

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Batas Das

Dalam menentukan batas DAS Garang dalam penelitian ini, dibantu dengan data Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), *software* Universal Map Downloader dan ArcMap 10.3.

4.1.1 Batas DAS Garang

Lembar-lembar peta RBI tersebut masih dalam keadaan terpisah. Untuk dapat menyatukan lembar peta tersebut perlu dilakukan registrasi citra atau *georeferencing* terlebih dahulu dengan bantuan ArcMap 10.3. Registrasi citra adalah proses penempatan objek berupa *raster* atau *image* yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Pada registrasi citra ini menggunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) WGS 1984. Sistem koordinat UTM membagi bumi kedalam 60 zona. Sistem koordinat UTM juga membagi bumi kedalam dua bagian yaitu belahan bumi utara (*northern hemisphere*) dan belahan bumi selatan (*southern hemisphere*). DAS Garang yang terletak di daerah Jawa Tengah termasuk dalam zona 49S. Berikut merupakan gambar pembagian zona



Gambar 4.1 Pembagian Zona UTM Wilayah Indonesia

Proses selanjutnya adalah melakukan *digitizing* untuk menandai lokasi penting, menandai alur atau jalur serta membentuk batas DAS



Tugas Akhir

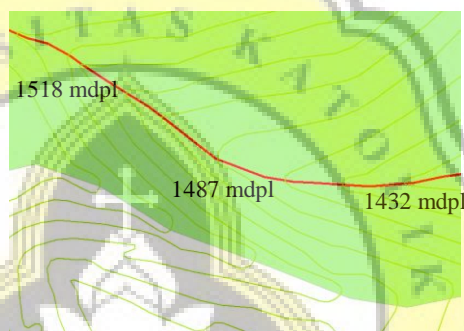
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

pada peta. *Digitizing* dimulai dengan menandai seluruh alur sungai dari hulu hingga hilir dengan Bendung Simongan sebagai titik kontrol.

Selanjutnya menentukan batas DAS Garang. Syarat menentukan garis batas DAS adalah sebagai berikut :

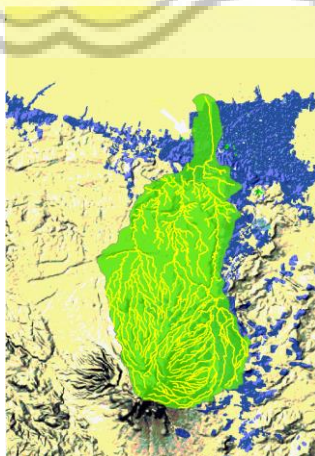
- a. Batas DAS terletak pada punggung kontur
- b. Batas DAS dapat menggunakan alur jalan, jika kontur tidak terlalu jelas
- c. Batas DAS tidak boleh memotong alur sungai.

Berikut merupakan gambar punggung kontur.



Gambar 4.2 Punggung kontur untuk Menentukan Batas Das

Berikut gambar batas DAS Garang terdapat pada Gambar 4.3. Warna hijau menunjukkan batas DAS Garang dan garis berwarna merah merupakan anak sungai. Garis merah yang berada didalam DAS Garang merupakan anak sungai yang bermuara pada sungai Banjir Kanal Barat.

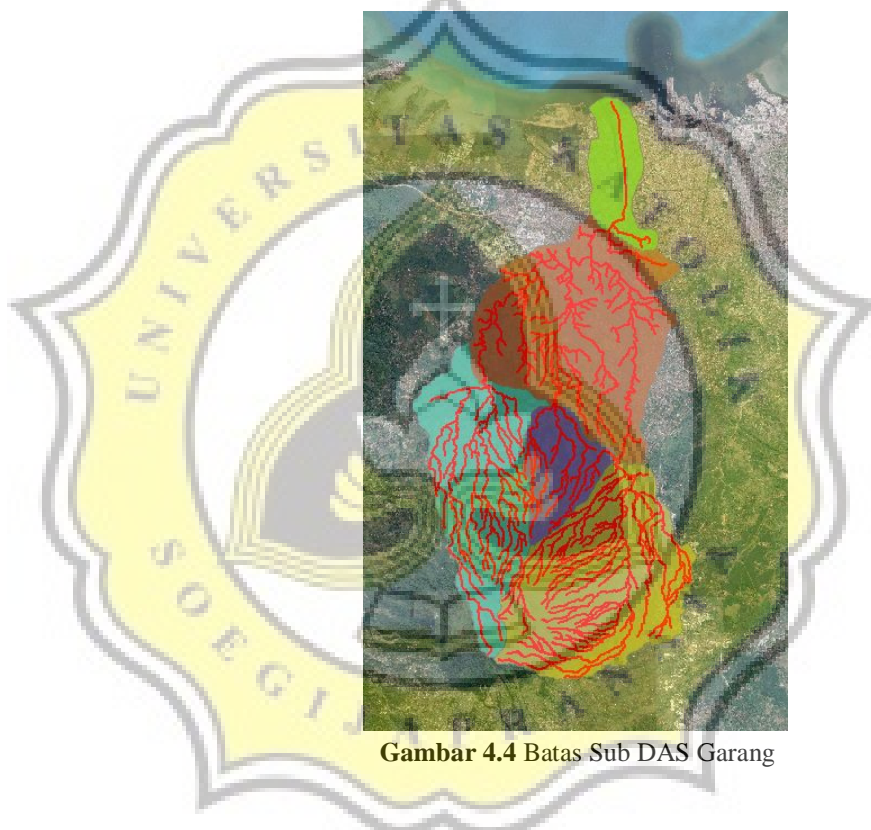


Gambar 4.3 Alur Sungai dan Batas DAS Garang



4.1.2 Pembagian Area Sub DAS

Selanjutnya dilakukan pembagian DAS Garang menjadi sub-sub DAS. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan banyak dan letak titik-titik kontrol yang merupakan percabangan antara sungai utama dengan anak sungai. Selanjutnya membuat batas sub DAS sesuai dengan titik kontrol percabangan yang telah ditentukan. Berikut gambar sub DAS Garang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Batas Sub DAS Garang

Peta diatas menunjukkan pembagian sub DAS pada DAS Garang. Penamaan sub DAS ini dilakukan dengan cara pemberian nomor. Pada DAS ini dibagi menjadi 5 bagian.

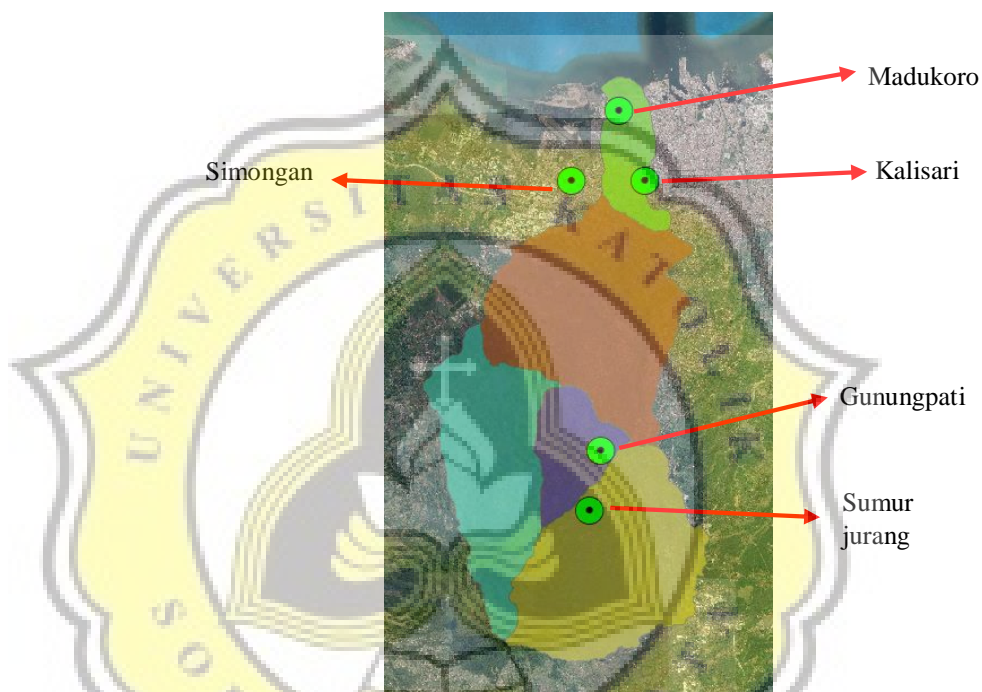
4.1.3 Area Pengaruh *Poligon Thiessen*

Setelah menentukan batas DAS dan Sub DAS Garang, selanjutnya adalah menentukan area pengaruh *Poligon Thiessen* yang berguna untuk melakukan perhitungan curah hujan area. Penentuan area



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

pengaruh poligon berdasarkan pada jumlah dan lokasi stasiun hujan yang ada. Pada DAS Garang, stasiun hujan yang memberikan pengaruh ada 5, yaitu Stasiun hujan Madukoro, Stasiun hujan Kalisari, Stasiun hujan Simongan, Stasiun hujan Sumur Jurang, dan Stasiun hujan Gunung Pati. Posisi stasiun hujan DAS Garang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



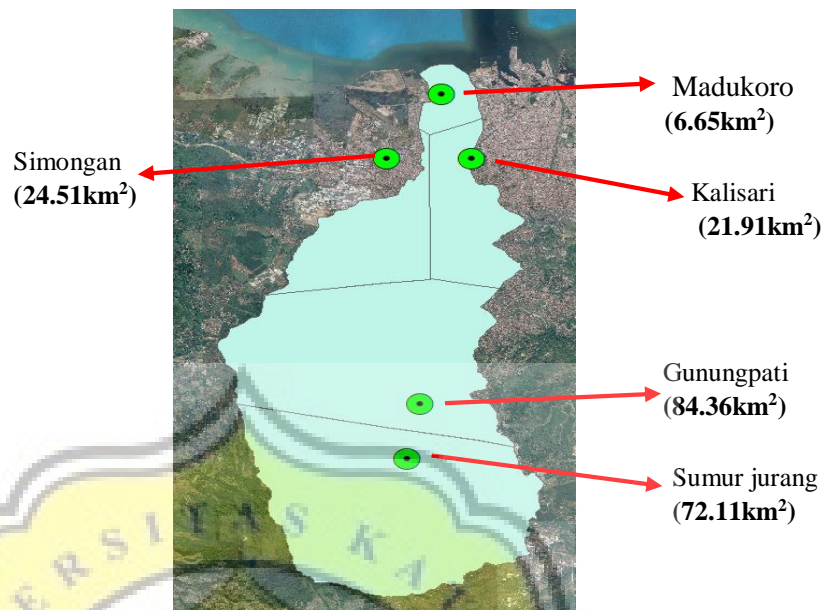
Gambar 4.5 Posisi Stasiun Hujan DAS Garang

Sesudah mengetahui dan menandai lokasi dari kelima stasiun hujan tersebut pada gambar DAS Garang, selanjutnya adalah proses pembentukan area pengaruh *Poligon Thiessen*. *Poligon Thiessen* membagi DAS berdasarkan pengaruh dari stasiun hujan yang ada. Adapun hasil dari *Poligon Thiessen* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS



Gambar 4.6 Area Pengaruh *Poligon Thiessen*

Koefisien thiessen diperoleh dengan bantuan software ARCGIS. Setelah diketahui luas pengaruh stasiun hujan, hasil perhitungan koefisien *thiessen* bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Koefisien *Thiessen*

Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Koefisien
Madukoro	6,65	0,40
Simongan	24,51	0,11
Kalisari	21,91	0,10
Sumur Jurang	72,11	0,34
Gunung pati	84,36	0,03
Jumlah	209,55	1

4.2 Analisa Hujan Rancangan

Analisis hujan rencana pada DAS Garang menggunakan data hujan yang diambil dari 5 stasiun hujan yaitu Stasiun hujan Madukoro, Stasiun hujan Kalisari, Stasiun hujan Simongan, Stasiun hujan Sumur Jurang, dan Stasiun hujan Gunung Pati. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian dari tahun 2005 hingga tahun 2017.



