

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Sungai Tenggang

Sungai Tenggang merupakan sungai yang unik karena dari daerah hulu ke hilir sungai tersebut terletak di beberapa kecamatan di Kota Semarang. Bagian hulu sungai tersebut terletak di Kecamatan Pedurungan sedangkan bagian hilir sungai tersebut berada di Kecamatan Genuk, sedangkan bagian lain dari sungai berada di Kecamatan Gayamsari. Sungai Tenggang memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 25.475 Km². Sungai Tenggang untuk saat ini fungsinya kurang optimal, saluran drainase yang pemanfaatnya kurang baik menyebabkan seringnya terjadi banjir atau limpasan di Daerah Aliran Sungai yang berada di kawasan perumahan Tlogosari. Banjir atau Limpasan biasanya terjadi karena saluran drainase mengalami penyempitan, pendangkalan dan pengalihan fungsi saluran drainase.



Gambar 4.1 Kondisi Eksisting Sungai Tenggang (a) Kondisi di wilayah Tlogosari, (b) Kondisi di wilayah Tlogotimun sungai mengalami pendangkalan. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Diatas merupakan gambar sungai yang sering mengalami limpasan atau banjir, dalam foto (a) merupakan sungai yang berada di daerah Tlogosari saluran ini sering sekali mengalami limpasan karena sungai tidak dapat menampung debit aliran yang berasal dari hulu sungai sehingga sungai tidak dapat menampung debit yang ada. Sedangkan untuk foto (b) berada di daerah Tlogotimun pada bagian ini sungai mengalami pendangkalan sehingga sungai terlihat dangkal dan dapat

menyebabkan limpasan karena sungai tidak dapat menampung debit yang berasal dari hulu.

Pada dasarnya sungai tenggang merupakan sungai yang cukup besar dan mampu mengaliri debit air yang ada, namun ada beberapa hal yang membuat saluran ini mengalami limpasan atau banjir. Hal yang sering terjadi mengalami pendangkalan serta adanya bangunan liar yang menghambat laju air menuju hilir(Dewanta, 2015).

4.2 Analisa Hujan Rencana

4.2.1 Data Hujan

Data yang digunakan adalah data Curah hujan harian maksimum. Stasiun hujan yang digunakan ada 3. Stasiun terdekat yaitu Stasiun Hujan Pucang Gading, Stasiun Hujan Karangroto dan Stasiun Hujan Maritim Semarang dengan panjang periode data yang 2004-2014 (11 tahun).

a. Stasiun Hujan Pucanggading

Stasiun Hujan Pucanggading Semarang terletak pada koordinat $110^{\circ}29'2.456''E$ $7^{\circ}2'39.905''S$ besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum (R_{14}) Pucanggading

Tahun	R_{24} (mm)
2004	300
2005	75
2006	150
2007	120
2008	100
2009	150
2010	87
2011	150

Tabel 4.1Curah Hujan Harian Maksimum (R_{14}) Pucanggading(lanjutan)

Tahun	R_{24} (mm)
2012	100
2013	90
2014	106

Sumber: Stasiun Hujan Pucanggading Semarang

Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Pucang Gading tertinggi pada tahun 2004 sebesar 300mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2005 sebesar 75mm.

b. Stasiun Hujan Karangroto

Stasiun Hujan Karangroto Semarang terletak pada koordinat $110^{\circ}29'12.529''E$ $6^{\circ}57'0.663''S$ besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti pada Tabel 4.2

Tabel 4.2Curah Hujan Harian Maksimum (R_{24}) Karangroto

Tahun	R_{24} (mm)
2004	160
2005	73
2006	135
2007	100
2008	173
2009	130
2010	125
2011	100
2012	182
2013	135

Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum (R_{24}) Karangroto (lanjutan)

Tahun	R_{24} (mm)
2014	135

Sumber: Stasiun hujan Karangroto

Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Hujan Karangroto tertinggi pada tahun 2012 sebesar 182 mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2005 sebesar 73 mm.

c. Stasiun Hujan Maritim Semarang

Stasiun Hujan Maritim Semarang terletak pada koordinat $110^{\circ}25'16.47''E$ $6^{\circ}57'16.546''S$ besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Curah Hujan Harian Maksimum (R_{24}) Maritim Semarang

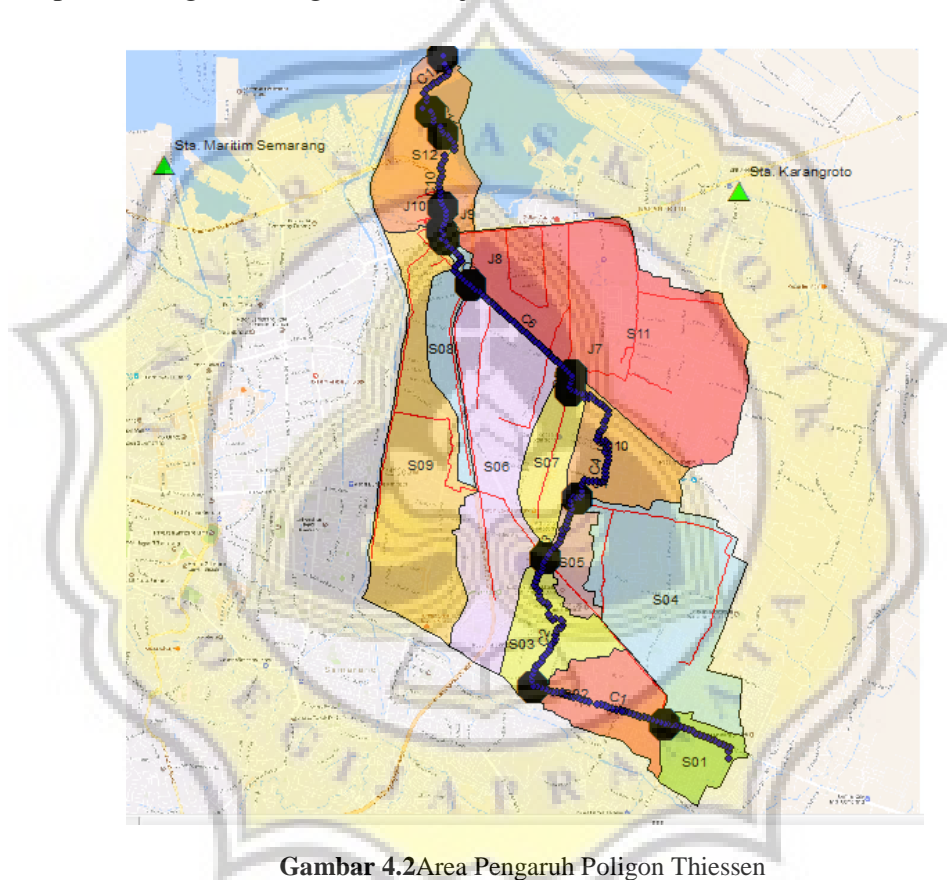
Tahun	R_{24} (mm)
2004	78.1
2005	64.8
2006	156.5
2007	78.6
2008	96.8
2009	105
2010	168.8
2011	100
2012	96
2013	135.3
2014	120.5

Sumber: Stasiun Hujan Maritim Semarang

Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Pucang Gading tertinggi pada tahun 2010 sebesar 168 mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2005 sebesar 64.8 mm.

4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Poligon Thiessen

Untuk mengetahui luasan dan besarnya persentase dari wilayah stasiun hujan digunakan Metode Poligon Thiessen. Metode ini membagi wilayah sesuai daerah cakupan masing – masing stasiun hujan.



Gambar 4.2 Area Pengaruh Poligon Thiessen
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dari hasil pembagian wilayah pada gambar 4.2, maka pengaruh luasan wilayah yang dicakup oleh masing – masing stasiun hujan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pembagian Area Pengaruh Metode Poligon Thiessen

	Sta. Pucang Gading	Sta. Karangroto	Sta. Maritim Semarang	Total
Luas (Km²)	4.9226	15.7736	4.6958	25.392
Bobot (%)	0.194	0.621	0.185	1.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah mendapatkan besarnya luas area dan persentase dari masing – masing stasiun hujan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rencana dari ketiga stasiun hujan. Data hujan yang digunakan dalam perhitungan yaitu curah hujan harian maksimum (R24 Maksimum) di tiap tahun dari 2004 – 2014. Berikut merupakan hasil perhitungan curah hujan harian maksimum (R24 Maksimum) dari ketiga stasiun hujan:

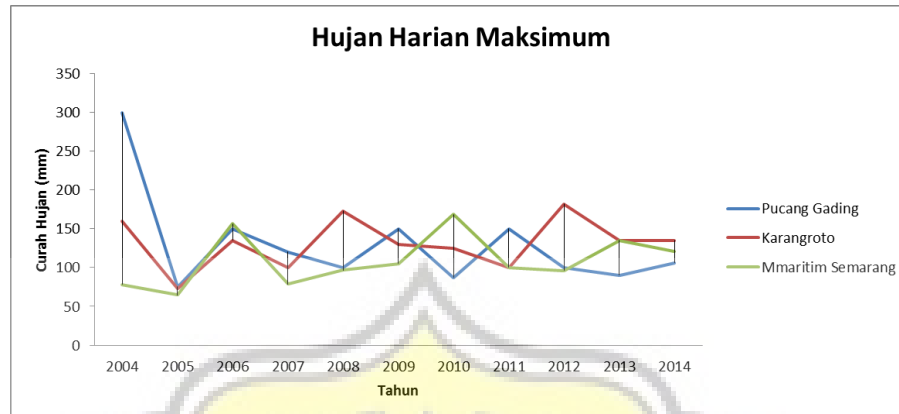
Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Tiga Stasiun dengan Metode Poligon Thiessen

Tahun	Maritim	Karangroto	Pucanggading	Curah Hujan DAS (R24)
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	0.185	0.621	0.194	
2004	14.4485	99.36	58.2	172.0
2005	11.988	45.333	14.55	71.9
2006	28.9525	83.835	29.1	141.9
2007	14.541	62.1	23.28	99.9
2008	17.908	107.433	19.4	144.7
2009	19.425	80.73	29.1	129.3
2010	31.228	77.625	16.878	125.7
2011	18.5	62.1	29.1	109.7
2012	17.76	113.022	19.4	150.2
2013	25.0305	83.835	17.46	126.3
2014	22.2925	83.835	20.564	126.7
Rerata				127.1
Standar Deviasi				26.7926
Koef. Variasi				717.8408
Koef. Kurtosis				0.9721
Koef. Skewness				-0.5251

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa curah hujan maksimum tertinggi terjadi tahun 2004 sebesar 172.0 mm, sedangkan untuk curah hujan maksimum terendah terjadi tahun 2005 sebesar 71.9 mm.

Berikut ini merupakan grafik curah hujan harian maksimum dari ketiga stasiun hujan.



Gambar 4.3 Grafik Curah Hujan Maksimum dari Tiga Stasiun Hujan

Sumber: Hasil analisa

4.2.3 Pengukuran Dispersi

Setelah perhitungan curah hujan maksimum didapat, selanjutnya dilakukan pengukuran dispersi dengan cara menghitung parameter statistik curah hujan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Parameter Statistik Curah Hujan

m	P = m/(N+1)	Tahun	Debit (m ³ /dt)	Ln Debit (m ³ /dt)
1	0.083	2004	168.500	5.127
2	0.167	2012	154.100	5.038
3	0.250	2008	148.200	4.999
4	0.333	2006	141.100	4.949
5	0.417	2009	128.900	4.859
6	0.500	2014	127.900	4.851
7	0.583	2013	127.800	4.850
8	0.667	2010	126.400	4.839
9	0.750	2011	108.100	4.683
10	0.833	2007	99.600	4.601
11	0.917	2005	71.900	4.275
		Jumlah Data =	11	11
		Nilai Rerata (Mean) =	127.500	4.825
		Standar Deviasi =	26.929	0.236
		Koefisien Skewness =	-0.637	-1.259

Tabel 4.6 Parameter Statistik Curah Hujan (lanjutan)

		Koefisien Kurtosis =	0.661	2.071
		Koefisien Variasi =	0.211	0.049
		Nilai Tengah =	127.900	4.851

Sumber: Perhitungan

a. Standar Deviasi (δx)

$$\delta X = \sqrt{\frac{\sum_1^n (R - Rr)^2}{n - 1}}$$

$$= 26.929 \text{ mm}$$

b. Koefisien Skewness (C_s)

$$C_s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}}$$

$$= -0.637 \text{ mm}$$

c. Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \left\{ \frac{N(N+1)}{(N-1)(N-2)(N-3)} \sum \frac{(X_i - \bar{X})^4}{S^4} \right\} - \frac{3(N-1)^2}{(N-2)(N-3)}$$

$$= 0.661 \text{ mm}$$

d. Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= 0.211 \text{ mm}$$

4.2.4 Pemilihan Distribusi

Untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu digunakan empat jenis distribusi yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Person III. Dari hasil keempat perhitungan akan dicocokkan dengan syarat jenis distribusi.

Tabel 4.7 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Log – Normal	$C_s \approx 3C_v + (C_v^2) = 3$
	$C_k = 5,383$
Gumbel	$C_s \approx 1,1396$
	$C_k \approx 5,4002$
Log – Person III	$C_s \neq 0$

Sumber: (Soemarto, 1986)

Rumus yang digunakan untuk menghitung R₂₄ rencana adalah sebagai berikut:

$$X_T = \mu + K_T \times \sigma$$

Keterangan:

X_T = curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun

K_T = nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T tahun

μ = nilai rata – rata

σ = deviasi standar nilai variasi

Untuk mempermudah perhitungan, besarnya nilai faktor frekuensi K_T sudah tersedia pada tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable Reduced Gauss*).

Tabel 4.8Perhitungan Distribusi

P(x>Xm) Probabilitas	T Kala- Ulang	Karakteristik Debit (m ³ /s) Menurut Probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG- PERSON III	
		X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T
0.5	2	127.500	0.00	124.556	-0.109	123.0 76	- 0.164	130.58 9	0.200
0.2	5	150.164	0.842	151.928	0.907	146.8 74	0.719	151.73 7	0.836
0.1	10	162.011	1.282	168.552	1.524	162.6 30	1.305	160.46 2	1.073
0.04	25	174.644	1.751	188.289	2.257	182.5 38	2.044	167.87 5	1.264
0.02	50	182.805	2.054	202.251	2.776	197.3 07	2.592	171.64 6	1.359

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.5 Pengujian Kecocokan Sebaran

4.2.5.1 Chi – Kkuadrat

Pengujian dengan cara Chi – kuadrat yaitu dimulai dengan menentukan banyaknya kelas dalam data.

$$N \text{ (jumlah data)} = 11$$

$$\begin{aligned} K \text{ (jumlah kelas)} &= 1 + (3,222 \log n) \\ &= 1 + (3,222 \log 5) \\ &= 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DK \text{ (Derajat Kebebasan)} &= K - (P+1) \\ &= 5 - (2+1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ef &= n/K \\ &= 11/5 \\ &= 2,2 \end{aligned}$$

$$\text{Distribusi } \chi^2 = 0,05$$

Setelah nilai Chi – Kritis diperoleh:

- a) Distribusi Normal

Hasil Uji Chi Kuadrat untuk distribusi normal pada tabel 4.8

Tabel 4.9 Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Normal

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	Debit (m ³ /dt)	Of	Ef – Of	(Ef – Of) ² /Ef
5	0.200	0 < P ≤ 0.2	2.200	150.164	2.000	0.200	0.018
	0.400	0.2 < P ≤ 0.4	2.200	134.322	2.000	0.200	0.018
	0.600	0.4 < P ≤ 0.6	2.200	120.678	4.000	1.800	1.473
	0.800	0.6 < P ≤ 0.8	2.200	104.836	1.000	1.200	0.655
	0.999	0.8 < P ≤ 0.999	2.200	44.284	2.000	0.200	0.018
					11.000	Chi – kuadrat =	2.182
						DK =	2
Distribusi Normal Diterima						Chi – Kritik =	5.991

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

Chi Kuadrat (χ^2) = harga Chi Kuadrat

Ef = jumlah nilai teoritis tiap sub kelompok

Of = jumlah nilai pengamatan tiap sub kelompok

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai chi – kuadrat sebesar 2,182 dan nilai chi – kritik 5,991. Karena nilai Chi – Kritik > Chi – Kuadrat maka perhitungan dengan Distribusi Normal diterima.

b) Distribusi Log normal

Hasil uji Chi – Kuadrat untuk Distribusi Log Normal

Tabel 4.10 Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Normal

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	Debit (m ³ /dt)	Of	Ef – Of	(Ef – Of) ² /Ef
5	0.200	0 < P ≤ 0.2	2.200	151.928	2.000	0.200	0.018
	0.400	0.2 < P ≤ 0.4	2.200	132.231	2.000	0.200	0.018

Tabel 4.10 Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Normal (lanjutan)

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	Debit (m ³ /dt)	Of	Ef – Of	(Ef – Of) ² /Ef
-------	-----------	--	----	----------------------------	----	---------	----------------------------

	0.600	$0.4 < P \leq 0.6$	2.200	117.326	4.000	1.800	1.473
	0.800	$0.6 < P \leq 0.8$	2.200	102.115	1.000	1.200	0.655
	0.999	$0.8 < P \leq 0.999$	2.200	60.060	2.000	0.200	0.018
			11.000		11.000	Chi – kuadrat =	2.182
						DK =	2
	Distribusi LOG – Normal Diterima					Chi – Kritik =	5.991

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

$ChiKuadrat(\chi^2)$ = harga Chi Kuadrat

Ef = jumlah nilai teoritis tiap sub kelompok

Of = jumlah nilai pengamatan tiap sub kelompok

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai chi – kuadrat sebesar 2,182 dan nilai chi – kritik 5,991. Karena nilai Chi – Kritik > Chi – Kuadrat maka perhitungan dengan Distribusi Log – Normal diterima.

c) Distribusi Gumbel

Hasil uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Tabel 4.11 Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Person III

Kelas	$P(x \geq X_m)$		Ef	Debit (m^3/dt)	Of	Ef – Of	$(Ef - Of)^2 / Ef$
5	0.200	$0 < P \leq 0.2$	2.200	146.874	3.000	0.800	0.291
	0.400	$0.2 < P \leq 0.4$	2.200	129.485	1.000	1.200	0.655
	0.600	$0.4 < P \leq 0.6$	2.200	117.216	4.000	1.800	1.473
	0.800	$0.6 < P \leq 0.8$	2.200	105.389	1.000	1.200	0.655
	0.999	$0.8 < P \leq 0.999$	2.200	74.802	1.000	1.200	0.655
			11.000		10.000	Chi – kuadrat =	3.727
						DK =	2
	Distribusi GUMBEL Diterima					Chi – Kritik =	5.991

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

$ChiKuadrat(\chi^2)$ = harga Chi Kuadrat

Ef = jumlah nilai teoritis tiap sub kelompok

Of = jumlah nilai pengamatan tiap sub kelompok

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai chi – kuadrat sebesar 3,727 dan nilai chi – kritik 5,991. Karena nilai Chi – Kritik > Chi – Kuadrat maka perhitungan dengan Distribusi Gumbel diterima.

d) Distribusi Log Person III

Hasil uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Person III

Tabel 4.12 Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Person III

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	Debit (m ³ /dt)	Of	Ef – Of	(Ef – Of) ² /Ef
5	0.200	0 < P ≤ 0.2	2.200	151.737	2.000	0.800	0.018
	0.400	0.2 < P ≤ 0.4	2.200	137.514	2.000	0.200	0.018
	0.600	0.4 < P ≤ 0.6	2.200	123.261	4.000	1.800	1.473
	0.800	0.6 < P ≤ 0.8	2.200	105.099	1.000	1.200	0.655
	0.999	0.8 < P ≤ 0.999	2.200	38.523	2.000	0.200	0.018
			11.000		11.000	Chi – kuadrat =	2.182
						DK =	2
Distribusi LOG – PERSON III Diterima						Chi – Kritik =	5.991

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

$ChiKuadrat(\chi^2)$ = harga Chi Kuadrat

Ef = jumlah nilai teoritis tiap sub kelompok

Of = jumlah nilai pengamatan tiap sub kelompok

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai chi – kuadrat sebesar 2,182 dan nilai chi – kritik 5,991. Karena nilai Chi – Kritik > Chi – Kuadrat maka perhitungan dengan Distribusi Log – Person III diterima.

1. Smirnov Kolmogorov

Untuk melakukan pengujian Smirnov Kolmogorov diperlukan nilai Δ kritik. Nilai itu dapat diperoleh melalui tabel berdasarkan jumlah kelas yaitu 11 dan nilai $\alpha = 0.05$.

Tabel 4.13 nilai Δ kritik untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N / CI	1	0.2	0.1	0.05	0.01	0
0	0.9000	0.9000	0.9500	0.9800	0.9900	0.9900
1	0.9000	0.9000	0.9500	0.9800	0.9900	0.9900
2	0.6800	0.6800	0.7800	0.8400	0.9300	0.9300
3	0.5600	0.5600	0.6400	0.7100	0.8300	0.8300
4	0.4900	0.4900	0.5600	0.6200	0.7300	0.7300
5	0.4500	0.4500	0.5100	0.5600	0.6700	0.6700
6	0.4100	0.4100	0.4700	0.5200	0.6200	0.6200
7	0.3800	0.3800	0.4400	0.4900	0.5800	0.5800
8	0.3600	0.3600	0.4100	0.4600	0.5400	0.5400
9	0.3400	0.3400	0.3900	0.4300	0.5100	0.5100
10	0.3200	0.3200	0.3700	0.4100	0.4900	0.4900
11	0.3100	0.3100	0.3500	0.3900	0.4700	0.4700
12	0.3000	0.3000	0.3400	0.3800	0.4500	0.4500
13	0.2800	0.2800	0.3200	0.3600	0.4300	0.4300
14	0.2700	0.2700	0.3100	0.3500	0.4200	0.4200
15	0.2700	0.2700	0.3000	0.3400	0.4000	0.4000
16	0.2600	0.2600	0.3000	0.3300	0.3900	0.3900
17	0.2500	0.2500	0.2900	0.3200	0.3800	0.3800
18	0.2400	0.2400	0.2800	0.3100	0.3700	0.3700
19	0.2400	0.2400	0.2700	0.3000	0.3600	0.3600
20	0.2300	0.2300	0.2600	0.2900	0.3500	0.3500
25	0.2100	0.2100	0.2400	0.2600	0.3200	0.3200
30	0.1900	0.1900	0.2200	0.2400	0.2900	0.2900
35	0.1800	0.1800	0.2100	0.2300	0.2700	0.2700
40	0.1700	0.1700	0.1900	0.2100	0.2500	0.2500
45	0.1600	0.1600	0.1800	0.2000	0.2400	0.2400
50	0.1500	0.1500	0.1700	0.1900	0.2300	0.2300

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel diatas besarnya nilai Δ adalah 0.3900. selanjutnya dapat dilakukan perhitungan uji kecocokan distribusi dengan metode Smirnov – Kolmogorov yang berada di tabel 4.14.

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

Keterangan:

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Maksimum dalam 24 jam (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

Tabel 4.15 Curah Hujan Rancangan

T (periode ulang)	XT (mm)
2.0	130.589
5.0	151.737
10.0	160.462
25.0	167.875

Sumber: Hasil analisa

setelah diketahui nilai intensitas curah hujan, selanjutnya melakukan perhitungan hietograf sebagai variabel yang akan dimasukkan dalam *Time Series* di program SWMM.

Tabel 4.16 Perhitungan Distribusi hujan jam – jaman periode ulang 2 tahunan

T	I		Distribusi hujan jam – jaman mm/jam
	mm	%	



1	45.27268	31.72177	41.42514153
2	28.52	19.98346	26.0962039
3	21.76483	15.25024	19.91513086
4	17.96647	12.58879	16.43957831
5	15.48304	10.84869	14.16719912
6	13.71099	9.607047	13.54574629
Σ	142.718	100	130.589

Sumber: Hasil analisa

Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Hujan Jam – Jaman Periode Ulang 5 Tahunan

T	I		Distribusi hujan jam – jaman mm/jam
	mm	%	
1	52.60428	31.72177	48.13366133
2	33.13862	19.98346	30.32230656
3	25.2895	15.25024	23.14025079
4	20.87602	12.58879	19.10185616
5	17.99041	10.84869	16.46148062
6	15.93139	9.607047	14.57744454
Σ	165.8302	100	151.737

Sumber: Hasil analisa

Tabel 4.18 Perhitungan Distribusi Hujan Jam – Jaman Periode Ulang 10 Tahunan

T	I		Distribusi hujan jam – jaman mm/jam
	Mm	%	
1	55.62907	31.72177	50.90138572
2	35.04412	19.98346	32.06586367
3	26.74367	15.25024	24.47083389
4	22.07641	12.58879	20.20022831
5	19.02487	10.84869	17.40802905
6	16.84745	9.607047	15.41565937
Σ	175.3656	100	160.462

Sumber: Hasil analisa

Tabel 4.19 Perhitungan Distribusi Hujan Jam – Jaman Periode Ulang 25 Tahunan

T	I		Distribusi hujan jam – jaman mm/jam
	Mm	%	
1	58.19901	31.72177	53.25292049

2	36.66308	19.98346	33.54723775
3	27.97917	15.25024	25.601334355
4	23.09629	12.58879	21.1334355
5	19.90378	10.84869	18.21224263
6	17.62577	9.607047	16.12782974
Σ	183.4671	100	167.875

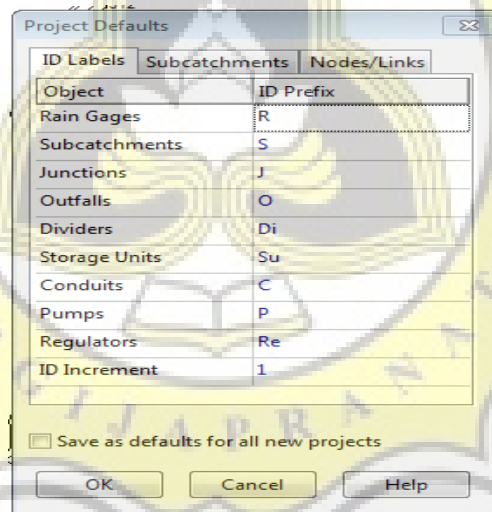
Sumber: analisa perhitungan

4.3 Pemodelan

Peodelan dilakukan untuk mengetahui debit aliran dan kapasitas Sungai Tenggang. Dari hasil pemodelan kita dapat melihat kondisi sungai yang terkena banjir dan melakukan perencanaan dimensi saluran untuk menanggulangnya. Untuk mempermudah dalam melakukan pemodelan digunakan program EPA – SWMM.

