Saluran sebelum dan sesudah Perbaikan

Sumber : SWMM 5.2

Tabel 4. 28 Kapasitas Saluran Terisi Sebelum dan Sesudah Perubahan Dimensi

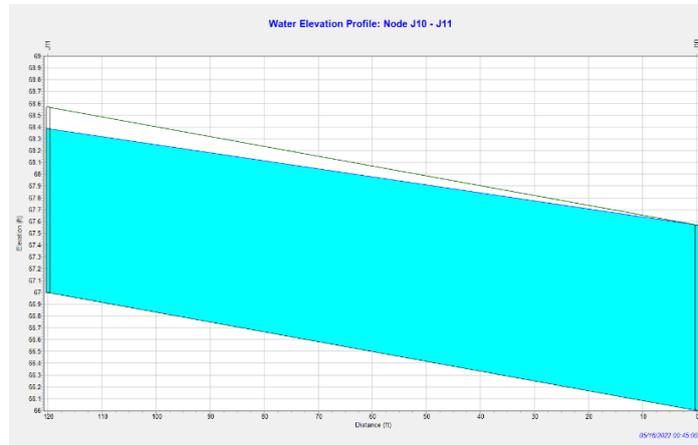
Saluran Kritis	Kapasitas Saluran Terisi	Kapasitas Saluran terisi (revisi)
C13	1	0,87
C8	1	0,94
C55	1	0,94
C3	1	0,92
C56	1	0,92
C35	1	0,99



Gambar 4. 17 Profil Elevasi Saluran C13 Setelah dibenahi

Sumber : SWMM 5.2

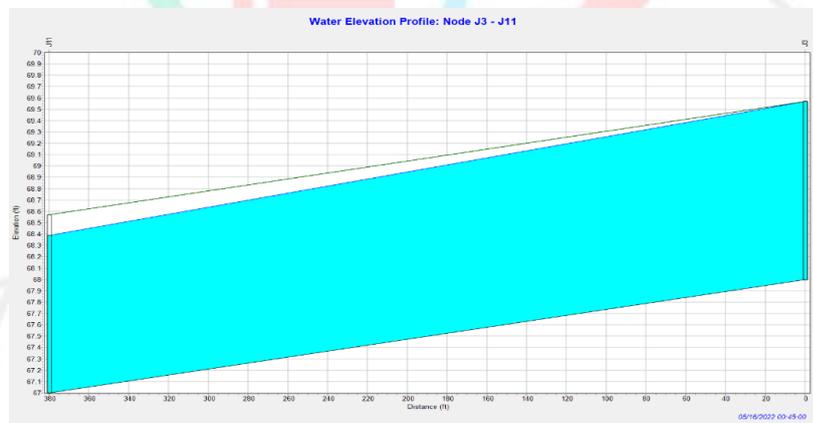
Saluran C13 merupakan saluran yang berada di antara *node* J18 dan J19. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.



Gambar 4. 18 Profil Elevasi Saluran C8 Setelah dibenahi

Sumber : SWMM 5.2

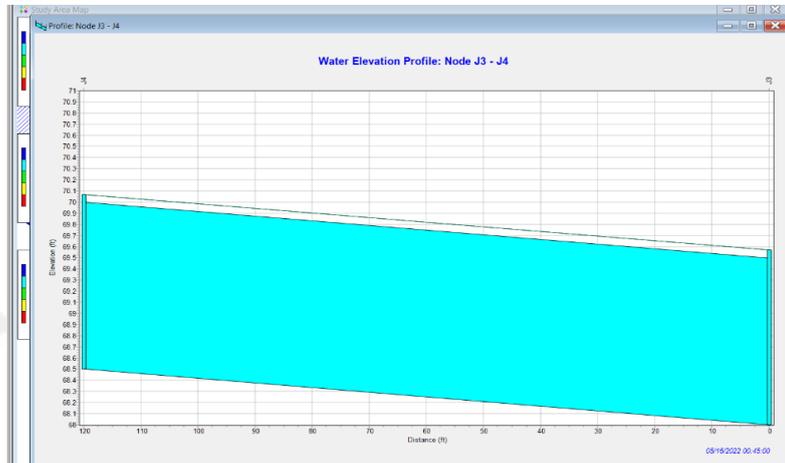
Saluran C18 merupakan saluran yang berada di antara *node* J10 dan J11. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.