4.2.1. Perhitungan Curah Hujan Area

Perhitungan curah hujan area atau curah hujan DAS menggunakan Metode *Poligon Thiessen*. Setelah wilayah Das Garang dibagi menjadi 5 wilayah berdasarkan area pengaruh *Poligon Thiessen*, maka dapat dihitung luas dan bobot atau koefisien *Thiessen* masing-masing di wilayah tersebut. Kemudian nilai curah hujan maksimum dikalikan dengan koefisien *Thiessen*nya masing-masing stasiun. Hasil analisis curah hujan DAS dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perhitungan Curah Hujan DAS Garang

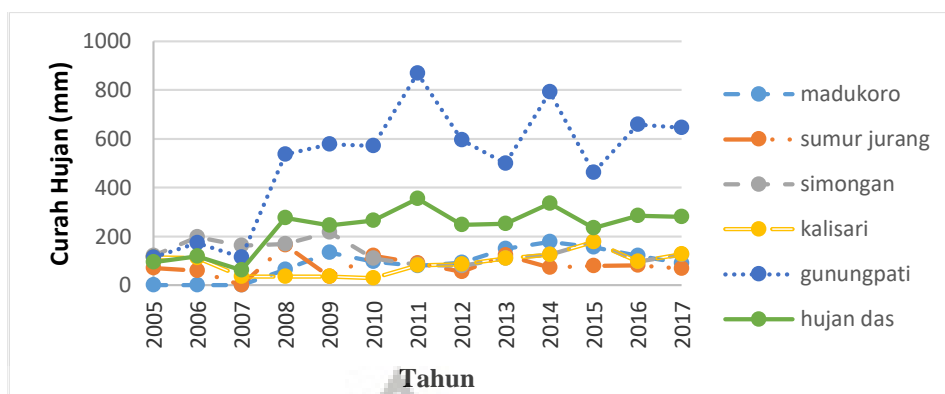
Tahun	Madukoro	Sumur Jurang	Simongan	Kalisari	Gunungpati	Hujan DAS
	0,03	0,40	0,12	0,10	0,34	1,00
2005	0	70	121	115	115	93,93
2006	0	60	198	112	174	118,90
2007	0	0	162	35	114	61,84
2008	65	165	169	35	537	276,71
2009	133	35	216	35	577	245,80
2010	97	121	110	30	571	264,29
2011	79	90	83	82	868	355,72
2012	93	55	80	86	596	248,54
2013	150	124	111	111	499	250,99
2014	177	72	125	125	791	334,50
2015	155	79	177	177	462	234,92
2016	120	82	98	97	658	284,86
2017	90	68	126	127	646	280,56
Rerata	115,90	89,10	129,50	90,50	620,50	277,69
Std. Dev	36,88	37,97	44,30	47,59	126,57	39,39
Co. Variance	1.359,88	1.441,88	1.962,06	2.264,50	16.020,28	1.551,71
Co. Kurtosis	-1,14	0,48	-0,06	-0,43	0,34	0,48

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dari perhitungan curah hujan DAS, dapat digambarkan sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan harian maksimum dari Stasiun hujan Madukoro, Stasiun Kalisari, Stasiun hujan Simongan, Stasiun Sumur Jurang, dan Stasiun Gunung Pati. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS



Gambar 4.7 Grafik Hujan Harian Maksimum

4.2.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

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

A. 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 Garang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Parameter Statistik DAS Garang

m	$P = m/(N+1)$	Tahun	R_{24} (mm)	$\ln R_{24}$ (mm)
1	0.071	2011	363.281	5.895
2	0.143	2014	357.298	5.879
3	0.214	2016	294.388	5.685
4	0.286	2017	291.478	5.675
5	0.357	2008	282.366	5.643
6	0.429	2010	273.881	5.613
7	0.500	2013	259.534	5.559
8	0.571	2012	258.926	5.557
9	0.643	2009	251.704	5.528
10	0.714	2015	239.526	5.479
11	0.786	2006	118.904	4.778
12	0.857	2005	93.933	4.543
13	0.929	2007	61.838	4.125



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Penentuan jenis distribusi dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Hasil pencocokan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s = 4,308$ $C_k = 5,991$	Tidak Memenuhi
Log-Normal	$C_s \approx 3C_v + (C_v^2) = 3$ $C_k \approx 5,383$	$C_s = 11,231$ $C_k = 5,991$	Tidak Memenuhi
Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Gumbel	$C_s \approx 1,1396$ $C_k \approx 5,4002$	$C_s = 11,231$ $C_k = 5,991$	Tidak memenuhi
Log-Person III	$C_s \neq 0$	$C_s = 5,077$ $C_k = 3,841$	Memenuhi

B. Pemilihan Jenis Distribusi

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

Jenis distribusi yang dihitung dalam penelitian ini 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. Dalam penelitian ini jumlah kala ulang yang dikehendaki ada 6 yaitu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 macam distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Distribusi

P(x >= Xm)	T	Karakteristik Debit (m ³ /dt) menurut probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
		X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T
0.9	1.1	121.594	-1.282	108.214	1.424	138.631	-1.100	105.883	-1.322
0.5	2.	242.081	0.000	217.311	0.263	226.637	-0.164	246.651	0.233
0.2	5.	321.208	0.842	343.506	1.079	309.723	0.719	339.650	0.821
0.1	10.	362.569	1.282	436.393	2.067	364.733	1.305	378.818	1.021
0.04	25.	406.675	1.751	563.276	3.416	434.238	2.044	410.693	1.170
0.02	50.	435.168	2.054	664.243	4.490	485.801	2.592	425.677	1.236
0.01	100.	460.797	2.326	770.433	5.620	536.983	3.137	435.625	1.278
0.001	1,000.	532.615	3.090	1,167.402	9.842	706.107	4.936	449.129	1.334

C. Pengujian Kecocokan Distribusi

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

C.1. Uji Chi-Kuadrat

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

$$N \text{ (Jumlah data)} = 13$$

$$K \text{ (Jumlah kelas)} = 1 + (3,322 \times \text{Log } n)$$

$$= 1 + (3,322 \times \text{Log } 13)$$

$$= 4,58 \approx 5 \text{ kelas}$$

$$E_f \text{ (frekuensi sesuai kelas)} = \frac{N}{K}$$

$$= \frac{13}{5} = 2,6$$

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

$$DK \text{ (Derajat Kebebasan)} = K - (R + 1)$$

$$= 5 - (2 + 1) = 2$$

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



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Nilai Chi-Kritik dapat dilihat pada di Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Nilai Chi-Kuadrat Kritik

DK	Distribusi χ^2											
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	,000157	,00393	,0158	,0642	,148	,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	,0201	,103	,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	,115	,352	,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	,297	,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086	20,517

Sumber: Harto, 1991

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.

1. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Proses dan tahapan perhitungan uji chi-kuadrat untuk distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Kelas	$P(x \geq X_m)$	Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	$(Ef - Of)^2 / Ef$	
5	,200	$0 < P \leq ,200$	2.600	321.208	2.000	0.600	0.138
	,400	$,200 < P \leq ,400$	2.600	265.900	4.000	1.400	0.754
	,600	$,400 < P \leq ,600$	2.600	218.262	4.000	1.400	0.754
	,800	$,600 < P \leq ,800$	2.600	162.955	0.000	2.600	2.600
	0,999	$,800 < P \leq 0,999$	2.600	-48.452	3.000	0.400	0.062
			13.000		13.000	Chi-Kuadrat =	4.308
						DK =	2
Distribusi NORMAL Diterima						Chi-Kritik =	5.991

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Normal, nilai Chi-Kuadrat (=4,308) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Normal dapat di terima.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

2. Uji Chi – Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Pengujian Chi-Kuadrat untuk distribusi Log-Normal dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	,200	0 < P <= ,200	2.600	343.506	2.000	0.600	0.138
	,400	,200 < P <= ,400	2.600	249.425	7.000	4.400	7.446
	,600	,400 < P <= ,600	2.600	189.331	1.000	1.600	0.985
	,800	,600 < P <= ,800	2.600	137.477	0.000	2.600	2.600
	0.999	,800 < P <= 0,999	2.600	40.452	3.000	0.400	0.062
			13.000	13.000	Chi-Kuadrat =	11.231	
					DK =	2	
Distribusi LOG-NORMAL Ditolak						Chi-Kritik =	5.991

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log Normal, nilai Chi -Kuadrat (=11,231) lebih besar dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Log- Normal ditolak.

3. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Pengujian Chi-Kuadrat untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	,200	0 < P <= ,200	2.600	309.723	2.000	0.600	0.138
	,400	,200 < P <= ,400	2.600	249.011	7.000	4.400	7.446
	,600	,400 < P <= ,600	2.600	206.178	1.000	1.600	0.985
	,800	,600 < P <= ,800	2.600	164.885	0.000	2.600	2.600
	0.999	,800 < P <= 0,999	2.600	58.097	3.000	0.400	0.062
			13.000	13.000	Chi-Kuadrat =	11.231	
					DK =	2	
Distribusi GUMBEL Ditolak						Chi-Kritik =	5.991



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Gumbel, nilai Chi -Kuadrat (=11,231) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Log- Normal ditolak.

4. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Person III

Proses dan tahapan Perhitungan uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	R24 (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	,200	0 < P <= ,200	2.600	339.650	2.000	0.600	0.138
	,400	,200 < P <= ,400	2.600	276.265	3.000	0.400	0.062
	,600	,400 < P <= ,600	2.600	216.656	5.000	2.400	2.215
	,800	,600 < P <= ,800	2.600	149.662	0.000	2.600	2.600
	0.999	,800 < P <= 0,999	2.600	12.020	3.000	0.400	0.062
			13.000		13.000	Chi-Kuadrat =	5.077
						DK =	2
Distribusi LOG-PEARSON III Diterima						Chi-Kritik =	5.991

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log-Person III, nilai Chi -Kuadrat (=5,077) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka distribusi Log-Person III dapat diterima.

C.2. Uji Smirnov – Kolmogorov

Langkah awal yang dilakukan dalam pengujian Smirnov Kolmogorov yaitu dengan mencari nilai distribusi kritis (Δ_c) dengan mencocokkan jumlah data (n) dan derajat kepastian (α) dengan menggunakan Tabel 4.11 Nilai Distribusi Kritis (Δ_c).



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.11 Nilai Kritik Δ untuk Tes Smirnov Kolmogorov

α n	1	0,2	0,1	0,05	0,01	0
0	0,9000	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900	0,9900
1	0,9000	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900	0,9900
2	0,6800	0,6800	0,7800	0,8400	0,9300	0,9300
3	0,5600	0,5600	0,6400	0,7100	0,8300	0,8300
4	0,4900	0,4900	0,5600	0,6200	0,7300	0,7300
5	0,4500	0,4500	0,5100	0,5600	0,6700	0,6700
6	0,4100	0,4100	0,4700	0,5200	0,6200	0,6200
7	0,3800	0,3800	0,4400	0,4900	0,5800	0,5800
8	0,3600	0,3600	0,4100	0,4600	0,5400	0,5400
9	0,3400	0,3400	0,3900	0,4300	0,5100	0,5100
10	0,3200	0,3200	0,3700	0,4100	0,4900	0,4900
11	0,3100	0,3100	0,3500	0,3900	0,4700	0,4700
12	0,3000	0,3000	0,3400	0,3800	0,4500	0,4500
13	0,2800	0,2800	0,3200	0,3600	0,4300	0,4300
14	0,2700	0,2700	0,3100	0,3500	0,4200	0,4200

Sumber: Harto, 1991

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat ditentukan nilai nilai Δ Kritiknya adalah 0,3600 dengan jumlah data pada perhitungan ada 13 dan $\alpha = 0,05$. Perhitungan uji kecocokan distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov

R24 (mm)	m	P = m/(N+1)	NORMAL		LOG- NORMAL		GUMBEL		LOG- PEARSON III	
			P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do
363.28 1	1	0.071	0.099	0.0	0.172	0.01	0.102	0.0	0.137	0.065
357.29 8	2	0.143	0.110	0.0	0.180	0.038	0.110	0.0	0.152	0.009
294.38 8	3	0.214	0.289	0.0	0.288	0.074	0.240	0.0	0.340	0.126
291.47 8	4	0.286	0.300	0.0	0.295	0.09	0.249	0.0	0.349	0.064
282.36 6	5	0.357	0.334	0.0	0.315	0.042	0.277	0.0	0.380	0.022
273.88 1	6	0.429	0.368	0.0	0.335	0.093	0.305	0.1	0.408	0.021
259.53 4	7	0.500	0.426	0.0	0.372	0.128	0.358	0.1	0.456	0.044



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.12 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov (Lanjutan)

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
258.92 6	8	0.571	0.429	0.1 43	0.374	0.1 98	0.360	0.2 11	0.458	0.11 3
239.52 6	10	0.714	0.511	0.2 03	0.429	0.2 85	0.441	0.2 73	0.524	0.19 0
118.90 4	11	0.786	0.905	0.1 19	0.866	0.0 80	0.951	0.1 65	0.873	0.08 8
93.933	12	0.857	0.942	0.0 85	0.938	0.0 81	0.986	0.1 28	0.922	0.06 5
61.838	13	0.929	0.972	0.0 44	0.990	0.0 61	0.999	0.0 70	0.967	0.03 9
DKriti k =	0.3 60			0.2 03		0.2 85		0.2 73		0.19 0
			Diterima		Diterima		Diterima		Diterima	

Dari keempat jenis distribusi, hasil terbaik dalam uji Smirnov Kolmogorov adalah distribusi Log-Pearson III dengan nilai Δ_{cr} 0,360 dan nilai Δ_{max} 0,190.