Pemodelan Sungai Tenggang dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

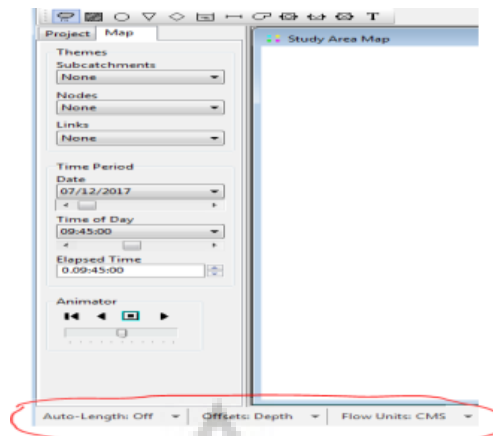
1. Atur *project default*



Gambar 4.4 Pengaturan *Project Default*

Sumber: dokumentasi pribadi

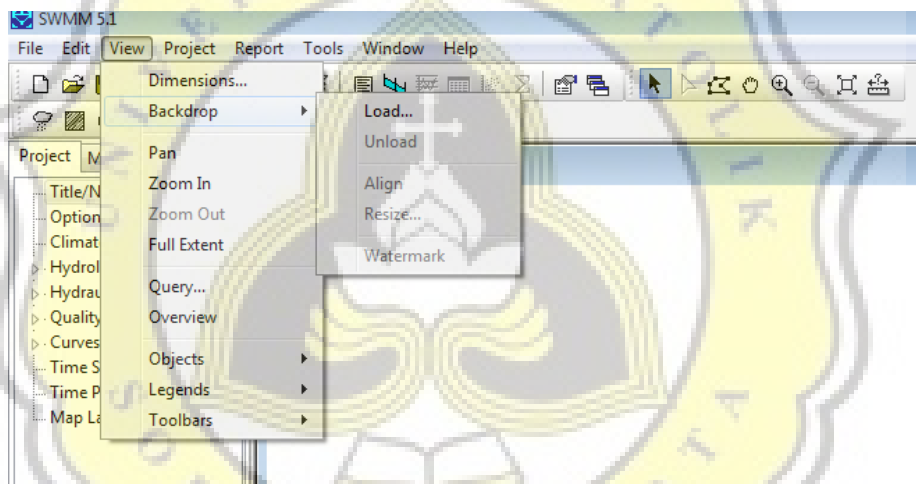
2. Lihat *status bar* dibagian pada bagian bawah jendela. Pastikan *auto – length: on, offsets: off, flow unit: CMS*.



Gambar 4.5 Pengaturan status bar SWMM

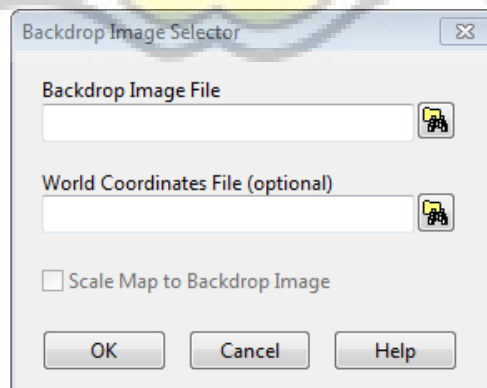
Sumber: dokumentasi

3. Memanggil gambar DAS Sungai Tenggang dan atur koordinatnya



Gambar 4.6 Memanggil Backdrop

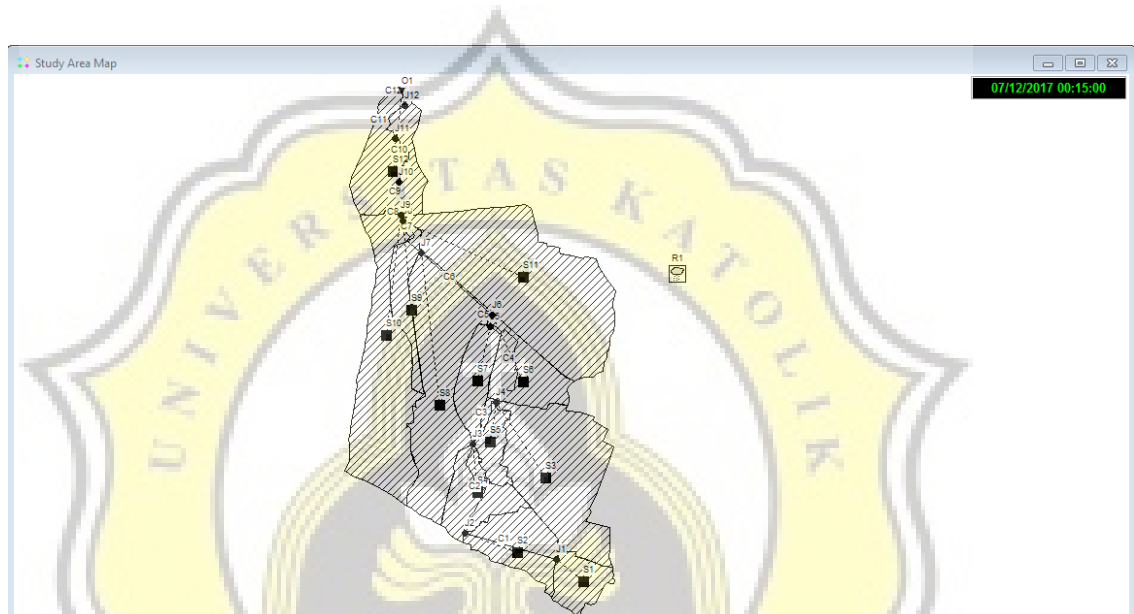
Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar 4.7 Memanggil *backdrop*

Sumber: dokumentasi pribadi

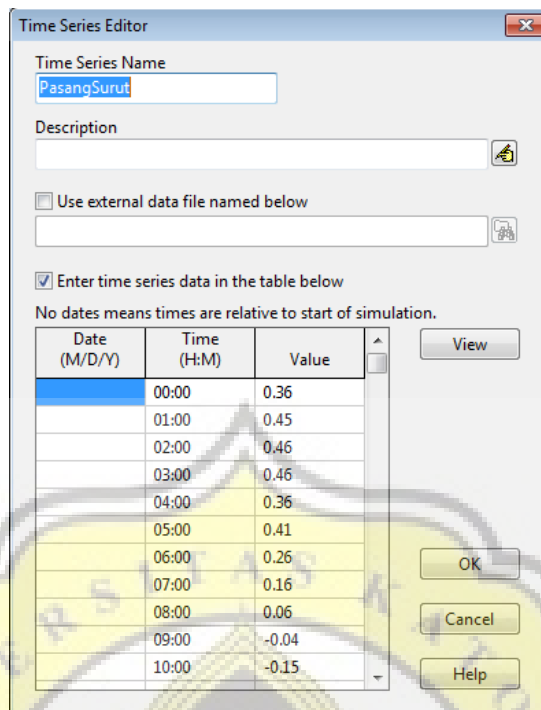
- Setelah gambar DAS muncul, langkah awal mulai melakukan penggambaran *subcatchment*, dilanjutkan dengan pembuatan *Junction*, *outfall*, *Conduit* dan *Rain gages*
- Sambungkan tiap *subcatchment* dengan *Junction*, sambungkan *Junction* dengan *Conduit*.



Gambar 4.8 Pemodelan DAS Sungai Tenggang

Sumber: dokumentasi pribadi

- Isi tabel *time series* dengan data hujan rencana.

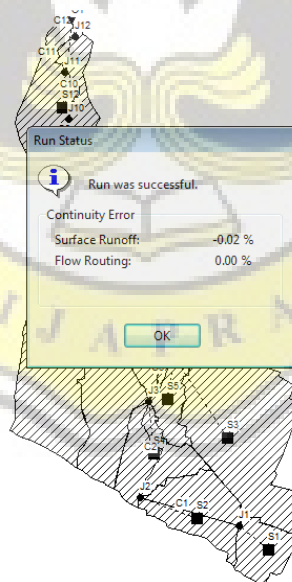


Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	00:00	0.36
	01:00	0.45
	02:00	0.46
	03:00	0.46
	04:00	0.36
	05:00	0.41
	06:00	0.26
	07:00	0.16
	08:00	0.06
	09:00	-0.04
	10:00	-0.15

Gambar 4.9 Nilai *Timeseries*

Sumber: dokumentasi pribadi

7. Setelah itu lakukan *Run Simulation*.



Gambar 4.10 *Run Simulation*

Sumber: dokumentasi pribadi

Status *Run Was Successful* menandakan proses telah berhasil dan simulasi dapat dijalankan sehingga diperoleh beberapa data:

- a. Hidrograf aliran permukaan
- b. Hidrograf aliran tiap saluran
- c. Profil muka air

Setelah dijalankan dapat dilihat beberapa *status report* dari pemodelan, yang terdiri dari:

- a. *Initial Stored Volume*
- b. *Final Stored Volume*
- c. *Continuity Error*

4.3.1 Parameter

Parameter yang digunakan dalam pembuatan *subcatchment*, *Junction*, *Conduit*, *outfall* dan *rain gage* memiliki perbedaan satu samalain.

1. *Subcatchment*

Daerah tangkap hujan yang akan mengalirkan air limpasan permukaan menuju titik *outfall*. Topografi dan elemen sistem drainase yang membuat aliran lipasan permukaan mengalir menuju titik *outfall*. Parameter yang ada didalamnya yaitu:

- a. *Area* : luas masing – masing *subcatchment*
- b. *Width* : lebar masing – masing
- c. *% Slope* : kemiringan dari *subcatchment*
- d. *% Impervious* : persentase yang ditentukan oleh jenis permukaan dari *subcatchment*. Misalnya jalan aspal atau rumah tinggal

Tabel 4.20 *Percent Impervious*

Nama	LUAS	N_IMPERV	N_PERV	P_IMPERV	P_SLOPE
------	------	----------	--------	----------	---------

	(KM2)				
S01	0.7608	0.12	0.1	75	0.08
S02	1.3236	0.12	0.1	75	0.07
S03	1.191	0.014	0.1	75	0.11
S04	3.587	0.014	0.1	75	0.13
S05	0.6054	0.014	0.1	75	0.06
S06	3.6308	0.012	0.1	75	0.09
S07	0.9146	0.12	0.1	75	0.05
S08	0.772	0.12	0.1	75	0.04
S09	3.55	0.012	0.1	75	0.04
S10	1.3221	0.014	0.1	75	0.04
S11	5.7491	0.012	0.1	75	0.005
S12	1.9722	0.011	0.1	90	0.003

Sumber: dokumentasi pribadi

- e. $N - Impervious$: koefisien angka kekasaran Manning disetiap *subcatchment* yang kedap air
- f. $N - Pervious$: koefisien angka kekasaran Manning disetiap *subcatchment* yang tidak kedap air
- g. $D - Store Imperv$: permukaan tanah kedap air yang terdapat simpanan lekukan air atau genangan saat terjadi hujan
- h. $D - Store Perv$: permukaan tanah yang tidak kedap terdapat simpanan lekukan atau genangan saat terjadi hujan
- i. $\% Zero Impervious$: persentase untuk daerah yang sangat kedap air.

2. Junction

Titik pertemuan antara dua atau lebih saluran (*Conduit*). Parameter yang ada pada *Junction* yaitu elevasi dan kedalaman maksimum (*max. depth*).

Tabel 4.21 Parameter pada *Junction*

Node	Elevasi (m)	Max. Depth (m)
J1	10	1.459
J2	4	2.089
J3	0	1.702
J4	0	1.289
J5	-3	1.998
J6	-3	1.862
J7	-3	1.306
J8	-3	2.396
J9	-3	2.594
J10	-3	2.885
J11	-3	3.082
J12	-3	1.77
O1	-4	

Sumber: Hasil pemodelan

3. *Conduit*

Conduit merupakan saluran yang mengalirkan air limpasan serta menjadi penghubung antar *Junction*. Parameter yang ada pada *Conduit*:

- Bentuk Saluran (*Shape*)
- Kedalaman Maksimal (*max depth*)
- Panjang saluran (*length*)
- Koefisien kekerasan saluran (*roughness*)

Tabel 4.22 Parameter untuk *Conduit*

Data	Inlet Node	Outlet Node	Shape	Max. Depth	Bottom Width	Length (m)	Roughness



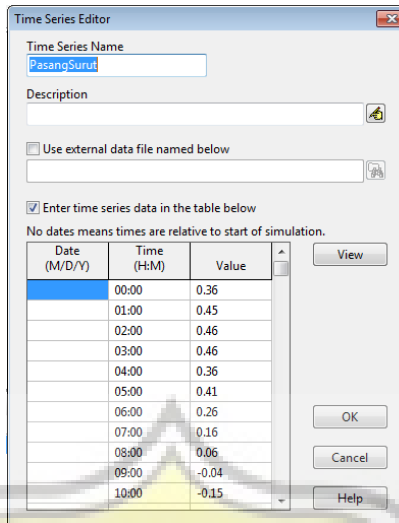
				(m)	(m)		
C1	J1	J2	RECT_OPEN	1.9	3.2	17779.07	0.01
C2	J2	J3	TRAPEZOIDAL	1.658	2	2063.83	0.01
C3	J3	J4	RECT_CLOSED	1.7	4.3	979.18	0.01
C4	J4	J5	RECT_CLOSED	1.269	3.7	2353.58	0.01
C5	J5	J6	RECT_CLOSED	2.266	3.8	212.30	0.01
C6	J6	J7	IRREGULAR	1.86	7	1754.78	0.01
C7	J7	J8	IRREGULAR	2.58	15	806.21	0.01
C8	J8	J9	IRREGULAR	2.56	19.2	158.35	0.01
C9	J9	J10	RECT_CLOSED	3.085	17.8	655.6	0.01
C10	J10	J11	IRREGULAR	1.99	20.2	1005.25	0.01
C11	J11	J12	IRREGULAR	2.22	4	873.07	0.01
C12	J12	O1	IRREGULAR	1.57	29	269.35	0.01

Sumber: Hasil Pemodelan

4. *Outfall*

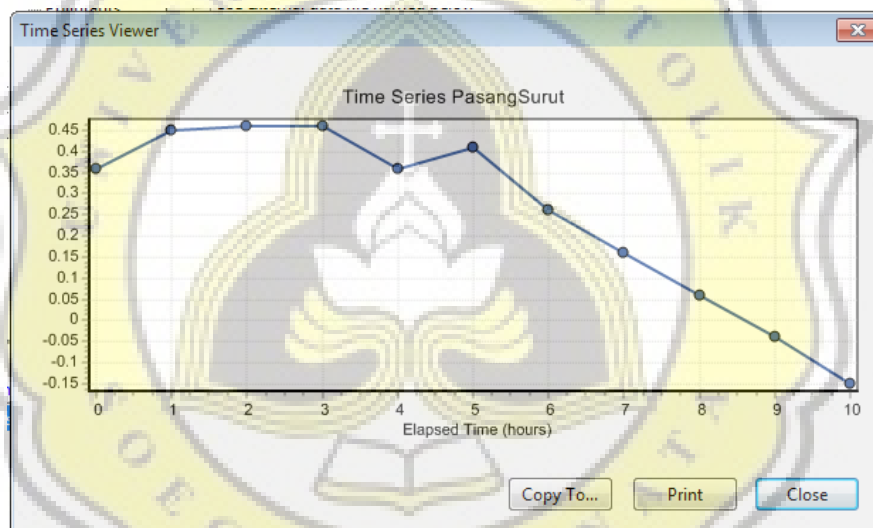
Merupakan titik akhir dari saluran drainase. Parameternya yaitu elevasi. Pengaruh dari pasang surut air laut sangat besar dikarenakan elevasi *Outfall* berada pada titik -4 m dari permukaan laut (muara).

Berikut merupakan data pasang surut yang terjadi:



Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	00:00	0.36
	01:00	0.45
	02:00	0.46
	03:00	0.46
	04:00	0.36
	05:00	0.41
	06:00	0.26
	07:00	0.16
	08:00	0.06
	09:00	-0.04
	10:00	-0.15

Gambar 4.11 Nilai pasangsurut pada Sungai Tenggang
Sumber: Perhitungan data hujan



Gambar 4.12 Grafik pasangsurut
Sumber: Hasil pemodelan

5. Rain Gage

Hujan rencana berdasarkan pengolahan data hujan yang nantinya akan digunakan untuk *time series* pada SWMM. Nilai yang didapat akan digunakan untuk mensuplai area studi.

4.3.2 Proses Simulasi

Apabila semua parameter sudah dimasukkan langkah selanjutnya melakukan *Run Simulation*. Untuk melakukan *Run Simulation* harus melakukan pengaturan terlebih dahulu berupa:

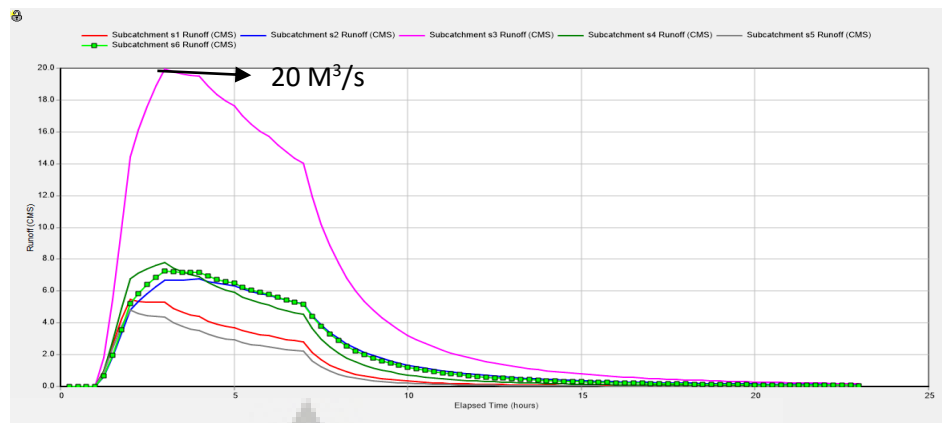
1. Klik *Option* pada browser Data untuk memunculkan *Simulation Option*
2. Pilih *general*, atur *Infiltration Model* pilih *Horton* dan *Routing model* pilih *Dynamic Flow*
3. Tentukan *End Analysis On* yang diinginkan
4. Atur *Routing Time Step* yang diinginkan pada *Time Step*
5. Lakukan *Project > Run Simulation*.

4.4 Hasil pemodelan Sistem Drainase Sungai Tenggang kondisi eksisting

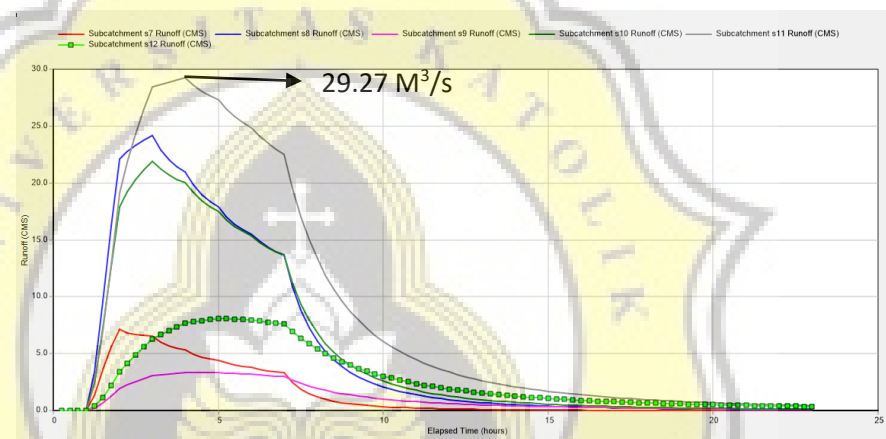
Setelah melakukan Pemodelan Sistem Drainase Sungai Tenggang di EPA-SWMM, Diperoleh 4 hasil yang akan menggambarkan kondisi eksisting yang sesuai lapangan. Hasil tersebut yaitu hidrograf aliran permukaan, profil muka air, hidrograf aliran saluran kapasitas dan kalibrasi

4.4.1 Hidrograf Aliran Permukaan

Hidrograf aliran permukaan grafik hubungan antara interval waktu terhadap aliran permukaan (*Runoff*). Dapat diketahui melalui hidrograf aliran kapan terjadinya debit puncak pada suatu aliran. Pada gambar 4. Berikut merupakan hidrograf aliran permukaan (*Runoff*) pada bebarapadaerah cakupan (*Subcatchment*) dengan periode ulang 2 tahunan.



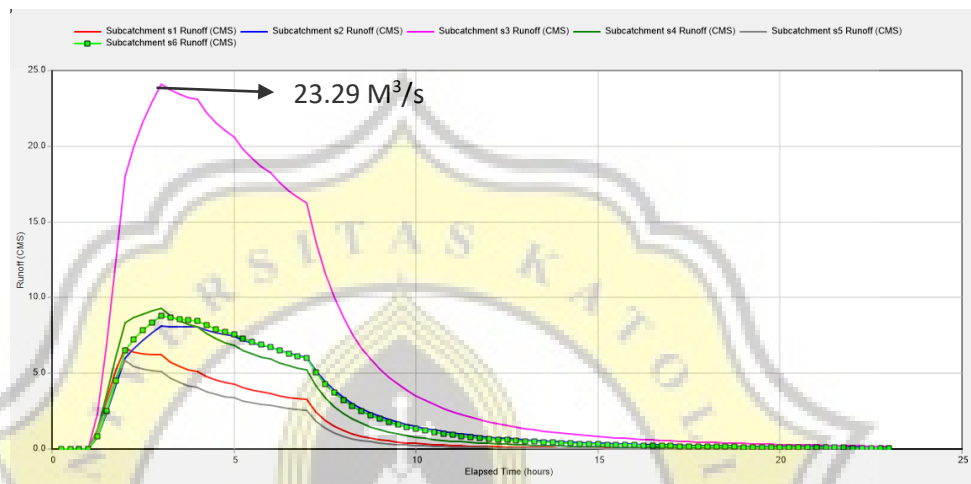
Gambar 4.13 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil Analisis



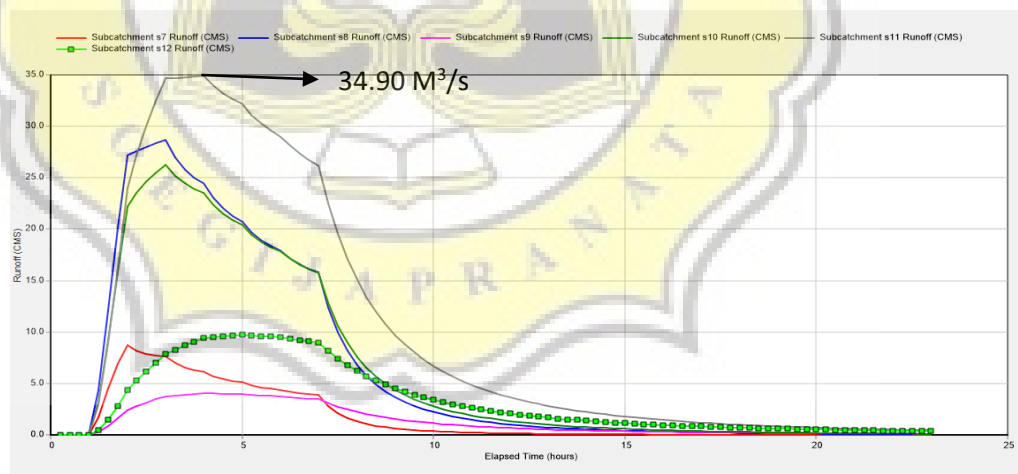
Gambar 4.14 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.13 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.14. Merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 2 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 2 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 29.27 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 29.27 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah

Subcatchment ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 3.37 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 3.37 m³/s.



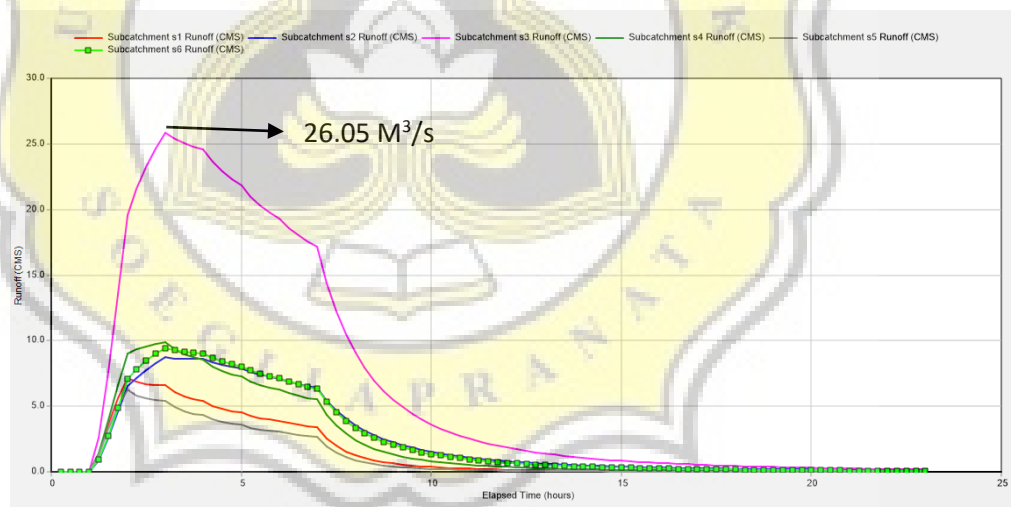
Gambar 4.15 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil analisis



Gambar 4.16 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil analisis

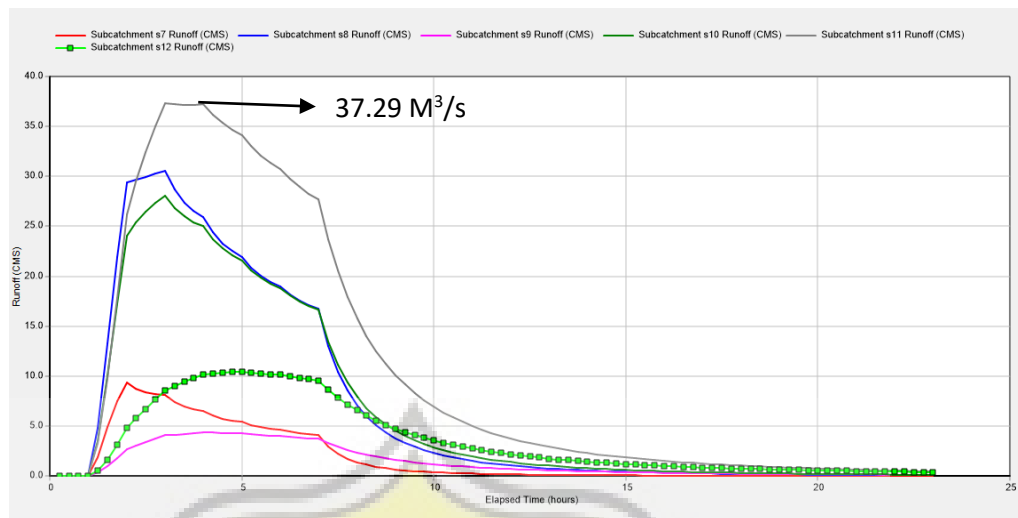
Gambar 4.16 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4. Merupakan

hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 5 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 5 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 34.90 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 34.90 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.07CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.07 m³/s.



