



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Batas DAS

Menentukan batas-batas DAS sungai sengkarang menggunakan *software* ArcMap 10.3. proses penentuan batas juga dibantu dengan data Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI).

4.1.1 Batas DAS Sungai Sengkarang

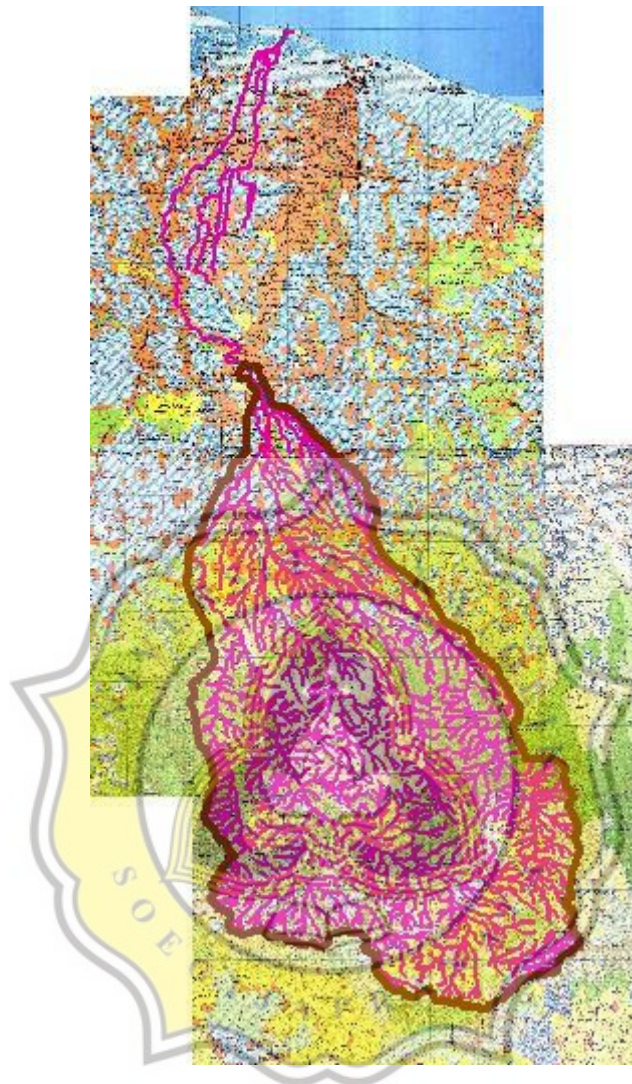
Batas DAS sungai sengkarang menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang tercantum pada lembar 1408-443 (Bandar), lembar 1408-441 (Batur), lembar 1409-111 (Comal), lembar 1408-434 (Doro), lembar 1408-433 (Kajen), lembar 1408-432 (Kalibening), lembar 1409-114 (Panjang), dan lembar 1409-112 (Pekalongan).

Lembar-lembar peta RBI yang digunakan dalam keadaan terpisah. Untuk menggabungkan lembar peta RBI perlu dilakukan registrasi citra atau *georeferencing* terlebih dahulu dengan menggunakan Arcmap 10.3. Registrasi citra merupakan proses penempatan objek berupa raster atau *image* yang belum mempunyai acuan sistem kordinat pada sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Registrasi cira ini menggunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) WGS 1984 yang membagi bumi dalam 60 zona. DAS sungai sengkarang terletak didaerah Jawa Tengah tepatnya dalam zona 49S.

Setelah itu dilakukan proses digitizing untuk menandai lokasi peting. Selain itu digunakan juga untuk menandai alur dan membentuk batas DAS pada peta. Digitizing dimulai dengan menandai seluruh alur sungai dari hulu hingga kehilir. Selanjutan nya menentukan batas DAS sungai sengkarang dengan syarat sebagai berikut:

1. Tidak memotong kontur (tidak sejajar kontur)
2. Apabila kontur tidak terlalu jelas dapat menggunakan alur jalan
3. Batas DAS tidak boleh memotong alur sungai
4. Melalui punggung kontur

Berikut ini hasil dari proses digitizing dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.1 Batas DAS Sungai Sengkarang

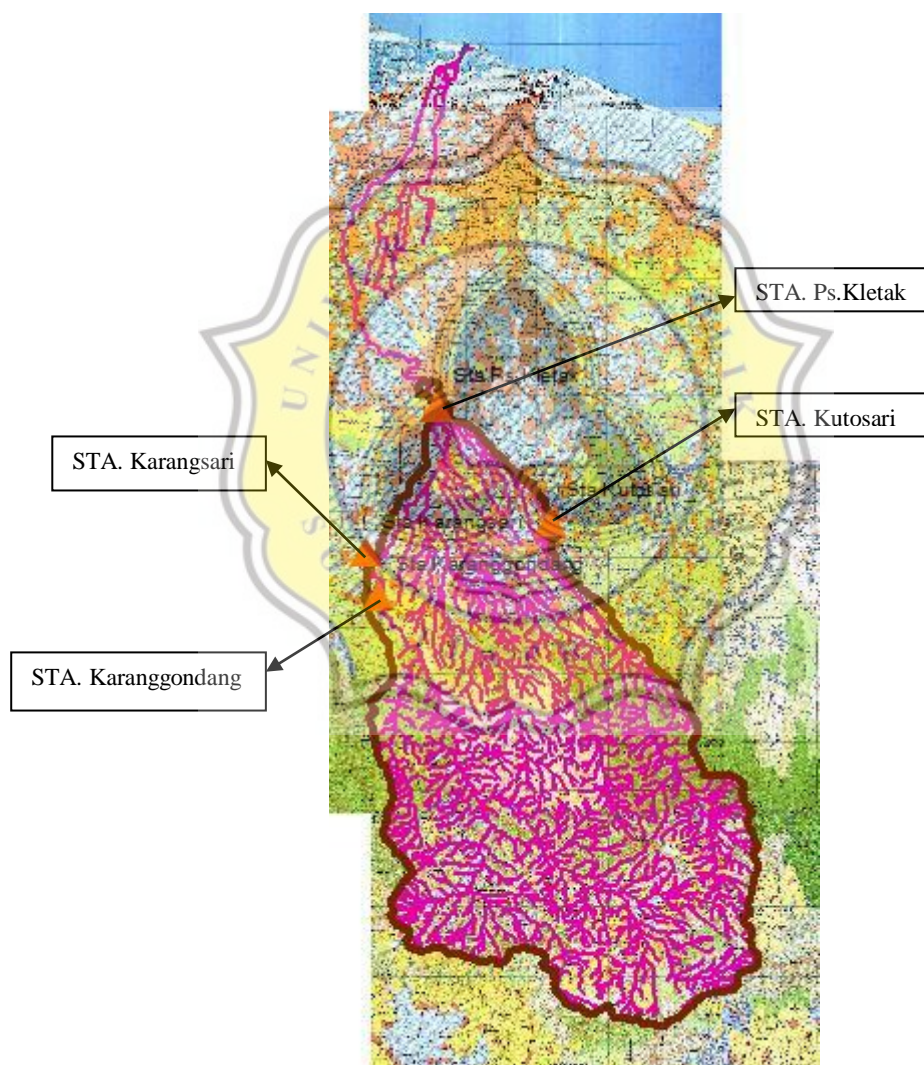
Pada Gambar 4.1 wilayah DAS Sungai Sengkarang ditandai dengan garis berwarna coklat sedangkan alur sungai ditandai dengan garis berwarna ungu. Luas DAS Sungai sengkarang yaitu 233.944 km².

4.1.2 Area Pengaruh Poligon Thiessen

Area pengaruh Poligon Thiessen digunakan untuk menghitung curah hujan area. Penentuan curah hujan area berdasarkan jumlah dan lokasi stasiun yang ada. Pada DAS Sungai Sengkarang pada penelitian ini terdapat 4 stasiun hujan lihat Gambar

4.2. Stasiun hujan dan letak koordinat stasiun hujan yang terdapat pada DAS Sungai Sengkarang sebagai berikut:

1. Stasiun Hujan Ps.Kletak terletak pada $06^{\circ} 58' 761''$ LS dan $109^{\circ} 38' 897''$ BT
2. Stasiun Hujan Karanggondang terletak pada $07^{\circ} 02' 790''$ LS dan $109^{\circ} 37' 654''$ BT
3. Stasiun Hujan Kutosari terletak pada $07^{\circ} 01' 220''$ LS dan $109^{\circ} 41' 33''$ BT
4. Stasiun Hujan Karangsari terletak pada $07^{\circ} 01' 870''$ LS dan $109^{\circ} 37' 351''$ BT



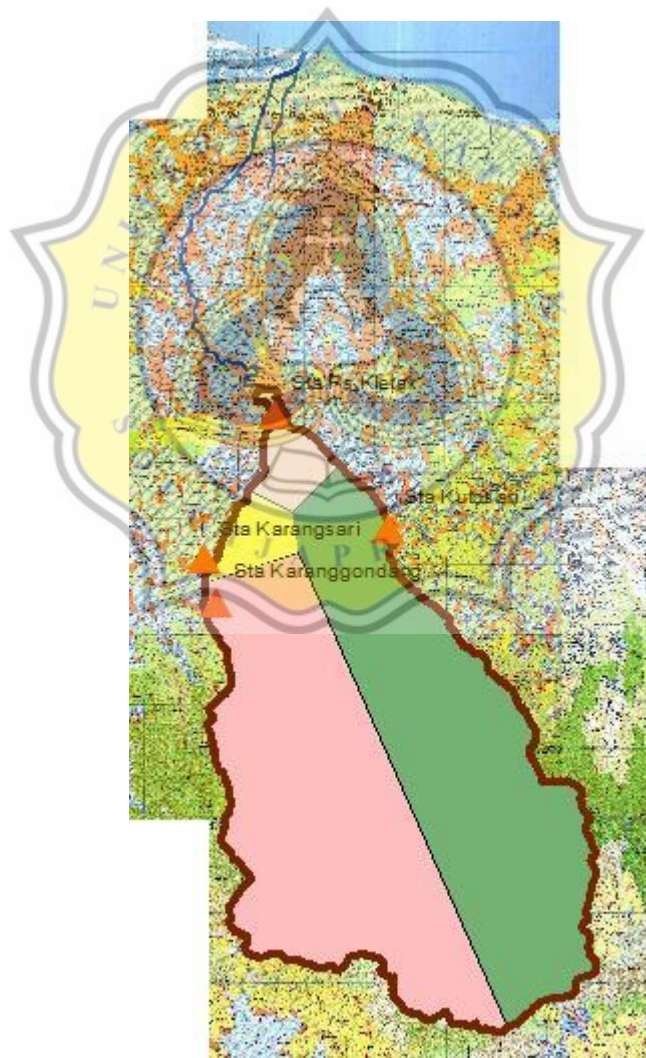
Gambar 4.2 Lokasi Stasiun Hujan pada DAS Sungai Sengkarang

Setelah menandai dan mengetahui lokasi dari empat stasiun hujan tersebut dilakukan proses pembentukan area Poligon Thiessen yang membagi DAS

berdasarkan pengaruh dari stasiun hujan. Dari hasil Poligon Thiessen DAS Sungai Sengkarang terbagi menjadi 4 area pengaruh Poligon yakni sebagai berikut:

1. Stasiun Hujan Ps.Kletak adalah seluas 8.104 km²
2. Stasiun Hujan Karang Sari adalah seluas 7.176 km²
3. Stasiun Hujan Karang Gondang 113.148 km²
4. Stasiun Hujan Kutosari ada seluas 105.516 km²

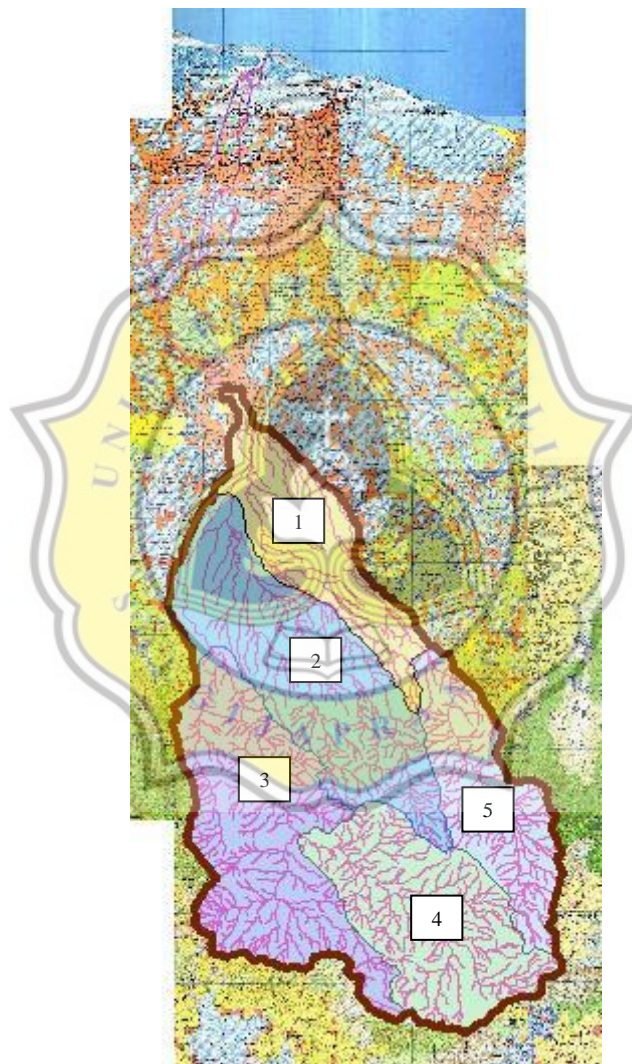
Total luas DAS Sungai Sengkarang dari hilir hingga titik kontrol adalah 233.944 km². Di bawah ini adalah gambar pengaruh area Poligon Thiessen:



Gambar 4.3 Area Pengaruh Poligon pada DAS Sengkarang

4.1.3 Pembagian Sub DAS Sungai Sengkarang

Pembagian Sub DAS dilakukan dengan menentukan titik-titik kontrol percabangan antara sungai utama dengan anak-anak sungai. Dalam penelitian ini DAS Sungai Sengkarang terbagi menjadi 5 titik kontrol yang digunakan pembagian Sub DAS Sungai Sengkarang lihat Gambar 4.4. Pembagian sub DAS sungai sengkarang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.4 Hasil Pembagian Sub-DAS Sungai Sengkarang

DAS Sungai Sengkarang terbagi menjadi 5 sub DAS. Luas masing-masing dari sub DAS tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1



Tabel 4.1 Luas Sub DAS Sengkarang

Sub DAS	Luas (km ²)
1	33,428
2	59,565
3	59,831
4	48,056
5	33,064
Jumlah (A)	233,944

4.2 Analisis Hujan Rencana

Analisis hujan rencana pada DAS Sengkarang dilakukan dengan menggunakan data hujan yang diambil dari empat stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Ps.Kletak, Stasiun hujan Karang Sari, Stasiun Hujan Karanggondang, Stasiun hujan Kutosari. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian dari tahun 2001 hingga tahun 2016.

4.2.1 Perhitungan Curah Hujan Area

Perhitungan curah hujan area atau curah hujan DAS menggunakan Metode Poligon Thiessen. Setelah wilayah Das Sengkarang dibagi menjadi empat wilayah berdasarkan area pengaruh Poligon Thiessen, maka dapat dihitung luas dan bobot atau koefisien Thiessen masing – masing di wilayah tersebut. Hasil perhitungan Koefisien Thiessen dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pembagian Area Pengaruh Metode Poligon Thiessen

Stasiun Hujan	Luas (Ai) (km ²)	Koefisien Thiessen(Pi) (%)
Sta Ps.Kletak	8,104	3,46
Sta Karang Sari	7,176	3,07
Sta Karanggondang	113,148	48,37
Sta Kutosari	105,516	45,1
Jumlah (A)	233,944	100,00

Contoh perhitungan koefisien Thiessen Stasiun Hujan Ps. Kletak sebagai berikut:

$$P_{Ps. Kletak} = (A_{Ps. Kletak} : A) \times 100\%$$



$$= (8,104 : 233,944) \times 100\%$$

$$= 0,0346 \times 100\%$$

$$= 3,46\%$$

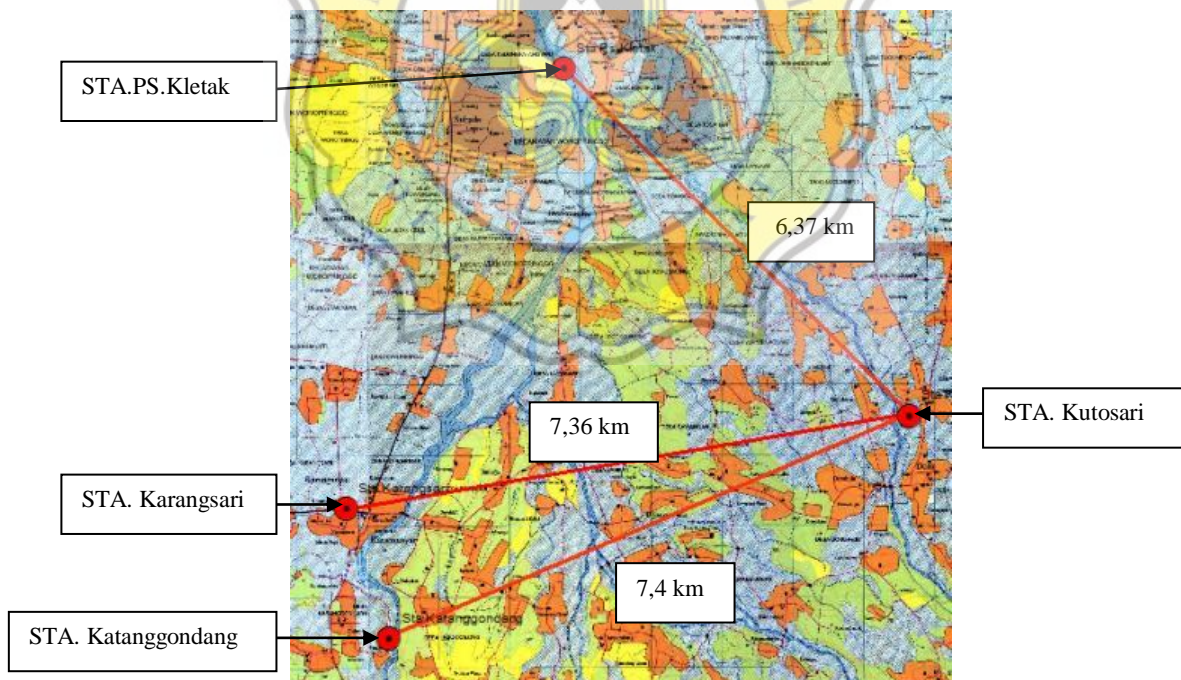
dimana:

$P_{ps. Kletak}$ = Koefisien Thiessen Area Stasiun Hujan Ps. Kletak

$A_{Ps. Kletak}$ = Luas Area Stasiun Hujan Ps. Kletak

A = Luas Total Area Pengaruh Poligon Thiessen DAS Sengkarang
Perhitungan Data Hujan yang Hilang

Perhitungan data hujan yang hilang digunakan untuk mengisi curah hujan harian maksimum yang kosong, yaitu data di Stasiun Hujan Kutosari pada tahun 2001 lihat Gambar 4.5. Berikut perhitungan untuk mencari data hujan yang hilang dengan menggunakan metode *inversed square distance*:



Gambar 4.5 Jarak STA. Kutosari ke STA. Lainnya

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2}P_A + \frac{1}{(dXB)^2}P_B + \frac{1}{(dXC)^2}P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} = \frac{\frac{1}{(7,36)^2}141 + \frac{1}{(7,4)^2}145 + \frac{1}{(6,37)^2}122}{\frac{1}{(7,36)^2} + \frac{1}{(7,4)^2} + \frac{1}{(6,37)^2}} = 135,45 = 135 \text{ mm}$$

Dengan:



- P_x = tinggi curah hujan yang hilang
- P_A, P_B, P_C = tinggi curah hujan pada stasiun disekitarnya. P_A (STA.Karanggondang pada 2001), P_B (STA.Karangsari pada 2001), dan P_C (STA.PS.Kletak)
- d_{XA}, d_{XB}, d_{XC} = jarak stasiun Kutosari terhadap masing-masing stasiun d_{XA} (STA.Kutosari-STA.Karangsari), d_{XB} (STA.Kutosari-STA.Katanggondang), dan d_{XC} (STA.PS.Kletak).

Dari perhitungan tersebut didapat data hujan harian maksimum pada tahun 2001 di Stasiun Hujan Kutosari adalah sebesar 135 mm.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai curah hujan maksimum antara tahun 2001 hingga tahun 2016 yang tercatat di empat stasiun. Kemudian nilai curah hujan maksimum dikalikan dengan koefisien Thiessennya masing – masing stasiun. Hasil analisis curah hujan DAS dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Sengkarang

Tahun	Ps.kelatak	Karangsari	Karanggondang	Kutosari	Hujan DAS
	$P_1 = 0,0346$	$P_2 = 0,0307$	$P_3 = 0,4837$	$P_4 = 0,4510$	1,0000
	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	d_4 (mm)	d (mm)
2001	122	145	141	135	137,76
2002	166	155	142	209	173,45
2003	154	167	141	96	121,95
2004	153	140	136	113	126,34
2005	81	110	113	82	97,82
2006	127	171	128	199	161,31
2007	120	275	280	222	248,14
2008	95	125	170	145	154,75
2009	87	120	120	201	155,39
2010	75	231	261	128	193,65
2011	102	84	105	114	108,31
2012	69	76	77	85	80,30
2013	95	192	141	106	125,18
2014	216	174	175	285	226,00
2015	119	100	110	200	150,60
2016	106	146	137	125	130,79



Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Sengkarang (Lanjutan)

Rerata	117.94	150.69	148.56	152.81	149,48
Std. Dev	38.79	52.20	53.29	58.87	44,60
Co. Variance	1504,60	2724,76	2839,46	3466,03	1989,30
Co. Kurtosis	1,29	0,93	2,39	-0,22	0,51
Co. Skewness	1,09	0,84	1,58	0,75	0,79

Contoh perhitungan curah hujan DAS (d) pada tahun 2001 sebagai berikut:

$$d_1 = 122 \text{ mm}$$

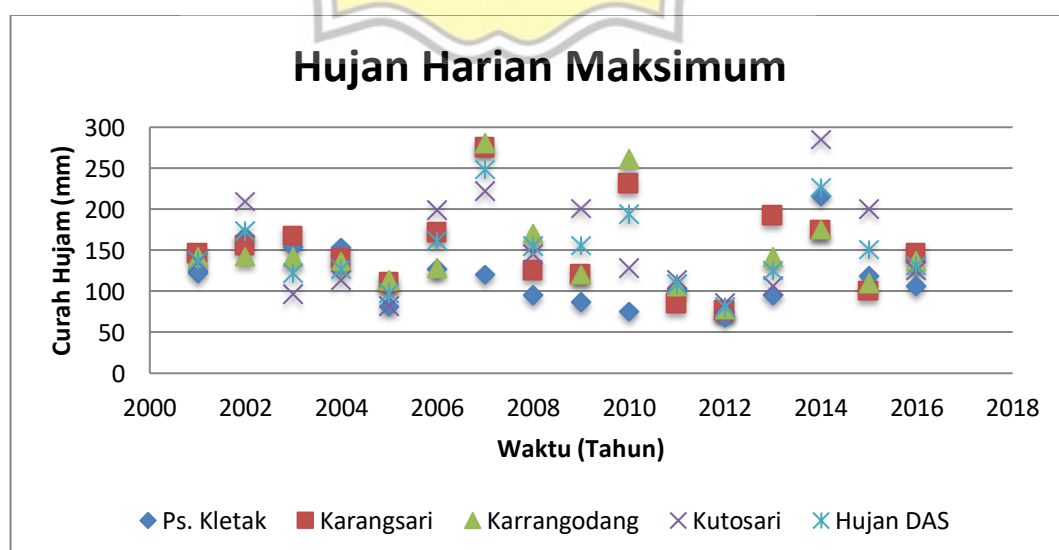
$$d_2 = 145 \text{ mm}$$

$$d_3 = 141 \text{ mm}$$

$$d_4 = 135 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= d_1 \times P_1 + d_2 \times P_2 + d_3 \times P_3 + d_4 \times P_4 \\
 &= 122 \times 0,0346 + 145 \times 0,0307 + 141 \times 0,4837 + 135 \times 0,4510 \\
 &= 137,76 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan curah hujan DAS, dapat digambarkan sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan harian maksimum dari Stasiun Hujan Ps.Kletak, Stasiun Hujan Karang Sari, Stasiun Hujan Karangondang, dan Stasiun Hujan Kutosari. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hujan Harian Maksimum



Curah hujan pada Gambar 4.6 merupakan curah hujan harian maksimum yang terjadi dengan rentang data dari tahun 2001 sampai dengan 2016. Pada grafik tersebut dapat dilihat curah hujan harian maksimum dari setiap stasiun hujan. Pada Stasiun Hujan Pesantren Kletak, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2014 yaitu sebesar 216 mm dan yang paling rendah terjadi pada tahun 2012 yaitu sebesar 69 mm. Pada Stasiun Hujan Karang Sari, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2007 yaitu sebesar 275 mm dan yang paling rendah terjadi pada tahun 2012 yaitu sebesar 76 mm. Pada Stasiun Hujan Karang Gondang, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2007 yaitu sebesar 280 mm dan yang paling rendah terjadi pada tahun 2012 yaitu sebesar 77 mm. Pada Stasiun Hujan Kutosari, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2014 yaitu sebesar 285 mm dan yang paling rendah terjadi pada tahun 2005 yaitu sebesar 82 mm. Untuk curah hujan DAS, nilai tertinggi ada pada tahun 2007 yaitu sebesar 243,14 mm, sedangkan nilai terendah pada tahun 2012 yaitu sebesar 80,3 mm.

4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk menghitung intensitas hujan yang melalui beberapa langkah, yaitu pengukuran dispersi, pemilihan jenis distribusi dan pengujian kecocokan distribusi.