Berdasarkan pengujian kecocokan yang telah dilakukan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov, maka jenis distribusi yang terbaik adalah distribusi Log-Pearson III yang dapat digunakan untuk menganalisa distribusi hujan jam-jaman.

D. Perhitungan Curah Hujan Jam-jaman

Setelah melalui tahapan pengujian maka dapat diketahui bahwa distribusi Log-Pearson III merupakan distribusi yang cocok dan didapatkan hasil perhitungan periode kala ulang hujan harian maksimum pada DAS Garang, dan diperoleh nilai XT sebagai periode ulang hujan harian maksimum. Periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Curah hujan periode ulang 2 tahun jam ke-



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

$I = i (\%) \times X_2$. Hasil periode ulang hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hujan Rancangan DAS Garang

T (Tahun)	XT (mm)
2	246,65
5	339,65
10	378,81
25	410,69
50	425,67
100	435,62

Curah hujan (XT) 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 bisa dilihat pada Tabel 4.14 dengan nilai durasi curah hujan (t) menggunakan jam ke-1 sampai dengan jam ke-6.

Tabel 4.14 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

t (jam)	i (mm / jam)		Curah hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	85,509	31,722	78,242
2	53,867	19,983	49,289
3	41,109	15,250	37,615
4	33,934	12,589	31,050
5	29,244	10,849	26,758
6	25,897	9,607	23,696
Σ	269,560	Σ	246,651

Hasil dari nilai distribusi hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X₂. Nilai dari distribusi hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.15.

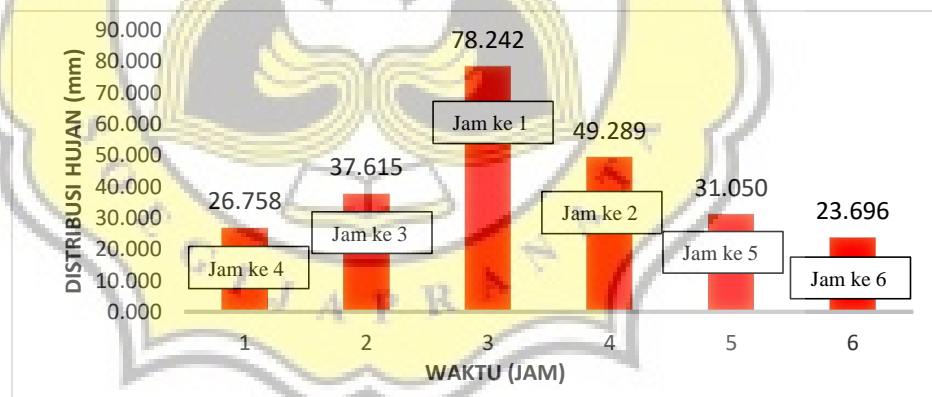


Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.15 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 2 Tahun

t (jam)	Curah Hujan Jam- jaman (mm)
5	26,758
3	37,615
1	78,242
2	49,289
4	31,050
6	23,696
Σ	246,651

Perhitungan curah hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.8 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 2 Tahun

Gambar 4.8 menunjukkan curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 2 tahun terletak pada jam pertama sebesar 78,242 mm sedangkan untuk distribusi hujan jam-jaman minimumnya sebesar 23,696 mm yang terletak pada jam ke enam.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 5 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

t (jam)	i (mm/jam)		Curah hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	117,750	31,722	107,743
2	74,178	19,983	67,874
3	56,608	15,250	51,797
4	46,729	12,589	42,758
5	40,270	10,849	36,848
6	35,661	9,607	32,630
Σ	371,197	Σ	339,650

Hasil dari nilai curah hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X5. Nilai dari distribusi hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.17

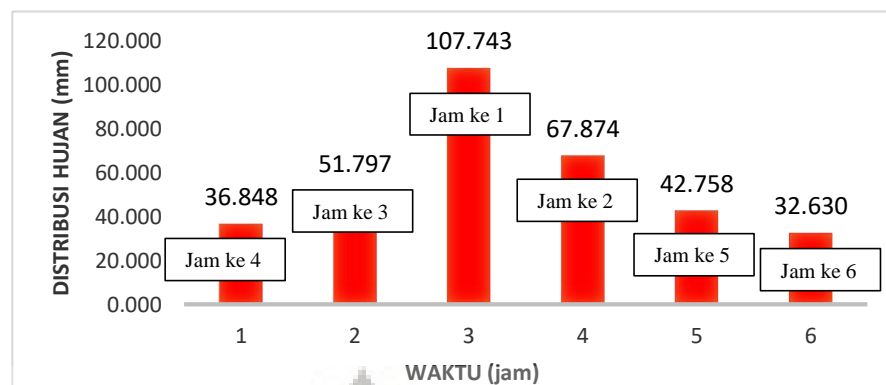
Tabel 4.17 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 5 Tahun

t (jam)	Curah Hujan Jam-jaman (mm)
5	36,848
3	51,797
1	107,743
2	67,874
4	42,758
6	32,630
Σ	339,650

Perhitungan Curah hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS



Gambar 4.9 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 5 Tahun

Gambar 4.9 menunjukkan Curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 5 tahun terletak pada jam pertama sebesar 107,743 mm sedangkan untuk distribusi hujan jam-jaman minimumnya sebesar 32,630 mm yang terletak pada jam ke enam.

Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 10 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

t (jam)	i (mm/jam)		curah hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	131,33	31,72	120,17
2	82,73	19,98	75,70
3	63,14	15,25	57,77
4	52,12	12,59	47,69
5	44,91	10,85	41,10
6	39,77	9,61	36,39
Σ	414,00	Σ	378,82

Hasil dari nilai distribusi hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X10. Nilai dari curah hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.19



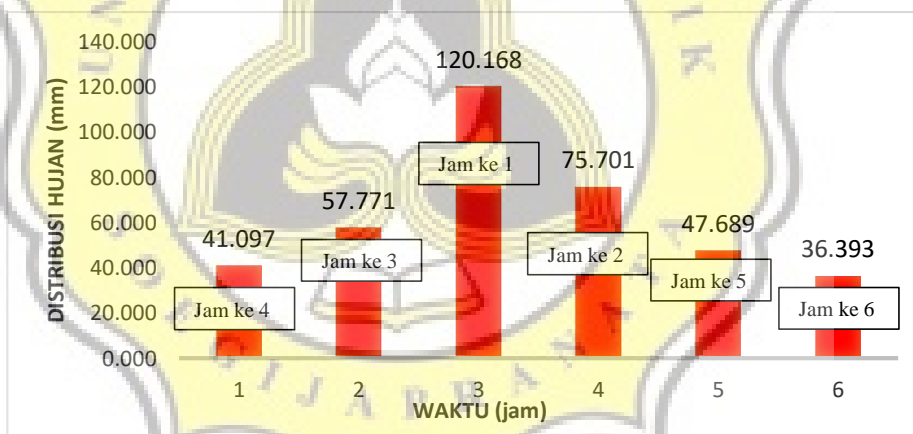
Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.19 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 10 Tahun

t (jam)	Curah Hujan Jam- jaman (mm)
5	41,097
3	57,771
1	120,168
2	75,701
4	47,689
6	36,393
Σ	378,818

Perhitungan curah hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 10 Tahun

Gambar 4.10 menunjukkan curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 10 tahun terletak pada jam pertama sebesar 120,168 mm sedangkan untuk curah hujan jam-jaman minimumnya sebesar 36,393 mm yang terletak pada jam ke enam.

Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 25 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.20.



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

t (jam)	i (mm/jam)		curah hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	142,38	31,72	130,28
2	89,69	19,98	82,07
3	68,45	15,25	62,63
4	56,50	12,59	51,70
5	48,69	10,85	44,55
6	43,12	9,61	39,46
Σ	448,84	Σ	410,69

Hasil dari nilai curah hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X25. Nilai dari curah hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 25 Tahun

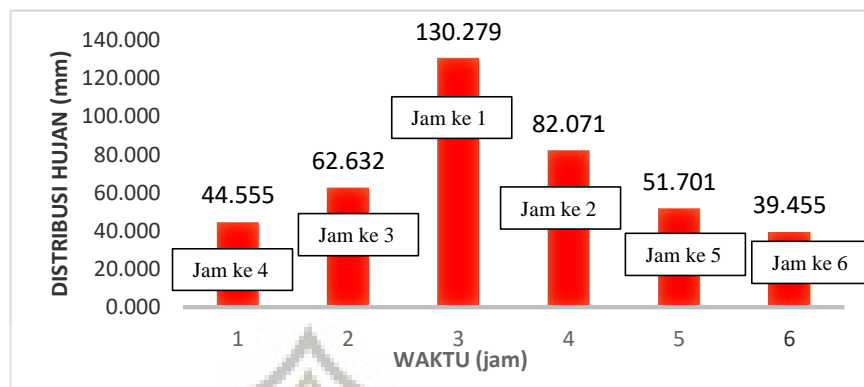
t (jam)	Curah hujan Jam-jaman (mm)
5	44,55
3	62,63
1	130,28
2	82,07
4	51,70
6	39,46
Σ	410,69

Perhitungan curah hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS



Gambar 4.11 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 25 Tahun

Gambar 4.11 menunjukkan curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 25 tahun terletak pada jam pertama sebesar 130,28 mm sedangkan untuk curah hujan jam-jaman minimumnya sebesar 39,46 mm yang terletak pada jam ke enam.

Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 50 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

t (jam)	i (mm/jam)		Curah hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	147,574	31,722	135,032
2	92,966	19,983	85,065
3	70,946	15,250	64,917
4	58,565	12,589	53,588
5	50,470	10,849	46,180
6	44,693	9,607	40,895
Σ	465,214	Σ	425,677

Hasil dari nilai distribusi hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X50. Nilai dari curah hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.23.



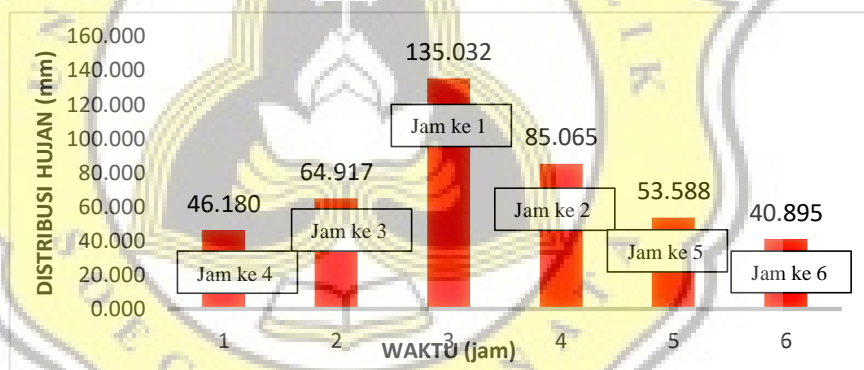
Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.23 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 50 Tahun

t (jam)	Curah Hujan Jam- jaman (mm)
5	46,18
3	64,92
1	135,03
2	85,07
4	53,59
6	40,90
Σ	425,68

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 50 Tahun

Gambar 4.12 menunjukkan curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 50 tahun terletak pada jam pertama sebesar 135,03 mm sedangkan untuk curah hujan jam-jaman minimumnya sebesar 40,90 mm yang terletak pada jam ke enam.

Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 100 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.24.