Gambar 4. 19 Profil Elevasi Saluran C55 Setelah dibenahi

Sumber : SWMM 5.2

Saluran C55 merupakan saluran yang berada di antara *node* J3 dan J11. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.

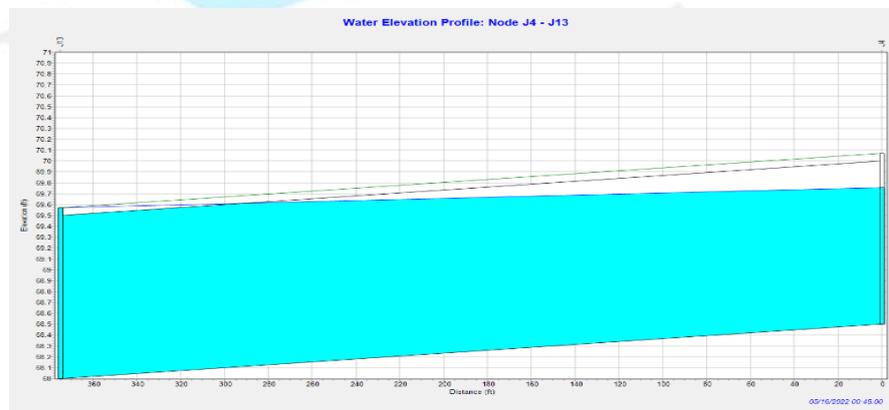


penuh lagi.

*Gambar 4. 20 Profil Elevasi Saluran C3 Setelah dibenahi*

*Sumber : SWMM 5.2*

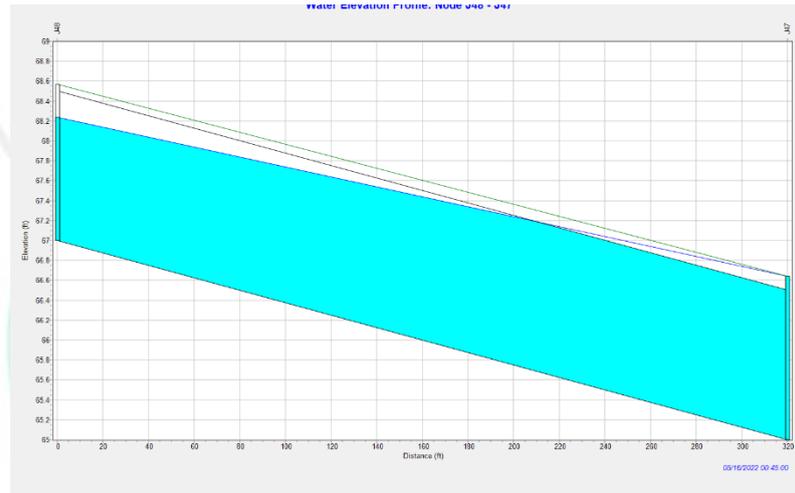
Saluran C3 merupakan saluran yang berada di antara *node* J3 dan J4. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.



*Gambar 4. 21 Profil Elevasi Saluran C56 Setelah dibenahi*

*Sumber : SWMM 5.2*

Saluran C56 merupakan saluran yang berada di antara *node* J4 dan J13. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.



Gambar 4. 22 Profil Elevasi Saluran C56 Setelah dibenahi

Sumber : SWMM 5.2

Saluran C35 merupakan saluran yang berada di antara *node* J4 dan J48. Setelah dimensi saluran diperlebar sebanyak 0,2 m dan penurunan elevasi saluran 0,5 pada titik saluran sudah tidak terisi penuh lagi.