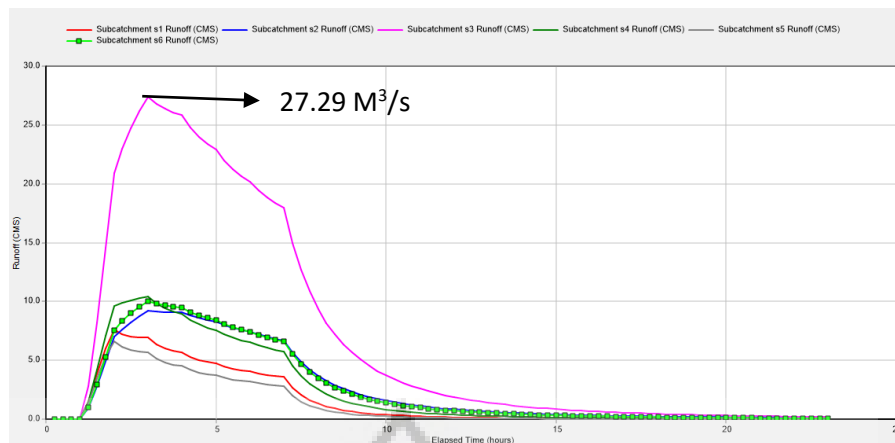
Gambar 4.17 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan (S.01-S.06)

Sumber: Hasil analisis

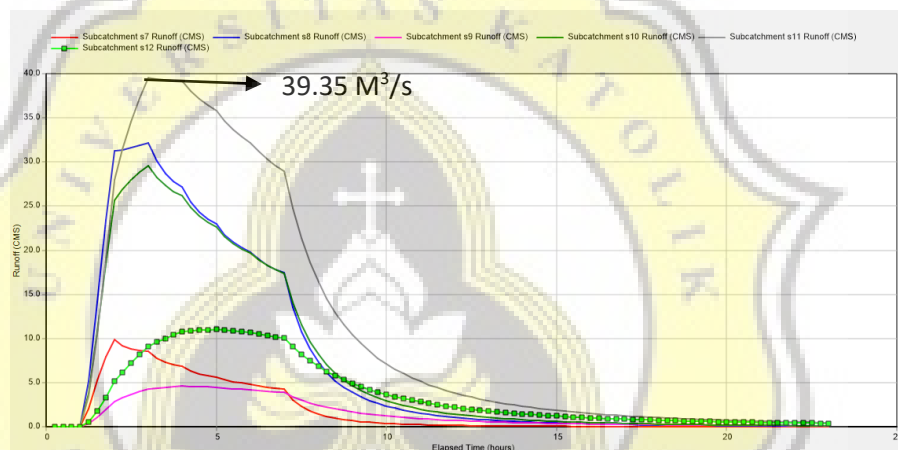


Gambar 4.18 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.17 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.18 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 10 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 10 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 37.29 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 37.29 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.37CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.37 m³/s.



Gambar 4.19 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil analisis



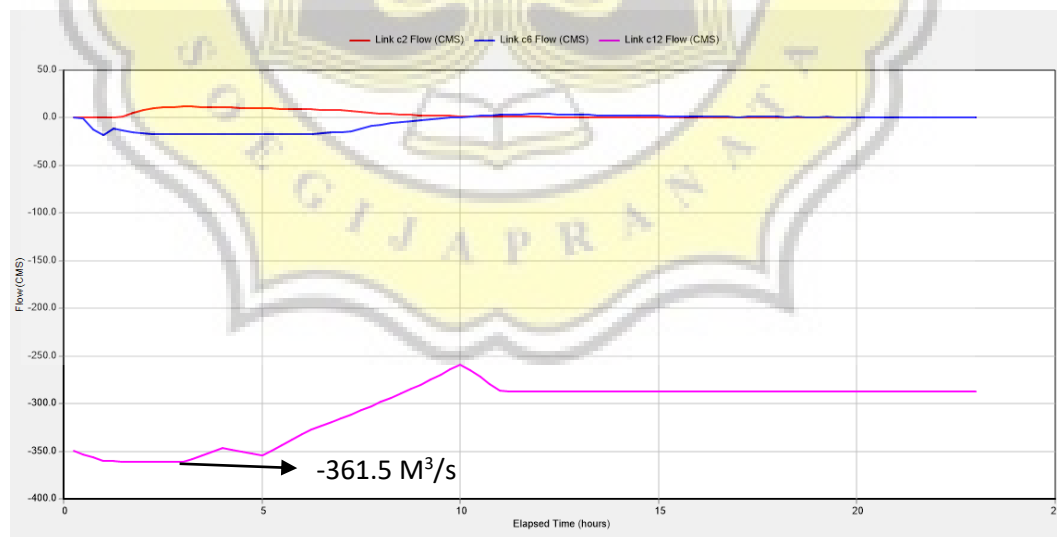
Gambar 4.20 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.19 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.20 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 25 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 25 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 39.53 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 39.53 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah

Subcatchment ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.62CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.62 m³/s.

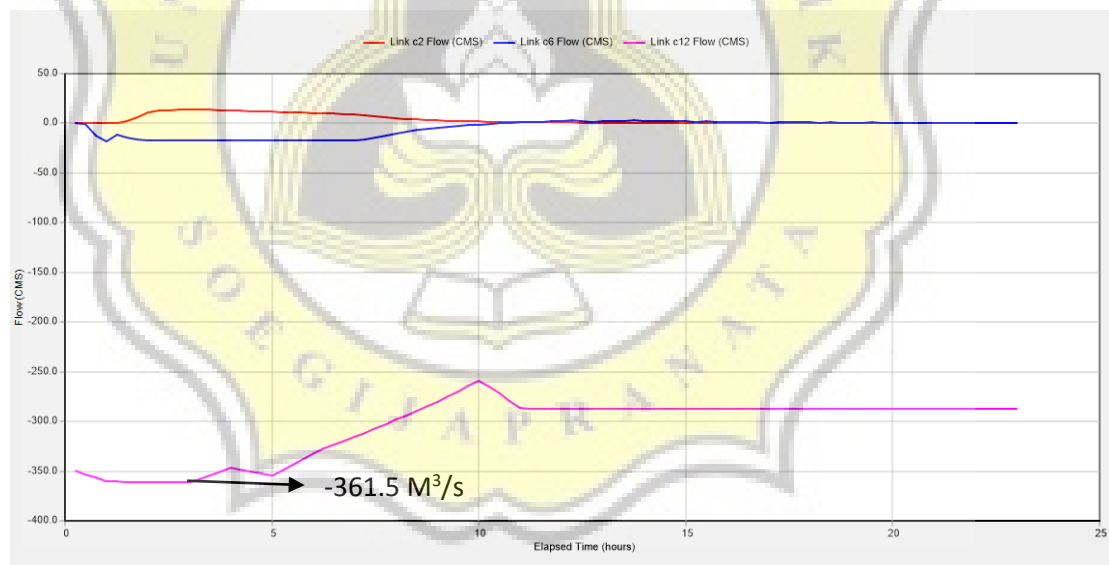
4.4.2 Hidrograf Aliran Tiap Saluran Kondisi Eksisting

Hidrograf aliran tiap aliran merupakan hubungan grafik antara waktu terhadap debit aliran tiap saluran. Melalui hidrograf aliran tiap saluran bias mengetahui besar debit puncak dan waktu terjadinya. Berikut ini merupakan perbandingan dari hidrograf aliran tiap *Conduit* berbeda yaitu pada *Conduit2* yang terletak dibagian dibagian hulu sungai, *Conduit* 6 yang terletak dibagian tengah saluran dan *Conduit* 12 yang terletak dibagian muara laut dengan periode 2, 5, 10 dan 25 tahunan. Dipilihnya 3 bagian ini merupakan saluran yang dapat mewakili daerah yang hulu, tengah dan muara laut sistem drainase sungai Tenggang.



Gambar 4.21 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan
Sumber: Hasil Analisis

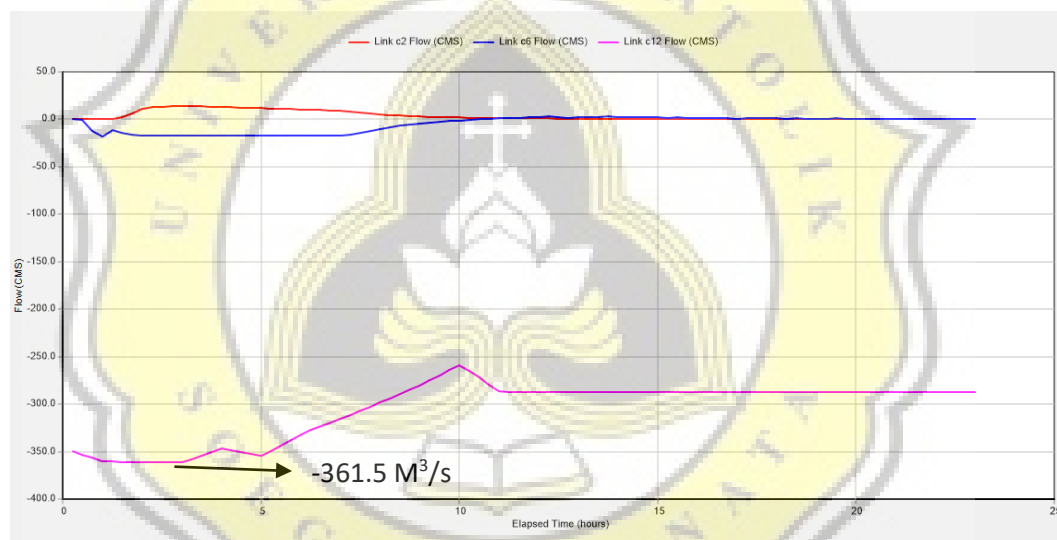
Gambar 4.21 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 2 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang memiliki nilai negatif cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah. *Conduit12* memiliki debit aliran sebesar -361.50 CMS atau $-361.50 \text{ m}^3/\text{s}$ hal ini disebabkan karena adanya pasang surut air laut yang berada di daerah muara laut sehingga air pasang masuk ke dalam saluran drainase sungai tersebut. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 11.80 CMS atau $11.80 \text{ m}^3/\text{s}$ dan *Conduit6* -17.02 CMS atau $-17.02 \text{ m}^3/\text{s}$ seperti yang terjadi di *Conduit12* nilai negatif yang terjadi karena adanya pasang surut air laut.



Gambar 4.22 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.22 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 5 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada

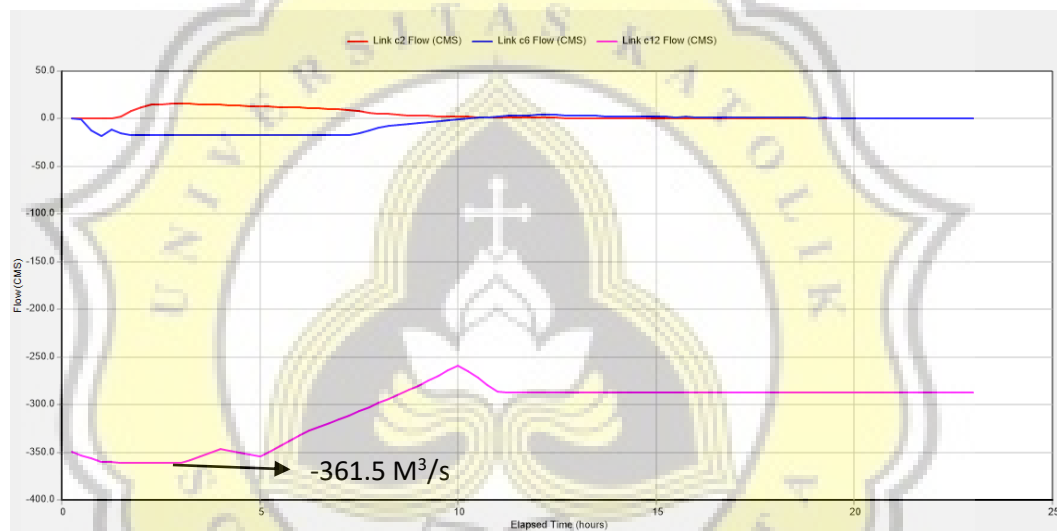
Conduit12 yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang memiliki nilai negatif cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah. *Conduit12* memiliki debit aliran sebesar -361.50 CMS atau $-361.50 \text{ m}^3/\text{s}$ hal ini disebabkan karena adanya pasang surut air laut yang berada di daerah muara laut sehingga air pasang masuk ke dalam saluran drainase sungai tersebut. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 14.18 CMS atau $14.18 \text{ m}^3/\text{s}$ dan *Conduit6* -17.02 CMS atau $-17.02 \text{ m}^3/\text{s}$ seperti yang terjadi di *Conduit12* nilai negatif yang terjadi karena ada nya pasang surut air laut.



Gambar 4.23 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.23 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 10 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya colume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang memiliki nilai negatif cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang

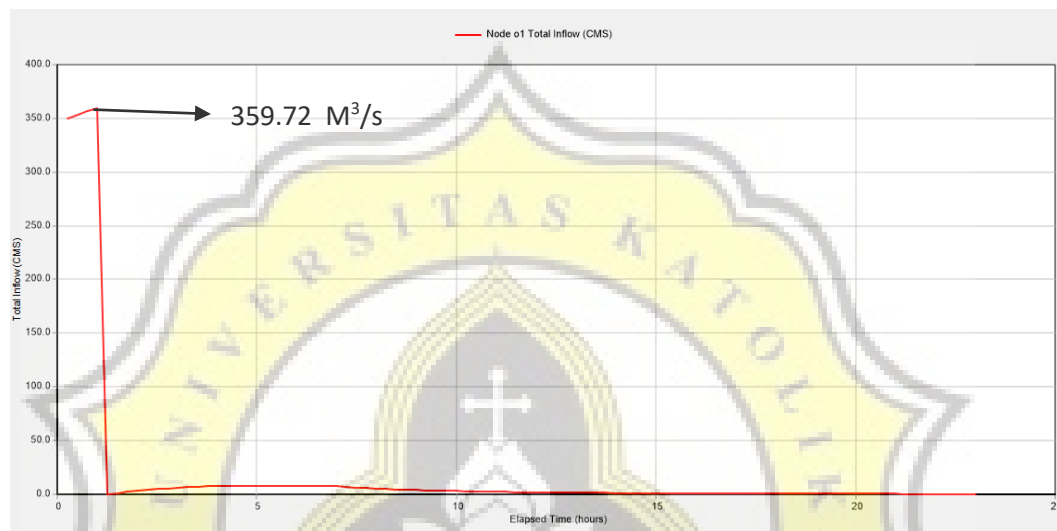
terletak dibagian tengah. *Conduit12* memiliki debit aliran sebesar -361.50 CMS atau $-361.50 \text{ m}^3/\text{s}$ hal ini disebabkan karena adanya pasang surut air laut yang berada di daerah muara laut sehingga air pasang masuk ke dalam saluran drainase sungai tersebut. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 15.17 CMS atau $15.17 \text{ m}^3/\text{s}$ dan *Conduit6* -18.15 CMS atau $-18.15 \text{ m}^3/\text{s}$ seperti yang terjadi di *Conduit12* nilai negatif yang terjadi karena adanya pasang surut air laut.



Gambar 4.24 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.24 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 25 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang memiliki nilai negatif cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah. *Conduit12* memiliki debit aliran sebesar -361.50 CMS atau $-361.50 \text{ m}^3/\text{s}$ hal ini disebabkan karena adanya

pasang surut air laut yang berada di daerah muara laut sehingga air pasang masuk ke dalam saluran drainase sungai tersebut. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 16.61 CMS atau 16.61 m³/s dan *Conduit 6* -18.15 CMS atau -18.15 m³/s seperti yang terjadi di *Conduit 12* nilai negatif yang terjadi karena adanya pasang surut air laut.



Gambar 4.25 Hidrograf aliran tiap saluran kondisi Eksisting (*Outfall*)
Sumber: hasil pemodelan

Gambar 4.25 diatas menunjukkan besarnya debit aliran di outfall Gambar 4.25 merupakan profil muka air kondisi eksisting *Outfall* periode 2 tahunan. Melalui gambar tersebut terlihat bahwa puncak debit aliran terletak pada menit ke-60. *Outfall* sungai memiliki debit aliran sebesar 359.72 CMS atau 359.72 m³/s.

Dari penjelasan gambar 4.21 Hinggai 4.25 didapatkan semakin besar periode ulang, semakin besar juga debit aliran yang dihasilkan. Semakin dekat dengan *Outfall* memiliki nilai yang negatif hal ini disebabkan karena pengaruh pasang surut air laut sehingga menyebabkan mempengaruhi kondisi saluran yang tidak dapat menampung debit air yang semakin besar dan menyebabkan saluran air meluap karena air pasang. Selain itu hal yang mempengaruhi debit tiap

saluran yaitu dimensi saluran, kemiringan saluran dan kekasaran dinding yang berbeda tiap saluran.

4.4.3 Debit aliran yang masuk pada saluran dan Profil muka air kondisi eksisting

Dalam melakukan pemodelan dengan EPA-SWMM, didapatkan profil muka air. Melalui profil tersebut dapat terlihat suatu saluran yang sudah tidak mampu menampung debit aliran air. Debit aliran yang ada pada saluran disajikan dalam tabel yang akan digunakan untuk mengkaji sistem drainase sungai tenggang. Tabel 4.27 Berikut menampilkan hasil rekapitulasi eksisting disaluran pada periode ulang 2 tahun.

Tabel 4.23 hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 2 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	5.413	02:07	2.39	fine
C.2	1.658	11.889	03:05	2.11	Surcharge
C.3	1.7	4.318	10:18	0.96	Surcharge
C.4	1.269	9.957	01:45	2.24	Surcharge
C.5	2.266	11.099	00:53	3.05	Surcharge
C.6	1.86	18.471	01:02	1.83	Surcharge
C.7	2.58	34.671	00:36	1.76	Surcharge
C.8	2.56	34.892	00:33	3.89	Surcharge
C.9	3.025	43.019	02:36	1.61	Surcharge



C.10	1.99	47.187	00:20	2.15	Surcharge
------	------	--------	-------	------	-----------

Tabel 4.3 hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 2 tahun (lanjutan)

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.11	2.22	44.163	00:12	3.15	Surcharge
C.12	1.57	361.495	02:38	7.39	Surcharge

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow : Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow : Jam saat aliran maksimum

Max Velocity : Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surcharge : Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.23 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 2 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit12* yaitu sebesar 361,495 CMS atau $361.495 m^3/s$. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit12* yaitu 7.39 m/s. hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.318 CMS atau $4.318 m^3/s$. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.24 hasil pemodelan dengan periode ulang 2 tahun

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.54	5.481	Fine	Fine
J.2	2.089	1.00	11.982	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	19.616	Surcharge	Flooding
J.4	1.283	1.7	25.061	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	17.746	Surcharge	Flooding
J.6	1.862	2.27	24.304	Surcharge	Flooding
J.7	1.306	2.58	34.671	Surcharge	Flooding
J.8	2.396	2.58	35.641	Surcharge	Flooding
J.9	2.594	2.59	43.312	Fine	Fine
J.10	2.885	2.57	47.187	fine	Fine
J.11	3.082	2.54	44.163	Surcharge	Flooding
J.12	1.77	2.22	404.155	Surcharge	Flooding
O.1	-	4.46	359.765	Surcharge	Flooding

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

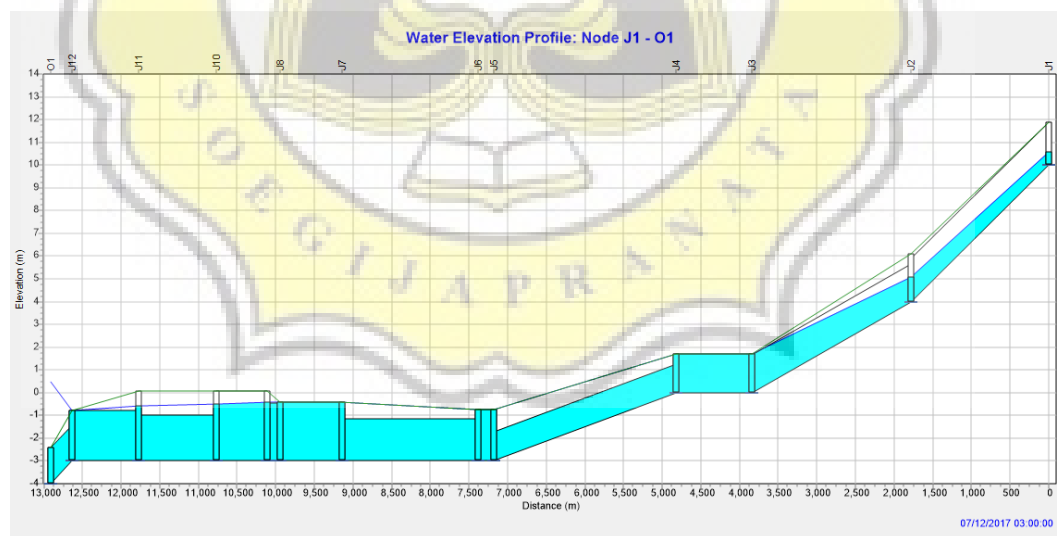
Max Depth Junction

:Kedalaman Maksimum (m)

Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)
Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m^3/s)

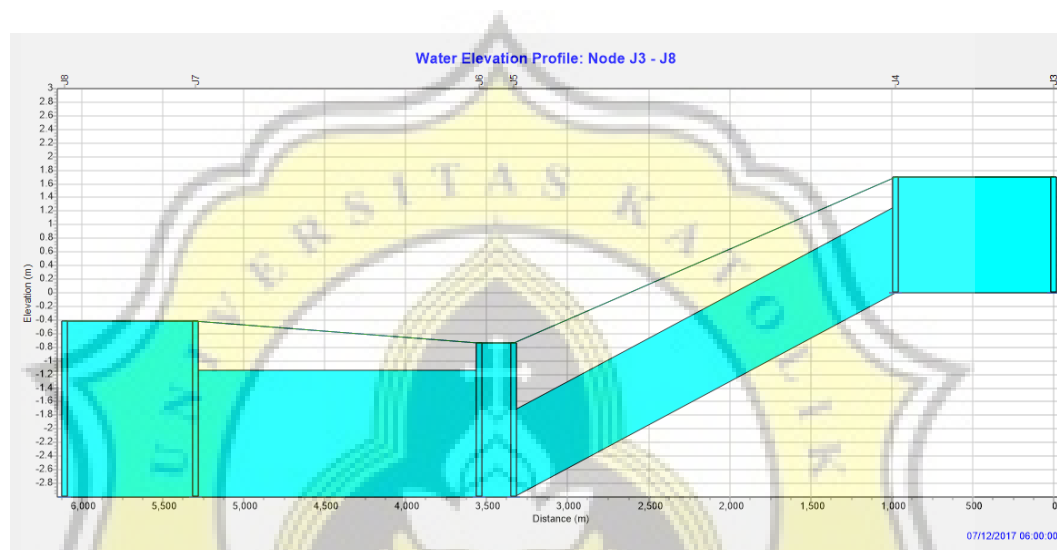
Tabel 4.24 Diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 2 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.11 sebesar 3.082 m. debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction 12* sebesar 404.155 CMS atau $404.155 m^3/s$.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 2 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik uang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.26 Profil muka air periode ulang 2 tahun (J.1-OUT.1)
Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.26 Merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 2 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang ditinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.27 Profil Muka Air Periode Ulang 2 tahun (J.3-J.8)
Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan profil muka air di *Junction 3* sampai *Junction 8* pada jam ke-6 atau menit ke 360 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction 4* yang dihubungkan dengan *Conduit 3*. Debit yang masuk di *Junction 3* adalah $7.806 \text{ m}^3/\text{s}$. sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction 4* sebesar $24.334 \text{ m}^3/\text{s}$. pada *Conduit 3* debit yang masuk sebesar $3.71 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit 3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.