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (i)

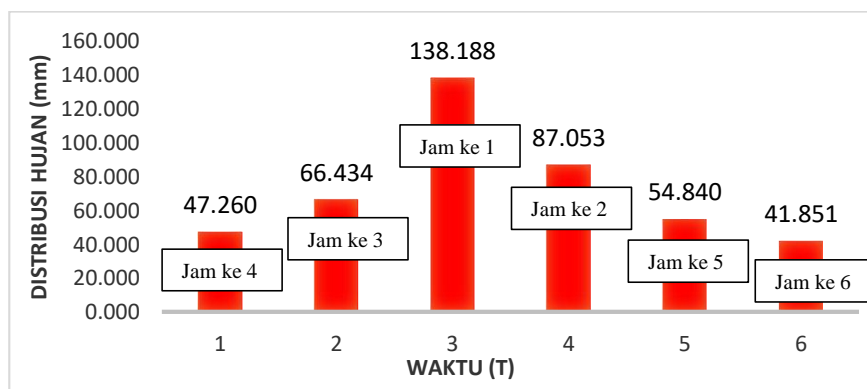
t (jam)	i (mm/jam)		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	151.023	31.722	138.188
2	95.138	19.983	87.053
3	72.604	15.250	66.434
4	59.933	12.589	54.840
5	51.649	10.849	47.260
6	45.738	9.607	41.851
Σ	476.086	Σ	435.625

Hasil dari nilai distribusi hujan jam-jaman tersebut bila dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X100. Nilai dari curah hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Nilai Curah Hujan Jam-jaman Periode Ulang 100 Tahun

t (jam)	Distribusi Hujan Jam-jaman (mm)
5	47.260
3	66.434
1	138.188
2	87.053
4	54.840
6	41.851
Σ	435.625

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman ini dilakukan untuk mendapatkan *hyetograph* berupa variabel yang akan digunakan ke dalam Time Series pada HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Curah Hujan Jam-jaman (*Hyetograph*) 100 Tahun



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Gambar 4.13 menunjukkan curah hujan jam-jaman maksimum periode ulang 100 tahun terletak pada jam pertama sebesar 138,188 mm sedangkan untuk curah hujan jam-jaman minimumnya sebesar 41,851 mm yang terletak pada jam ke enam.

4.3 Pemodelan HEC-HMS

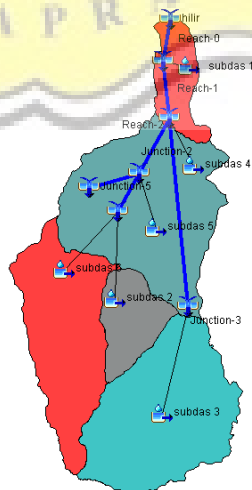
Analisis hidrologi ini berupa HEC-HMS dan mempunyai langkah-langkah dalam melakukan pemodelan yaitu input data, analisis terhadap parameter model dan kalibrasi pada hidrograf aliran agar debit simulasi tidak jauh beda dengan debit di lapangan.

4.3.1. Parameter Model

Dalam melakukan pemodelan HEC-HMS diperlukan input data terhadap beberapa komponen yang terdapat pada pemodelan tersebut. *Component* tersebut diantaranya adalah: *Basin Model*, *Control Specification*, dan *Time Series Data*.

A. Basin Model

Data yang dibutuhkan untuk *Basin Model* adalah peta sub DAS Garang dengan nilai luas dari masing-masing Sub DAS. Gambar 4.14 merupakan *basin model* pada DAS Garang.



Gambar 4.14 *Basin Model* DAS Garang



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Luas dari Sub DAS yang telah didapatkan sebelumnya melalui *software* ArcMap di *input* ke dalam tabel *subbasin area*. Luasan Sub DAS tersebut di *input* dalam satuan km² untuk setiap datanya. Hasil dari input data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil *Input Data SubBasin Area* DAS Garang

Luas subDAS	
subbasin	Area (km2)
subDAS 1	14,469
subDAS 2	69,533
subDAS 3	48,261
subDAS 4	17,148
subDAS 5	61,982

B. 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 Sub DAS yang ada.

C. Control Specification

Control Specification merupakan waktu berlangsungnya simulasi dalam *software* HEC-HMS. Simulasi ini dilakukan pada tahun 2017 dengan interval waktu 60 menit selama 24 jam.

D. Time Series Data

Input Data yang digunakan pada *Time Series Data* merupakan data *Precipitation Gages* dari data curah hujan jam-jaman yang telah dihitung sebelumnya. Data curah hujan diinput dengan jangka waktu 24 jam dan dengan *interval* 60 menit.

Permodelan parameter merupakan *input* data model dengan metode tertentu yang digunakan. Dalam kajian ini terdapat tiga parameter yang digunakan, yaitu: *Loss*, *Transform*, dan *Routing*. Dalam model tersebut ada beberapa metode yang dapat digunakan. Metode yang digunakan untuk model tersebut dalam kajian ini dapat dilihat pada Tabel 4.27.



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Tabel 4.27 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>

E. *Loss Model*

Dalam 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.

1. *Initial Abstraction*

Initial Abstraction merupakan nilai air hujan yang telah terabstraksi ke dalam tanah. Sebelum mendapatkan nilai *initial abstraction* (I_a), terlebih dahulu mencari nilai dari retensi maksimum (S). Berikut rumus yang digunakan untuk mencari nilai I_a dan S :

Tabel 4.28 Hasil *Input Data Curve Number*

<i>Curve Number Loss</i>		
subbasin	<i>Initial Abstraction</i> (mm)	<i>Curve Number</i>
subDAS 1	12,05	79,2
subDAS 2	13,62	83,86
subDAS 3	11,64	82,23
subDAS 4	18,33	85,61
subDAS 5	70,68	97,02

F. *Transform Model (SCS Unit Hydrograph Method)*

Dalam parameter ini digunakan nilai *Lag Time* untuk setiap Sub DAS yang terdapat pada DAS Garang. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan panjang aliran sungai, angka kemiringan sungai, dan CN dari setiap Sub DAS. Contoh perhitungan nilai *Lag Time* untuk Parameter *Transform Model* (SCS



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Unit Hydrograph Method). Berikut adalah hasil *Input Data SCS Unit Hydrograph Method* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 *Input Data SCS Unit Hydrograph Method*

<i>SCS Transform</i>		
subbasin	Graph Type	Lag Time (MIN)
subDAS 1	standard	12,29
subDAS 2	standard	14,51
subDAS 3	standard	13,24
subDAS 4	standard	14,71
subDAS 5	standard	18,22

G. Parameter *Routing* dengan Metode *Lag*

Input data yang dilakukan dalam parameter ini merupakan data *Lag* pada *reach* yang terdapat pada DAS Garang. Data *Lag* didapatkan berdasarkan estimasi perhitungan dengan rumus. Berikut merupakan *output data lag time* dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil *Input Data Lag Time*

<i>Lag Routing</i>	
Reach	Lag Time (MIN)
Reach-1	133.96
Reach-2	40.77
Reach-3	40.77
Reach-4	119.47
Reach-5	59.65
Reach-6	59.13

4.3.2. Kalibrasi

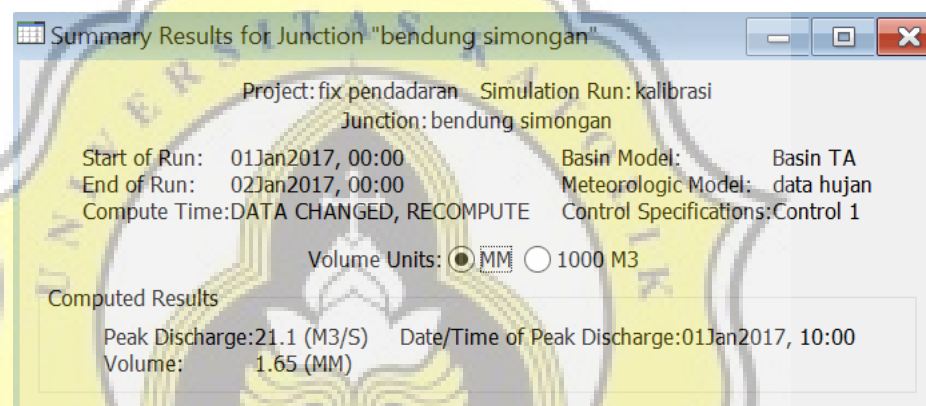
Kalibrasi adalah suatu proses mencari parameter-parameter yang sesuai dengan daerah sungai Banjir Kanal Barat. Jika hasil simulasi belum mendekati hasil di lapangan, maka parameter diubah sesuai dengan keadaan aslinya hingga hasil simulasi mendekati data di lapangan. Data simulasi maupun lapangan yang dijadikan perbandingan merupakan nilai debit puncak pada bulan Januari hari ke-1 tahun 2017. Menggunakan data pada bulan Januari dikarenakan pada data lapangan



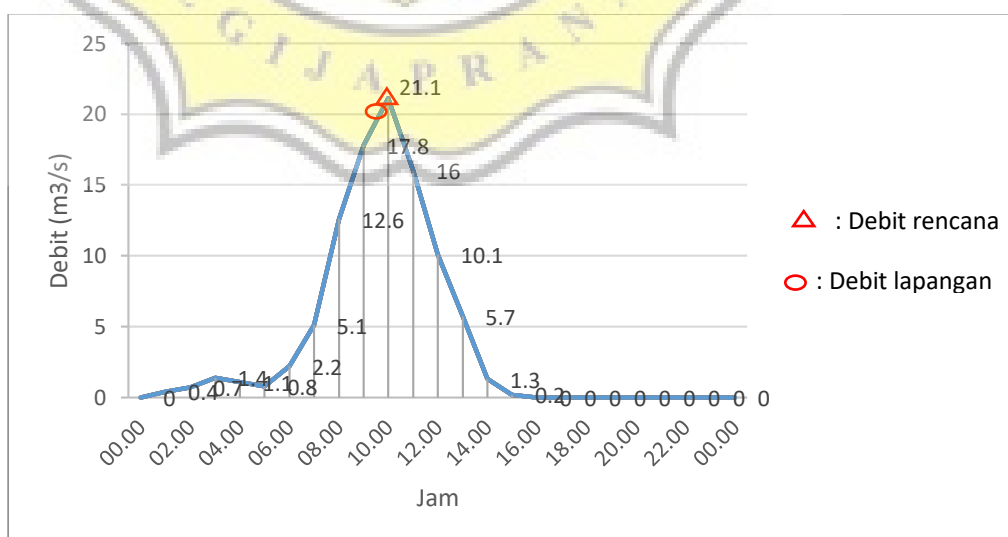
Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

yang tersedia dan terbaru dengan kondisi yang dapat dibaca hanya pada tahun 2017 lalu memilih bulan Januari karena pada musim hujan dan ketersediaan data lapangan. Diambil hari pertama bulan Januari tahun 2017 dikarenakan data yang diambil dari BBWS dan PUSDATARU curah hujan tertinggi pada tanggal 1 Januari. Data curah hujan tersebut dengan bantuan excel mencari distribusi hujan tiap jam guna menjadi parameter pada HEC-HMS untuk proses kalibrasi. Hasil simulasi debit DAS Garang pada tahun 2017 bisa dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



Gambar 4.15 Hasil Simulasi Debit Kalibrasi DAS Garang



Gambar 4.16 Grafik Hidrograf Aliran Debit Kalibrasi



Setelah didapatkan hasil simulasi berupa debit puncak sebesar 21,1 m³/s. maka dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat error kalibrasi .untuk mengetahui angka kesalahan pada perbandingan antara data hasil simulasi dan data lapangan. Data lapangan pada tanggal 1 bulan Januari tahun 2017 dapat dilihat pada Lampiran (L-01).

Perhitungan untuk kalibrasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{QL-QS}{QL} \times 100\% \leq 10\%$$

$$\text{Error} = \frac{20.79-21.1}{20.79} \times 100\% \leq 10\%$$

$$\text{Error} = 1,49\%$$

Diketahui :

QL = Debit Lapangan

QS = Debit Simulasi

Setelah dilakukan perhitungan Error maka dapat diketahui bahwa angka error kalibrasi data hasil simulasi dengan data lapangan sebesar 1,49 % . Nilai tersebut dapat diterima karena kurang dari 10% . Berdasarkan hasil tersebut nilai parameter dianggap hampir sesuai dengan kondisi di lapangan.

4.3.3. Hidrograf Rancangan

Setelah dilakukan seluruh tahapan dalam *software* HEC-HMS, maka dilakukan *simulation run* sehingga mendapatkan data *output* berupa *peak discharge* (debit puncak). Hasil *output* dari simulasi HEC-HMS adalah sebagai berikut. Berikut hasil nilai parameter-parameter yang sudah diinput dan dilakukan simulasi *Run* pada HEC-HMS dapat dilihat pada Tabel 4.31.