1. Pengukuran Dispersi

Setelah didapatkan curah hujan area, maka selanjutnya adalah pengukuran dispersi. Curah hujan DAS atau data hujan harian maksimum (R_{24}) diurutkan terlebih dahulu mulai dari nilai terbesar ke terkecil atau sebaliknya. Untuk perhitungan ini dipilih pengurutan dari yang terbesar ke terkecil. Hitungan statistik dari hujan harian maksimum DAS Sengkarang dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini

Tabel 4.4 Perhitungan Statistik

M	P = m/(N+1)	Tahun	R₂₄ (mm)	Ln R₂₄ (mm)
1	0,059	2007	248,150	5,514
2	0,118	2014	226,000	5,421
3	0,176	2010	193,660	5,266



Tabel 4.4 Perhitungan Statistik (Lanjutan)

M	P = m/(N+1)	Tahun	R24 (mm)	Ln R24 (mm)
4	0,235	2002	173,450	5,156
5	0,294	2006	161,310	5,083
6	0,353	2009	155,390	5,046
7	0,412	2008	154,750	5,042
8	0,471	2015	150,590	5,015
9	0,529	2001	137,760	4,926
10	0,588	2016	130,790	4,874
11	0,647	2005	126,340	4,839
12	0,706	2004	126,289	4,839
13	0,765	2013	125,190	4,830
14	0,824	2003	121,950	4,804
15	0,882	2011	108,310	4,685
16	0,941	2012	80,300	4,386
Jumlah Data (N)			16	16
Nilai Rerata (\bar{X})			151,264	4,983
Standar Deviasi (S)			42,941	0,278
Koefisien Skewness (Cs)			0,860	0,027
Koefisien Kurtosis (Ck)			0,796	0,645
Koefisien Variasi (Cv)			0,284	0,056
Nilai Tengah (Median)			144,175	4,970

Contoh pertitungan Tabel 4.4 dapat dilihat di bawah ini:

- a. Probabilitas (P)

$$P = \frac{m}{(N+1)} = \frac{1}{(16+1)} = 0,059$$

- b. Nilai Rerata (\bar{X}) (rumus 2.5 halaman 15)

$$N = 16$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{16} \times (248,150 + 226,000 + 193,660 + 173,450 + 161,310 + \\ &\quad 155,390 + 154,750 + 150,590 + 137,760 + 130,790 + \\ &\quad 126,340 + 125,190 + 121,950 + 108,310 + 80,300) \end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{16} \times 2420,229$$

$$\bar{X} = 151,264 \text{ mm}$$



- c. Nilai Tengah (Median)(rumus 2.6 halaman 15)

Karena jumlah data genap maka dihitung sebagai berikut:

$$Me = \frac{n8+n9}{2} = \frac{150,590+137,760}{2} = \frac{288,35}{2} = 144,175 \text{ mm}$$

- d. Standar Deviasi (S)(rumus 2.7 halaman 15)

Diketahui:

$$\text{Jumlah data (n)} = 16$$

$$\text{Nilai rerata } (\bar{X}) = 151,264 \text{ mm}$$

Tabel 4.5 Pehitungan Standar Deviasi

N	1/(n-1)	Xi	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²
1	0,000	248,15	96,526	9317,27
2	1,000	226,00	74,376	5531,79
3	0,500	193,66	42,036	1767,03
4	0,333	173,45	21,826	476,374
5	0,250	161,31	9,686	93,819
6	0,200	155,39	3,766	14,183
7	0,167	154,75	3,126	9,772
8	0,143	150,59	-1,034	1,069
9	0,125	137,76	-13,864	192,21
10	0,111	130,79	-20,834	434,056
11	0,100	126,34	-25,284	639,281
12	0,091	126,28	-25,335	641,862
13	0,083	125,19	-26,434	698,756
14	0,077	121,95	-29,674	880,546
15	0,071	108,31	-43,314	1876,1
16	0,067	80,3	-71,324	5087,11
Jumlah				27661,2

Tabel 4.5 menjelaskan perhitungan standar deviasi dan hasil total dimasukan kedalam rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{27661,227}{15}} = 42,941 \text{ mm}$$

- e. Koefisien Skewness (Cs)

Diketahui:

$$\text{Jumlah data (n)} = 16$$



Nilai rerata (\bar{X}) = 151,264 mm

Standar deviasi (S) = 42,941 mm

Tabel 4.6 Perhitungan Koefisien *Swewness*

X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^3$
248,15	96,526	899358,7
226,00	74,376	411432,4
193,66	42,036	74278,7
173,45	21,826	10397,3
161,31	9,686	908,7
155,39	3,766	53,4
154,75	3,126	30,5
150,59	-1,034	-1,1
137,76	-13,864	-2664,8
130,79	-20,834	-9043,1
126,34	-25,284	-16163,6
126,289	-25,335	-16261,6
125,19	-26,434	-18470,9
121,95	-29,674	-26129,3
108,31	-43,314	-81261,5
80,300	-71,324	-362833,2
Jumlah		863630,6

Tabel 4.6 menjelaskan perhitungan Koefisien Skewness (Cs) dan hasil total dimasukan kedalam rumus 2.8 halaman 16:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{16 \times 863680,6}{(16-1)(16-2)42,941^3} = 0,860 \text{ mm}$$

f. Koefisien Kurtosis (Ck)

Diketahui:

Jumlah data (n) = 16

Nilai rerata (\bar{X}) = 151,264 mm

Standar deviasi (S) = 42,941 mm



Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Kurtosis

X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^4$
248,150	96,526	86811495,58
226,000	74,376	30600693,70
193,660	42,036	3122378,40
173,450	21,826	226932,45
161,310	9,686	8801,93
155,390	3,766	201,15
154,750	3,126	95,49
150,590	-1,034	1,14
137,760	-13,864	36944,87
130,790	-21	188404,23
126,340	-25,284	408679,76
126,289	-25,335	411987,12
125,190	-26,434	488260,45
121,950	-29,674	775361,74
108,310	-43,314	3519760,95
80,300	-71,324	25878718,43
Jumlah		152478717

Tabel 4.7 menjelaskan perhitungan koefisien Kurtosis (C_k) dan hasil total dimasukkan kedalam rumus 2.9 halaman 16:

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4} = \frac{16^2 \times 152478717}{(16-1)(16-2)42,941^4} = 0,796 \text{ mm}$$

g. Koefisien Variasi (C_v)(rumus 2.10 halaman 16)

Diketahui:

Nilai rerata (\bar{X}) = 151,264 mm

Standar deviasi (S) = 42,941 mm

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{42,941}{151,264} = 0,284 \text{ mm}$$

Penentuan jenis distribusi dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Hasil pencocokan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini:



Tabel 4.8 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 0,860$ $Ck = 0,796$	Tidak Memenuhi
Log-Normal	$Cs \approx 3Cv + (Cv^2) = 3$ $Ck = 5,383$	$Cs = 0,860$ $Ck = 0,796$	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs \approx 1,1396$ $Ck \approx 5,4002$	$Cs = 0,860$ $Ck = 0,796$	Tidak memenuhi
Log-Person III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,860$ $Ck = 0,796$	Memenuhi

Berdasarkan kecocokan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi, maka jenis distribusi yang cocok adalah Log-Person III. Namun, pemilihan jenis distribusi ini masih harus diuji lagi dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji-Kolmogorov.

2. Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis distribusi yang dihitung adalah Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log-Person III. Perhitungan distribusi ini bertujuan untuk mencari nilai curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu. Jumlah kala ulang yang dikehendaki ada 5 yaitu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Rumus perhitungan mencari R_{24} rencana:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

dengan:

X_T = curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun

K_T = nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = nilai rerata curah hujan maksimum

S = nilai deviasi standar



Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 macam distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Distribusi Hujan

P(x >= Xm)	Kala Ulang	Curah Hujan Rancangan dan Faktor Frekuensi							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
		K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T
0,5	2	0,000	151,264	-0,126	145,866	-0,164	144,210	-0,004	145,685
0,2	5	0,842	187,405	0,770	184,331	0,719	182,159	0,840	184,263
0,1	10	1,282	206,296	1,329	208,319	1,305	207,284	1,284	208,483
0,04	25	1,751	226,441	2,005	237,348	2,044	239,030	1,760	237,957
0,02	50	2,054	239,455	2,491	258,218	2,592	262,581	2,068	259,253
0,01	100	2,326	251,160	2,964	278,554	3,137	285,958	2,346	280,087
0,001	1.000	3,090	283,962	4,500	344,480	4,936	363,203	3,129	348,174

Berikut adalah contoh perhitungan curah hujan rancangan dengan periode ulang T dengan periode kala ulang 2 tahun dengan Standar Deviasi (S) sebesar 42,941 dan Curah Hujan Rerata (\bar{X}) yang didapat dari perhitungan statistik DAS:

a. Distribusi Normal

Nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T 2 tahun sebesar 0 (Lihat Tabel 2.2 halaman 18).

Tabel 4.10 Faktor Frekuensi dengan Periode Ulang T Tahun untuk Distribusi Normal

Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	K _T
2	0,5	0
5	0,2	0,840
10	0,1	1,282
25	0,04	1,751
50	0,02	2,054
100	0,01	2,326

Nilai faktor frekuensi dengan periode ulang (K₂) tahunan sebesar 0 dan dimasukkan ke dalam rumus 2.12 halaman 18, untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang 2 tahunan (X₂), dengan perhitungan sebagai berikut:



$$\begin{aligned} X_2 &= \bar{X} + (K_2 \times S) \\ &= 151,264 + (0 \times 42,941) \\ &= 151,264 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dimana:

$$\text{Standar deviasi (S)} = 42,941 \text{ mm}$$

$$\text{Nilai rerata mm } (\bar{X}) = 151,264 \text{ mm}$$

b. Distribusi Log Normal

Nilai yang diharapkan terjadi dengan curah hujan rancangan dengan periode ulang T 2 tahunan (X_2) dalam distribusi Log- Normal didapatkan dengan memperhatikan nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T 2 tahunan (K_2) (Lihat Tabel 2.3 halaman 19). Koefisien variasi (C_v) sebesar 0,284 mm memiliki nilai diantara 0,250 dan 0,300.

Tabel 4.11 Nilai Faktor Frekuensi Dengan Periode Ulang T tahun untuk Distribusi Log-Normal

Koefisien Variasi (CV)	Peluang Kumulatif P (%) : P (X ≤ X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,2000	-0,9710	0,7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7716
0,2500 = x_1	-0,1194 = y_1	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,3000 = x_2	-0,1406 = y_2	0,7647	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,3500	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890

maka nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T 2 tahunan distribusi peluang log- normal (K_2) dicari menggunakan interpolasi dengan rumus:

$$\begin{aligned} K_2 &= y_1 + \frac{x_k - x_1}{x_2 - x_1} \times y_2 (y_2 - y_1) \\ &= -0,1194 + \frac{0,284 - 0,250}{0,300 - 0,250} \times (-0,1406 - (-0,1194)) \\ &= -0,1025 \end{aligned}$$

Dimana:

$$x_1 = 0,250 \text{ mm}$$

$$x_2 = 0,300 \text{ mm}$$

$$y_1 = -0,1195$$



$$y_2 = -0,1406$$

Hasil dari interpolasi (K_2) sebesar $-0,1025$ dan dimasukkan ke dalam rumus 2.14 halaman 19 untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang 2 tahunan (X_2), dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_2 &= \bar{X} + (K_2 \times S) \\ &= 151,264 + (-0,1025 \times 42,941) \\ &= 145,866 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Distribusi Gumble

Rumus yang digunakan dalam distribusi gumbel untuk analisa hujan rancangan memperhatikan harga rata-rata reduced mean (Y_2) didapatkan dari Tabel 2.6 halaman 23 dengan mempertimbangkan periode ulang T 2 tahun mendapatkan hasil sebesar $0,3065$.

Tabel 4.12 *Reduced Mean* (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5127	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353

Tabel diatas menunjukkan nilai *Reduced mean* (Y_{16}) yang didapatkan sebesar $0,5157$ (Tabel 2.4) dengan memperhatikan jumlah bilangan (n) sebanyak 16. *Reduced standard deviation* (S_{16}) didapatkan dari Tabel 2.5 dengan memperhatikan jumlah bilangan (n) sebanyak 16 dan mendapatkan hasil sebesar $1,0316$. Nilai analisa hujan rancangan memperhatikan harga rata-rata reduced mean (Y_2), *reduced mean* (Y_{16}) dan *reduced standard deviation* (S_{16}) untuk perhitungan faktor frekuensi dengan periode ulang T 2 tahunan (K_2) dapat dicari dengan rumus 2.20 halaman 21:

$$K_2 = \frac{Y_2 - Y_{16}}{S_{16}} = \frac{0,3065 - 0,5157}{1,0316} = -0,2027$$

Hasil faktor frekuensi (K_2) sebesar $-0,2027$ dan dimasukkan ke dalam rumus 2.19 halaman 21 untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang 2 tahunan (X_2), dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_2 &= \bar{X} + (K_2 \times S) \\ &= 151,264 + (-0,2027 \times 42,941) \end{aligned}$$



$$= 144,210 \text{ mm}$$

d. Distribusi Log Pearson III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi Log Pearson Type III adalah dengan mengkorvesikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritmis dengan nilai faktor frekuensi dengan periode ulang T 2 tahun (K_2)(Lihat Tabel 2.7 halaman 24). Nilai koefisien Skewness (C_s) dari perhitungan adalah 0,860 mm. Nilai koefisien Skewness (C_s) dari perhitungan adalah 0,860 mm memiliki nilai diantara 0,8 dan 0,9.

Tabel 4.13 Nilai Frekuensi Dengan Periode Ulang T tahun Untuk Log Person tipe III Penelitian

Kemence ngan (C_s)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	20	50	100	200	1000
	Peluang							
	50	20	10	4	2	1	0,5	1
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,498	4,540
0,9 = x_2	-0,148 = y_1	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8 = x_1	-0,132 = y_2	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,223	4,250

Periode ulang 2 tahunan dengan peluang kumulatif (P) sebesar 0,5 maka nilai frekuensi dengan periode ulang T 2 tahun untuk Log- Pearson (K_2) dicari menggunakan interpolasi dengan rumus:

$$K_2 = y_1 + \frac{x_k - x_1}{x_2 - x_1} \times y_2 (y_2 - y_1)$$

$$= -0,132 + \frac{0,860 - 0,8}{0,9 - 0,8} \times (-0,148 - (-0,132))$$

$$= -0,1416$$

Dimana:

$$x_1 = 0,8 \text{ mm}$$

$$x_2 = 0,9 \text{ mm}$$

$$y_1 = -0,132$$

$$y_2 = -0,148$$



Hasil faktor frekuensi (K_2) sebesar -0,1416 dan dimasukkan ke dalam rumus 2.19 halaman 23 untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang 2 tahunan (X_2), dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_2 &= \bar{X} + (K_2 \times S) \\ &= 151,264 + (-0,1416 \times 42,941) \\ &= 145,685 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Pengujian Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan distribusi terdiri dari dua jenis pengujian menggunakan dua metode pengujian yaitu Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

a. Uji Chi-Kuadrat

Pengujian dengan uji Chi-kuadrat dimulai dengan menentukan banyaknya kelas dalam data frekuensi dan derajat kebebasan.

$$n \text{ (Jumlah data)} = 16$$

$$\begin{aligned} K \text{ (Jumlah kelas)} &= 1 + (3,322 \times \text{Log } n) \\ &= 1 + (3,322 \times \text{Log } 16) \\ &= 4,8773 \approx 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ef &= \frac{n}{K} \\ &= \frac{16}{5} = 3,200 \end{aligned}$$

$$R \text{ (Banyaknya parameter)} = 2 \text{ (ditetapkan untuk Uji Chi Kuadrat)}$$

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

$$\text{Derajat Kepastian } (\alpha) = 0,05$$

Selanjutnya dilakukan pengujian pada masing-masing jenis distribusi menggunakan Tabel perhitungan Chi-Kuadrat. Suatu jenis distribusi dapat diterima apabila memenuhi persyaratan nilai Chi-Kuadrat lebih kecil dari nilai Chi-Kritik.

- Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Proses dan tahapan perhitungan uji chi-kuadrat untuk distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini.



Tabel 4.14 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,200	0 < P <= 0,2	3,200	187,405	3,000	0,200	0,013
	0,400	0,2 < P <= 0,4	3,200	162,143	1,000	2,200	1,513
	0,600	0,4 < P <= 0,6	3,200	140,385	4,000	0,800	0,200
	0,800	0,6 < P <= 0,8	3,200	115,124	6,000	2,800	2,450
	0,999	0,8 < P <= 0,999	3,200	18,566	2,000	1,200	0,450
			16,000		16,000	Chi-Kuadrat =	4,625
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Keterangan:

Chi-Kuadrat = nilai Chi-Kuadrat

P = probabilitas

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

Of = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

d = debit (mm)

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal sesuai dengan rumus 2.20 dan 2.21 halaman 26 sebagai berikut:

$$Ef = \frac{N}{K} \\ = \frac{16}{5} = 3,2$$

Dimana:

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

K = jumlah kelas pembagi

N = jumlah data

$$X^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \\ = 0,013 + 1,513 + 0,200 + 2,450 + 0,450 = 4,625$$

Dengan:

X² = nilai chi-kuadrat

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi)



O_f = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Normal, nilai Chi-Kuadrat (= 4,625) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Normal dapat di terima.

- Uji Chi – Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Pengujian Chi-Kuadrat untuk distribusi Log-Normal dapat dilihat pada Tabel 4.15 di bawah ini.

Tabel 4.15 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,200	0 < P <= 0,2	3,200	184,331	3,000	0,200	0,013
	0,400	0,2 < P <= 0,4	3,200	156,514	2,000	1,200	0,450
	0,600	0,4 < P <= 0,6	3,200	135,944	4,000	0,800	0,200
	0,800	0,6 < P <= 0,8	3,200	115,428	5,000	1,800	1,013
	0,999	0,8 < P <= 0,999	3,200	61,766	2,000	1,200	0,450
			16,000		16,000	Chi-Kuadrat =	2,125
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal sesuai dengan rumus 2.20 dan 2.21 halaman 26 sebagai berikut:

$$E_f = \frac{N}{K}$$

$$= \frac{16}{5} = 3,2$$

Dimana:

E_f = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

K = jumlah kelas pembagi

N = jumlah data

$$X^2 = \sum \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$$

$$= 0,013 + 0,450 + 0,200 + 1,013 + 0,450 = 2,125$$

Dengan:



X^2 = nilai chi-kuadrat

E_f = banyaknya pengamatan (frekuensi)

O_f = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log Normal, nilai Chi-Kuadrat (=2,125) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Log- Normal dapat di terima.

- Uji Chi-Kuadrta untuk Distribusi Gumbel

Pengujian Chi-Kuadrat untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	$\frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$
5	0,200	$0 < P \leq 0,2$	3,200	182,159	3,000	0,200	0,013
	0,400	$0,2 < P \leq 0,4$	3,200	154,429	4,000	0,800	0,200
	0,600	$0,4 < P \leq 0,6$	3,200	134,866	2,000	1,200	0,450
	0,800	$0,6 < P \leq 0,8$	3,200	116,006	5,000	1,800	1,013
	0,999	$0,8 < P \leq 0,999$	3,200	67,232	2,000	1,200	0,450
			16,000		16,000	Chi-Kuadrat =	2,125
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel sesuai dengan rumus 2.20 dan 2.21 halaman 26 sebagai berikut:

$$E_f = \frac{N}{K}$$
$$= \frac{16}{5} = 3,2$$

Dimana:

E_f = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

K = jumlah kelas pembagi

N = jumlah data



$$X^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$$

$$= 0,013 + 0,450 + 0,200 + 1,013 + 0,450 = 2,125$$

Dengan:

X^2 = nilai chi-kuadrat

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi)

Of = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Gumbel, nilai Chi - Kuadrat (=2,125) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Log- Normal dapat di terima.

- Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Person III

Proses dan tahapan Perhitungan uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4.17 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,200	0 < P <= 0,2	3,200	184,263	3,000	0,200	0,013
	0,400	0,2 < P <= 0,4	3,200	156,331	2,000	1,200	0,450
	0,600	0,4 < P <= 0,6	3,200	135,786	4,000	0,800	0,200
	0,800	0,6 < P <= 0,8	3,200	115,387	5,000	1,800	1,013
	0,999	0,8 < P <= 0,999	3,200	62,425	2,000	1,200	0,450
			16,000		16,000	Chi-Kuadrat =	2,125
						DK =	1
						Chi-Kritik =	3,841

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log Normal sesuai dengan rumus 2.20 dan 2.21 halaman 26 sebagai berikut:

$$Ef = \frac{N}{K}$$

$$= \frac{16}{5} = 3,2$$

Dimana:

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

K = jumlah kelas pembagi



N = jumlah data

$$X^2 = \sum \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$$
$$= 0,013 + 0,450 + 0,200 + 1,013 + 0,450 = 2,125$$

Dengan:

X^2 = nilai chi-kuadrat

E_f = banyaknya pengamatan (frekuensi)

O_f = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log-Person III, nilai Chi - Kuadrat (=2,125) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=3,841). Maka distribusi Log-Person III dapat di terima.

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

Langkah awal yang dilakukan dalam pengujian Smirnov Kolmogorov yaitu dengan mencari nilai distribusi kritis (Δ_{cr}) dengan mencocokkan jumlah data (n) dan derajat kepastian (α) lihat Tabel 2.9 halaman 29.

Tabel 4.18 Nilai Kritik Δ untuk Tes Smirnov Kolmogorov

$\alpha \backslash n$	1	0,2	0,1	0,05	0,01	0
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

Nilai Δ Kritiknya adalah 0,3300 dengan jumlah data pada perhitungan ada 16 dan $\alpha = 0,05$.

Perhitungan uji kecocokan distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.19.



Tabel 4.19 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov

R24 (mm)	M	P = m/(N+1)	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			P(x >= X _m)	Do	P(x >= X _m)	Do	P(x >= X _m)	Do	P(x >= X _m)	Do
248,150	1	0,059	0,012	0,047	0,028	0,031	0,031	0,028	0,029	0,030
226,000	2	0,118	0,041	0,077	0,058	0,060	0,058	0,059	0,058	0,059
193,660	3	0,176	0,162	0,015	0,154	0,022	0,146	0,030	0,154	0,022
173,450	4	0,235	0,303	0,067	0,267	0,031	0,251	0,016	0,266	0,031
161,310	5	0,294	0,408	0,113	0,359	0,065	0,340	0,046	0,357	0,063
155,390	6	0,353	0,462	0,109	0,410	0,057	0,391	0,038	0,408	0,055
154,750	7	0,412	0,468	0,056	0,416	0,004	0,397	0,015	0,414	0,002
150,590	8	0,471	0,506	0,036	0,454	0,016	0,436	0,034	0,453	0,018
137,760	9	0,529	0,623	0,094	0,581	0,052	0,568	0,039	0,580	0,050
130,790	10	0,588	0,683	0,095	0,653	0,064	0,645	0,057	0,651	0,063
126,340	11	0,647	0,719	0,072	0,697	0,050	0,693	0,046	0,696	0,049
126,289	12	0,706	0,720	0,014	0,698	0,008	0,694	0,012	0,697	0,009
125,190	13	0,765	0,728	0,037	0,709	0,056	0,706	0,059	0,708	0,057
121,950	14	0,824	0,753	0,071	0,740	0,083	0,740	0,083	0,739	0,084
108,310	15	0,882	0,841	0,041	0,858	0,025	0,868	0,014	0,858	0,024
80,300	16	0,941	0,951	0,010	0,984	0,043	0,991	0,050	0,985	0,044
D Kritik =	0,330			0,113		0,083		0,083		0,084
				Diterima		Diterima		Diterima		Diterima



Contoh perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov dengan sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{(N + 1)} = \frac{1}{(16 + 1)} = 0,059$$

Dengan:

m = Peringkat

P = Peluang di lapangan

N = jumlah data

- Distribusi Normal

Perhitungan nilai peluang empiris (P(1)) sesuai dengan rumus 2.11 halaman 17:

$$\begin{aligned} P(1) &= \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i - \bar{X})^2}{2S^2}} \\ &= \frac{1}{42,941\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(248,150 - 151,264)^2}{(2 \times 242,941)^2}} \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

Dengan:

x_i = distribusi curah hujan maksimum

\bar{X} = nilai rerata

S = nilai standar deviasi

Perhitungan selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis (Do):

$$\begin{aligned} Do &= (P) - (P(1)) \\ &= 0,012 - 0,059 = 0,047 \end{aligned}$$

Dengan:

P = peluang lapangan

P(1) = peluang teoritis

- Distribusi Log Normal

Perhitungan nilai peluang empiris (P(1)) sesuai dengan rumus 2.13 halaman 19:

$$P(X) = \frac{1}{\text{Log } X_i \times \text{Log } S \times \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } S}\right)^2\right)$$



$$= \frac{1}{\text{Log } 248,15 \times \text{Log } 42,941 \times \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{(\text{Log } 284,15 - \text{Log } 151,264)}{\text{Log } 42,941}\right)^2\right)$$

$$= 0,028$$

Dengan:

x_i = distribusi curah hujan maksimum

$\text{Ln}\bar{X}$ = nilai logaritma rerata

$\text{Ln}S$ = nilai logaritma standar deviasi

Perhitungan selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis (Do):

$$Do = (P) - (P(1))$$

$$= 0,028 - 0,059 = 0,031$$

Dengan:

P = peluang lapangan

$P(1)$ = peluang teoritis

- Distribusi Gumbel

Penentuan nilai peluang empiris ($P(1)$) distribusi gumbel ditentukan dengan penentuan faktor reduksi gumbel (Y) dengan rumus 2.16 halaman 20 sebagai berikut:

$$Y = a(X_i - X_0)$$

$$= \left(\frac{1,283}{S}\right) \times (X_i - (\bar{X} - 0,455 \times S))$$

$$= \left(\frac{1,283}{42,941}\right) \times (248,150 - (151,264 - (0,455 \times 42,941)))$$

$$= 3,478$$

Dimana:

X_i = nilai curah hujan maksimum

\bar{X} = nilai rerata

S = nilai standar deviasi

Contoh perhitungan nilai peluang empiris ($P(1)$) distribusi Gumbel dengan rumus 2.15 halaman 20 sebagai berikut:

$$P(1) = e^{(-e)^{-Y}}$$



$$= e^{(-e)^{-3,478}}$$

$$= 0,031$$

dengan:

$$e = 2,71828$$

Y = faktor reduksi gumbel

Perhitungan selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis (Do):

$$Do = (P) - (P(1))$$

$$= 0,031 - 0,059 = 0,028$$

Dengan:

P = peluang lapangan

P(1) = peluang teoritis

- Distribusi Log Pearson III

Penentuan nilai peluang empiris (P(X)) distribusi Log- Pearson III ditentukan dengan mencari parameter skala (a), parameter bentuk (b), dan parameter letak (c) seperti pada contoh perhitungan di bawah ini. Penentuan nilai peluang empiris (P(X)) distribusi Log- Pearson III ditentukan dengan mencari parameter skala (a), parameter bentuk (b), dan parameter letak (c) seperti pada contoh perhitungan (rumus 2.21, 2.22, 2.23, dan 2.24 halaman 23) sebagai berikut:

$$a = \left(\frac{Cs \times S}{2} \right) = \left(\frac{0,860 \times 42,941}{2} \right) = 18,4589$$

$$b = \left(\frac{1}{Cs} \times 2 \right)^2 = \left(\frac{1}{0,860} \times 2 \right)^2 = 5,4117$$

$$c = \left(\bar{X} \times \frac{2S}{Cs} \right) = \left(151,264 \times \frac{2 \times 42,941}{0,860} \right) = 15110,4586$$

Dimana:

\bar{X} = nilai rerata curah hujan maksimum (mm)

Cs = koefisien skewness

S = nilai standar deviasi

$$P(1) = \frac{1}{(a)\Gamma(b)} \left[\frac{x_i - c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{x_i - c}{a} \right]}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{1}{(18,4589)\Gamma(5,4117)} \left[\frac{248,150 - 15110,4586}{18,4589} \right]^{5,4117-1} \\ &\quad e^{-\left[\frac{248,150 - 15110,4586}{18,4589} \right]} \\ &= 0,029 \end{aligned}$$

dimana:

X_i = distribusi curah hujan maksimum

Γ = fungsi gama

S = standar deviasi

a = parameter skala

b = parameter bentuk

c = parameter letak

Perhitungan selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis (D_o):

$$\begin{aligned} D_o &= (P) - (P(1)) \\ &= 0,029 - 0,059 = 0,030 \end{aligned}$$

Dengan:

P = peluang lapangan

$P(1)$ = peluang teoritis

Dari keempat jenis distribusi, hasil terbaik dalam uji Smirnov Kolmogorov adalah distribusi Log-Normal dengan nilai Δ_{cr} 0,33 dan nilai Δ_{max} 0,083.