Tabel 4.25 hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 5 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	6.574	02:05	2.58	fine
C.2	1.658	14.252	03:04	2.39	Surcharge
C.3	1.7	4.316	10:31	0.96	Surcharge
C.4	1.269	9.918	01:41	2.24	Surcharge
C.5	2.266	11.099	00:53	3.05	Surcharge
C.6	1.86	18.472	01:02	1.83	Surcharge
C.7	2.58	34.671	00:36	1.76	Surcharge
C.8	2.56	34.892	00:33	3.89	Surcharge
C.9	3.025	50.441	02:21	1.61	Surcharge
C.10	1.99	47.187	00:20	2.15	Surcharge
C.11	2.22	44.163	00:12	3.15	Surcharge
C.12	1.57	361.495	02:38	7.39	Surcharge

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m³/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surchage :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.25 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 5 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit12* yaitu sebesar 361.495 CMS atau 361.495 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit12* yaitu 7.39 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.361 CMS atau 4.361 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.26 Tabel *Junction*

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surchage	Node Flooding
J.1	1.459	0.6	6.673	Fine	Fine
J.2	2.089	1.09	14.353	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	23.469	Surchage	Fine
J.4	1.283	1.7	29.902	Surchage	Flooding
J.5	1.998	2.27	19.268	Surchage	Flooding
J.6	1.862	2.27	25.833	Surchage	Flooding

J.7	1.306	2.58	34.671	Surcharge	Flooding
J.8	2.396	2.58	40.608	Surcharge	Flooding

Tabel 4.26Tabel *Junction*(lanjutan)

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.9	2.594	2.65	50.714	fine	Fine
J.10	2.885	2.58	50.441	fine	Fine
J.11	3.082	2.48	44.163	Surcharge	Flooding
J.12	1.77	2.22	403.579	Surcharge	Flooding
O.1	-	4.46	359.765	Surcharge	Flooding

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan:

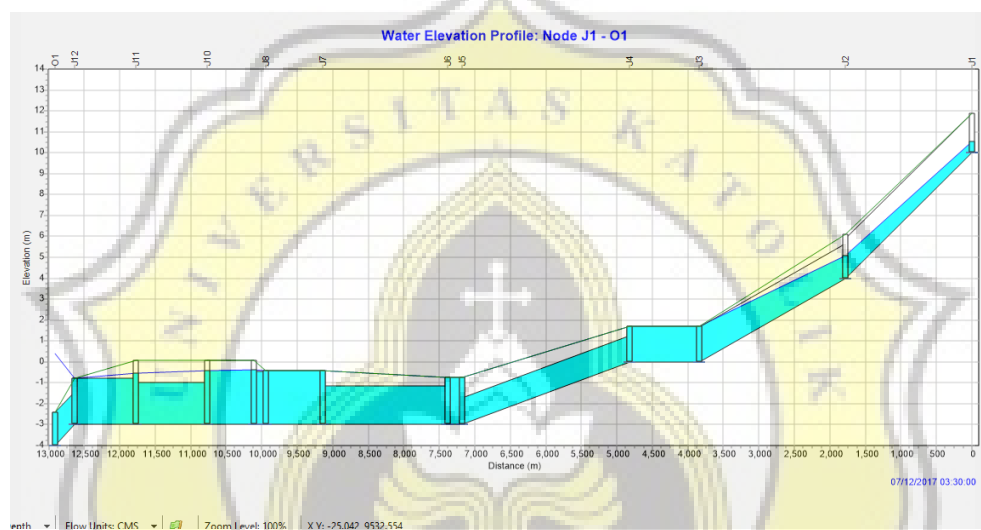
Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m³/s)

Tabel 4.26Diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 5 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.11 sebesar 3.082 m. debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction 12* sebesar 403.579 CMS atau 403.579 m³/s.

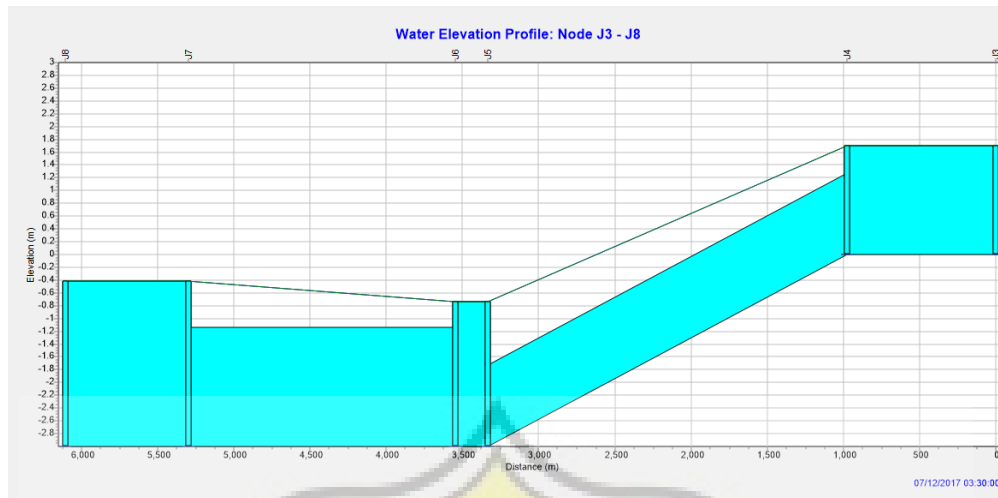
Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 5 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.28 Profil muka air periode ulang 5 tahun (J.1-OUT.1)

Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.28 Merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 5 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang di tinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.29 Profil Muka Air Periode Ulang 5 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.29 diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-3:30 atau menit ke 210 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $23.469 \text{ m}^3/\text{s}$. sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $29.902 \text{ m}^3/\text{s}$. pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.316 \text{ m}^3/\text{s}$. dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.

Tabel 4.27 Hasil rekapitulasi eksisting *Conduit* periode ulang 10 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	7.065	02:04	2.65	fine



Tabel 4.27 Hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 10 tahun (Lanjutan)

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.2	1.658	15.239	03:04	2.51	Surcharge
C.3	1.7	4.315	10:36	0.96	Surcharge
C.4	1.269	9.909	01:39	2.24	Surcharge
C.5	2.266	11.099	00:53	3.05	Surcharge
C.6	1.86	18.472	01:02	1.83	Surcharge
C.7	2.58	34.671	00:36	1.76	Surcharge
C.8	2.56	34.892	00:33	3.89	Surcharge
C.9	3.025	44.131	02:17	1.61	Surcharge
C.10	1.99	47.187	00:20	2.15	Surcharge
C.11	2.22	44.163	00:12	3.15	Surcharge
C.12	1.57	361.495	02:38	7.39	Surcharge

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surcharge :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.27 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 10 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit12* yaitu sebesar 361.495 CMS atau 361.495 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit12* yaitu 7.39 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.315 CMS atau 4.315 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.28 Tabel hasil analisa pada *Junction*

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.63	6.673	Fine	Fine
J.2	2.089	1.13	15.342	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	25.072	Surcharge	Fine
J.4	1.283	1.7	31.957	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	19.907	Surcharge	Flooding
J.6	1.862	2.27	26.473	Surcharge	Flooding
J.7	1.306	2.58	34.671	Surcharge	Flooding
J.8	2.396	2.58	43.402	Surcharge	Flooding

Tabel 4.28 Tabel hasil analisa pada *Junction*(lanjutan)

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.9	2.594	2.59	44.441	fine	Fine
J.10	2.885	2.57	47.187	fine	Fine
J.11	3.082	2.47	44.163	Surcharge	Flooding
J.12	1.77	2.22	404.489	Surcharge	Flooding
O.1	-	4.46	359.765	Surcharge	Flooding

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan:

Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

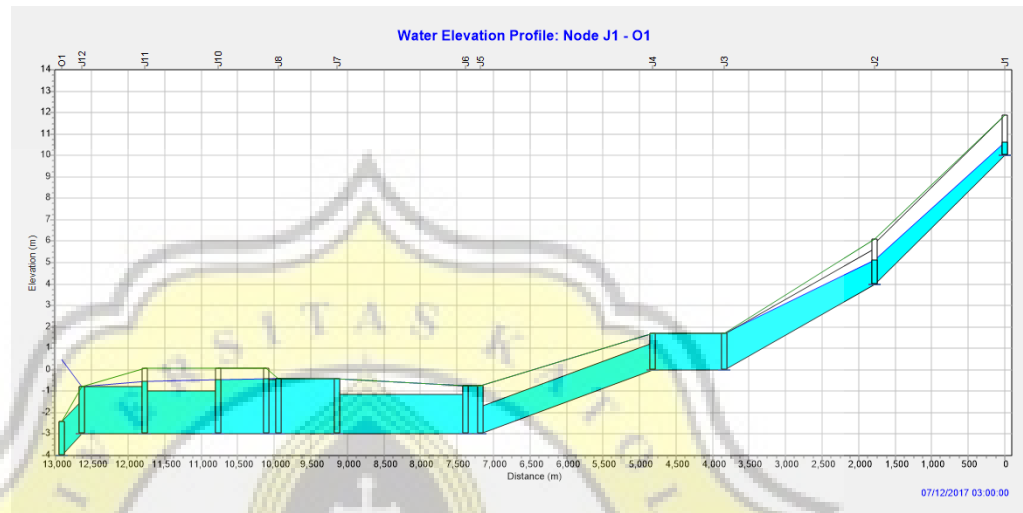
Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m³/s)

Tabel 4.28Diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 10 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.11 sebesar 3.082 m. Debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction 12* sebesar 404.489 CMS atau 404.489 m³/s.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase

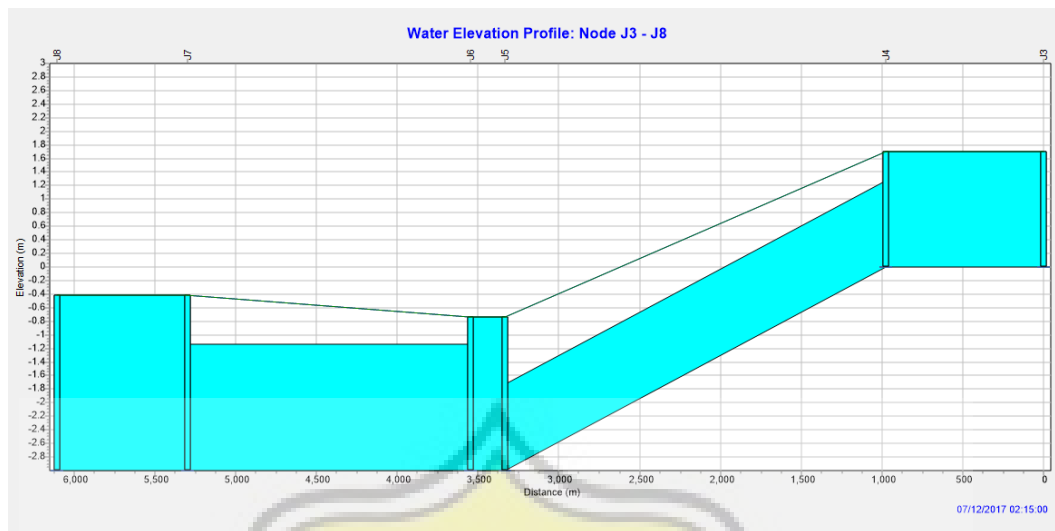
sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 10 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.30 Profil muka air periode ulang 10 tahun (J.1-OUT.1)

Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.30 Merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 10 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang ditinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.31 Profil Muka Air Periode Ulang 10 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-2:15 atau menit ke 135 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $25.072 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $31.957 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.315 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.



Tabel 4.29 hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 25 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surchage
C.1	1.9	7.487	02:04	2.71	fine
C.2	1.658	16.082	03:04	2.60	Surchage
C.3	1.7	4.315	10:39	0.96	Surchage
C.4	1.269	9.896	01:38	2.24	Surchage
C.5	2.266	11.099	00:53	3.05	Surchage
C.6	1.86	18.472	01:02	1.83	Surchage
C.7	2.58	34.671	00:36	1.76	Surchage
C.8	2.56	34.892	00:33	3.89	Surchage
C.9	3.025	43.942	02:17	1.61	Surchage
C.10	1.99	47.187	00:20	2.15	Surchage
C.11	2.22	44.163	00:12	3.15	Surchage
C.12	1.57	361.495	02:38	7.39	Surchage

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surchage :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.29 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 25 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit12* yaitu sebesar 361.495 CMS atau 361.495 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit12* yaitu 7.39 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.315 CMS atau 4.315 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.30 Tabel hasil perhitungan periode 25 tahun

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.67	6.673	Fine	Fine
J.2	2.089	1.17	16.186	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	26.439	Surcharge	Fine
J.4	1.283	1.7	33.712	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	20.453	Surcharge	Flooding
J.6	1.862	2.27	27.021	Surcharge	Flooding
J.7	1.306	2.58	34.671	Surcharge	Flooding

Tabel 4.30 Tabel hasil perhitungan periode 25 tahun (lanjutan)

node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.8	2.396	2.58	46.574	Surcharge	Flooding
J.9	2.594	2.59	44.441	Fine	Fine
J.10	2.885	2.57	47.187	Fine	Fine
J.11	3.082	2.47	44.163	Surcharge	Flooding
J.12	1.77	2.22	404.489	Surcharge	Flooding
O.1	-	4.46	359.765	Surcharge	Flooding

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

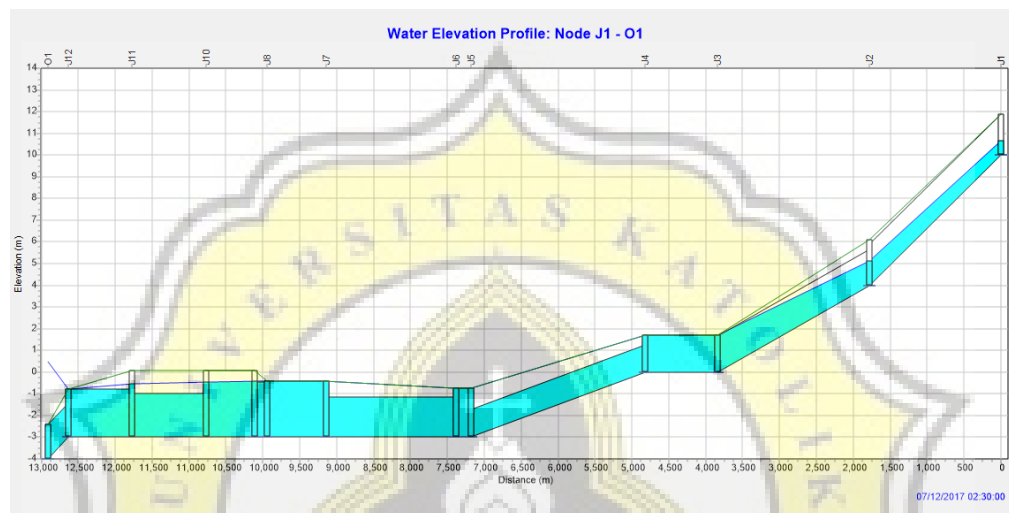
Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m^3/s)

Tabel 4.30 Diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 25 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.11 sebesar 3.082 m. Debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction 12* sebesar 404.495 CMS atau $404.495 m^3/s$.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika

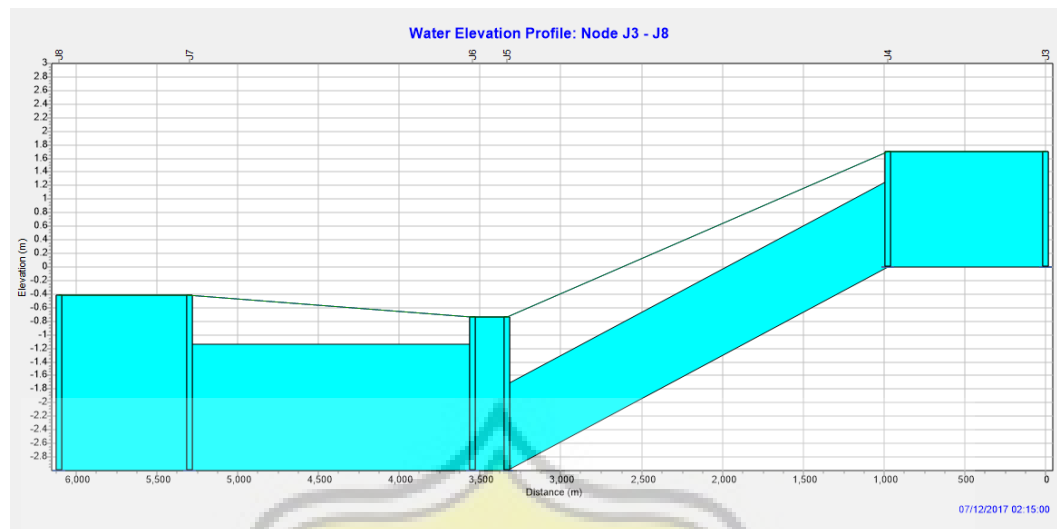
kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 25 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.32 Profil muka air periode ulang 25 tahun (J.1-OUT.1)

Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.32 Merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 25 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang di tinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.33 Profil Muka Air Periode Ulang 25 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-2:00 atau menit ke 120 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $26.439 \text{ m}^3/\text{s}$. sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $33.712 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.315 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.

4.4.4 Kalibrasi Pemodelan EPA-SWMM

Dalam melakukan proses dibutuhkan elevasi banjir dari hasil simulasi dan muka air banjir dilapangan. Proses kalibrasi akan membandingkan kedua elevasi muka air dimana akan membandingkan elevasi muka air antara hasil simulasi dan muka air dilapangan, proses ini dilakukan untuk mengetahui nilai setiap parameter yang dimasukkan dalam pemodelan. Berikut merupakan kondisi eksisting saluran drainase sungai tenggang pada *Conduit4*

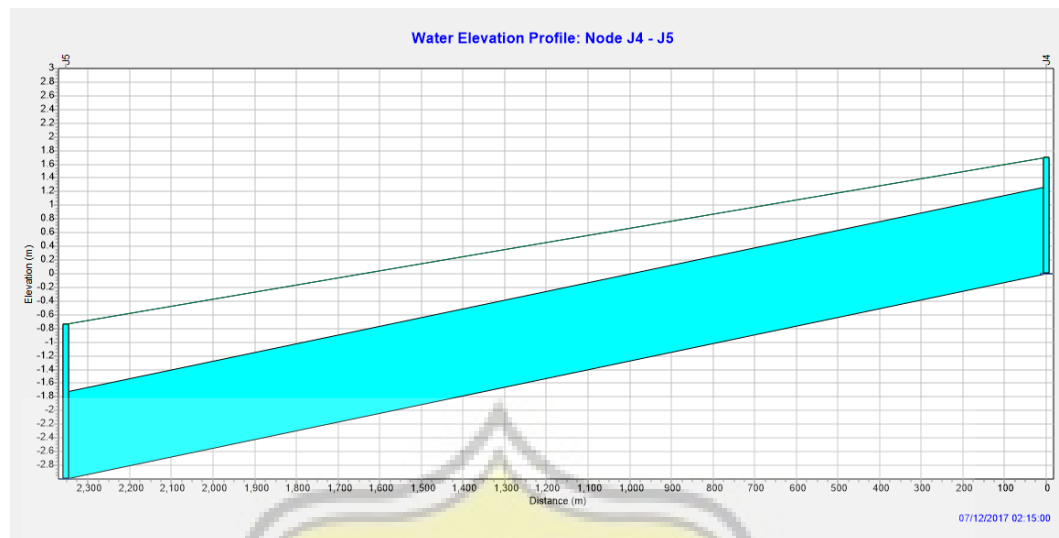
yang menyambungkan antara *Junction3* dan *Junction 4*. Gambar 4. Diambil pada tanggal 18 Juli 2017 sekitar pukul 09.00 WIB saat tidak terjadi hujan.



Gambar 4.34 Kondisi Sungai Tenggang Setelah Mengalami Banjir (*Conduit*)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4.34 berikut ini merupakan potongan memanjang dalam pemodelan menggunakan EPA-SWMM pada *Conduit4* dengan periode ulang 2 tahunan. Sedangkan tabel 4.31 Proses kalibrasi pemodelan EPA-SWMM pada *Conduit4* dengan periode ulang yang sama.



Gambar 4.35 Potongan Memanjang Conduit 4 (Junction4 – Junction5) Periode Ulang 10 Tahunan
Sumber: Hasil analisis

Tabel 4.31 Kalibrasi Pemodelan EPA-SWMM

<i>Conduit</i>	Elevasi Muka Air Hasil Simulasi (m)	Elevasi Muka Air Banjir di Lapangan (m)	Error
C.4	0.73	0.7	0.04

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4.31 diatas merupakan hasil rekapitulasi elevasi muka air hasil pemodelan dengan elevasi air banjir lapangan. Elevasi muka air hasil pemodelan sebesar 0.73 m dan elevasi muka air banjir dilapangan sebesar 0.7m. kedua elevasi tersebut dibandingkan dan mendapatkan angka *Error* sebesar 0.04 angka tersebut diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut.

$$Error = \left| \frac{\text{Elevasi Muka Air Hasil Simulasi} - \text{Elevasi Muka Air Banjir di Lapangan}}{\text{Elevasi Muka Air Hasil Simulasi}} \right|$$

$$Error = \left| \frac{0.73 - 0.7}{0.73} \right|$$

$$Error = 0.04$$

Angka Error yang diperoleh sebesar 0.04 menunjukkan bahwa perbedaan elevasi muka air hasil pemodelan pada EPA – SWMM dengan elevasi

yang berada dilapangan, dalam hal ini parameter yang memiliki nilai tidak pasti dapat digunakan dalam pemodelan sistem drainase Sungai Tenggang.

4.4.5 Verifikasi Pemodelan EPA-SWMM

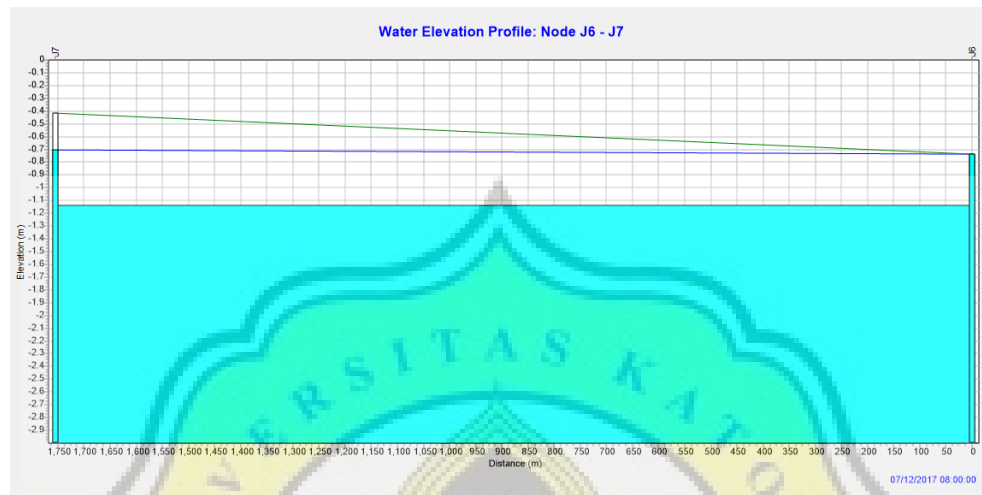
Dalam melakukan proses verifikasi biasanya dengan dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air hasil pemodelan dengan SWMM dengan data aliran yang berada dikawasan sistem drainase Sungai Tenggang. Namun Sistem drainase di daerah Sungai Tenggang tidak memiliki data banjir yang dapat digunakan untuk verifikasi, oleh sebab itu proses verifikasi dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air dipemodelan dengan elevasi muka air banjir yang berada dilapangan yang dilakukan di bagian *Conduit*. Proses verifikasi perlu memastikan valid tidaknya nilai dari tiap parameter yang sudah dimasukkan dalam pemodelan di EPA SWMM. Gambar 4.36 Dibawah diambil dalam kondisi setelah hujan dengan intensitas sedang pada daerah *Conduit*⁶. Pada bagian tersebut merupakan *Conduit*⁶ yang menghubungkan antara *Junction*⁵ hingga *Junction*⁶ melalui kondisi tersebut dapat diketahui elevasi muka banjir lapangan yang akan dibandingkan dengan elevasi muka air di pemodelan.



Gambar 4.36Kondisi Eksisting Banjir di Sistem Drainase Sungai Tenggang *Conduit*⁶

Sumber: http://www.kompasiana.com/setiawan_wd

Gambar 4.36 Berikut merupakan potongan memanjang pemodelan menggunakan EPA-SWMM di *Conduit6* dengan periode 2 tahun. Sedangkan tabel 4.32 Merupakan tabel proses verifikasi pemodelan EPA-SWMM pada *Conduit6* dengan periode ulang yang sama.



Gambar 4.37 Potongan memanjang *Conduit6* Periode 2 tahunan

Sumber: hasil analisis

Tabel 4.32 verifikasi pemodelan EPA SWMM

<i>Conduit</i>	Elevasi Muka Air Hasil Simulasi (m)	Elevasi Muka Air Banjir di Lapangan (m)	Error
C.6	0.43	0.41	0.02

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4.32 diatas merupakan hasil rekapitulasi elevasi muka air hasil pemodelan dengan elevasi air banjir lapangan. Elevasi muka air hasil pemodelan sebesar 0.43 m dan elevasi muka air banjir dilapangan sebesar 0.41m. kedua elevasi tersebut dibandingkan dan mendapatkan angka *Error* sebesar 0.04 angka tersebut diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut.

$$Error = \left| \frac{\text{Elevasi Muka Air Hasil Simulasi} - \text{Elevasi Muka Air Banjir di Lapangan}}{\text{Elevasi Muka Air Hasil Simulasi}} \right|$$

$$Error = \left| \frac{0.43 - 0.41}{0.43} \right|$$

$$Error = 0.04$$

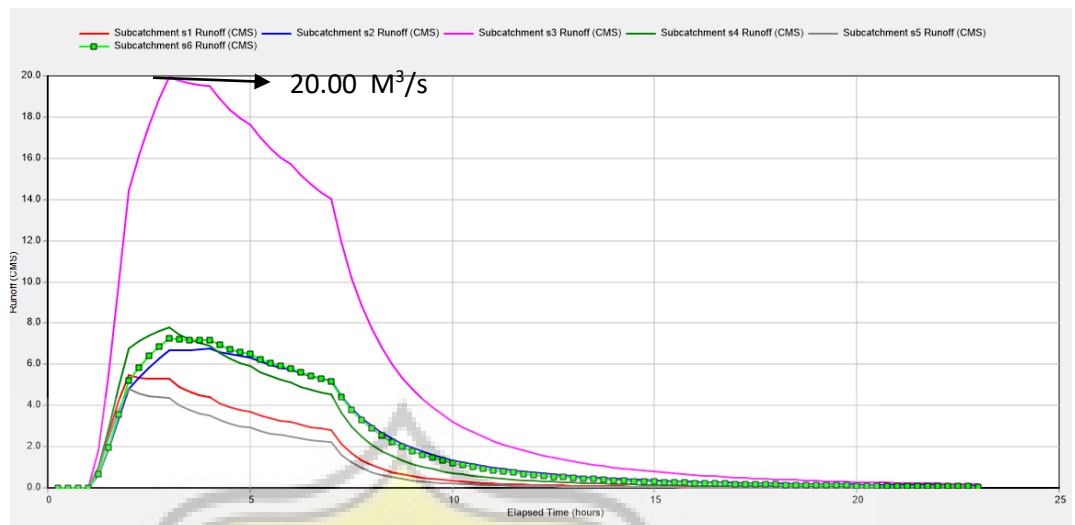
Angka Error yang diperoleh sebesar 0.04 menunjukkan bahwa perbedaan elevasi muka air hasil pemodelan pada EPA – SWMM dengan elevasi yang berada dilapangan, dalam hal ini parameter yang memiliki nilai tidak pasti dapat digunakan dalam pemodelan sistem drainase Sungai Tenggang.