Tabel 4.31 Debit Banjir Rencana Sungai Garang

Periode	Debit Banjir
Periode 2 Tahunan	169,9 m ³ /s
Periode 5 Tahunan	268 m ³ /s
Periode 10 Tahunan	348 m ³ /s
Periode 25 Tahunan	426,7 m ³ /s
Periode 50 Tahunan	465,9 m ³ /s
Periode 100 Tahunan	492,7 m ³ /s

4.4 HEC-RAS

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

4.4.1 Pemodelan HEC-RAS

Dalam tahapan pemodelan menggunakan *software* HEC-RAS dilakukan beberapa langkah dalam proses pemodelan tersebut, yaitu data geometri dan data debit sungai.

A. Geometri Data

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

1. Menggaambarkan Skema Alur Sungai

Langkah pertama dalam memasukan data geometri adalah menggambar alur sungai sesuai dengan kondisi di lapangan. 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.



Tugas Akhir
 Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
 Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS



Gambar 4.17 Skema Alur Sungai

2. Memasukan Data *Cross Section*

Setelah membuat alur sungai, selanjutnya memasukan data *cross-section* seperti pada Gambar 4.18. 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.

Station	Elevation
1	0
2	1.38
3	4.66
4	24.79
5	28.11
6	29.82
7	31.39
8	38.3
9	63.73
10	77.26
11	90.79
12	110.94
13	124.94
14	130.51
15	130.63
16	134.97
17	135.11
18	140.43
19	

LOB	Channel	ROB
55.4	55.44	55.47

LOB	Channel	ROB
0.014	0.05	0.014

Left Bank	Right Bank
29.82	130.63

Contraction	Expansion
0	0

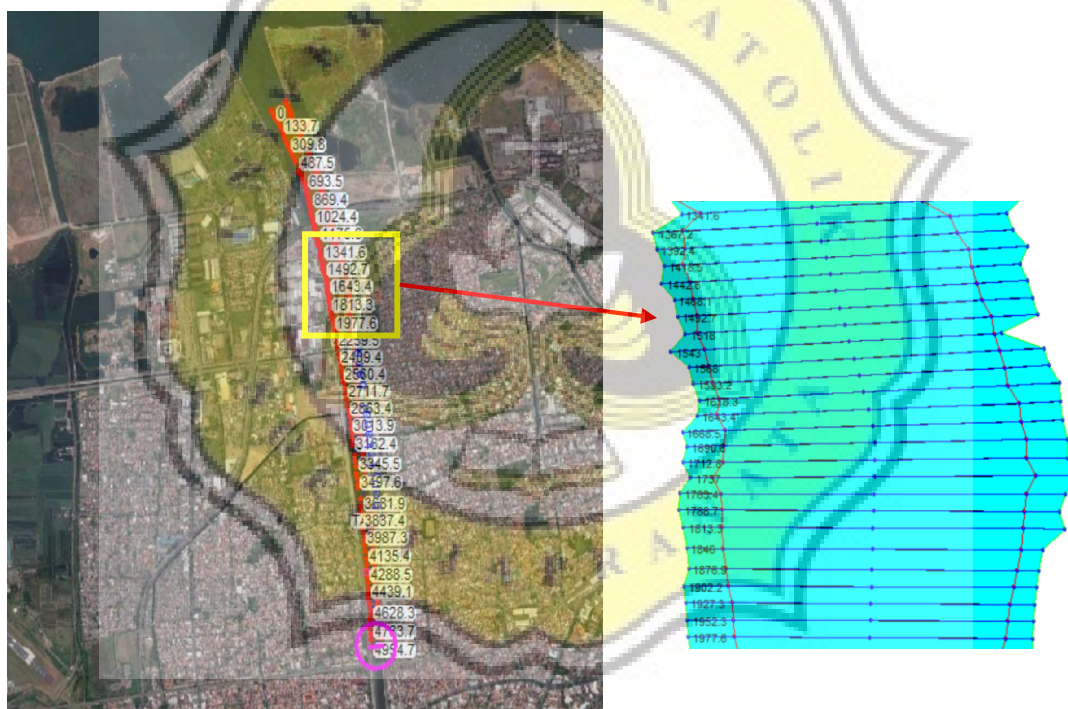
Gambar 4.18 Cross Section Data



4.4.2 Luas Genangan Akibat Limpasan

Setelah dilakukan seluruh tahapan dalam *software* HEC-RAS, maka dilakukan *simulation run* sehingga dapat diketahui bentuk penampang sungai, tinggi muka air dan kapasitas Sungai Banjir Kanal Barat. Posisi *cross section* dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Hasil Output dari Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana diambil 3 lokasi peninjauan yaitu pada RS 4954,7 yang berada pada bendung simongan sebagai titik kontrol. Lalu RS 4900,9 yaitu jembatan Banjir Kanal Barat dan Pada RS 0 yaitu bagian hilir Sungai Banjir Kanal Barat pada bantaran sungai setelah jembatan Yos Sudarso



(a) Plot Cross Section

(b) Zoom In Cross Section

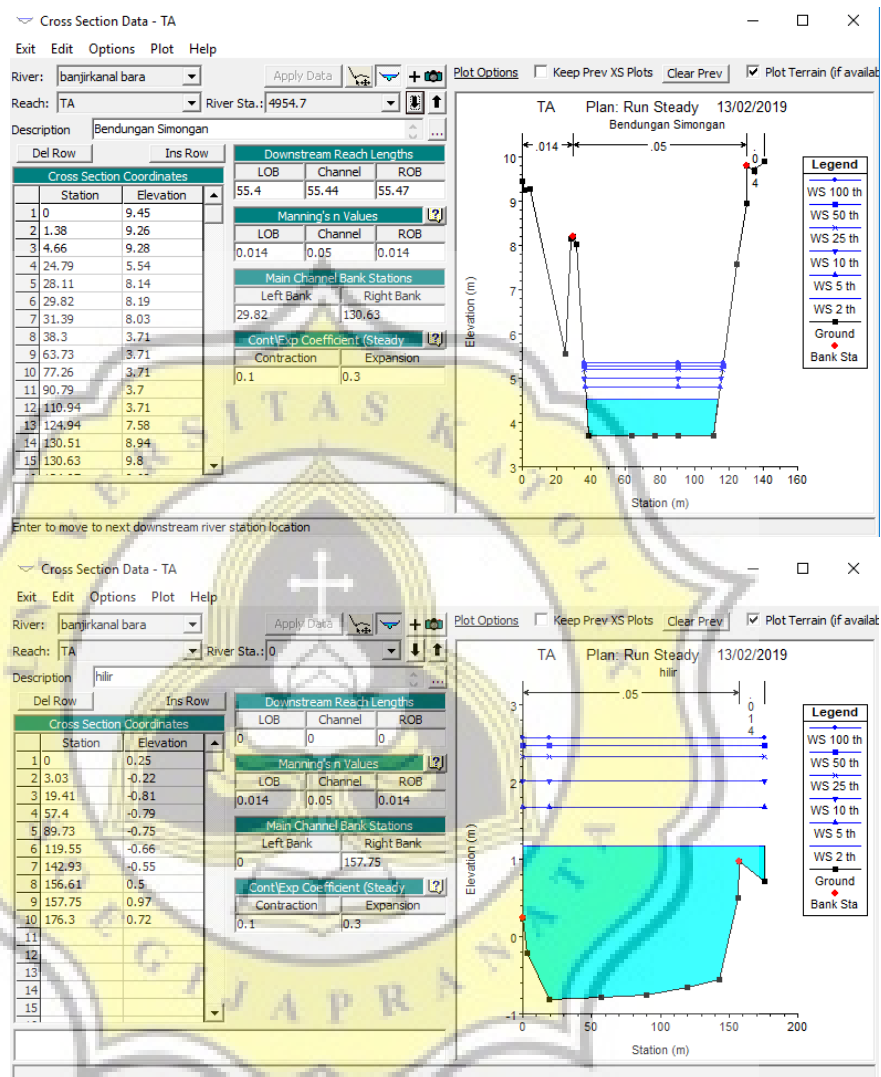
Gambar 4.19 Posisi Cross Section



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS

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



Gambar 4.20 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan

Gambar 4.20 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 2 tahunan yaitu sebesar $169,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 2 tahun, tinggi muka air sebesar 4,52 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari *cross section* pada bagian hilir Sungai Banjir Kanal Barat terjadi limpasan

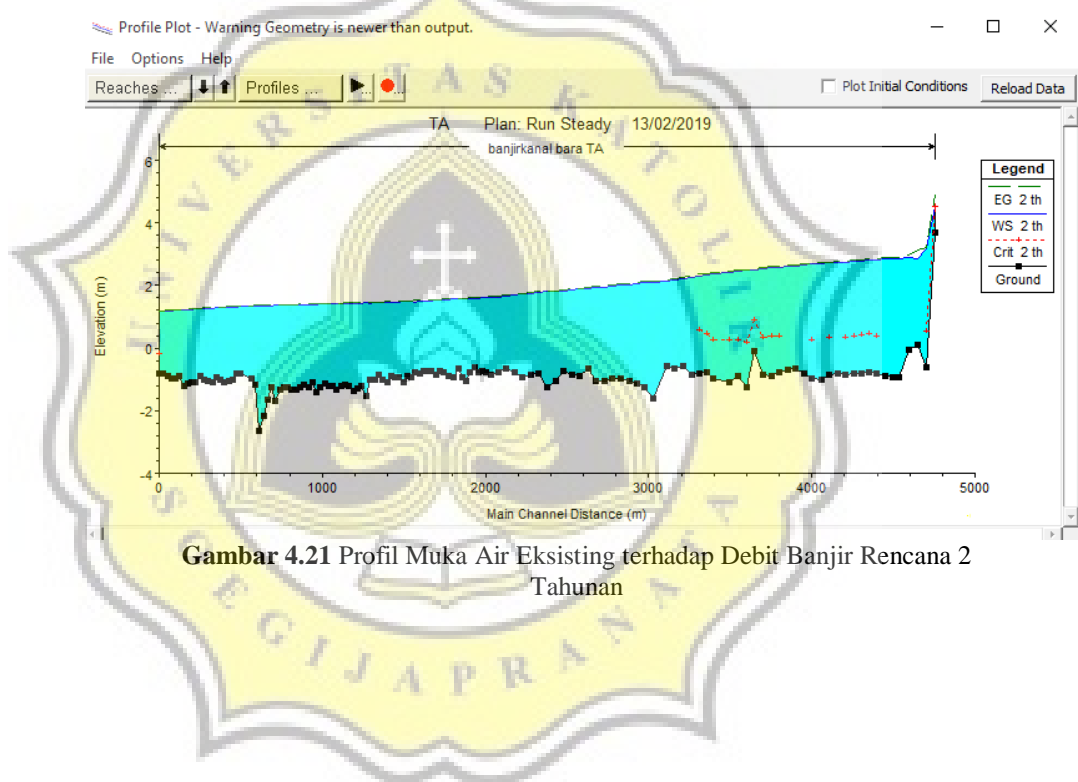


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

akibat debit banjir rencana 2 tahun, tinggi muka air sebesar 1,17 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 4,52 m dan tinggi muka air minimum sebesar 1,17 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjir Kanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.20 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 2 tahunan di sepanjang Sungai Banjir Kanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.21.