Berdasarkan pengujian kecocokan yang telah dilakukan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov, maka jenis distribusi yang terbaik dan yang akan digunakan adalah distribusi Log-Normal untuk menganalisa distribusi hujan per-setengah jam.

4.2.3 Perhitungan Distribusi Hujan Per-Setengah Jam

Setelah menjalani tahap pengujian maka dapat diketahui distribusi Log-Normal adalah distribusi yang cocok. Hasil perhitungan curah hujan dengan periode ulang T tahunan (X_T) sebagai periode ulang hujan harian maksimum.



Periode ulang yang di gunakan yakni periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun. Hasil periode curah hujan harian maksimum untuk distribusi log-normal dapat dilihat pada Tabel 4.20 di bawah ini:

Tabel 4.20 Curah Hujan Racangan Distribusi Log-Normal dengan
Periode Ulang T Tahunan

T (tahun)	XT (mm)
2	145,866
5	184,331
10	208,319
25	237,348
50	258,218

Hujan rancangan dengan periode ulang T tahun yang telah didapatkan digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan (I) dengan menggunakan metode Mononobe. Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 2 tahun (Tabel 4.21) dengan nilai durasi curah hujan (t) menggunakan jam ke-1 sampai dengan jam ke-6.

Tabel 4.21 Intensitas Hujan Tiap Periode Ulang T Tahun

t (jam)	Intensitas (I) (mm)				
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
0,5	80,273	101,441	114,642	130,618	142,103
1	50,569	63,904	72,220	82,284	89,519
1,5	38,591	48,768	55,114	62,794	68,316
2	31,856	40,257	45,496	51,836	56,394
2,5	27,453	34,692	39,207	44,671	48,598
3	24,311	30,722	34,720	39,558	43,036
3,5	21,937	27,721	31,329	35,695	38,833
4	20,068	25,360	28,661	32,654	35,526
4,5	18,553	23,445	26,496	30,188	32,843
5	17,294	21,855	24,699	28,141	30,615
5,5	16,230	20,509	23,178	26,408	28,730
6	15,315	19,354	21,872	24,920	27,111
Σ	362,451	458,029	517,635	589,767	641,625



Contoh perhitungan intensitas curah hujan ulang 2 tahun menggunakan menggunakan metode mononobe dengan data curah hujan rancangan periode ulang 2 tahun (X_2)(rumus 2.35 halaman 31) sebagai berikut:

Durasi hujan 1 jam

$t = 1$ jam

$$I = \left(\frac{X_2}{24}\right) \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{145,866}{24}\right) \left(\frac{24}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 50,569 \text{ mm/jam}$$

Durasi hujan 2 jam

$t = 2$ jam

$$I = \left(\frac{X_2}{24}\right) \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{145,866}{24}\right) \left(\frac{24}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 31,856 \text{ mm/jam}$$

dimana:

t = waktu curah hujan (jam)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

X_2 = curah rancangan dengan periode 2 tahunan (mm)

Setelah mendapatkan nilai intensitas curah hujan (I) kemudian dilakukan perhitungan curah hujan per-setengah jam yang terdapat pada Tabel 4.22

Tabel 4.22 Nilai Curah Hujan Per-Setengah Jam Periode Ulang T Tahun dengan Metode Mononobe

t (jam)	Curah Hujan Setengah Jam (mm)				
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
0,5	32,305	40,824	46,137	52,566	57,188
1	20,351	25,718	29,065	33,115	36,026
1,5	15,531	19,626	22,180	25,271	27,493
2	12,820	16,201	18,310	20,861	22,695
2,5	11,048	13,962	15,779	17,977	19,558
3	9,784	12,364	13,973	15,920	17,320
3,5	8,828	11,156	12,608	14,365	15,628
4	8,076	10,206	11,534	13,142	14,297
4,5	7,466	9,435	10,663	12,149	13,217
5	6,960	8,795	9,940	11,325	12,321
5,5	6,532	8,254	9,328	10,628	11,562
6	6,163	7,789	8,802	10,029	10,911
Σ	145,866	184,331	208,319	237,348	258,218



Contoh perhitungan curah hujan ulang per-setengah jam 2 tahun sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan 1 jam} &= \left(\frac{I}{\sum I} \times 100\% \right) \times X_2 \\ &= \left(\frac{50,569}{362,451} \times 100\% \right) \times 145,866 \\ &= 20,351 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan 2 jam} &= \left(\frac{I}{\sum I} \times 100\% \right) \times X_2 \\ &= \left(\frac{31,856}{362,451} \times 100\% \right) \times 145,866 \\ &= 12,820 \text{ mm} \end{aligned}$$

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

$\sum I$ = jumlah intensitas curah hujan (mm/jam)

XT = curah rancangan dengan periode T tahun (mm)

Hasil penjumlahan nilai distribusi hujan per-setengah jam tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai hujan rancangan dengan periode ulang T tahun seperti pada hasil akhir Tabel 4.21.

Perhitungan curah hujan per-setengah jam ini dilakukan untuk mendapatkan hietograf berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS dengan metode *Alternating Block Method* (ABM). Berikut adalah hasil perhitungan curah hujan per-setengah jam periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM) pada Tabel 4.23.

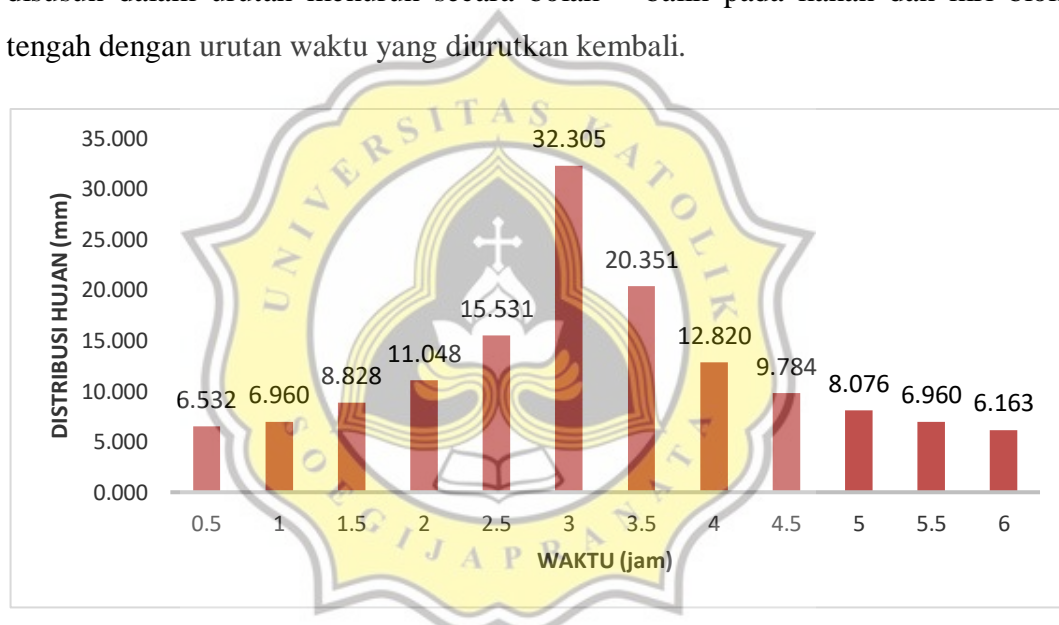
Tabel 4.23 Nilai Curah Hujan Setengah Jam Periode Ulang T Tahun dengan *Alternating Block Method* (ABM)

t (jam)	Curah Hujan per-setengah jam (mm)				
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
0,5	6,532	8,254	9,328	10,628	11,562
1	6,960	8,795	9,940	11,325	12,321
1,5	8,828	11,156	12,608	14,365	15,628
2	11,048	13,962	15,779	17,977	19,558
2,5	15,531	19,626	22,180	25,271	27,493
3	32,305	40,824	46,137	52,566	57,188
3,5	20,351	25,718	29,065	33,115	36,026
4	12,820	16,201	18,310	20,861	22,695
4,5	9,784	12,364	13,973	15,920	17,320
5	8,076	10,206	11,534	13,142	14,297

Tabel 4.23 Nilai Curah Hujan Setengah Jam Periode Ulang T Tahun dengan *Alternating Block Method (ABM)* (Lanjutan)

t (jam)	Curah Hujan per-setengah jam (mm)				
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
5,5	6,960	8,795	9,940	11,325	12,321
6	6,163	7,789	8,802	10,029	10,911
Σ	145,866	184,331	208,319	237,348	258,218

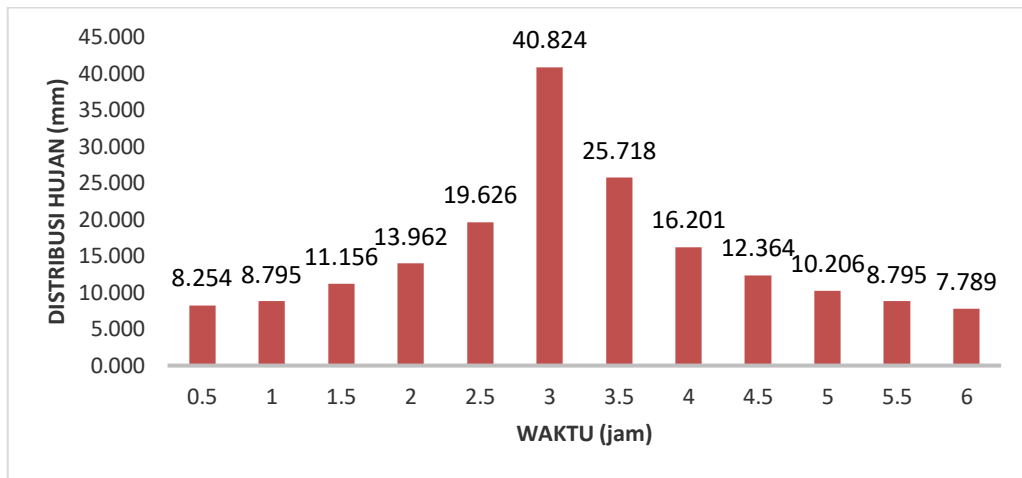
Nilai pada Tabel 4.23 dibuat menjadi grafik hietograf dengan mengurutkan curah hujan setengah jam tertinggi berada pada tengah – tengah blok kemudian sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak – balik pada kanan dan kiri blok tengah dengan urutan waktu yang diurutkan kembali.



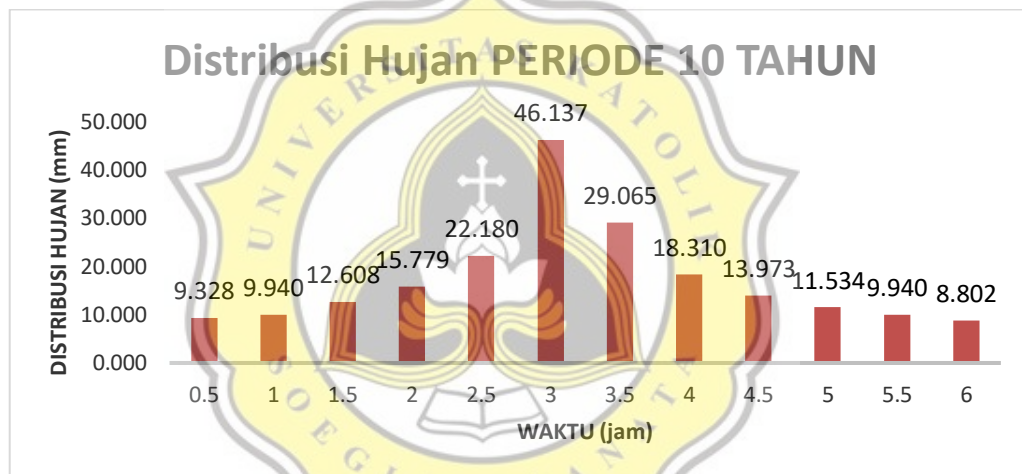
Gambar 4.7 Grafik Distribusi Hujan Setengah Jam (Hietograf) 2 Tahun

Gambar 4.7 menunjukkan grafik distribusi hujan setengah jam maksimum periode ulang 2 tahun dengan metode Alternating Block Method (ABM). Curah hujan setengah jam tertinggi terletak pada jam ke-tiga sebesar 46,271 mm sedangkan untuk curah hujan per-setengah jam minimumnya sebesar 14,013 mm yang terletak pada jam ke enam.

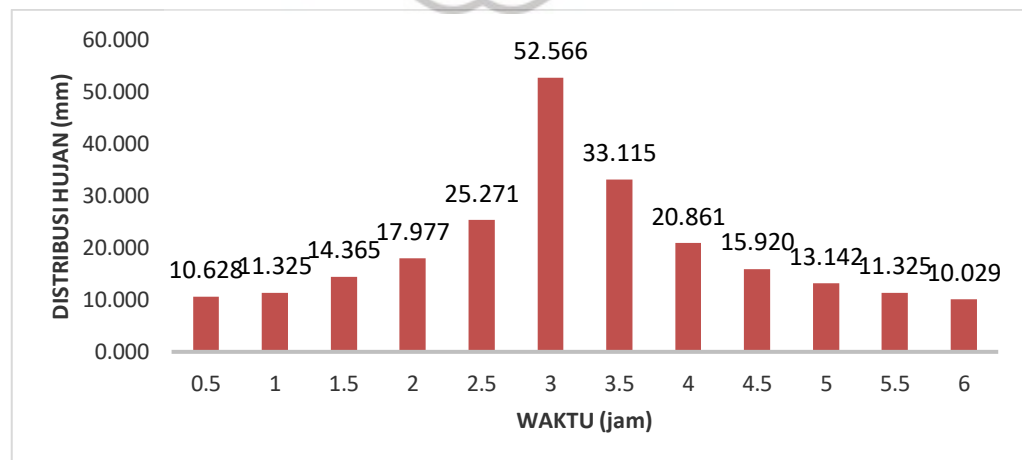
Grafik Curah hujan setengah jam periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun pada Tabel 4.22 dilakukan dengan cara yang sama menggunakan metode Alternating Block Method (ABM).



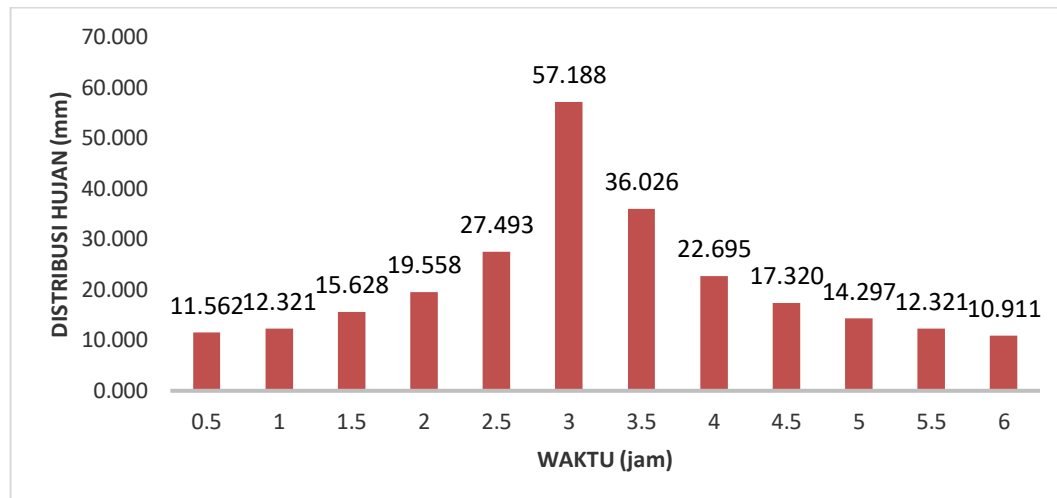
Gambar 4.8 Grafik Distribusi Hujan Setengah Jam (Hietograf) 5 Tahun



Gambar 4.11 Grafik Distribusi Hujan Setengah Jam (Hietograf) 10 Tahun



Gambar 4.10 Grafik Distribusi Hujan Setengah Jam (Hietograf) 25 Tahun



Gambar 4.11 Grafik Distribusi Hujan Setengah Jam (Hietograf) 50 Tahun

4.3 Pemodelan Hidrologi

Pada pemodelan hidrologi digunakan *Software* HEC-HMS yang memiliki langkah-langkah dalam melakukan pemodelan yaitu kalibrasi pada hidrograf aliran, input data, dan analisis terhadap parameter model. Langkah-langkah ini bertujuan agar debit simulasi tidak jauh beda dengan debit lapangan.

4.3.1 Kalibrasi

Kalibrasi pada debit digunakan untuk dilakukan untuk membandingkan data hasil simulasi dengan data lapangan dan bertujuan agar data simulasi mendekati data lapangan. Jika hasil simulasi lapangan belum mendekati hasil di lapangan, maka nilai parameter dirubah sesuai hingga hasil simulasi mendekati data di lapangan.

Perhitungan distribusi hujan untuk kalibrasi menggunakan curah hujan harian tanggal 2 Febuari 2014 pada stasiun hujan Ps. Kletak (d_1) sebesar 216 mm, stasiun hujan Karang Sari (d_2) sebesar 174 mm, stasiun hujan Karang Gondang (d_3) sebesar 175 mm, dan stasiun hujan Kutosari (d_4) sebesar 285 mm. Nilai koefisien Thiessen (P) yang digunakan dalam perhitungan hujan rancangan kalibrasi (X_k) dapat dilihat pada Tabel 4.3 sehingga perhitungan hujan rancangan kalibrasi (X_k) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_k &= d_1 \times P_1 + d_2 \times P_2 + d_3 \times P_3 + d_4 \times P_4 \\ &= 216 \times 0,035 + 174 \times 0,031 + 175 \times 0,484 + 285 \times 0,451 \\ &= 226,003 \text{ mm} \end{aligned}$$



Data curah hujan pada tanggal 2 febuari 2014 jam 01.00 WIB untuk kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Data *Time Series* Kalibrasi

Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)
0:30	10.120	6:30	0	12:30	0	18:30	0
1:00	10.784	7:00	0	13:00	0	19:00	0
1:30	13.678	7:30	0	13:30	0	19:30	0
2:00	17.118	8:00	0	14:00	0	20:00	0
2:30	24.063	8:30	0	14:30	0	20:30	0
3:00	50.054	9:00	0	15:00	0	21:00	0
3:30	31.532	9:30	0	15:30	0	21:30	0
4:00	19.864	10:00	0	16:00	0	22:00	0
4:30	15.159	10:30	0	16:30	0	22:30	0
5:00	12.513	11:00	0	17:00	0	23:00	0
5:30	10.784	11:30	0	17:30	0	23:30	0
6:00	9.550	12:00	0	18:00	0	0:00	0

Contoh perhitungan curah hujan per-setengah jam untuk periode ulang kalibrasi dengan nilai hujan rancangan kalibrasi (X_k) sebesar 226,003 mm dengan metode Mononobe adalah sebagai berikut:

$$t = 0,5 \text{ jam} = 30 \text{ menit}$$

$$I = \left(\frac{X_k}{24}\right) \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{226,003}{24}\right) \left(\frac{24}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 124,374 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan 1 jam} &= \left(\frac{I}{\sum I} \times 100\%\right) \times X_k \\ &= \left(\frac{124,374}{561,575} \times 100\%\right) \times 226,003 \\ &= 50,054 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data lapangan yang dijadikan perbandingan merupakan nilai debit puncak pada 2 Febuari tahun 2014 jam 01.00 WIB lihat pada lampiran L-1 sebesar 526,001 m³/s. Hasil dari simulasi kalibrasi DAS Sengkarang dapat dilihat pada Tabel 4.25 di bawah ini:



Tabel 4.25 Hasil Simulasi dari Kalibrasi DAS Sengkarang

(Jam)	(m ³ /s)	(Jam)	(m ³ /s)	(Jam)	(m ³ /s)
0:30	15.2	8:30	331.5	16:30	0
1:00	26.3	9:00	223.5	17:00	0
1:30	82.4	9:30	149.4	17:30	0
2:00	160.3	10:00	53.2	18:00	0
2:30	289.1	10:30	11.4	18:30	0
3:00	722.8	11:00	0	19:00	0
3:30	852.9	11:30	0	19:30	0
4:00	1409.6	12:00	0	20:00	0
4:30	1579.8	12:30	0	20:30	0
5:00	1643.7	13:00	0	21:00	0
5:30	1529.5	13:30	0	21:30	0
6:00	1413	14:00	0	22:00	0
6:30	1299.6	14:30	0	22:30	0
7:00	1172.5	15:00	0	23:00	0
7:30	780.1	15:30	0	23:30	0
8:00	544.9	16:00	0	0:00	0

Setelah didapatkan hasil simulasi berupa debit puncak sebesar 1643,7 m³/s. maka dilakukan pengujian *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk mengetahui angka kesalahan pada perbandingan antara data hasil simulasi dan data lapangan. Perhitungan RMSE untuk kalibrasi sesuai dengan rumus 2.41 halaman 43 sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_2 - y_1}{y_1} \right)^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{1} \times \left(\frac{1643,7 - 526,001}{526,001} \right)^2}$$

$$RMSE = 2,1248 \times 100 \% \\ = 212,48 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan RMSE maka dapat diketahui bahwa angka *error* kalibrasi data hasil simulasi dengan data lapangan sebesar 212,48 %. Nilai tersebut dapat belum bisa diterima karena lebih dari 10%. Berdasarkan hasil tersebut nilai tersebut maka dilakukan perubahan nilai parameter CN. Berikut



adalah contoh perubahan nilai CN pada Sub DAS 1 dan hasil perhitungan Sub DAS 1 setelah nilai parameter CN diubah lihat Tabel di bawah ini:

Tabel 4.26 Nilai Parameter CN awal dan Akhir

Sub DAS	Curve Number Awal	Curve Number Akhir
Sub DAS 1	77,479	45,093
Sub DAS 2	64,366	37,461
Sub DAS 3	58,886	34,272
Sub DAS 4	55,640	32,383
Sub DAS 5	55,740	32,441

Nilai CN berpengaruh pada parameter *SCS Curve Number* dan *SCS Unit Hydrograph* maka berikut merupakan hasil kalibrasi parameter *SCS Curve Number* dan *SCS Unit Hydrograph* setelah nilai CN diubah:

Tabel 4.27 Nilai Parameter *SCS Curve Number* Setelah Diubah

Sub DAS	Curve Number	Rentesi Maksimum (mm)	Initial Abstraction	Impervious (%)
Sub DAS 1	45.093	309.284	61.857	10.878
Sub DAS 2	37.461	424.040	84.808	4.331
Sub DAS 3	34.272	487.132	97.426	0.979
Sub DAS 4	32.383	530.369	106.074	0.188
Sub DAS 5	32.441	528.963	105.793	0.277

Tabel 4.28 Nilai Parameter *Lag Time* Setelah Diubah

Subbasin	<i>Lag Time</i> (menit)
Sub DAS 1	14.826
Sub DAS 2	14.871
Sub DAS 3	14.318
Sub DAS 4	23.448
Sub DAS 5	9.237

Setelah dilakukan perubahan pada nilai parameter, didapatkan debit puncak hasil simulasi sebesar 526,7 m³/s kemudian dilakukan kembali pengujian *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk mengetahui angka kesalahan pada perbandingan antara data hasil simulasi dan data lapangan setelah nilai CN diubah. Perhitungan

RMSE setelah nilai CN diubah sesuai dengan rumus 2.41 halaman 43 sebagai berikut:

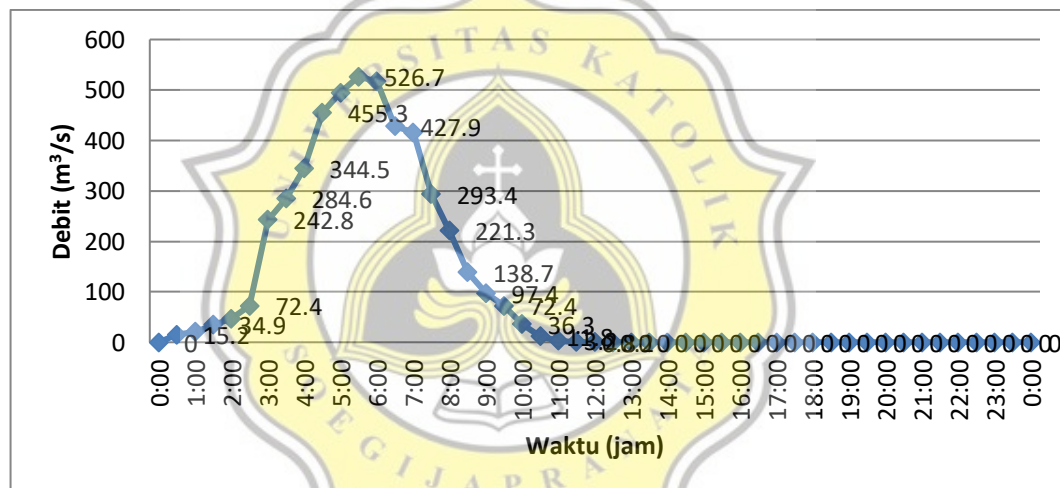
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_2 - y_1}{y_1} \right)^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{1} \times \left(\frac{526,7 - 526,001}{526,001} \right)^2}$$

$$RMSE = 0,00132 \times 100 \%$$

$$= 0,132 \%$$

Dari perhitungan RMSE diketahui nilai error kalibrasi debit puncak hasil simulasi sudah mendekati debit puncak di lapangan dengan nilai 0,132 % atau kurang dari 10 %. Berikut adalah grafik hidrograf aliran debit kalibrasi.