4.5 Hasil pemodelan Sistem Drainase Sungai Tenggang dengan Tanggul Laut

Pemodelan dengan tanggul laut menggunakan EPA SWMM disini mengabaikan adanya pasang surut air laut yang bisa di asumsikan adanya tanggul laut. Dari pemodelan tanggul laut akan data. Data yang didapatkan antara lain hidrograf aliran permukaan, profil muka air dan hidrograf aliran saluran kapasitas.

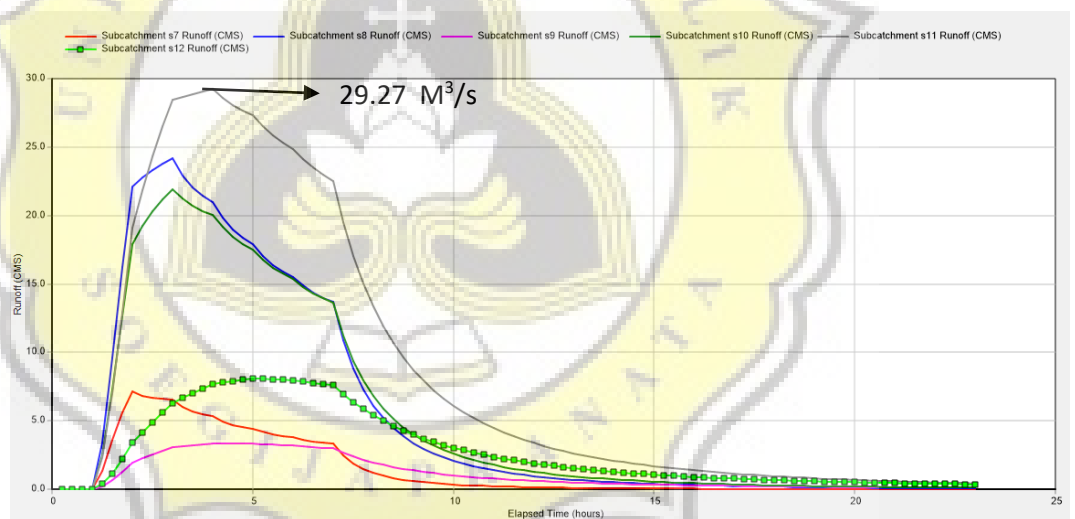
4.5.1 hidrograf Aliran Permukaan

Hidrograf aliran permukaan grafik hubungan antara interval waktu terhadap aliran permukaan (*Runoff*). Dapat diketahui melalui hidrograf aliran kapan terjadinya debit puncak pada suatu aliran. Pada gambar 4. Berikut merupakan hidrograf aliran permukaan (*Runoff*) pada beberapa daerah cakupan (*Subcatchment*) dengan periode ulang 2 tahunan.



Gambar 4.38 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan (S.01-S.06)

Sumber: Hasil Analisis



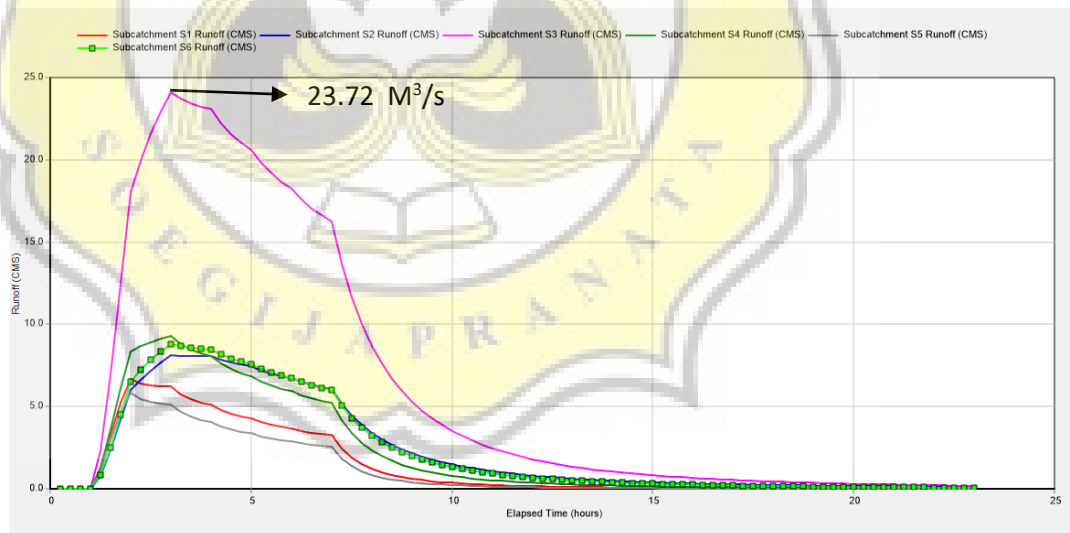
Gambar 4.39 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan (S.07-S.12)

Sumber: Hasil Analisis

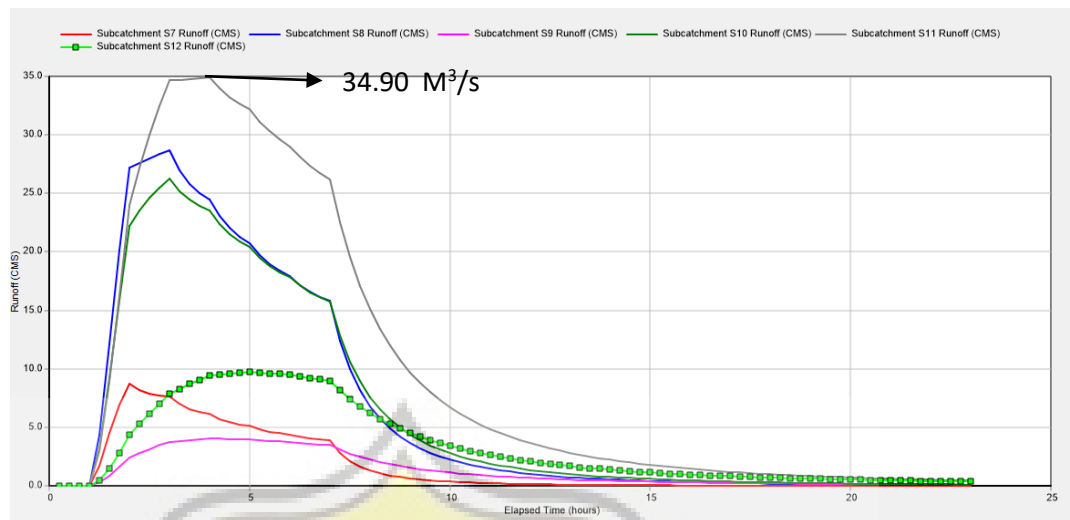
Gambar 4.38 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.39 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 2 tahunan. Dari 2 grafik

hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 2 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 29.27 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 29.27 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 3.37 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 3.37 m³/s.

Pada gambar 4.40 berikut merupakan hidrograf aliran permukaan (*Runoff*) pada bebarapa daerah cakupan (*Subcatchment*) dengan periode ulang 5 tahunan.



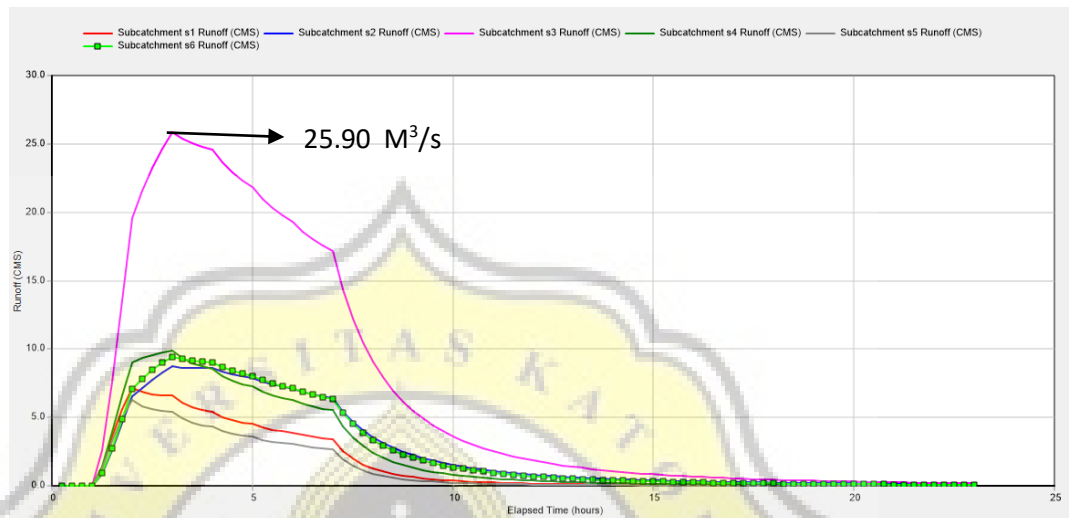
Gambar 4.40 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil Analisis



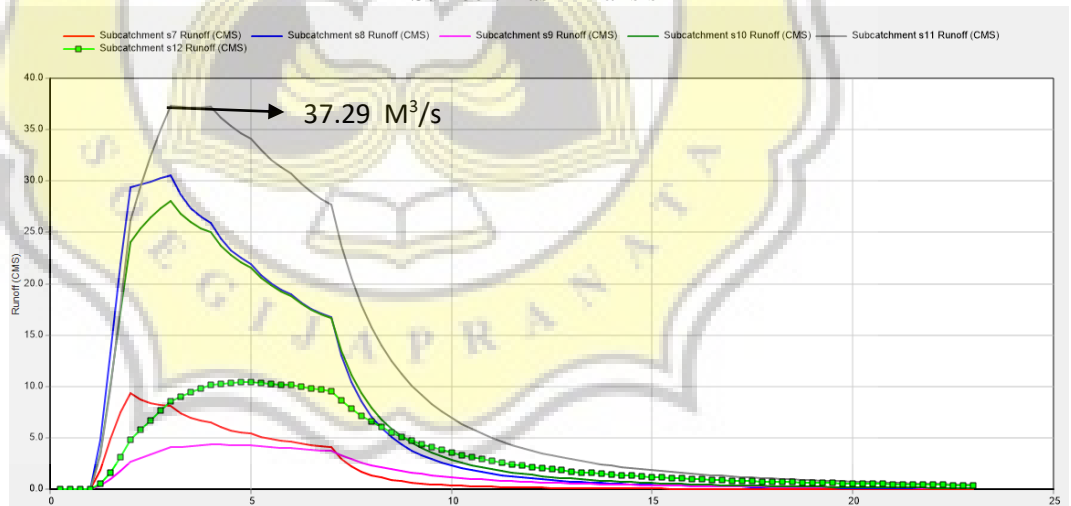
Gambar 4.41 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.40 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.41 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 5 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 2 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 34.90 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 34.90 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.07 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.07 m³/s.

Pada gambar 4.42 berikut merupakan hidrograf aliran permukaan (*Runoff*) pada beberapa daerah cakupan (*Subcatchment*) dengan periode ulang 10 tahunan.



Gambar 4.42 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil Analisis

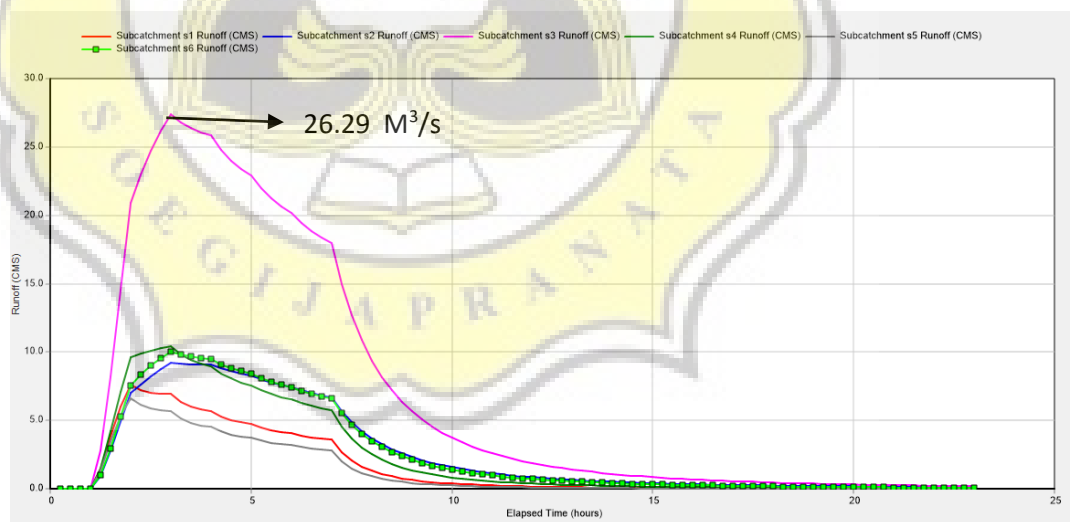


Gambar 4.43 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil Analisis

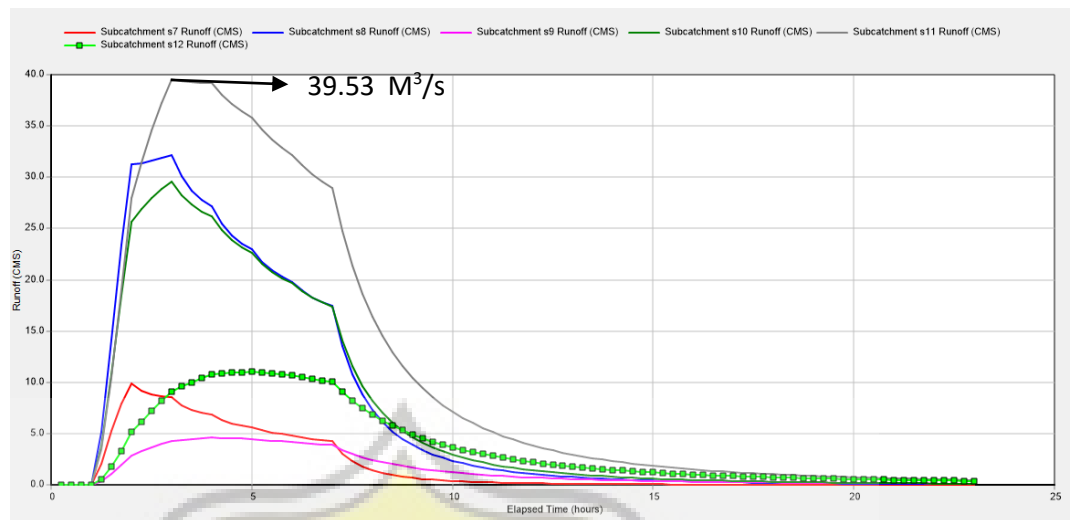
Gambar 4.42 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.43 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12

dengan menggunakan frekuensi hujan periode 10 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment 11* memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment 01* hingga *Subcatchment 12* pada periode ulang 2 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment 11* adalah 37.29 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 37.29 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoff*) yang terjadi di *Subcatchment 11*. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment 09* memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.37 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.37 m³/s.

Pada gambar 4.44 berikut merupakan hidrograf aliran permukaan (*Runoff*) pada beberapa daerah cakupan (*Subcatchment*) dengan periode ulang 25 tahunan.



Gambar 4.44 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan (S.01-S.06)
Sumber: Hasil Analisis

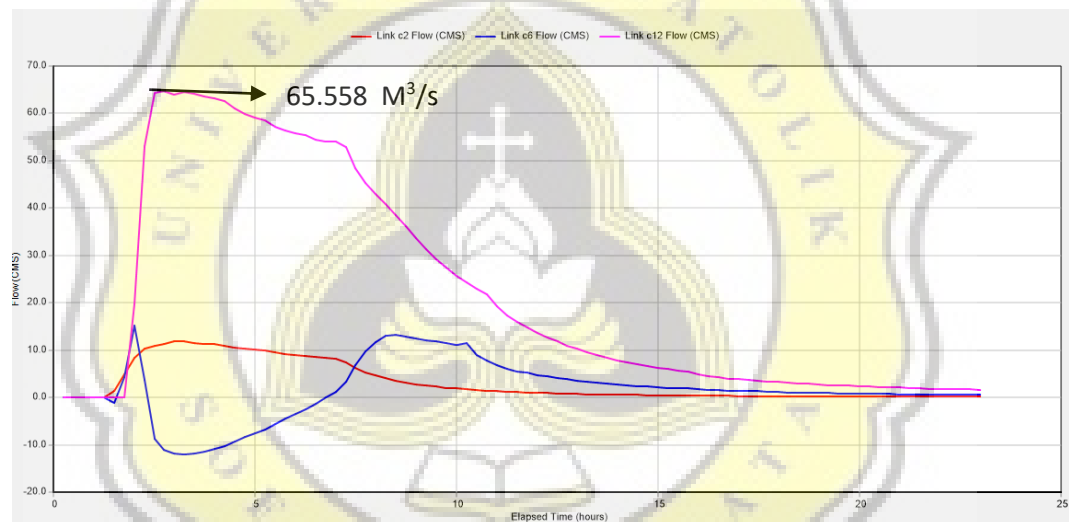


Gambar 4.45 Hidrograf Aliran Permukaan Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan (S.07-S.12)
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.44 merupakan hasil hidrograf aliran dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 06, sedangkan pada gambar 4.45 merupakan hidrograf aliran dari *Subcatchment* 07 hingga *Subcatchment* 12 dengan menggunakan frekuensi hujan periode 25 tahunan. Dari 2 grafik hidrograf diatas, dapat diketahui bahwa *Subcatchment* 11 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) terbesar dari *Subcatchment* 01 hingga *Subcatchment* 12 pada periode ulang 2 tahunan. Nilai limpasan (*Runoff*) pada *Subcatchment* 11 adalah 39.53 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 39.53 m³/s. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya nilai Limpasan (*Runoff*) salah satunya yaitu penutupan lahan didaerah *Subcatchment* ini dengan beton dan tanah yang kedap air sehingga setelah terjadi hujan air yang berada dipermukaan sulit terinfiltrasi kedalam tanah, hal inilah yang menyebabkan besarnya nilai limpasan (*Runoof*) yang terjadi di *Subcatchment* 11. Jika dibandingkan dengan *Subcatchment* 09 memiliki nilai limpasan (*Runoff*) paling kecil yaitu 4.62 CMS (*Cubic Meter Second*) atau 4.62 m³/s.

4.5.2 Hidrograf Aliran Tiap Saluran tanggul

Hidrograf aliran tiap aliran merupakan hubungan grafik antara waktu terhadap debit aliran tiap saluran. Melalui hidrograf aliran tiap saluran bias mengetahui besar debit puncak dan waktu terjadinya. Berikut ini merupakan perbandingan dari hidrograf aliran tiap *Conduit* berbeda yaitu pada *Conduit2* yang terletak dibagian dibagian hulu sungai, *Conduit 6* yang terletak dibagian tengah saluran dan *Conduit12* yang terletak dibagian muara laut dengan periode 2, 5, 10 dan 25 tahunan. Dipilihnya 3 bagian ini merupakan saluran yang dapat mewakili daerah yang hulu, tengah dan muara laut sistem drainase sungai Tenggang.

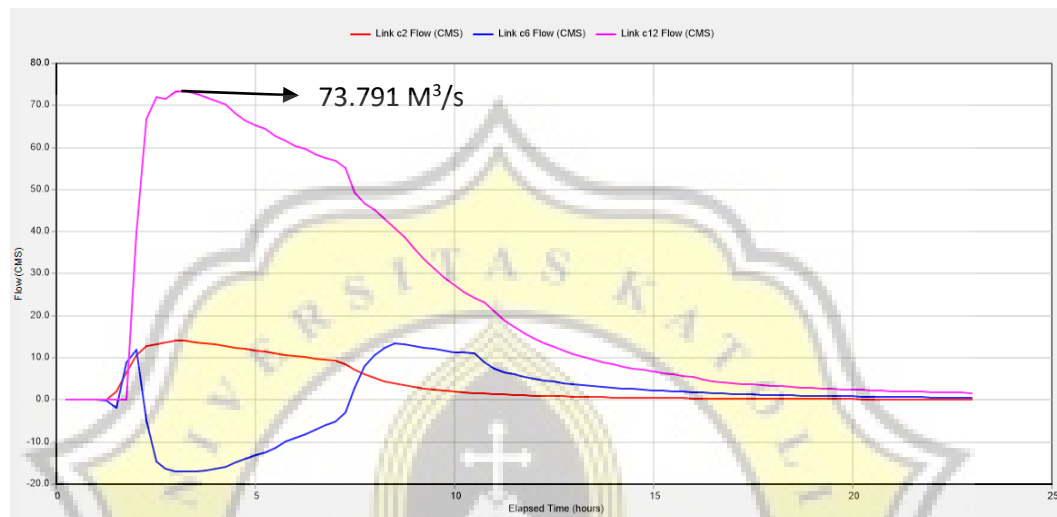


Gambar 4.46 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan

Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.46 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 2 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di

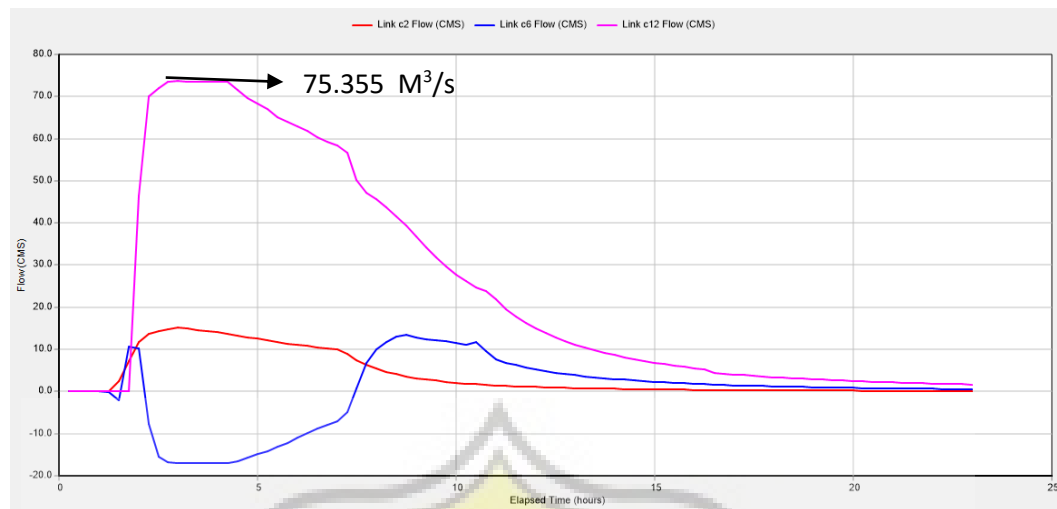
bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah.*Conduit12* memiliki debit aliran sebesar 65.558 CMS atau 65.558 m³/s. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 11.89 CMS atau 11.89 m³/s dan *Conduit6* 15.831 CMS atau 15.831 m³/s



Gambar 4.47 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan

Sumber: Hasil Analisis

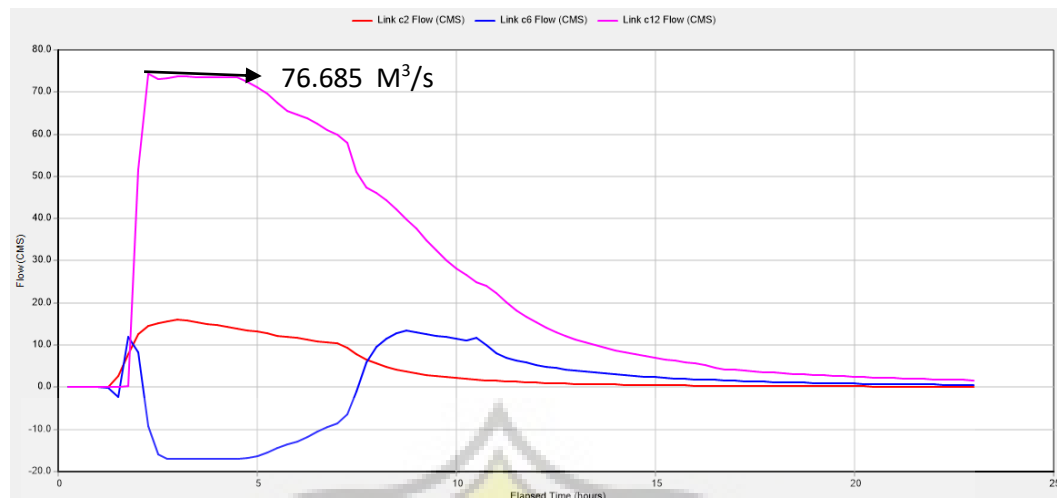
Gambar 4.47 diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 5 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah.*Conduit12* memiliki debit aliran sebesar 73.791 CMS atau 73.791 m³/s. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 14.253 CMS atau 14.253 m³/s dan *Conduit6* 17.019 CMS atau 17.019 m³/s



Gambar 4.48 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan

Sumber: Hasil Analisis

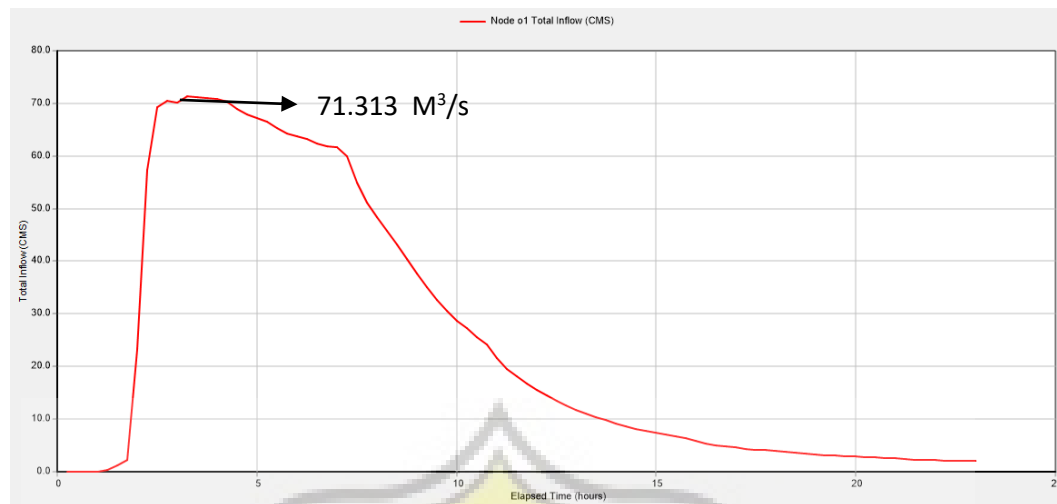
Gambar 4.48 Diatas menunjukkan debit aliran pada masing-masing *Conduit* dengan periode ulang hujan 10 tahunan. Debit aliran dalam gambar diatas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada *Conduit12* yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang cukup besar dibandingkan dengan *Conduit2* yang terletak di bagian hulu sungai dan *Conduit6* yang terletak dibagian tengah. *Conduit12* memiliki debit aliran sebesar 75.355 CMS atau - 75.355 m³/s. Sedangkan pada *Conduit 2* debit aliran terbesar yaitu 15.240 CMS atau 15.240m³/s dan *Conduit6* 17.024 CMS atau 17.024 m³/s s dan *Conduit6* 17.019 CMS atau 17.019 m³/s



Gambar 4.49 Hidrograf aliran Tiap Saluran Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan

Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4.49 di atas menunjukkan debit aliran pada masing-masing Conduit dengan periode ulang hujan 25 tahunan. Debit aliran dalam gambar di atas merupakan besarnya volume air yang mengalir persatuan waktu pada saluran tersebut. Jika diperhatikan pada Conduit12 yang terletak pada bagian muara laut memiliki debit aliran yang cukup besar dibandingkan dengan Conduit2 yang terletak di bagian hulu sungai dan Conduit6 yang terletak di bagian tengah. Conduit12 memiliki debit aliran sebesar 76.658 CMS atau 76.658 m³/s. Sedangkan pada Conduit 2 debit aliran terbesar yaitu 16.083 CMS atau 16.083 m³/s dan Conduit6 17.024 CMS atau 17.024 m³/s



Gambar 4.50 Hidrograf aliran tiap saluran kondisi Eksisting (*Outfall*)

Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.50 di atas menunjukkan besarnya debit aliran di outfall. Gambar 4.50 merupakan profil muka air kondisi eksisting *Outfall* periode 2 tahunan. Melalui gambar tersebut terlihat bahwa puncak debit aliran terletak pada menit ke-210. *Outfall* sungai memiliki debit aliran sebesar 71.313 CMS atau 71.313 m³/s.