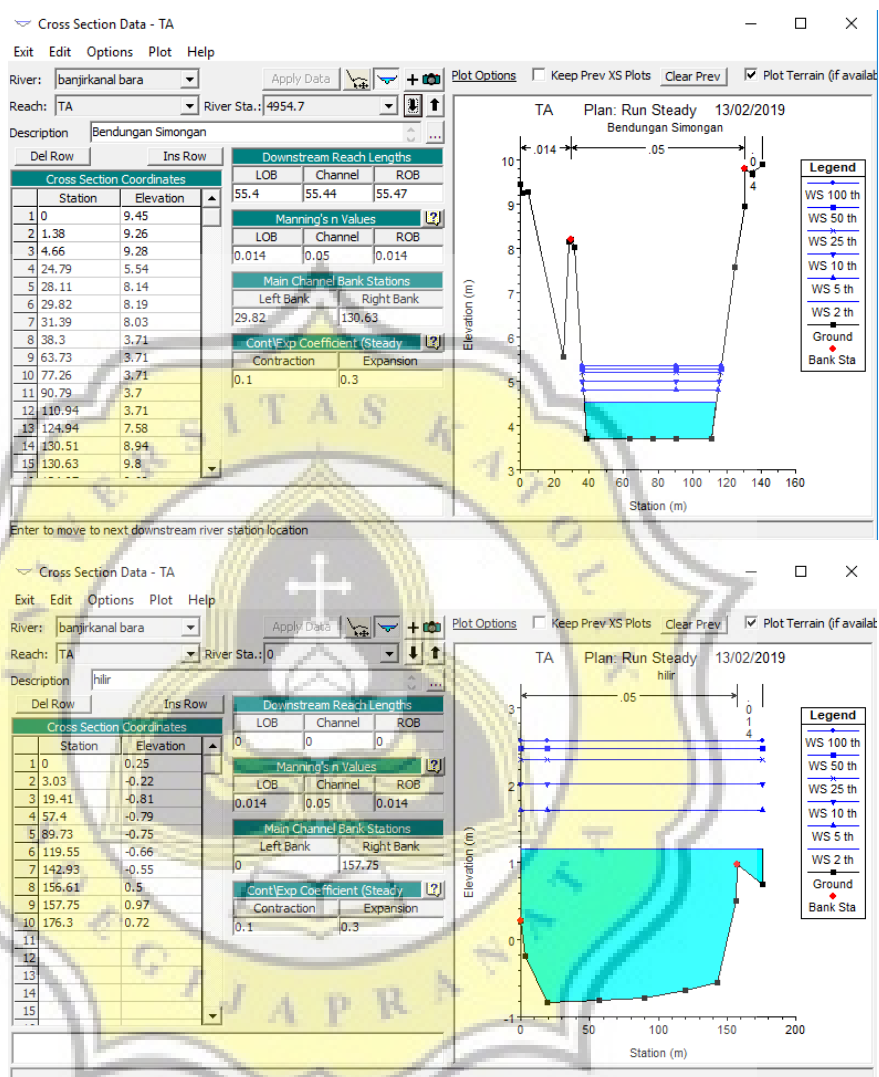


Gambar 4.21 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan



Tugas Akhir Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS

B. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan



Gambar 4.22 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan

Gambar 4.22 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 5 tahunan yaitu sebesar $268 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 5 tahun, tinggi muka air sebesar 4,80 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari *cross section* pada bagian hilir Sungai Banjir Kanal Barat terjadi limpasan

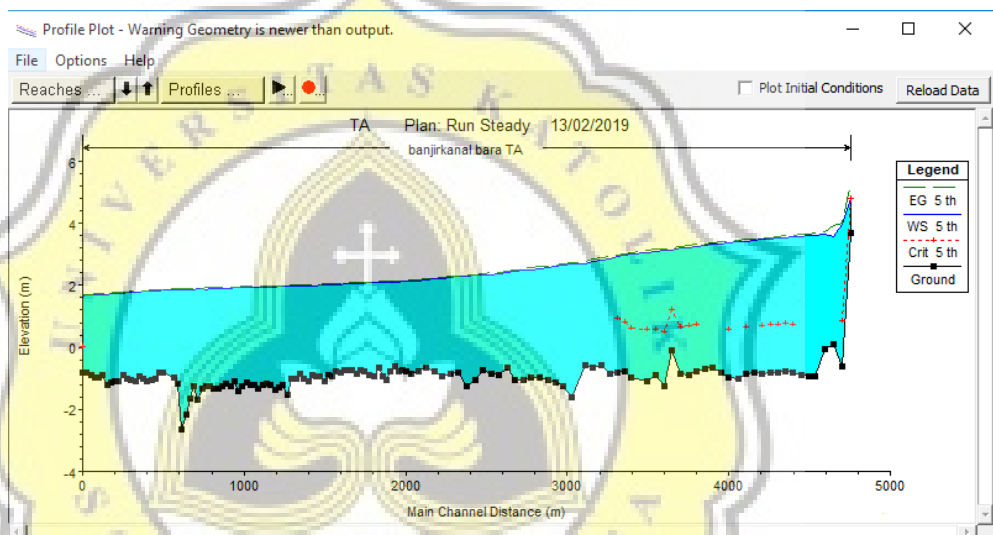


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

akibat debit banjir rencana 5 tahun, tinggi muka air sebesar 1,67 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 4,80 m dan tinggi muka air minimum sebesar 1,67 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjirkanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.22 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 5 tahunan di sepanjang Sungai Banjirkanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.23.



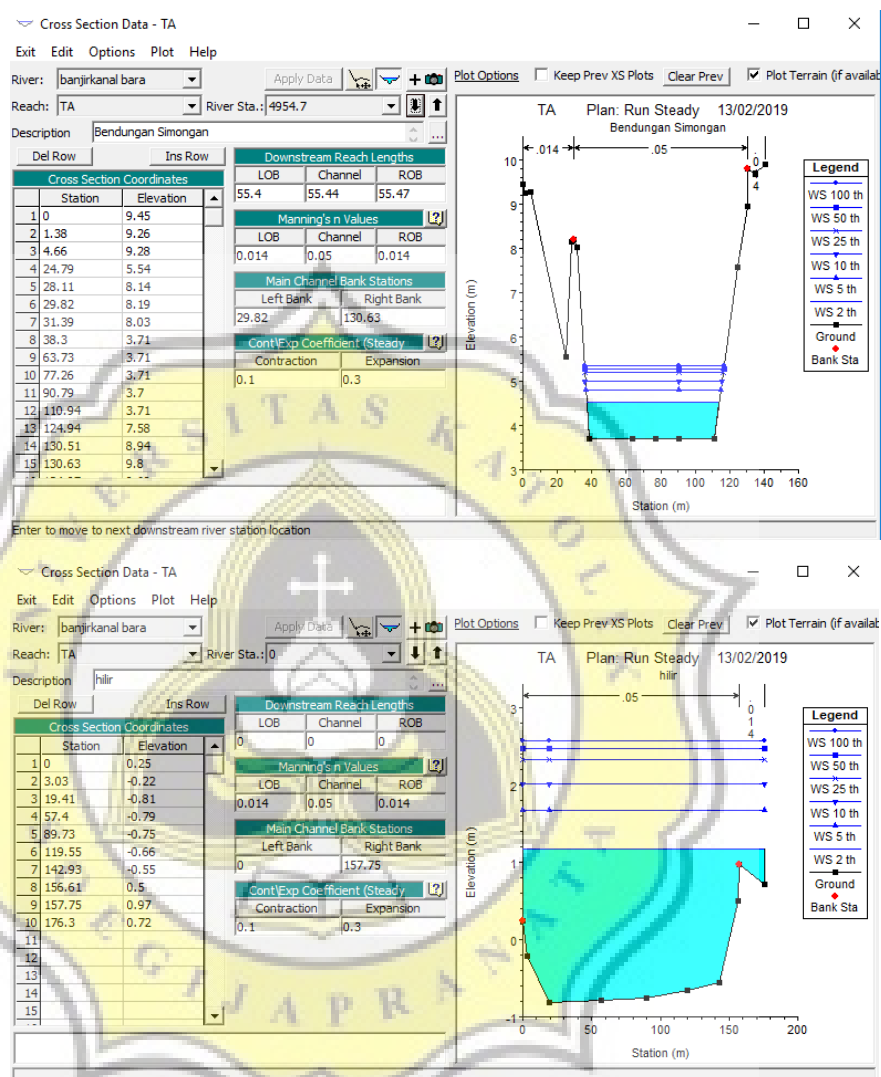
Gambar 4.23 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

C. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan



Gambar 4.24 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan

Gambar 4.24 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 10 tahunan yaitu sebesar $348 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 10 tahun, tinggi muka air sebesar 5,01 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari *cross section* pada bagian hilir Sungai Banjirkanal Barat terjadi limpasan

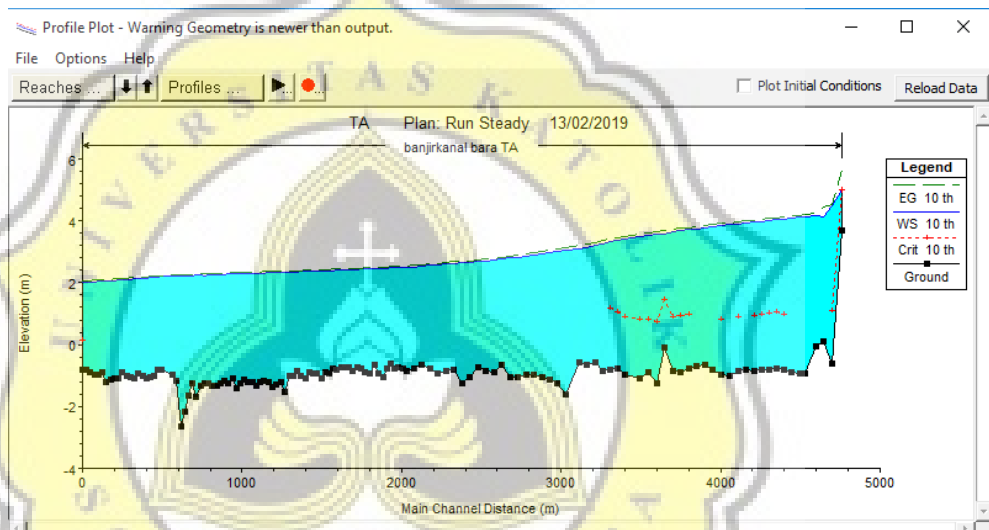


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

akibat debit banjir rencana 10 tahun, tinggi muka air sebesar 2,01 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 5,01 m dan Tinggi muka air minimum sebesar 2,01 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjirkanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.24 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 10 tahunan di sepanjang Sungai Banjirkanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.25.

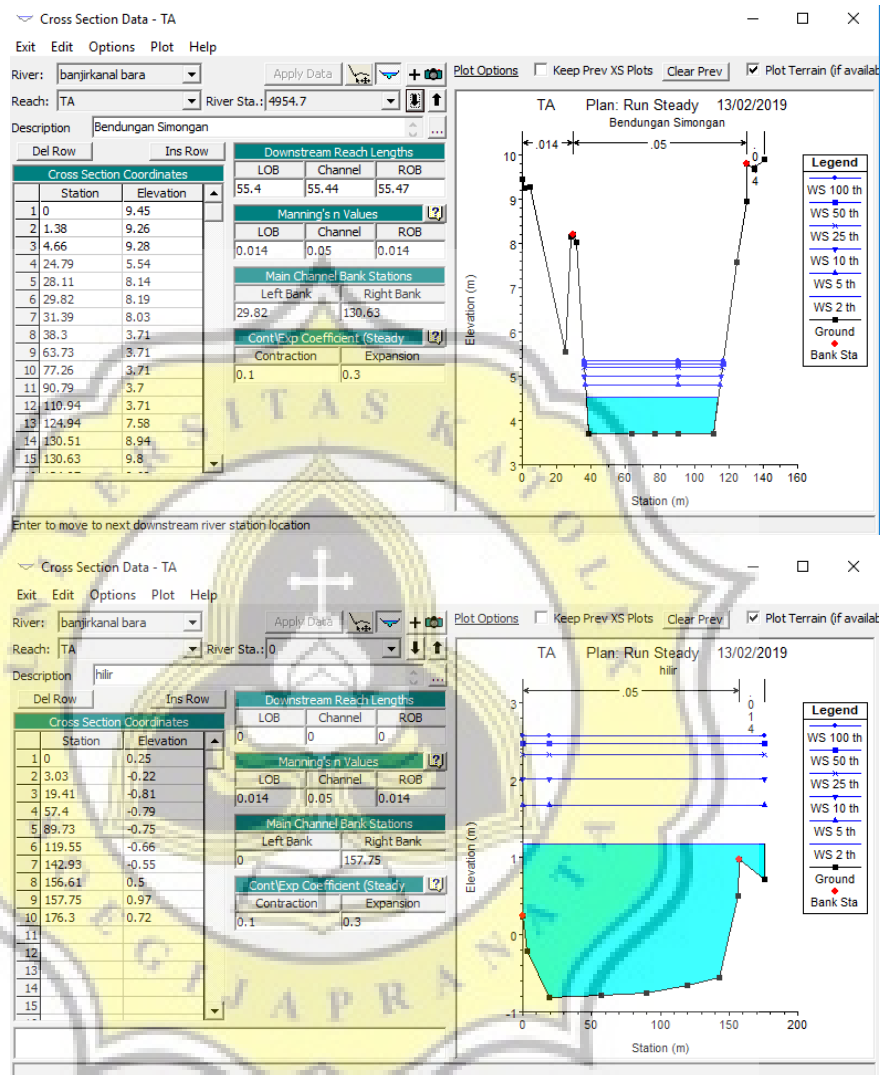


Gambar 4.25 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan



Tugas Akhir Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS

D. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan



Gambar 4.26 Hasil Output HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana
25 Tahunan