Gambar 4.12 Hidrograf Aliran Debit Kalibrasi

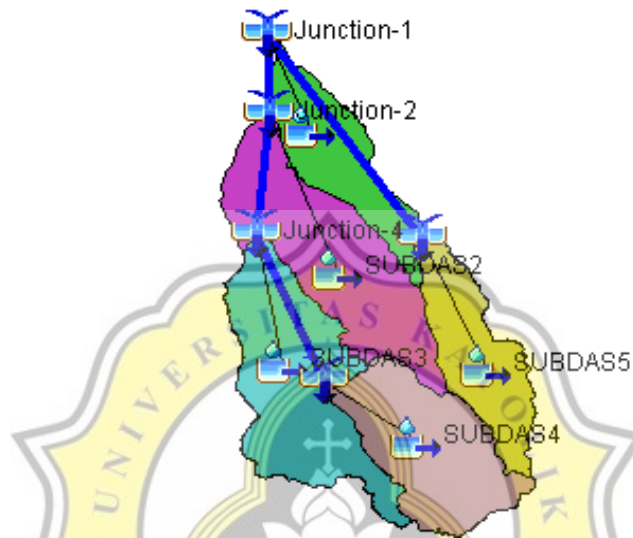
4.3.2 Input Data

Proses pemodelan HEC-HMS dibutuhkan input data dalam melakukan pemodelan HEC-HMS diperlukan *input* data pada beberapa *component* yang terdapat pada pemodelan tersebut. *Component* yang dimaksud antara lain adalah: *Basin Model*, *Control Specification*, dan *Time Series Data*. Data yang diperlukan antara lain:

1. *Basin Model*

Pada *Basin Model input* data yang di butuhkan adalah peta Sub DAS Sungai Sengkarang sebagai background pada HEC-HMS. Peta tersebut digunakan untuk membantu posisi penempatan elemen-elemen hidrologi pada Basin

Model. Elemen-elemen yang dimaksud adalah *subbasin* yang merupakan simbol dan fungsi dari SubDAS, *junction* yang merupakan simbol dan fungsi dari titik kontrol, serta *reach* yang merupakan simbol dan fungsi dari sungai sebagai penghubung antar *junction*. Gambar dari *Basin Model DAS* Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 *Basin Model DAS* Sungai Sengkarang

Luasan SubDAS yang telah didapat dari *software ArcMap* di input ke dalam Tabel *subbasin area*. Satuan yang digunakan pada setiap luasan SubDAS yaitu km^2 . Di bawah ini merupakan input data *subbasin area*:

Luas dari SubDAS yang telah didapatkan sebelumnya melalui *software ArcMap* di *input* ke dalam tabel *subbasin area*. Luasan SubDAS tersebut di *input* dalam satuan km^2 untuk setiap datanya. Input data tersebut dapat dilihat pada Tabel di bawah sebagai berikut:

Tabel 4.29 Hasil *Input Data SubBasin Area DAS* Sengkarang

Subbasin	Area (km^2)
Sub DAS 1	33,428
Sub DAS 2	59,565
Sub DAS 3	59,831
Sub DAS 4	48,056
Sub DAS 5	33,064



2. Meteorologic Model

Data yang digunakan dalam *input data Meteorologic Model* adalah data *Specified Hyetograph* yang didapatkan dari *Time Series Data*, dan data tersebut digunakan untuk seluruh SubDAS yang ada.

3. Control Specification

Control Specification merupakan waktu berlangsungnya simulasi dalam *software* HEC-HMS. Waktu yang digunakan pada simulasi ini adalah tanggal dimana terjadi banjir pada Bendungan Pesantren Kletak tertinggi. Simulasi ini dilakukan pada 2-3 februari tahun 2014 dengan interval waktu 30 menit selama 24 jam.

4. Time Series Data

Input Data yang digunakan pada *Time Series Data* merupakan data *Precipitation Gauges* dari data distribusi hujan per-setengah jam yang telah dihitung. Data curah hujan pada 2 febuari 2014 *diinput* dengan jangka waktu 24 jam dan dengan *interval* 30 menit.

Tabel 4.30 Data Curah Hujan Setengah Jam Periode Ulang 2, 5, 10 ,25 dan 50 Tahunan

2 tahun		5 tahun		10 tahun		25 tahun		50 tahun	
Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)
0:30	6.532	0:30	8.254	0:30	9.328	0:30	10.628	0:30	11.562
1:00	6.96	1:00	8.795	1:00	9.94	1:00	11.325	1:00	12.321
1:30	8.828	1:30	11.156	1:30	12.608	1:30	14.365	1:30	15.628
2:00	11.048	2:00	13.962	2:00	15.779	2:00	17.977	2:00	19.558
2:30	15.531	2:30	19.626	2:30	22.18	2:30	25.271	2:30	27.493
3:00	32.305	3:00	40.824	3:00	46.137	3:00	52.566	3:00	57.188
3:30	20.351	3:30	25.718	3:30	29.065	3:30	33.115	3:30	36.026
4:00	12.82	4:00	16.201	4:00	18.31	4:00	20.861	4:00	22.695
4:30	9.784	4:30	12.364	4:30	13.973	4:30	15.92	4:30	17.32
5:00	8.076	5:00	10.206	5:00	11.534	5:00	13.142	5:00	14.297
5:30	6.96	5:30	8.795	5:30	9.94	5:30	11.325	5:30	12.321
6:00	6.163	6:00	7.789	6:00	8.802	6:00	10.029	6:00	10.911
6:30	0	6:30	0	6:30	0	6:30	0	6:30	0
7:00	0	7:00	0	7:00	0	7:00	0	7:00	0
7:30	0	7:30	0	7:30	0	7:30	0	7:30	0



Tabel 4.30 Data Curah Hujan Setengah Jam Periode Ulang 2, 5, 10 ,25 dan 50 Tahunan (Lanjutan)

8:00	0	8:00	0	8:00	0	8:00	0	8:00	0
8:30	0	8:30	0	8:30	0	8:30	0	8:30	0
9:00	0	9:00	0	9:00	0	9:00	0	9:00	0
9:30	0	9:30	0	9:30	0	9:30	0	9:30	0
10:00	0	10:00	0	10:00	0	10:00	0	10:00	0
10:30	0	10:30	0	10:30	0	10:30	0	10:30	0
11:00	0	11:00	0	11:00	0	11:00	0	11:00	0
11:30	0	11:30	0	11:30	0	11:30	0	11:30	0
12:00	0	12:00	0	12:00	0	12:00	0	12:00	0
12:30	0	12:30	0	12:30	0	12:30	0	12:30	0
13:00	0	13:00	0	13:00	0	13:00	0	13:00	0
13:30	0	13:30	0	13:30	0	13:30	0	13:30	0
14:00	0	14:00	0	14:00	0	14:00	0	14:00	0
14:30	0	14:30	0	14:30	0	14:30	0	14:30	0
15:00	0	15:00	0	15:00	0	15:00	0	15:00	0
15:30	0	15:30	0	15:30	0	15:30	0	15:30	0
16:00	0	16:00	0	16:00	0	16:00	0	16:00	0
16:30	0	16:30	0	16:30	0	16:30	0	16:30	0
17:00	0	17:00	0	17:00	0	17:00	0	17:00	0
17:30	0	17:30	0	17:30	0	17:30	0	17:30	0
18:00	0	18:00	0	18:00	0	18:00	0	18:00	0
18:30	0	18:30	0	18:30	0	18:30	0	18:30	0
19:00	0	19:00	0	19:00	0	19:00	0	19:00	0
19:30	0	19:30	0	19:30	0	19:30	0	19:30	0
20:00	0	20:00	0	20:00	0	20:00	0	20:00	0
20:30	0	20:30	0	20:30	0	20:30	0	20:30	0
21:00	0	21:00	0	21:00	0	21:00	0	21:00	0
21:30	0	21:30	0	21:30	0	21:30	0	21:30	0
22:00	0	22:00	0	22:00	0	22:00	0	22:00	0
22:30	0	22:30	0	22:30	0	22:30	0	22:30	0
23:00	0	23:00	0	23:00	0	23:00	0	23:00	0
23:30	0	23:30	0	23:30	0	23:30	0	23:30	0
24:00	0	24:00	0	24:00	0	24:00	0	24:00	0

4.3.3. Parameter Pemodelan Hidrologi

Parameter HEC-HMS yang digunakan dalam kajian ini yaitu: *Loss*, *Transform*, dan *Routing*. Pada model parameter ini terdapat beberapa metode yang dapat



digunakan. Tabel 4.31 di bawah ini merupakan metode yang digunakan untuk model parameter dalam kajian ini.

Tabel 4.31 Model dan Metode Parameter HEC-HMS

Model	Metode
<i>Loss</i>	<i>SCS Curve Number</i>
<i>Transform</i>	<i>SCS Unit Hydrograph</i>
<i>Routing</i>	<i>Lag</i>

Berikut ini penjelasan 3 metode dan input data yang di gunakan dalam kajian ini:

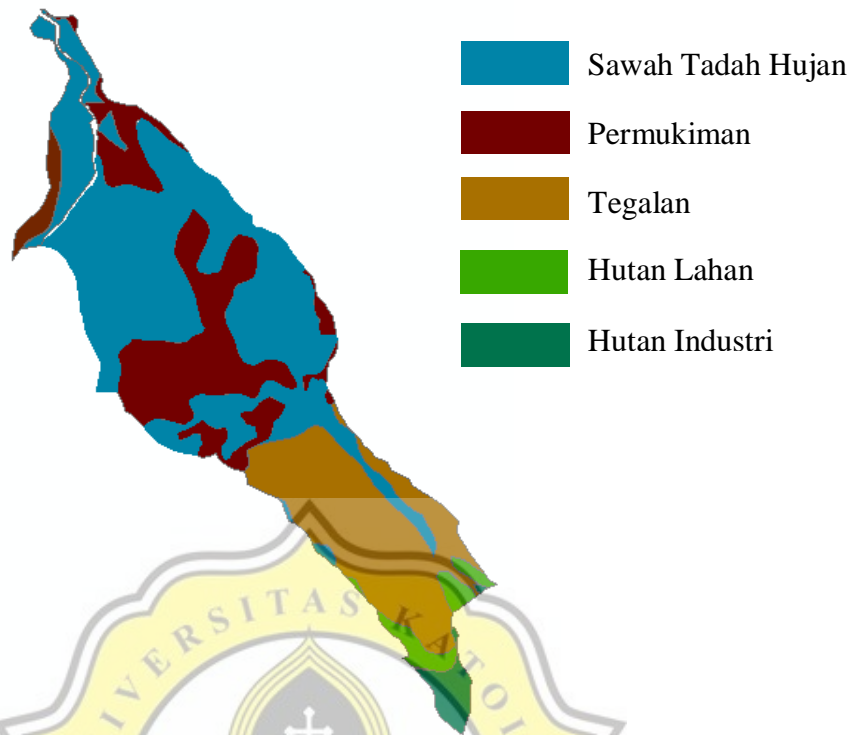
1. Parameter *Loss Model (SCS Curve Number)*

Parameter *Loss Model (SCS Curve Number)* terdapat tiga nilai parameter yang di *input*, yaitu: *Curve Number (CN)*, *Impervious*, dan *Initial Abstraction*. Nilai parameter yang digunakan tersebut didapatkan berdasarkan perhitungan dan pengolahan melalui *software ArcMap*.

Tabel 4.32 Input Parameter *SCS Curve Number*

Sub DAS	Curve Number	Rentesi Maksimum (mm)	Initial Abstraction	Impervious (%)
Sub DAS 1	77,479	73,831	14,766	10,878
Sub DAS 2	64,366	140,619	28,124	4,331
Sub DAS 3	58,886	177,339	35,468	0,979
Sub DAS 4	55,640	202,503	40,501	0,188
Sub DAS 5	55,740	201,684	20,337	0,277

Setelah mengidentifikasi penggunaan lahan maka didapat luasan setiap penggunaan lahan dan nilai CN dari Tabel 2.12 halaman 41 dengan melihat penggunaan lahan dan kelompok tanah yang sudah ditentukan. Tabel 4.33 dan 4.34 merupakan contoh nilai CN dan luasan setiap penggunaan lahan pada Sub Das 1 sebagai berikut:



Gambar 4.14 Penggunaan Lahan pada Sub DAS 1

Tabel 4.33 Nilai *Curve Number* (CN) yang digunakan pada Sub DAS 1

No	Kelompok Tanah	Penggunaan Lahan	CN
1	B	Hutan Lahan Kering Sekunder	55
2		Hutan Tanaman Industri	55
3		Permukiman	98
4		Tegalan	58
5		Sawah Tadah Hujan	83

Tabel 4.34 Perhitungan *Curve Number* (CN) Penggunaan Lahan dan Luasan pada Sub DAS 1

Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	CN	Luas x CN
Hutan Lahan Kering Sekunder	0.773	55	42.49416
Hutan Tanaman Industri	0.971	55	53.40602
Pemukiman	8.198	98	754.2589
Tegalan	7.562	72	544.4641
Sawah Tadah Hujan	15.924	75	1194.288
Jumlah	33.4279		2588.911



Setelah diketahui nilai *Curve Number* dan luasan setiap penggunaan lahan subDAS maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *Curve Number*. Tabel 4.35 merupakan hasil perhitungan nilai CN setiap subDAS.

Tabel 4.35 Nilai *Curve Number* (CN)

SubDAS	Curve Number
SubDAS 1	77.479
SubDAS 2	64.366
SubDAS 3	58.886
SubDAS 4	55.640
SubDAS 5	55.740

Contoh perhitungan nilai *Curve Number*(CN) :

$$\begin{aligned} CN_{\text{SubDAS1}} &= \frac{\sum_{i=1}^n (CN_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \\ &= \frac{2588,911}{33,428} \\ &= 77,479 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Rentesi Maksimum Sub DAS 1 pada Tabel 4.30 sesuai dengan rumus 2.36 halaman 39 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rentesisitas maksimum} &= \left(\frac{25400}{CN} \right) - 245 \\ &= \left(\frac{25400}{77,479} \right) - 245 = 73,831 \text{ mm} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan *Initial Abstraction* Sub DAS 1 pada Tabel 4.30 sesuai dengan rumus 2.37 halaman 39 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Initial Abstraction} &= 0,2 \times \text{Rentesisitas Maksimum} \\ &= 0,2 \times 73,831 = 14,766 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai *Impervious* didapat dari mengidentifikasi penggunaan lahan setiap SubDAs dan nilai *Impervious* ditentukan pada Tabel 2.13 halaman 42. pada Tabel 4.36 merupakan contoh perhitungan nilai *impervius* setiap penggunaan lahan dan luasannya pada SubDAS 1.



Tabel 4.36 Perhitungan *Impervious* Penggunaan Lahan dan Luasan pada Sub DAS 1

Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Imp (%)	Luas x Imp (km ²)
Hutan	1,744	0	0
Pemukiman	8,198	30	2.4594
Tegalan	7,562	5	0.3781
Sawah Tanda Hujan	15,924	5	0.7962
Jumlah	33,428		3.6337

Setelah mengetahui nilai *Impervious* dan luasan setiap penggunaan lahan SubDAS maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *Impervious* setiap SubDAS. Tabel 4.37 merupakan hasil nilai *Impervious*.

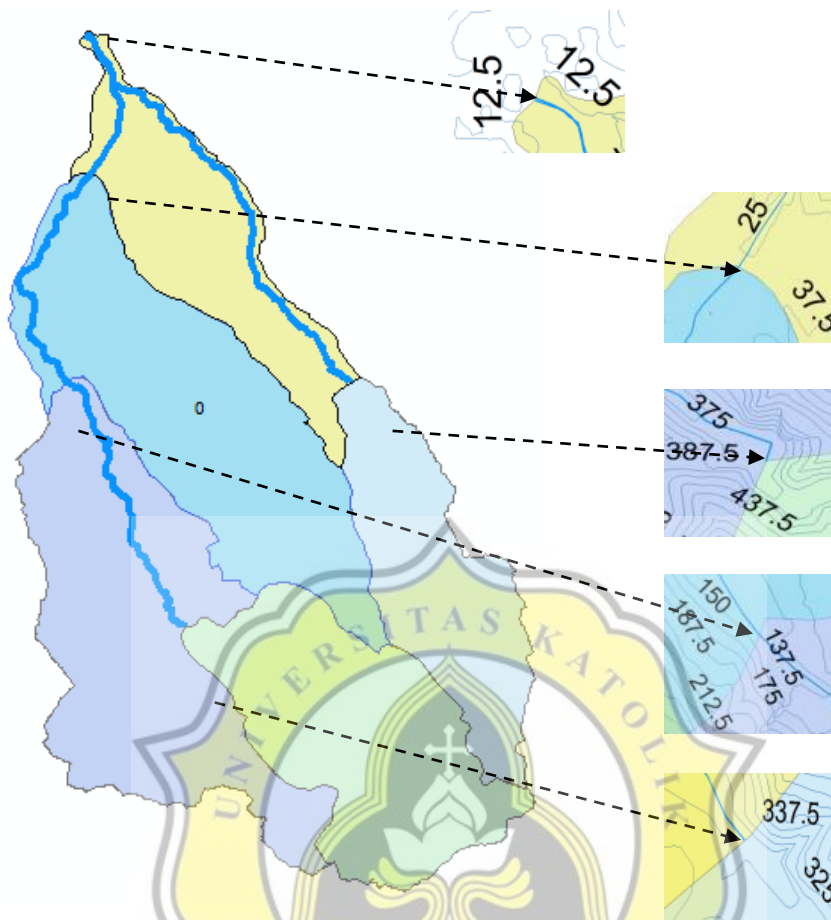
Tabel 4.37 Nilai *Impervious* (%)

SubDAS	<i>Impervious</i> (%)
SubDAS 1	10.878
SubDAS 2	4.331
SubDAS 3	0.979
SubDAS 4	0.188
SubDAS 4	0.277

$$\begin{aligned} \text{Imp}_{\text{SubDAS1}} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{CN}_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \times 100\% \\ &= \frac{3.6337}{33,428} \times 100\% \\ &= 10,878\% \end{aligned}$$

2. Parameter *Transform Model* (SCS Unit Hydrograph Method)

Dalam parameter *Transform Model* (SCS Unit Hydrograph Method) digunakan nilai *Lag Time* untuk SubDAS yang terdapat pada DAS Sengkarang. Nilai tersebut diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan panjang aliran sungai, angka kemiringan sungai, dan CN dari SubDAS. Nilai *Lag Time* untuk Parameter *Transform Model* (SCS Unit Hydrograph Method) dapat dilihat pada Tabel 4.38 di bawah ini:



Gambar 4.15 Panjang Sungai dan Elevasi Tertinggi dan Terendah pada Sub DAS Sungai Sengkarang

Tabel 4.38 Parameter Data SCS Unit Hydrograph Method

Sub DAS	Panjang (km)	Elevasi (mdpl)		Kemiringan (S) (m)	CN	Lag (menit)
		Tertinggi	Terendah			
Sub DAS 1	4,8	33	14	0,0040	77,479	5,171
Sub DAS 2	7,9	147	33	0,0144	64,366	6,462
Sub DAS 3	9,4	386	147	0,0253	58,886	6,662
Sub DAS 4	14,7	332	15	0,0216	55,640	11,311
Sub DAS 5	7,7	708	332	0,0491	55,740	4,451

Contoh perhitungan Sub DAS 1 sesuai dengan rumus 2.39 dan 2.40 halaman 42 sebagai berikut:

- Panjang sungai = 4,8 km
- Elevasi tertinggi = 33 mdpl
- Elevasi terendah = 14 mdpl



$$\begin{aligned}
 \text{Kemiringan} &= \frac{\text{elevasi tertinggi} - \text{elevasi terendah}}{\text{panjang (m)}} \\
 &= \frac{33 - 14}{4774,2} \\
 &= 0,0040 \text{ m} \\
 \text{CN} &= 77,479 \\
 \text{Lag} &= \text{panjang}^{0,8} \left(\frac{2540 - 22,86 \times \text{CN}}{14,104 \times \text{CN}^{0,7} \times \text{S}^{0,5}} \right) \\
 &= 4,8^{0,8} \left(\frac{2540 - 22,86 \times 77,479}{14,104 \times 77,479^{0,7} \times 0,0040^{0,5}} \right) \\
 &= 0,292 \text{ jam} \\
 &= 0,292 \times 60 \\
 &= 5,571 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3. Parameter Routing dengan Metode Lag

Dalam parameter ini input data dilakukan menggunakan data Lag pada Reach yang terdapat pada DAS Sungai Sengkarang. Data *Lag Time* dapat dilihat pada Tabel 4.39 di bawah ini:

Tabel 4.39 Parameter *Data Lag Time*

Reach	Panjang (km)	Elevasi (mdpl)		Kemiringan (S) (m)	Lag (menit)
		Tertinggi	Terendah		
Reach P1	4,8	33	14	0,0040	66,8076
Reach P2	7,9	147	33	0,0144	60,2262
Reach P3	9,4	386	147	0,0253	55,4418
Reach P4	14,7	332	15	0,0216	82,5540

Contoh perhitungan Reach P1 sesuai dengan rumus 2.41 halaman 43 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang sungai} &= 4,8 \text{ km} \\
 \text{Elevasi tertinggi} &= 33 \text{ mdpl} \\
 \text{Elevasi terendah} &= 14 \text{ mdpl} \\
 \text{Kemiringan} &= \frac{\text{elevasi tertinggi} - \text{elevasi terendah}}{\text{panjang (m)}} \\
 &= \frac{33 - 14}{4774,2} \\
 &= 0,0040 \text{ m} \\
 \text{Lag time} &= \left(\frac{0,87 \times \text{panjang}^2}{1000 \times \text{S}} \right) 0,385
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} &= \left(\frac{0,87 \times 4772,2^2}{1000 \times 0,0040} \right) 0,385 \\ &= 1,8558 \text{ jam} \\ &= 1,8558 \times 60 \\ &= 66,8076 \text{ menit} \end{aligned}$$

4.3.4 Output Simulasi Program HEC-HMS

Setelah semua data curah hujan per-setengah jam telah *diinput* maka dilakukan simulasi *run* dan didapatkan debit simulasi untuk setiap periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan debit banjir rencana. Debit simulasi periode ulang T tahun dan debit banjir rencana setiap periode ulang T tahun dapat dilihat pada Tabel 4.40 dan 4.41.

Tabel 4.40 Debit Simulasi dengan Periode Ulang T Tahun

waktu	Debit (m ³ /s)				
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan
0:00	0	0	0	0	0
0:30	9.8	12.4	14	16	17.4
1:00	13.2	16.7	18.9	21.5	23.4
1:30	22.5	28.5	32.2	36.7	39.9
2:00	30.4	38.4	43.4	49.5	53.8
2:30	42	53.1	62.4	80.1	96.8
3:00	87.1	150.8	201.8	270.6	324.2
3:30	113.9	189.2	242.8	312.3	365
4:00	122.4	201.4	275.2	395.3	500.8
4:30	122.5	247	359.6	521.8	653.9
5:00	127.7	271.1	391.4	566.7	710.6
5:30	131.8	291.9	420.8	599.1	740.6
6:00	138.8	299	419.5	583	710.9
6:30	109.6	242.2	343.6	485.9	599.8
7:00	103.6	230.6	332.3	472.9	584.3
7:30	63.8	157.5	232.6	334.6	414.4
8:00	46.1	120.2	176.4	251.5	309.5
8:30	27.7	75.4	110.7	157.6	193.7
9:00	20.2	53.7	78.1	110.4	135.1
9:30	16.3	40.8	58.5	81.7	99.4
10:00	8.5	20.7	29.4	40.9	49.6



Tabel 4.40 Debit Simulasi dengan Periode Ulang T Tahun (Lanjutan)

10:30	2.8	6.8	9.6	13.3	16.2
11:00	0.8	1.8	2.6	3.6	4.4
11:30	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1
12:00	0	0.1	0.1	0.2	0.2

Tabel 4.41 Debit Banjir Rencana Periode T tahun

Periode	Debit Banjir (m ³ /s)
Periode 2 Tahunan	138,8 m ³ /s
Periode 5 Tahunan	299,0 m ³ /s
Periode 10 Tahunan	420,8 m ³ /s
Periode 25 Tahunan	559,1 m ³ /s
Periode 50 Tahunan	740,6 m ³ /s

4.4 Pemodelan HEC-RAS

Dalam tahapan pemodelan menggunakan *software* HEC-RAS dilakukan dengan analisa *steady flow*, beberapa langkah dalam proses pemodelan tersebut, yaitu: input data, menampilkan hasil pemodelan, dan memberikan pertimbangan perlu tidaknya perbaikan penampang.

4.4.1 Input Data

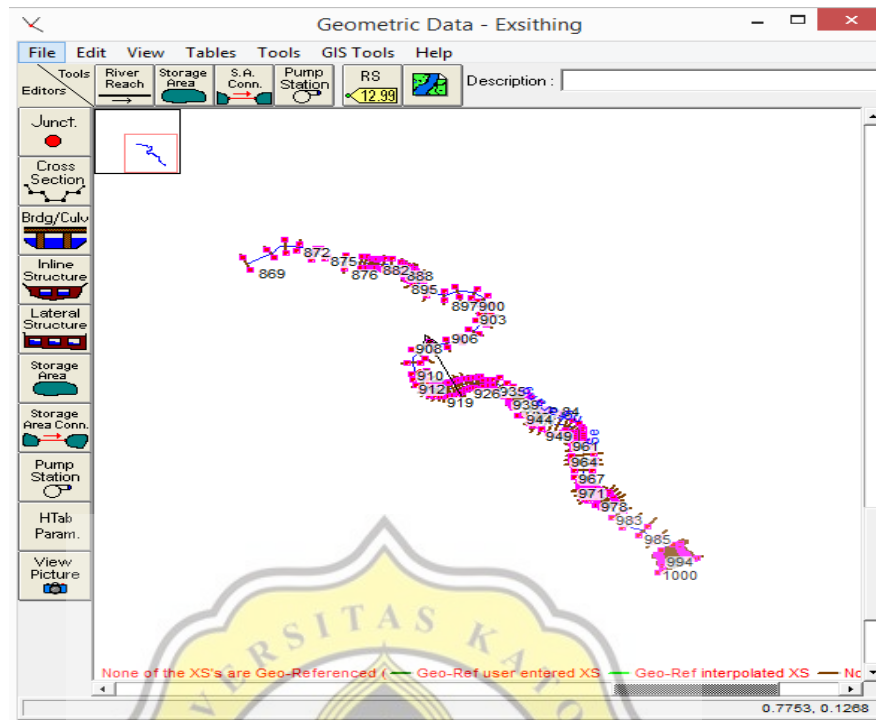
Dalam tahapan pemodelan menggunakan *software* HEC-RAS dilakukan beberapa langkah dalam proses pemodelan tersebut, yaitu data geometri dan data debit sungai. Data yang di *input* dalam permodelan HEC-RAS antara lain:

1. Geometri Data

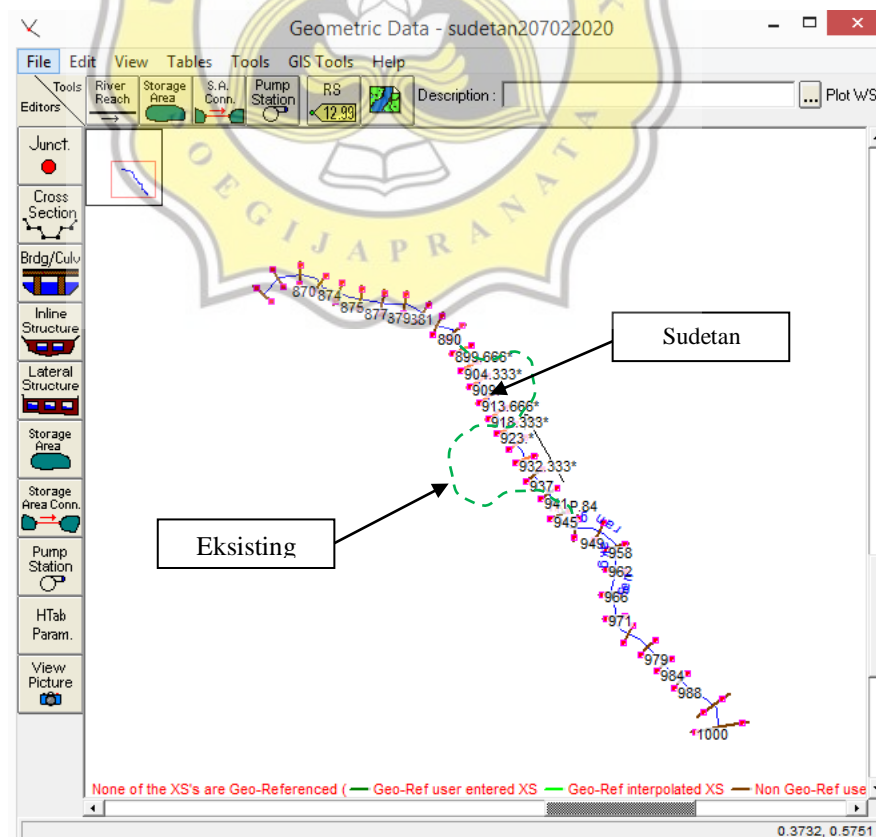
Input data yang diperlukan dalam geometri yaitu alur sungai (*river reach*) dan *cross section*. Data geometri dimasukan dengan memilih *Geometric Data* pada menu *edit* pada jendela utama.

a. Menggambarkan Skema Alur Sungai

Langkah pertama dalam memasukan data geometri adalah menggambar alur sungai sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini dilakukan garis demi garis, dengan menekan tombol *River Reach* dan kemudian menggambar alur dari hulu ke hilir (dalam arah positif). Setelah alur digambar, masukkan nama sungai.