Dari penjelasan gambar 4.46 hingga 4.50 didapatkan semakin besar periode ulang, semakin besar juga debit aliran yang dihasilkan. Semakin dekat dengan *Outfall* memiliki nilai yang besar hal ini disebabkan karena aliran yang datang dari setiap DAS yang ada. Selain itu hal yang mempengaruhi debit tiap saluran yaitu dimensi saluran, kemiringan saluran dan kekasaran dinding yang berbeda tiap saluran.

4.5.3 Debit aliran yang masuk pada saluran dan Profil muka air

Dalam melakukan pemodelan dengan EPA-SWMM, didapatkan profil muka air. Melalui profil tersebut dapat terlihat suatu saluran yang sudah tidak mampu menampung debit aliran air. Debit aliran yang ada pada saluran disajikan dalam tabel yang akan digunakan untuk mengkaji sistem drainase sungai tenggang. Tabel 4.38 berikut



menampilkan hasil rekapitulasi eksisting disaluran pada periode ulang 2 tahun.

Tabel 4.33 Hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 2 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	5.414	02:06	2.39	fine
C.2	1.658	11.89	03:06	2.11	Surcharge
C.3	1.7	4.804	10:48	1.02	Surcharge
C.4	1.269	10.967	01:45	2.42	Surcharge
C.5	2.266	12.440	01:48	1.60	Surcharge
C.6	1.86	15.831	01:56	1.39	Surcharge
C.7	2.58	38.781	02:14	0.91	Surcharge
C.8	2.56	55.303	02:13	2.11	Surcharge
C.9	3.025	74.961	02:23	1.78	Surcharge
C.10	1.99	66.310	02:37	1.93	Surcharge
C.11	2.22	65.491	02:40	6.03	Surcharge
C.12	1.57	65.558	02:42	3.81	Surcharge

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surchage :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.35 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 2 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit12* yaitu sebesar 65.558 CMS atau 65.558 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit12* yaitu 3.81 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.804 CMS atau 4.804 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.34 Tabel hasil pemodelan dengan periode 2 tahun

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surchage	Node Flooding
J.1	1.459	0.53	5.481	Fine	Fine
J.2	2.089	1.00	11.982	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	19.617	Surchage	Flooding
J.4	1.283	1.7	25.035	Surchage	Flooding
J.5	1.998	2.27	16.673	Surchage	Flooding

Tabel 4.34 Tabel hasil pemodelan dengan periode 2 tahun (lanjutan)

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surchage	Node Flooding
J.6	1.862	2.27	20.526	Surchage	Flooding
J.7	1.306	2.51	37.154	Surchage	Flooding
J.8	2.396	2.47	62.703	Surchage	Flooding
J.9	2.594	2.43	74.373	Fine	Fine
J.10	2.885	2.32	74.961	Fine	Fine
J.11	3.082	2.12	66.310	Surchage	Flooding
J.12	1.77	0.75	65.491	Fine	Fine
O.1	-	0.75	71.313	Fine	Fine

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

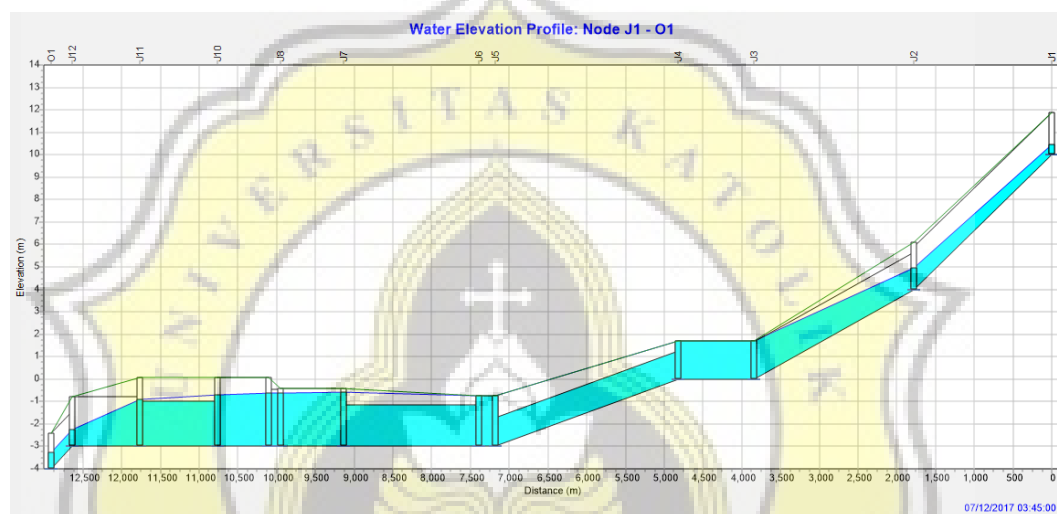
Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m^3/s)

Tabel 4.34 diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 2 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.7 sebesar 2.51 m. debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction* 10 sebesar 74.961 CMS atau $74.961 m^3/s$.

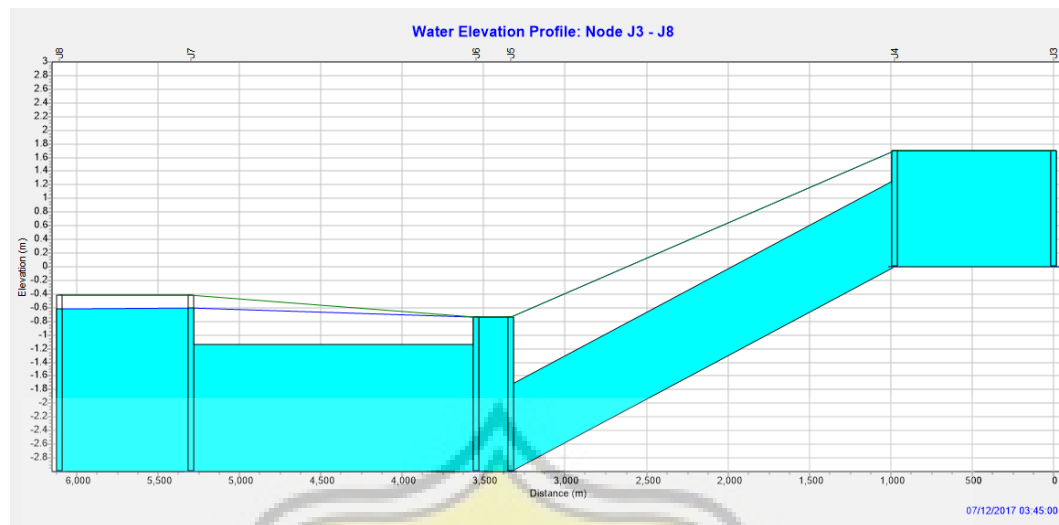
Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 2 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.51 Profil muka air periode ulang 2 tahun (J.1-OUT.1)

Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.51 merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 2 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang di tinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah Kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.52 Profil Muka Air Periode Ulang 2 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-03:45 atau menit ke 225 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $19.617 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $25.035 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.804 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.



Tabel 4.35 Hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 5 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surchage
C.1	1.9	6.575	02:05	2.58	fine
C.2	1.658	14.253	03:04	2.39	Surchage
C.3	1.7	4.826	01:44	1.02	Surchage
C.4	1.269	11.015	01:41	2.42	Surchage
C.5	2.266	12.328	01:44	1.53	Surchage
C.6	1.86	17.019	03:22	1.49	Surchage
C.7	2.58	33.325	01:57	0.91	Surchage
C.8	2.56	60.155	02:10	2.12	Surchage
C.9	3.025	77.275	02:11	1.89	Surchage
C.10	1.99	73.782	03:01	2.15	Surchage
C.11	2.22	73.791	03:04	6.34	Surchage
C.12	1.57	73.808	03:05	3.98	Surchage

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surchage :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.35 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 5 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit11* yaitu sebesar 73.791 CMS atau 73.791 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit11* yaitu 6.34 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.826 CMS atau 4.826 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.36 hasil pemodelan dengan periode 5 tahun

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.6	6.673	Fine	Fine
J.2	2.089	1.09	14.353	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	23.470	Surcharge	Fine
J.4	1.283	1.7	29.909	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	17.857	Surcharge	Flooding
J.6	1.862	2.27	27.017	Surcharge	Flooding
J.7	1.306	2.58	39.206	Surcharge	Flooding

Tabel 4.36 hasil pemodelan dengan periode 5 tahun (lanjutan)

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.8	2.396	2.58	61.498	Surcharge	Flooding
J.9	2.594	2.57	83.280	Fine	Fine
J.10	2.885	2.49	77.275	Fine	Fine
J.11	3.082	2.22	73.782	Fine	Fine
J.12	1.77	0.79	73.791	Fine	Fine
O.1	-	0.79	82.053	Surcharge	Flooding

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

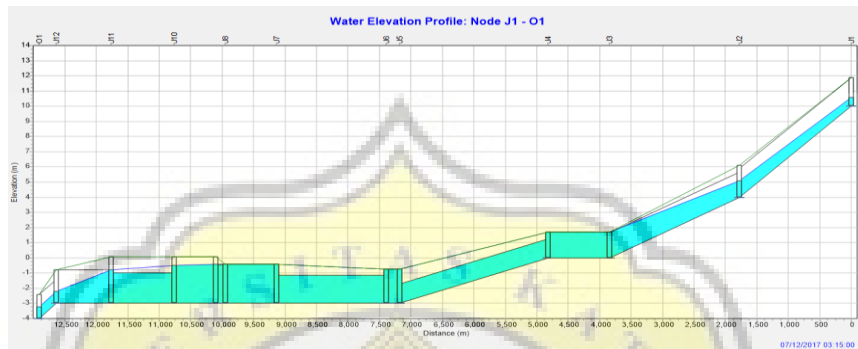
Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m³/s)

Tabel 4.36 diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 5 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.7 sebesar 2.58 m. Debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction*9 sebesar 83.280 CMS atau 83.280 m³/s.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air.

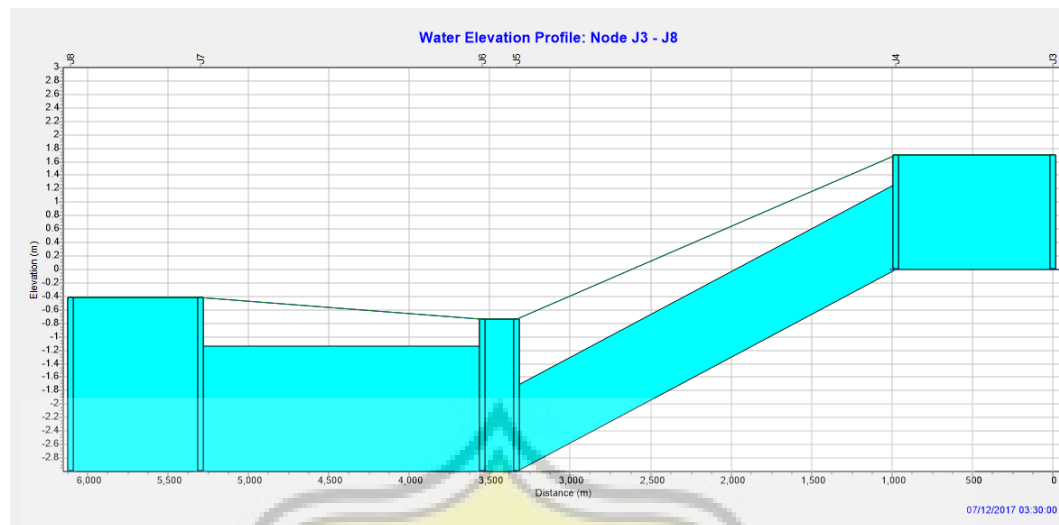
Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 5 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.53 Profil muka air periode ulang 5 tahun (J.1-OUT.1)

Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.53 merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction1* hingga *Outfall 1* periode ulang 5 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang ditinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction8*.



Gambar 4.54 Profil Muka Air Periode Ulang 5 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-3:15 atau menit ke 195 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $23.470\text{m}^3/\text{s}$.

Sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $29.909\text{m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $23.470\text{m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.



Tabel 4.37 Hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 10 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	7.067	02:04	2.65	fine
C.2	1.658	15.240	03:04	2.51	Surcharge
C.3	1.7	4.765	01:43	1.02	Surcharge
C.4	1.269	11.039	01:40	2.42	Surcharge
C.5	2.266	12.267	01:43	1.562	Surcharge
C.6	1.86	17.024	04:09	1.49	Surcharge
C.7	2.58	33.808	01:56	0.9	Surcharge
C.8	2.56	56.642	02:07	2.12	Surcharge
C.9	3.025	79.080	02:10	1.93	Surcharge
C.10	1.99	75.839	02:13	2.21	Surcharge
C.11	2.22	74.591	02:16	6.36	Surcharge
C.12	1.57	75.355	02:17	4	Surcharge

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surcharge :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.37 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 10 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit*9 yaitu sebesar 79.080 CMS atau 79.080 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit*11 yaitu 6.36 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit*3 yaitu sebesar 4.765 CMS atau 4.765 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.38 hasil pemodelan dengan periode 10 tahun

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.64	7.175	Fine	Fine
J.2	2.089	1.13	15.341	Fine	Fine
J.3	1.702	1.7	25.071	Surcharge	Fine
J.4	1.283	1.7	31.984	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	18.495	Surcharge	Flooding

Tabel 4.38 hasil pemodelan dengan periode 10 tahun (lanjutan)

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.6	1.862	2.27	27.684	Surcharge	Flooding
J.7	1.306	2.58	39.934	Surcharge	Flooding
J.8	2.396	2.58	60.865	Surcharge	Flooding
J.9	2.594	2.58	81.363	fine	Fine
J.10	2.885	2.53	79.08	fine	Fine
J.11	3.082	2.41	75.839	fine	Fine
J.12	1.77	0.80	74.591	fine	Fine
O.1	-	0.80	83.705	fine	Fine

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

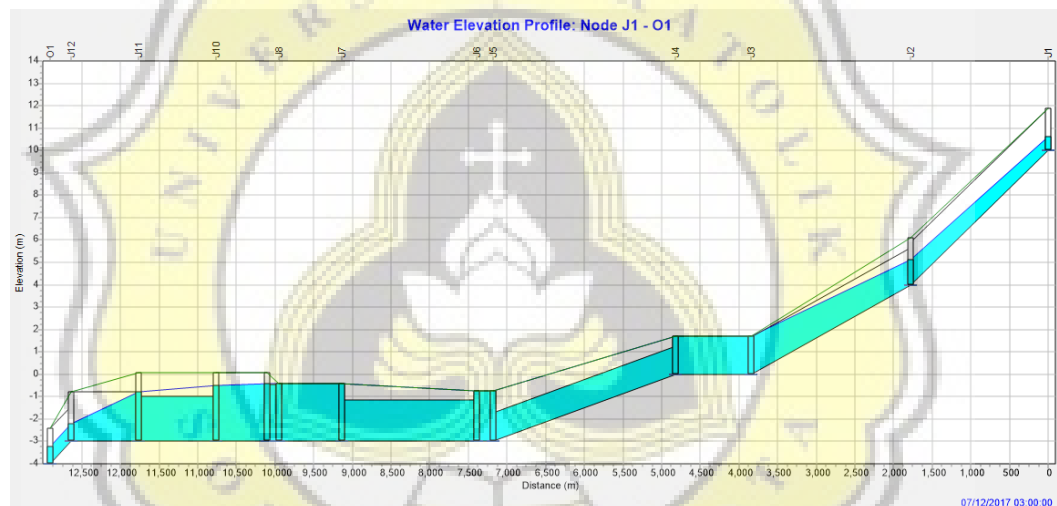
Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m³/s)

Tabel 4.38Diatas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 10 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi

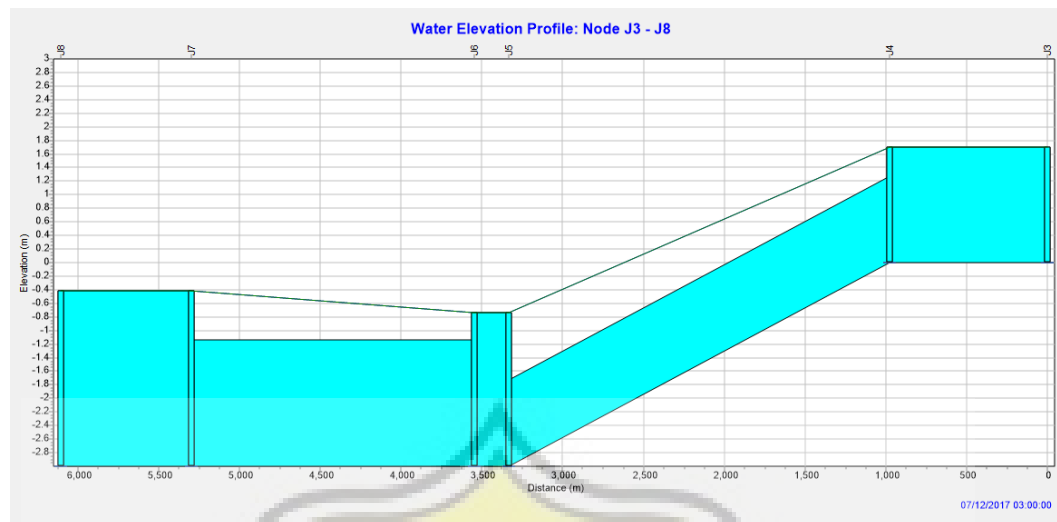
J.7 sebesar 2.58 m. Debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Outfall 1* sebesar 83.705 CMS atau $83.705 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 10 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.55 Profil muka air periode ulang 10 tahun (J.1-OUT.1)
Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.55 merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 10 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang di tinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.56 Profil Muka Air Periode Ulang 10 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-3:00 atau menit ke 135 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $25.071 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $31.984 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.315 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.



Tabel 4.39 Hasil rekapitulasi eksisting Conduit periode ulang 25 tahun

Conduit	Max Depth (m)	Max Flow CMS	Hour of Max Flow	Max Velocity m/s	Conduit Surcharge
C.1	1.9	5.414	02:06	2.39	fine
C.2	1.658	11.89	03:05	2.11	Surcharge
C.3	1.7	4.799	01:48	1.02	Surcharge
C.4	1.269	10.973	01:45	2.42	Surcharge
C.5	2.266	12.413	01:47	1.59	Surcharge
C.6	1.86	15.829	01:56	1.39	Surcharge
C.7	2.58	34.351	02:14	0.91	Surcharge
C.8	2.56	54.872	02:15	2.11	Surcharge
C.9	3.025	73.897	02:44	1.83	Surcharge
C.10	1.99	68.201	02:28	1.99	Surcharge
C.11	2.22	65.663	02:32	6.06	Surcharge
C.12	1.57	65.817	02:33	3.82	Surcharge

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Max Flow :Debit maksimal aliran (m^3/s)

Hour of Max Flow :Jam saat aliran maksimum

Max Velocity :Kecepatan aliran maksimum (m/s)

Conduit Surcharge :Kondisi saluran penuh atau tidak

Tabel 4.39 menunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan periode ulang 25 tahun pada saluran drainase sungai tenggang. Debit aliran hujan terbesar yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit10* yaitu sebesar 68.201 CMS atau 68.201 m³/s. Sehingga mengalami *Surcharging* atau penuh kecepatan aliran maksimum juga terjadi di *Conduit11* yaitu 6.06 m/s. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Debit aliran hujan terkecil yang masuk pada saluran terjadi di *Conduit3* yaitu sebesar 4.799 CMS atau 4.799 m³/s. Saluran mengalami *Surcharging* atau penuh. Hal ini terjadi karena faktor kekasaran dinding dan bentuk dari penampang dari saluran tersebut.

Tabel 4.40 Hasil pemodelan dengan periode ulang 25 tahun

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surcharge	Node Flooding
J.1	1.459	0.54	5.478	Fine	Fine
J.2	2.089	1.00	11.981	Fine	Fine
J.3	1.702	1.70	19.616	Surcharge	Fine
J.4	1.283	1.70	25.010	Surcharge	Flooding
J.5	1.998	2.27	16.683	Surcharge	Flooding
J.6	1.862	2.27	23.36	Surcharge	Flooding

Tabel 4.40 Hasil pemodelan dengan periode ulang 25 tahun (lanjutan)

Node	Max Depth Junction (m)	Max Depth Flow (m)	Max Total Inflow CMS	Node Surchage	Node Flooding
J.7	1.306	2.58	37.122	Surchage	Flooding
J.8	2.396	2.58	58.406	Surchage	Flooding
J.9	2.594	2.49	74.097	Fine	Fine
J.10	2.885	2.41	73.897	Fine	Fine
J.11	3.082	2.14	68.201	Surchage	Flooding
J.12	1.77	0.76	65.663	Surchage	Flooding
O.1	-	0.75	70.991	Surchage	Flooding

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

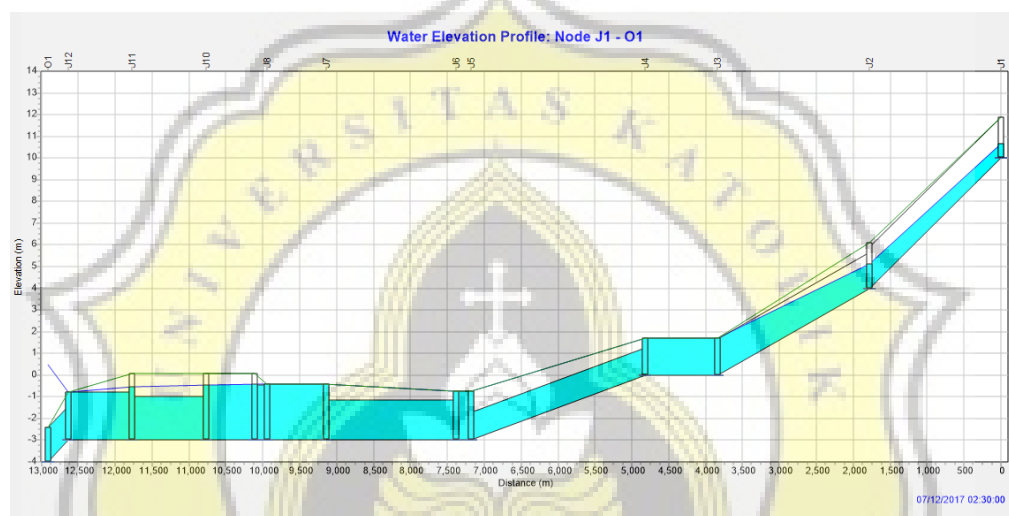
Max Depth Junction :Kedalaman Maksimum (m)

Max Depth Flow :Kedalaman maksimum akiran (m)

Max Total Inflow :Total maksimum volume air yang masuk (m^3/s)

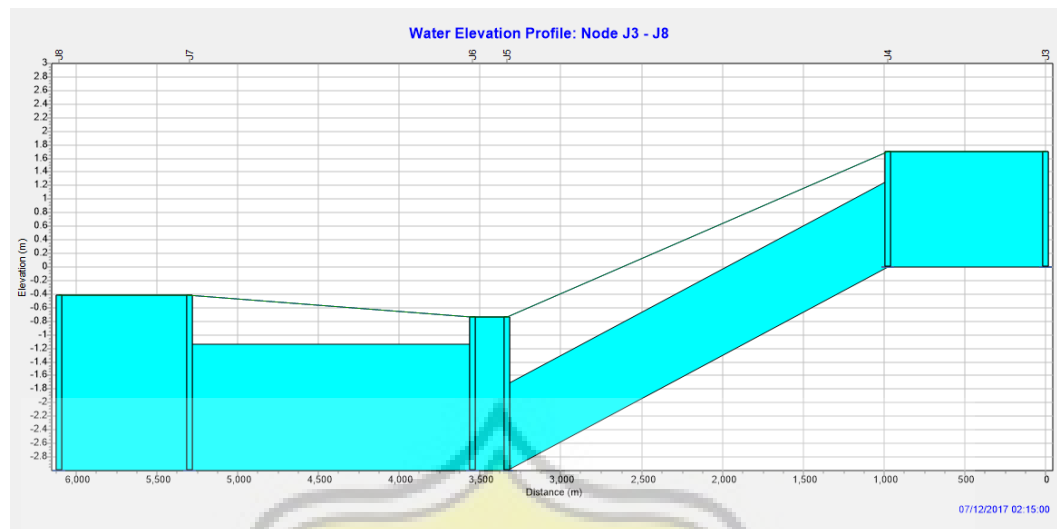
Tabel 4.40 di atas menunjukkan hasil pemodelan dengan periode ulang 25 tahun pada *Node* atau titik ujung sistem saluran drainase sungai Tenggang. Kedalaman maksimum aliran yang terbesar terjadi J.11 sebesar 2.58 m. Debit maksimum aliran yang masuk terjadi di *Junction 9* sebesar 74.097 CMS atau $74.097 m^3/s$.