Gambar 4.26 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 25 tahunan yaitu sebesar $426,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 25 tahun, tinggi muka air sebesar 5,20 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari

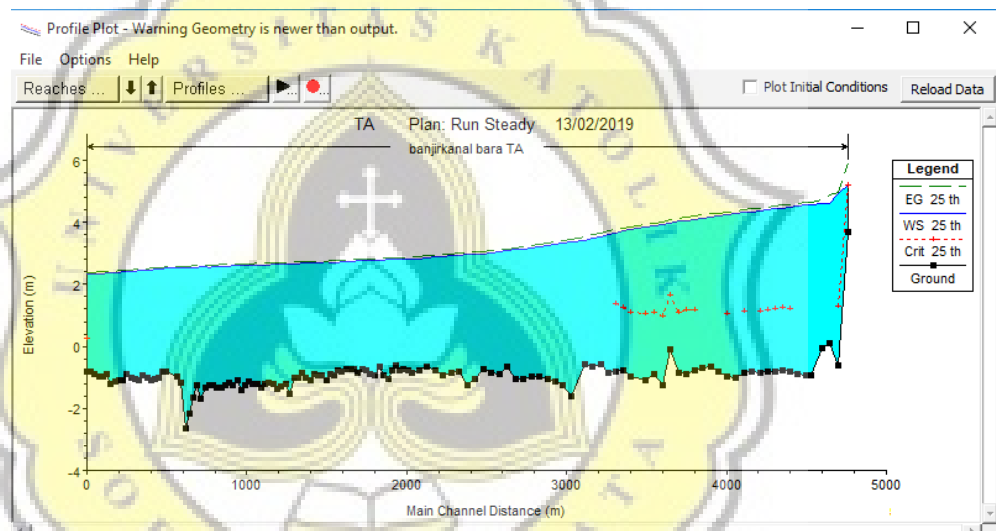


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

cross section pada bagian hilir Sungai Banjirkanal Barat terjadi limpasan akibat debit banjir rencana 25 tahun, tinggi muka air sebesar 2,32 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 5,20 m dan Tinggi muka air minimum sebesar 2,32 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjirkanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.26 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 25 tahunan di sepanjang Sungai Banjirkanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.27.

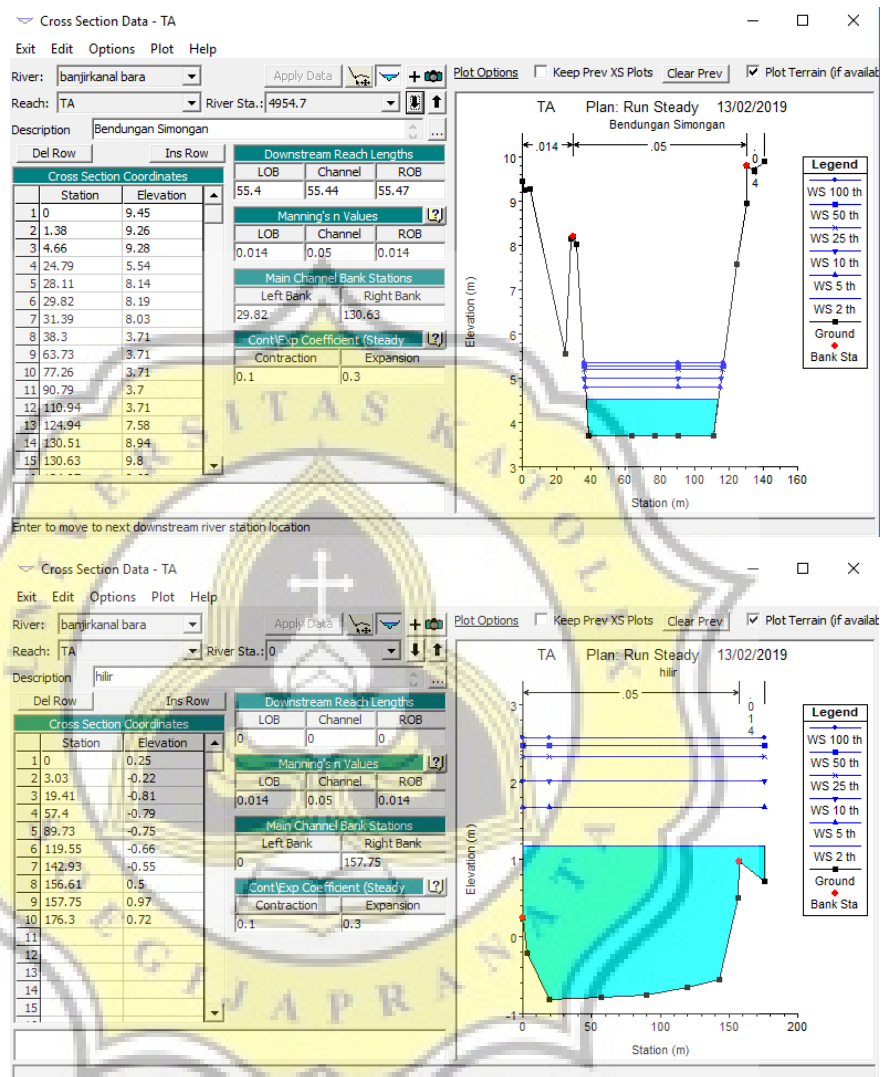


Gambar 4.27 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan



Tugas Akhir Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

E. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan



Gambar 4.28 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan

Gambar 4.28 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 50 tahunan yaitu sebesar $465,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 50 tahun, tinggi muka air sebesar 5,28 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari *cross section* pada bagian hilir Sungai Banjirkanal Barat terjadi

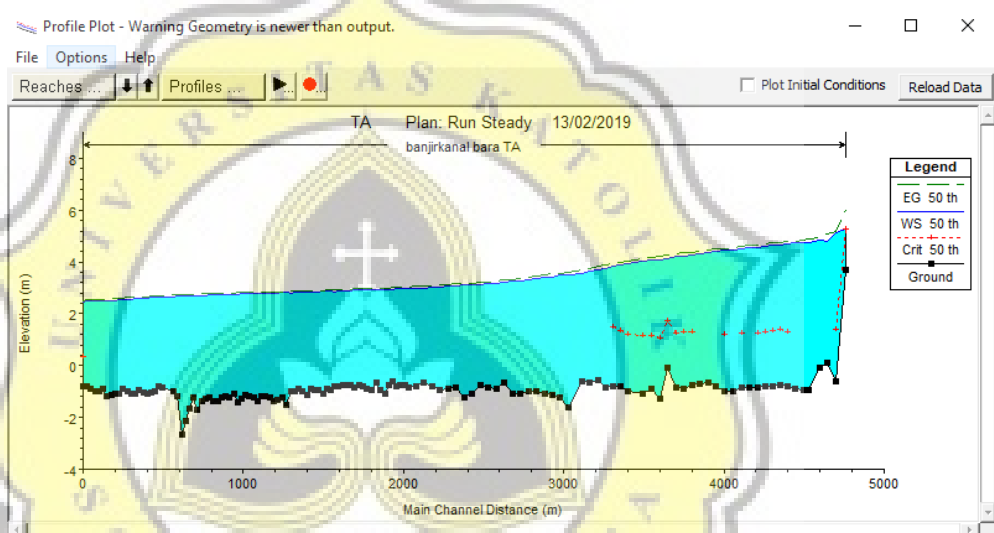


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

limpasan akibat debit banjir rencana 50 tahun, tinggi muka air sebesar 2,47 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 5,28 m dan Tinggi muka air minimum sebesar 2,47 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjir Kanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.28 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 50 tahunan di sepanjang Sungai Banjir Kanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.29.



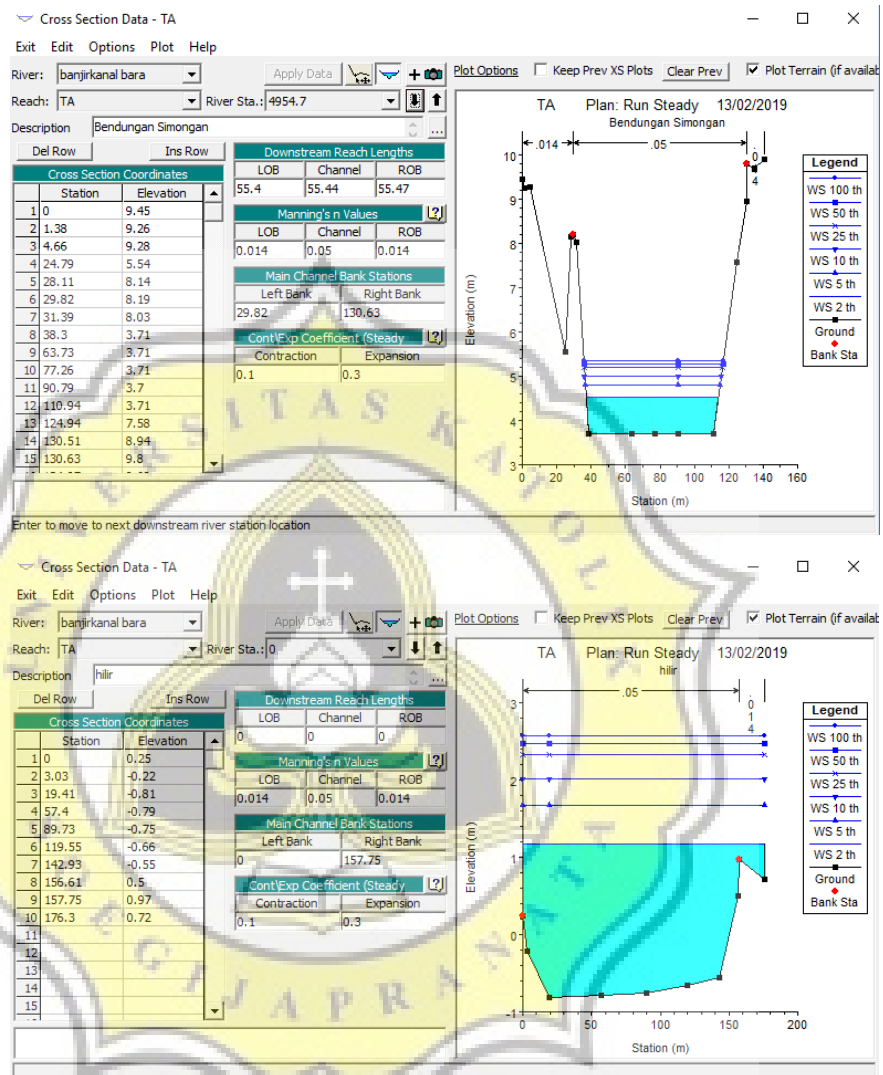
Gambar 4.29 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS

F. Hasil *Output* Pemodelan HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan



Gambar 4.30 Hasil *Output* HEC-RAS Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan

Gambar 4.30 menunjukkan hasil output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana 100 tahunan yaitu sebesar $492,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada RS 4954,7 yang merupakan titik awal *cross section* tidak terjadi limpasan yang diakibatkan debit banjir rencana 100 tahun, tinggi muka air sebesar 5,34 m. Pada RS 0 yang merupakan titik akhir dari *cross section* pada bagian hilir Sungai Banjirkanal Barat terjadi

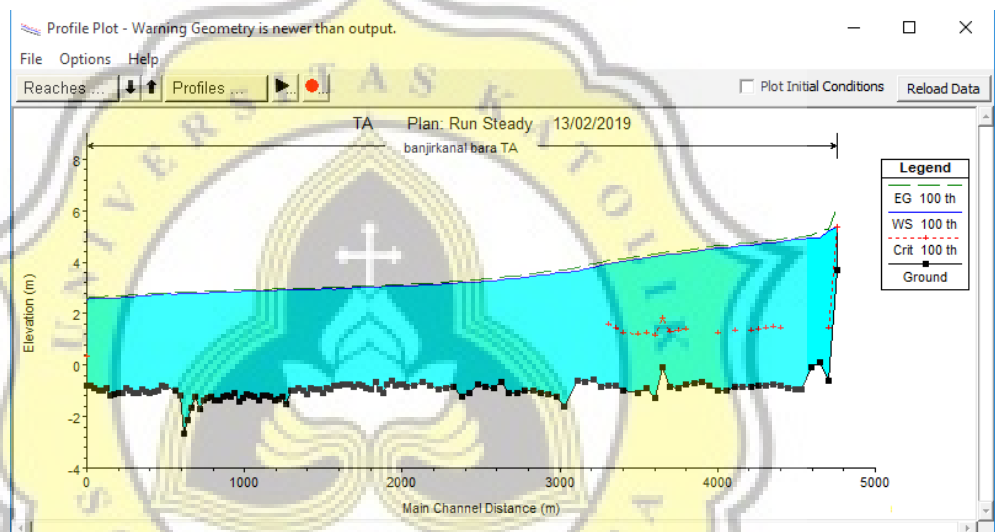


Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

limpasan akibat debit banjir rencana 100 tahun, tinggi muka air sebesar 2,56 m. Tinggi muka air maksimum sebesar 5,34 m dan Tinggi muka air minimum sebesar 2,56 m.