Gambar 4.16 Skema Alur Sungai Kondisi Eksisting



Gambar 4.17 Skema Alur Sungai Kondisi Sudetan

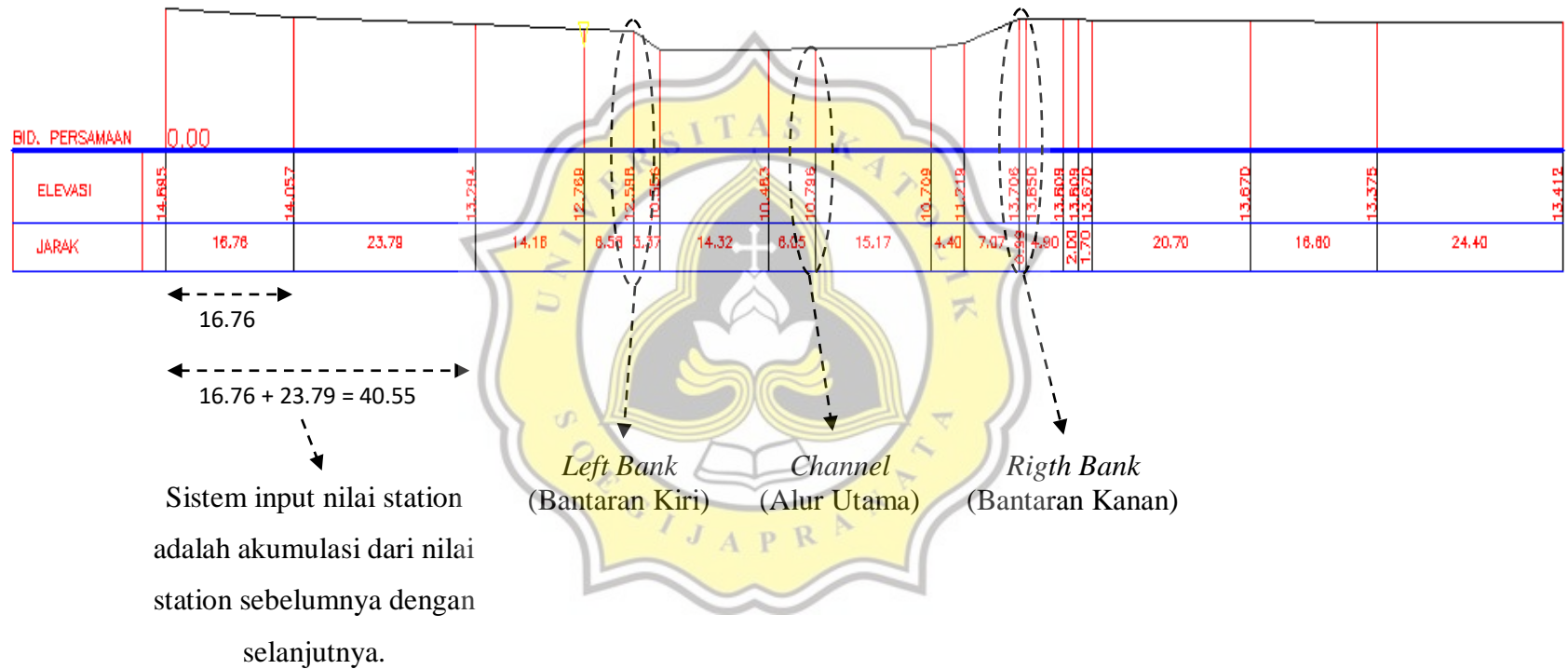


b. Memasukan Data Cross Section

Setelah membuat alur sungai, selanjutnya memasukan data cross-section seperti pada Gambar 4.16. Tekan tombol *Cross Section* akan memunculkan editor *cross section* dan memasukan data yang diperlukan antara lain: *Cross Section X-Y Coordinates*, jarak antar bantaran LOB Channel, ROB, koefisien kekasaran *manning*, *main channel bank stasion*, dan koefisien kontraksi dan ekspansi. Contoh data *cross section* pada kondisi eksiting dapat dilihat pada Tabel 4.42 dan Lampiran 2 untuk *cross section* eksisting serta Lampiran 3 untuk *cross setion* sudetan.

Tabel 4.42 Contoh Data *Cross Section* Sungai Sengkarang pada Sta. 986

Sta. 986				
<i>Cross Section Coordinates</i>		<i>Downstream Reach Legths</i>		
<i>Station</i>	<i>Elevation</i>	LOB	Channel	ROB
0	14.895	99.5683	99.7417	122.9332
16.76	14.057	<i>Manning's n Values</i>		
40.55	13.294	LOB	Channel	ROB
54.71	12.769	0.03	0.025	0.03
61.29	12.598	<i>Main Channel Bank Stations</i>		
64.66	10.556	<i>Left Bank</i>		<i>Rigth Bank</i>
78.98	10.483	54.71		117.56
85.03	10.796			
100.2	10.709			
104.6	11.219			
111.67	13.706			
112.66	13.85			
117.56	13.809			
119.56	13.809			
121.26	13.67			
141.96	13.67			
158.56	13.375			
182.96	13.412			

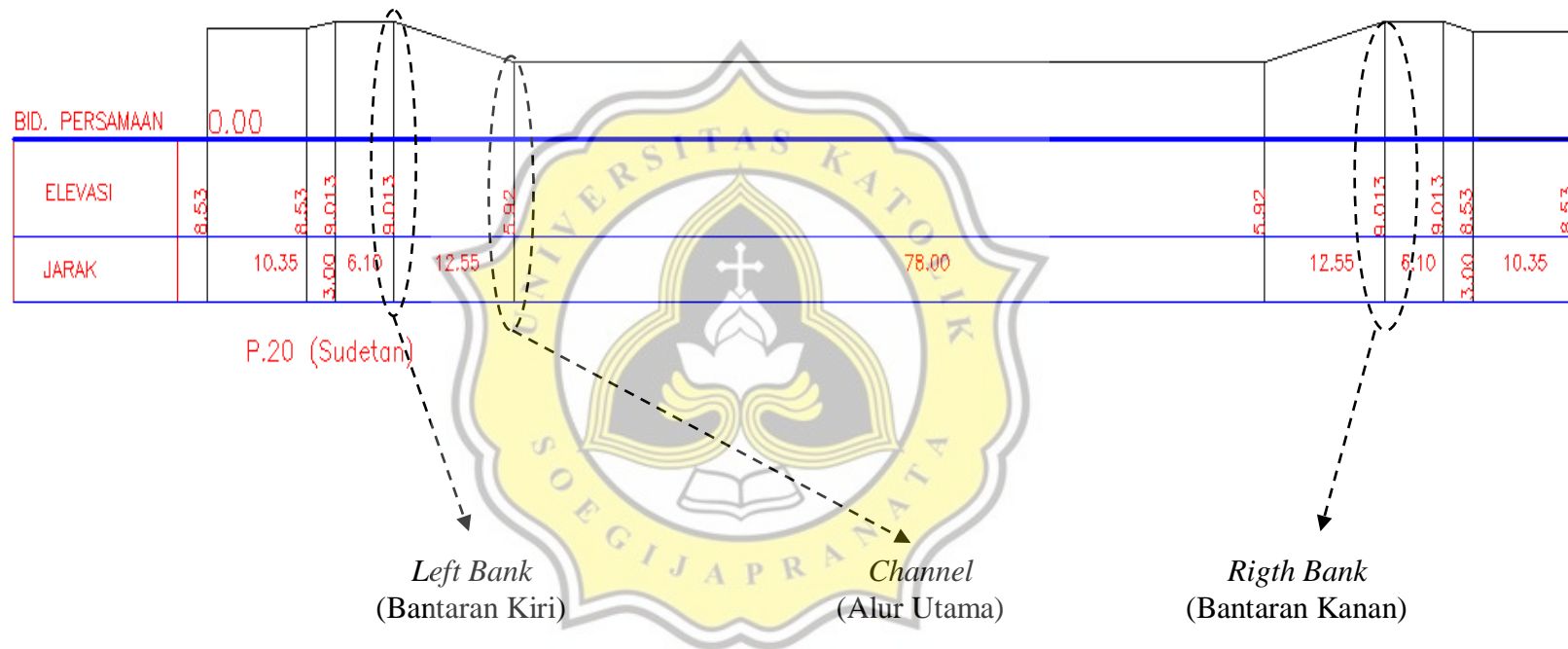


Gambar 4.18 Potongan Cross Section Sta. 986



Tabel 4.43 Contoh Data *Cross Section* Sungai Sengkarang pada Sta. 937

Sta. 937 (Kondisi Sudetan)				
<i>Cross Section Coordinates</i>		<i>Downstream Reach Legths</i>		
<i>Station</i>	<i>Elevation</i>	LOB	Channel	ROB
0	8.53	99.5683	99.7417	122.9332
10.35	8.53	<i>Manning's n Values</i>		
13.35	9.013	LOB	Channel	ROB
19.35	9.013	0.03	0.025	0.03
32	5.92	<i>Main Channel Bank Stations</i>		
110	5.92	<i>Left Bank</i>	<i>Rigth Bank</i>	
122.55	9.013	54.71	117.56	
128.65	9.013			
131.65	8.53			
142	8.53			

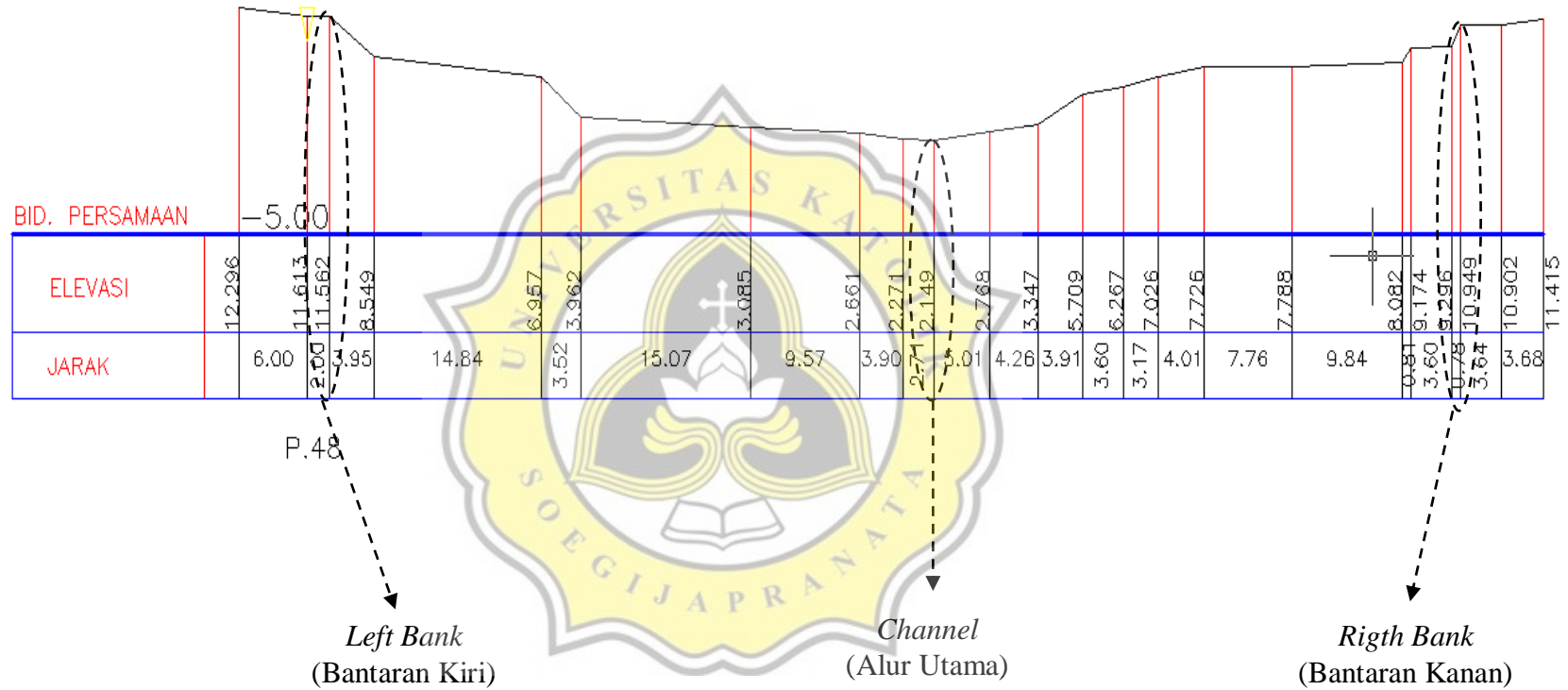


Gambar 4.19 Potongan Cross Section Sta. 937



Tabel 4.44 Contoh Data *Cross Section* Sungai Sengkarang pada Sta. 871

Sta. 871				
<i>Cross Section Coordinates</i>		<i>Downstream Reach Legths</i>		
<i>Station</i>	<i>Elevation</i>	LOB	Channel	ROB
0	12.296	97.0556	111.1805	127.7045
6	11.613	<i>Manning's n Values</i>		
8	11.562	LOB	Channel	ROB
11.95	8.549	0.03	0.025	0.03
26.79	6.957	<i>Main Channel Bank Stations</i>		
30.31	3.962	<i>Left Bank</i>		<i>Rigth Bank</i>
45.38	3.085	6		108.31
54.95	2.661			
58.85	2.271			
61.56	2.149			
66.57	2.768			
70.83	3.347			
74.74	5.709			
78.34	6.267			
81.51	7.026			
85.52	7.726			
93.28	7.788			
103.12	8.082			
103.93	9.174			
107.53	9.296			
108.31	10.949			
111.95	10.902			
115.63	11.415			



Gambar 4.20 Potongan Cross Section Sta. 871



2. Data Debit Rencana

Setelah semua data geometri dimasukkan, langkah selanjutnya adalah *Input* data debit rencana dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Data input debit rencana dapat dilihat pada Tabel 4.45

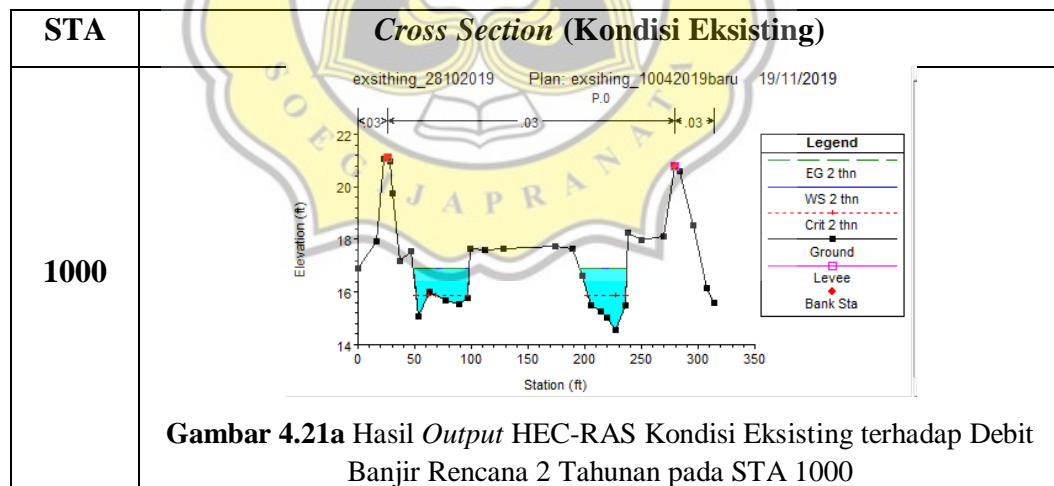
Tabel 4.45 Debit Rencana dengan periode ulang T tahun

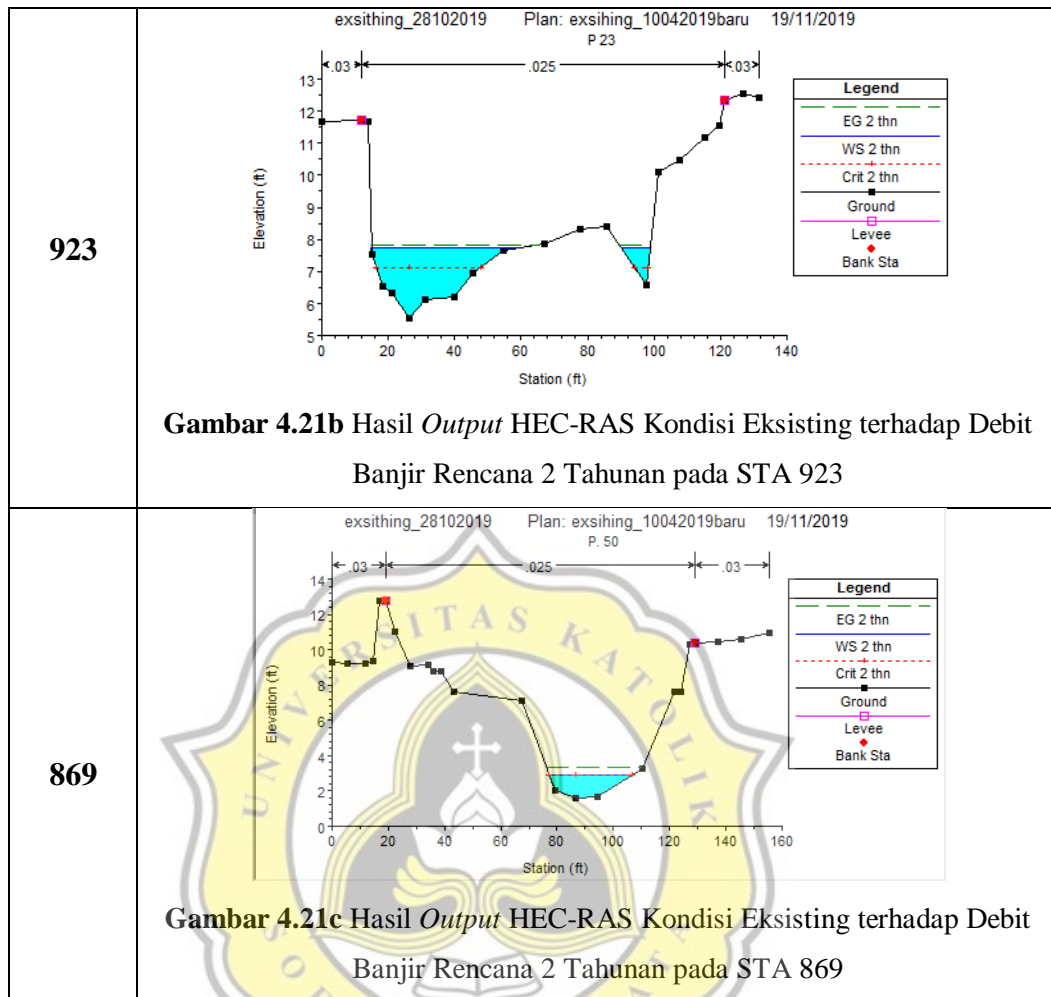
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates				
River	Reach	RS	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
Sengkarang	Sta. 869	Sta. 1000	138.8	229	420.8	616.4	740.6

4.5.2 Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting dan Sudetan

Setelah dilakukan seluruh tahapan dalam *software* HEC-RAS, maka dilakukan *simulation run* sehingga dapat diketahui tinggi muka air dan kapasitas Sungai Sengkarang. Posisi *cross section* dapat dilihat pada Gambar 4.21.

1. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan





Gambar 4.21 Hasil Output HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan pada STA (1000, 923, dan 869)

Gambar 4.21 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 2 tahunan yaitu sebesar $138,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada STA 1000 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 2 tahun, tinggi muka air sebesar 16,89 m diatas muka air laut dan pada STA 869 juga tidak terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 2 tahun, tinggi muka air sebesar 2,89 m diatas muka air laut. Untuk mengetahui STA yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 2 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.46.



Tabel 4.46 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 2 Tahunan

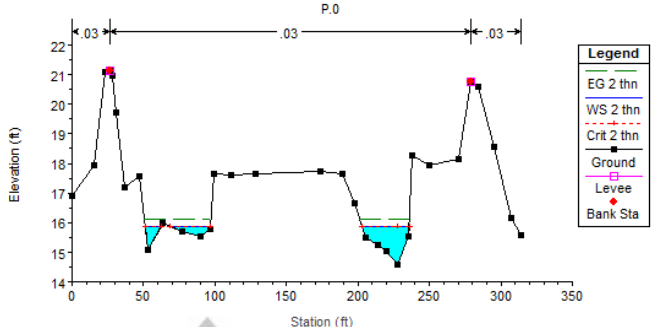
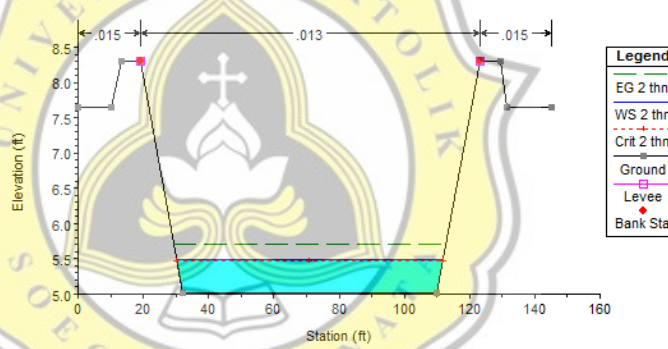
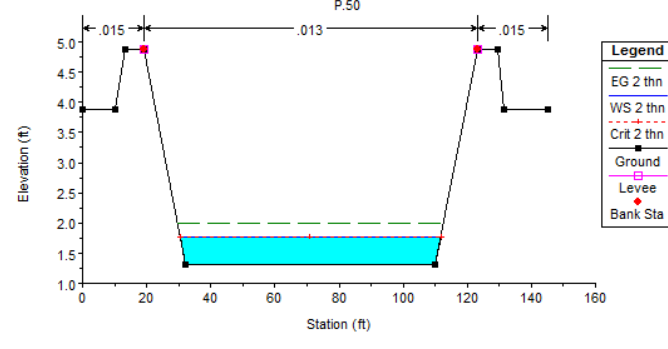
STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (m)	Levees kanan (m)	Kapasitas	STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (m)	Levees kanan (m)	Kapasitas
1000	21.12	16.89	20.77	Memenuhi	956	10.79	9.88	12.41	Memenuhi
999	20.93	16.88	21.26	Memenuhi	955	11.14	9.86	11.28	Memenuhi
998	21.19	16.90	20.11	Memenuhi	954	11.05	9.84	12.66	Memenuhi
997	21.20	16.90	20.81	Memenuhi	953	11.29	9.84	12.92	Memenuhi
996	21.22	16.89	20.78	Memenuhi	952	12.06	9.84	12.22	Memenuhi
995	21.23	16.89	20.74	Memenuhi	951	14.26	9.76	11.73	Memenuhi
994	21.23	16.89	20.78	Memenuhi	950	13.93	9.74	11.43	Memenuhi
993	21.24	15.63	21.08	Memenuhi	949	12.76	9.68	11.14	Memenuhi
992	19.19	12.15	20.08	Memenuhi	948	12.73	9.65	11.02	Memenuhi
991	18.00	12.14	17.72	Memenuhi	947	12.50	9.61	11.28	Memenuhi
990	17.99	12.13	17.63	Memenuhi	946	11.82	9.54	11.54	Memenuhi
989	14.30	12.11	16.59	Memenuhi	945	11.22	9.55	11.08	Memenuhi
988	14.94	12.11	15.39	Memenuhi	944	11.10	9.49	11.49	Memenuhi
987	13.71	12.10	14.06	Memenuhi	943	9.05	9.48	13.78	Memenuhi
986	12.77	11.83	13.81	Memenuhi	942	13.77	9.37	13.85	Memenuhi
985	13.34	11.52	13.33	Memenuhi	941	14.97	9.32	13.54	Memenuhi
984	17.24	11.52	13.01	Memenuhi	940	14.51	9.02	12.75	Memenuhi
983	17.25	11.46	13.26	Memenuhi	939	14.59	9.05	12.49	Memenuhi
982	17.60	11.43	13.11	Memenuhi	938	13.09	8.92	11.58	Memenuhi
981	17.46	11.41	13.07	Memenuhi	937	14.03	8.93	14.08	Memenuhi
980	17.25	11.38	13.19	Memenuhi	936	12.83	8.92	12.39	Memenuhi
979	17.20	11.23	13.08	Memenuhi	935	12.79	8.87	14.36	Memenuhi
978	17.05	11.00	13.11	Memenuhi	934	10.83	8.81	13.56	Memenuhi
977	15.10	11.08	13.11	Memenuhi	933	9.69	8.80	14.01	Memenuhi
976	14.66	10.99	13.15	Memenuhi	932	10.35	8.87	13.95	Memenuhi
975	14.31	10.97	14.08	Memenuhi	931	12.85	8.74	13.84	Memenuhi
974	14.93	10.99	13.71	Memenuhi	930	12.89	8.72	14.09	Memenuhi
973	14.92	10.98	13.67	Memenuhi	929	12.61	8.68	13.69	Memenuhi
972	14.61	11.05	12.18	Memenuhi	928	11.34	8.39	14.08	Memenuhi
971	14.91	10.91	11.92	Memenuhi	927	11.74	7.92	13.00	Memenuhi
970	14.84	10.93	11.97	Memenuhi	926	11.93	7.88	12.81	Memenuhi
969	14.40	11.00	11.76	Memenuhi	925	12.06	7.83	12.53	Memenuhi
968	12.44	10.88	12.12	Memenuhi	924	11.79	7.77	11.77	Memenuhi
967	12.54	10.77	11.87	Memenuhi	923	11.70	7.73	12.35	Memenuhi
966	12.54	10.62	11.87	Memenuhi	922	11.48	7.71	9.63	Memenuhi
965	12.00	10.59	12.57	Memenuhi	921	11.17	7.65	9.73	Memenuhi
964	12.00	10.40	12.96	Memenuhi	920	11.39	7.54	10.14	Memenuhi