Kedalaman aliran akan terjadi karena debit aliran yang masuk dan keadaan *Junction* yang penuh sehingga menyebabkan banjir jika kondisi eksisting tidak dapat menampung kapasitas tampungan air. Dari tabel diatas ada 9 titik banjir yang terjadi di sistem drainase sungai tenggang setelah melakukan pemodelan dengan periode ulang 25 tahunan. *Junction* yang mengalami *Surcharging* atau penuh air pasti terjadi banjir, sedangkan titik yang mengalami *Surcharging* belum tentu mengalami banjir.



Gambar 4.57 Profil muka air periode ulang 25 tahun (J.1-OUT.1)
Sumber: Hasil analisis

Gambar 4.57 Merupakan profil muka air kondisi eksisting dari *Junction 1* hingga *Outfall 1* periode ulang 25 tahunan. Gambar profil muka air tersebut diambil sebagai acuan titik banjir yang terjadi di sistem drainase Sungai Tenggang. Titik banjir yang di tinjau yaitu *Junction 3* sampai *Junction 8* yang berada di daerah kalicari hingga daerah kaligawe. Berikut merupakan profil muka air dari *Junction 3* hingga *Junction 8*.



Gambar 4.58 Profil Muka Air Periode Ulang 25 tahun (J.3-J.8)

Sumber: Hasil Analisis

Gambar diatas menunjukkan hasil pemodelan Profil muka air di *Junction3* sampai *Junction8* pada jam ke-2:00 atau menit ke 120 setelah terjadinya hujan kondisi debit aliran sudah memenuhi seluruh *Junction* dan *Conduit*. Seperti *Junction 3* sampai *Junction4* yang dihubungkan dengan *Conduit3*. Debit yang masuk di *Junction3* adalah $19.616 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan debit aliran yang masuk di *Junction4* sebesar $25.010 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *Conduit3* debit yang masuk sebesar $4.799 \text{ m}^3/\text{s}$. dari gambar diatas terlihat *Conduit3* mengalami limpasan atau *Surcharge* yang ditandai dengan garis berwarna biru tua yang berada tepat diatas saluran.

4.6 Normalisasi saluran

Untuk menanggulangi limpasan air yang terjadi salah satu tindakan yang dilakukan yaitu merubah dimensi *Conduit* dan kedalaman *Junction* supaya daya tampung lebih besar. Perubahan yang dilakukan untuk *Junction* dan *Conduit* sebagai berikut:

Tabel 4.41 Tabel normalisasi *Junction*

Node	Eksisting		Rencana	
	Elevasi (m)	Max. Depth (m)	Elevasi (m)	Max. Depth (m)
J1	10	1.459	10	13.459
J2	4	2.089	4	2.089
J3	0	1.702	2	2
J4	0	1.289	0	2
J5	-3	1.998	-2	2.8
J6	-3	1.862	-2	2.8
J7	-3	1.306	-2.5	2.883
J8	-3	2.396	-2.75	2.883
J9	-3	2.594	-2.75	2.883
J10	-3	2.885	-3	2.885
J11	-3	3.082	-3	3.083
J12	-3	1.77	-3	2.4
O1	-4		-4	

Sumber: hasil analisa



Keterangan:

Perubahan yang terjadi pada *Junction* diberi tanda hijau. Perubahan yang dilakukan yaitu mengubah elevasi dan kedalaman *Junction*.

Max Depth Junction : kedalaman maksimum pada *Junction*

Elevasi : ketinggian *Junction*

Tabel 4.42 Perubahan Dimensi Conduit

Link	Eksisting			Rencana		
	Shape	Max. Depth (m)	Bottom Width (m)	Shape	Max. Depth (m)	Bottom Width (m)
C1	RECT_OPEN	1.9	3.2	RECT_OPEN	1.9	3.2
C2	TRAPEZOIDAL	1.658	2	TRAPEZOIDAL	1.658	2
C3	RECT_CLOSED	1.7	4.3	RECT_CLOSED	2	10
C4	RECT_CLOSED	1.269	3.7	RECT_CLOSED	2.5	10
C5	RECT_CLOSED	2.266	3.8	RECT_CLOSED	2.5	15
C6	IRREGULAR	1.86	7	RECT_OPEN	2.8	15
C7	IRREGULAR	2.58	15	RECT_OPEN	2.883	20
C8	IRREGULAR	2.56	19.2	RECT_OPEN	2.883	22
C9	RECT_CLOSED	3.085	17.8	RECT_CLOSED	2.883	20
C10	IRREGULAR	1.99	20.2	RECT_OPEN	2.883	20
C11	IRREGULAR	2.22	4	RECT_OPEN	2	20
C12	IRREGULAR	1.57	29	RECT_OPEN	2	40
C13						

Sumber: hasil analisa

Keterangan:

Yang diberi tanda ungu merupakan saluran yang mengalami perubahan bentuk dan dimensi saluran.

Max Depth : Kedalaman maksimum (m)

Bottom Width : Lebar dasar sungai (m)

Perubahan yang dilakukan pada *Conduit* dengan cara memperbesar atau memperkecil lebar ataupun kedalamannya dan juga pada *Junction* dilakukan perubahan kedalaman hingga tidak terjadi *Surchraringing*. Selain merubah dimensi *Conduit* dilakukan perubahan tipe saluran untuk memperluas area penampang.

Dari hasil perubahan dimensi pada *Junction* didapat:

Tabel 4.43 Hasil Rekapitulasi Perubahan pada *Junction*

Data	Max. Depth Junction (m)	R2		R5		R10		R25	
		Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)
J1	1.459	5.478	0.54	6.668	0.61	7.269	0.64	7.603	0.67
J2	2.089	11.981	1.00	14.352	1.10	15.340	1.13	16.185	1.17
J3	2	19.618	1.56	23.468	1.74	25.072	1.82	26.437	1.88
J4	2	43.485	1.40	52.255	1.58	55.916	1.65	59.039	1.71
J5	2.8	49.534	2.01	59.375	2.26	63.487	2.36	67.002	2.45
J6	2.8	56.597	1.97	67.851	2.23	72.557	2.33	76.561	2.41
J7	2.883	79.610	2.21	95.395	2.46	102.080	2.55	107.783	2.64

Tabel 4.43 Hasil Rekapitulasi Perubahan pada *Junction*(lanjutan)

Data	Max. Depth Junction (m)	R2		R5		R10		R25	
		Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)	Max Total Inflow CMS	Max Depth (m)
J8	2.883	111.631	2.37	134.080	2.61	143.532	2.71	151.106	2.80
J9	2.883	132.792	2.33	159.621	2.57	170.843	2.66	179.857	2.75
J10	2.885	132.825	2.37	159.731	2.58	170.947	2.66	179.729	2.76
J11	3.082	132.975	1.75	159.861	1.92	171.112	1.99	179.379	2.10
J12	2.4	133.015	0.71	159.938	0.79	171.262	0.82	179.453	0.85
O1		139.868	0.71	168.248	0.79	180.208	0.82	189.132	0.85

Sumber: Hasil analisa

Keterangan:

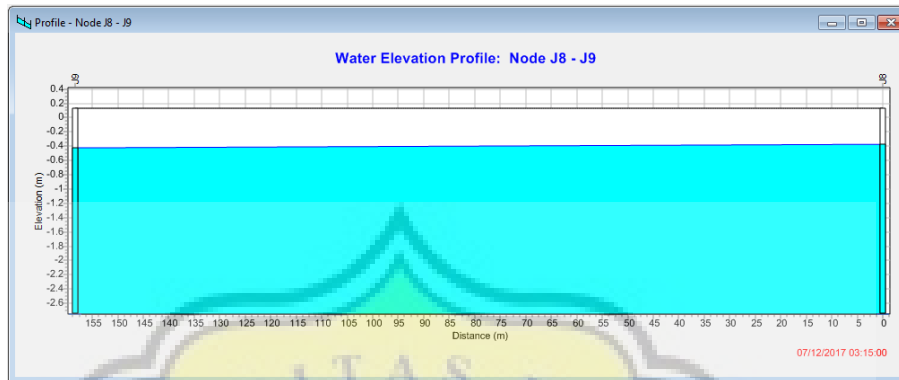
Max flow : Debit maksimal harian (m^3/s)

Max depth : Kedalaman maksimum (m)

Max Total Inflow : Total maksimum debit air yang masuk (m^3/s)

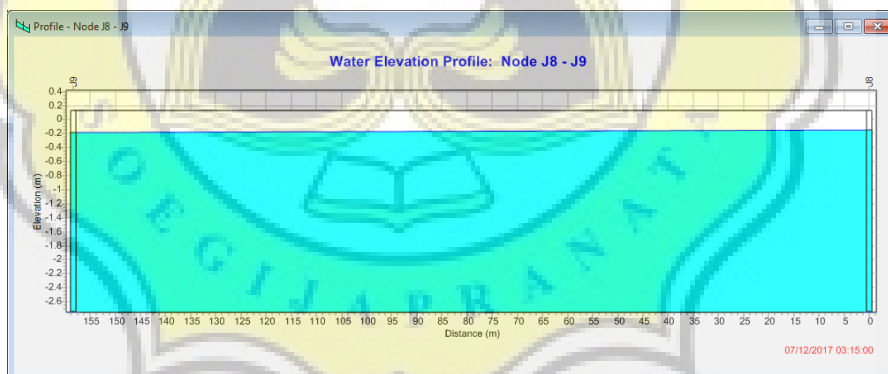
Tabel 4.43 diatas meunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan rencana periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahunan pada node atau *Junction* dari sistem drainase Kawasan Sungai Tenggang. Kedalaman maksimum untuk R2 terjadi pada *Junction* J8 dan J10 memiliki kedalaman yang sama yaitu 2.37 m, untuk R5 kedalaman maksimum sebesar 2.61 m pada *Junction* 8 dan untuk R10 kedalaman maksimum terjadi pada *Junction* 8 sebesar 2.71 m. Debit terbesar terjadi pada O1 untuk ketiga periode ulang, masing – masing R2 sebesar 139.868 m^3/s , R5 sebesar 1168.248 m^3/s , R10 sebesar 180.208 m^3/s dan R25 sebesar 189.132.

Aliran yang masuk memenuhi *Junction* karena sudah dilakukan normalisasi maka sudah tidak terjadi banjir seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.59 dibawah.



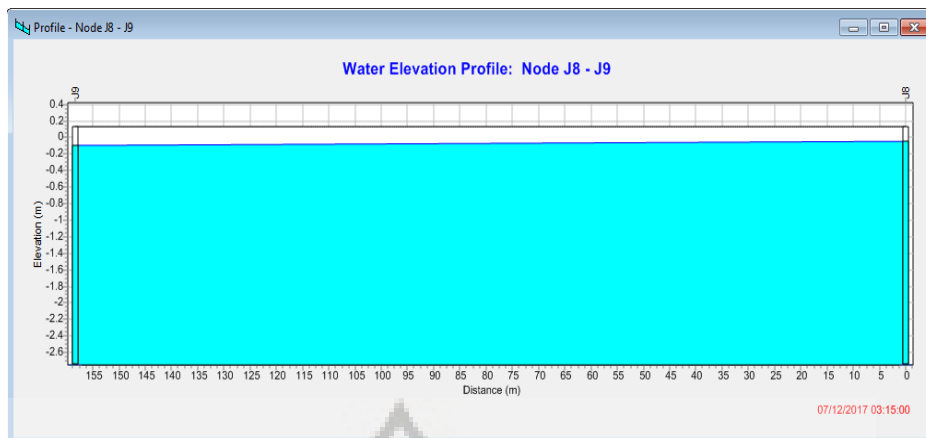
Gambar 4.59Muka air periode ulang 2 tahun (J8 – J9)
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.59 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J8 dan J9 periode hujan tepatnya pukul 03.15 J8 mengalami muka air tertinggi sebesar 2.37 m.



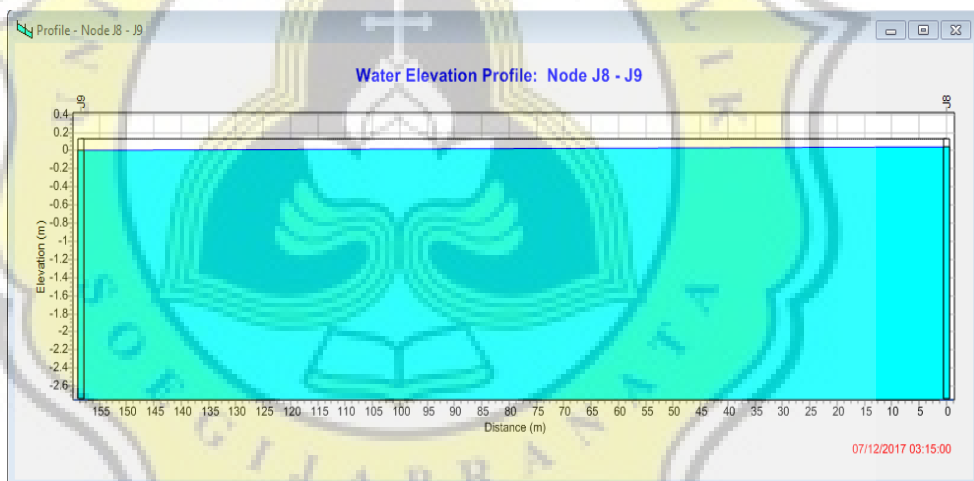
Gambar 4.60muka air periode ulang 5 tahun (J8 – J9)
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.60 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J8 dan J9 periode hujan 5 tahun tepatnya pukul 03.15 J8 mengalami muka air tertinggi sebesar 2.61 m.



Gambar 4.61 muka air periode ulang 10 tahun (J8 – J9)
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.61 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J8 dan J9 periode hujan 10 tahun tepatnya pukul 03.15 J8 mengalami muka air tertinggi sebesar 2.71 m.



Gambar 4.62 muka air periode ulang 25 tahun (J8 – J9)
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.62 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J8 dan J9 periode hujan 25 tahun tepatnya pukul 03.09 muka air tertinggi sebesar 2.47 m.



Dari hasil perubahan pada *Conduit* didapat:

Tabel 4.44 Hasil Rekapitulasi Perubahan pada *Conduit*

Link	Max. Depth (m)	Bottom Width (m)	Max Flow (CMS) R2	Max Flow (CMS) R5	Max Flow (CMS) R10	Max Flow (CMS) R25
C1	1.9	3.2	5.415	6.575	7.066	7.487
C2	1.658	2	11.890	14.251	15.238	16.081
C3	2	10	19.443	23.260	24.852	26.212
C4	2.5	10	43.333	51.993	55.621	58.724
C5	2.5	15	49.371	59.138	63.222	66.653
C6	2.5	15	56.815	68.133	72.853	76.571
C7	2.883	20	79.744	95.579	102.194	107.318
C8	2.883	22	111.714	134.233	143.689	151.134
C9	2.883	20	132.835	159.731	170.947	179.729
C10	2.883	20	132.975	159.861	171.112	179.379
C11	2	20	133.015	159.938	171.262	179.453
C12	2	40	133.024	159.954	171.286	179.460

Sumber: Hasil analisa

Keterangan:

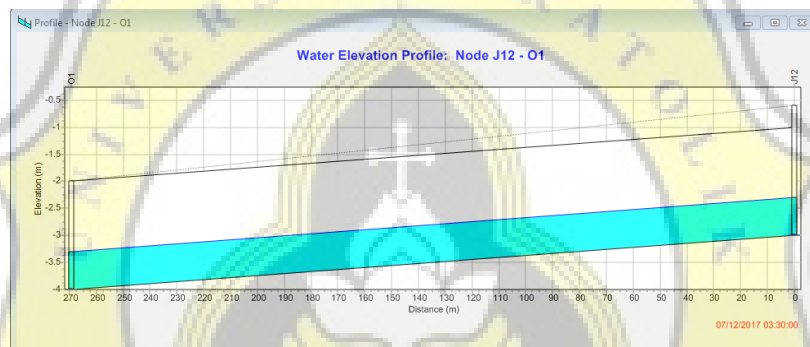
Bottom Width : Lebar dasar saluran (m^3/s)

Max depth : Kedalaman maksimum (m)

Max flow : Total maksimum debit air (m^3/s)

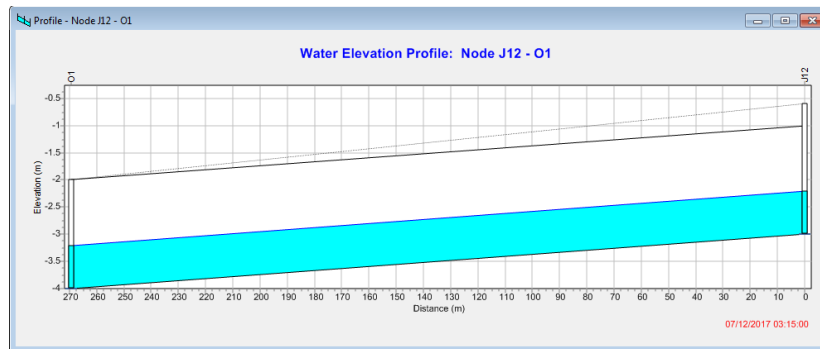
Tabel 4.44 diatas meunjukkan hasil rekapitulasi dari simulasi hujan rencana periode ulang 2, 5 dan 10 tahunan pada *Conduit* dari sistem drainase Kawasan Sungai Tenggang. Debit terbesar untuk R2, R5, R10 dan R25 semua terjadi pada *Conduit* C12. Debit terbesar terjadi pada C12 untuk periode ulang 2 tahun sebesar $133.024 \text{ m}^3/\text{s}$, untuk periode ulang 5 tahun sebesar $159.954 \text{ m}^3/\text{s}$, untuk periode 10 tahun sebesar $171.286 \text{ m}^3/\text{s}$ dan untuk periode ulang 25 tahun sebesar $179.460 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aliran yang masuk memenuhi *Junction* karena sudah dilakukan normalisasi maka sudah tidak terjadi banjir seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 4.63 muka air periode ulang 2 tahun J12-O1 (C12)
Sumber: Hasil analisa

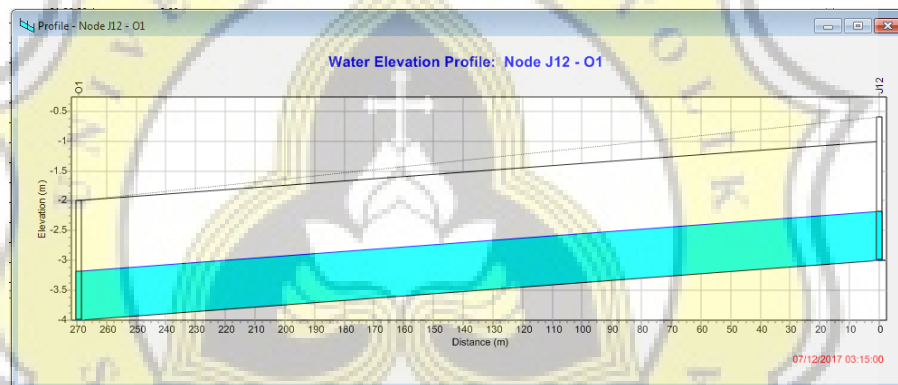
Gambar 4.62 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J12 dan O1 dengan periode hujan 2 tahun tepatnya pukul 03.15 C12 mengalami debit tertinggi sebesar $132.75 \text{ m}^3/\text{s}$.



Gambar 4.64 muka air periode ulang 5 tahun J12 – O1 (C12)

Sumber: Hasil analisa

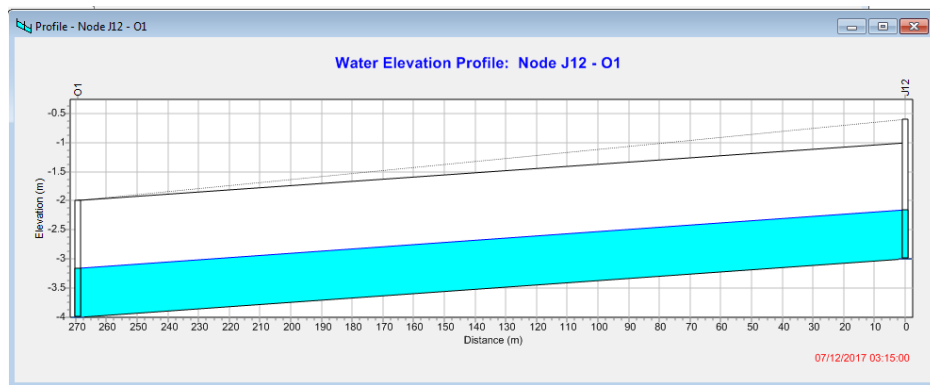
Gambar 4.64 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J12 dan O1 periode hujan 5 tahun tepatnya pukul 03.15 C12 mengalami debit tertinggi sebesar $159.93 \text{ m}^3/\text{s}$.



Gambar 4.65 muka air periode ulang 10 tahun J12 – O1(C12)

Sumber: Hasil analisa

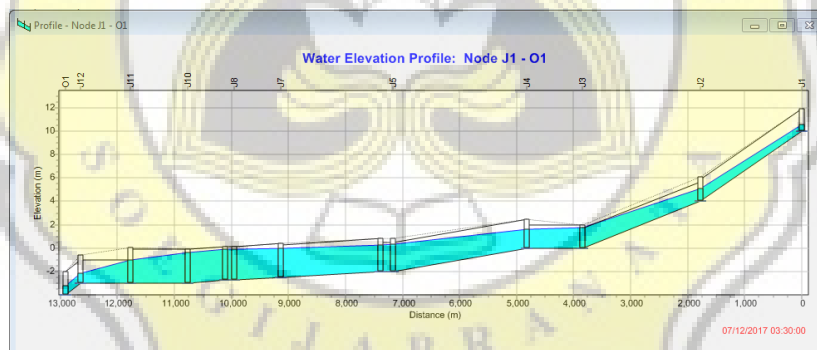
Gambar 4.65 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J12 dan O1 periode hujan 10 tahun tepatnya pukul 03.16 C12 mengalami debit tertinggi sebesar $171.20 \text{ m}^3/\text{s}$.



Gambar 4.66 muka air periode ulang 25 tahun J12 – O1 (C12)
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.66 diatas merupakan titik tertinggi muka air yang terjadi pada saluran antara J12 dan O1 periode hujan 25 tahun tepatnya pukul 03.17 C12 mengalami debit tertinggi sebesar $179.460 \text{ m}^3/\text{s}$.

Berikut merupakan hasil normalisasi yang dilakukan pada Sungai Tenggang.

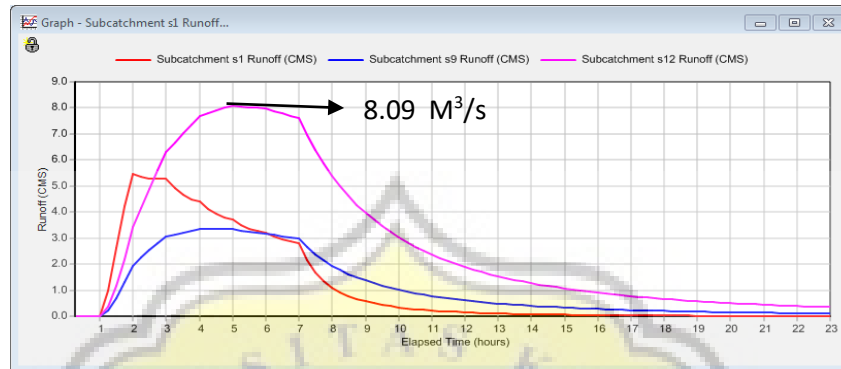


Gambar 4.67 Profil aliran pada J1 – O1
Sumber: Hasil analisa

Dari gambar diatas dengan dilakukan perubahan dimensi dan jenis saluran maka sudah tidak terjadi bajir. Saluran dapat menampung debit aliran ditunjukkan dengan garis berwarna biru yang berada dibawah bibir saluran.

