



BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Batas DAS

Data untuk penentuan batas DAS Kupang pada penelitian ini menggunakan peta topografi yang diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan diolah dengan bantuan *software* ArcGIS yaitu ArcMap 10.0.

4.1.1. Batas DAS Kupang

Sungai Kupang adalah sungai utama dengan panjang sungai 53,23 km yang terletak pada DAS Kupang. DAS Kupang terletak melintasi 1 kota dan 3 kabupaten, yaitu Kota Pekalongan, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang, dan Kabupaten Banjarnegara (Purnama, S., 2012).

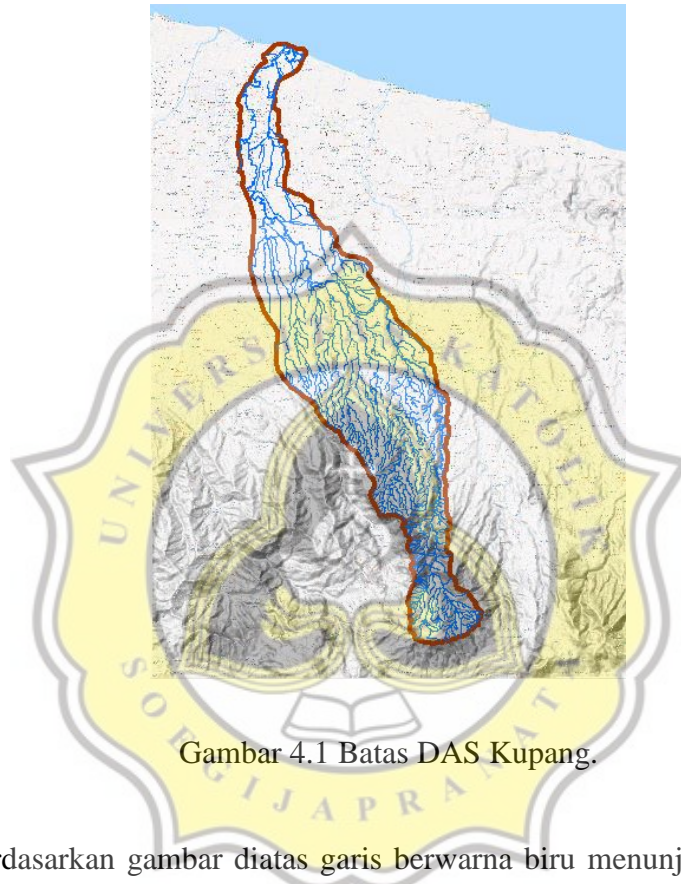
Penentuan DAS Kupang menggunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) WGS 1984. Sistem koordinat UTM merupakan sistem proyeksi pada peta yang membagi seluruh permukaan bumi menjadi 60 zona. Sistem koordinat UTM juga membagi permukaan bumi menjadi 2 bagian diantaranya yaitu belahan bumi utara (*northern hemisphere*) serta belahan bumi selatan (*southern hemisphere*). DAS Kupang yang berlokasi di Kota Pekalongan, Jawa Tengah termasuk di dalam zona 49 S.

Kemudian melakukan *digitizing* untuk menentukan lokasi, memberi tanda alur atau jalur dan membentuk batas DAS di dalam peta. Proses *digitizing* dimulai dengan cara memberikan tanda di seluruh alur sungai dari hulu hingga ke hilir DAS Kupang. Proses selanjutnya yaitu menentukan batas DAS Kupang. Pada saat menentukan batas DAS, berikut ini terdapat beberapa syarat diantaranya yaitu:

- a. Batas DAS terletak di punggung bukit serta memotong kontur (tidak sejajar dengan kontur),

- b. Jika kontur kurang jelas, penentuan batas DAS dapat menggunakan as alur jalan,
- c. Batas DAS tidak diperbolehkan memotong alur sungai.

Berikut hasil dari proses *digitizing* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



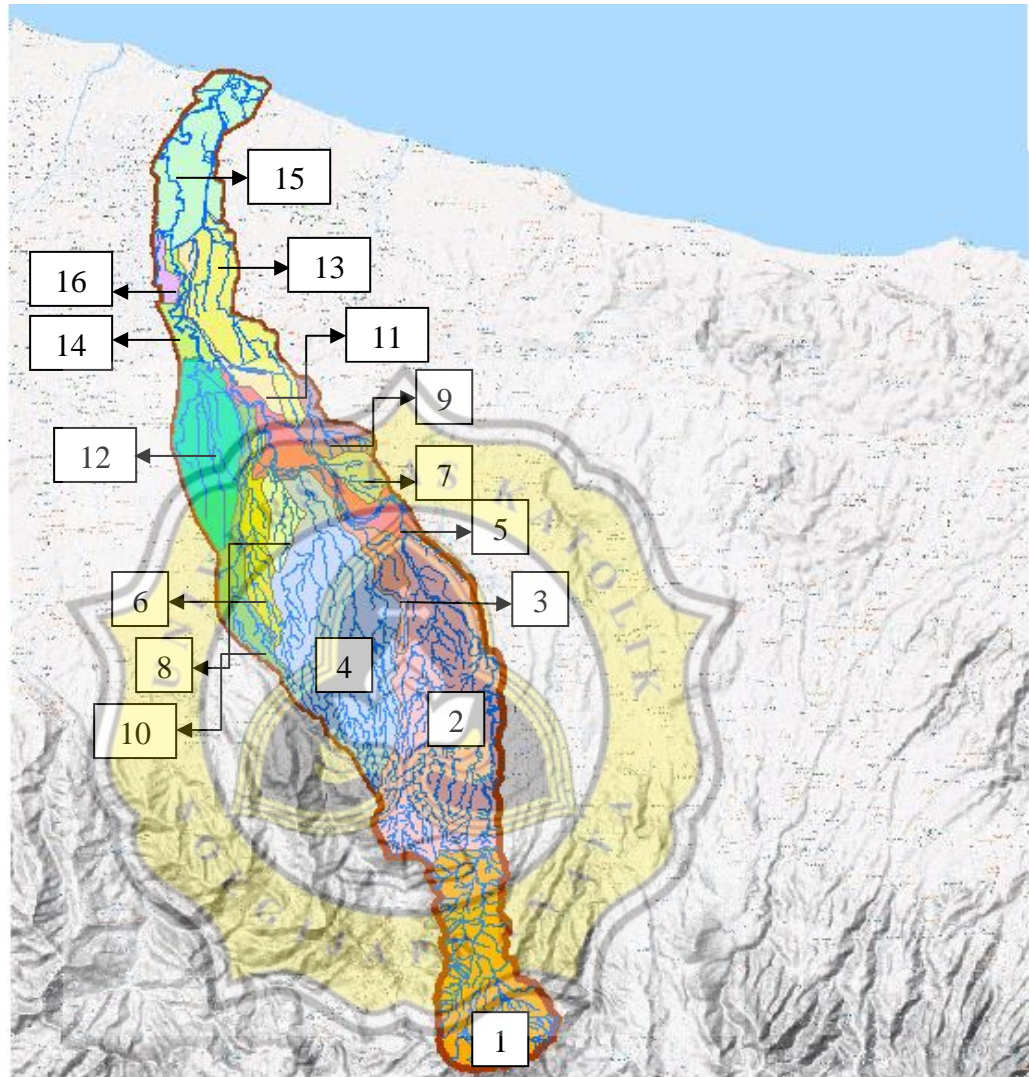
Gambar 4.1 Batas DAS Kupang.

Berdasarkan gambar diatas garis berwarna biru menunjukkan alur sungai yang terdapat di wilayah DAS Kupang. Sedangkan yang berwarna coklat menggambarkan wilayah DAS Kupang dengan luas wilayah 165,172 km².

4.1.2. Pembagian Sub DAS

Proses selanjutnya yaitu membagi DAS Kupang menjadi beberapa sub DAS. Dalam melakukan pembagian sub DAS terlebih dahulu menentukan titik kontrol yang terdapat pada titik percabangan sungai utama dengan anak sungai. Kemudian setelah selesai melakukan penentuan titik kontrol, langkah selanjutnya yaitu membuat batas sub DAS berdasarkan dengan beberapa titik kontrol yang telah ditentukan sebelumnya.

Berikut hasil dari pembagian sub DAS yang telah disesuaikan dengan titik kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pembagian Sub DAS Kupang.

Dengan demikian DAS Kupang terbagi menjadi 16 sub DAS. Luas masing-masing sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.1.



Tabel 4.1 Luas Sub DAS Kupang

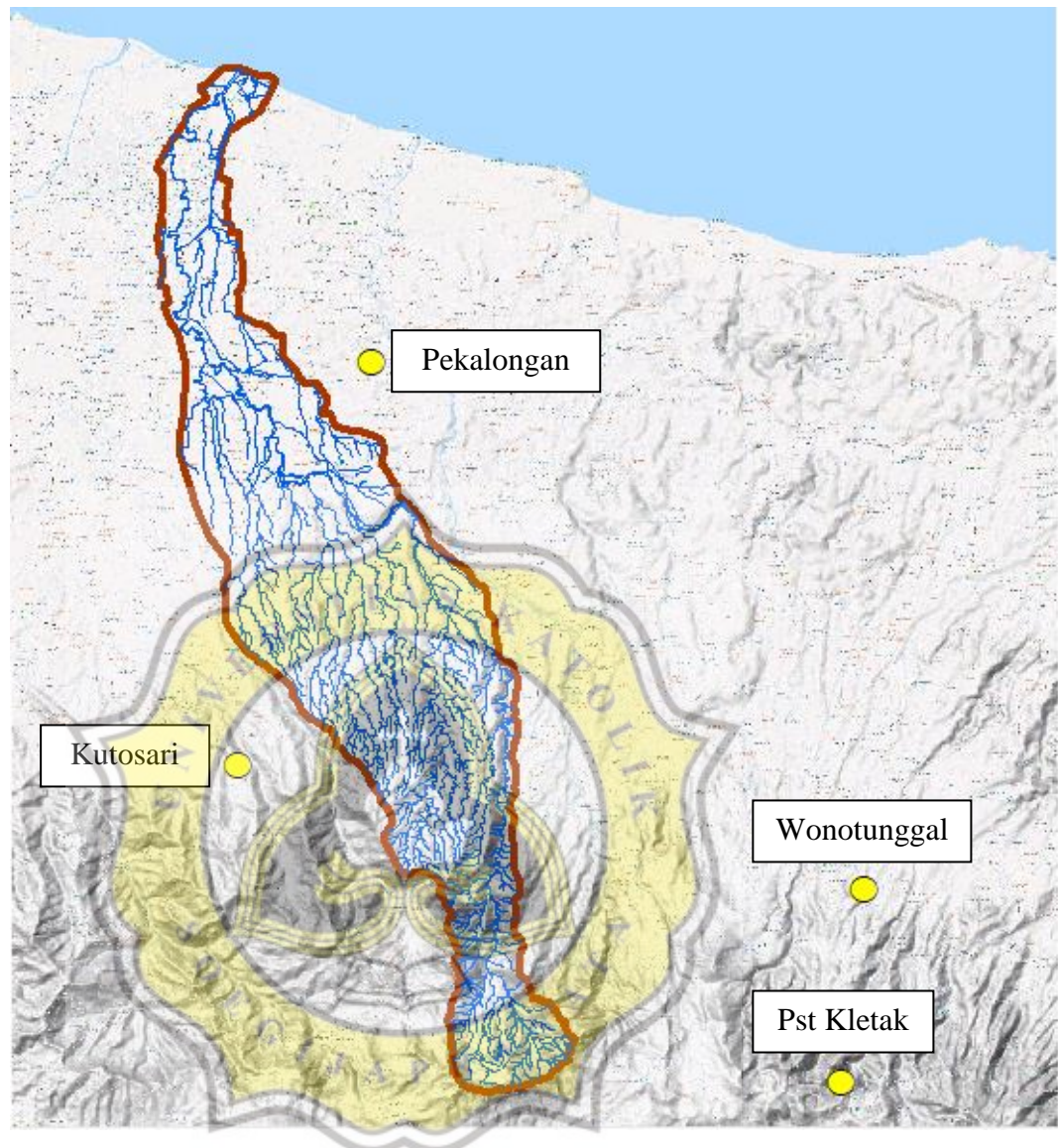
Sub DAS	Luas (km ²)
1	22,459
2	38,062
3	3,754
4	30,967
5	8,484
6	5,304
7	2,430
8	2,889
9	3,330
10	6,274
11	2,808
12	11,786
13	10,358
14	2,952
15	12,123
16	1,242

4.1.3. Area Pengaruh Poligon Thiessen

Dalam menentukan area pengaruh Poligon Thiessen yaitu berdasarkan pada jumlah serta lokasi stasiun hujan yang tersedia. Adapun tujuan dari penentuan area pengaruh Poligon Thiessen yakni untuk melakukan perhitungan curah hujan area. DAS Kupang memiliki 4 stasiun hujan yang dapat memberikan pengaruh diantaranya terdiri dari Stasiun hujan Kutosari, Pekalongan, Pesantren Kletak, dan Wonotunggal.

Stasiun hujan Kutosari terletak pada 07°01'220" LS dan 109°41'33" BT. Stasiun hujan Pekalongan terletak pada 06°53'244" LS dan 109°40'246" BT. Stasiun hujan Pesantren Kletak terletak pada 06°58'761" LS dan 109°38'897" BT. Stasiun hujan Wonotunggal terletak pada 07°00'423" LS dan 109°45'503" BT.

Berikut hasil dari penentuan lokasi stasiun hujan DAS Kupang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



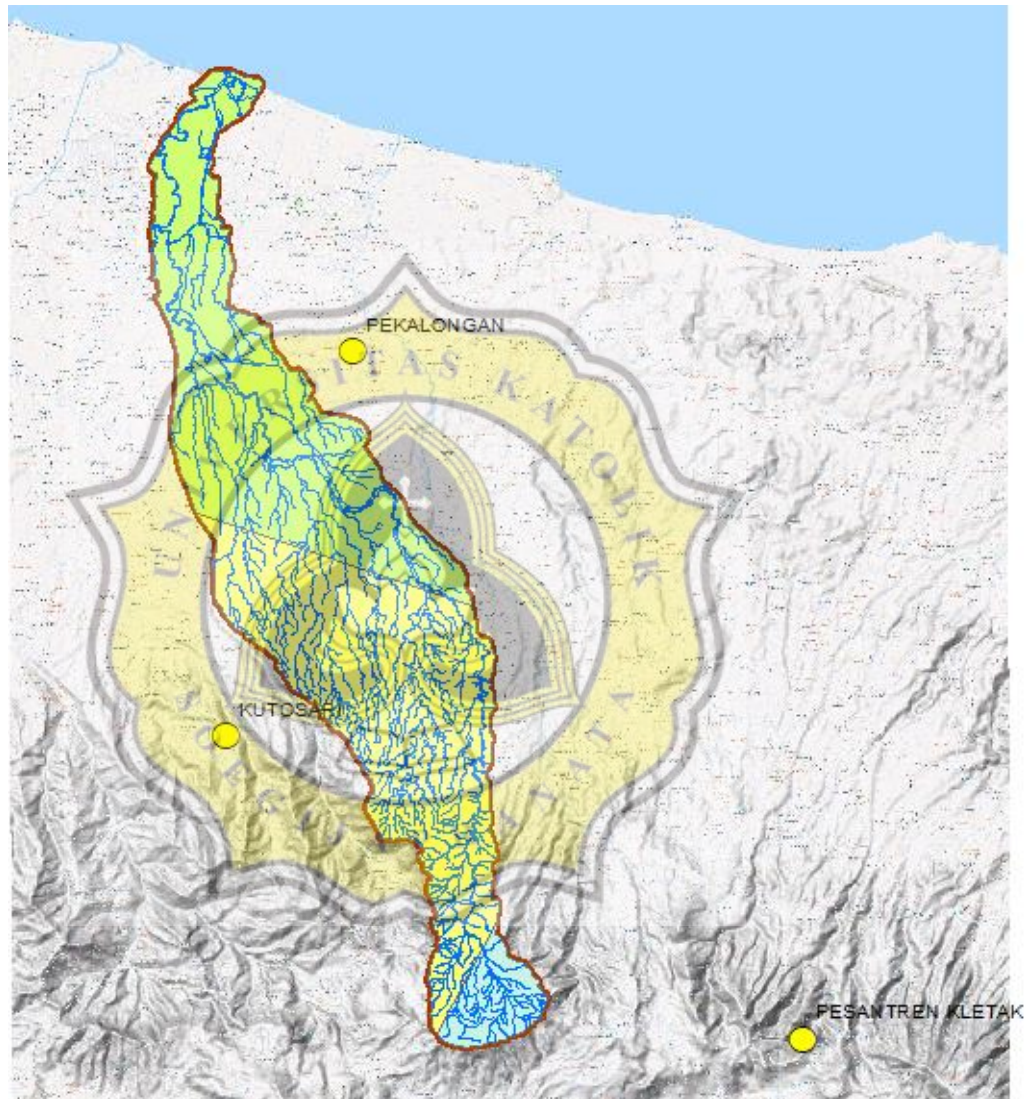
Gambar 4.3 Lokasi Stasiun Hujan DAS Kupang.

Setelah selesai dari proses menandai lokasi berdasarkan 4 stasiun hujan pada DAS Kupang, langkah selanjutnya yaitu melakukan pembentukan area pengaruh Poligon Thiessen dengan cara membagi DAS kemudian disesuaikan pada pengaruh stasiun hujan yang telah ditentukan.

Hasil dari area pengaruh Poligon Thiessen menunjukkan DAS Kupang terbagi menjadi 3 area. Area yang dipengaruhi oleh stasiun hujan Kutosari seluas 80,18 km². Area yang dipengaruhi oleh stasiun hujan Pekalongan

seluas 75,46 km². Area yang dipengaruhi oleh stasiun hujan Pesantren Kletak seluas 9,54 km².

Berikut hasil dari area pengaruh Poligon Thiessen dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Area Pengaruh Poligon Thiessen DAS Kupang.

4.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan pada penelitian ini menggunakan data curah hujan harian Sungai Kupang pada tahun 2001 sampai dengan tahun 2016. Data

yang digunakan merupakan data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dari data curah hujan harian Sungai Kupang di stasiun Kutosari, Pekalongan, dan Pesantren Kletak.

4.2.1. Perhitungan Curah Hujan Area

Perhitungan curah hujan area dilakukan setelah pembagian wilayah DAS selesai dilakukan. Metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan area pada penelitian ini adalah metode Poligon Thiessen. Setelah membagi 3 wilayah area pengaruh Poligon Thiessen, maka luas dan koefisien Thiessen dapat dihitung pada masing-masing wilayah tersebut.

Berikut contoh perhitungan yang dapat dilihat di bawah ini:

Luas area Sta. Hujan Kutosari = 80,179 km² (diperoleh dari hasil analisis dengan *software* ArcGIS)

Σ Luas area = 80,179 + 75,455 + 9,538 km²
= 165,172 km²

Koefisien Thiessen Sta. Hujan Kutosari

$$= \frac{\text{Luas area Sta. Hujan Kutosari}}{\Sigma \text{Luas area}} \\ = \frac{80,179}{165,172} = 48,54$$

Maka hasil dari perhitungan koefisien Thiessen dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pembagian Area Pengaruh Metode Poligon Thiessen

Stasiun Hujan	Luas (Ai) (km ²)	Koefisien Thiessen (Pi) (%)
Sta. Kutosari	80,179	48,54
Sta. Pekalongan	75,455	45,68
Sta. Pesantren Kletak	9,538	5,78
Σ	165,172	100,00

Setelah diketahui nilai Koefisien Thiessen pada masing-masing area pengaruh Poligon Thiessen, kemudian melakukan perhitungan curah hujan maksimum antara tahun 2001 hingga tahun 2016 pada stasiun hujan Kutosari, Pekalongan, dan Pesantren Kletak dengan cara mengalikan nilai curah hujan maksimum dengan koefisien Thiessen pada setiap stasiun hujan yang sudah dihitung sebelumnya.

Berikut contoh perhitungan curah hujan DAS pada Stasiun Hujan Kutosari:

- Rata-rata (menggunakan persamaan 2.1)

$$= \frac{(122 + 209 + 16 + 113 + 82 + 39 + 222 + 10 + 67 + 0 + 114 + 85 + 106 + 285 + 200 + 125)}{16}$$

$$= 112,188 \text{ mm}$$

- Standar deviasi (menggunakan persamaan 2.7)

$$= \sqrt{\frac{(122-112,188)^2 + (209-112,188)^2 + (16-112,188)^2 + \dots + (125-112,188)^2}{16-1}}$$

$$= 81,910 \text{ mm}$$

- Koefisien variasi (menggunakan persamaan 2.10)

$$= \frac{81,910}{112,188}$$

$$= 0,730$$

Maka hasil dari perhitungan curah hujan DAS dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Kupang

Stasiun		Kutosari	Pekalongan	Pesantren Kletak	Curah Hujan DAS
Tahun	Waktu Kejadian	$P_1 = 0,490$	$P_2 = 0,460$	$P_3 = 0,060$	$P_i = 1,000$
		$d_1 \text{ (mm)}$	$d_2 \text{ (mm)}$	$d_3 \text{ (mm)}$	$d = d_1.P_1 + d_2.P_2 + d_3.P_3 \text{ (mm)}$
2001	16-Nov	122	21	56	72,084
	18-Apr	0	125	23	58,880
	28-Nov	0	74	122	41,360



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Kupang (Lanjutan)

Stasiun		Kutosari	Pekalongan	Pesantren Kletak	Curah Hujan DAS
Tahun	Waktu Kejadian	$P_1 = 0,490$	$P_2 = 0,460$	$P_3 = 0,060$	$P_i = 1,000$
		d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	$d = d_1.P_1 + d_2.P_2 + d_3.P_3$ (mm)
2002	4-Feb	209	119	166	165,403
	6-Feb	56	175	77	112,560
	4-Feb	209	119	166	165,403
2003	13-Dec	96	2	59	51,500
	31-Oct	16	291	0	140,695
	23-Jan	92	0	154	54,320
2004	4-Feb	113	159	100	133,261
	4-Feb	113	159	100	133,261
	12-Feb	82	142	153	114,680
2005	22-Jan	82	62	81	72,806
	6-May	0	91	31	43,720
	9-Jan	0	0	81	4,860
2006	17-Jan	199	19	40	108,650
	28-Jan	39	240	82	133,302
	8-Feb	65	28	127	52,350
2007	26-Dec	222	209	3	203,403
	26-Dec	222	209	3	203,403
	4-Dec	70	123	120	98,080
2008	13-Aug	145	0	18	72,130
	18-Feb	10	187	0	90,276
	20-Feb	2	4	95	8,520
2009	31-May	201	5	0	100,790
	9-Feb	67	138	82	100,300
	14-Jan	52	90	87	72,100
2010	11-Dec	128	4	54	67,800
	9-Jun	0	161	63	77,186
	21-Dec	32	4	75	22,020
2011	24-Mar	114	0	74	59,613
	1-Jan	0	0	28	1,680
	5-Feb	97	0	102	53,650
2012	20-Feb	85	0	0	41,259
	1-Jan	60	0	0	29,400
	18-Nov	0	0	69	4,140
2013	5-Jan	106	0	0	51,452
	1-Jan	20	0	61	13,460
	28-Feb	19	0	95	15,010



Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Kupang (Lanjutan)

Stasiun		Kutosari	Pekalongan	Pesantren Kletak	Curah Hujan DAS
Tahun	Waktu Kejadian	$P_1 = 0,490$	$P_2 = 0,460$	$P_3 = 0,060$	$P_i = 1,000$
		d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	$d = d_1.P_1 + d_2.P_2 + d_3.P_3$ (mm)
2014	2-Feb	285	239	216	259,999
	2-Feb	285	239	216	259,999
	2-Feb	285	239	216	259,999
2015	1-Apr	200	81	73	138,300
	3-Jan	11	135	22	68,810
	4-Feb	1	21	119	17,290
2016	1-Feb	125	112	103	117,790
	1-Feb	125	112	103	117,790
	15-Dec	72	31	106	55,900
Rata-rata		112,188	126,188	68,688	116,068
Std. Dev		81,910	93,480	61,785	58,690
Co. Variance		0,730	0,741	0,900	0,506
Co. Kurtosis		24,153	11,779	39,395	44,094
Co. Skewness		0,716	0,418	1,033	1,124

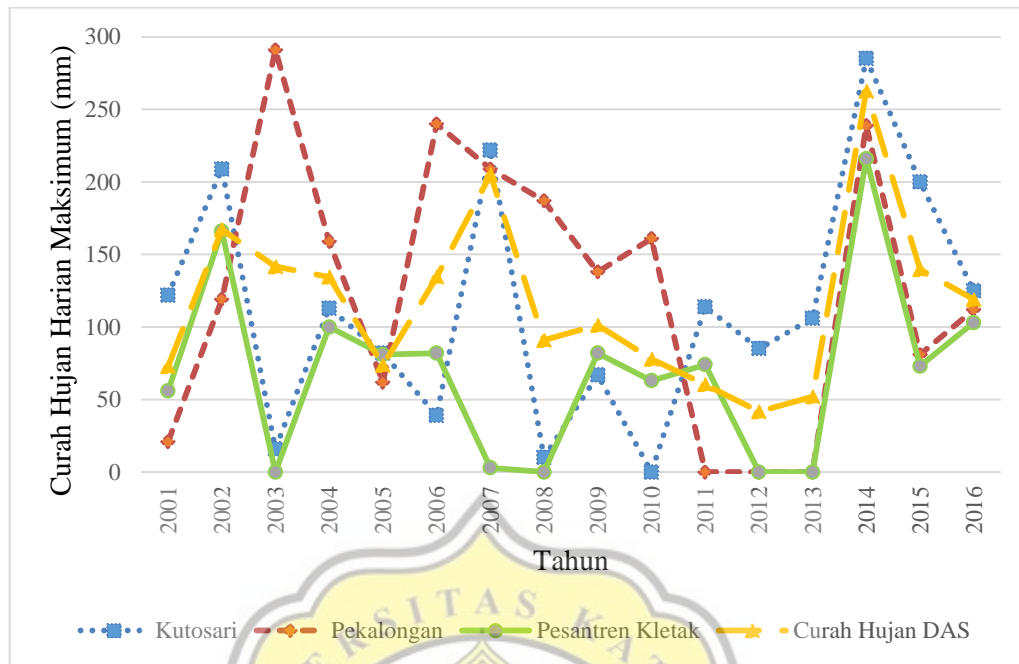
Keterangan:

P_1, P_2, P_3, P_i = Koefisien Thiessen

d_1, d_2, d_3, d_4 = Curah hujan harian maksimum (mm)

Dari hasil perhitungan curah hujan DAS Kupang, maka dapat digambarkan grafik hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan harian maksimum pada masing-masing Stasiun Hujan Kutosari, Pekalongan, dan Pesantren Kletak.

Berikut hasil dari grafik hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Curah Hujan Harian Maksimum.

Pada gambar 4.5 yaitu grafik curah hujan harian maksimum berdasarkan Sta. Hujan Kutosari yang terjadi pada tahun 2001 sampai 2016. Grafik tersebut menampilkan data curah hujan maksimum dari masing-masing stasiun hujan. Pada Stasiun Hujan Kutosari, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2014 sebesar 285 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2010 sebesar 0 mm. Pada Stasiun Hujan Pekalongan, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2003 sebesar 291 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2013 sebesar 0 mm. Pada Stasiun Hujan Pesantren Kletak, curah hujan maksimum terjadi pada tahun 2014 sebesar 216 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2003, 2008, 2012 dan 2013 sebesar 0 mm. Pada curah hujan DAS, nilai tertinggi terdapat di tahun 2014 sebesar 259,999 mm sedangkan untuk nilai terendah terdapat di tahun 2012 sebesar 41,259 mm.

4.2.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan digunakan untuk menghitung data intensitas hujan. Terdapat beberapa langkah dalam menghitung data intensitas hujan yaitu pengukuran statistik, pemilihan jenis distribusi, serta pengujian kecocokan distribusi.

4.2.2.1 Pengukuran Statistik

Pengukuran statistik dihitung setelah mendapatkan hasil dari curah hujan area, kemudian dilakukan dengan cara mengurutkan curah hujan DAS atau data hujan harian maksimum (R_{24}) dari nilai terbesar ke terkecil atau sebaliknya. Pada perhitungan ini memilih pengurutan data dari nilai yang terbesar ke terkecil.

Berikut contoh perhitungan statistik berdasarkan curah hujan maksimum:

$$\begin{aligned} \text{➤ } m \text{ (peringkat)} &= 1 \\ P \text{ (probabilitas)} &= m/(N + 1) \\ &= 1/(16 + 1) \\ &= 0,059 \end{aligned}$$

d (curah hujan harian maksimum) diperoleh dari Tabel 4.3 dengan cara mengalikan nilai curah hujan harian maksimum dengan Koefisien Thiessen (P_i) pada setiap stasiun hujan di periode (tahun) yang sama.

Log d yaitu nilai log dari curah hujan harian maksimum.

➤ Tahun 2014

$$\begin{aligned} d_{2014} &= ((285 \times 0,4854) + (239 \times 0,4568) + (216 \times 0,0578)) \\ &= 259,999 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } d_{2014} &= \text{Log } (259,999) \\ &= 2,415 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Rata-rata (menggunakan persamaan 2.1)

$$\begin{aligned} &= \frac{(259,999 + 203,403 + 165,403 + \dots + 41,259)}{16} \\ &= 116,068 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Nilai tengah (median) yaitu nilai tengah dari jumlah data (n) yang tersedia.

Dengan demikian nilai tengah (median) sebesar 125,546 mm.

- Standar deviasi (menggunakan persamaan 2.7)

$$= \sqrt{\frac{(259,999-116,068)^2 + (203,403-116,068)^2 + \dots + (41,259-116,068)^2}{16-1}}$$
$$= 58,690 \text{ mm}$$

- Koefisien variasi d (menggunakan persamaan 2.10)

$$= \frac{\text{Standar deviasi}}{\text{Rata-rata}}$$

$$= \frac{58,690}{116,068}$$

$$= 0,506$$

- Koefisien variasi log d

$$= \frac{\text{Standar deviasi log } d}{\text{Rata-rata log } d}$$

$$= \frac{0,220}{2,014}$$

$$= 0,109$$

Maka hasil dari perhitungan statistik berdasarkan curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan Statistik

m	Probabilitas (P) $P=m/(N+1)$	Tahun	d (mm)	Log d (mm)
1	0,059	2014	259,999	2,415
2	0,118	2007	203,403	2,308
3	0,176	2002	165,403	2,219
4	0,235	2003	140,695	2,148
5	0,294	2015	138,300	2,141
6	0,353	2004	133,261	2,125
7	0,412	2006	133,302	2,125

Tabel 4.4 Perhitungan Statistik (Lanjutan)

m	Probabilitas (P) $P=m/(N+1)$	Tahun	d (mm)	Log d (mm)
8	0,471	2016	117,790	2,071
9	0,529	2009	100,300	2,001
10	0,588	2008	90,276	1,956
11	0,647	2010	77,186	1,888
12	0,706	2005	72,806	1,862
13	0,765	2001	72,048	1,858
14	0,824	2011	59,613	1,775
15	0,882	2013	51,452	1,711
16	0,941	2012	41,259	1,616
Jumlah Data (n)			16	16
Nilai Rerata (Mean)			116,068	2,014
Nilai Tengah (Median)			125,546	2,036
Standar Deviasi (δ_x)			58,690	0,220
Koefisien <i>Skewness</i> (Cs)			1,124	0,463
Koefisien Kurtosis (Ck)			44,094	13,518
Koefisien Variasi (Cv)			0,506	0,109

Keterangan:

d = Curah hujan harian maksimum (mm)

Log d = Nilai logaritma dari nilai curah hujan harian maksimum (mm)

Selanjutnya menentukan jenis distribusi dengan cara mencocokkan parameter statistik berdasarkan syarat pada setiap jenis distribusi.

Berikut hasil dari mencocokkan parameter statistik pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 1,124$ $Ck = 44,094$	Tidak Diterima
Log-Normal	$Cs \approx 3Cv + (Cv^2) = 3$ $Ck \approx 5,383$	$Cs = 1,124$ $Ck = 44,094$	Tidak Diterima
Gumbel	$Cs \approx 1,1396$ $Ck \approx 5,4002$	$Cs = 1,124$ $Ck = 44,094$	Tidak Diterima
Log-Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = 1,124$ $Ck = 44,094$	Diterima

(Sumber: Adisusanto, 2011)

Berdasarkan dari hasil kecocokan parameter statistik, sehingga jenis distribusi yang memenuhi syarat yaitu Log-Pearson III. Tetapi, untuk pemilihan jenis distribusi ini diharuskan untuk menguji kembali dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

4.2.2.2 Pemilihan Jenis Distribusi

Pada penelitian ini jenis distribusi yang dihitung yaitu Distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log-Pearson III. Tujuan dari perhitungan distribusi ini yaitu untuk menghitung data nilai curah hujan rancangan berdasarkan kala ulang tertentu. Terdapat 6 (enam) kala ulang yang diinginkan untuk penelitian ini yaitu diantaranya 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, serta 100 tahunan. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahunan (X_T) yaitu menggunakan persamaan 2.12.

Berikut contoh perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan 4 jenis distribusi:

1. Distribusi Normal

Perhitungan nilai Distribusi Normal menggunakan Tabel Nilai Variabel Reduksi *Gauss* (Tabel 2.1). Pada tabel tersebut nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}) tidak disebutkan maka, perlu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai K_{25} tersebut dengan cara interpolasi.

T_{25} = Periode ulang 25 tahunan

T_{20} = Periode ulang 20 tahunan

T_{50} = Periode ulang 50 tahunan

K_{25} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan

K_{20} = 1,64 = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan

K_{50} = 2,05 = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 50 tahunan

Perhitungan interpolasi nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}):

$$\frac{T_{25} - T_{20}}{T_{50} - T_{20}} = \frac{K_{25} - K_{20}}{K_{50} - K_{20}}$$

$$\frac{25 - 20}{50 - 20} = \frac{K_{25} - 1,64}{2,05 - 1,64}$$

$$\frac{5}{30} = \frac{K_{25} - 1,64}{0,41}$$

$$K_{25} = \left(\frac{5 \times 0,41}{30} \right) + 1,64$$

$$K_{25} = 1,751$$

Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai curah hujan rancangan menggunakan nilai K_{25} .

$$\text{Curah hujan rata-rata } (\bar{x}) = 116,068 \text{ mm}$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta_x) = 58,690 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 25 tahunan:

$$\begin{aligned} X_{25} &= \bar{x} + K_{25} \cdot \delta_x \\ &= 116,068 + (1,751 \times 58,690) \\ &= 216,330 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Distribusi Log-Normal

Perhitungan nilai Distribusi Log-Normal menggunakan Tabel Faktor Frekuensi untuk Distribusi Log-Normal. Untuk mengetahui nilai faktor frekuensi Log-Normal menggunakan tabel maka diperlukan nilai koefisien variasi (C_v). Untuk perhitungan Distribusi Log-Normal menggunakan nilai koefisien variasi (C_v) yang sudah dilogaritmakan yaitu sebesar 0,109 (Tabel 4.4). Pada contoh perhitungan di bawah ini nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}) menggunakan probabilitas 0,04. Namun, pada Tabel Faktor Frekuensi Distribusi Log-Normal nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}) menggunakan probabilitas 0,04 tidak disebutkan maka, perlu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai K_{25} tersebut dengan cara interpolasi.

Dalam Tabel Faktor Frekuensi Distribusi Log-Normal tidak disebutkan nilai koefisien variasi (C_v) sebesar 0,109. Sehingga, perlu perhitungan



interpolasi untuk mendapatkan nilai faktor frekuensi dengan cara memasukkan nilai koefisien variasi (C_v) = 0,109 untuk periode ulang 25 tahunan dengan nilai probabilitas = 0,04. Maka, untuk mendapatkan nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan diperlukan nilai faktor frekuensi dengan nilai probabilitas sebesar 0,05 dan 0,01.

Probabilitas = 0,05

$$\text{Periode Ulang (T)} = \frac{1}{\text{Probabilitas (P)}} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ Tahunan}$$

Probabilitas = 0,01

$$\text{Periode Ulang (T)} = \frac{1}{\text{Probabilitas (P)}} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ Tahunan}$$

C_v = Nilai koefisien variasi = 0,109 (Tabel 4.4)

C_{va} = Nilai koefisien variasi pada Tabel Faktor Frekuensi = 0,100

C_{vb} = Nilai koefisien variasi pada Tabel Faktor Frekuensi = 0,136

K_{20} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan (T_{20})
berdasarkan nilai koefisien variasi (C_v) = 0,109

K_{20a} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan (T_{20})
berdasarkan nilai koefisien variasi (C_{va}) = 0,100 = 1,72

K_{20b} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan (T_{20})
berdasarkan nilai koefisien variasi (C_{vb}) = 0,136 = 1,75

Berikut ini perhitungan interpolasi faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan berdasarkan koefisien variasi (C_v) = 0,109:

$$\begin{aligned} \frac{C_v - C_{va}}{C_{vb} - C_{va}} &= \frac{K_{20} - K_{20a}}{K_{20b} - K_{20a}} \\ \frac{0,109 - 0,100}{0,136 - 0,100} &= \frac{K_{20} - 1,72}{1,75 - 1,72} \\ \frac{0,009}{0,036} &= \frac{K_{20} - 1,72}{0,03} \\ K_{20} &= \left(\frac{0,009 \times 0,03}{0,036} \right) + 1,72 \\ K_{20} &= 1,73 \end{aligned}$$



Sehingga nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan berdasarkan koefisien variasi (C_v) = 0,109 yaitu sebesar 1,73. Kemudian untuk mendapatkan nilai faktor frekuensi dengan periode ulang 100 tahunan menggunakan cara interpolasi di bawah ini:

$$\begin{aligned}\frac{C_v - C_{va}}{C_{vb} - C_{va}} &= \frac{K_{100} - K_{100a}}{K_{100b} - K_{100a}} \\ \frac{0,109 - 0,100}{0,136 - 0,100} &= \frac{K_{100} - 2,55}{2,62 - 2,55} \\ \frac{0,009}{0,036} &= \frac{K_{100} - 2,55}{0,07} \\ K_{100} &= \left(\frac{0,009 \times 0,07}{0,036} \right) + 2,55 \\ K_{100} &= 3,730\end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mengetahui nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan ditentukan dengan cara interpolasi sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned}T_{25} &= \text{Periode ulang 25 tahunan} \\ T_{20} &= \text{Periode ulang 20 tahunan} \\ T_{100} &= \text{Periode ulang 100 tahunan} \\ K_{25} &= \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan} \\ K_{20} &= \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 20 tahunan} \\ K_{100} &= \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 100 tahunan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{T_{25} - T_{20}}{T_{100} - T_{20}} &= \frac{K_{25} - K_{20}}{K_{100} - K_{20}} \\ \frac{25 - 20}{100 - 20} &= \frac{K_{25} - 1,73}{3,73 - 1,73} \\ \frac{5}{80} &= \frac{K_{25} - 1,73}{2} \\ K_{25} &= \left(\frac{5 \times 2}{80} \right) + 1,73 \\ K_{25} &= 2,288\end{aligned}$$

Kemudian melakukan perhitungan curah hujan rancangan dengan memasukkan hasil dari logaritma nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi.

$$\text{Curah hujan rata-rata } (\bar{x}) = 116,068 \text{ mm (Tabel 4.4)}$$

$$\text{Log } (\bar{x}) = \text{Log } (116,068) = 2,014$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta_x) = 58,690 \text{ mm (Tabel 4.4)}$$

$$\text{Log } (\delta_x) = \text{Log } (58,690) = 0,220$$

Perhitungan nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 25 tahunan (X_{25}) :

$$\begin{aligned} X_{25} &= \bar{x} + \delta_x \times K_{25} \\ &= 116,068 + 58,690 \times 2,288 \\ &= 119,217 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Distribusi Gumbel

Perhitungan nilai Distribusi Gumbel menggunakan Persamaan 2.15 dengan memasukkan nilai *reduced variate* (Y_T) yang dapat dilihat pada Tabel 2.3, serta *reduced* standar deviasi (S_n) Tabel 2.3.

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

$$\text{Periode ulang } (T) = 25 \text{ tahunan}$$

$$\text{Reduce variate } (Y_{25}) = 0,5300$$

$$\text{Reduce variate } (Y_{16}) = 0,5157$$

$$\text{Reduce standart deviation } (S_{16}) = 1,0316$$

Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}):

$$\begin{aligned} K_{25} &= \frac{Y_{25} - Y_{16}}{S_{16}} \\ &= \frac{0,5300 - 0,5157}{1,0316} \\ &= 2,044 \end{aligned}$$

Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai curah hujan rancangan menggunakan nilai K_{25} .

$$\text{Curah hujan rata-rata } (\bar{x}) = 116,068 \text{ mm}$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta_x) = 58,690 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}X_{25} &= \bar{x} + K_{25} \cdot \delta_x \\&= 116,068 + (2,044 \times 58,690) \\&= 116,882 \text{ mm}\end{aligned}$$

4. Distribusi Log-Pearson III

Perhitungan nilai Distribusi Log-Pearson III menggunakan Tabel Faktor Frekuensi. Pada penelitian ini nilai faktor kemencengan (C_s) sebesar 1,127 sehingga untuk perhitungan kala ulang 25 tahunan diperlukan interpolasi.

C_s = Nilai faktor kemencengan = 1,127 (Tabel 4.5)

C_{sa} = Nilai faktor kemencengan pada tabel = 1,000

C_{sb} = Nilai faktor kemencengan pada tabel = 1,200

K_{25} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_s) = 1,127

K_{25a} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_{sa}) 1,000 = 2,043

K_{25b} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_{sb}) 1,200 = 2,087

Perhitungan interpolasi nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}):

$$\begin{aligned}\frac{C_s - C_{sa}}{C_{sb} - C_{sa}} &= \frac{K_{25} - K_{25a}}{K_{25b} - K_{25a}} \\ \frac{1,127 - 1,000}{1,200 - 1,000} &= \frac{K_{25} - 2,043}{2,087 - 2,043} \\ \frac{0,127}{0,200} &= \frac{K_{25} - 2,043}{0,044} \\ K_{25} &= \left(\frac{0,127 \times 0,044}{0,200} \right) + 2,043 \\ &= 1,733\end{aligned}$$



Kemudian melakukan perhitungan curah hujan rancangan dengan memasukkan hasil dari logaritma nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi yang diperoleh dari Tabel 4.4.

$$\text{Curah hujan rata-rata } (\bar{x}) = 116,068 \text{ mm (Tabel 4.4)}$$

$$\text{Log } (\bar{x}) = \text{Log } (116,068) = 2,014$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta_x) = 58,690 \text{ mm (Tabel 4.4)}$$

$$\text{Log } (\delta_x) = \text{Log } (58,690) = 0,220$$

Perhitungan nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 25 tahunan (X_{25}) :

$$\text{Log } X_{25} = \text{Nilai rerata Log } (d) + K_{25} \cdot \text{Log } \delta_x$$

$$= 2,014 + (1,733 \times 0,220)$$

$$= 2,395 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 10^{2,395}$$

$$= 294,510 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan 4 jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Faktor Frekuensi serta Curah Hujan Rancangan pada Setiap Periode Ulang

Probabilitas	Periode Ulang (tahunan)	Faktor Frekuensi dan Curah Hujan Rancangan							
		Dist. Normal		Dist. Log-Normal		Dist. Gumbel		Dist. Log-Pearson III	
(P)	(T)	K_T	X_T (mm)	K_T	X_T (mm)	K_T	X_T (mm)	K_T	X_T (mm)
0,5	2	0,00	116,068	1,54	206,370	-0,042	113,610	-0,18	94,023
0,2	5	0,84	165,368	1,57	208,220	-0,034	114,094	0,74	150,214
0,1	10	1,28	191,192	1,62	211,302	-0,020	114,902	1,34	203,396
0,04	25	1,75	216,330	1,78	119,217	0,014	116,882	2,07	294,510
0,02	50	2,05	236,383	2,04	119,681	0,032	117,934	2,60	384,090
0,01	100	2,33	252,816	2,57	120,610	0,043	118,589	3,10	496,599

Keterangan:

K_T = Faktor frekuensi

X_T = Curah hujan rancangan dengan periode ulang T (mm)

4.2.2.3 Pengujian Kecocokan Distribusi

Pada penelitian ini pengujian kecocokan distribusi menggunakan dua jenis metode pengujian yang terdiri dari pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dilakukan dengan cara menentukan banyaknya kelas serta derajat kebebasan yang terdapat pada data frekuensi.

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

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

$$\begin{aligned} Ef &= \frac{n}{K} \\ &= \frac{16}{5} = 3,20 \end{aligned}$$

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

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

Taraf Signifikasi (α) = 0,05 (dikarenakan nilai signifikansi yang ditentukan yaitu 95%, sehingga nilai kritis nya 5% = 0,05).

Selanjutnya mencari batas interval dengan cara perhitungan kelas distribusi.

$$\begin{aligned} \text{Interval kelas distribusi} &= \frac{1}{K} \times 100\% \\ &= \frac{1}{5} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Sehingga hasil dari perhitungan kelas distribusi diatas diperoleh 5 macam kelas distribusi dengan nilai probabilitas (P(x)) sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%.



$$P(x) = 20\% = \frac{20}{100} = 0,20$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 40\% = \frac{40}{100} = 0,40$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 60\% = \frac{60}{100} = 0,60$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 80\% = \frac{80}{100} = 0,80$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 100\% = \frac{100}{100} = 1,00$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{1,00} = 1 \text{ tahunan}$$

Kemudian menentukan nilai Chi-Kuadrat Kritik dengan cara mencocokkan taraf signifikasi (α) sebesar 0,05 dengan derajat kebebasan (DK) sebesar 2. Maka, berdasarkan Tabel 2.7 nilai Chi-Kuadrat Kritik yang digunakan untuk perhitungan uji kecocokan Chi-Kuadrat yaitu 5,991.

a. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Pada penelitian ini pembagian kelas berdasarkan nilai probabilitas nya dibagi menjadi 5 kelas yaitu:

- Kelas 1 yaitu dengan nilai probabilitas sebesar $0 < x \leq 0,20$
- Kelas 2 yaitu dengan nilai probabilitas sebesar $0,20 < x \leq 0,4$
- Kelas 3 yaitu dengan nilai probabilitas sebesar $0,40 < x \leq 0,60$
- Kelas 4 yaitu dengan nilai probabilitas sebesar $0,60 < x \leq 0,80$
- Kelas 5 yaitu dengan nilai probabilitas sebesar $0,80 < x \leq 1,00$



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan frekuensi pada distribusi normal:

$X_{25} = 216,330$ mm dengan periode ulang 25 tahun dan $P = 0,04$

$X_{10} = 191,192$ mm dengan periode ulang 10 tahun dan $P = 0,1$

(Tabel 4.6)

$P = m/(N+1) = 0,059$ (Tabel 4.4)

Keterangan:

P = Probabilitas

Sehingga hasil kelas pembagi berdasarkan frekuensi pada distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada Distribusi Normal

$P=m/(N+1)$	X (mm)	Of
0,059	259,999	2
0,118	203,403	
0,176	165,403	5
0,235	140,695	
0,294	138,300	
0,353	133,261	
0,412	133,302	
0,471	117,790	1
0,529	100,300	5
0,588	90,276	
0,647	77,186	
0,706	72,806	
0,765	72,048	
0,824	59,613	3
0,882	51,452	
0,941	41,259	

Keterangan:

$P = m/(N+1)$ = Probabilitas

X = Curah hujan rancangan (mm)

Of = Kelas pembagi

Berikut contoh perhitungan uji Chi-Kuadrat pada curah hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahunan untuk Distribusi Normal:

$$K_5 = 0,84$$

$$X_5 = \bar{x} + K_5 \cdot \delta_x$$

$$= 116,068 + (0,84 \times 58,690)$$

$$= 165,453 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Normal

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	X (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,20	0 < x ≤ 0,20	3,20	165,463	2	1,200	0,450
	0,40	0,20 < x ≤ 0,40	3,20	130,937	5	1,800	1,013
	0,60	0,40 < x ≤ 0,60	3,20	101,199	1	2,200	1,513
	0,80	0,60 < x ≤ 0,80	3,20	66,674	5	1,800	1,013
	1,00	0,80 < x ≤ 1,00	3,20	-65,297	3	0,200	0,013
			16			Chi-Kuadrat=	4,000
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Keterangan:

P(x ≥ Xm) = Batas kelas
Ef = Jumlah pengamatan yang diharapkan sesuai kelas pembagi (Of)
X = Curah hujan rancangan (mm)
Of = Kelas pembagi

Sehingga hasil dari perhitungan dengan menggunakan Distribusi Normal yaitu mendapatkan nilai Chi-Kuadrat = 4,000 lebih kecil dari nilai Chi-Kritik = 5,991. Sehingga Distribusi Normal dapat diterima.

b. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan frekuensi pada distribusi log-normal:

$X_{25} = 119,217 \text{ mm}$ dengan periode ulang 25 tahun dan $P = 0,04$

$X_{10} = 211,302 \text{ mm}$ dengan periode ulang 10 tahun dan $P = 0,1$
(Tabel 4.6)

$P = m/(N+1) = 0,059$ (Tabel 4.4)



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Keterangan:

P = Probabilitas

Hasil perhitungan kelas pembagi berdasarkan frekuensi pada distribusi log-normal dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada Distribusi Log-Normal

P=m/(N+1)	X (mm)	Of
0,059	259,999	3
0,118	203,403	
0,176	165,403	
0,235	140,695	5
0,294	138,300	
0,353	133,261	
0,412	133,302	
0,471	117,790	
0,529	100,300	1
0,588	90,276	4
0,647	77,186	
0,706	72,806	
0,765	72,048	
0,824	59,613	3
0,882	51,452	
0,941	41,259	

Keterangan:

P = m/(N+1) = Probabilitas

X = Curah hujan rancangan (mm)

Of = Kelas pembagi

Berikut contoh perhitungan uji Chi-Kuadrat pada curah hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahunan untuk Distribusi Log-Normal:

$$K_5 = 1,57$$

$$\begin{aligned} X_5 &= \bar{x} + \delta_x \times K_5 \\ &= 116,068 + 0,220 \times 1,57 \\ &= 158,027 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka hasil dari perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal dapat dilihat pada Tabel 4.10.



Tabel 4.10 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Normal

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	X (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,20	0 < x ≤ 0,20	3,20	158,027	3	0,200	0,013
	0,40	0,20 < x ≤ 0,40	3,20	117,314	5	1,800	1,013
	0,60	0,40 < x ≤ 0,60	3,20	90,763	1	2,200	1,513
	0,80	0,60 < x ≤ 0,80	3,20	67,380	4	0,800	0,200
	1,00	0,80 < x ≤ 1,00	3,20	21,577	3	0,200	0,013
			16			Chi-Kuadrat=	2,750
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Keterangan:

P(x ≥ Xm) = Batas kelas

Ef = Jumlah pengamatan yang diharapkan sesuai kelas pembagi (Of)

X = Curah hujan rancangan (mm)

Of = Kelas pembagi

Sehingga hasil dari perhitungan dengan menggunakan Distribusi Log-Normal yaitu mendapatkan nilai Chi-Kuadrat = 2,750 lebih kecil dari nilai Chi-Kritik = 5,991. Sehingga Distribusi Log-Normal dapat diterima.

c. Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan frekuensi pada distribusi gumbel:

$X_{25} = 238,196$ mm dengan periode ulang 25 tahun dan $P = 0,04$

$X_{10} = 194,409$ mm dengan periode ulang 10 tahun dan $P = 0,1$
(Tabel 4.6)

$P = m/(N+1) = 0,059$ (Tabel 4.4)

Keterangan:

P = Probabilitas

Hasil perhitungan kelas pembagi berdasarkan frekuensi pada distribusi gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.11.



Tabel 4.11 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada Distribusi Gumbel

$P=m/(N+1)$	$X \text{ (mm)}$	Of
0,059	259,999	3
0,118	203,403	
0,176	165,403	
0,235	140,695	4
0,294	138,300	
0,353	133,261	
0,412	133,302	
0,471	117,790	2
0,529	100,300	
0,588	90,276	4
0,647	77,186	
0,706	72,806	
0,765	72,048	
0,824	59,613	3
0,882	51,452	
0,941	41,259	

Keterangan:

$P = m/(N+1)$ = Probabilitas

X = Curah hujan rancangan (mm)

Of = Kelas pembagi

Berikut contoh perhitungan uji Chi-Kuadrat pada curah hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahunan untuk Distribusi Gumbel:

$$K_5 = -0,03$$

$$X_5 = \bar{x} + K_5 \cdot \delta_x$$

$$= 116,068 + (-0,03) \times 58,690$$

$$= 158,293 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.12.



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.12 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Gumbel

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	X (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,20	0 < x ≤ 0,20	3,20	158,293	3	0,200	0,013
	0,40	0,20 < x ≤ 0,40	3,20	120,394	4	0,800	0,200
	0,60	0,40 < x ≤ 0,60	3,20	93,656	2	1,200	0,450
	0,80	0,60 < x ≤ 0,80	3,20	67,879	4	0,800	0,200
	1,00	0,80 < x ≤ 1,00	3,20	1,217	3	0,200	0,013
			16		16	Chi-Kuadrat=	0,875
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Keterangan:

- P(x ≥ Xm) = Batas kelas
Ef = Jumlah pengamatan yang diharapkan sesuai kelas pembagi (Of)
X = Curah hujan rancangan (mm)
Of = Kelas pembagi

Sehingga hasil dari perhitungan dengan menggunakan Distribusi Gumbel yaitu mendapatkan nilai Chi-Kuadrat = 0,875 lebih kecil dari nilai Chi-Kritik = 5,991. Sehingga Distribusi Gumbel dapat diterima.

d. Uji Chi-Kuadrat untuk Log-Pearson III

Perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan frekuensi pada distribusi log-pearson III:

$X_{25} = 294,510$ mm dengan periode ulang 25 tahun dan $P = 0,04$

$X_{10} = 203,396$ mm dengan periode ulang 10 tahun dan $P = 0,1$
(Tabel 4.6)

$P = m/(N+1) = 0,059$ (Tabel 4.4)

Keterangan:

P = Probabilitas

Hasil perhitungan kelas pembagi berdasarkan frekuensi pada distribusi log-pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.13.



Tabel 4.13 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada Distribusi Log-Pearson III

$P=m/(N+1)$	X (mm)	Of
0,059	259,999	3
0,118	203,403	
0,176	165,403	
0,235	140,695	4
0,294	138,300	
0,353	133,261	
0,412	133,302	
0,471	117,790	2
0,529	100,300	
0,588	90,276	4
0,647	77,186	
0,706	72,806	
0,765	72,048	
0,824	59,613	3
0,882	51,452	
0,941	41,259	

Keterangan:

$P = m/(N+1)$ = Probabilitas

X = Curah hujan rancangan (mm)

Of = Kelas pembagi

Berikut contoh perhitungan uji Chi-Kuadrat pada curah hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahunan untuk Distribusi Log-Pearson III:

$$K_5 = 0,74$$

$$\text{Log } X_5 = \text{Nilai rerata Log (d)} + K_5 \cdot \text{Log } \delta_x$$

$$= 2,014 + (0,74 \times 0,220)$$

$$= 2,177 \text{ mm}$$

$$X_5 = 10^{2,177}$$

$$= 158,225 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.14.



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.14 Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log-Pearson III

Kelas	P(x ≥ Xm)		Ef	X (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0,20	0 < x ≤ 0,20	3,20	158,225	3	0,200	0,013
	0,40	0,20 < x ≤ 0,40	3,20	117,805	4	1,800	0,200
	0,60	0,40 < x ≤ 0,60	3,20	91,147	2	1,200	0,450
	0,80	0,60 < x ≤ 0,80	3,20	67,472	4	0,800	0,200
	1,00	0,80 < x ≤ 1,00	3,20	20,762	3	0,200	0,013
			16		16	Chi-Kuadrat=	0,875
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5,991

Keterangan:

- P(x ≥ Xm) = Batas kelas
Ef = Jumlah pengamatan yang diharapkan sesuai kelas pembagi (Of)
X = Curah hujan rancangan (mm)
Of = Kelas pembagi

Sehingga hasil dari perhitungan dengan menggunakan Distribusi Log-Pearson III yaitu mendapatkan nilai Chi-Kuadrat = 0,875 lebih kecil dari nilai Chi-Kritik = 5,991. Sehingga Distribusi Log-Pearson III dapat diterima.

Kemudian hasil uji Chi-Kuadrat pada masing-masing distribusi dapat dibuat kesimpulan yang dapat dilihat pada Tabel 4.15 dengan memperhatikan syarat yang telah ditentukan yaitu nilai Chi-Kritik lebih besar dari hasil Chi-Kuadrat sehingga hasil setiap distribusi dapat diterima.

Tabel 4.15 Hasil Uji Chi Kuadrat Setiap Distribusi

Jenis Distribusi	Nilai Chi-Kritik	Hasil Chi-Kuadrat	Keterangan
Normal	5,991	4,000	Diterima
Log-Normal	5,991	2,750	Diterima
Gumbel	5,991	0,875	Diterima
Log-Pearson III	5,991	0,875	Diterima

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pada pengujian Smirnov-Kolmogorov langkah awal yang dilakukan yaitu mencari nilai distribusi kritis (Δ_{cr}) dengan mencocokkan taraf signifikansi (α) dan jumlah data (n) yang dapat dilihat pada Tabel 2.8. Sehingga, berdasarkan jumlah data (n) = 16 dan $\alpha = 0,05$ menghasilkan nilai kritisnya (Δ_{cr}) sebesar 0,330.

Berikut contoh perhitungan uji kecocokan distribusi dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov:

n = Jumlah data = 16

R_{24} = Curah hujan harian maksimum = 259,999 mm (Tabel 4.4)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata = 116,068 mm (Tabel 4.4)

δ_x = Standar deviasi = 58,690 mm

m = Peringkat = 1

Selanjutnya menghitung nilai dari peluang lapangan ($P(x)$) menggunakan Persamaan 2.11.

$$\begin{aligned} P(x) &= \frac{m}{n+1} \\ &= \frac{1}{16+1} \\ &= 0,059 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mengetahui nilai peluang teoritis ($P'(x)$) dapat diperoleh dengan cara menggunakan bantuan *software* Ms. Excel. Berikut ini contoh perhitungan nilai peluang empiris pada setiap distribusi:

a. Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

$$\begin{aligned} P'(x) &= \frac{1}{\delta_x} \exp \frac{[-(x_i - \bar{x})^2]}{2\delta_x^2} \\ &= \frac{1}{58,690} \exp \frac{[-(259,999 - 116,068)^2]}{2(58,690)^2} \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

Keterangan:

x_i = R_{24} = Hujan harian maksimum (mm)

\bar{x} = Nilai rata-rata hujan harian maksimum (mm)

δ_x = Standar deviasi (mm)

Selanjutnya menghitung selisih peluang lapangan dengan memasukkan nilai peluang teoritis (Δ):

$$\begin{aligned}\Delta &= |P(x) - P'(x)| \\ &= |0,059 - 0,007| \\ &= 0,052\end{aligned}$$

Keterangan:

$P(x)$ = Peluang lapangan (Persamaan 2.11)

$P'(x)$ = Peluang teoritis (Persamaan Probabilitas pada setiap distribusi)

Δ = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

b. Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log-Normal

$$\begin{aligned}P'(x) &= \frac{1}{\text{Log}_{x_i} \cdot \text{Log}_{\delta_x} \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\text{Log}_{x_i} - \text{Log}_{\bar{x}}}{\text{Log}_{\delta_x}} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{\text{Log}_{(259,999)} \cdot \text{Log}_{(58,690)} \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\text{Log}_{(259,999)} - \text{Log}_{(116,068)}}{\text{Log}_{(58,690)}} \right)^2 \right) \\ &= 0,034\end{aligned}$$

Keterangan:

$\text{Log } x_i$ = Nilai logaritma dari hujan harian maksimum (R_{24}) (mm)

$\text{Log } \bar{x}$ = Nilai logaritma dari rerata hujan harian maksimum (mm)

$\text{Log } \delta_x$ = Nilai logaritma dari standar deviasi (mm)

Selanjutnya menghitung selisih peluang lapangan dengan memasukkan nilai peluang teoritis (Δ):

$$\begin{aligned}\Delta &= |P(x) - P'(x)| \\ &= |0,059 - 0,034| \\ &= 0,025\end{aligned}$$

Keterangan:

$P(x)$ = Peluang lapangan (Persamaan 2.11)

$P'(x)$ = Peluang teoritis (Persamaan Probabilitas pada setiap distribusi)

Δ = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

c. Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

Pada Distribusi Gumbel ini pengujian Smirnov-Kolmogorov ditentukan menggunakan faktor reduksi gumbel (Y).

$$a = \frac{1,283}{\delta_x}$$

$$= \frac{1,283}{58,690}$$

$$= 0,022$$

$$\begin{aligned} X_0 &= \bar{x} - 0,455\delta_x \\ &= 116,068 - 0,455(58,690) \\ &= 89,976 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= a(x_i - X_0) \\ &= 0,022(259,999 - 89,976) \\ &= 3,741 \end{aligned}$$

Kemudian menghitung peluang teoritis Distribusi Gumbel.

$$\begin{aligned} P'(x) &= e^{(-e)^{-Y}} \\ &= 2,71828^{(-2,71828)^{-3,741}} \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

Keterangan:

x_i = R_{24} = Hujan harian maksimum (mm)

\bar{x} = Nilai rata-rata hujan harian maksimum (mm)

δ_x = Standar deviasi (mm)

e = 2,71828

Y = Faktor reduksi Gumbel

Selanjutnya menghitung selisih peluang lapangan dengan memasukkan nilai peluang teoritis (Δ):

$$\begin{aligned}\Delta &= |P(x) - P'(x)| \\ &= |0,059 - 0,024| \\ &= 0,035\end{aligned}$$

Keterangan:

$P(x)$ = Peluang lapangan (Persamaan 2.11)

$P'(x)$ = Peluang teoritis (Persamaan Probabilitas pada setiap distribusi)

Δ = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

d. Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log-Pearson III

Pada Distribusi Log-Pearson III untuk mengetahui nilai peluang teoritis ($P'(x)$) yaitu dengan cara melakukan perhitungan parameter skala, parameter bentuk, dan parameter letak.

$$\begin{aligned}a &= \frac{C_s \times \delta_x}{2} \\ &= \frac{1,124 \times 58,690}{2} = 32,984 \\ b &= \left(\frac{1}{C_s} \times 2 \right)^2 \\ &= \left(\frac{1}{1,124} \times 2 \right)^2 = 3,166 \\ c &= \left(\bar{x} \times \frac{2\delta_x}{C_s} \right) \\ &= \left(116,068 \times \frac{2(58,690)}{1,124} \right) = 12.121,051\end{aligned}$$

Kemudian menghitung peluang teoritis Distribusi Log-Pearson III.

$$\begin{aligned}P'(x) &= \frac{1}{a \Gamma(b)} \left[\frac{x_i - c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{x_i - c}{a} \right]} \\ &= \frac{1}{(32,984) \Gamma(3,166)} \left[\frac{259,999 - 12121,051}{32,984} \right]^{3,166-1} e^{-\left[\frac{259,999 - 12121,051}{32,984} \right]} \\ &= 0,033\end{aligned}$$

Keterangan:

a = Parameter skala

b = Parameter bentuk



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

- c = Parameter letak
 δ_x = Standar deviasi (mm)
 Γ = Fungsi Gamma
 x_i = R_{24} = Hujan harian maksimum (mm)

Selanjutnya menghitung selisih peluang lapangan dengan memasukkan nilai peluang teoritis (Δ):

$$\begin{aligned}\Delta &= |P(x) - P'(x)| \\ &= |0,059 - 0,033| \\ &= 0,026\end{aligned}$$

Keterangan:

$P(x)$ = Peluang lapangan (Persamaan 2.11)

$P'(x)$ = Peluang teoritis (Persamaan Probabilitas pada setiap distribusi)

Δ = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

Maka hasil dari perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov untuk setiap distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov

R_{24} (mm)	n	P(x)	NORMAL		LOG-NORMAL	
			P'(x)	Δ	P'(x)	Δ
259,999	1	0,059	0,007	0,052	0,034	0,025
203,403	2	0,118	0,068	0,049	0,090	0,028
165,403	3	0,176	0,200	0,024	0,176	0,001
140,695	4	0,235	0,337	0,102	0,270	0,035
138,300	5	0,294	0,352	0,058	0,282	0,013
133,261	6	0,353	0,385	0,032	0,307	0,046
133,302	7	0,412	0,385	0,027	0,307	0,105
117,790	8	0,471	0,488	0,018	0,397	0,074
100,300	9	0,529	0,606	0,076	0,522	0,007
90,276	10	0,588	0,670	0,082	0,604	0,016
77,186	11	0,647	0,746	0,099	0,717	0,070
72,806	12	0,706	0,769	0,064	0,754	0,049
72,048	13	0,765	0,773	0,009	0,761	0,004
59,613	14	0,824	0,832	0,008	0,861	0,037



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.16 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov (Lanjutan)

R_{24} (mm)	n	P(x)	NORMAL		LOG-NORMAL	
			P'(x)	Δ	P'(x)	Δ
51,452	15	0,882	0,865	0,018	0,915	0,033
41,259	16	0,941	0,899	0,042	0,965	0,024
$\Delta_{cr} =$	0,330	$\Delta_{max} =$		0,102		0,105
		Keterangan		Diterima		Diterima

Tabel 4.16 Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov-Kolmogorov (Lanjutan)

R_{24} (mm)	n	P(x)	GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			P'(x)	Δ	P'(x)	Δ
259,999	1	0,059	0,024	0,035	0,033	0,026
203,403	2	0,118	0,080	0,038	0,089	0,029
165,403	3	0,176	0,174	0,003	0,176	0,000
140,695	4	0,235	0,279	0,044	0,272	0,037
138,300	5	0,294	0,292	0,002	0,284	0,011
133,261	6	0,353	0,320	0,033	0,309	0,044
133,302	7	0,412	0,320	0,092	0,309	0,103
117,790	8	0,471	0,418	0,053	0,400	0,070
100,300	9	0,529	0,547	0,018	0,526	0,004
90,276	10	0,588	0,627	0,039	0,607	0,019
77,186	11	0,647	0,731	0,084	0,719	0,072
72,806	12	0,706	0,764	0,058	0,756	0,050
72,048	13	0,765	0,770	0,005	0,762	0,002
59,613	14	0,824	0,855	0,031	0,860	0,037
51,452	15	0,882	0,900	0,018	0,914	0,032
41,259	16	0,941	0,944	0,003	0,963	0,022
$\Delta_{cr} =$	0,330	$\Delta_{max} =$		0,092		0,103
		Keterangan		Diterima		Diterima

Keterangan:

R_{24} = Curah hujan harian maksimum (mm)

n = Jumlah data

P(x) = Peluang lapangan

P'(x) = Peluang teoritis

Δ = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

Nilai distribusi bisa diterima jika nilai Δ maksimum (Δ_{\max}) lebih kecil dari nilai $\Delta_{cr} = 0,330$. Keempat jenis distribusi memiliki nilai Δ_{\max} lebih kecil dari 0,330 maka dapat disimpulkan bahwa keempat jenis distribusi tersebut dapat diterima. Distribusi terbaik adalah distribusi yang memiliki selisih peluang lapangan dan peluang teoritis paling kecil karena memiliki nilai Δ_{\max} yang paling kecil yaitu 0,092, maka distribusi Gumbel adalah distribusi terbaik dalam uji kecocokan sebaran Smirnov-Kolmogorov.

Sehingga dapat dibuat kesimpulan untuk hasil perhitungan dari masing-masing distribusi uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Setiap Distribusi Uji Smirnov-Kolmogorov

Jenis Distribusi	Nilai Δ_{cr}	Hasil Δ_{\max}	Keterangan
Normal	0,330	0,102	Diterima
Log-Normal	0,330	0,105	Diterima
Gumbel	0,330	0,092	Diterima
Log-Pearson III	0,330	0,103	Diterima

Kemudian menentukan hasil perhitungan distribusi yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya dengan cara mempertimbangkan hasil pada masing-masing pengujian yang telah selesai dianalisa. Berikut Tabel 4.18 yang menyajikan empat jenis distribusi serta tiga pengujian yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Setiap Distribusi dan Pengujian

Jenis Pengujian	Jenis Distribusi			
	Normal	Log-Normal	Gumbel	Log-Pearson III
Perhitungan Distribusi (Tabel 4.5)	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Diterima
Uji Chi-Kuadrat (Tabel 4.15)	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Uji Smirnov-Kolmogorov (Tabel 4.17)	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Maka hasil dari Tabel 4.18 pengujian kecocokan dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov yang telah dilakukan, jenis distribusi yang dipilih untuk melakukan perhitungan distribusi hujan jam-jaman yaitu Distribusi Log-Pearson III.

4.2.2.4 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan hasil dari tahapan pengujian didapatkan distribusi yang tepat yaitu Distribusi Log-Pearson III serta diperoleh hasil perhitungan hujan harian maksimum pada DAS Kupang dan dapat diketahui nilai curah hujan rancangan setiap periode ulang T tahunan (X_T).

Pada penelitian ini periode ulang yang akan digunakan yaitu terdiri dari periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, serta 100 tahunan. Curah hujan rancangan untuk tiap periode ulang pada DAS Kupang dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Curah Hujan Rancangan Untuk Tiap Periode Ulang pada DAS Kupang

T (tahunan)	X_T (mm)
2	94,023
5	150,214
10	203,396
25	294,510
50	384,090
100	496,599

Keterangan:

T = Periode ulang (tahunan)

X_T = Curah hujan rancangan dengan periode ulang T (mm)

Selanjutnya hasil curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun (X_T) yang telah diperoleh digunakan untuk melakukan perhitungan intensitas curah hujan (i) dengan menggunakan menggunakan Metode Mononobe. Pada saat menghitung nilai intensitas curah hujan menggunakan Metode Mononobe dengan periode ulang 2 tahunan (Tabel 4.20), 5 tahunan (Tabel 4.21), 10 tahunan (Tabel 4.22), 25 tahunan (Tabel



4.23), 50 tahunan (Tabel 4.24), serta 100 tahunan (Tabel 4.25) dengan memasukkan nilai durasi curah hujan (T) menggunakan jam ke-1 sampai jam ke-6. Berikut ini contoh perhitungan distribusi hujan jam-jaman untuk periode ulang 2 tahunan:

Curah hujan rancangan untuk Periode Ulang 2 tahunan = 94,023 mm
(Tabel 4.6 – Hasil dari perhitungan Distribusi Log-Pearson III)

Intensitas curah hujan dengan T = 1 jam dan dengan periode ulang 2 tahunan dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}\text{Intensitas curah hujan (i)} &= \frac{X_2}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3} \\ &= \frac{94,023}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3} \\ &= 32,596 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

Setelah intensitas curah hujan tiap periode waktu dihitung, maka diperoleh Σ_i yang kemudian digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan dalam persen.

$$\begin{aligned}\Sigma_i \text{ (mm/jam)} &= 32,596 + 20,534 + 15,671 + 12,936 + 11,148 + 9,872 \\ &= 102,756 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Intensitas curah hujan dalam persen} &= \frac{32,596}{102,756} \times 100\% \\ &= 31,722 \%\end{aligned}$$

Distribusi hujan jam-jaman dengan T = 1 jam dan dengan periode ulang 2 tahunan dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}\text{Distribusi hujan jam-jaman} &= i (\%) \times X_2 \\ &= 31,722 \% \times 94,023 \\ &= 29,826 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma_i \text{ (mm)} &= 29,826 + 18,789 + 14,339 + 11,836 + 10,200 + 9,033 \\ &= 94,023 \text{ mm}\end{aligned}$$

Kemudian untuk perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan periode ulang 5, 10, 25, 50, serta 100 tahunan dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan periode ulang 2



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

tahunan. Hasil perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan periode ulang 5, 10, 25, 50 tahunan, serta 100 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.21 sampai dengan Tabel 4.25. Sehingga hasil nilai distribusi jam-jaman jika dijumlahkan akan menghasilkan nilai yang sama dengan nilai X_2 . Maka hasil dari perhitungan distribusi hujan jam-jaman untuk Periode Ulang 2 Tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 2 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
1	32,596	31,722	29,826
2	20,534	19,983	18,789
3	15,671	15,250	14,339
4	12,936	12,589	11,836
5	11,148	10,849	10,200
6	9,872	9,607	9,033
Σ	102,756	Σ	94,023

Tabel 4.21 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 5 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
1	52,076	31,722	47,651
2	32,806	19,983	30,018
3	25,036	15,250	22,908
4	20,666	12,589	18,910
5	17,810	10,849	16,296
6	15,771	9,607	14,431
Σ	164,166	Σ	150,214

Tabel 4.22 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 10 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
1	70,513	31,722	64,521
2	44,421	19,983	40,646
3	33,899	15,250	31,018



Tugas Akhir

Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D

Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.22 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 10 Tahunan (Lanjutan)

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
4	27,983	12,589	25,605
5	24,115	10,849	22,066
6	21,355	9,607	19,540
Σ	222,287	Σ	203,396

Tabel 4.23 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 25 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
1	102,101	31,722	93,424
2	64,320	19,983	58,853
3	49,085	15,250	44,913
4	40,519	12,589	37,075
5	34,918	10,849	31,950
6	30,922	9,607	28,294
Σ	321,864	Σ	294,510

Tabel 4.24 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 50 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm/jam	%	
1	133,157	31,722	121,840
2	83,883	19,983	76,754
3	64,015	15,250	58,575
4	52,843	12,589	48,352
5	45,539	10,849	41,669
6	40,327	9,607	36,900
Σ	419,764	Σ	384,090

Tabel 4.25 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 100 Tahunan

T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
1	172,161	31,722	157,530
2	108,455	19,983	99,238

Tabel 4.25 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 100 Tahunan (Lanjutan)

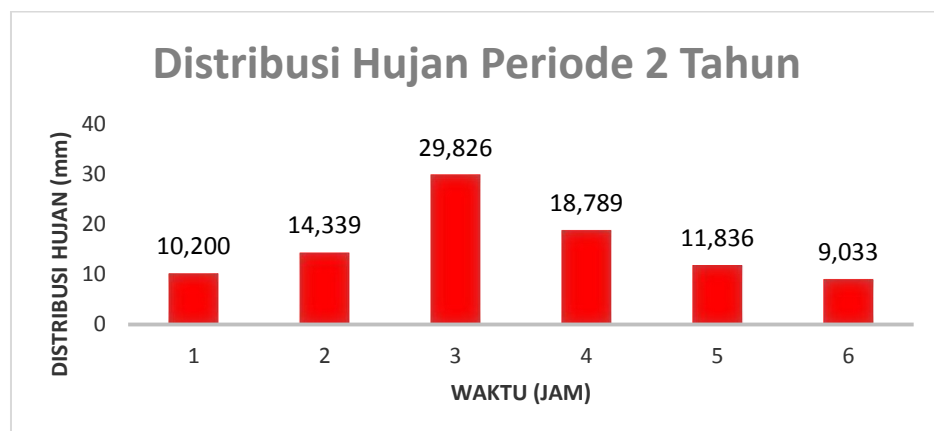
T	i		Distribusi hujan jam-jaman (mm)
	mm	%	
3	82,767	15,250	75,733
4	68,322	12,589	62,516
5	58,878	10,849	53,874
6	52,140	9,607	47,708
Σ	542,723	Σ	496,599

Keterangan:

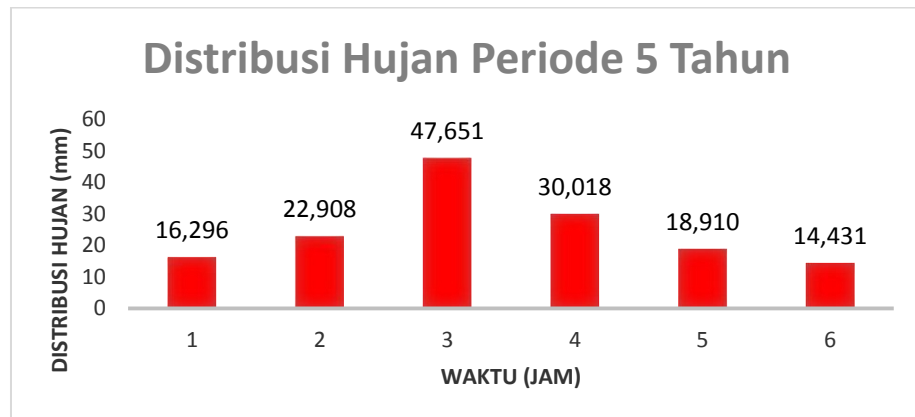
T = Waktu (jam)

i = Intensitas curah hujan (mm/jam)

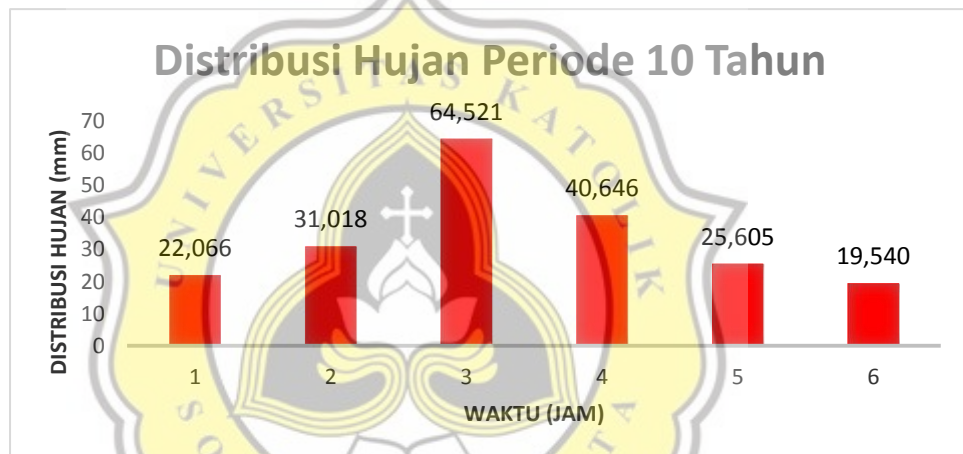
Sehingga nilai pada Tabel 4.20 sampai dengan Tabel 4.25 akan menghasilkan grafik *hyetograph* distribusi hujan jam-jaman untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahunan dengan menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM) selanjutnya akan di *input* sebagai data *Time Series* pada pemodelan di HEC-HMS. Grafik *hyetograph* dibuat dengan cara mengurutkan interval waktu terhadap nilai hasil distribusi hujan jam-jaman yang terletak di tengah blok durasi hujan sisanya disusun kembali secara bolak-balik dengan urutan menurun yang berada pada kanan kiri dari blok tengah. Berikut grafik *hyetograph* distribusi hujan jam-jaman untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahunan yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 sampai dengan Gambar 4.11.



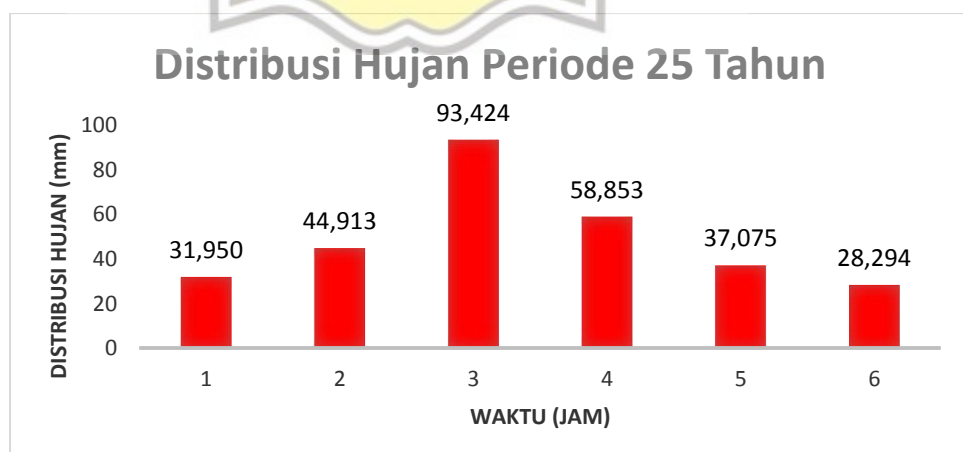
Gambar 4.6 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 2 Tahunan.



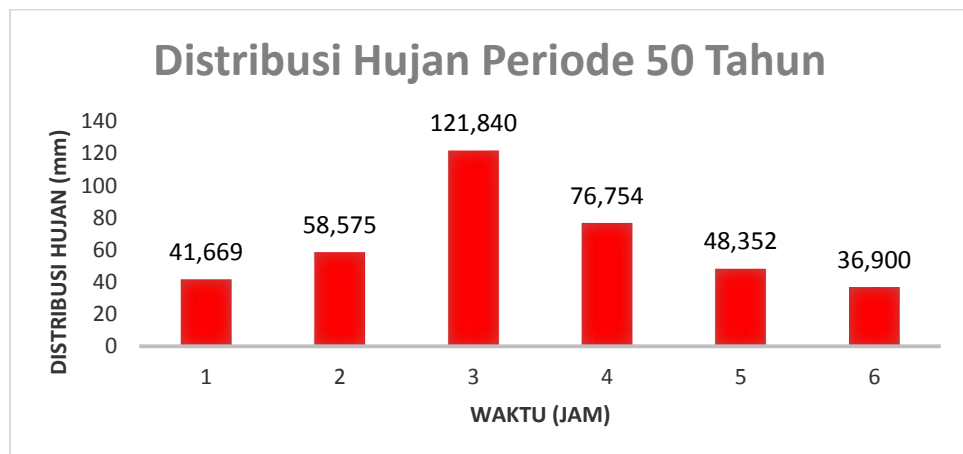
Gambar 4.7 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 5 Tahunan.



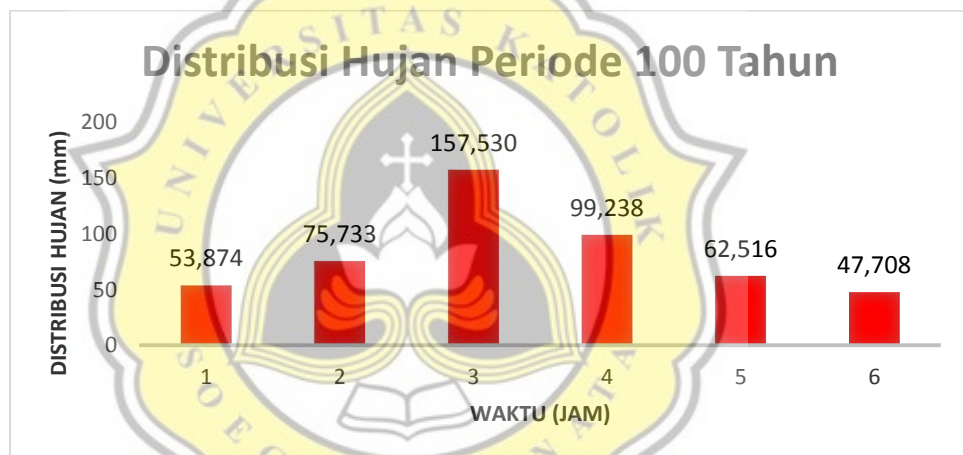
Gambar 4.8 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 10 Tahunan.



Gambar 4.9 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 25 Tahunan.



Gambar 4.10 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 50 Tahunan.



Gambar 4.11 *Hyetograph* Distribusi Hujan Jam-Jaman 100 Tahunan.

4.3. Pemodelan HEC-HMS

Pemodelan HEC-HMS terdiri dari beberapa tahap utama yaitu kalibrasi model, tahap input data, tahap analisis terhadap parameter model, dan tahap kalibrasi pada hidrograf aliran. Tahap kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan hasil yang mendekati dengan kondisi di lapangan.

4.3.1. Kalibrasi Model

1. Penentuan lokasi pengamatan

Lokasi pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lokasi yang berada di hulu tepatnya di Bendung Kupang Krompeng. Lokasi

di hulu dipilih karena debit di hulu adalah debit asli aliran yang belum dipengaruhi dengan debit dari sekitarnya. Sedangkan Bendung Kupang Krompeng dipilih karena Bendung Kupang Krompeng merupakan bagian dari DAS Kupang sehingga lebih memudahkan untuk membandingkan antara debit simulasi dan debit di lapangan.

2. Pengumpulan data

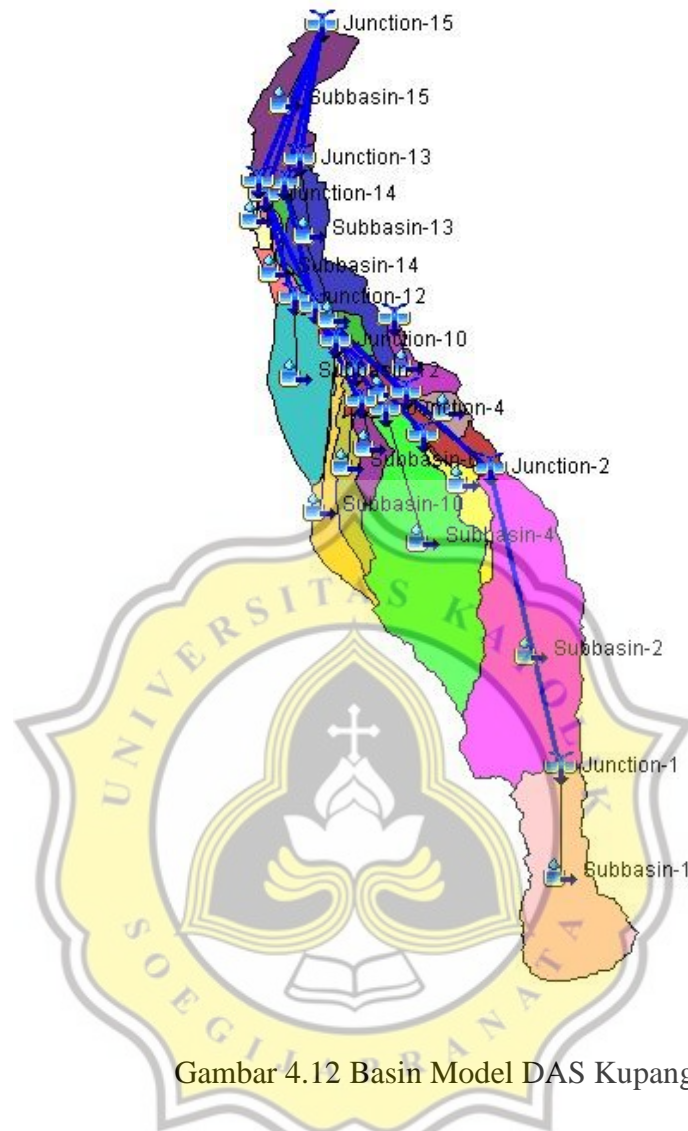
Data debit maksimum di lapangan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Data Pemantauan Debit 10 Tahun Perwakilan Balai PSDA Pemali Comal Wilayah Kupang Pekalongan D.I. Kupang Krompeng dalam bentuk *file excel*. Data debit maksimum yang digunakan sebesar 27,516 m³/s. Debit maksimum tersebut terjadi pada minggu pertama Bulan Februari tahun 2014.

4.3.2. Tahap Input Data

Tahap input data pada HEC-HMS dilakukan dengan beberapa komponen yaitu *basin model*, *meteorology model*, *control specification*, dan *time series data*.

1. *Basin Model*

Input data pada *basin model* adalah dengan menggunakan peta sub DAS Kupang sebagai *background* pada *software* HEC-HMS. Dengan adanya peta sub DAS Kupang sebagai *background* maka akan memudahkan dalam menentukan letak elemen *basin model* seperti *subbasin*, *junction*, dan *reach*. *Subbasin* merupakan simbol dan fungsi dari sub DAS. Pada *subbasin* inilah akan diinput luas dari masing-masing sub DAS yang telah diperoleh dari *software* Arcgis dalam tabel *subbasin area*. *Junction* merupakan simbol dan fungsi dari titik kontrol, dan *reach* adalah simbol dan fungsi dari sungai yang berperan sebagai penghubung antar *junction*. Gambar untuk *basin model* DAS Kupang diperlihatkan pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Basins Model DAS Kupang.

2. Control Specification

Input data pada *control specification* adalah waktu berlangsungnya simulasi dalam *software* HEC-HMS. Waktu ini ditentukan berdasarkan tanggal terjadinya banjir tertinggi di DAS Kupang dengan jangka waktu 24 jam dan interval 30 menit. *Input data* pada *control specification* diperlihatkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 *Input Data* pada *Control Specification*

<i>Start date</i>	2 Februari 2014
<i>Start time</i>	00:00
<i>End date</i>	3 Februari 2014
<i>End time</i>	00:00

3. Time Series data

Input data pada *time series data* adalah data distribusi hujan periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, dan 100 tahunan. Untuk *input data* pada *time series data*, waktu curah hujan diubah intervalnya menjadi 30 menit dengan jangka waktu selama 6 jam.

Besarnya distribusi hujan untuk curah hujan harian tanggal 2 Februari 2014 pada stasiun hujan Kutosari (d_1) adalah 285 mm, stasiun hujan Pekalongan (d_2) adalah 239 mm, stasiun hujan Pesantren Kletak (d_3) adalah 216 mm. Nilai koefisien Thiessen (P) yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Contoh perhitungan hujan kawasan pada tanggal 2 Februari 2014 (X_K) adalah:

$$\begin{aligned} X_K &= d_1 \times P_1 + d_2 \times P_2 + d_3 \times P_3 \\ &= 285 \times 0,4854 + 239 \times 0,4568 + 216 \times 0,0578 \\ &= 259,999 \text{ mm} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan intensitas hujan DAS Kupang pada Tanggal 2 Februari 2014 Berdasarkan Rumus Mononobe sebagai berikut:

a. $t = 60 \text{ menit} = 1 \text{ jam}$

$$\begin{aligned} I &= \left[\frac{X_T}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \\ &= \left[\frac{259,999}{24} \right] \left[\frac{24}{1} \right]^{2/3} \\ &= 90,137 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

b. $t = 120 \text{ menit} = 2 \text{ jam}$

$$\begin{aligned} I &= \left[\frac{X_T}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \\ &= \left[\frac{259,999}{24} \right] \left[\frac{24}{2} \right]^{2/3} \\ &= 56,783 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Intensitas hujan DAS Kupang pada tanggal 2 Februari 2014 berdasarkan rumus mononobe diperlihatkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Intensitas Hujan DAS Kupang pada Tanggal 2 Februari 2014 Berdasarkan Rumus Mononobe

Waktu (Jam)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Waktu (Jam)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Waktu (Jam)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
0:30	143,083	8:30	0	16:30	0
1:00	90,137	9:00	0	17:00	0
1:30	68,787	9:30	0	17:30	0
2:00	56,783	10:00	0	18:00	0
2:30	48,934	10:30	0	18:30	0
3:00	43,333	11:00	0	19:00	0
3:30	39,101	11:30	0	19:30	0
4:00	35,771	12:00	0	20:00	0
4:30	33,069	12:30	0	20:30	0
5:00	30,826	13:00	0	21:00	0
5:30	28,929	13:30	0	21:30	0
6:00	27,298	14:00	0	22:00	0
6:30	0	14:30	0	22:30	0
7:00	0	15:00	0	23:00	0
7:30	0	15:30	0	23:30	0
8:00	0	16:00	0	24:00	0
				$\Sigma I =$	646,050

Contoh perhitungan curah hujan untuk distribusi hujan pada tanggal 2 Februari 2014 sebagai berikut:

a. $t = 60 \text{ menit} = 1 \text{ jam}$

$I = 90,137 \text{ mm/jam}$

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan} &= \left(\frac{I}{\Sigma I} \times 100\% \right) \times X_K \\ &= \left(\frac{90,137}{646,050} \times 100\% \right) \times 259,999 \\ &= 57,583 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. $t = 120 \text{ menit} = 2 \text{ jam}$

$I = 56,783 \text{ mm/jam}$

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan} &= \left(\frac{I}{\Sigma I} \times 100\% \right) \times X_K \\ &= \left(\frac{56,783}{646,050} \times 100\% \right) \times 259,999 \\ &= 22,852 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Keterangan:

t = waktu curah hujan (jam)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

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

Data curah hujan untuk distribusi hujan pada tanggal 2 Februari 2014 diperlihatkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Distribusi Curah Hujan DAS Kupang pada Tanggal 2 Februari 2014 Curah Hujan Terkoreksi

Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)
0:30	57,583	8:30	0	16:30	0
1:00	36,275	9:00	0	17:00	0
1:30	27,683	9:30	0	17:30	0
2:00	22,852	10:00	0	18:00	0
2:30	19,693	10:30	0	18:30	0
3:00	17,439	11:00	0	19:00	0
3:30	15,736	11:30	0	19:30	0
4:00	14,396	12:00	0	20:00	0
4:30	13,309	12:30	0	20:30	0
5:00	12,406	13:00	0	21:00	0
5:30	11,642	13:30	0	21:30	0
6:00	10,986	14:00	0	22:00	0
6:30	0	14:30	0	22:30	0
7:00	0	15:00	0	23:00	0
7:30	0	15:30	0	23:30	0
8:00	0	16:00	0	24:00	0

Distribusi curah hujan DAS Kupang pada tanggal 2 Februari 2014 curah hujan terkoreksi setelah dilakukan pengurutan data dengan *Alternating Block Method* (ABM) sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Distribusi Curah Hujan DAS Kupang Tanggal 2 Februari 2014 Curah Hujan Terkoreksi dengan Pengurutan ABM

Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)
0:30	11,641	3:00	57,578	5:30	12,405
1:00	13,307	3:30	36,272	6:00	10,985
1:30	15,735	4:00	22,85	6:30	0
2:00	19,691	4:30	17,438	7:00	0
2:30	27,681	5:00	14,395	7:30	0



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.29 Distribusi Curah Hujan DAS Kupang Tanggal 2 Februari 2014
Curah Hujan Terkoreksi dengan Pengurutan ABM (Lanjutan)

Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)	Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)
8:00	0	13:30	0	19:00	0
8:30	0	14:00	0	19:30	0
9:00	0	14:30	0	20:00	0
9:30	0	15:00	0	20:30	0
10:00	0	15:30	0	21:00	0
10:30	0	16:00	0	21:30	0
11:00	0	16:30	0	22:00	0
11:30	0	17:00	0	22:30	0
12:00	0	17:30	0	23:00	0
12:30	0	18:00	0	23:30	0
13:00	0	18:30	0	24:00	0

Untuk curah hujan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dihitung menggunakan cara yang sama dengan perhitungan curah hujan untuk distribusi hujan pada tanggal 2 Februari 2014. Setelah dihitung, data curah hujan diurutkan dengan *Alternating Block Method* (ABM). Data curah hujan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun seperti diperlihatkan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Distribusi Curah Hujan DAS Kupang Periode Ulang
2 Tahun, 5 Tahun, 10 Tahun, 25 Tahun, 50 Tahun, dan
100 Tahun

Waktu (Jam)	Curah Hujan (mm)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
0:30	4,230	16,757	29,150	43,248	57,278	72,339
1:00	4,846	17,742	30,483	45,180	59,797	75,595
1:30	5,756	19,196	32,452	48,030	63,514	80,402
2:00	7,285	21,639	35,760	52,820	69,760	88,478
2:30	10,691	27,080	43,127	63,488	83,673	106,466
3:00	15,545	34,835	53,628	78,692	103,503	132,104
3:30	13,118	30,958	48,378	71,090	93,588	119,285
4:00	8,264	23,203	37,877	55,885	73,758	93,647
4:30	6,307	20,076	33,642	49,754	65,762	83,309
5:00	5,206	18,317	31,262	46,307	61,266	77,496
5:30	4,486	17,168	29,705	44,053	58,327	73,695
6:00	3,973	16,347	28,594	42,444	56,229	70,983

4.3.3. Tahap Analisis terhadap Parameter Model

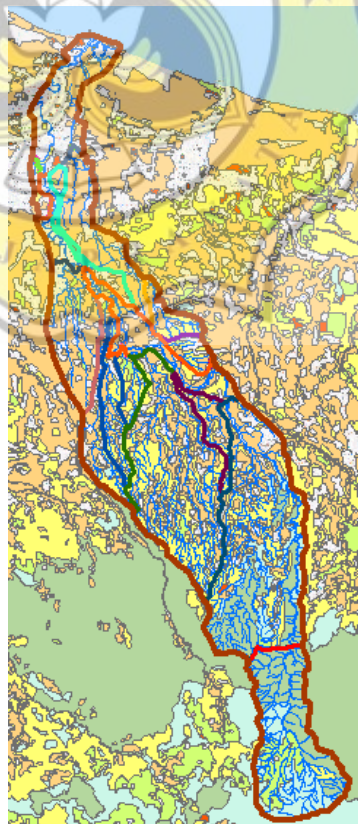
Tahap analisis yang digunakan pada tugas akhir ini memiliki 3 parameter model yang memiliki masing-masing metode seperti diperlihatkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Parameter Model dan Metode Parameter HEC-HMS

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








1. *Parameter Loss Model*

Parameter loss model dengan metode parameter *SCS Curve Number* yang terdiri dari *curve number (CN)*, *impervious*, dan *initial abstraction*. Nilai CN diperoleh dengan cara melakukan identifikasi terhadap penggunaan lahan di area masing-masing sub DAS. Gambar tata guna lahan DAS Kupang diperlihatkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tata Guna Lahan DAS Kupang.

Keterangan:

	= Kebun
	= Ladang
	= Sawah
	= Hutan
	= Tanah terbuka
	= Padang rumput, alang-alang, dan sabana
	= Pemukiman

Pembagian luas lahan untuk masing-masing sub DAS dapat dilihat pada Tabel 4.32. Contoh perhitungan nilai CN masing-masing sub DAS adalah sebagai berikut:

a. Sub DAS 1

Berdasarkan Tabel 4.32, *land use* untuk sub DAS 1 dipilih *open space good condition* dan *residential*. Sedangkan untuk *soil group* dipilih kategori A karena berdasarkan Tabel 4.32, sub DAS 1 merupakan wilayah yang sebagian besar memiliki nilai infiltrasi yang tinggi.

Land use : Open space good condition = 39 (Tabel 2.12)

: Residential = 51 (Tabel 2.12)

Soil Group = A (Tabel 2.11)

$$CN = \frac{(13,7 \times 39) + (1,123 \times 39) + (3,369 \times 39) + (0,898 \times 51) + (2,246 \times 39)}{22,459}$$
$$= 33,566$$

b. Sub DAS 2

Berdasarkan Tabel 4.32, *land use* untuk sub DAS 2 dipilih *open space good condition* dan *residential*. Sedangkan untuk *soil group* dipilih kategori A karena berdasarkan Tabel 4.32, sub DAS 2 merupakan wilayah yang sebagian besar memiliki nilai infiltrasi yang tinggi.

Land use : Open space good condition = 39 (Tabel 2.12)

: Residential = 51 (Tabel 2.12)

Soil Group = A (Tabel 2.11)



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

$$CN = \frac{(0,761 \times 39) + (17,128 \times 39) + (7,612 \times 39) + (0,761 \times 39) + (1,903 \times 51) + (5,709 \times 39) + (4,948 \times 39)}{38,062}$$

$$= 39,60$$

Nilai CN untuk tiap sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Nilai CN untuk Tiap SubDAS

Sub DAS	Land Use	Cover Type and Hydrologic Condition	Luas (km ²)	Soil Group	CN tiap Land Use	CN
Sub DAS 1	Hutan	Open space good condition	13,700	A	39	33,56
	Kebun	Open space good condition	1,123	A	39	
	Ladang	Open space good condition	3,369	A	39	
	Pemukiman	Residential	0,898	A	51	
	Tanah Terbuka	Open space good condition	2,246	A	39	
Sub DAS 2	Alang-Alang	Open space good condition	0,761	A	39	39,60
	Hutan	Open space good condition	17,128	A	39	
	Kebun	Open space good condition	7,612	A	39	
	Ladang	Open space good condition	0,761	A	39	
	Pemukiman	Residential	1,903	A	51	
	Sawah	Open space good condition	5,709	A	39	
	Tanah Terbuka	Open space good condition	4,948	A	39	
Sub DAS 3	Kebun	Open space good condition	0,939	A	84	84,90
	Pemukiman	Residential	0,563	A	87	
	Sawah	Open space good condition	2,252	A	84	
Sub DAS 4	Hutan	Open space good condition	0,929	A	84	87,68
	Kebun	Open space good condition	12,387	A	84	
	Ladang	Open space good condition	2,168	A	84	
	Pemukiman	Residential	4,955	A	92	
	Sawah	Open space good condition	9,290	A	84	
	Tanah Terbuka	Open space good condition	1,239	A	84	
Sub DAS 5	Alang-Alang	Open space good condition	0,170	A	84	87,04
	Kebun	Open space good condition	1,273	A	84	
	Ladang	Open space good condition	0,424	A	84	
	Pemukiman	Residential	1,527	A	92	
	Sawah	Open space good condition	5,090	A	84	
Sub DAS 6	Kebun	Open space good condition	1,591	A	80	75,90
	Ladang	Open space good condition	0,106	A	80	
	Pemukiman	Residential	0,424	A	87	
	Sawah	Open space good condition	3,182	A	80	
Sub DAS 7	Kebun	Open space fair condition	1,215	A	84	84,75
	Ladang	Open space fair condition	0,122	A	84	
	Pemukiman	Residential	0,608	A	87	
	Sawah	Open space fair condition	0,486	A	84	
Sub DAS 8	Kebun	Open space good condition	1,502	A	80	80,35
	Ladang	Open space good condition	0,433	A	80	
	Pemukiman	Residential	0,144	A	87	
	Sawah	Open space good condition	0,578	A	80	
	Tanah Terbuka	Open space good condition	0,231	A	80	
Sub DAS 9	Kebun	Open space good condition	1,499	A	84	86,40
	Ladang	Open space good condition	0,067	A	84	
	Pemukiman	Residential	0,433	A	92	
	Sawah	Open space good condition	1,332	A	84	



Tabel 4.32 Nilai CN untuk Tiap SubDAS (Lanjutan)

Sub DAS	Land Use	Cover Type and Hydrologic Condition	Luas (km ²)	Soil Group	CN tiap Land Use	CN
Sub DAS 10	Alang-Alang	Open space good condition	0,063	A	89	90,50
	Kebun	Open space good condition	1,255	A	89	
	Ladang	Open space good condition	0,188	A	89	
	Pemukiman	Residential	1,255	A	92	
	Sawah	Open space good condition	3,137	A	89	
	Tanah Terbuka	Open space good condition	0,439	A	89	
Sub DAS 11	Ladang	Open space fair condition	0,140	A	84	84,75
	Pemukiman	Residential	0,702	A	87	
	Sawah	Open space fair condition	1,966	A	84	
Sub DAS 12	Alang-Alang	Open space fair condition	0,118	A	89	90,80
	Ladang	Open space fair condition	1,061	A	89	
	Pemukiman	Residential	4,714	A	92	
	Sawah	Open space fair condition	5,893	A	89	
Sub DAS 13	Alang-Alang	Open space good condition	0,311	A	89	90,98
	Kebun	Open space good condition	0,104	A	89	
	Pemukiman	Residential	1,657	A	92	
	Sawah	Open space good condition	8,286	A	89	
Sub DAS 14	Kebun	Open space good condition	0,059	A	89	91,58
	Pemukiman	Residential	2,539	A	92	
	Sawah	Open space good condition	0,354	A	89	
Sub DAS 15	Alang-Alang	Open space good condition	1,091	A	89	91,250
	Hutan	Open space good condition	0,121	A	89	
	Kebun	Open space good condition	0,606	A	89	
	Pemukiman	Residential	7,880	A	92	
	Sawah	Open space good condition	2,425	A	89	
Sub DAS 16	Kebun	Open space good condition	0,099	A	89	91,4
	Ladang	Open space good condition	0,050	A	89	
	Pemukiman	Residential	0,994	A	92	
	Sawah	Open space good condition	0,099	A	89	

Setelah diperoleh nilai CN, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *impervious*. Contoh perhitungan nilai *impervious* untuk masing-masing sub DAS adalah sebagai berikut:

a. Sub DAS 1

Berdasarkan Tabel 4.32 dapat diketahui:

$$\text{Luas sub DAS 1} = 22,459 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas hutan sub DAS 1} = 13,7 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas kebun sub DAS 1} = 1,123 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas ladang sub DAS 1} = 3,369 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas pemukiman sub DAS 1} = 0,898 \text{ km}^2$$



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

$$\text{Luas tanah terbuka sub DAS 1} = 2,246 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Impervious} &= \frac{((\text{Luas lahan}) \times \text{Faktor impervious})}{\text{Luas sub DAS 1}} \\ &= \frac{((13,7 \times 0) + (1,123 \times 5) + (3,369 \times 5) + (0,898 \times 30) + (2,246 \times 5))}{22,459} \\ &= 2,7 \% \end{aligned}$$

b. Sub DAS 2

$$\text{Luas sub DAS 2} = 38,062 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas hutan sub DAS 2} = 17,128 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas kebun sub DAS 2} = 7,612 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas ladang sub DAS 2} = 0,761 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas pemukiman sub DAS 2} = 1,903 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas sawah sub DAS 2} = 5,709 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas tanah terbuka sub DAS 2} = 4,948 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Impervious} &= \frac{((\text{Luas lahan}) \times \text{Faktor impervious})}{\text{Luas sub DAS 1}} \\ &= \frac{((38,062 \times 0) + (7,612 \times 5) + (0,761 \times 5) + (1,903 \times 30) + (5,709 \times 5) + (4,948 \times 5))}{38,062} \\ &= 4 \% \end{aligned}$$

Nilai *impervious* untuk masing-masing sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Nilai *Impervious* untuk Masing-Masing SubDAS

Sub DAS	Impervious (%)
Sub DAS 1	2,7
Sub DAS 2	4
Sub DAS 3	12,5
Sub DAS 4	16,3
Sub DAS 5	14,5
Sub DAS 6	7,2
Sub DAS 7	11,3
Sub DAS 8	6,2
Sub DAS 9	12,5
Sub DAS 10	17,5
Sub DAS 11	11,3
Sub DAS 12	20,0
Sub DAS 13	21,5
Sub DAS 14	26,5
Sub DAS 15	23,7
Sub DAS 16	25,0

Setelah diperoleh nilai *impervious*, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *initial abstraction*. Berdasarkan Persamaan 2.28 dan 2.29, contoh perhitungan nilai *initial abstraction* untuk masing-masing sub DAS adalah sebagai berikut:

a. Sub DAS 1

$$\begin{aligned} S \text{ (retensi maksimum)} &= \frac{25400}{|(CN-254)|} \\ &= \frac{25400}{|(33,566-254)|} \\ &= 115,227 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a \text{ (initial abstraction)} &= 0,2 \times S \\ &= 0,2 \times 115,227 \\ &= 23,045 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Sub DAS 2

$$\begin{aligned} S \text{ (retensi maksimum)} &= \frac{25400}{|(CN-254)|} \\ &= \frac{25400}{|(39,60-254)|} \\ &= 118,470 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a \text{ (initial abstraction)} &= 0,2 \times S \\ &= 0,2 \times 118,470 \\ &= 23,694 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai *initial abstraction* untuk masing-masing sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Nilai *Initial Abstraction* untuk Masing-Masing Sub DAS

Sub DAS	S (mm)	Initial Abstraction (mm)
Sub DAS 1	115,123	23,045
Sub DAS 2	118,332	23,694
Sub DAS 3	118,719	30,041
Sub DAS 4	118,758	30,544
Sub DAS 5	118,836	30,426
Sub DAS 6	118,803	28,523
Sub DAS 7	124,663	30,015
Sub DAS 8	119,417	29,254
Sub DAS 9	132,409	30,310
Sub DAS 10	132,568	31,070
Sub DAS 11	146,187	30,015

Tabel 4.34 Nilai *Initial Abstraction* untuk Masing-Masing Sub DAS
(Lanjutan)

Sub DAS	S (mm)	Initial Abstraction (mm)
Sub DAS 12	146,145	31,127
Sub DAS 13	142,377	31,162
Sub DAS 14	147,315	31,277
Sub DAS 15	146,778	31,214
Sub DAS 16	148,538	31,242

2. Parameter Transform Model

Parameter transform model dengan metode parameter *SCS Unit Hydrograph* menggunakan nilai *lag time* yang diperoleh dari perhitungan dengan data panjang aliran sungai, angka kemiringan sungai, dan nilai CN. Contoh perhitungan nilai *lag time* untuk masing-masing sub DAS adalah sebagai berikut:

a. Sub DAS 1

$$\text{CN} = 33,566 \text{ (Tabel 4.33)}$$

$$\text{Elevasi hulu} = 1.970 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi hilir} = 742 \text{ m}$$

$$\text{Panjang segmen sungai} = 7832,866 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{(\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir})}{\text{panjang segmen sungai}} \\ &= \frac{(1970 - 742)}{7832,866} \\ &= 0,157 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lag Time} &= \frac{\text{panjang sungai}^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times \text{CN}))}{14104 \times \text{CN}^{0,7} \times S^{0,5}} \\ &= \frac{7832,866^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times 33,566))}{14104 \times 33,566^{0,7} \times 0,157^{0,5}} \\ &= 35,371 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Sub DAS 2

$$\text{CN} = 39,60 \text{ (Tabel 4.33)}$$

$$\text{Elevasi hulu} = 742 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi hilir} = 235 \text{ m}$$

$$\text{Panjang segmen sungai} = 15.608,395 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
 S &= \frac{(\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir})}{\text{panjang segmen sungai}} \\
 &= \frac{(742 - 235)}{15608,395} \\
 &= 0,032 \\
 \text{Lag Time} &= \frac{\text{panjang sungai}^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times \text{CN}))}{14104 \times \text{CN}^{0,7} \times S^{0,5}} \\
 &= \frac{15608,395^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times 39,60))}{14104 \times 39,60^{0,7} \times 0,032^{0,5}} \\
 &= 110,811 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Nilai *lag time* untuk masing-masing sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Nilai *lag time* untuk Masing-Masing Sub DAS

Sub DAS	Lag Time (menit)
Sub DAS 1	35,371
Sub DAS 2	110,811
Sub DAS 3	6,215
Sub DAS 4	14,818
Sub DAS 5	26,637
Sub DAS 6	24,292
Sub DAS 7	6,312
Sub DAS 8	11,378
Sub DAS 9	10,173
Sub DAS 10	14,231
Sub DAS 11	7,494
Sub DAS 12	3,057
Sub DAS 13	56,498
Sub DAS 14	85,422
Sub DAS 15	62,969
Sub DAS 16	18,005

3. Parameter Routing Model

Parameter routing model dengan metode parameter *lag* merupakan data *lag time* pada *reach* DAS Kupang. Contoh perhitungan nilai *lag time* pada *reach* untuk masing-masing sub DAS adalah sebagai berikut:

a. Sub DAS 1

$$\text{Panjang Sungai} = 54.378,384 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Segmen Sungai} = 7.832,866 \text{ m}$$



$$\begin{aligned} \text{Lag Time} &= \frac{0,87 \times (\text{panjang sungai})^2}{(1000 \times \text{panjang segmen sungai})^{0,385}} \\ &= \frac{0,87 \times 54378,384^2}{(1000 \times 7832,866)^{0,385}} \\ &= 9,308 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Sub DAS 2

$$\text{Panjang Sungai} = 54.378,384 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Segmen Sungai} = 15.608,395 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Lag Time} &= \frac{0,87 \times (\text{panjang sungai})^2}{(1000 \times \text{panjang segmen sungai})^{0,385}} \\ &= \frac{0,87 \times 54378,384^2}{(1000 \times 15608,395)^{0,385}} \\ &= 7,138 \text{ menit} \end{aligned}$$

Nilai *lag time* pada *reach* untuk masing-masing sub DAS diperlihatkan pada Tabel 4.36.

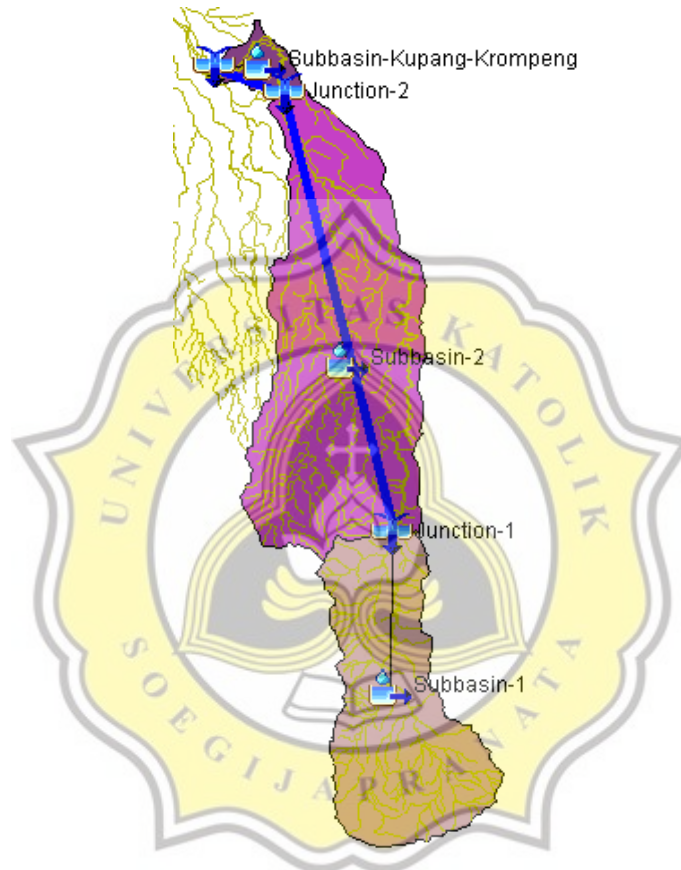
Tabel 4.36 Nilai *lag time* pada *Reach* untuk Masing-Masing Sub DAS

Sub DAS	Panjang Segmen Sungai (m)	Lag Time (menit)
Sub DAS 1	7832,866	9,308
Sub DAS 2	15608,395	7,138
Sub DAS 3	4389,139	11,633
Sub DAS 4	14870,269	7,272
Sub DAS 5	12995,495	7,659
Sub DAS 6	9169,236	8,760
Sub DAS 7	2624,715	14,179
Sub DAS 8	4246,468	11,782
Sub DAS 9	3771,518	12,332
Sub DAS 10	11788,821	7,952
Sub DAS 11	1688,635	16,803
Sub DAS 12	2131,969	15,361
Sub DAS 13	7503,868	7,517
Sub DAS 14	7571,421	9,430
Sub DAS 15	10370,207	8,354
Sub DAS 16	2532,595	14,375

4.3.4. Tahap Kalibrasi

Tahap kalibrasi digunakan untuk membandingkan hasil simulasi dan data di lapangan. Data yang digunakan diperoleh dari Data Pemantauan Debit 10 Tahun Perwakilan Balai PSDA Pemali Comal Wilayah Kupang

Pekalongan D.I Kupang Krompeng. Debit puncak di lapangan yang digunakan pada kalibrasi ini berdasarkan lokasi pengamatan di hulu tepatnya di Bendung Kupang Krompeng pada tanggal 2 Februari 2014. Gambar *catchment area* Bendung Kupang Krompeng dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 *Catchment Area* Bendung Kupang Krompeng.

Berdasarkan Gambar 4.13, pembagian luas lahan untuk sub DAS Kupang Krompeng dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Pembagian Luas Lahan untuk Sub DAS Kupang Krompeng

Sub DAS	Land Use	Luas (km ²)	Luas (km ²)
Kupang Krompeng	Kebun	0,923	2,307
	Pemukiman	0,092	
	Sawah	1,292	

Berdasarkan Tabel 4.38, *land use* untuk sub DAS Kupang Krompeng yang merupakan bagian dari sub DAS 5 dipilih *open space good condition* dan *residential*. Sedangkan untuk *soil group* dipilih kategori A karena berdasarkan Tabel 4.37, sub DAS Kupang Krompeng merupakan wilayah yang memiliki nilai infiltrasi yang tinggi.

Land use : *Open space good condition* = 39 (Tabel 2.12)

: *Residential* = 46 (Tabel 2.12)

Soil Group = A (Tabel 2.11)

$$CN = \frac{(0,923 \times 39) + (0,092 \times 46) + (1,292 \times 39)}{2,307}$$

$$= 39,28$$

Setelah diperoleh nilai CN, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *impervious*, *retensi maksimum*, *initial abstraction*, dan *lag time*. Berikut perhitungan *impervious*, *retensi maksimum*, *initial abstraction*, dan *lag time* untuk sub DAS Kupang Krompeng:

$$\text{Luas sub DAS Kupang Krompeng} = 2,307 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas kebun sub DAS Kupang Krompeng} = 0,923 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas pemukiman sub DAS Kupang Krompeng} = 0,092 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas sawah sub DAS Kupang Krompeng} = 1,292 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Impervious} &= \frac{((\text{Luas lahan}) \times \text{Faktor impervious})}{\text{Luas sub DAS 1}} \\ &= \frac{((0,923 \times 5) + (0,092 \times 30) + (1,292 \times 5))}{2,307} \end{aligned}$$

$$= 6 \%$$

$$\begin{aligned} S (\text{retensi maksimum}) &= \frac{25400}{|(CN - 254)|} \\ &= \frac{25400}{|(39,28 - 254)|} \\ &= 118,294 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a (\text{initial abstraction}) &= 0,2 \times S \\ &= 0,2 \times 118,294 \\ &= 23,659 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi hulu} = 235 \text{ m}$$



$$\begin{aligned} \text{Elevasi hilir} &= 103 \text{ m} \\ \text{Panjang segmen sungai} &= 3.623,763 \text{ m} \\ S &= \frac{(\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir})}{\text{panjang segmen sungai}} \\ &= \frac{(235 - 103)}{3623,763} \\ &= 0,036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lag Time} &= \frac{\text{panjang sungai}^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times \text{CN}))}{14104 \times \text{CN}^{0,7} \times S^{0,5}} \\ &= \frac{3623,763^{0,8} \times (2540 - (22,86 \times 39,28))}{14104 \times 39,28^{0,7} \times 0,036^{0,5}} \\ &= 32,866 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan nilai *lag time* pada *reach* untuk sub DAS Kupang Krompeng:

$$\begin{aligned} \text{Panjang Sungai} &= 27.065,024 \text{ m} \\ \text{Panjang Segmen Sungai} &= 3.623,763 \text{ m} \\ \text{Lag Time} &= \frac{0,87 \times (\text{panjang sungai})^2}{(1000 \times \text{panjang segmen sungai})^{0,385}} \\ &= \frac{0,87 \times 27065,024^2}{(1000 \times 3623,763)^{0,385}} \\ &= 7,318 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah perhitungan selesai dilakukan, selanjutnya adalah melakukan input data ke HEC-HMS. Hasil simulasi Debit Aliran di Bendung Kupang Krompeng pada Tanggal 2 Februari 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Hasil Simulasi Debit Aliran di Bendung Kupang Krompeng pada Tanggal 2 Februari 2014

Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)	Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)	Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)
00:00	0	04:30	19,6	09:00	0,7
00:30	1,7	05:00	16,2	09:30	0,5
01:00	3	05:30	12,3	10:00	0,3
01:30	3,1	06:00	7,9	10:30	0,2
02:00	3,6	06:30	5,2	11:00	0,2
02:30	4,8	07:00	3,6	11:30	0,1
03:00	19,4	07:30	2,4	12:00	0,1
03:30	27,7	08:00	1,6	12:30	0
04:00	22,6	08:30	1,1	13:00	0



Tabel 4.38 Hasil Simulasi Debit Aliran di Bendung Kupang Krompeng pada Tanggal 2 Februari 2014 (Lanjutan)

Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)	Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)	Waktu (Jam)	Debit (m ³ /s)
13:30	0	17:30	0	21:30	0
14:00	0	18:00	0	22:00	0
14:30	0	18:30	0	22:30	0
15:00	0	19:00	0	23:00	0
15:30	0	19:30	0	23:30	0
16:00	0	20:00	0	00:00	0
16:30	0	20:30	0		
17:00	0	21:00	0		

Debit puncak di lapangan yang digunakan pada kalibrasi ini berdasarkan lokasi pengamatan di hulu tepatnya di Bendung Kupang Krompeng pada tanggal 2 Februari 2014 yaitu sebesar 27,516 m³/s. Berdasarkan Tabel 4.38 diketahui bahwa debit maksimum hasil simulasi sebesar 27,7 m³/s. Setelah diketahui debit maksimum di lapangan dan hasil simulasi, maka dapat dihitung nilai *Error*.

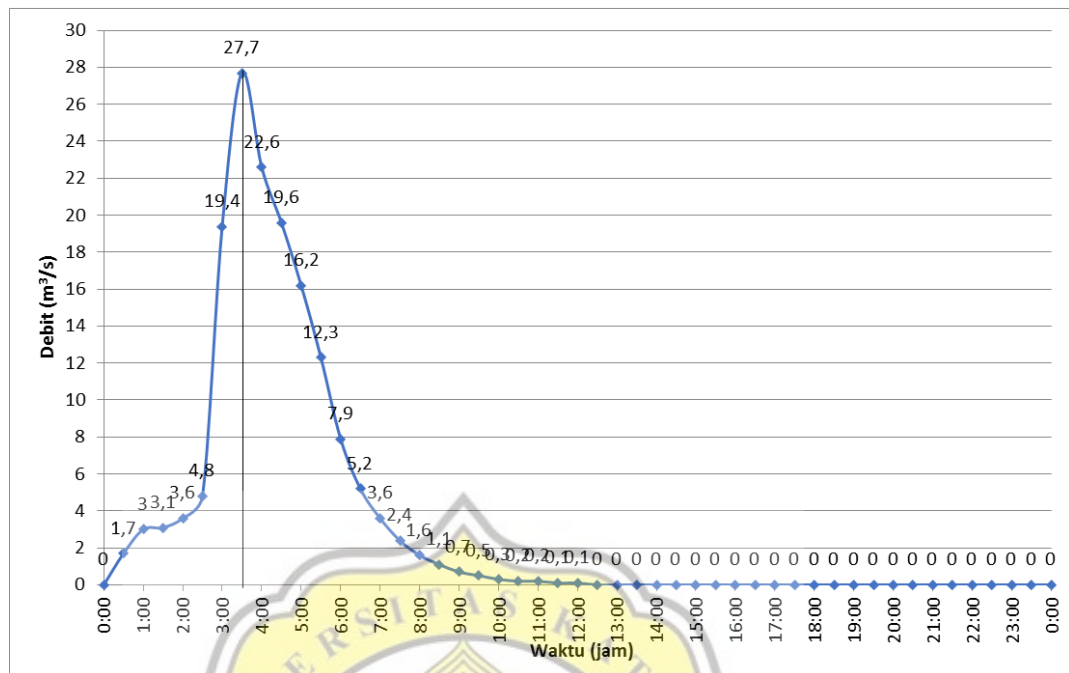
$$QS = \text{debit puncak hasil simulasi} = 27,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QL = \text{debit puncak di lapangan} = 27,516 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{QL - QS}{QL} \times 100\% \\ &= \frac{27,516 - 27,7}{27,516} \times 100\% \\ &= 0,67\% \end{aligned}$$

Karena nilai *error* lebih kecil dari 1% yaitu 0,67%, maka dapat disimpulkan bahwa data hasil simulasi sudah mendekati data yang diperoleh dari lapangan. Selanjutnya data dapat diterima dan dipergunakan untuk tahap selanjutnya. Sedangkan hidrograf aliran debit kalibrasi diperlihatkan pada Gambar 4.15.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.15 Hidrograf Aliran Debit Kalibrasi.

Berikut pada Tabel 4.39 dan Tabel 4.40 adalah parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai debit puncak mendekati debit puncak lapangan.

Tabel 4.39 Nilai Parameter Akhir Sub DAS HEC-HMS

Sub DAS	CN	Impervious (%)	Initial Abstraction (mm)	Lag Time (menit)
Sub DAS 1	33,566	2,7	23,045	35,371
Sub DAS 2	39,600	4	23,694	110,811
Sub DAS 3	84,9	12,5	30,041	6,215
Sub DAS 4	87,68	16,3	30,544	14,818
Sub DAS 5	87,04	14,5	30,426	26,637
Sub DAS 6	75,9	7,2	28,523	24,292
Sub DAS 7	84,75	11,3	30,015	6,312
Sub DAS 8	80,35	6,2	29,254	11,378
Sub DAS 9	86,4	12,5	30,310	10,173
Sub DAS 10	90,5	17,5	31,070	14,231
Sub DAS 11	84,75	11,3	30,015	7,494
Sub DAS 12	90,8	20,0	31,127	3,057
Sub DAS 13	90,98	21,5	31,162	56,498
Sub DAS 14	91,58	26,5	31,277	85,422
Sub DAS 15	91,25	23,7	31,214	62,969
Sub DAS 16	91,4	25,0	31,242	18,005



Tabel 4.40 Nilai Parameter Akhir *Reach* HEC-HMS

Sub DAS	Lag Time (menit)
Sub DAS 1	9,308
Sub DAS 2	7,138
Sub DAS 3	11,633
Sub DAS 4	7,272
Sub DAS 5	7,659
Sub DAS 6	8,760
Sub DAS 7	14,179
Sub DAS 8	11,782
Sub DAS 9	12,332
Sub DAS 10	7,952
Sub DAS 11	16,803
Sub DAS 12	15,361
Sub DAS 13	7,517
Sub DAS 14	9,430
Sub DAS 15	8,354
Sub DAS 16	14,375

4.3.5. Hidrograf Aliran

Hidrograf aliran diperoleh dengan melakukan simulasi run pada HEC-HMS. Data yang digunakan untuk memperoleh hidrograf aliran adalah data curah hujan jam-jaman untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Hasil simulasi DAS Kupang diperlihatkan pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Hasil Simulasi DAS Kupang

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
00:00	0	0	0	0	0	0
00:30	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0
01:30	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0
02:30	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0
03:30	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0
04:30	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0	0	0
05:30	0	0	0	0	0	0
06:00	0	0	0	0	0,1	0,1

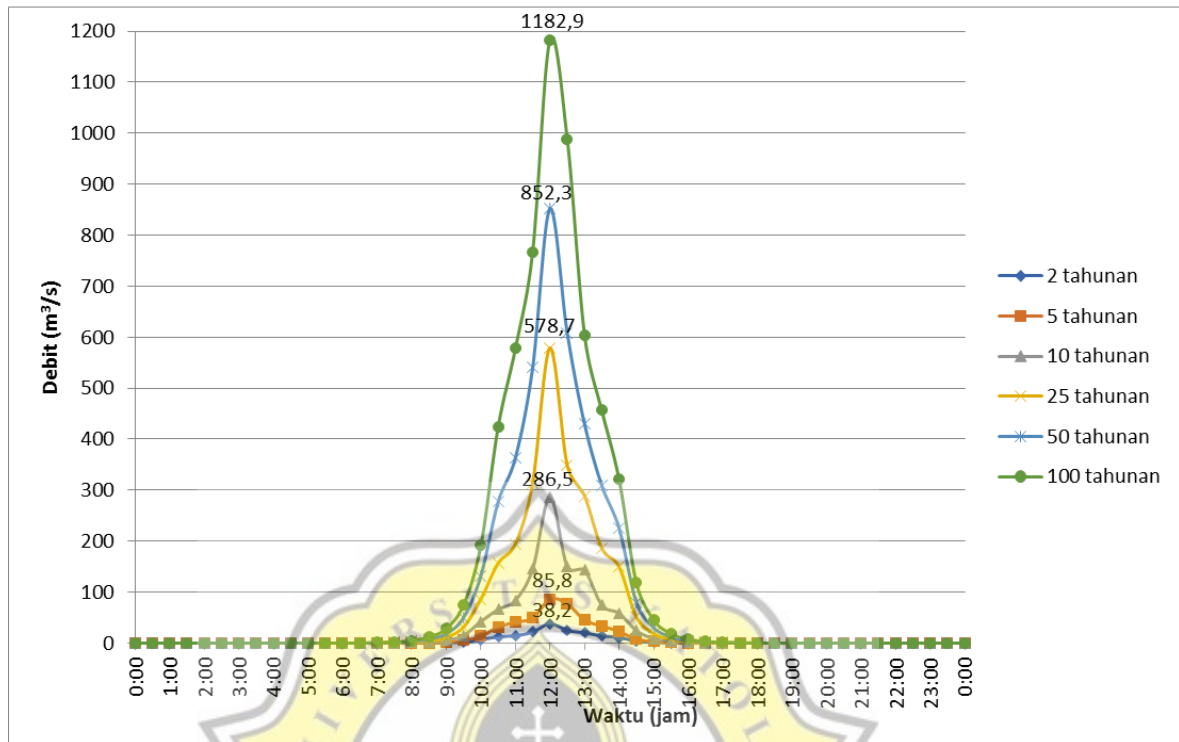


Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.41 Hasil Simulasi DAS Kupang (Lanjutan)

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
06:30	0	0	0,1	0,1	0,2	0,4
07:00	0	0	0,1	0,3	0,5	0,9
07:30	0	0,1	0,3	0,8	1,3	2,1
08:00	0,1	0,3	0,8	1,8	3,1	4,8
08:30	0,3	0,7	2,1	4,6	7,6	11,8
09:00	0,8	1,8	5,4	11,5	18,6	28,4
09:30	2,3	5	15	31,6	50,1	75,1
10:00	6,5	13,4	42,4	86,2	131,9	191,4
10:30	12,3	31,5	65,9	156,7	276,7	423,5
11:00	14,6	41,1	84	194,5	363,4	577,8
11:30	21,7	49	145	314,2	540,2	767,7
12:00	38,2	85,8	286,5	578,7	852,3	1182,9
12:30	25,2	77,5	149,6	348,9	608,1	989
13:00	20,1	45,1	143,2	289	429,9	604,6
13:30	14,3	33,8	74,5	185,9	309,1	456,4
14:00	11,2	22,7	58,4	149,9	225,3	321
14:30	3,8	8	24,6	51	79,9	118,2
15:00	1,3	3	8,8	18,8	30,1	45,4
15:30	0,5	1,2	3,4	7,3	11,9	18,3
16:00	0,2	0,5	1,3	2,9	4,9	7,6
16:30	0,1	0,2	0,5	1,2	2	3,1
17:00	0	0,1	0,2	0,5	0,9	1,4
17:30	0	0	0,1	0,2	0,4	0,6
18:00	0	0	0	0,1	0,1	0,2
18:30	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0
19:30	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0
20:30	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0
21:30	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0
22:30	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0
23:30	0	0	0	0	0	0
00:00	0	0	0	0	0	0

Berikut hidrograf aliran untuk setiap periode ulang yang diperlihatkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Hidrograf Aliran untuk Setiap Periode Ulang.

Berdasarkan dari hasil simulasi DAS Kupang dan hidrograf aliran maka diperoleh debit banjir rencana Sungai Kupang untuk tiap periode ulang yang diperlihatkan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Debit Banjir Rencana DAS Kupang

Periode Ulang	Debit Banjir
2 Tahunan	38,2 m ³ /s
5 Tahunan	85,8 m ³ /s
10 Tahunan	286,5 m ³ /s
25 Tahunan	578,7 m ³ /s
50 Tahunan	852,3 m ³ /s
100 Tahunan	1182,9 m ³ /s

4.4. Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

Pemodelan HEC-RAS untuk kondisi eksisting terdiri dari tahap *input data* untuk pemodelan dan tahap *output* pemodelan HEC-RAS.

4.4.1. Input Data Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

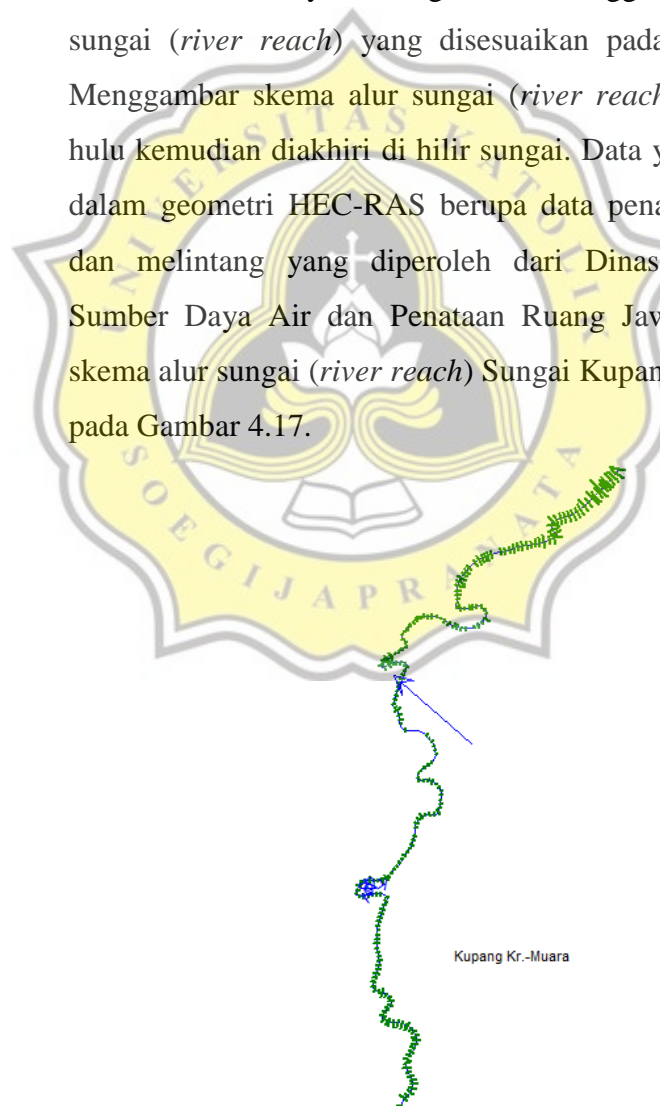
Pada tahapan pemodelan HEC-RAS terdapat beberapa data yang akan di *input* yaitu terdiri dari data geometri serta debit rencana.

1. Data Geometri

Data geometri yang di *input* ke dalam HEC-RAS yaitu skema alur sungai (*river reach*) dan *cross section*.

a. Menggambarkan Skema Alur Sungai (*River Reach*)

Tahap awal untuk memasukkan data geometri (*geometric data*) ke dalam HEC-RAS yaitu dengan cara menggambarkan skema alur sungai (*river reach*) yang disesuaikan pada kondisi lapangan. Menggambar skema alur sungai (*river reach*) diawali dari arah hulu kemudian diakhiri di hilir sungai. Data yang dimasukkan ke dalam geometri HEC-RAS berupa data penampang memanjang dan melintang yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Jawa Tengah. Berikut skema alur sungai (*river reach*) Sungai Kupang yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Skema Alur Sungai (*River Reach*) Sungai Kupang.



Tugas Akhir

Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D

Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Karena alur sungai terpecah menjadi 2, maka diasumsikan untuk besarnya debit banjir rencana yang mengalir di Sungai Kupang Kota Pekalongan sebesar 30% dan debit banjir rencana yang mengalir di Sungai Banger Kota Pekalongan sebesar 70%.

Tabel 4.43 Debit Banjir Rencana Sungai Kupang Kota Pekalongan

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
00:00	0	0	0	0	0	0
00:30	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0
01:30	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0
02:30	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0
03:30	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0
04:30	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0	0	0
05:30	0	0	0	0	0	0
06:00	0	0	0	0	0,03	0,03
06:30	0	0	0,03	0,03	0,06	0,12
07:00	0	0	0,03	0,09	0,15	0,27
07:30	0	0,03	0,09	0,24	0,39	0,63
08:00	0,03	0,09	0,24	0,54	0,93	1,44
08:30	0,09	0,21	0,63	1,38	2,28	3,54
09:00	0,24	0,54	1,62	3,45	5,58	8,52
09:30	0,69	1,5	4,5	9,48	15,03	22,53
10:00	1,95	4,02	12,72	25,86	39,57	57,42
10:30	3,69	9,45	19,77	47,01	83,01	127,05
11:00	4,38	12,33	25,2	58,35	109,02	173,34
11:30	6,51	14,7	43,5	94,26	162,06	230,31
12:00	11,46	25,74	85,95	173,61	255,69	354,87
12:30	7,56	23,25	44,88	104,67	182,43	296,7
13:00	6,03	13,53	42,96	86,7	128,97	181,38
13:30	4,29	10,14	22,35	55,77	92,73	136,92
14:00	3,36	6,81	17,52	44,97	67,59	96,3
14:30	1,14	2,4	7,38	15,3	23,97	35,46
15:00	0,39	0,9	2,64	5,64	9,03	13,62
15:30	0,15	0,36	1,02	2,19	3,57	5,49
16:00	0,06	0,15	0,39	0,87	1,47	2,28
16:30	0,03	0,06	0,15	0,36	0,6	0,93
17:00	0	0,03	0,06	0,15	0,27	0,42
17:30	0	0	0,03	0,06	0,12	0,18
18:00	0	0	0	0,03	0,03	0,06
18:30	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0
19:30	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0



Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Tabel 4.43 Debit Banjir Rencana Sungai Kupang Kota Pekalongan
(Lanjutan)

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
20:30	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0
21:30	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0
22:30	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0
23:30	0	0	0	0	0	0
00:00	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.44 Debit Banjir Rencana Sungai Banger Kota Pekalongan

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
00:00	0	0	0	0	0	0
00:30	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0
01:30	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0
02:30	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0
03:30	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0
04:30	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0	0	0
05:30	0	0	0	0	0	0
06:00	0	0	0	0	0,07	0,07
06:30	0	0	0,07	0,07	0,14	0,28
07:00	0	0	0,07	0,21	0,35	0,63
07:30	0	0,07	0,21	0,56	0,91	1,47
08:00	0,07	0,21	0,56	1,26	2,17	3,36
08:30	0,21	0,49	1,47	3,22	5,32	8,26
09:00	0,56	1,26	3,78	8,05	13,02	19,88
09:30	1,61	3,5	10,5	22,12	35,07	52,57
10:00	4,55	9,38	29,68	60,34	92,33	133,98
10:30	8,61	22,05	46,13	109,69	193,69	296,45
11:00	10,22	28,77	58,8	136,15	254,38	404,46
11:30	15,19	34,3	101,5	219,94	378,14	537,39
12:00	26,74	60,06	200,55	405,09	596,61	828,03
12:30	17,64	54,25	104,72	244,23	425,67	692,3
13:00	14,07	31,57	100,24	202,3	300,93	423,22
13:30	10,01	23,66	52,15	130,13	216,37	319,48
14:00	7,84	15,89	40,88	104,93	157,71	224,7
14:30	2,66	5,6	17,22	35,7	55,93	82,74
15:00	0,91	2,1	6,16	13,16	21,07	31,78



Tabel 4.44 Debit Banjir Rencana Sungai Banger Kota Pekalongan
(Lanjutan)

Waktu	Debit (m ³ /s)					
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
15:30	0,35	0,84	2,38	5,11	8,33	12,81
16:00	0,14	0,35	0,91	2,03	3,43	5,32
16:30	0,07	0,14	0,35	0,84	1,4	2,17
17:00	0	0,07	0,14	0,35	0,63	0,98
17:30	0	0	0,07	0,14	0,28	0,42
18:00	0	0	0	0,07	0,07	0,14
18:30	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0
19:30	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0
20:30	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0
21:30	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0
22:30	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0
23:30	0	0	0	0	0	0
00:00	0	0	0	0	0	0

b. Memasukkan Data *Cross Section*

Setelah selesai menggambarkan skema alur sungai (*river reach*), tahap berikutnya memasukkan data *Cross Section* yang terdiri dari data potongan memanjang dan melintang di beberapa titik sungai, jarak antar bantaran sungai LOB-Channel-ROB, Nilai Koefisien Kekasaran *Manning*, *Main Channel Bank Stations* serta Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi. Berikut contoh data *cross section* pada *station* 12000 Sungai Kupang yang telah dimasukkan dapat dilihat pada Gambar 4.18.

River:
KUPANG

Reach:
HULU-HILIR

Description
0+12000

Apply Data

River Sta.:
12000

Del Row

Ins Row

Cross Section Coordinates

Station	Elevation
1 0	7.395
2 3	7.395
3 15.8	7.153
4 29	7.142
5 33	7.229
6 35.2	5.782
7 37.2	5.782
8 42.1	3.389
9 44	3.17
10 46.69	0.691
11 48.21	0.344
12 51.81	-1.809
13 56.31	-3.009
14 61.01	-1.509
15 64.07	0.554
16 65.66	2.099
17 71.46	6.682
18 75.42	7.56
19 76.52	7.692
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	

Downstream Reach Lengths

LOB	Channel	ROB
100.	100.	100.

Manning's n Values

LOB	Channel	ROB
0.025	0.03	0.025

Main Channel Bank Stations

Left Bank	Right Bank
37.2	71.46

Cont'Exp Coefficient (Steady)

Contraction	Expansion
0.1	0.3

Gambar 4.18 Data *Cross Section station* 12000
Sungai Kupang.

Nilai Koefisien Kekasaran *Manning* diperoleh dari Tabel 2.14 pada halaman 41.

2. Kondisi Batas (*Boundary Conditions*)

Tahap selanjutnya setelah menggambar skema alur sungai (*river reach*) dan memasukkan data geometri yaitu menganalisis menggunakan *unsteady flow* (aliran tidak permanen). Analisis *unsteady flow* dilakukan dengan cara memasukkan data debit banjir rencana pada setiap periode ulang (Tabel 4.42) ke dalam tabel *station* 12000 yang didefinisikan sebagai *flow hydrograph* dan data pasang surut Kota Pekalongan tahun 2014 bertepatan pada tanggal banjir dimasukkan ke dalam tabel *station* 0 yang didefinisikan sebagai *stage hydrograph*. Berikut hasil tabel yang telah dimasukkan data debit rencana serta data pasang surut dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan 4.20.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

Flow Hydrograph

SA: Perimeter 1 BCLine: BC Line 1

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 30 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☒ Use Simulation Time: Date: 02FEB2014 Time: 0000

☐ Fixed Start Time: Date: 03FEB2014 Time: 0000

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m ³ /s)
1	01Feb2014 2400	00:00	0.03
2	02Feb2014 0030	00:30	0.09
3	02Feb2014 0100	01:00	0.24
4	02Feb2014 0130	01:30	0.69
5	02Feb2014 0200	02:00	1.95
6	02Feb2014 0230	02:30	3.69
7	02Feb2014 0300	03:00	4.38
8	02Feb2014 0330	03:30	6.51
9	02Feb2014 0400	04:00	11.46
10	02Feb2014 0430	04:30	7.56
11	02Feb2014 0500	05:00	6.03
12	02Feb2014 0530	05:30	4.29
13	02Feb2014 0600	06:00	3.36
14	02Feb2014 0630	06:30	1.14
15	02Feb2014 0700	07:00	0.39

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: ☐ TW C

Plot Data OK Cancel

Gambar 4.19 Data Debit Banjir Rencana Sungai Kupang Periode 2 Tahun.

Stage Hydrograph

River: KUPANG Reach: Kupang Ki-Muara RS: 0

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 30 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☐ Use Simulation Time: Date: 02FEB2014 Time: 00:00

☒ Fixed Start Time: Date: 02FEB2014 Time: 00:00

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

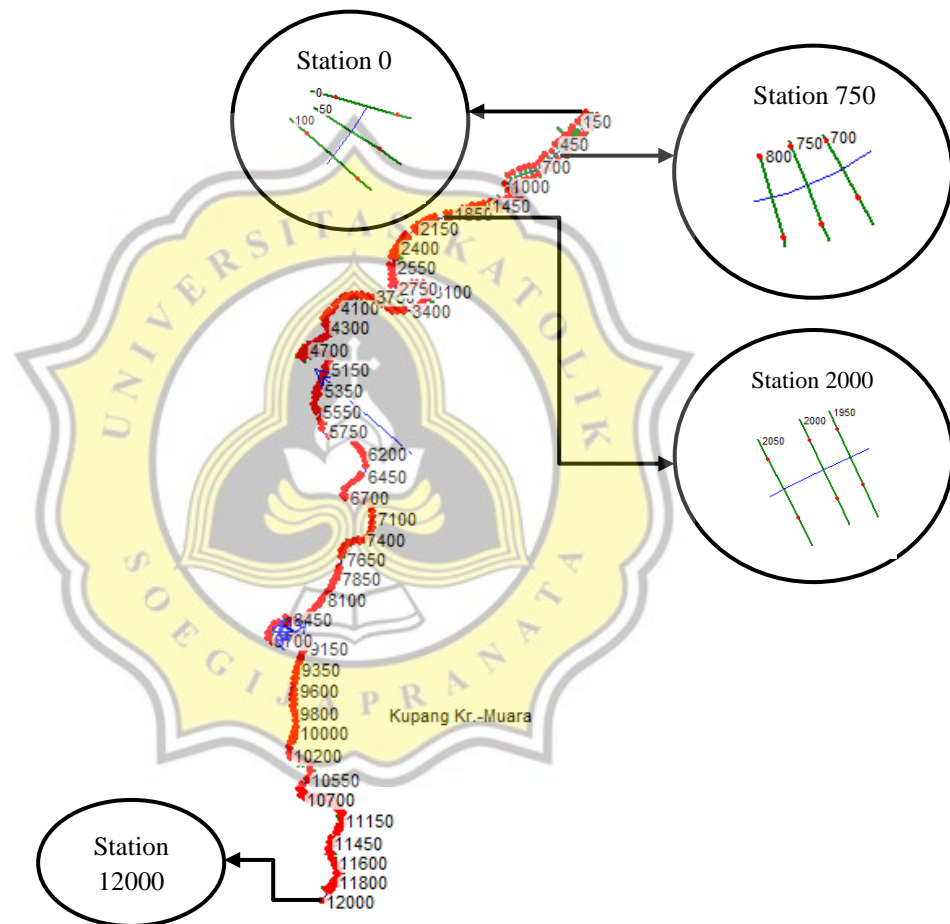
	Date	Simulation Time (hours)	Stage (m)
1	01Feb2014 2400	00:00	1.44
2	02Feb2014 0030	00:30	1.5
3	02Feb2014 0100	01:00	1.51
4	02Feb2014 0130	01:30	1.52
5	02Feb2014 0200	02:00	1.58
6	02Feb2014 0230	02:30	1.55
7	02Feb2014 0300	03:00	1.56
8	02Feb2014 0330	03:30	1.54
9	02Feb2014 0400	04:00	1.56
10	02Feb2014 0430	04:30	1.57
11	02Feb2014 0500	05:00	1.57
12	02Feb2014 0530	05:30	1.55
13	02Feb2014 0600	06:00	1.58
14	02Feb2014 0630	06:30	1.56
15	02Feb2014 0700	07:00	1.52
16	02Feb2014 0730	07:30	1.49
17	02Feb2014 0800	08:00	1.48
18	02Feb2014 0830	08:30	1.46
19	02Feb2014 0900	09:00	1.44
20	02Feb2014 0930	09:30	1.43

Plot Data OK Cancel

Gambar 4.20 Data Pasang Surut Kota Pekalongan Tahun 2014.

4.4.2. Output Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

Kemudian langkah selanjutnya melakukan *simulation run* setelah selesai memasukkan data geometri serta data debit rencana pada seluruh tahapan pemodelan untuk kondisi eksisting di HEC-RAS. Hasil dari *simulation run* berupa bentuk penampang dan kapasitas sungai serta tinggi muka air pada Sungai Kupang Kota Pekalongan. Posisi *cross section* Sungai Kupang Kota Pekalongan yang dapat dilihat pada Gambar 4.21.

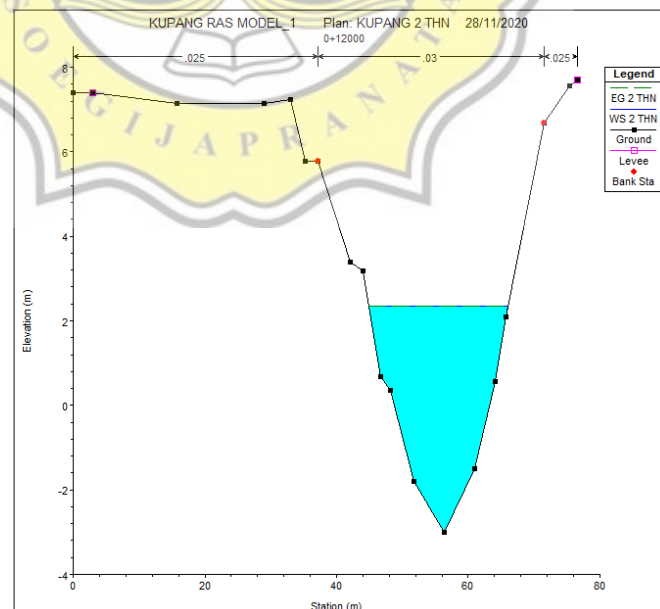


Gambar 4.21 Posisi *Cross Section* Sungai Kupang.

Berikut merupakan kapasitas sungai untuk kondisi eksisting Sungai Kupang Kota Pekalongan untuk periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan.

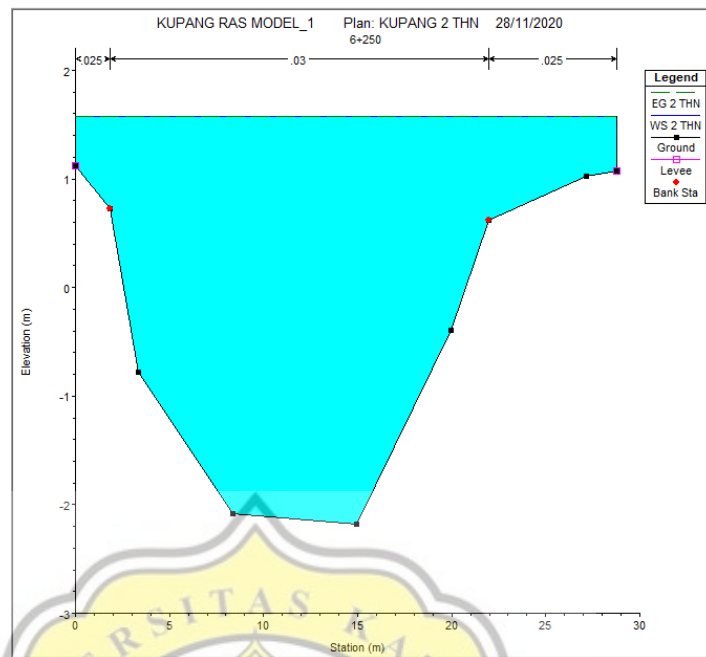
1. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan

Pada *station* 12000 yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 2 tahunan sebesar 11,46 m³/s. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 2 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 2,36 m. Pada *station* 6250 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 2 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Pada *station* 2000 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 2 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 2 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 2 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.22 sampai 4.25.

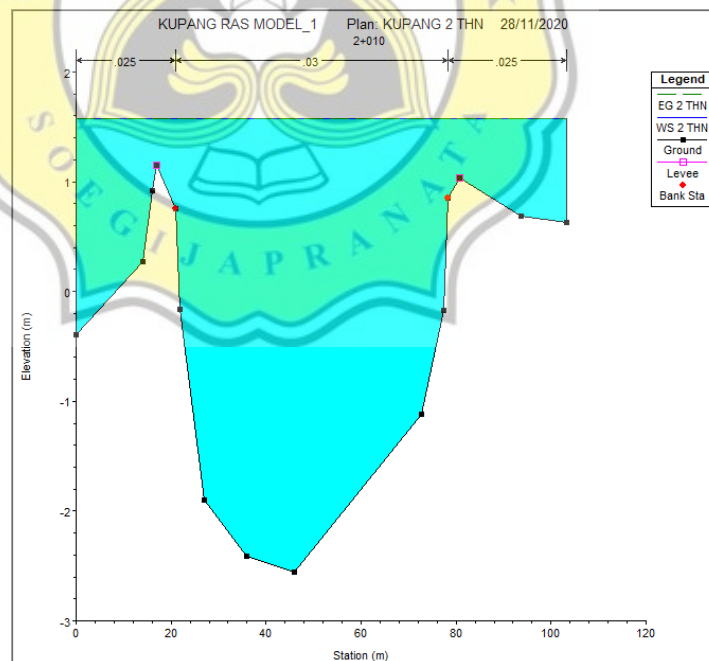


Gambar 4.22 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan.

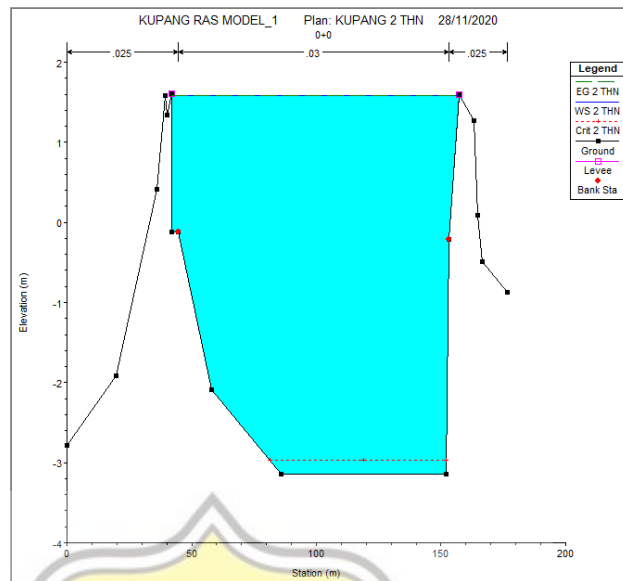
Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.23 Kapasitas Sungai station 6250 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan.

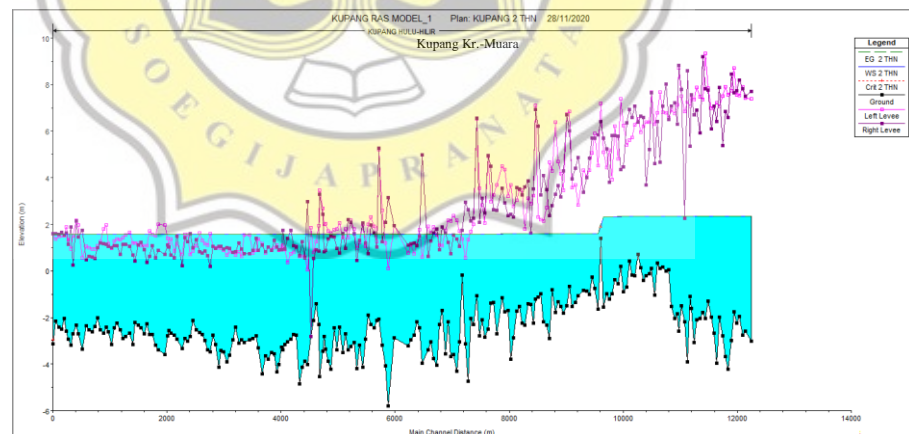


Gambar 4.24 Kapasitas Sungai station 2000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan.



Gambar 4.25 Kapasitas Sungai *station* 0 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan.

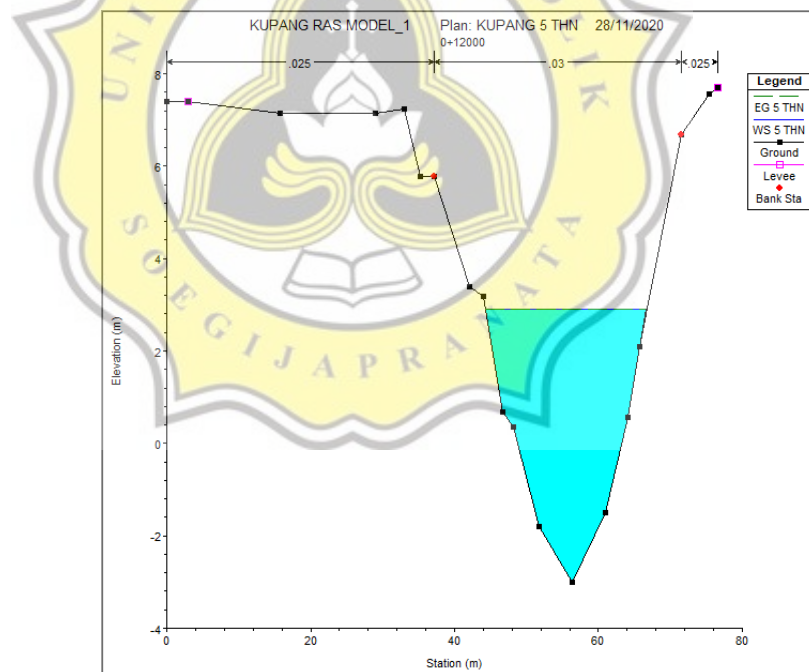
Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 2 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan.

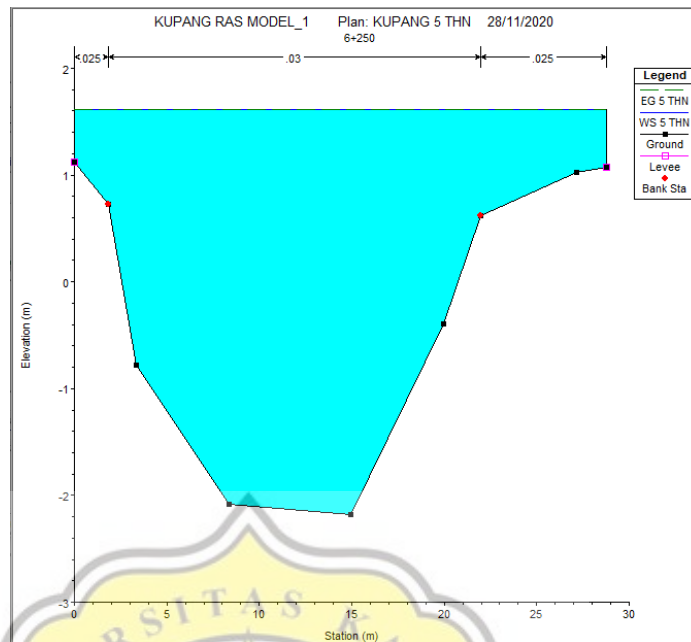
2. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan
Pada *station* 12000 yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode

ulang 5 tahunan sebesar $25,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 5 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 2,90 m. Pada *station* 6250 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 5 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,61 m. Pada *station* 750 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 5 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 5 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 5 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.27 sampai 4.30.

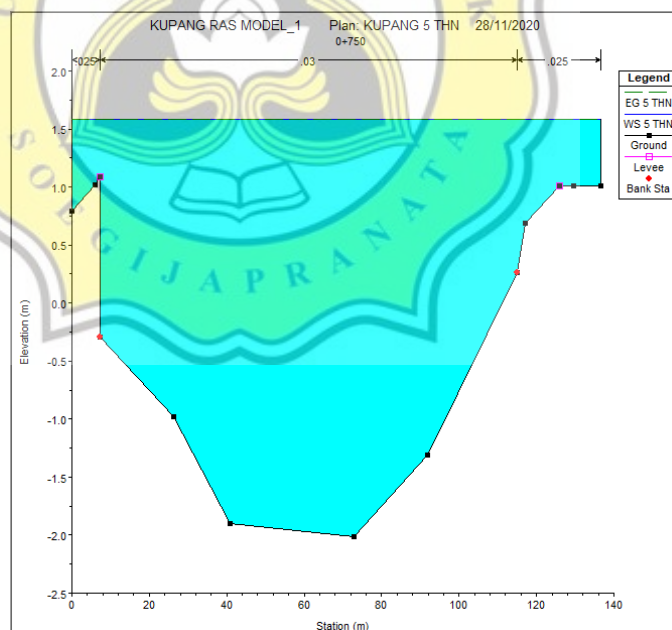


Gambar 4.27 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

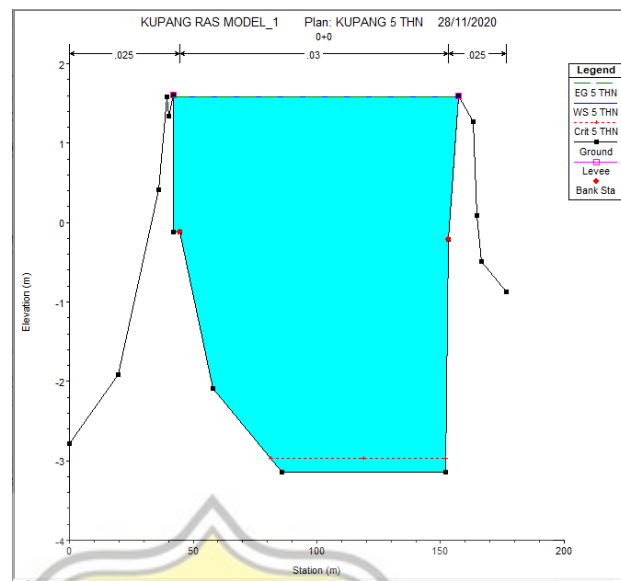


Gambar 4.28 Kapasitas Sungai *station* 6250 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan.



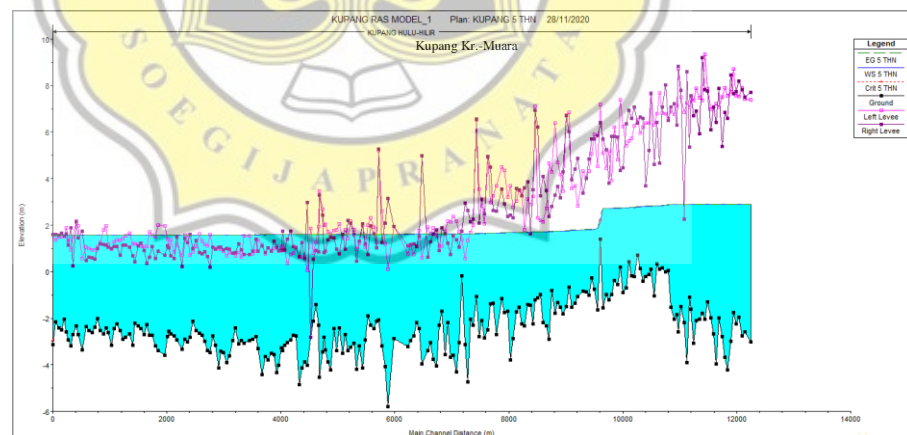
Gambar 4.29 Kapasitas Sungai *station* 750 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.30 Kapasitas Sungai *station* 0 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan.

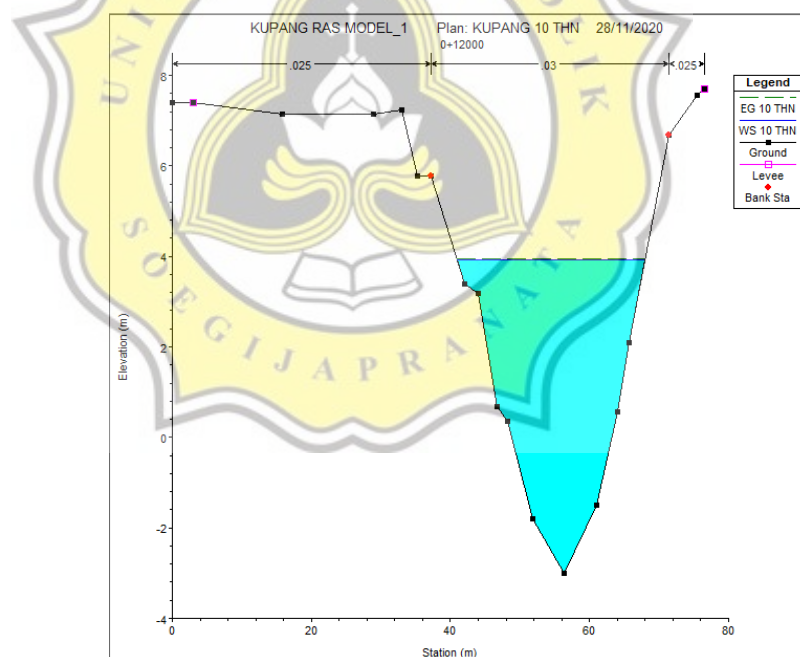
Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 5 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan.

3. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan
Pada *station* 12000 yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode

ulang 10 tahunan sebesar $85,95 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 10 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 3,92 m. Pada *station* 6500 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 10 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,85 m. Pada *station* 750 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 10 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 10 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 10 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.32 sampai 4.35.

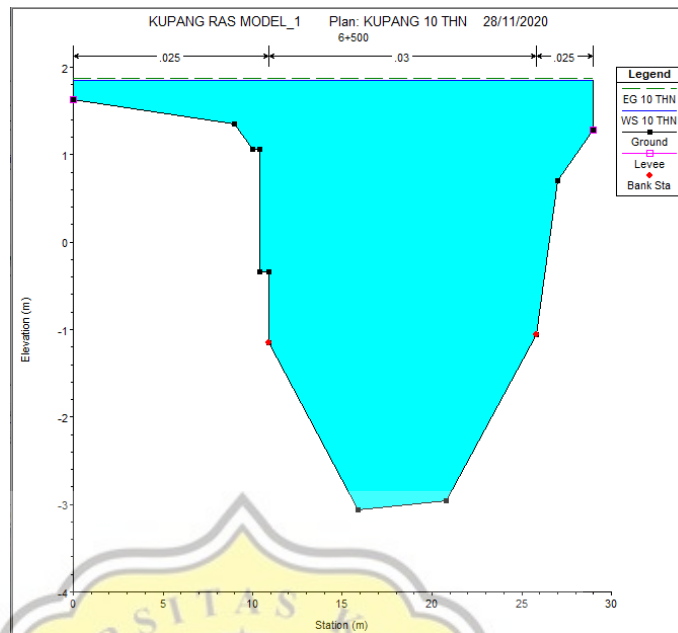


Gambar 4.32 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan.

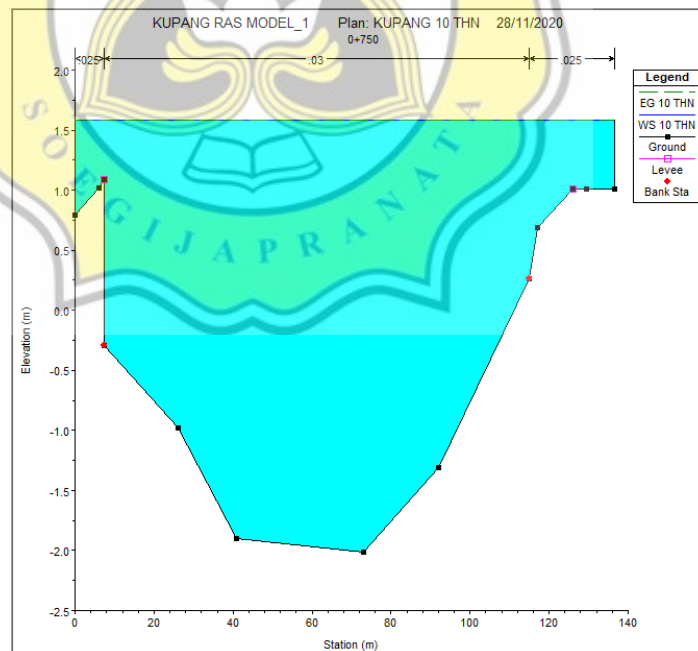
Tugas Akhir

Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D

Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

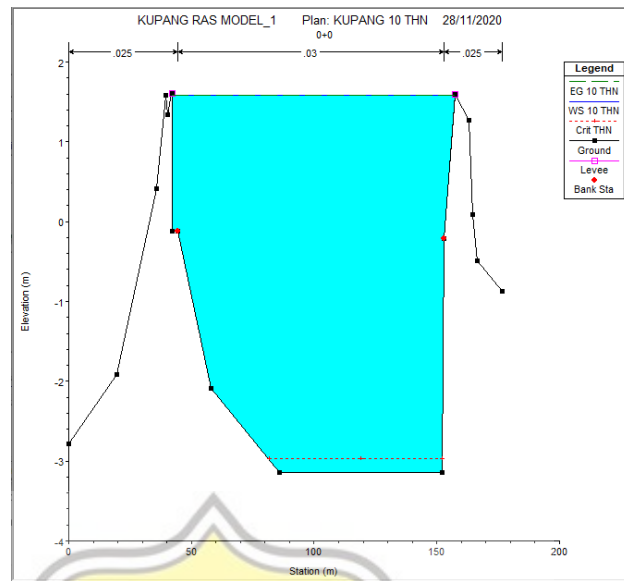


Gambar 4.33 Kapasitas Sungai *station* 6500 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan.



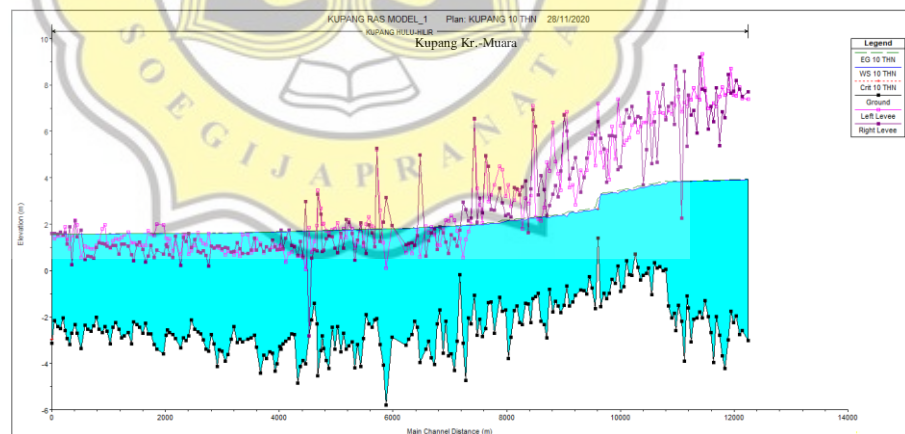
Gambar 4.34 Kapasitas Sungai *station* 750 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.35 Kapasitas Sungai *station* 0 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan.

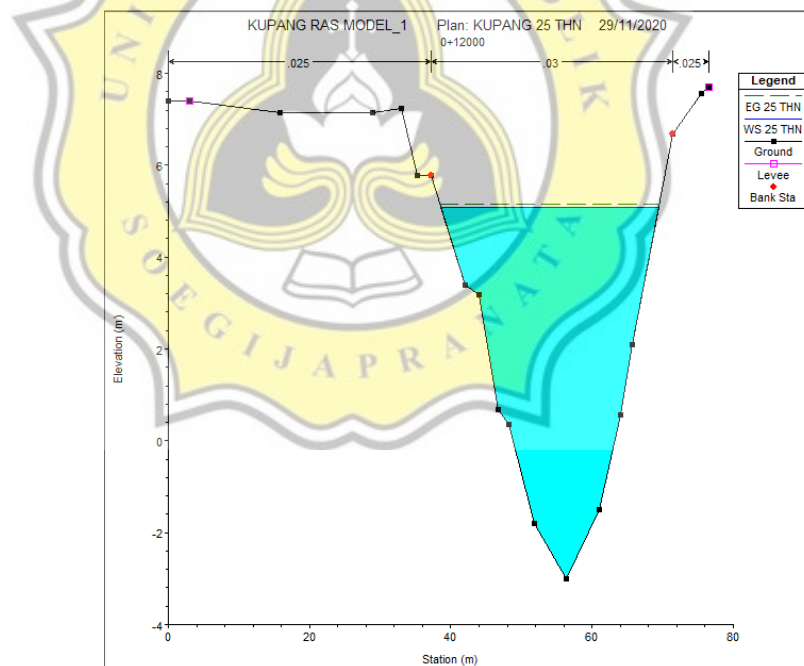
Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 10 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan.

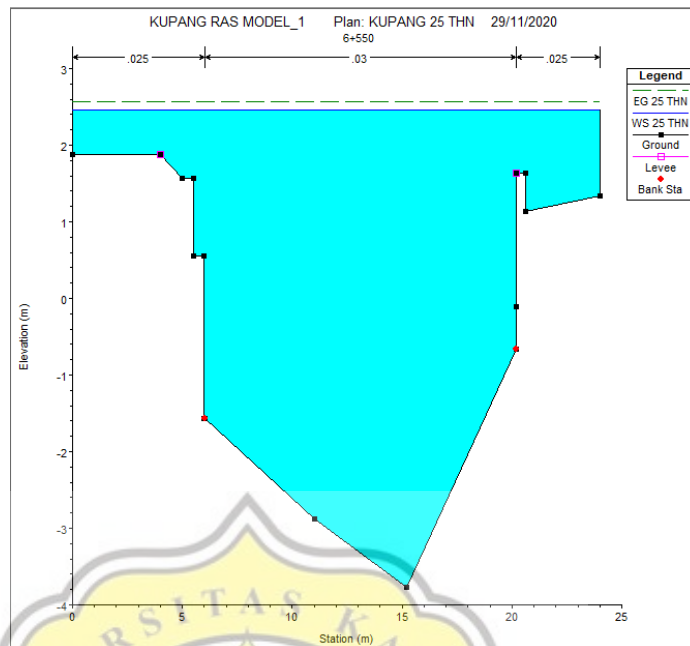
4. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan
Pada *station* 12000 yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode

ulang 25 tahunan sebesar $173,61 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 25 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 5,08 m. Pada *station* 6550 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 25 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 2,45 m. Pada *station* 750 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 25 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,59 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 25 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 25 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.37 sampai 4.40.

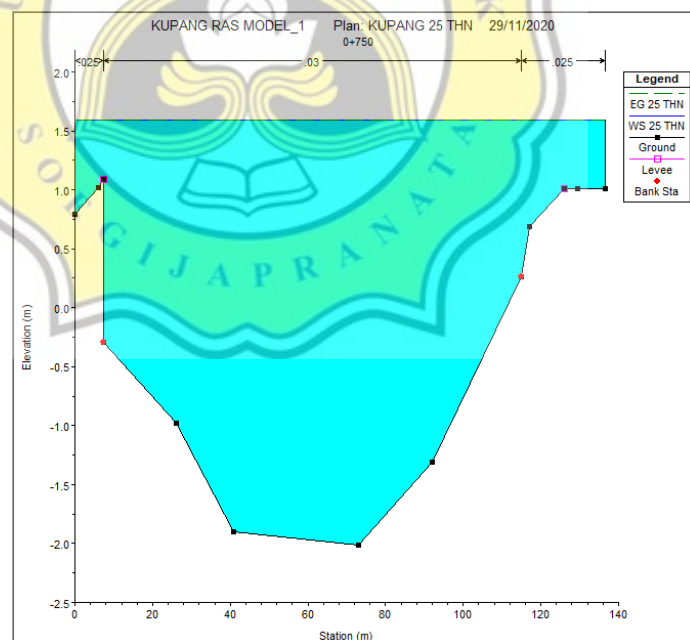


Gambar 4.37 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan

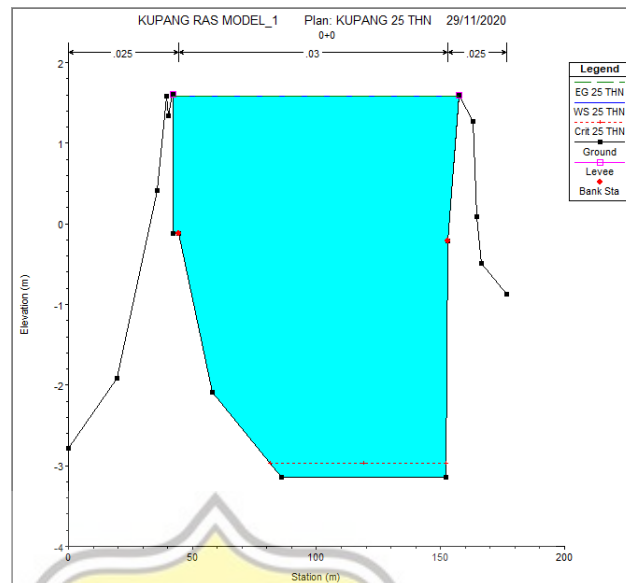


Gambar 4.38 Kapasitas Sungai *station* 6550 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan.



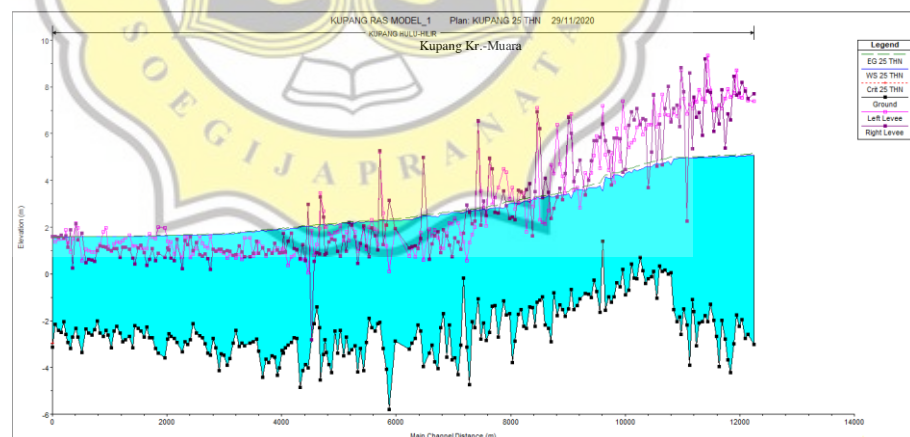
Gambar 4.39 Kapasitas Sungai *station* 750 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.40 Kapasitas Sungai *station 0* untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan.

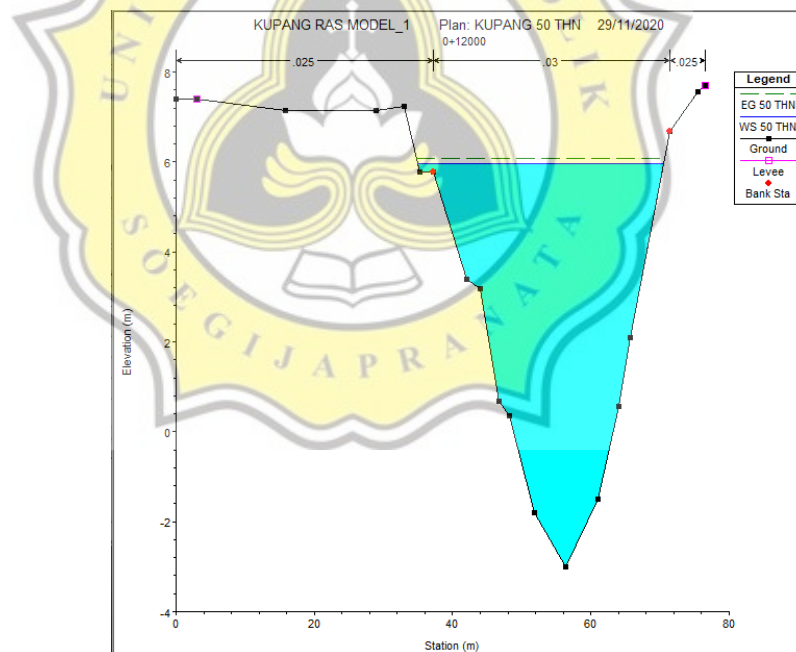
Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 25 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.41.



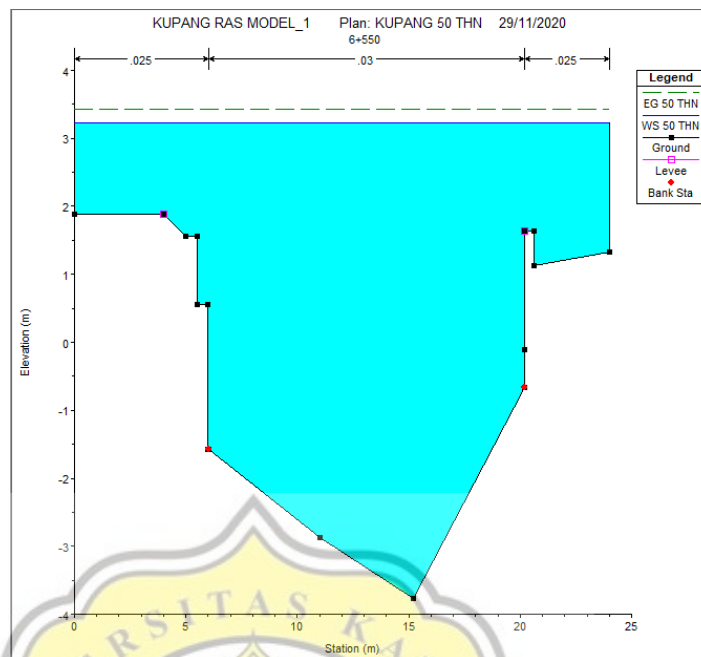
Gambar 4.41 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan.

- Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan
Pada *station 12000* yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode

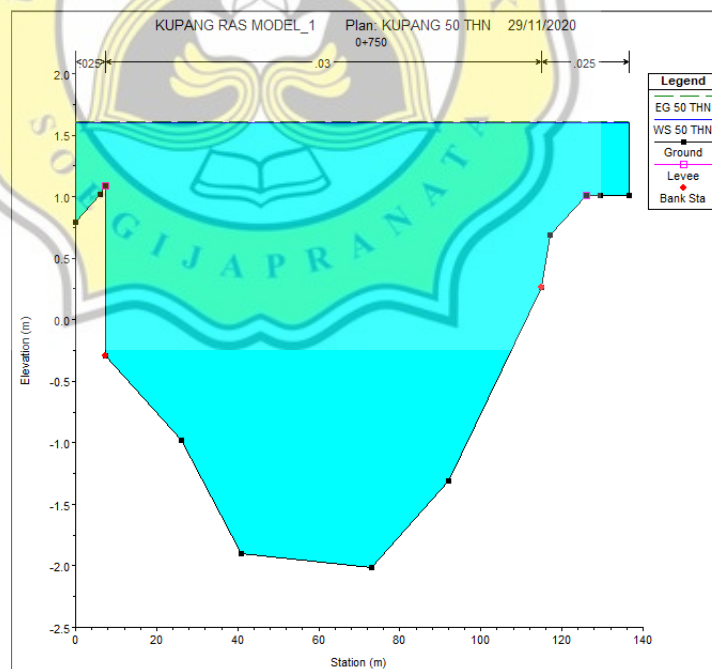
ulang 50 tahunan sebesar $255,69 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 50 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 5,97 m. Pada *station* 6550 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 50 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 3,23 m. Pada *station* 750 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 50 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,60 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 50 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 50 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.42 sampai 4.45.



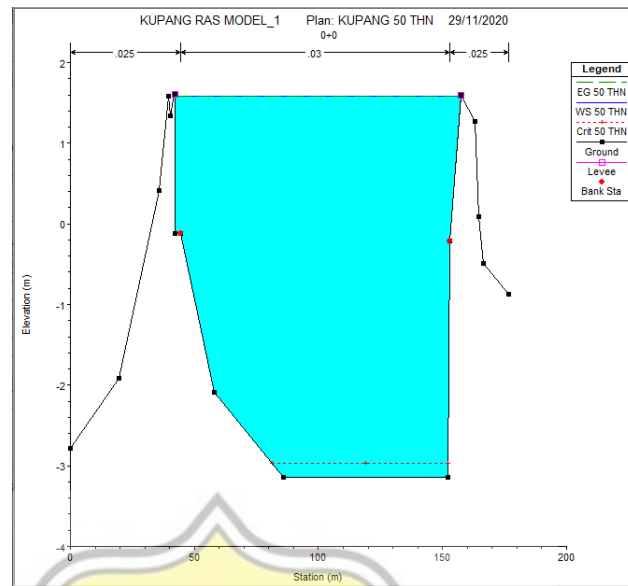
Gambar 4.42 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan.



Gambar 4.43 Kapasitas Sungai *station* 6550 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan.

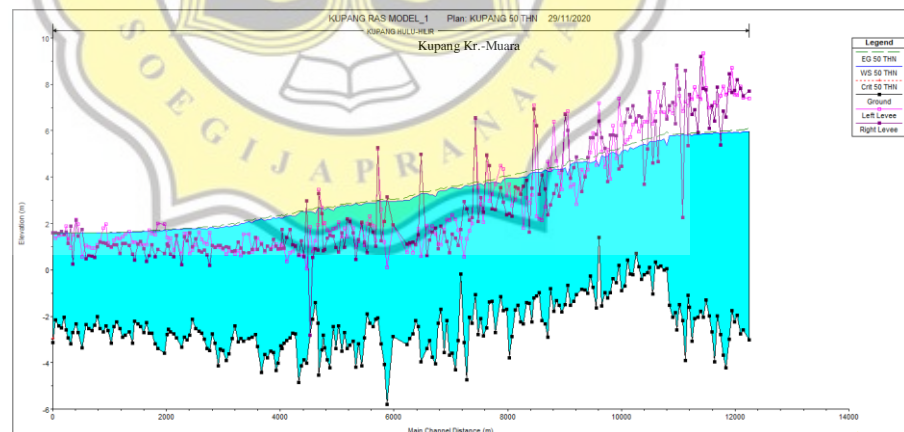


Gambar 4.44 Kapasitas Sungai *station* 750 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan.



Gambar 4.45 Kapasitas Sungai *station 0* untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan.

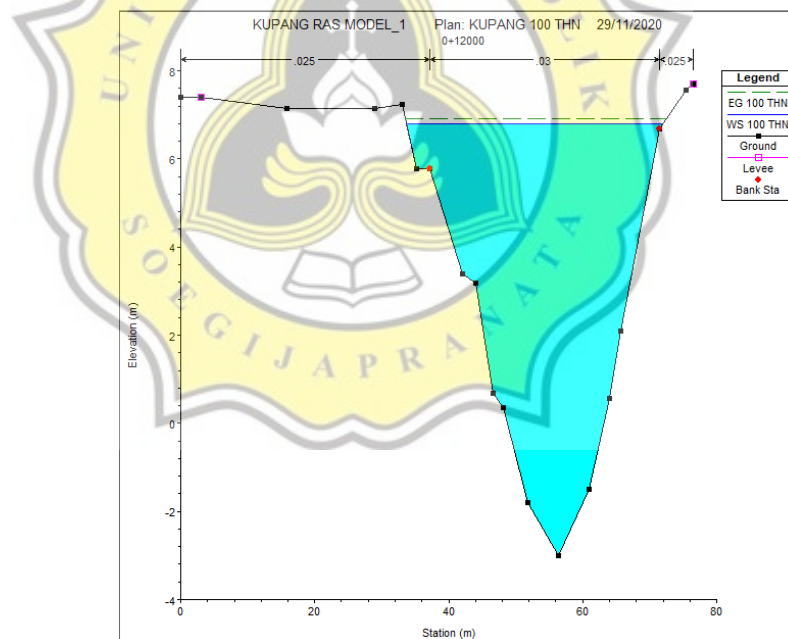
Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 50 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.46.



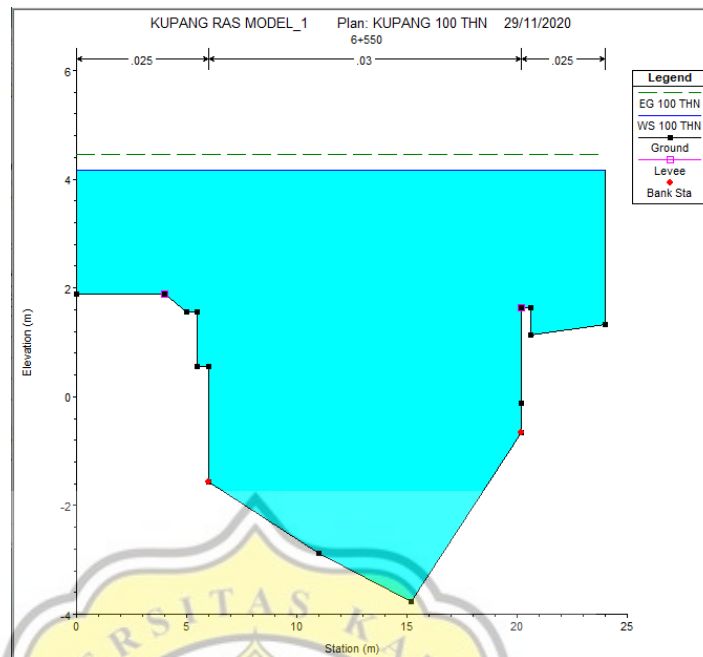
Gambar 4.46 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan.

6. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan
Pada *station 12000* yang terletak di bagian hulu Sungai Kupang menghasilkan *output* HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode

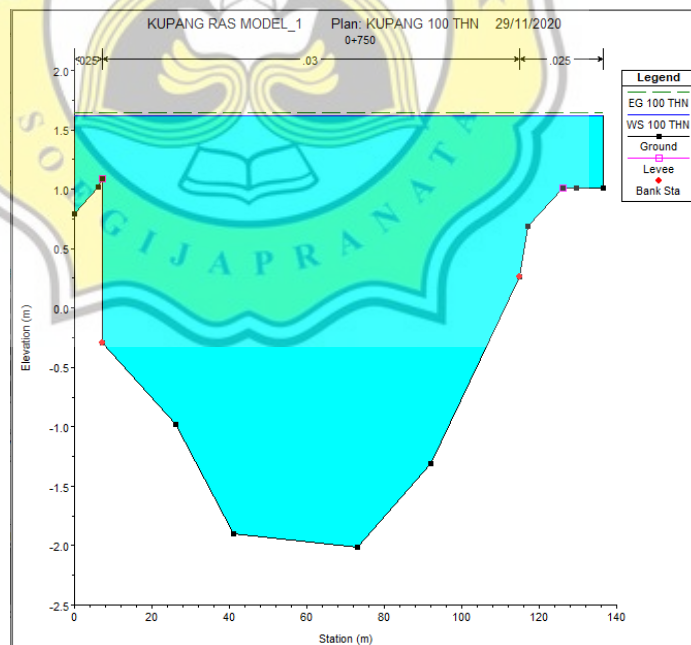
ulang 100 tahunan sebesar 354,87 m³/s. Pada *station* 12000 tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 100 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 6,80 m. Pada *station* 6550 terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 100 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4,17 m. Pada *station* 750 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah yang disebabkan oleh debit rencana 100 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,62 m. Selanjutnya pada *station* 0 yang menjadi titik akhir *cross section* terletak di muara Sungai Kupang tidak terjadi limpasan yang disebabkan oleh debit banjir rencana 100 tahun, sehingga menghasilkan tinggi muka air 1,58 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 100 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.47 sampai 4.50.



Gambar 4.47 Kapasitas Sungai *station* 12000 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan.

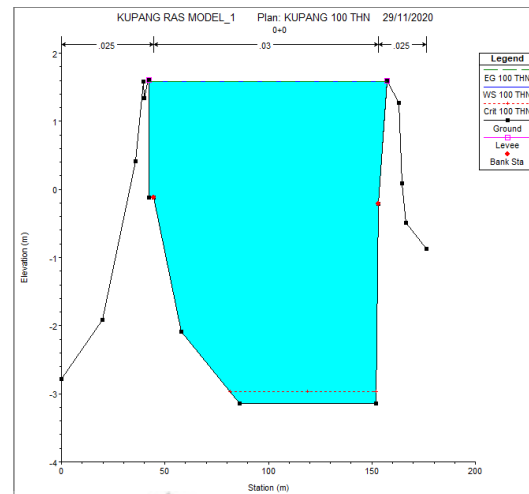


Gambar 4.48 Kapasitas Sungai *station* 6550 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan.



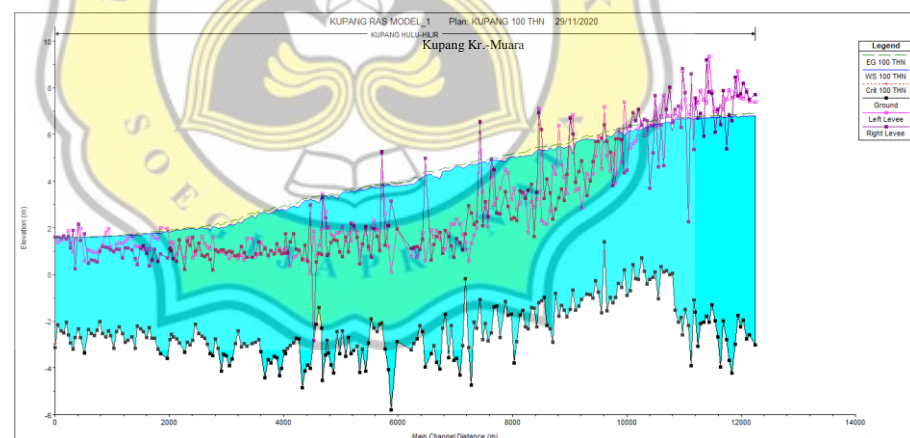
Gambar 4.49 Kapasitas Sungai *station* 750 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.50 Kapasitas Sungai *station* 0 untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan.

Profil elevasi muka air pada Sungai Kupang untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 100 tahunan diperlihatkan pada Gambar 4.51.



Gambar 4.51 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Kupang untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan.

4.5. Pemetaan Kawasan Banjir dengan Menggunakan HEC-RAS

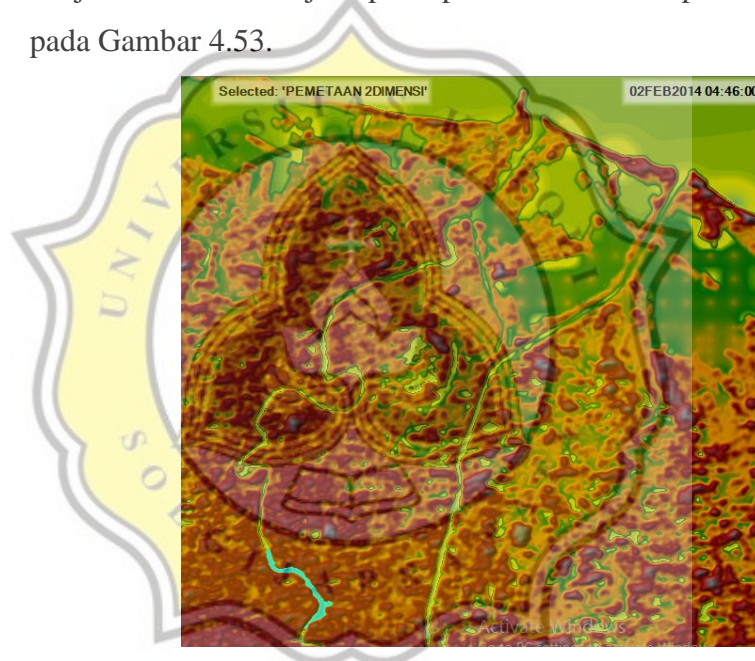
Pada pemetaan kawasan banjir dengan menggunakan HEC-RAS terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan yaitu mulai dari *input data* hingga

menampilkan hasil pemetaan berdasarkan parameter yang telah dimasukkan ke dalam HEC-RAS.

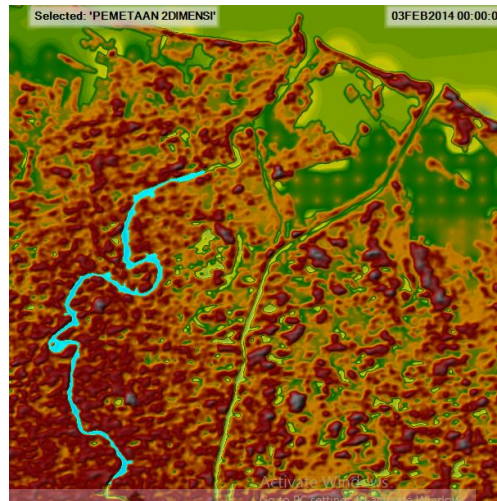
1. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi

a. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 2 tahunan

Pada periode ulang 2 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:46:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.52. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 00:00:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.53.



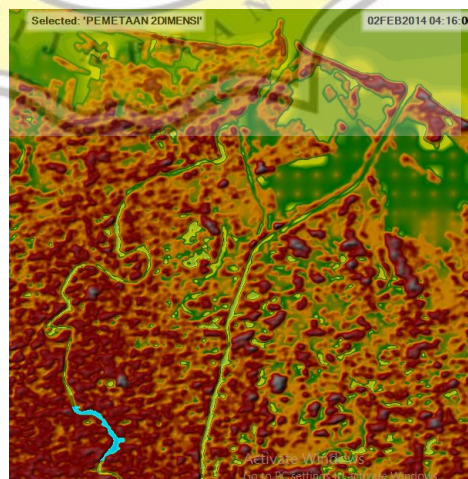
Gambar 4.52 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 04:46:00 Periode Ulang 2 tahunan.



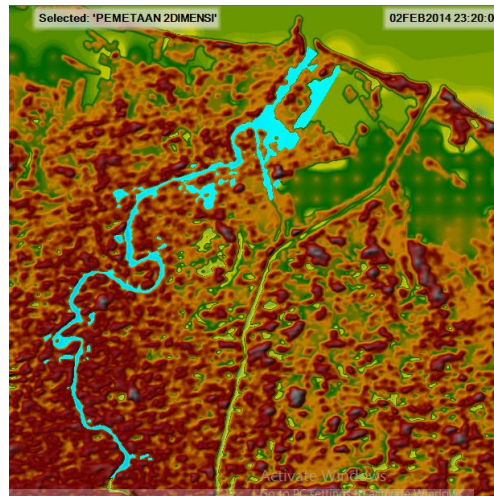
Gambar 4.53 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 00:00:00 Periode Ulang 2 tahunan.

b. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 5 tahunan

Pada periode ulang 5 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:16:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.54. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 23:20:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.55.



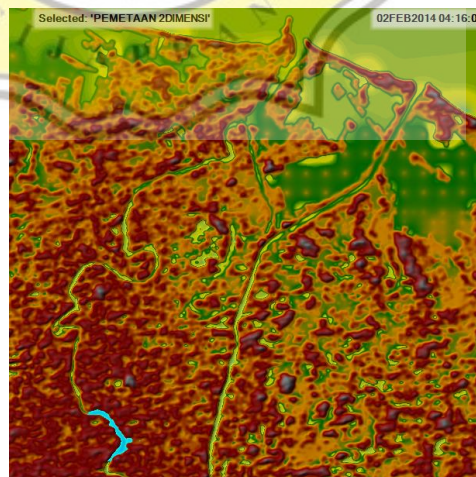
Gambar 4.54 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 04:16:00 Periode Ulang 5 tahunan.



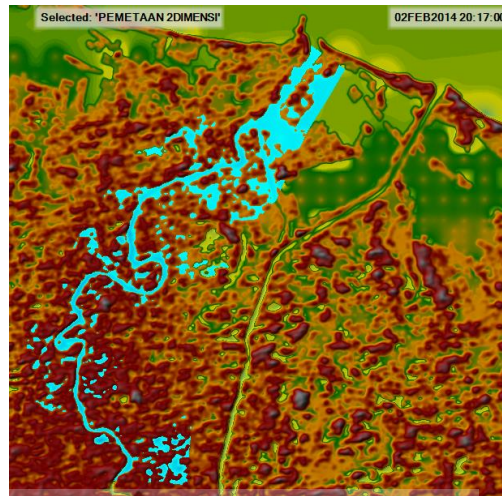
Gambar 4.55 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 23:20:00 Periode Ulang 5 tahunan.

- c. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 10 tahunan

Pada periode ulang 10 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:16:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.56. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 20:17:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.57.



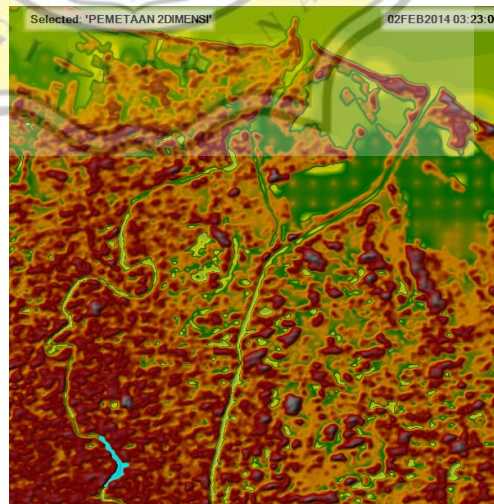
Gambar 4.56 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 04:16:00 Periode Ulang 10 tahunan.



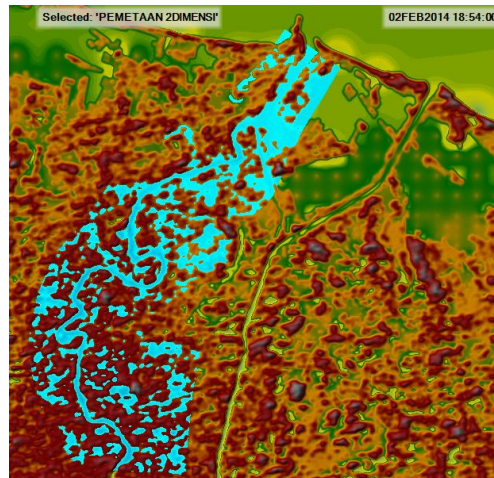
Gambar 4.57 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 20:17:00 Periode Ulang 10 tahunan.

- d. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 25 tahunan

Pada periode ulang 25 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 03:23:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.58. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 18:54:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.59.



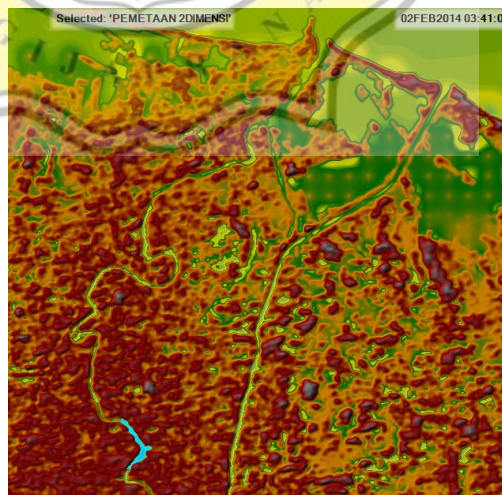
Gambar 4.58 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 03:23:00 Periode Ulang 25 tahunan.



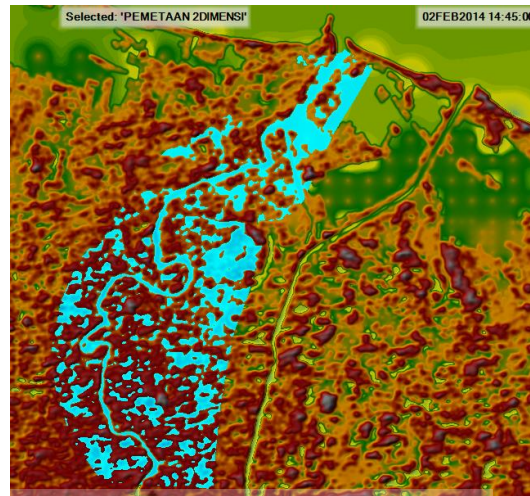
Gambar 4.59 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 18:54:00 Periode Ulang 25 tahunan.

- e. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 50 tahunan

Pada periode ulang 50 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 03:41:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.60. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 14:45:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.61.



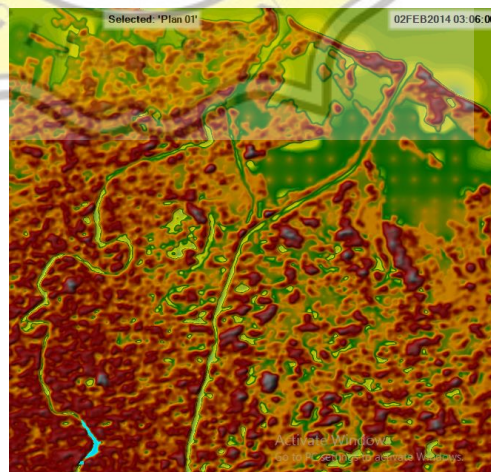
Gambar 4.60 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 03:41:00 Periode Ulang 50 tahunan.



Gambar 4.61 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 14:45:00 Periode Ulang 50 tahunan.

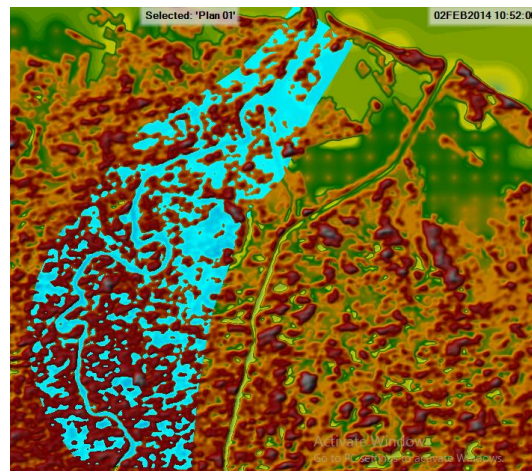
- f. Pemetaan kawasan banjir pada Sungai Kupang Kota Pekalongan secara 2 dimensi untuk periode ulang 100 tahunan

Pada periode ulang 100 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 03:06:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.62. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 10:52:00 seperti dapat dilihat pada Gambar 4.63.



Gambar 4.62 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 03:06:00 Periode Ulang 100 tahunan.

Tugas Akhir
Pemetaan Kawasan Banjir dengan menggunakan HEC-RAS 2D
Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan



Gambar 4.63 Pemetaan Kawasan Banjir Sungai Kupang Kota Pekalongan pada Pukul 10:52:00 Periode Ulang 100 tahunan.