Tabel 4.46 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 2 Tahunan (Lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
963	11.83	10.36	12.22	Memenuhi	919	11.42	7.44	8.36	Memenuhi
962	11.72	10.30	13.55	Memenuhi	918	11.36	7.40	9.65	Memenuhi
961	11.77	10.07	12.77	Memenuhi	915	8.64	7.35	9.26	Memenuhi
960	11.35	10.13	10.57	Memenuhi	914	10.70	7.33	9.38	Memenuhi
959	11.55	10.11	9.04	Tidak Memenuhi	913	11.16	7.34	9.18	Memenuhi
958	11.38	10.09	10.31	Memenuhi	912	11.05	7.30	10.04	Memenuhi
957	11.03	10.00	11.04	Memenuhi	911	9.68	7.22	9.64	Memenuhi
910	9.97	7.21	8.68	Memenuhi	889	11.87	6.60	10.81	Memenuhi
909	9.20	7.12	11.00	Memenuhi	888	11.57	6.59	10.69	Memenuhi
908	9.56	7.08	10.34	Memenuhi	887	11.47	6.59	11.46	Memenuhi
907	12.85	6.95	10.19	Memenuhi	886	11.45	6.59	10.63	Memenuhi
906	12.94	6.91	10.00	Memenuhi	885	11.15	6.60	10.69	Memenuhi
905	9.27	6.87	9.29	Memenuhi	884	10.30	6.59	11.01	Memenuhi
904	10.79	6.82	10.26	Memenuhi	883	10.08	6.57	10.25	Memenuhi
903	10.24	6.80	10.01	Memenuhi	882	9.70	6.59	8.88	Memenuhi
902	8.93	6.82	12.36	Memenuhi	881	5.46	6.59	8.14	Tidak Memenuhi
901	9.68	6.76	11.91	Memenuhi	880	11.37	6.56	10.22	Memenuhi
900	10.51	6.69	9.40	Memenuhi	879	9.46	6.56	9.50	Memenuhi
899	10.12	6.69	10.54	Memenuhi	878	8.56	6.56	12.31	Memenuhi
898	9.78	6.71	9.24	Memenuhi	877	11.59	6.55	10.80	Memenuhi
897	8.83	6.64	12.08	Memenuhi	876	13.75	6.55	13.05	Memenuhi
896	9.74	6.67	12.33	Memenuhi	875	12.98	5.72	7.05	Memenuhi
895	9.82	6.66	10.19	Memenuhi	874	10.62	4.77	10.70	Memenuhi
894	9.85	6.64	11.96	Memenuhi	873	9.98	4.77	8.01	Memenuhi
893	8.99	6.62	11.58	Memenuhi	872	11.91	4.22	8.15	Memenuhi
892	9.29	6.61	11.38	Memenuhi	871	11.61	4.06	10.95	Memenuhi
891	9.80	6.61	11.23	Memenuhi	870	9.79	3.78	10.71	Memenuhi
890	10.73	6.61	11.06	Memenuhi	869	12.76	2.89	10.38	Memenuhi

2. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan

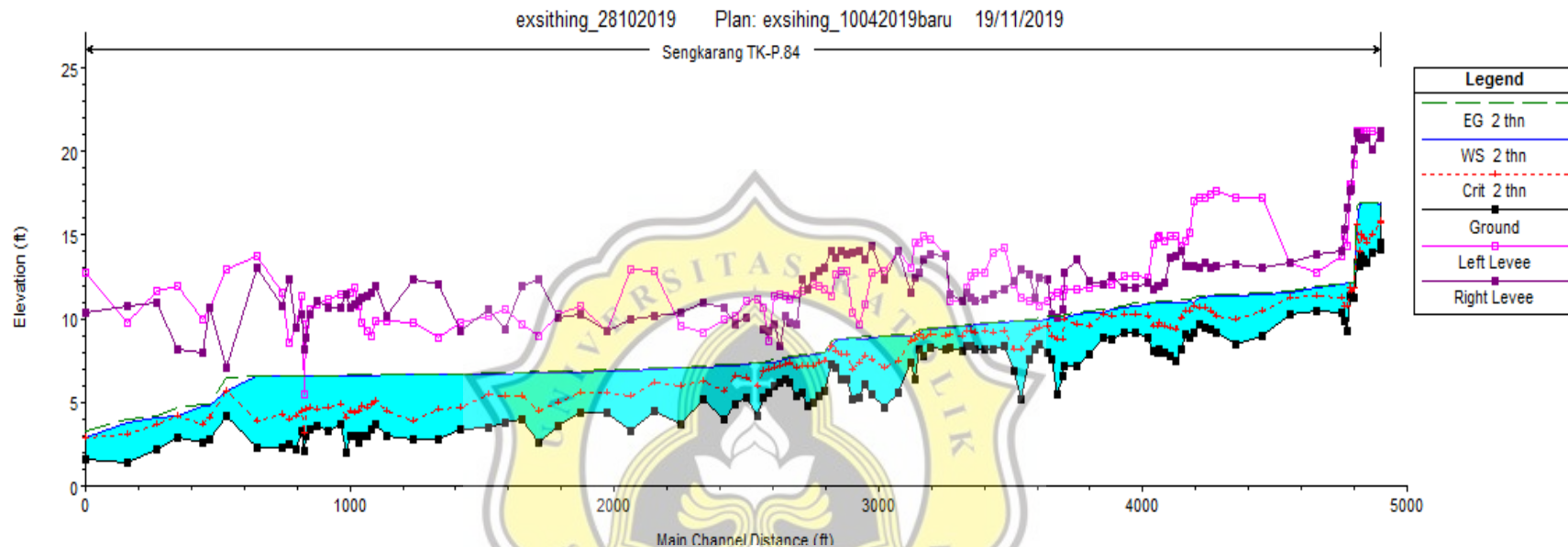
STA	<i>Cross Section (Kondisi Sudetan)</i>
1000	<p style="text-align: center;">sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020 P.0</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 4.22a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p style="text-align: center;">sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 4.22b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan pada STA 923</p>
869	<p style="text-align: center;">sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020 P.50</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 4.22c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan pada STA 923</p>

Gambar 4.22 Hasil *Output* HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan pada STA (1000, 923, dan 869)

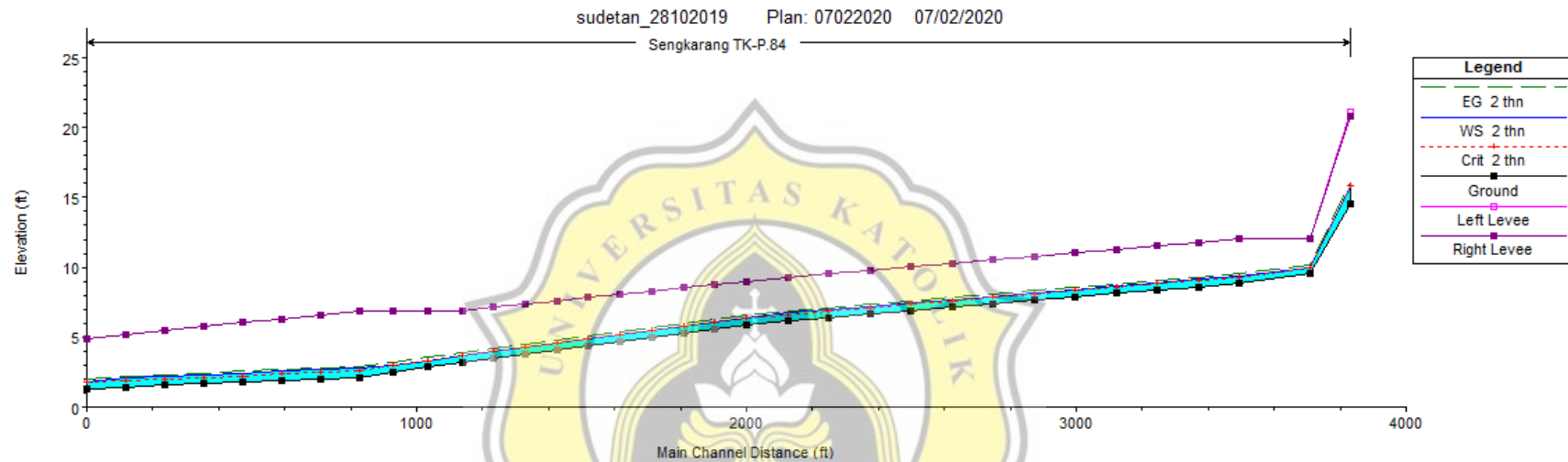


Untuk profil muka air pada kondisi eksisting dan sudetan terhadap banjir rencana 2 tahunan di Sta 1000 (awal) sampai Sta (akhir) pada Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24 .





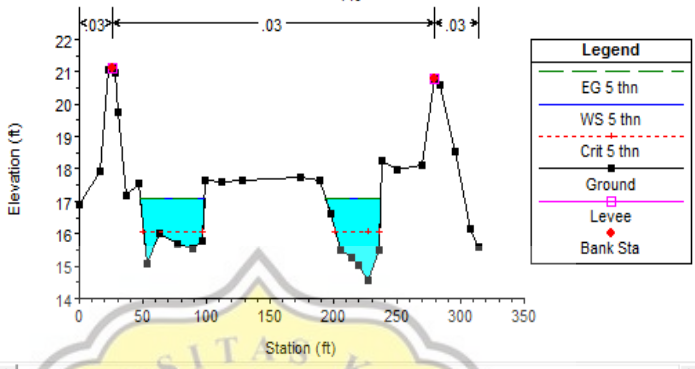
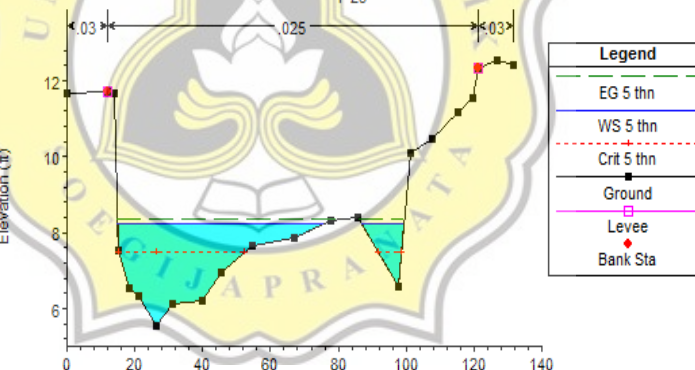
Gambar 4.23 Profil Muka Air Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan

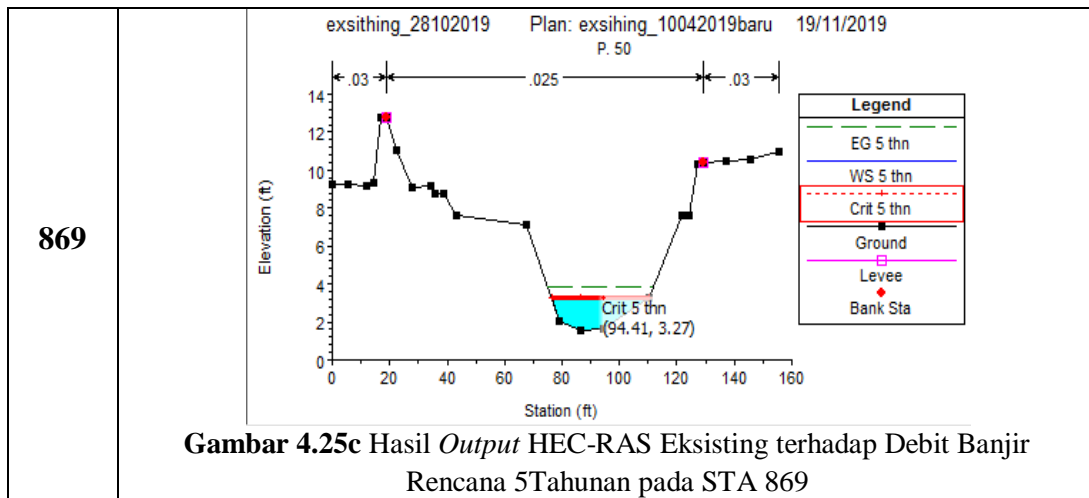


Gambar 4.24 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan



3. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan

STA	Cross Section (Kondisi Eksisting)
1000	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.0</p>  <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none">EG 5 thnWS 5 thnCrit 5 thnGroundLeveeBank Sta <p>Gambar 4.25a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.23</p>  <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none">EG 5 thnWS 5 thnCrit 5 thnGroundLeveeBank Sta <p>Gambar 4.25b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA 923</p>



Gambar 4.25 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5Tahunan pada STA (1000, 923 dan 869)

Gambar 4.25 menunjukkan hasil *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 5 tahunan yaitu sebesar $229 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada STA 1000 atau P.0 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 5 tahun, tinggi muka air sebesar 17.06 m diatas muka air laut dan pada STA 869 tidak terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 5 tahun, tinggi muka air sebesar 3,27 m diatas muka air laut. Untuk mengetahui STA yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 5 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.47.

. **Tabel 4.47** Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 5 Tahunan

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
1000	21.12	17.06	20.77	Memenuhi	956	10.79	10.23	12.41	Memenuhi
999	20.93	17.03	21.26	Memenuhi	955	11.14	10.22	11.28	Memenuhi
998	21.19	17.04	20.11	Memenuhi	954	11.05	10.17	12.66	Memenuhi
997	21.20	17.05	20.81	Memenuhi	953	11.29	10.16	12.92	Memenuhi
996	21.22	17.04	20.78	Memenuhi	952	12.06	10.18	12.22	Memenuhi
995	21.23	17.03	20.74	Memenuhi	951	14.26	10.07	11.73	Memenuhi
994	21.23	17.03	20.78	Memenuhi	950	13.93	10.06	11.43	Memenuhi
993	21.24	16.78	21.08	Memenuhi	949	12.76	10.01	11.14	Memenuhi
992	19.19	12.60	20.08	Memenuhi	948	12.73	9.99	11.02	Memenuhi
991	18.00	12.61	17.72	Memenuhi	947	12.50	9.95	11.28	Memenuhi



Tabel 4.47 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 5 Tahunan (Lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
990	17.99	12.59	17.63	Memenuhi	946	11.82	9.90	11.54	Memenuhi
989	14.30	12.62	16.59	Memenuhi	945	11.22	9.91	11.08	Memenuhi
988	14.94	12.62	15.39	Memenuhi	944	11.10	9.87	11.49	Memenuhi
987	13.71	12.49	14.06	Memenuhi	943	9.05	9.86	13.78	Memenuhi
986	12.77	12.30	13.81	Memenuhi	942	13.77	9.76	13.85	Memenuhi
985	13.34	12.08	13.33	Memenuhi	941	14.97	9.71	13.54	Memenuhi
984	17.24	11.99	13.01	Memenuhi	940	14.51	9.55	12.75	Memenuhi
983	17.25	11.93	13.26	Memenuhi	939	14.59	9.57	12.49	Memenuhi
982	17.60	11.89	13.11	Memenuhi	938	13.09	9.42	11.58	Memenuhi
981	17.46	11.81	13.07	Memenuhi	937	14.03	9.39	14.08	Memenuhi
980	17.25	11.75	13.19	Memenuhi	936	12.83	9.37	12.39	Memenuhi
979	17.20	11.73	13.08	Memenuhi	935	12.79	9.28	14.36	Memenuhi
978	17.05	11.45	13.11	Memenuhi	934	10.83	9.18	13.56	Memenuhi
977	15.10	11.57	13.11	Memenuhi	933	9.69	9.17	14.01	Memenuhi
976	14.66	11.45	13.15	Memenuhi	932	10.35	9.23	13.95	Memenuhi
975	14.31	11.40	14.08	Memenuhi	931	12.85	9.08	13.84	Memenuhi
974	14.93	11.43	13.71	Memenuhi	930	12.89	9.05	14.09	Memenuhi
973	14.92	11.42	13.67	Memenuhi	929	12.61	9.00	13.69	Memenuhi
972	14.61	11.42	12.18	Memenuhi	928	11.34	8.65	14.08	Memenuhi
971	14.91	11.30	11.92	Memenuhi	927	11.74	8.38	13.00	Memenuhi
970	14.84	11.33	11.97	Memenuhi	926	11.93	8.36	12.81	Memenuhi
969	14.40	11.31	11.76	Memenuhi	925	12.06	8.32	12.53	Memenuhi
968	12.44	11.27	12.12	Memenuhi	924	11.79	8.28	11.77	Memenuhi
967	12.54	11.13	11.87	Memenuhi	923	11.70	8.25	12.35	Memenuhi
966	12.54	10.84	11.87	Memenuhi	922	11.48	8.24	9.63	Memenuhi
965	12.00	10.91	12.57	Memenuhi	921	11.17	8.22	9.73	Memenuhi
964	12.00	10.81	12.96	Memenuhi	920	11.39	8.17	10.14	Memenuhi
963	11.83	10.76	12.22	Memenuhi	919	11.42	8.12	8.36	Memenuhi
962	11.72	10.71	13.55	Memenuhi	918	11.36	8.10	9.65	Memenuhi
961	11.77	10.54	12.77	Memenuhi	915	8.64	8.08	9.26	Memenuhi
960	11.35	10.57	10.57	Memenuhi	914	10.70	8.06	9.38	Memenuhi
959	11.55	10.54	9.04	Tidak Memenuhi	913	11.16	8.05	9.18	Memenuhi
958	11.38	10.52	10.31	Tidak Memenuhi	912	11.05	8.04	10.04	Memenuhi
957	11.03	10.41	11.04	Memenuhi	911	9.68	7.97	9.64	Memenuhi
910	9.97	7.97	8.68	Memenuhi	889	11.87	7.50	10.81	Memenuhi



Tabel 4.47 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 5 Tahunan (Lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
909	9.20	7.90	11.00	Memenuhi	888	11.57	7.49	10.69	Memenuhi
908	9.56	7.88	10.34	Memenuhi	887	11.47	7.48	11.46	Memenuhi
907	12.85	7.83	10.19	Memenuhi	886	11.45	7.48	10.63	Memenuhi
906	12.94	7.80	10.00	Memenuhi	885	11.15	7.49	10.69	Memenuhi
905	9.27	7.76	9.29	Memenuhi	884	10.30	7.47	11.01	Memenuhi
904	10.79	7.70	10.26	Memenuhi	883	10.08	7.46	10.25	Memenuhi
903	10.24	7.69	10.01	Memenuhi	882	9.70	7.46	8.88	Memenuhi
902	8.93	7.67	12.36	Memenuhi	881	5.46	7.49	8.14	Tidak Memenuhi
901	9.68	7.65	11.91	Memenuhi	880	11.37	7.45	10.22	Memenuhi
900	10.51	7.60	9.40	Memenuhi	879	9.46	7.46	9.50	Memenuhi
899	10.12	7.60	10.54	Memenuhi	878	8.56	7.45	12.31	Memenuhi
898	9.78	7.60	9.24	Memenuhi	877	11.59	7.44	10.80	Memenuhi
897	8.83	7.54	12.08	Memenuhi	876	13.75	7.44	13.05	Memenuhi
896	9.74	7.54	12.33	Memenuhi	875	12.98	6.31	7.05	Memenuhi
895	9.82	7.52	10.19	Memenuhi	874	10.62	5.28	10.70	Memenuhi
894	9.85	7.51	11.96	Memenuhi	873	9.98	5.29	8.01	Memenuhi
893	8.99	7.52	11.58	Memenuhi	872	11.91	4.59	8.15	Memenuhi
892	9.29	7.52	11.38	Memenuhi	871	11.61	4.59	10.95	Memenuhi
891	9.80	7.52	11.23	Memenuhi	870	9.79	4.25	10.71	Memenuhi
890	10.73	7.51	11.06	Memenuhi	869	12.76	3.27	10.38	Memenuhi



4. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan

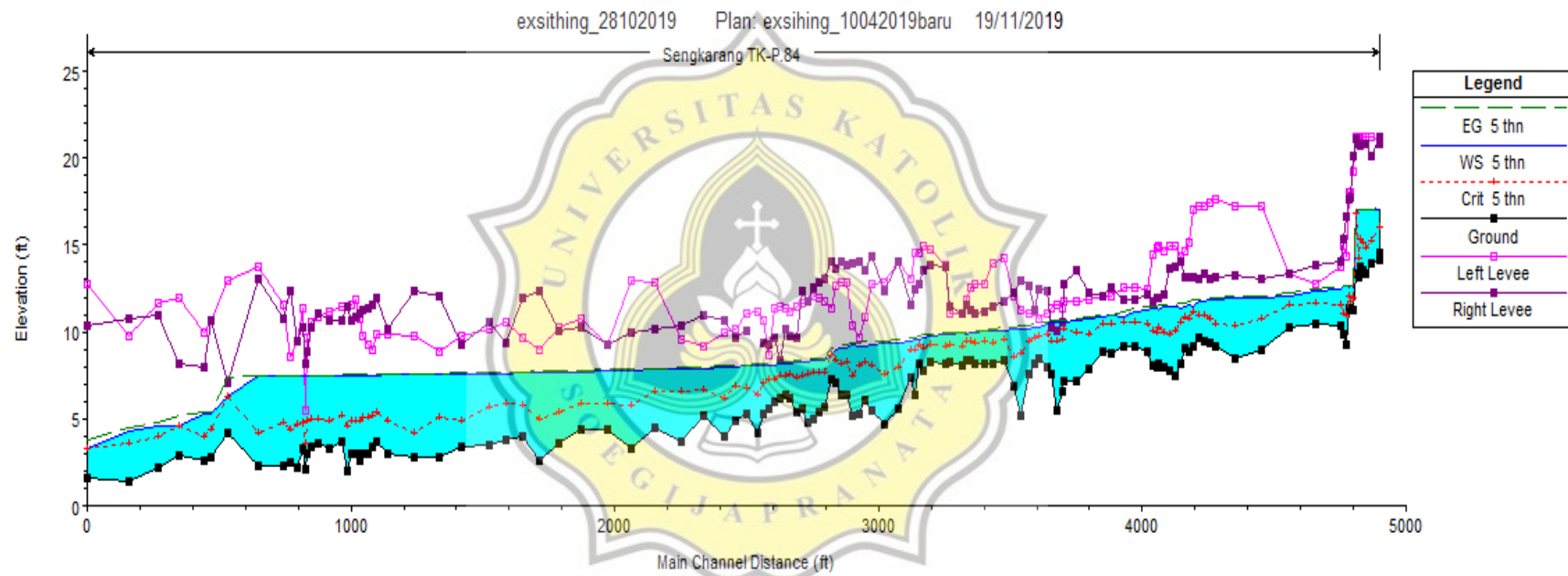
STA	<i>Cross Section (Kondisi Sudetan)</i>
1000	<p>sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020 P.0</p> <p>Gambar 4.26a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p>sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020 P.0</p> <p>Gambar 4.26b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA 923</p>
869	<p>sudetan_28102019 Plan: 07022020 07/02/2020 P.50</p> <p>Gambar 4.26c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.26 Hasil *Output* HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan pada STA (1000, 923, dan 869)

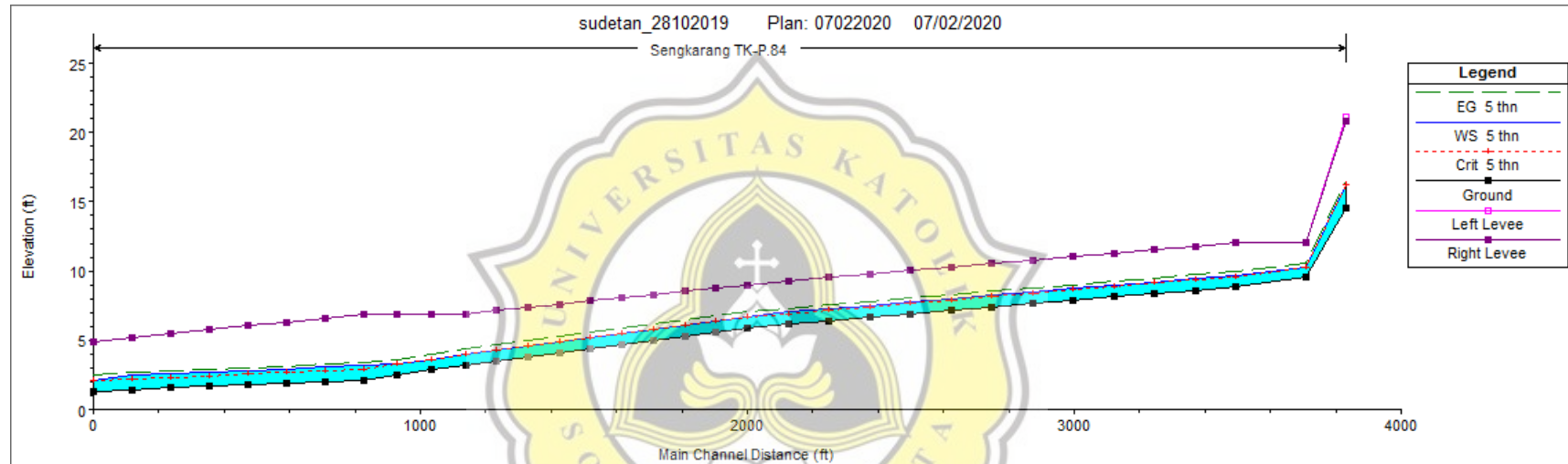


Untuk profil muka air pada kondisi eksisting dan sudetan terhadap banjir rencana 5 tahunan di Sta 1000 (awal) sampai Sta (akhir) pada Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.27 dan Gambar 4.28 .