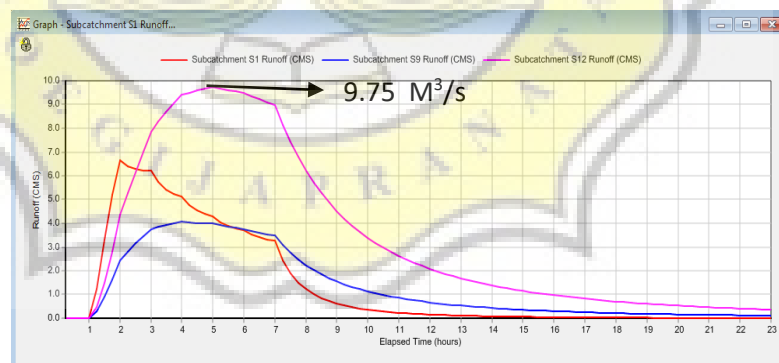
4.6.1 Hidrograf aliran (*Subcatchment*)

Dari hasil normalisasi maka dapat dilihat hidrograf aliran yang terjadi pada *subcatchment* Sungai Tenggang sebagai berikut:



Gambar 4.68 Hidrograf aliran rencana pada *Subcatchment*R2
Sumber: Hasil analisa

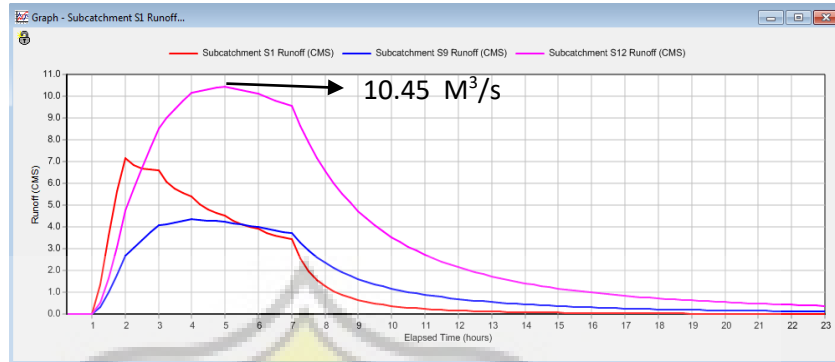
Gambar diatas menunjukkan runoff dari subcatchment S1, S9 dan S12. Aliran maksimum terjadi pada S12 sebesar $8.09\text{m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 05:00. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/ limpasan sudah tidak terjadi.



Gambar 4.69 Hidrograf aliran rencana pada *Subcatchment* R5
Sumber: Hasil analisa

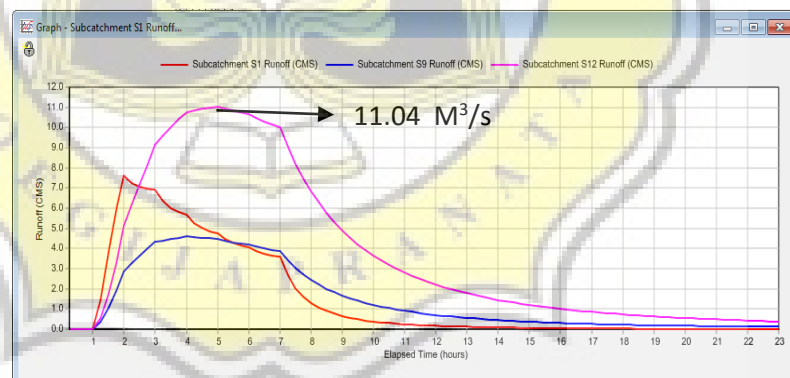
Gambar diatas menunjukkan runoff dari subcatchment S1, S9 dan S12. Aliran maksimum terjadi pada S12 sebesar $9.75\text{m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 05:00. Grafik yang menurun curam

menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/ limpasan sudah tidak terjadi.



Gambar 4.70 Hidrograf aliran rencana pada *Subcatchment R10*
Sumber: Hasil analisa

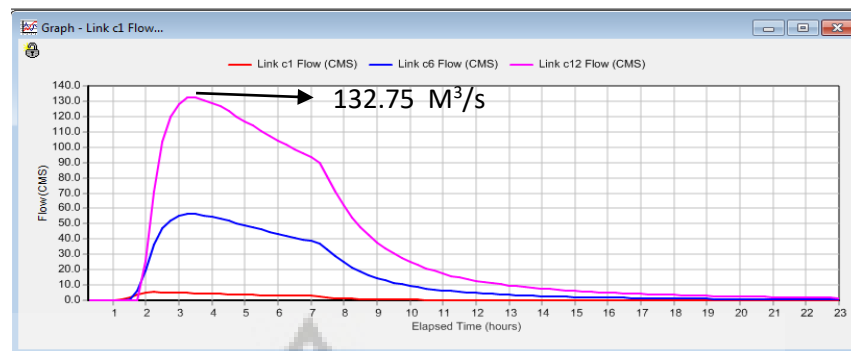
Gambar diatas menunjukkan runoff dari subcatchment S1, S9 dan S12. Aliran maksimum terjadi pada S12 sebesar $10.45 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 05:00. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/ limpasan sudah tidak terjadi.



Gambar 4.71 Hidrograf aliran rencana pada *Subcatchment R25*
Sumber: Hasil analisa

Gambar 4.71 diatas menunjukkan runoff dari subcatchment S1, S9 dan S12. Aliran maksimum terjadi pada S12 sebesar $11.04 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 05:00. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall.

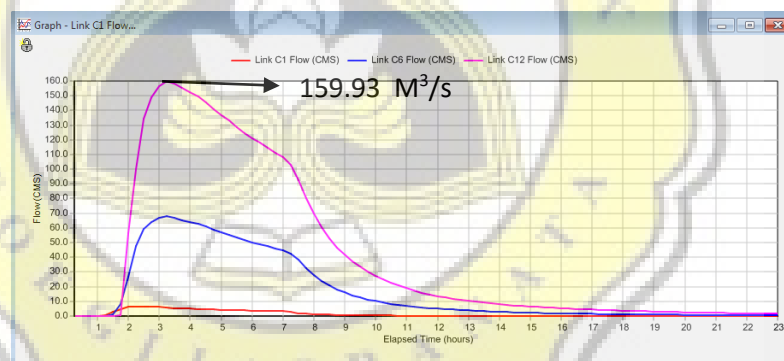
4.6.2 Hidrograf aliran saluran kondisi normalisasi



Gambar 4.72 Hidrograf aliran *ConduitR2*

Sumber: Hasil analisa

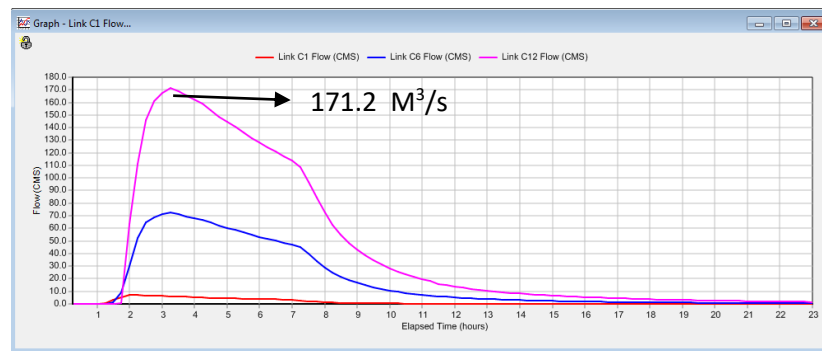
Gambar diatas menunjukkan *Flow* dari *ConduitC1*, C6 dan C12. Aliran maksimum terjadi pada C12 sebesar 132.75m³/s yang terjadi pada jam 03:15. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/ limpasan sudah tidak terjadi.



Gambar 4.73 Hidrograf aliran *ConduitR5*

Sumber: Hasil analisa

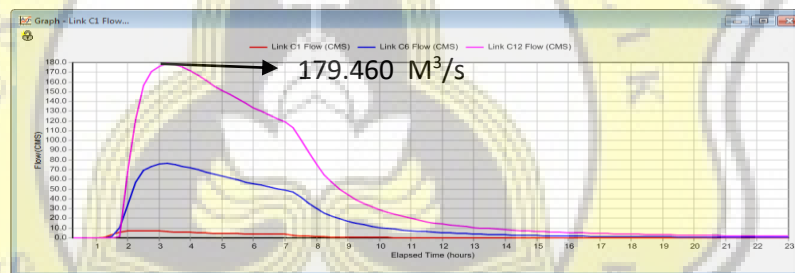
Gambar diatas menunjukkan *flow* dari *ConduitC1*, C6 dan C12. Aliran maksimum terjadi pada C12 sebesar 159.93 m³/s yang terjadi pada jam 03:15. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/ limpasan sudah tidak terjadi.



Gambar 4.74 Hidrograf aliran *Conduit*R10

Sumber: Hasil analisa

Gambar diatas menunjukkan *Flow* dari *Conduit*C1, C6 dan C12. Aliran maksimum terjadi pada C12 sebesar $171.2 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 03:15. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall. Hal ini menandakan bahwa banjir/limpasan sudah tidak terjadi.

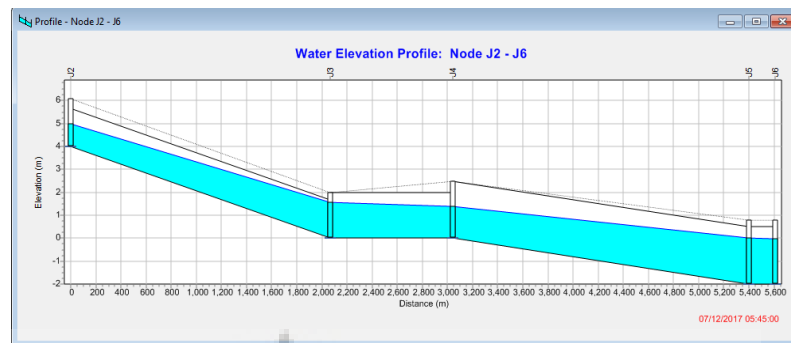


Gambar 4.75 Hidrogrsrf aliran *Conduit* R25

Sumber: Hasil analisa

Gambar diatas menunjukkan *Flow* dari *Conduit*C1, C6 dan C12. Aliran maksimum terjadi pada C12 sebesar $179.460 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terjadi pada jam 03:17. Grafik yang menurun curam menandakan aliran mengalir lancar menuju outfall.

4.6.3 Debit aliran yang masuk pada saluran dan profil muka air



Gambar 4.76 Profil muka air pada *Junction 2 – Junction 6* setelah dilakukan normalisasi
Sumber: Hasil Analisa

Gambar 4.76 merupakan profil muka air setelah dilakukannya normalisasi pada Sungai Tenggang. Debit puncak terjadi pada jam ke 03:17 sebesar 132.975. Setelah dilakukannya proses normalisasi maka profil muka air berada dibawah bibir saluran, hal ini dapat dikatakan bahwa sudah tidak terjadi banjir pada aliran Sungai Tenggang.

4.6.4 Kondisi Eksisting Sistem Drainase Sungai Tenggang

Sungai Tenggang merupakan salah satu sungai Dewasa di kota Semarang dengan luas daerah aliran sungai $\pm 23 \text{ Km}^2$. Aliran Sungai Tenggang melewati Perumahan penduduk dan akses jalan raya. Sungai Tenggang berada di beberapa daerah yang langsung berdampak dengan pasang surut yang cukup besar yang berada dihilir Sungai Tenggang, sehingga sering terjadi banjir di daerah alirannya. Tinggi banjir yang terjadi di beberapa titik mencapai angka 70 cm seperti di daerah Tlogosari. Jika dilihat kondisi eksistingnya Sungai Tenggang sebagian besar memiliki dinding sungai yang sudah plesteran namun tidak semua bagiannya terplester, ada juga yang masih dalam bentuk tanah yang alirannya melewati perumahan yang cukup padat. Lebar saluran pada kondisi eksisting berkisar 1.5 m hingga 8 m dengan

kedalaman berkisar 0.5 sampai 5 meter. Pada kondisi eksisting sistem pembuangan aliran menuju ke satu *Outfall* yaitu yang berada di daerah Tanggungrejo, Semarang Utara.

4.8.2 Mengetahui Kapasitas Saluran Eksisting Terhadap Debit Rancangan dan Banjir Pada Kondisi Eksisting Saluran Drainase Sungai Tenggang.

Setelah mengetahui kondisi eksisting dan karakteristik Sungai Tenggang, simulasi pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan *Software* EPA-SWMM. Dari pemodelan tersebut akan didapatkan hidrograf aliran tiap saluran serta profil muka air Sungai Tenggang, melalui hidrograf aliran permukaan akan didapatkan puncak tertinggi dan terendah hidrograf sesuai dengan hasil pemodelan yang sudah ada. Selain mendapatkan puncak tertinggi dan terendah dalam pemodelan ini akan mendapatkan juga limpasan (*Runoff*) di setiap *Subcatchment* untuk hasil pemodelan yang berupa hidrograf aliran tiap saluran dapat juga mengetahui debit aliran disetiap salurannya. Melalui kapasitas dan profil muka air disaluran didapatkan *Junction* maupun *Conduity* yang airnya melimpas sehingga menyebabkan banjir dengan periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan dan 25 tahunan. Tabel berikut merupakan tabel perbandingan *Max Flow* pada beberapa *Conduit* dan *Total Inflow* pada beberapa *Junction* saat kondisi eksisting dengan kondisi setelah adanya tanggul laut.



Tabel 4.45 Perbandingan Max Flow Kondisi Eksisting dengan Kondisi Pengaruh Tanggul Laut.

Conduit	Kondisi Eksisting					Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut				
	R2	R5	R10	R25	Surcharge	R2	R5	R10	R25	Surcharge
C1	5.413	6.574	7.065	7.487	Fine	5.414	6.575	7.067	5.414	Fine
C2	11.889	14.252	15.239	16.082	Surcharge	11.89	14.253	15.240	11.89	Surcharge
C3	4.318	4.316	4.315	4.315	Surcharge	4.804	4.826	4.765	4.799	Surcharge
C4	9.957	9.918	9.909	9.896	Surcharge	10.967	11.015	11.039	10.973	Surcharge
C5	11.099	11.099	11.099	11.099	Surcharge	12.440	12.328	12.267	12.413	Surcharge
C6	18.471	18.472	18.472	18.472	Surcharge	15.831	17.019	17.024	15.829	Surcharge
C7	34.671	34.671	34.671	34.671	Surcharge	38.781	33.325	33.808	34.351	Surcharge
C8	34.892	34.892	34.892	34.892	Surcharge	55.303	60.155	56.642	54.872	Surcharge
C9	43.019	50.441	44.131	43.942	Surcharge	74.961	77.275	79.080	73.897	Surcharge
C10	47.187	47.187	47.187	47.187	Surcharge	66.310	73.782	75.839	68.201	Surcharge
C11	44.163	44.163	44.163	44.163	Surcharge	65.491	73.791	74.591	65.663	Surcharge
C12	361.49	361.49	361.49	361.49	Surcharge	65.558	73.808	75.355	65.817	Fine

Sumber: hasil analisa

Pada tabel diatas merupakan hasil perbandingan antara kondisi eksisting sistem drainase Sungai Tenggang dengan kondisi setelah adanya tanggul laut di bagian *Outfall* Sungai Tenggang atau dengan mengabaikan adanya pasang surut airlaut. Pada bagian kondisi eksisting dan adanya tanggul laut *Conduit* mengalami *Surcharge* atau mencapai kapasitas maksimum dan *Max Flow* yang terjadi di kondisi eksisting sebesar 364.495 sangat berbeda dengan kondisi setelah adanya tanggul laut yang menjadi lebih kecil salah satunya pada periode 5 tahunan yaitu sebesar 73.808 m³.



Tabel 4.46Perbandingan *Total Inflow* kondisi eksisting dengan pengaruh tanggul laut

Node	Kondisi Eksisting					Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut				
	R2	R5	R10	R25	Surcharge	R2	R5	R10	R25	Surcharge*
J1	5.481	6.673	7.175	6.673	<i>Fine</i>	5.481	6.673	7.175	5.478	<i>Fine</i>
J2	11.982	14.353	15.342	16.186	<i>Fine</i>	11.982	14.353	15.341	11.981	<i>Fine</i>
J3	19.616	23.469	25.072	26.439	<i>Surcharge</i>	19.617	23.470	25.071	19.616	<i>Surcharge</i>
J4	25.061	29.902	31.957	33.712	<i>Surcharge</i>	25.035	29.909	31.984	25.010	<i>Surcharge</i>
J5	17.746	19.268	19.907	20.453	<i>Surcharge</i>	16.673	17.857	18.495	16.683	<i>Surcharge</i>
J6	24.304	25.833	26.473	27.021	<i>Surcharge</i>	20.526	27.017	27.684	23.36	<i>Surcharge</i>
J7	34.671	34.671	34.671	34.671	<i>Surcharge</i>	37.154	39.206	39.934	37.122	<i>Fine</i>
J8	35.641	40.608	43.402	46.574	<i>Surcharge</i>	62.703	61.498	60.865	58.406	<i>Fine</i>
J9	43.312	50.714	44.441	44.441	<i>Fine</i>	74.373	93.280	81.363	74.097	<i>Fine</i>
J10	47.187	50.441	47.187	47.187	<i>Fine</i>	74.961	77.275	79.080	73.897	<i>Fine</i>
J11	44.163	44.163	44.163	44.163	<i>Surcharge</i>	66.310	73.782	75.839	68.201	<i>Fine</i>
J12	404.155	403.579	404.489	404.489	<i>Surcharge</i>	65.491	73.791	74.591	65.663	<i>Fine</i>
O1	359.765	359.765	359.765	359.765	<i>Fine</i>	71.313	82.053	83.705	70.991	<i>Fine</i>

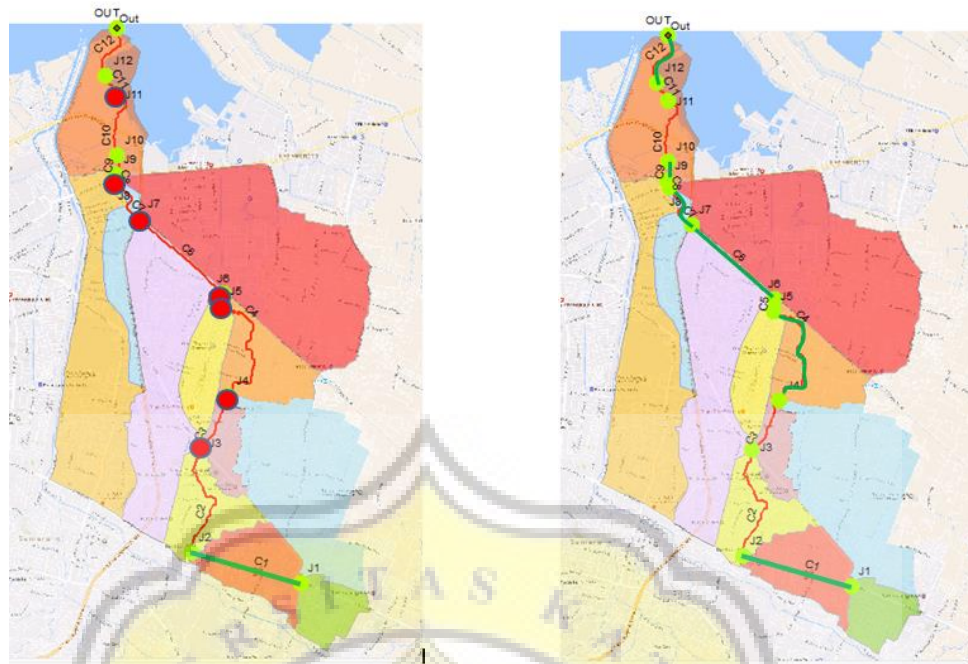
*flooding

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa *Total Inflow* perbandingan antara kondisi eksisting dengan kondisi adanya tanggul laut memiliki nilai yang berbeda. Di kondisi eksisting *Total Inflow* maksimal terjadi pada *Outfall* 1 sebesar 359.765 m³/s pada periode 2, 5, 10 dan 25 tahunan. Sedangkan *Total Inflow* setelah adanya tanggul laut yang mengabaikan adanya pasang surut air laut menjadi sekecil 71.313 m³/s pada periode 2 tahunan, 82.053 m³/s pada periode 5 tahunan, 83.705 m³/s pada periode 10 tahunan dan 70.991 pada

periode 25 tahunan. Didapatkan juga *Junction* yang mengalami *Surcharge/Flooding* antara kondisi eksisting dengan kondisi adanya tanggul laut yang berbeda pada bagian adanya tanggul laut ada 4 bagian *Junction* yang mengalami *Surcharge*.

4.8.3 Kondisi Normalisasi di Sistem Drainase Sungai Tenggang

Normalisasi sistem drainase Sungai Tenggang perlu dilakukan karena pada kondisi eksisting dan kondisi adanya tanggul laut tanpa normalisasi mengalami banjir di bagian *Conduit*. Normalisasi menggunakan periode hujan rancangan 10 tahunan. Normalisasi yang dilakukan mengubah parameter tak tentu yang ada pada pemodelan yang dilakukan saat pemodelan menggunakan EPA SWMM salah satunya yaitu mengubah Penampang dari saluran drainase di Sungai tenggang tersebut. Tabel dibawah merupakan perbandingan kondisi tanggul laut antara saluran drainase sebelum normalisasi dengan normalisasi yang dilakukan di saluran drainase Sungai Tenggang.



Gambar 4.77 Gambar kondisi sungai tenggang sebelum dan sesudah dilakukannya normalisasi

Tabel 4.47 Perbandingan Max Flow Kondisi Eksisting dengan Kondisi Pengaruh Tanggul Laut.

Conduit	Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut					Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut				
	R2	R5	R10	R25	Surcharge	R2	R5	R10	R25	Surcharge
C1	5.414	6.575	7.067	7.487	<i>Fine</i>	5.414	6.575	7.066	7.487	<i>Fine</i>
C2	11.89	14.25	15.240	16.082	<i>Surcharge</i>	11.890	14.251	15.238	16.081	<i>Surcharge</i>
C3	4.804	4.826	4.765	4.315	<i>Surcharge</i>	19.443	23.260	24.853	26.212	<i>Surcharge</i>
C4	10.96 7	11.01 5	11.039	9.896	<i>Surcharge</i>	43.333	51.993	55.620	58.724	<i>Fine</i>
C5	12.44 0	12.32 8	12.267	11.099	<i>Surcharge</i>	49.371	59.139	63.224	66.653	<i>Surcharge</i>
C6	15.83 1	17.01 9	17.024	18.472	<i>Surcharge</i>	56.815	68.133	72.854	76.571	<i>Fine</i>

Tabel 4.47 Perbandingan Max Flow Kondisi Eksisting dengan Kondisi Pengaruh Tanggul Laut.(lanjutan)

Conduit	Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut					Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut				
	R2	R5	R10	R25	Surcharge	R2	R5	R10	R25	Surcharge
C7	38.781	33.325	33.808	34.671	Surcharge	79.745	95.579	102.198	107.318	Fine
C8	55.303	60.155	56.642	34.892	Surcharge	111.714	134.234	143.691	151.134	Surcharge
C9	74.961	77.275	79.080	43.942	Surcharge	132.835	159.731	170.951	179.729	Fine
C10	66.310	73.782	75.839	47.187	Surcharge	132.976	159.862	171.113	179.379	Surcharge
C11	65.491	73.791	74.591	44.163	Surcharge	133.015	159.940	171.264	179.453	Surcharge
C12	65.558	73.808	75.355	361.495	Fine	133.025	159.957	171.290	179.460	Fine

Sumber: hasil analisa

Pada tabel diatas merupakan hasil perbandingan antara kondisi adanya tanggul laut sebelum saluran dinormalisasi dengan saluran yang sudah dinormalisasi di bagian *Outfall* Sungai Tenggang atau dengan mengabaikan adanya pasang surut airlaut. Pada bagian kondisi adanya tanggul laut sebelum saluran dinormalisasi *Conduit* mengalami *Surcharge* atau mencapai kapasitas maksimum dan *Max Flow* yang terjadi di kondisi adanya tanggul laut sebelum saluran dinormalisasi sebesar 73.808 pada periode 2 tahunan, sangat berbeda dengan kondisi setelah normalisasi yang menjadi lebih besar salah satunya pada periode 5 tahunan yaitu sebesar 159.957m³.

Tabel 4.48 Perbandingan *Total Inflow* kondisi eksisting dengan pengaruh tanggul laut

Node	Kondisi Eksisting					Kondisi Setelah Ada Tanggul Laut				
	R2	R5	R10	R25	Surcharge*	R2	R5	R10	R25	Surcharge*
J1	5.481	6.673	7.175	6.673	<i>Fine</i>	5.481	6.673	7.175	7.603	<i>Fine</i>
J2	11.982	14.353	15.341	16.186	<i>Fine</i>	11.982	14.352	15.341	16.185	<i>Fine</i>
J3	19.617	23.470	25.071	26.439	<i>Surcharge</i>	19.618	23.469	25.072	26.437	<i>Fine</i>
J4	25.035	29.909	31.984	33.712	<i>Surcharge</i>	43.485	52.256	55.918	59.039	<i>Fine</i>
J5	16.673	17.857	18.495	20.453	<i>Surcharge</i>	49.533	59.372	63.488	67.002	<i>Fine</i>
J6	20.526	27.017	27.684	27.021	<i>Surcharge</i>	56.597	67.851	82.558	76.561	<i>Fine</i>
J7	37.154	39.206	39.934	34.671	<i>Fine</i>	79.611	95.396	102.082	107.783	<i>Fine</i>
J8	62.703	61.498	60.865	46.574	<i>Fine</i>	111.633	134.081	143.536	151.106	<i>Fine</i>
J9	74.373	93.280	81.363	44.441	<i>Fine</i>	132.790	159.623	170.845	179.857	<i>Fine</i>
J10	74.961	77.275	79.080	47.187	<i>Fine</i>	132.835	159.731	170.951	179.729	<i>Fine</i>
J11	66.310	73.782	75.839	44.163	<i>Fine</i>	132.976	159.862	171.113	179.379	<i>Fine</i>
J12	65.491	73.791	74.591	404.489	<i>Fine</i>	133.015	159.940	171.264	179.453	<i>Fine</i>
O1	71.313	82.053	83.705	359.765	<i>Fine</i>	139.869	168.249	180.210	189.132	<i>Fine</i>

Sumber: hasil analisa

**flooding*

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa *Total Inflow* perbandingan antara kondisi adanya tanggul laut sebelum saluran dinormalisasi dengan saluran yang sudah dinormalisasi memiliki nilai yang berbeda. Di kondisi adanya tanggul laut sebelum saluran dinormalisasi *Total Inflow* maksimal terjadi pada *Outfall* 1 sebesar 71.313 m³/s pada periode 2 tahunan. Sedangkan *Total Inflow* saluran

yang sudah dinormalisasi yang mengabaikan adanya pasang surut air laut menjadi $139.869 \text{ m}^3/\text{s}$ pada periode 2 tahunan, $168.249 \text{ m}^3/\text{s}$ pada periode 5 tahunan, dan $180.210 \text{ m}^3/\text{s}$ pada periode 10 tahunan. Didapatkan juga *Junction* yang mengalami *Surcharge/Flooding* dibagian adanya tanggul laut sebelum dinormalisas, sedangkan setelah dinormalisasi *Junction* tidak mengalami *Flooding*.