Hasil *Output* HEC-RAS menunjukkan posisi air Sungai Banjir Kanal Barat pada beberapa contoh *cross section* dapat dilihat di Gambar 4.30 dan untuk elevasi muka air pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana 100 tahunan di sepanjang Sungai Banjir Kanal Barat yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan

4.5 Analisis Daerah Genangan Banjir Rob Hilir Sungai Banjir Kanal Barat

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan *software* HEC-RAS maka diperoleh hasil berupa luas genangan menurut periode ulangnya. Untuk menentukan luas genangan yang terjadi yaitu setelah dilakukan proses *running* pada *software* HEC-RAS kemudian menggunakan bantuan *google earth*. Untuk mencari genangan dapat diketahui langsung menggunakan *software* HEC-RAS. Karena cakupan wilayah untuk proses *running* memiliki batas cakupan area minimal, dan untuk wilayah lokasi penelitian terbilang kurang dari cakupan minimal maka tidak dapat dilakukan proses *running* untuk mengetahui secara langsung genangan yang terjadi.



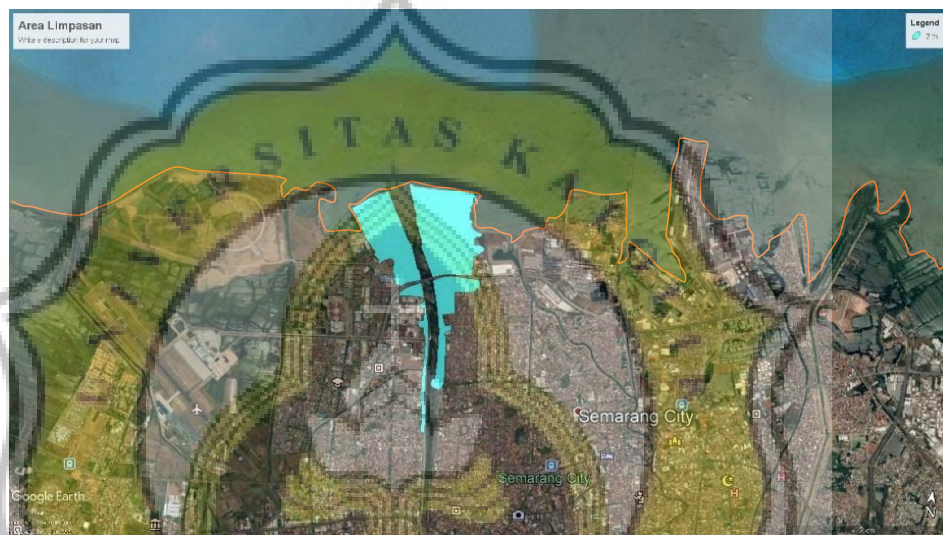
Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Dengan proses manual menggunakan garis kontur dan konsep batas DAS maka luas daerah genangan yang terjadi dapat diketahui dengan bantuan *google earth* sekaligus besar genangan yang terjadi.

Berikut adalah hasil analisis luas daerah genangan banjir menurut periode ulangnya.

1. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 2 tahunan sebesar 1.461.331 m². Luas genangan periode ulang 2 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Luas Genangan Periode Ulang 2 Tahunan



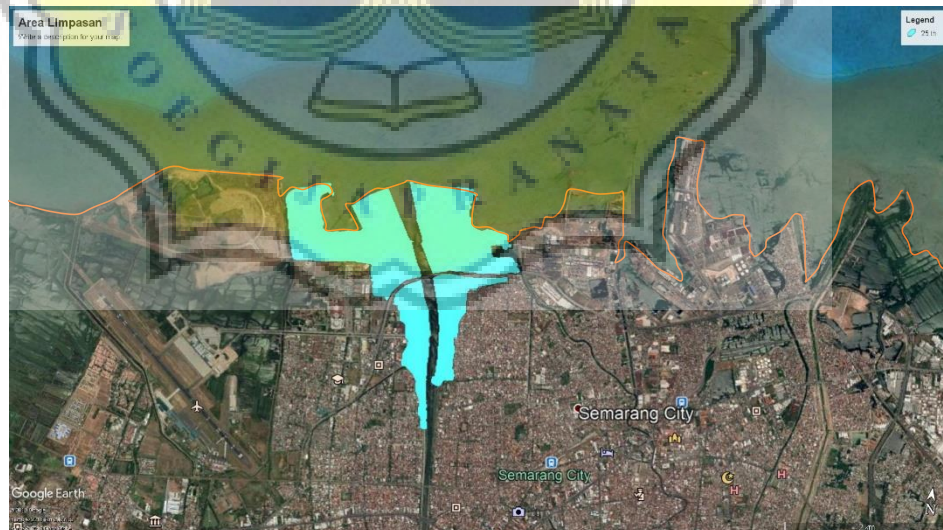
Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

2. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 5 tahunan sebesar 1.841.309 m². Luas genangan periode ulang 5 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Luas Genangan Periode Ulang 5 Tahunan

3. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 10 tahunan sebesar 2.455.585 m². Luas genangan periode ulang 10 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.34.

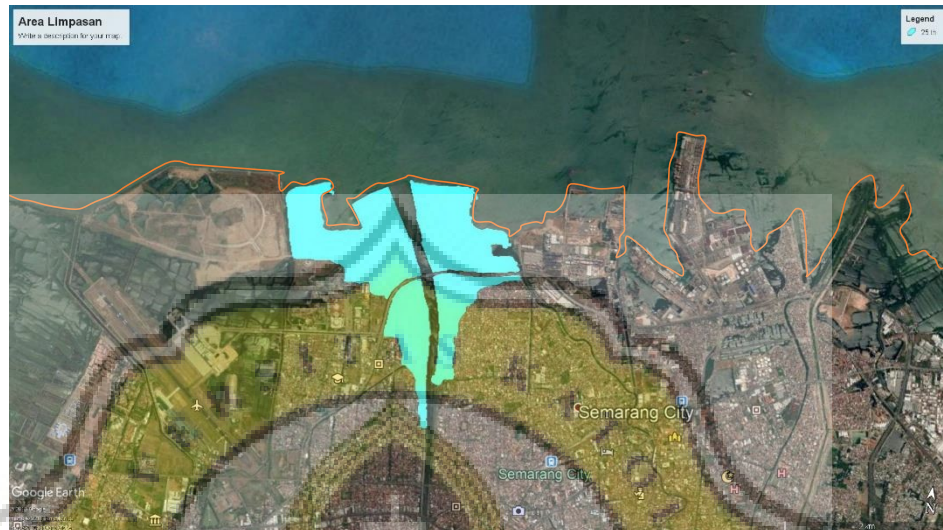


Gambar 4.34 Luas Genangan Periode Ulang 10 Tahunan



Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

4. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 25 tahunan sebesar 2.681.935 m². Luas genangan periode ulang 25 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Luas Genangan Periode Ulang 25 Tahunan

5. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 50 tahunan sebesar 3.579.047 m². Luas genangan periode ulang 50 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36 Luas genangan Periode Ulang 50 Tahunan



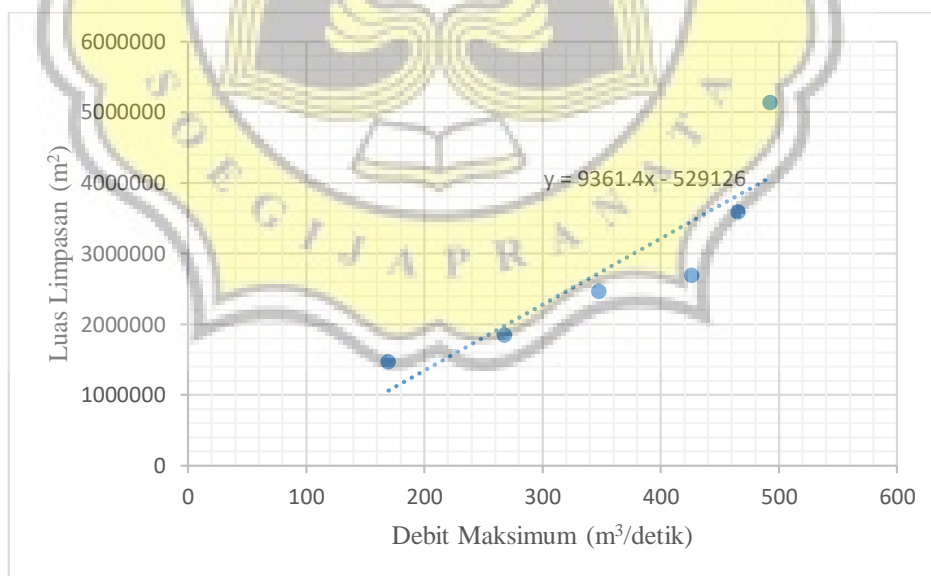
Tugas Akhir
Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

6. Luas genangan yang terjadi pada periode ulang 100 tahunan sebesar 5.131.457 m². Luas genangan periode ulang 100 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Luas Genangan Periode Ulang 100 Tahunan

Hubungan debit maksimum dengan luas genangan bisa dilihat pada Gambar 4.38.



Gambar 4.38 Grafik Hubungan Debit Maksimum dengan Luas Genangan

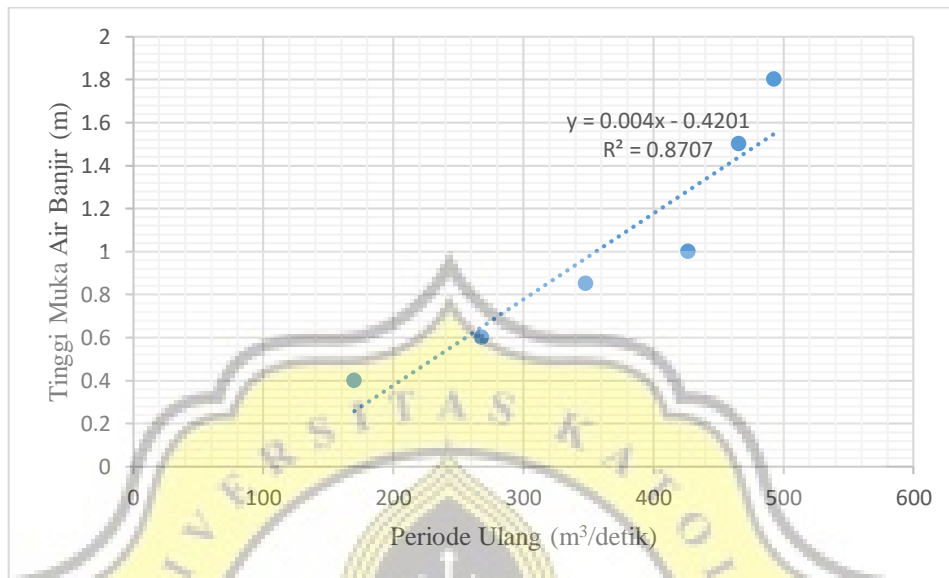
Dari grafik di atas bisa diketahui bahwa semakin tinggi debit maka genangan yang terjadi semakin besar.



Tugas Akhir

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai
Banjirkanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Sementara itu untuk hubungan debit maksimum dengan tinggi muka air banjir dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.39 Grafik Hubungan Debit Maksimum dengan Tinggi Muka Air