Gambar 4.27 Profil Muka Air Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan



Gambar 4.28 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan



5. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan

STA	Cross Section (Kondisi Eksisting)
1000	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P: 0</p> <p>Elevation (ft)</p> <p>Station (ft)</p> <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none">EG 10 thnWS 10 thnCrit 10 thnGroundLeveeBank Sta <p>EG 10 thn (226.09, 17.56)</p> <p>Gambar 4.29a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P: 23</p> <p>Elevation (ft)</p> <p>Station (ft)</p> <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none">EG 10 thnWS 10 thnCrit 10 thnGroundLeveeBank Sta <p>Gambar 4.29b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan pada STA 923</p>
869	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P: 50</p> <p>Elevation (ft)</p> <p>Station (ft)</p> <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none">EG 10 thnWS 10 thnCrit 10 thnGroundLeveeBank Sta <p>Crit 10 thn (100.37, 3.86)</p> <p>Gambar 4.29c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.29 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan pada STA (1000, 923, dan 869)



Gambar 4.29 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 10 tahunan yaitu sebesar $420,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada STA 1000 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 10 tahun, tinggi muka air sebesar 17.47 m diatas muka air laut dan pada STA 869 tidak terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 10 tahun, tinggi muka air sebesar 3,86 m diatas muka air laut. Untuk mengetahui STA yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 10 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 10 Tahunan

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
1000	21.12	17.47	20.77	Memenuhi	956	10.79	11.09	12.41	Tidak Memenuhi
999	20.93	17.37	21.26	Memenuhi	955	11.14	11.06	11.28	Memenuhi
998	21.19	17.41	20.11	Memenuhi	954	11.05	10.92	12.66	Memenuhi
997	21.20	17.42	20.81	Memenuhi	953	11.29	10.85	12.92	Memenuhi
996	21.22	17.40	20.78	Memenuhi	952	12.06	10.87	12.22	Memenuhi
995	21.23	17.38	20.74	Memenuhi	951	14.26	10.80	11.73	Memenuhi
994	21.23	17.38	20.78	Memenuhi	950	13.93	10.77	11.43	Memenuhi
993	21.24	17.03	21.08	Memenuhi	949	12.76	10.75	11.14	Memenuhi
992	19.19	13.48	20.08	Memenuhi	948	12.73	10.73	11.02	Memenuhi
991	18.00	13.48	17.72	Memenuhi	947	12.50	10.71	11.28	Memenuhi
990	17.99	13.47	17.63	Memenuhi	946	11.82	10.68	11.54	Memenuhi
989	14.30	13.47	16.59	Memenuhi	945	11.22	10.69	11.08	Memenuhi
988	14.94	13.49	15.39	Memenuhi	944	11.10	10.67	11.49	Memenuhi
987	13.71	13.33	14.06	Memenuhi	943	9.05	10.66	13.78	Memenuhi
986	12.77	13.15	13.81	Tidak Memenuhi	942	13.77	10.58	13.85	Memenuhi
985	13.34	13.03	13.33	Memenuhi	941	14.97	10.55	13.54	Memenuhi
984	17.24	12.89	13.01	Memenuhi	940	14.51	10.46	12.75	Memenuhi
983	17.25	12.79	13.26	Memenuhi	939	14.59	10.47	12.49	Memenuhi
982	17.60	12.73	13.11	Memenuhi	938	13.09	10.33	11.58	Memenuhi
981	17.46	12.64	13.07	Memenuhi	937	14.03	10.17	14.08	Memenuhi
980	17.25	12.58	13.19	Memenuhi	936	12.83	10.11	12.39	Memenuhi
979	17.20	12.56	13.08	Memenuhi	935	12.79	9.96	14.36	Memenuhi
978	17.05	12.20	13.11	Memenuhi	934	10.83	9.79	13.56	Memenuhi
977	15.10	12.40	13.11	Memenuhi	933	9.69	9.80	14.01	Tidak Memenuhi
976	14.66	12.25	13.15	Memenuhi	932	10.35	9.90	13.95	Memenuhi



Tabel 4.48 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir
 Debit Rencana 10 Tahunan (Lanjutan)

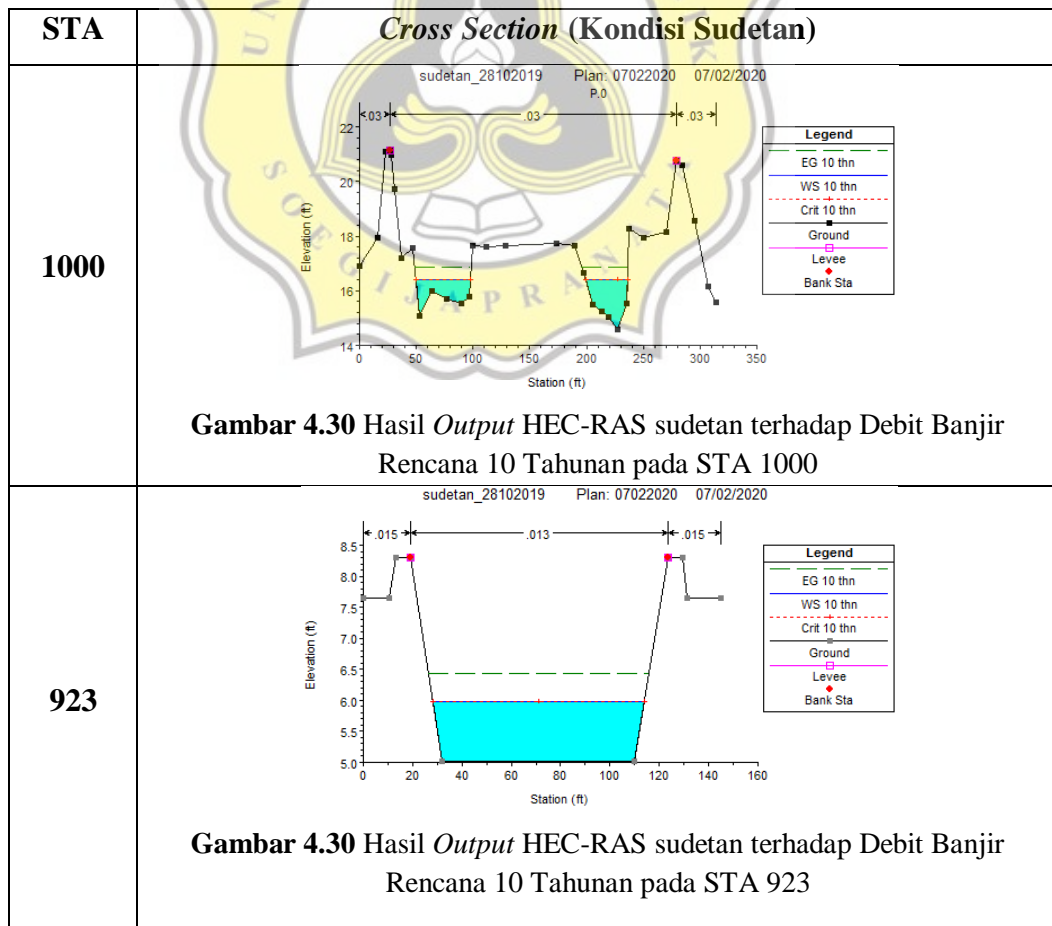
STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
975	14.31	12.16	14.08	Memenuhi	931	12.85	9.64	13.84	Memenuhi
974	14.93	12.21	13.71	Memenuhi	930	12.89	9.55	14.09	Memenuhi
973	14.92	12.20	13.67	Memenuhi	929	12.61	9.50	13.69	Memenuhi
972	14.61	12.17	12.18	Memenuhi	928	11.34	9.19	14.08	Memenuhi
971	14.91	12.03	11.92	Tidak Memenuhi	927	11.74	9.49	13.00	Memenuhi
970	14.84	12.06	11.97	Tidak Memenuhi	926	11.93	9.49	12.81	Memenuhi
969	14.40	11.95	11.76	Tidak Memenuhi	925	12.06	9.48	12.53	Memenuhi
968	12.44	1190.00	12.12	Memenuhi	924	11.79	9.46	11.77	Memenuhi
967	12.54	11.88	11.87	Memenuhi	923	11.70	9.46	12.35	Memenuhi
966	12.54	11.44	11.87	Memenuhi	922	11.48	9.46	9.63	Memenuhi
965	12.00	11.59	12.57	Memenuhi	921	11.17	9.46	9.73	Memenuhi
964	12.00	11.54	12.96	Memenuhi	920	11.39	9.44	10.14	Memenuhi
963	11.83	11.50	12.22	Memenuhi	919	11.42	9.43	8.36	Tidak Memenuhi
962	11.72	11.45	13.55	Memenuhi	918	11.36	9.42	9.65	Memenuhi
961	11.77	11.31	12.77	Memenuhi	915	8.64	9.42	9.26	Tidak Memenuhi
960	11.35	11.31	10.57	Tidak Memenuhi	914	10.70	9.38	9.38	Memenuhi
959	11.55	11.26	9.04	Tidak Memenuhi	913	11.16	9.34	9.18	Tidak Memenuhi
958	11.38	11.24	10.31	Tidak Memenuhi	912	11.05	9.34	10.04	Memenuhi
957	11.03	11.24	11.04	Tidak Memenuhi	911	9.68	9.29	9.64	Memenuhi
910	9.97	9.28	8.68	Tidak Memenuhi	889	11.87	8.88	10.81	Memenuhi
909	9.20	9.26	11.00	Tidak Memenuhi	888	11.57	8.87	10.69	Memenuhi
908	9.56	9.28	10.34	Memenuhi	887	11.47	8.85	11.46	Memenuhi
907	12.85	9.17	10.19	Memenuhi	886	11.45	8.85	10.63	Memenuhi
906	12.94	9.14	10.00	Memenuhi	885	11.15	8.87	10.69	Memenuhi
905	9.27	9.09	9.29	Memenuhi	884	10.30	8.84	11.01	Memenuhi
904	10.79	9.07	10.26	Memenuhi	883	10.08	8.83	10.25	Memenuhi
903	10.24	9.05	10.01	Memenuhi	882	9.70	8.83	8.88	Memenuhi
902	8.93	9.03	12.36	Tidak Memenuhi	881	5.46	8.85	8.14	Tidak Memenuhi
901	9.68	9.01	11.91	Memenuhi	880	11.37	8.82	10.22	Memenuhi
900	10.51	9.01	9.40	Memenuhi	879	9.46	8.83	9.50	Memenuhi
899	10.12	9.01	10.54	Memenuhi	878	8.56	8.83	12.31	Tidak Memenuhi

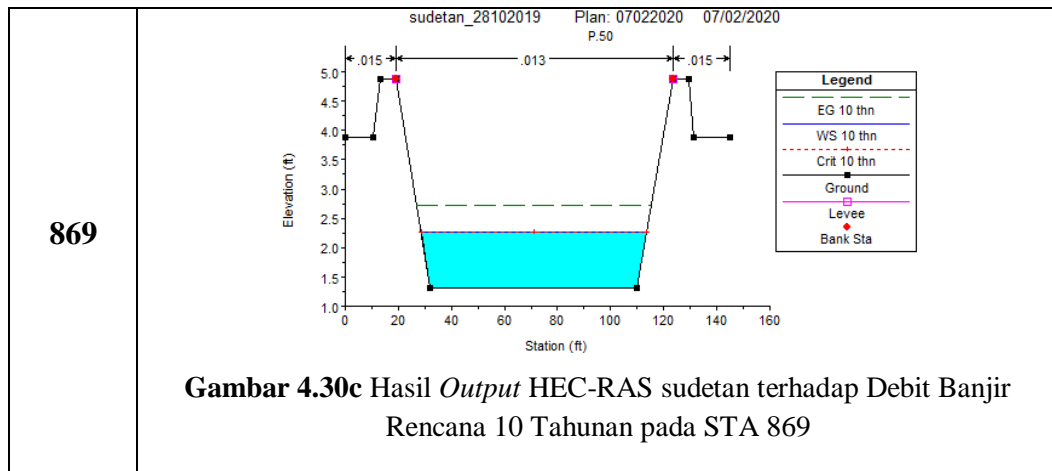


Tabel 4.48 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir
Debit Rencana 10 Tahunan (Lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
898	9.78	9.01	9.24	Memenuhi	877	11.59	8.81	10.80	Memenuhi
897	8.83	8.93	12.08	Tidak Memenuhi	876	13.75	8.80	13.05	Memenuhi
896	9.74	8.95	12.33	Memenuhi	875	12.98	7.55	7.05	Tidak Memenuhi
895	9.82	8.92	10.19	Memenuhi	874	10.62	6.14	10.70	Memenuhi
894	9.85	8.90	11.96	Memenuhi	873	9.98	6.14	8.01	Memenuhi
893	8.99	8.91	11.58	Memenuhi	872	11.91	5.28	8.15	Memenuhi
892	9.29	8.91	11.38	Memenuhi	871	11.61	5.43	10.95	Memenuhi
890	10.73	8.90	11.06	Memenuhi	869	12.76	3.86	10.38	Memenuhi

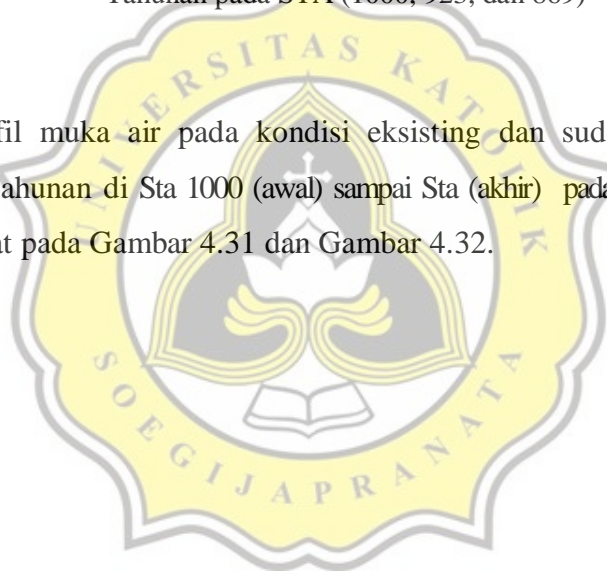
6. Hasil Output Pemodelan HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan

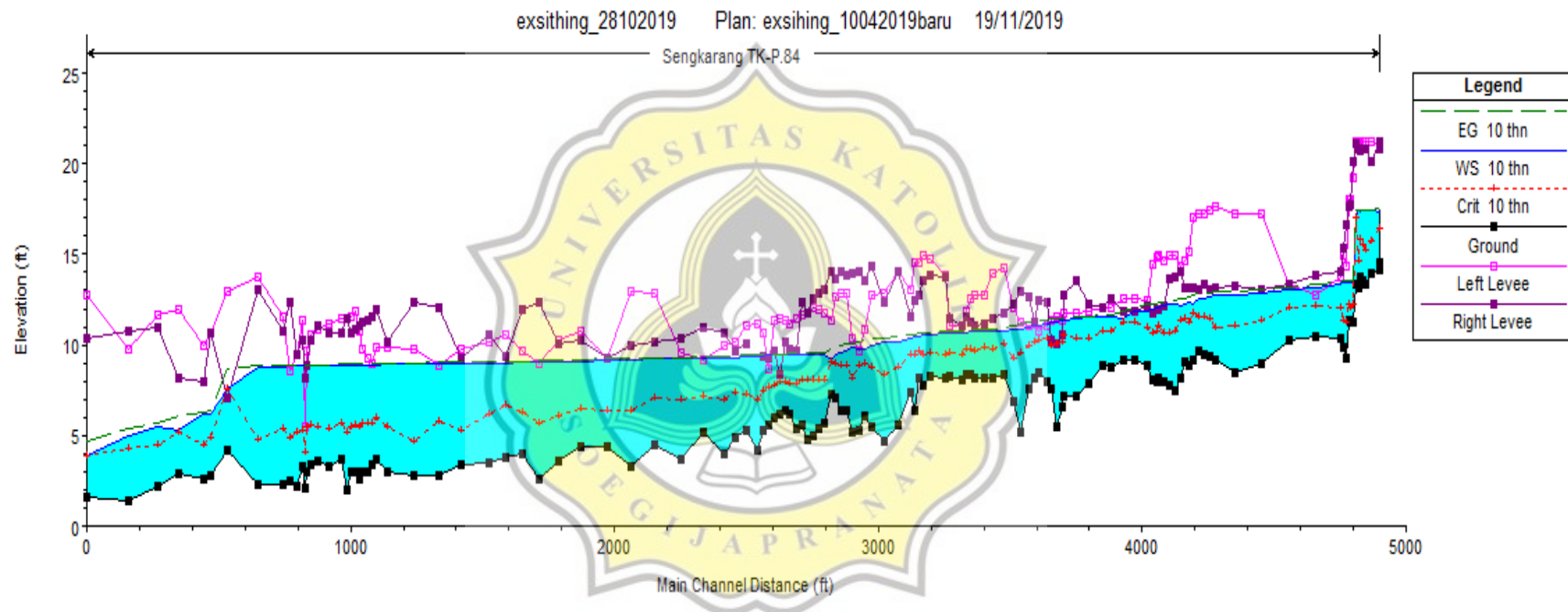




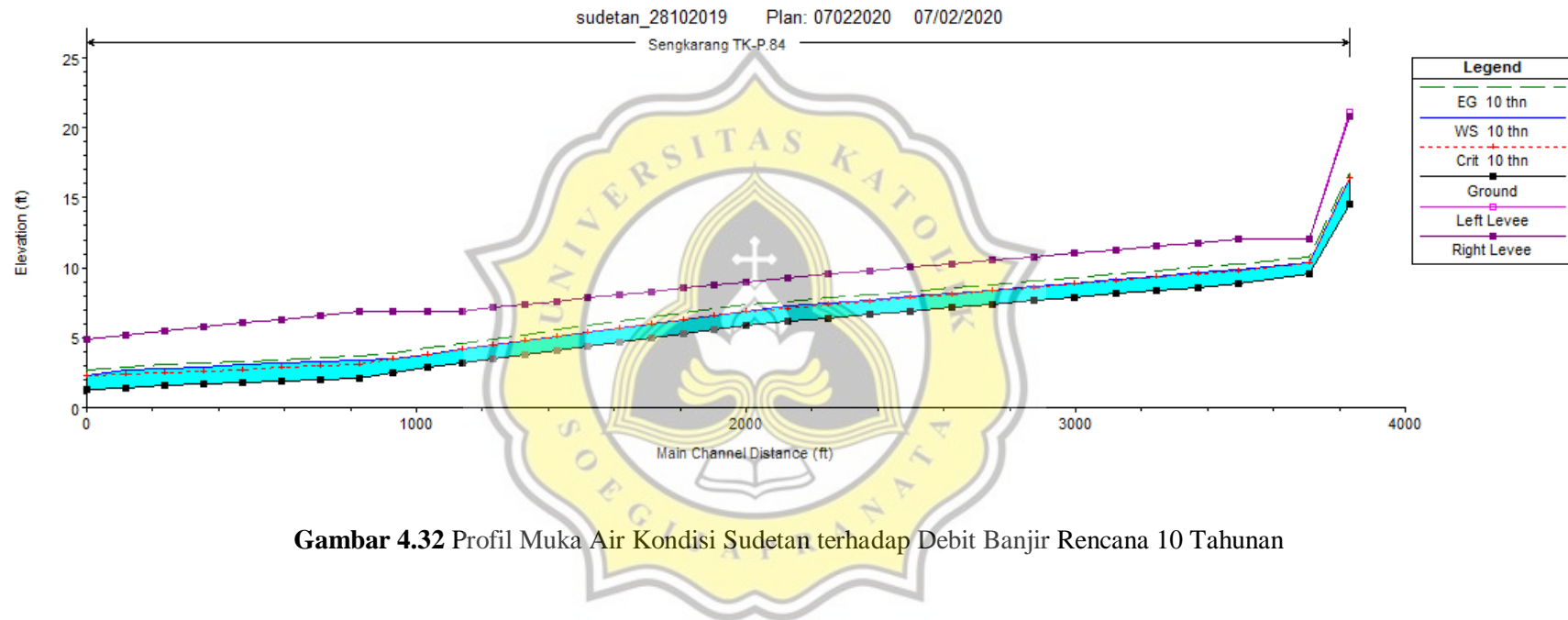
Gambar 4.30 Hasil *Output* HEC-RAS sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan pada STA (1000, 923, dan 869)

Untuk profil muka air pada kondisi eksisting dan sudetan terhadap banjir rencana 5 tahunan di Sta 1000 (awal) sampai Sta (akhir) pada Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.31 dan Gambar 4.32.





Gambar 4.31 Profil Muka Air Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan



Gambar 4.32 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan



7. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan

STA	Cross Section (Kondisi Eksisting)
1000	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.0</p> <p>Gambar 4.33a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.23</p> <p>Gambar 4.33b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 923</p>
869	<p>exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.50</p> <p>Gambar 4.33c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.33 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA (1000, 923 dan 869)



Gambar 4.33 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 25 tahunan yaitu sebesar $559,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada STA 1000 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 25 tahun, tinggi muka air sebesar 17,84 m diatas muka air laut dan pada STA 869 tidak terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 25 tahun, tinggi muka air sebesar 4,35 m diatas muka air laut. Untuk mengetahui STA yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 25 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 25 Tahunan

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
1000	21.12	17.84	20.77	Memenuhi	956	10.79	11.73	12.41	Tidak Memenuhi
999	20.93	17.69	21.26	Memenuhi	955	11.14	11.75	11.28	Tidak Memenuhi
998	21.19	17.73	20.11	Memenuhi	954	11.05	11.72	12.66	Tidak Memenuhi
997	21.20	17.73	20.81	Memenuhi	953	11.29	11.69	12.92	Tidak Memenuhi
996	21.22	17.71	20.78	Memenuhi	952	12.06	11.68	12.22	Memenuhi
995	21.23	17.68	20.74	Memenuhi	951	14.26	11.65	11.73	Memenuhi
994	21.23	17.73	20.78	Memenuhi	950	13.93	11.64	11.43	Tidak Memenuhi
993	21.24	17.24	21.08	Memenuhi	949	12.76	11.63	11.14	Tidak Memenuhi
992	19.19	14.14	20.08	Memenuhi	948	12.73	11.61	11.02	Tidak Memenuhi
991	18.00	14.15	17.72	Memenuhi	947	12.50	11.60	11.28	Tidak Memenuhi
990	17.99	14.14	17.63	Memenuhi	946	11.82	11.58	11.54	Tidak Memenuhi
989	14.30	14.16	16.59	Memenuhi	945	11.22	11.59	11.08	Tidak Memenuhi
988	14.94	14.15	15.39	Memenuhi	944	11.10	11.57	11.49	Tidak Memenuhi
987	13.71	13.97	14.06	Tidak Memenuhi	943	9.05	11.56	13.78	Memenuhi
986	12.77	13.72	13.81	Tidak Memenuhi	942	13.77	11.50	13.85	Memenuhi
985	13.34	13.78	13.33	Tidak Memenuhi	941	14.97	11.47	13.54	Memenuhi
984	17.24	13.68	13.01	Tidak Memenuhi	940	14.51	11.44	12.75	Memenuhi
983	17.25	13.50	13.26	Tidak Memenuhi	939	14.59	11.44	12.49	Memenuhi
982	17.60	13.42	13.11	Tidak Memenuhi	938	13.09	11.37	11.58	Memenuhi



Tabel 4.49 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 25 Tahunan (lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
981	17.46	13.28	13.07	Tidak Memenuhi	937	14.03	11.16	14.08	Memenuhi
980	17.25	13.19	13.19	Memenuhi	936	12.83	11.10	12.39	Memenuhi
979	17.20	13.20	13.08	Tidak Memenuhi	935	12.79	10.86	14.36	Memenuhi
978	17.05	12.79	13.11	Memenuhi	934	10.83	10.61	13.56	Memenuhi
977	15.10	12.92	13.11	Memenuhi	933	9.69	10.64	14.01	Tidak Memenuhi
976	14.66	12.72	13.15	Memenuhi	932	10.35	10.74	13.95	Tidak Memenuhi
975	14.31	12.56	14.08	Memenuhi	931	12.85	10.61	13.84	Memenuhi
974	14.93	12.63	13.71	Memenuhi	930	12.89	10.40	14.09	Memenuhi
973	14.92	12.64	13.67	Memenuhi	929	12.61	10.38	13.69	Memenuhi
972	14.61	12.60	12.18	Tidak Memenuhi	928	11.34	10.28	14.08	Memenuhi
971	14.91	12.49	11.92	Tidak Memenuhi	927	11.74	10.43	13.00	Memenuhi
970	14.84	12.52	11.97	Tidak Memenuhi	926	11.93	10.44	12.81	Memenuhi
969	14.40	12.27	11.76	Tidak Memenuhi	925	12.06	10.44	12.53	Memenuhi
968	12.44	12.27	12.12	Tidak Memenuhi	924	11.79	10.42	11.77	Memenuhi
967	12.54	12.27	11.87	Tidak Memenuhi	923	11.70	10.43	12.35	Memenuhi
966	12.54	12.07	11.87	Tidak Memenuhi	922	11.48	10.43	9.63	Tidak Memenuhi
965	12.00	12.14	12.57	Tidak Memenuhi	921	11.17	10.43	9.73	Tidak Memenuhi
964	12.00	12.11	12.96	Tidak Memenuhi	920	11.39	10.42	10.14	Tidak Memenuhi
963	11.83	12.09	12.22	Tidak Memenuhi	919	11.42	10.41	8.36	Tidak Memenuhi
962	11.72	12.02	13.55	Tidak Memenuhi	918	11.36	10.40	9.65	Tidak Memenuhi
961	11.77	11.88	12.77	Tidak Memenuhi	915	8.64	10.40	9.26	Tidak Memenuhi
960	11.35	11.90	10.57	Tidak Memenuhi	914	10.70	10.36	9.38	Tidak Memenuhi
959	11.55	11.81	9.04	Tidak Memenuhi	913	11.16	10.31	9.18	Tidak Memenuhi
958	11.38	11.79	10.31	Tidak Memenuhi	912	11.05	10.33	10.04	Tidak Memenuhi
957	11.03	11.77	11.04	Tidak Memenuhi	911	9.68	10.27	9.64	Tidak Memenuhi
910	9.97	10.27	8.68	Tidak Memenuhi	889	11.87	9.88	10.81	Memenuhi
909	9.20	10.26	11.00	Tidak Memenuhi	888	11.57	9.85	10.69	Memenuhi
908	9.56	10.27	10.34	Tidak Memenuhi	887	11.47	9.83	11.46	Memenuhi



Tabel 4.49 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 25 Tahunan (lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
907	12.85	10.20	10.19	Tidak Memenuhi	886	11.45	9.84	10.63	Memenuhi
906	12.94	10.15	10.00	Tidak Memenuhi	885	11.15	9.86	10.69	Memenuhi
905	9.27	10.12	9.29	Tidak Memenuhi	884	10.30	9.83	11.01	Memenuhi
904	10.79	10.09	10.26	Memenuhi	883	10.08	9.81	10.25	Memenuhi
903	10.24	10.07	10.01	Tidak Memenuhi	882	9.70	9.81	8.88	Tidak Memenuhi
902	8.93	10.04	12.36	Tidak Memenuhi	881	5.46	9.84	8.14	Tidak Memenuhi
901	9.68	10.02	11.91	Tidak Memenuhi	880	11.37	9.81	10.22	Memenuhi
900	10.51	10.01	9.40	Tidak Memenuhi	879	9.46	9.80	9.50	Tidak Memenuhi
899	10.12	10.01	10.54	Memenuhi	878	8.56	9.80	12.31	Tidak Memenuhi
898	9.78	10.02	9.24	Tidak Memenuhi	877	11.59	9.78	10.80	Memenuhi
897	8.83	9.95	12.08	Tidak Memenuhi	876	13.75	9.78	13.05	Memenuhi
896	9.74	9.95	12.33	Tidak Memenuhi	875	12.98	8.26	7.05	Tidak Memenuhi
895	9.82	9.91	10.19	Tidak Memenuhi	874	10.62	6.88	10.70	Memenuhi
894	9.85	9.90	11.96	Tidak Memenuhi	873	9.98	6.88	8.01	Memenuhi
893	8.99	9.91	11.58	Tidak Memenuhi	872	11.91	5.89	8.15	Memenuhi
892	9.29	9.91	11.38	Tidak Memenuhi	871	11.61	6.11	10.95	Memenuhi
891	9.80	9.91	11.23	Tidak Memenuhi	870	9.79	5.47	10.71	Memenuhi
890	10.73	9.90	11.06	Memenuhi	869	12.76	4.35	10.38	Memenuhi

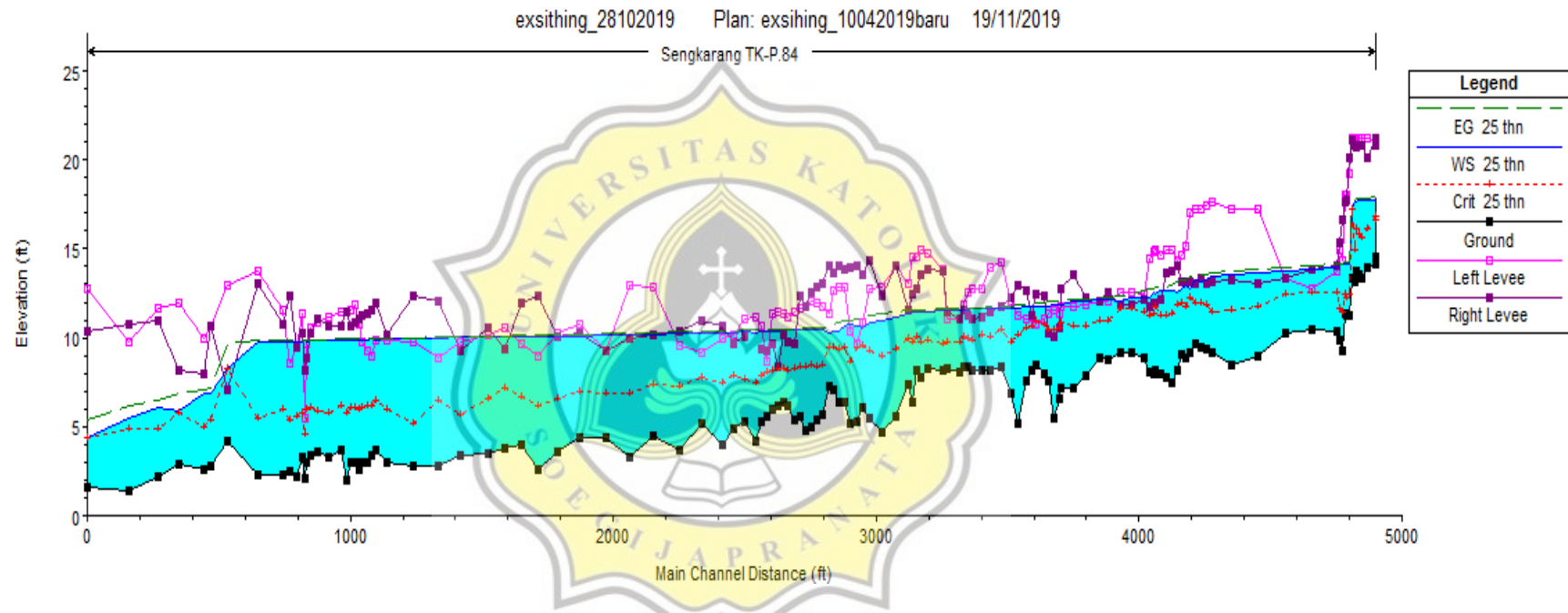


8. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan

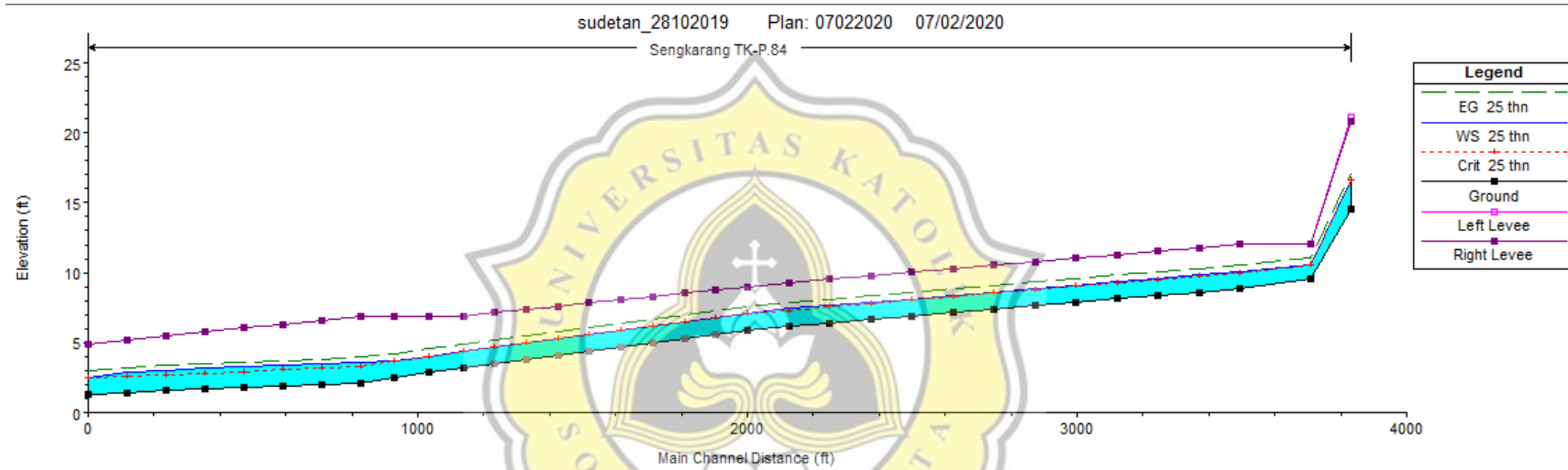
STA	<i>Cross Section (Kondisi Sudetan)</i>
1000	<p>Gambar 4.34a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p>Gambar 4.34b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 823</p>
869	<p>Gambar 4.34c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.34 Hasil *Output* HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan pada STA (1000, 823, dan 869)

Untuk profil muka air pada kondisi eksisting dan sudetan terhadap banjir rencana 25 tahunan di Sta 1000 (awal) sampai Sta (akhir) pada Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.35 dan Gambar 4.36.



Gambar 4.35 Profil Muka Air Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan



Gambar 4.36 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan

9. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan

STA	<i>Cross Section</i>
1000	<div style="text-align: right; font-size: small;"> exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.0 </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.37a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<div style="text-align: right; font-size: small;"> exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.23 </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.37b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 823</p>
869	<div style="text-align: right; font-size: small;"> exsithing_28102019 Plan: exsithing_10042019baru 19/11/2019 P.50 </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.37c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.37 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA (1000, 823, dan 869)



Gambar 4.37 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 50 tahunan yaitu sebesar $740,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada STA 1000 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 50 tahun, tinggi muka air sebesar 18.03 m diatas muka air laut dan pada STA 869 tidak terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 50 tahun, tinggi muka air sebesar 4,62 m diatas muka air laut. Untuk mengetahui STA yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 50 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 50 Tahunan

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
1000	21.12	18.03	20.77	Memenuhi	956	10.79	12.08	12.41	Tidak Memenuhi
999	20.93	17.87	21.26	Memenuhi	955	11.14	12.09	11.28	Tidak Memenuhi
998	21.19	17.91	20.11	Memenuhi	954	11.05	12.06	12.66	Tidak Memenuhi
997	21.20	17.92	20.81	Memenuhi	953	11.29	12.04	12.92	Tidak Memenuhi
996	21.22	17.89	20.78	Memenuhi	952	12.06	12.03	12.22	Memenuhi
995	21.23	17.85	20.74	Memenuhi	951	14.26	12.01	11.73	Tidak Memenuhi
994	21.23	17.91	20.78	Memenuhi	950	13.93	12.01	11.43	Tidak Memenuhi
993	21.24	17.37	21.08	Memenuhi	949	12.76	11.99	11.14	Tidak Memenuhi
992	19.19	14.43	20.08	Memenuhi	948	12.73	11.98	11.02	Tidak Memenuhi
991	18.00	14.42	17.72	Memenuhi	947	12.50	11.96	11.28	Tidak Memenuhi
990	17.99	14.43	17.63	Memenuhi	946	11.82	11.95	11.54	Tidak Memenuhi
989	14.30	14.47	16.59	Tidak Memenuhi	945	11.22	11.95	11.08	Tidak Memenuhi
988	14.94	14.43	15.39	Memenuhi	944	11.10	11.94	11.49	Tidak Memenuhi
987	13.71	14.25	14.06	Tidak Memenuhi	943	9.05	11.94	13.78	Memenuhi
986	12.77	14.13	13.81	Tidak Memenuhi	942	13.77	11.88	13.85	Memenuhi
985	13.34	14.10	13.33	Tidak Memenuhi	941	14.97	11.85	13.54	Memenuhi
984	17.24	14.01	13.01	Tidak Memenuhi	940	14.51	11.82	12.75	Memenuhi
983	17.25	13.50	13.26	Tidak Memenuhi	939	14.59	11.44	12.49	Memenuhi
982	17.60	13.42	13.11	Tidak Memenuhi	938	13.09	11.37	11.58	Memenuhi



Tabel 4.50 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 50 Tahunan (lanjutan)

STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
981	17.46	13.28	13.07	Tidak Memenuhi	937	14.03	11.16	14.08	Memenuhi
980	17.25	13.19	13.19	Memenuhi	936	12.83	11.10	12.39	Memenuhi
979	17.20	13.20	13.08	Tidak Memenuhi	935	12.79	10.86	14.36	Memenuhi
978	17.05	12.79	13.11	Memenuhi	934	10.83	10.61	13.56	Memenuhi
977	15.10	12.92	13.11	Memenuhi	933	9.69	10.64	14.01	Tidak Memenuhi
976	14.66	12.72	13.15	Memenuhi	932	10.35	10.74	13.95	Tidak Memenuhi
975	14.31	12.56	14.08	Memenuhi	931	12.85	10.61	13.84	Memenuhi
974	14.93	12.63	13.71	Memenuhi	930	12.89	10.40	14.09	Memenuhi
973	14.92	12.64	13.67	Memenuhi	929	12.61	10.38	13.69	Memenuhi
972	14.61	12.60	12.18	Tidak Memenuhi	928	11.34	10.28	14.08	Memenuhi
971	14.91	12.49	11.92	Tidak Memenuhi	927	11.74	10.43	13.00	Memenuhi
970	14.84	12.52	11.97	Tidak Memenuhi	926	11.93	10.44	12.81	Memenuhi
969	14.40	12.27	11.76	Tidak Memenuhi	925	12.06	10.44	12.53	Memenuhi
968	12.44	12.27	12.12	Tidak Memenuhi	924	11.79	10.42	11.77	Memenuhi
967	12.54	12.27	11.87	Tidak Memenuhi	923	11.70	10.43	12.35	Memenuhi
966	12.54	12.07	11.87	Tidak Memenuhi	922	11.48	10.43	9.63	Tidak Memenuhi
965	12.00	12.14	12.57	Tidak Memenuhi	921	11.17	10.43	9.73	Tidak Memenuhi
964	12.00	12.11	12.96	Tidak Memenuhi	920	11.39	10.42	10.14	Tidak Memenuhi
963	11.83	12.09	12.22	Tidak Memenuhi	919	11.42	10.41	8.36	Tidak Memenuhi
962	11.72	12.02	13.55	Tidak Memenuhi	918	11.36	10.40	9.65	Tidak Memenuhi
961	11.77	11.88	12.77	Tidak Memenuhi	915	8.64	10.40	9.26	Tidak Memenuhi
960	11.35	11.90	10.57	Tidak Memenuhi	914	10.70	10.36	9.38	Tidak Memenuhi
959	11.55	11.81	9.04	Tidak Memenuhi	913	11.16	10.31	9.18	Tidak Memenuhi
958	11.38	11.79	10.31	Tidak Memenuhi	912	11.05	10.33	10.04	Tidak Memenuhi
957	11.03	11.77	11.04	Tidak Memenuhi	911	9.68	10.27	9.64	Tidak Memenuhi
908	9.56	10.82	10.34	Tidak Memenuhi	887	11.47	10.39	11.46	Memenuhi
907	12.85	10.75	10.19	Tidak Memenuhi	886	11.45	10.39	10.63	Memenuhi
906	12.94	10.69	10.00	Tidak Memenuhi	885	11.15	10.41	10.69	Memenuhi



Tabel 4.50 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sengkarang Kondisi Eksisting Terhadap Banjir Debit Rencana 50 Tahunan (lanjutan)

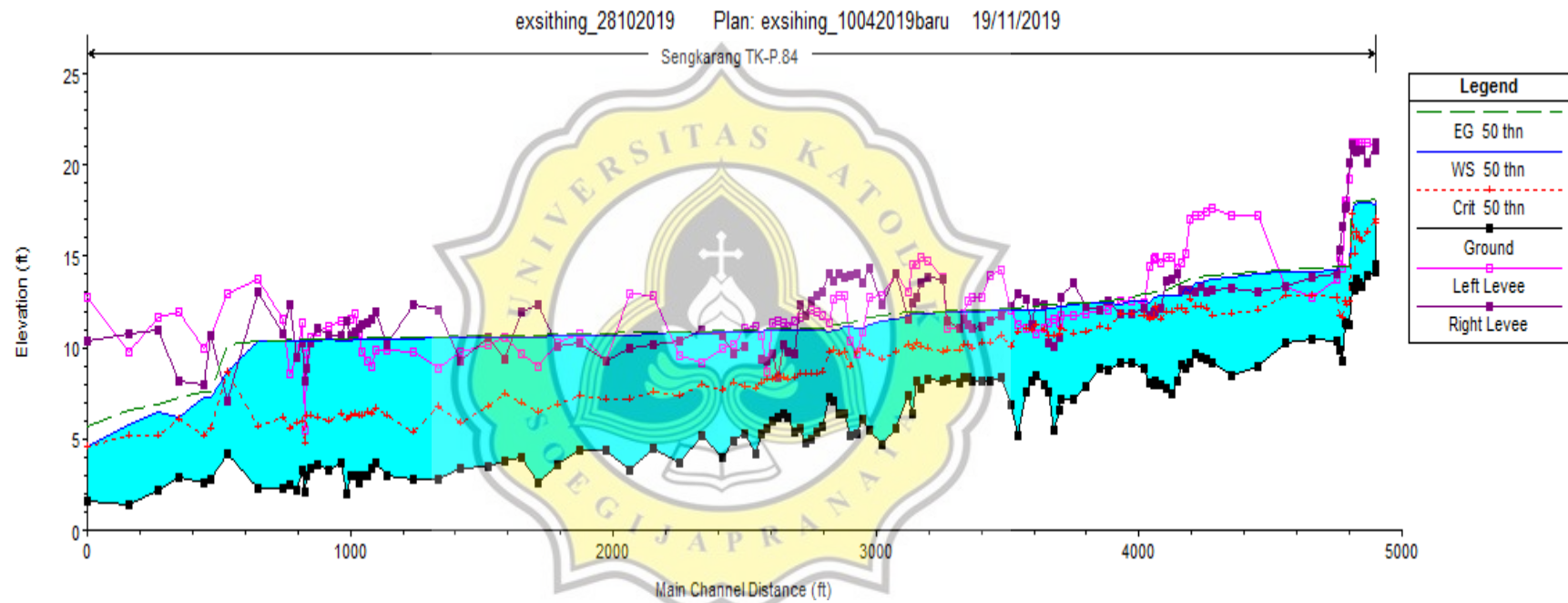
STA	Levees kiri (m)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas	STA	Levees kiri (cm)	Tinggi muka air (cm)	Levees kanan (cm)	Kapasitas
905	9.27	10.67	9.29	Tidak Memenuhi	884	10.30	10.38	11.01	Memenuhi
904	10.79	10.64	10.26	Tidak Memenuhi	883	10.08	10.37	10.25	Tidak Memenuhi
903	10.24	10.63	10.01	Tidak Memenuhi	882	9.70	10.36	8.88	Tidak Memenuhi
902	8.93	10.59	12.36	Tidak Memenuhi	881	5.46	10.39	8.14	Tidak Memenuhi
901	9.68	10.57	11.91	Tidak Memenuhi	880	11.37	10.35	10.22	Tidak Memenuhi
900	10.51	10.57	9.40	Tidak Memenuhi	879	9.46	10.36	9.50	Tidak Memenuhi
899	10.12	10.57	10.54	Memenuhi	878	8.56	10.36	12.31	Tidak Memenuhi
898	9.78	10.57	9.24	Tidak Memenuhi	877	11.59	10.33	10.80	Memenuhi
897	8.83	10.51	12.08	Tidak Memenuhi	876	13.75	10.33	13.05	Memenuhi
896	9.74	10.51	12.33	Tidak Memenuhi	875	12.98	8.62	7.05	Tidak Memenuhi
895	9.82	10.46	10.19	Tidak Memenuhi	874	10.62	7.31	10.70	Memenuhi
894	9.85	10.47	11.96	Tidak Memenuhi	873	4.62	7.30	8.01	Memenuhi
893	8.99	10.47	11.58	Tidak Memenuhi	872	11.91	6.21	8.15	Memenuhi
892	9.29	10.47	11.38	Tidak Memenuhi	871	11.61	6.49	10.95	Memenuhi
891	9.80	10.47	11.23	Tidak Memenuhi	870	9.79	5.76	10.71	Memenuhi
890	10.73	10.45	11.06	Memenuhi	869	12.76		10.38	Memenuhi

10. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan

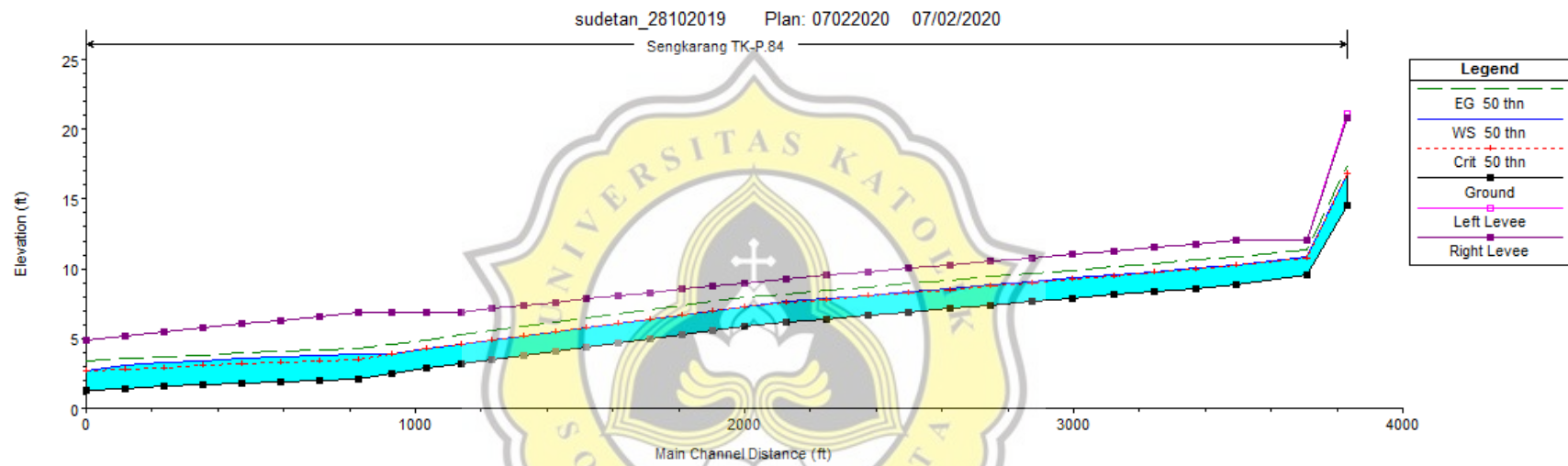
STA	Cross Section (Kondisi Sudetan)
1000	<p style="text-align: center;">Gambar 4.38a Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 1000</p>
923	<p style="text-align: center;">Gambar 4.38b Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 823</p>
869	<p style="text-align: center;">Gambar 4.38c Hasil <i>Output</i> HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA 869</p>

Gambar 4.38 Hasil *Output* HEC-RAS Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan pada STA (1000, 823, dan 869)

Untuk profil muka air pada kondisi eksisting dan sudetan terhadap banjir rencana 25 tahunan di Sta 1000 (awal) sampai Sta (akhir) pada Sungai Sengkarang dapat dilihat pada Gambar 4.39 dan Gambar 4.40.



Gambar 4.39 Profil Muka Air Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan



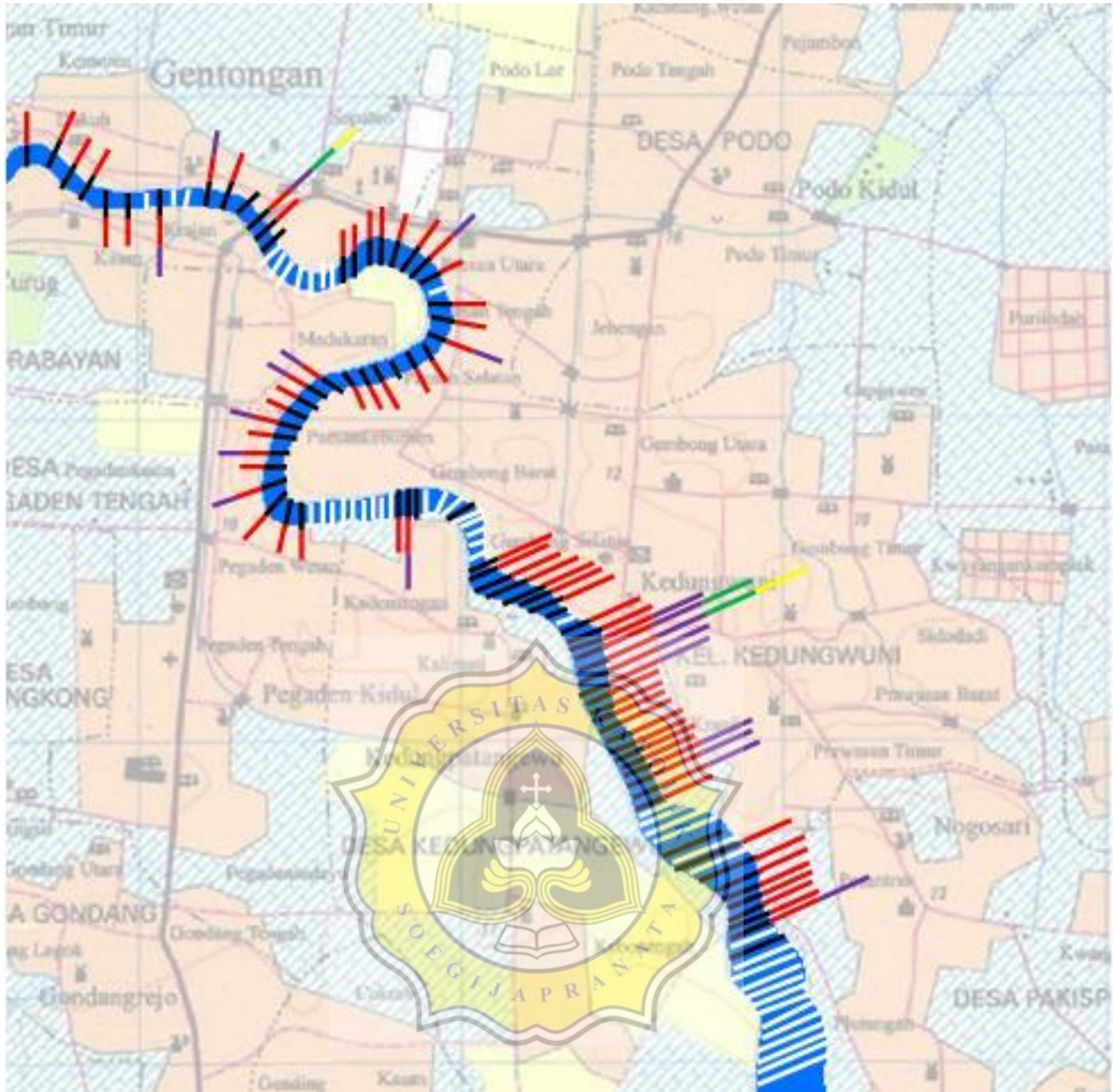
Gambar 4.40 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan





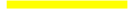


4.4.3 Kondisi Eksisting Sungai Sengkarang

Hasil dari simulasi yang dilakukan pada titik penelitian dalam kondisi asli dengan debit banjir rencana maka dapat disimpulkan kapasitas Sungai Sengkarang pada titik penelitian tidak dapat menampung air, dimana air diharuskan tidak melebihi kapasitas penampang. Dalam kondisi eksisting Sungai Sengkarang hanya mampu menampung debit sebesar 42.73 m³/dt. Dengan ketinggian air diatas mercu bendung Pesantren Kletak sebesar 90 cm, apabila ketinggian air melebihi 100 cm dapat dikategorikan sebagai debit banjir. Kondisi wilayah yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun dapat dilihat pada Gambar 4.41 di bawah ini:





- Keterangan :
- STA. yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 50 Tahun ditandai dengan garis warna hitam: 
 - STA. yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 25 Tahun ditandai dengan garis warna merah: 
 - STA. yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 10 Tahun ditandai dengan garis warna ungu: 
 - STA. yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 5 Tahun ditandai dengan garis warna hijau: 
 - STA. yang terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 2 Tahun ditandai dengan garis warna kuning: 
- Sedangkan garis warna putih merupakan Sta yang terjadi limpasan

Gambar 4.41 Profil Muka Air Kondisi Sudetan terhadap Debit Banjir Rencana T Tahun



Untuk mengetahui lebih jelas STA dan lokasinya limpasan akibat debit banjir 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun pada Gambar 4.41 dapat dilihat pada Tabel 4.51.

Tabvel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun

2 Tahun		50 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
959	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	989	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	987	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		986	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
5 Tahun		985	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
STA	Keterangan	984	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
959	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	983	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
958	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	982	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	981	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		979	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
10 Tahun		977	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
STA	Keterangan	972	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
986	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	971	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
971	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	970	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
970	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	969	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
969	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	968	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah



Tabel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun
(Lanjutan)

10 Tahun		50 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
960	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	967	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
959	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	966	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
958	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	965	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
957	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	964	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
956	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	963	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
933	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	962	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
919	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	961	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
915	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	960	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
913	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	959	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
910	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	958	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
909	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	957	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
902	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	956	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
897	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	955	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
893	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	954	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	953	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
878	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	951	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah



Tabel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun
(Lanjutan)

10 Tahun		50 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
895	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	950	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		949	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		948	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		947	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		946	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		945	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		944	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		938	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		934	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		933	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		932	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		922	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		921	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		920	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		919	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
		918	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah

25 Tahun	
STA	Keterangan
987	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
986	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
985	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
984	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
983	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
982	Desa Pakisputih, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
981	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
979	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
972	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
971	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
970	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
969	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah



Tabel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun
(Lanjutan)

25 Tahun		50 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
968	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	915	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
967	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	914	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
966	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	913	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
965	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	912	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
964	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	911	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
963	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	910	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
962	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	909	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
961	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	908	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
960	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	907	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
959	Desa Prawasan Timur, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	906	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
958	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	905	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
957	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	904	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
956	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	903	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
955	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	902	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
954	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	901	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
953	Desa Kademangan, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	900	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah



Tabel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun
(Lanjutan)

25 Tahun		50 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
950	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	898	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
949	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	897	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
948	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	896	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
947	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	895	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
946	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	894	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
945	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	893	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
944	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	892	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
933	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	891	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
932	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	883	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
922	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	882	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
921	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
920	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	880	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
919	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	879	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
918	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	878	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
915	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	875	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah



Tabel 4.51 STA dan Keterangan Lokasi STA yang terjadi Limpasan Banjir Rencana T Tahun
(Lanjutan)

25 Tahun		25 Tahun	
STA	Keterangan	STA	Keterangan
914	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	896	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
913	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	894	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
912	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	893	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
911	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	892	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
910	Desa Paesan Kebumen, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	891	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
909	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	882	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
908	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
907	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	879	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
906	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	875	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
905	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	893	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
903	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	892	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
902	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	891	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
901	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	882	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
900	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	881	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
898	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	879	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah
897	Desa Madukaran, Kecamatan Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah	875	Desa Surabayan, Kecamatan Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah