

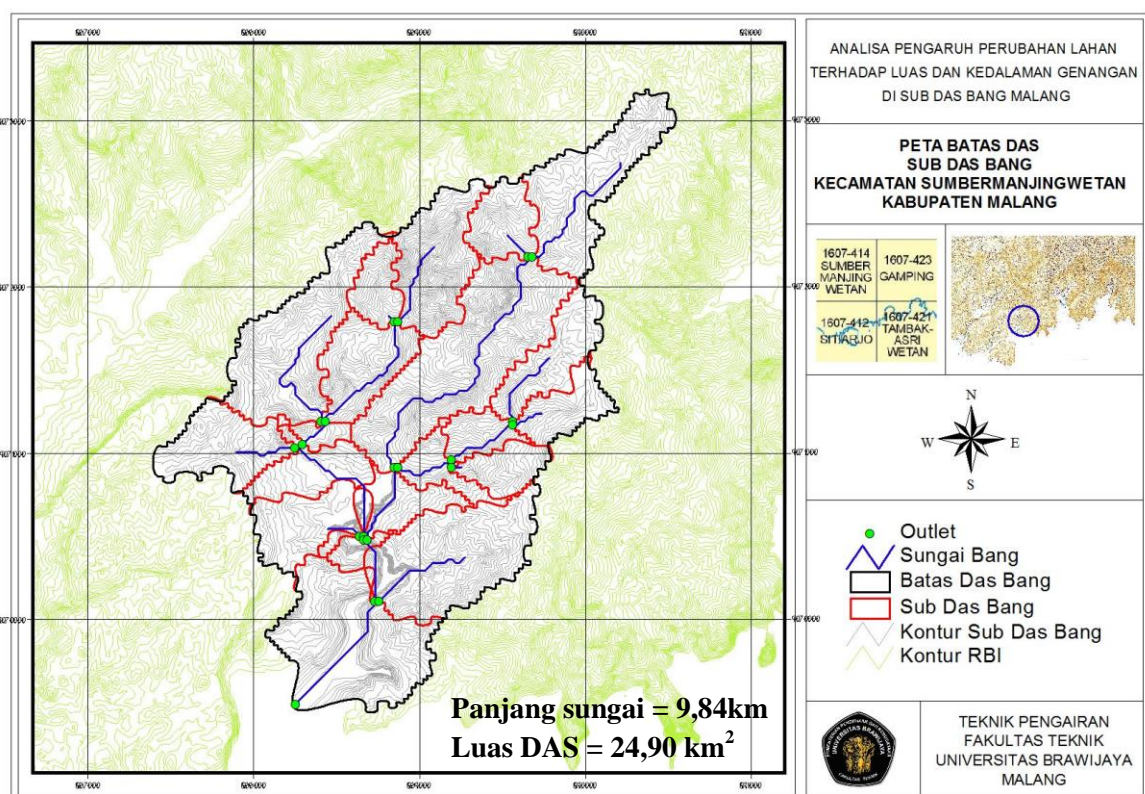
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Studi pemodelan di Sungai Bang ini diawali dengan analisa hidrologi pada DAS Bang. Analisis hidrologi secara umum dilakukan guna mendapatkan informasi kuantitatif karakteristik hidrologi dan meteorologi Daerah Aliran Sungai. Tujuan Studi ini adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit atau potensi air, yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam proses simulasi banjir.

4.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995).



Gambar 4.1. Peta Batas DAS Sub DAS Bang
(sumber : hasil *running AvsSwat* dan *Arc-View Gis*)

Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan berdasarkan pada peta topografi skala 1 : 25.000 (RBI, 2002) dengan dibantu program *Avswat2000* Luas Sub



Daerah Aliran Sungai Bang seperti pada Gambar 4.1 adalah sebesar 24,90 km² dengan panjang sungai 9,48 km.

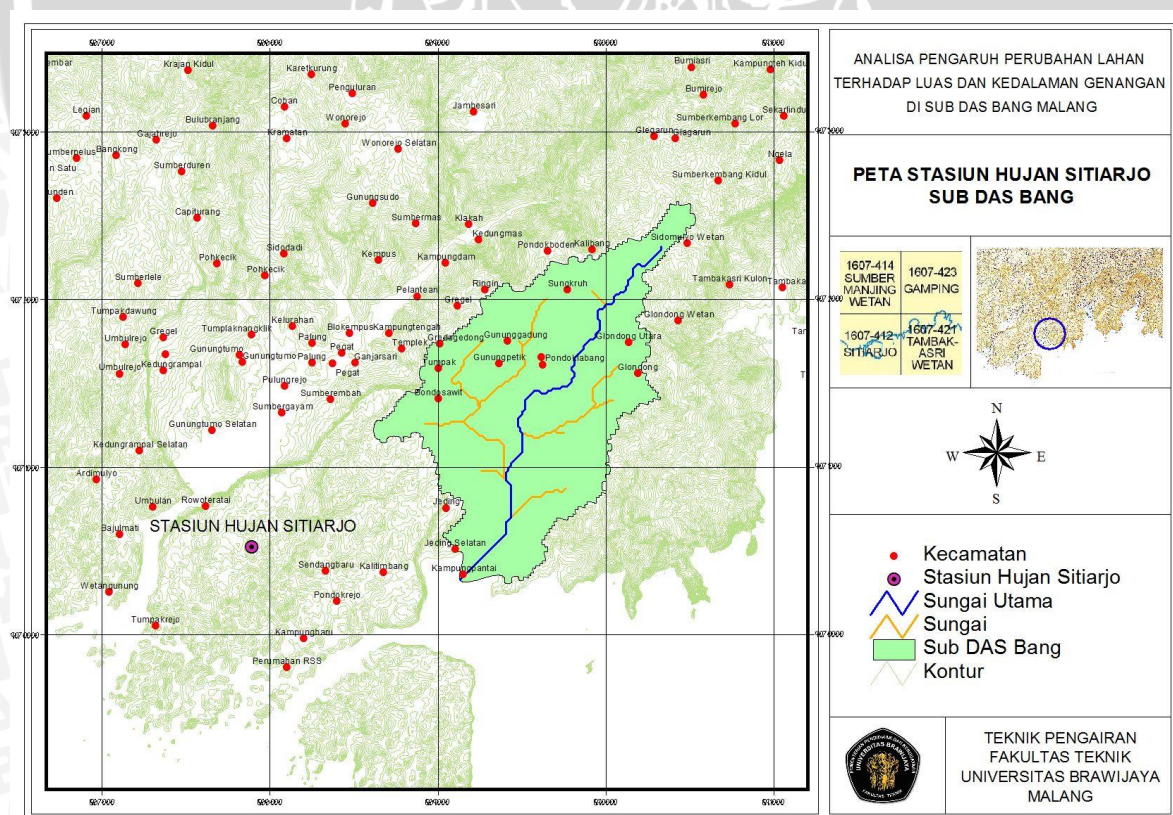
4.3. Kondisi Klimatologi

Kondisi klimatologi wilayah studi termasuk dalam kondisi iklim tropis dengan karakteristik suhu udara yang relatif tinggi pada musim kemarau dan kelembaban relatif yang tinggi selama musim hujan.

Berdasarkan stasiun klimatologi di daerah studi diketahui bahwa rata-rata temperatur udara adalah 22.46°C, kelembaban udara 89%, lama penyinaran matahari 65.71% dan kecepatan angin rata-ratanya 1.75 km/jam.

4.4. Ketersediaan Data Hujan

Pada analisa hidrologi diperlukan data hujan sebagai input. Pada studi ini digunakan data hujan Stasiun Sitarjonyang terletak pada 08° 24' 41" LS dan 112° 40' 09.2" BT. Pada stasiun hujan tersebut tersedia data selama 10 tahun yaitu mulai 1999 sampai dengan 2008. Tabel 4.1. menampilkan data curah hujan tahunan dari stasiun tersebut sedangkan untuk data hujan lengkap dapat dilihat pada Lampiran.



Gambar 4.2. Peta Stasiun Hujan Sitarjo
(sumber : hasil *running* *AvsSwat* dan *Arc-View Gis*)

Tabel 4. 1. Curah Hujan Tahunan Stasiun Sitarjo 1999-2008 (mm/tahun)

Tahun	Curah Hujan (mm/tahun)
1999	3707
2000	3851
2001	3807
2002	2262
2003	3200
2004	2463
2005	3049
2006	1217
2007	266
2008	1423

Sumber: Data Stasiun Hujan Sitarjo

4.5. Pemeriksaan Data di Luar Ambang Batas (Outlier)

Uji Outlier bertujuan untuk melihat apakah ada data yang menyimpang cukup jauh dari trend kelompoknya. Berikut ini adalah hasil perhitungan uji Outlier untuk stasiun Penakar Hujan Sitarjo.

Tabel 4. 2. Hasil Uji *Outlier* Stasiun Penakar Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maks (R)	Log R
		(mm/hari)	
1	2007	32	1.505
2	2008	35	1.544
3	2006	60	1.778
4	2002	85	1.929
5	2001	103	2.013
6	2003	121	2.083
7	2005	136	2.134
8	1999	157	2.196
9	2000	157	2.196
10	2004	210	2.322
Jumlah		1096.00	19.70

Sumber: Hasil perhitungan

n	=	10
Cs	=	0.16
Rerata	=	109.60
Sd	=	57.83
Ck	=	3.30

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa data di stasiun yang bersangkutan tidak ada yang di luar batas atas (X_h) dan batas bawah (X_L), maka data di stasiun yang bersangkutan bisa diterima.

4.6. Uji Konsistensi

Satu seri data hujan untuk satu stasiun tertentu, dimungkinkan sifatnya tidak konsisten. Oleh karena itu perlu dilakukan uji konsistensi. Pada studi ini digunakan metode RAPS. Berikut ini adalah pengujian RAPS untuk stasiun Sitarjo.

Tabel 4. 3. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 1999

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	325.00	16.08	16.08	21.56		0.06	0.06
2	Feb	215.00	-93.92	93.92	735.03		-0.38	0.38
3	Mar	365.00	56.08	56.08	262.11		0.23	0.23
4	Apr	713.00	404.08	404.08	13606.95		1.62	1.62
5	Mei	159.00	-149.92	149.92	1872.92		-0.60	0.60
6	Jun	60.00	-248.92	248.92	5163.29	249.05	-1.00	1.00
7	Jul	0.00	-308.92	308.92	7952.46		-1.24	1.24
8	agust	92.00	-216.92	216.92	3921.07		-0.87	0.87
9	Sep	27.00	-281.92	281.92	6623.08		-1.13	1.13
10	Okt	441.00	132.08	132.08	1453.83		0.53	0.53
11	Nop	603.00	294.08	294.08	7207.08		1.18	1.18
12	Des	707.00	398.08	398.08	13205.86		1.60	1.60
Rerata		308.92		216.75				
Jumlah					62025.24			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	249.049		
Sk**max	=	1.623		
Sk**min	=	-1.240		
Q = [Sk**maks]	=	1.623		
R = Sk**maks - Sk**min	=	2.863		
Q/n ^{0.5}	=	0.468	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.826	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 4. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2000

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	304.00	-16.92	16.92	23.85		-0.06	0.06
2	Feb	360.00	39.08	39.08	127.29		0.13	0.13
3	Mar	272.00	-48.92	48.92	199.40		-0.16	0.16
4	Apr	129.00	-191.92	191.92	3069.33		-0.63	0.63
5	Mei	121.00	-199.92	199.92	3330.56		-0.65	0.65
6	Jun	211.00	-109.92	109.92	1006.81	306.69	-0.36	0.36
7	Jul	18.00	-302.92	302.92	7646.54		-0.99	0.99
8	Agust	0.00	-320.92	320.92	8582.29		-1.05	1.05
9	Sep	0.00	-320.92	320.92	8582.29		-1.05	1.05
10	Okt	715.00	394.08	394.08	12941.81		1.28	1.28
11	Nop	872.00	551.08	551.08	25307.74		1.80	1.80
12	Des	849.00	528.08	528.08	23239.33		1.72	1.72
Rerata		320.92		252.06				
Jumlah					94057.24			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	306.688		
Sk**max	=	1.797		
Sk**min	=	-1.046		
Q = [Sk**maks]	=	1.797		
R = Sk**maks - Sk**min	=	2.843		
Q/n ^{0.5}	=	0.519	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.821	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 5. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2001

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	464.00	146.75	146.75	1794.63		0.67	0.67
2	Feb	380.00	62.75	62.75	328.13		0.28	0.28
3	Mar	234.00	-83.25	83.25	577.55		-0.38	0.38
4	Apr	752.00	434.75	434.75	15750.63		1.97	1.97
5	Mei	197.00	-120.25	120.25	1205.01		-0.55	0.55
6	Jun	226.00	-91.25	91.25	693.88	220.33	-0.41	0.41
7	Jul	27.00	-290.25	290.25	7020.42		-1.32	1.32
8	Agust	0.00	-317.25	317.25	8387.30		-1.44	1.44
9	Sep	86.00	-231.25	231.25	4456.38		-1.05	1.05
10	Okt	375.00	57.75	57.75	277.92		0.26	0.26
11	Nop	491.00	173.75	173.75	2515.76		0.79	0.79
12	Des	575.00	257.75	257.75	5536.26		1.17	1.17
Rerata		317.25		188.92				
Jumlah					48543.85			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	220.327		
Sk**max	=	1.973		
Sk**min	=	-1.440		
Q = [Sk**maks]	=	1.973		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.413		
Q/n ^{0.5}	=	0.570	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.985	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 6. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2002

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	203.00	14.50	14.50	17.52		0.07	0.07
2	Feb	327.00	138.50	138.50	1598.52		0.68	0.68
3	Mar	88.00	-100.50	100.50	841.69		-0.49	0.49
4	Apr	311.00	122.50	122.50	1250.52		0.60	0.60
5	Mei	66.00	-122.50	122.50	1250.52		-0.60	0.60
6	Jun	60.00	-128.50	128.50	1376.02	204.05	-0.63	0.63
7	Jul	60.00	-128.50	128.50	1376.02		-0.63	0.63
8	Agust	14.00	-174.50	174.50	2537.52		-0.86	0.86
9	Sep	0.00	-188.50	188.50	2961.02		-0.92	0.92
10	Okt	0.00	-188.50	188.50	2961.02		-0.92	0.92
11	Nop	467.00	278.50	278.50	6463.52		1.36	1.36
12	Des	666.00	477.50	477.50	19000.52		2.34	2.34
Rerata		188.50	171.92					
Jumlah					41634.42			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	204.045		
Sk**max	=	2.340		
Sk**min	=	-0.924		
Q = [Sk**maks]	=	2.340		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.264		
Q/n ^{0.5}	=	0.676	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.942	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 7. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2003

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	362.00	95.33	95.33	757.37		0.34	0.34
2	Feb	292.00	25.33	25.33	53.48		0.09	0.09
3	Mar	204.00	-62.67	62.67	327.26		-0.22	0.22
4	Apr	144.00	-122.67	122.67	1253.93		-0.44	0.44
5	Mei	42.00	-224.67	224.67	4206.26		-0.81	0.81
6	Jun	5.00	-261.67	261.67	5705.79	278.74	-0.94	0.94
7	Jul	3.00	-263.67	263.67	5793.34		-0.95	0.95
8	Agust	0.00	-266.67	266.67	5925.93		-0.96	0.96
9	Sep	27.00	-239.67	239.67	4786.68		-0.86	0.86
10	Okt	651.00	384.33	384.33	12309.34		1.38	1.38
11	Nop	746.00	479.33	479.33	19146.70		1.72	1.72
12	Des	724.00	457.33	457.33	17429.48		1.64	1.64
Rerata		266.67	240.28					
Jumlah					77695.56			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	278.739		
Sk**max	=	1.720		
Sk**min	=	-0.957		
Q = [Sk**maks]	=	1.720		
R = Sk**maks - Sk**min	=	2.676		
Q/n ^{0.5}	=	0.496	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.773	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 8. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2004

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	332.00	126.75	126.75	1338.80		0.73	0.73
2	Feb	200.00	-5.25	5.25	2.30		-0.03	0.03
3	Mar	333.00	127.75	127.75	1360.01		0.74	0.74
4	Apr	86.00	-119.25	119.25	1185.05		-0.69	0.69
5	Mei	516.00	310.75	310.75	8047.13		1.79	1.79
6	Jun	49.00	-156.25	156.25	2034.51	173.24	-0.90	0.90
7	Jul	80.00	-125.25	125.25	1307.30		-0.72	0.72
8	agust	0.00	-205.25	205.25	3510.63		-1.18	1.18
9	Sep	13.00	-192.25	192.25	3080.01		-1.11	1.11
10	Okt	95.00	-110.25	110.25	1012.92		-0.64	0.64
11	Nop	268.00	62.75	62.75	328.13		0.36	0.36
12	Des	491.00	285.75	285.75	6804.42		1.65	1.65
Rerata		205.25		152.29				
Jumlah					30011.19			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12						
Dy	=	173.237						
Sk**max	=	1.794						
Sk**min	=	-1.185						
Q = [Sk**maks]	=	1.794						
R = Sk**maks - Sk**min	=	2.979						
Q/n ^{0.5}	=	0.518	< dengan probabilitas 95% dari tabel		1.156	OKE		
R/n ^{0.5}	=	0.860	< dengan probabilitas 95% dari tabel		1.310	OKE		

Tabel 4. 9. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2005

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	263.00	8.92	8.92	6.63		0.05	0.05
2	Feb	232.00	-22.08	22.08	40.64		-0.11	0.11
3	Mar	303.00	48.92	48.92	199.40		0.25	0.25
4	Apr	193.00	-61.08	61.08	310.93		-0.31	0.31
5	Mei	0.00	-254.08	254.08	5379.86		-1.29	1.29
6	Jun	117.00	-137.08	137.08	1565.99	196.81	-0.70	0.70
7	Jul	291.00	36.92	36.92	113.57		0.19	0.19
8	Agust	0.00	-254.08	254.08	5379.86		-1.29	1.29
9	Sep	64.00	-190.08	190.08	3010.97		-0.97	0.97
10	Okt	469.00	214.92	214.92	3849.10		1.09	1.09
11	Nop	415.00	160.92	160.92	2157.85		0.82	0.82
12	Des	702.00	447.92	447.92	16719.11		2.28	2.28
Rerata		254.08		153.08				
Jumlah					38733.91			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12						
Dy	=	196.809						
Sk**max	=	2.276						
Sk**min	=	-1.291						
Q = [Sk**maks]	=	2.276						
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.567						
Q/n ^{0.5}	=	0.657	< dengan probabilitas 95% dari tabel		1.156	OKE		
R/n ^{0.5}	=	1.030	< dengan probabilitas 95% dari tabel		1.310	OKE		

Tabel 4. 10. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2006

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	238.00	136.58	136.58	1554.58		1.25	1.25
2	Feb	241.00	139.58	139.58	1623.63		1.28	1.28
3	Mar	249.00	147.58	147.58	1815.07		1.35	1.35
4	Apr	249.00	147.58	147.58	1815.07		1.35	1.35
5	Mei	103.00	1.58	1.58	0.21		0.01	0.01
6	Jun	0.00	-101.42	101.42	857.11	109.40	-0.93	0.93
7	Jul	0.00	-101.42	101.42	857.11		-0.93	0.93
8	Agust	0.00	-101.42	101.42	857.11		-0.93	0.93
9	Sep	0.00	-101.42	101.42	857.11		-0.93	0.93
10	Okt	0.00	-101.42	101.42	857.11		-0.93	0.93
11	Nop	4.00	-97.42	97.42	790.83		-0.89	0.89
12	Des	133.00	31.58	31.58	83.13		0.29	0.29
Rerata		101.42		100.75				
Jumlah					11968.08			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	109.399		
Sk**max	=	1.349		
Sk**min	=	-0.927		
Q = [Sk**maks]	=	1.349		
R = Sk**maks - Sk**min	=	2.276		
Q/n ^{0.5}	=	0.389	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.657	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 11. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2007

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	95.00	72.83	72.83	442.06		1.40	1.40
2	Feb	171.00	148.83	148.83	1845.95		2.87	2.87
3	Mar	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
4	Apr	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
5	Mei	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
6	Jun	0.00	-22.17	22.17	40.95	51.94	-0.43	0.43
7	Jul	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
8	Agust	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
9	Sep	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
10	Okt	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
11	Nop	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
12	Des	0.00	-22.17	22.17	40.95		-0.43	0.43
Rerata		22.17		36.94				
Jumlah					2697.47			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	51.937		
Sk**max	=	2.866		
Sk**min	=	-0.427		
Q = [Sk**maks]	=	2.866		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.292		
Q/n ^{0.5}	=	0.827	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.950	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Tabel 4. 12. Uji Konsistensi Metode RAPS Sta. Sitarjo Tahun 2008

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	50.00	-68.58	68.58	391.97		-0.57	0.57
2	Feb	216.00	97.42	97.42	790.83		0.81	0.81
3	Mar	389.00	270.42	270.42	6093.76		2.24	2.24
4	Apr	103.00	-15.58	15.58	20.24		-0.13	0.13
5	Mei	86.00	-32.58	32.58	88.47		-0.27	0.27
6	Jun	0.00	-118.58	118.58	1171.83	120.47	-0.98	0.98
7	Jul	0.00	-118.58	118.58	1171.83		-0.98	0.98
8	Agust	0.00	-118.58	118.58	1171.83		-0.98	0.98
9	Sep	0.00	-118.58	118.58	1171.83		-0.98	0.98
10	Okt	111.00	-7.58	7.58	4.79		-0.06	0.06
11	Nop	270.00	151.42	151.42	1910.58		1.26	1.26
12	Des	198.00	79.42	79.42	525.58		0.66	0.66
Rerata		118.58		99.78				
Jumlah					14513.58			

Sumber : Hasil Analisa

n	=	12		
Dy	=	120.472		
Sk**max	=	2.245		
Sk**min	=	-0.984		
Q = [Sk**maks]	=	2.245		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3.229		
Q/n ^{0.5}	=	0.648	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.156 OKE
R/n ^{0.5}	=	0.932	< dengan probabilitas 95% dari tabel	1.310 OKE

Berdasarkan pengujian RAPS di atas dapat disimpulkan bahwa data berdasarkan Stasiun Sitarjo cukup konsisten pada probabilitas 95%.

4.7. Curah Hujan Maksimum

Pada studi ini digunakan maximum annual series untuk mengambil seri data hujan maksimum tahunan. Tabel 4.13 menampilkan data hujan maksimum tahunan Stasiun Sitarjo.

Tabel 4. 13. Hujan Maksimum Stasiun Sitarjo

Tahun	Curah Hujan (mm)
1999	157.0
2000	157.0
2001	103.0
2002	85.0
2003	121.0
2004	210.0

Tahun	Curah Hujan (mm)
2005	136.0
2006	60.0
2007	32.0
2008	35.0

Sumber: Hasil Analisa

4.8. Analisa Frekuensi

Pada studi digunakan empat metode untuk melakukan analisa frekuensi. Tabel 4.14 – 4.17 menampilkan kajian setiap metode.

Tabel 4. 14. Perhitungan Rerata & Standard Deviasi

No	Tahun	X (mm)
1	1999	157.0
2	2000	157.0
3	2001	103.0
4	2002	85.0
5	2003	121.0
6	2004	210.0
7	2005	136.0
8	2006	60.0
9	2007	32.0
10	2008	35.0
Mean X		109.600
Std. Deviasi X		57.828

Sumber: Hasil Analisa

Analisa frekuensi dilakukan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Berdasarkan setiap kala ulang dapat ditentukan nilai factor frekuensi (Tabel 2.5). Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan 2-21 dapat diketahui nilai hujan rancangan metode normal. Di bawah ini contoh perhitungan metode normal untuk kala ulang 5 tahun:

$$\begin{aligned}
 X &= \bar{x} + K \sigma \\
 &= 109.600 + 0.84 \times 57.828 \\
 &= 158.18 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 15. Hujan Rancangan Metode Normal

Tr (tahun)	P (%)	k	X (mm)
2	0.500	0.00	109.60
5	0.200	0.84	158.18
10	0.100	1.28	183.62
25	0.040	1.71	208.39
50	0.020	2.05	228.15
100	0.010	2.33	244.34
200	0.005	2.58	258.80

Sumber: Hasil Analisa

Metode log normal secara umum sama dengan metode normal, namun nilainya menggunakan nilai logaritma. Nilai faktor frekuensi (k) berdasarkan Tabel 2.5. Untuk perhitungan nilai hujan rancangan harus dihitung nilai antilog. Di bawah ini contoh perhitungan metode log normal untuk kala ulang 5 tahun:

$$\begin{aligned}
 X &= \bar{x} + K \sigma \\
 &= 1.970 + 0.84 \times 0.280 \\
 &= 2.20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Antilog 2.20 = 160.26 mm

Tabel 4. 16. Perhitungan Rerata & Standard Deviasi Metode Log Normal

No	Tahun	X (mm)	Log X
1	1999	157.0	2.20
2	2000	157.0	2.20
3	2001	103.0	2.01
4	2002	85.0	1.93
5	2003	121.0	2.08
6	2004	210.0	2.32
7	2005	136.0	2.13
8	2006	60.0	1.78
9	2007	32.0	1.51
10	2008	35.0	1.54
Mean X		109.600	1.970
Std. Deviasi X		57.828	0.280

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 17. Hujan Rancangan Metode Log Normal

Tr (tahun)	P (%)	k	X	AntiLog (mm)
2	50	0.00	1.97	93.32
5	20	0.84	2.20	160.26
10	10	1.28	2.33	212.73
25	4	1.71	2.45	280.27
50	2	2.05	2.54	349.21
100	1	2.33	2.62	418.18
200	0.5	2.58	2.69	491.20

Sumber: Hasil Analisa

Pada metode gumbel nilai Y_n dan S_n ditentukan berdasarkan Tabel 2.6. Jumlah data adalah 10 sehingga nilai $Y_n = 0.4592$ dan $S_n = 0.9496$. Penentuan nilai Y_t mengikuti Persamaan (2-23). Sedangkan nilai hujan rancangan metode gumbel mengikuti Persamaan (2-22). Di bawah ini contoh perhitungan metode gumbel untuk kala ulang 5 tahun:

$$y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right]$$

$$y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{5}{5-1} \right) \right]$$

$$= 1.5$$

$$x = \bar{x} + \frac{y_T - y_n}{S_n} \sigma$$

$$x = 109.60 + \frac{1.5 - 0.4592}{0.9496} 57.83$$

$$= 173.0 \text{ mm}$$

Tabel 4. 18. Hujan Rancangan Metode Gumbel

Tr (tahun)	Yt	$\frac{y_T - y_n}{S_n}$	X (mm)
2	0.4	-0.1	104.0
5	1.5	1.1	173.0
10	2.3	1.9	218.7
25	3.2	2.9	276.4
50	3.9	3.6	319.3
100	4.6	4.4	361.8
200	5.3	5.1	404.1

Sumber: Hasil Analisa

Metode Log Pearson III hampir sama dengan metode Log Normal yaitu menggunakan nilai logaritma. Namun penentuan nilai faktor frekuensi (G) ditentukan berdasarkan nilai standart deviasi yang tercantum pada Tabel 2.7. Sedangkan nilai hujan

rancangan metode gumbel mengikuti Persamaan (2-22). Di bawah ini contoh perhitungan metode log pearson untuk kala ulang 5 tahun:

$$\begin{aligned}\text{Log R} &= \overline{\log R} + G \cdot S \\ &= 1.97 + 0.86 \times 0.280 \\ &= 2.21\end{aligned}$$

$$\text{Antilog } 2.21 = 162.01 \text{ mm}$$

Tabel 4. 19. Analisa Frekuensi Metode Log Pearson

No	Data (X)	Log X	(Log X - Log X _{rerata}) ³
1	32.00	1.51	-0.10044531
2	35.00	1.54	-0.07727001
3	60.00	1.78	-0.00706082
4	85.00	1.93	-0.00006681
5	103.00	2.01	0.00007862
6	121.00	2.08	0.00143481
7	136.00	2.13	0.00437410
8	157.00	2.20	0.01152829
9	157.00	2.20	0.01152829
10	210.00	2.32	0.04369695
S	=	19.700	-0.11220189
Log X_{rerata}	=	1.970	
Sd	=	0.280	
Cs	=	-0.713	

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 20. Hujan Rancangan Metode Log Pearson

Tr	P (%)	G	Log X	X _{rancangan}
2.00	50.00	0.12	2.00	100.70
5.00	20.00	0.86	2.21	162.01
10.00	10.00	1.18	2.30	199.56
25.00	4.00	1.45	2.37	237.03
50.00	2.00	1.66	2.43	270.89
100.00	1.00	1.80	2.47	296.60
200.00	0.50	1.91	2.51	319.98

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 21. Rekapitulasi Hujan Rancangan

Kala Ulang	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson
2	109.60	93.32	103.96	100.70
5	158.18	160.26	172.98	162.01
10	183.62	212.73	218.68	199.56
25	208.39	280.27	276.42	237.03
50	228.15	349.21	319.25	270.89
100	244.34	418.18	361.77	296.60
200	258.80	491.20	404.13	319.98

Sumber: Hasil Analisa

4.9. Uji Kesesuaian Distribusi

Pemilihan metode yang digunakan untuk memilih analisa frekuensi yang digunakan adalah dengan melakukan uji kesesuaian distribusi. Pada studi digunakan 2 metode yaitu metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi Square. Tabel 4.22–4.25 menampilkan uji kesesuaian distribusi metode Smirnov Kolmogorov.

Tabel 4. 22. Uji Smirnov Kolmogorov untuk Metode Normal

No	X (mm)	P	K	Px	D [P-Px]
		(%)		(%)	
1	210	0.091	1.736	0.043	0.048
2	157	0.182	0.820	0.206	0.024
3	157	0.273	0.820	0.206	0.067
4	136	0.364	0.457	0.324	0.040
5	121	0.455	0.197	0.421	0.033
6	103	0.545	-0.114	0.545	0.000
7	85	0.636	-0.425	0.664	0.028
8	60	0.727	-0.858	0.804	0.077
9	35	0.818	-1.290	0.902	0.084
10	32	0.909	-1.342	0.910	0.001
Mean X		109.600			
Std. Deviasi X		57.828			
Delta P maks (%)		8.415			
Der. Signifikan α (%)		5			
Banyak data		10			
Delta kritis (%)		40.90			

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 23. Uji Smirnov Kolmogorov untuk Metode Log Normal

No	X (mm)	Log X	P	Z	Px	D [P-Px]
1	210	2.322	0.091	1.260	0.105	0.01365
2	157	2.196	0.182	0.808	0.209	0.02757
3	157	2.196	0.273	0.808	0.209	0.06334
4	136	2.134	0.364	0.585	0.279	0.08513
5	121	2.083	0.455	0.403	0.343	0.11121
6	103	2.013	0.545	0.153	0.439	0.10675
7	85	1.929	0.636	-0.145	0.557	0.079
8	60	1.778	0.727	-0.686	0.756	0.02921
9	35	1.544	0.818	-1.524	0.936	0.11755
10	32	1.505	0.909	-1.663	0.954	0.04454
Mean X		1.970				
Std. Deviasi X		0.280				
Delta P maks (%)		11.755				
Der. Signifikan α (%)		5				
Banyak data		10				
Delta kritis (%)		40.90				

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 24. Uji Smirnov Kolmogorov untuk Metode Gumbel

No	X (mm)	P	K	Yt	Tr	Px	D [P-Px]
		(%)				(%)	
1	210	9.09	1.736	2.108	8.741	11.440	2.34948
2	157	18.18	0.820	1.238	3.971	25.180	6.99855
3	157	27.27	0.820	1.238	3.971	25.180	2.09236
4	136	36.36	0.457	0.893	2.976	33.604	2.75916
5	121	45.45	0.197	0.646	2.452	40.781	4.67355
6	103	54.55	-0.114	0.351	1.978	50.545	4.00029
7	85	63.64	-0.425	0.055	1.634	61.181	2.45541
8	60	72.73	-0.858	-0.355	1.316	75.988	3.26023
9	35	81.82	-1.290	-0.766	1.132	88.360	6.54224
10	32	90.91	-1.342	-0.815	1.117	89.558	1.35075
Mean X		109.600					
Std. Dev X		57.828					
Sn (tabel)		0.950					
Yn (tabel)		0.459					
Delta P maks (%)		6.999					
Der. Signifikan α (%)		5					
Banyak data		10					
Delta kritis (%)		40.90					

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 25. Uji Smirnov Kolmogorov untuk Metode Log Pearson

No	X (mm)	P	Log X	K	Pr	Px	D [P-Px]
		(%)			(%)		
1	210	0.091	2.322	1.260	8.222	0.918	0.009
2	157	0.182	2.196	0.808	21.982	0.780	0.038
3	157	0.273	2.196	0.808	21.982	0.780	0.053
4	136	0.364	2.134	0.585	31.040	0.690	0.053
5	121	0.455	2.083	0.403	38.413	0.616	0.070
6	103	0.545	2.013	0.153	48.574	0.514	0.060
7	85	0.636	1.929	-0.145	58.710	0.413	0.049
8	60	0.727	1.778	-0.686	76.611	0.234	0.039
9	35	0.818	1.544	-1.524	91.948	0.081	0.101
10	32	0.909	1.505	-1.663	93.373	0.066	0.025
Mean Log X (Log Xr)			1.970				
Std. Dev Log X			0.280				
Cs Log X			-0.713				
Delta P maks (%)			10				
Der. Signifikan a (%)			5				
Banyak data			10				
Delta kritis (%)			40.90				

Sumber: Hasil Analisa

Pada metode Chi Square data dibagi menjadi beberapa kelas. Penentuan jumlah kelas berdasarkan Persamaan (2-30). Berikut ini perhitungannya. Sedangkan Uji Chi Square ditampilkan pada Tabel 4.26. - 4.33.

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3.322 \log n \\
 &= 1 + 3.222 \log 10 \\
 &= 4.22 \approx 4
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 26. Hujan Rancangan Metode Normal

No.	P	Tr	Mean	Std.	K	R
	(%)	(tahun)		Deviasi		(mm)
1	25	4.0	109.60	57.83	0.67	148.34
2	50	2.0	109.60	57.83	0.00	109.60
3	75	1.3	109.60	57.83	-0.67	71.14
4	100	1.0	109.60	57.83	0.00	0.00

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 27. Uji Chi Square Untuk Metode Normal

Interval Kelas			Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
0.00	-	71.14	3	2.50	0.10
71.14	-	109.60	2	2.50	0.10
109.60	-	148.34	2	2.50	0.10
148.34	-	~	3	2.50	0.10
Jumlah			10	10	0.40
Chi-square hitung			=	0.40	
α (%)			=	5%	
dk			=	1	
Chi-square kritis			=	3.84	

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 28. Hujan Rancangan Metode Log Normal

No.	P	Tr	Mean	Std.	K	R	Antilog R
	(%)	(tahun)		Deviasi		(mm)	
1	25	4.0	1.97	0.28	0.67	2.16	143.65
2	50	2.0	1.97	0.28	0.00	1.97	93.32
3	75	1.3	1.97	0.28	-0.67	1.78	60.83
4	100	1.0	1.97	0.28			0

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 29. Uji Chi Square Untuk Metode Log Normal

Interval Kelas			Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
0.00	-	60.83	3	2.50	0.10
60.83	-	93.32	1	2.50	0.90
93.32	-	143.65	3	2.50	0.10
143.65	-	~	3	2.50	0.10
Jumlah			10	10	1.20
Chi-square hitung			=	1.20	
α (%)			=	5%	
dk			=	1	
Chi-square kritis			=	3.84	

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 30. Hujan Rancangan Metode Gumbel

No.	P	Mean	Std. Deviasi	Tr	Yt	K	R
	(%)						
1	25	109.6	57.83	4.00	1.25	0.83	157.51
2	50	109.6	57.83	2.00	0.37	-0.10	103.96
3	75	109.6	57.83	1.33	-0.33	-0.83	61.75
4	100	109.6	57.83	1.00			0.00

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 31. Uji Chi Square Untuk Metode Gumbel

Interval Kelas			Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
0.00	-	61.75	3	2.50	0.10
61.75	-	103.96	2	2.50	0.10
103.96	-	157.51	4	2.50	0.90
157.51	-	~	1	2.50	0.90
Jumlah			10	10	2.00
Chi-square hitung			=	2.00	
α (%)			=	5%	
dk			=	1	
Chi-square kritis			=	3.84	

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 32. Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

No.	P	Mean	Std.	Cs	K	R	
	(%)		Deviasi			Log	mm
1	25	1.97	0.28	-0.71	0.73	2.18	149.67
2	50	1.97	0.28	-0.71	0.12	2.00	100.70
3	75	1.97	0.28	-0.71	-0.64	1.79	61.91
4	100	1.97	0.28	-0.71			0.00

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 33. Uji Chi Square Untuk Metode Log Pearson Type III

Interval Kelas			Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
0.00	-	61.91	3	2.50	0.10
61.91	-	100.70	1	2.50	0.90
100.70	-	149.67	3	2.50	0.10
149.67	-	~	3	2.50	0.10
Jumlah			10	10	1.20
Chi-square hitung			=	1.20	
α (%)			=	5%	
dk			=	1	
Chi-square kritis			=	3.84	

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 34. Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi

No	Metode Analisa Frekuensi	Smirnov-Kolmogorov		Chi-Square	
		Nilai Kritis	Nilai Hitung	Nilai Kritis	Nilai Hitung
1	Gumbel	40.90	7.00	3.84	2.00
2	Normal	40.90	8.42	3.84	0.40
3	Log Normal	40.90	11.76	3.84	1.20
4	Log Pearson Type III	40.90	10.13	3.84	1.20

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Tabel 4.34. tampak bahwa nilai deviasi terkecil muncul pada metode Normal. Sehingga untuk perhitungannya berikutnya menggunakan **Hujan Rancangan Metode Normal**.

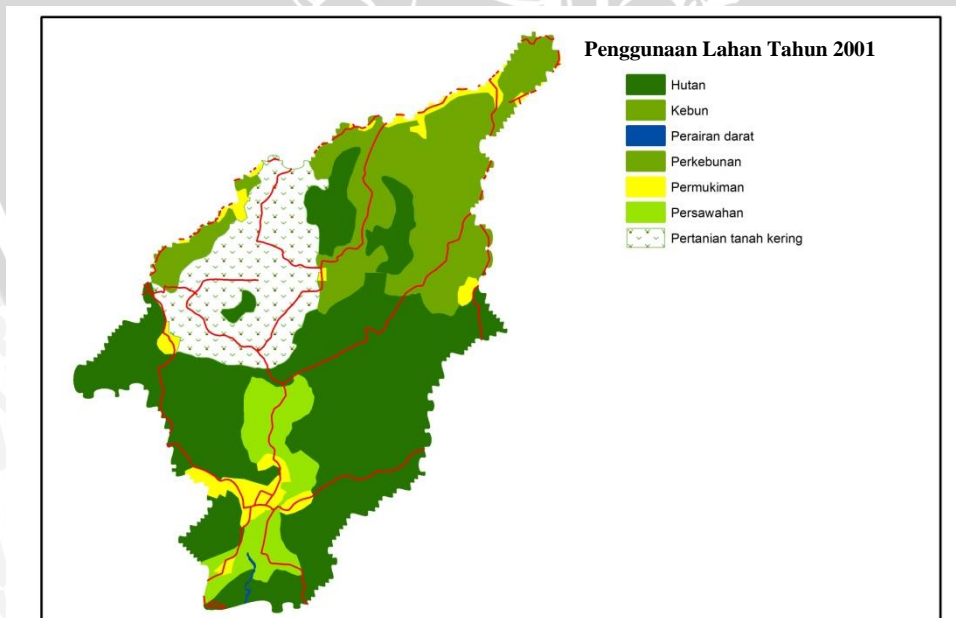
4.10. Curah Hujan Historis

Penelusuran hujan historis dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kala ulang banjir pada waktu tersebut. Berdasarkan data lapangan hujan ekstrim terjadi pada tahun 2004 yaitu sebesar 210.00 mm. Dengan mengikuti hujan rancangan Normal maka dilakukan perhitungan terbalik.

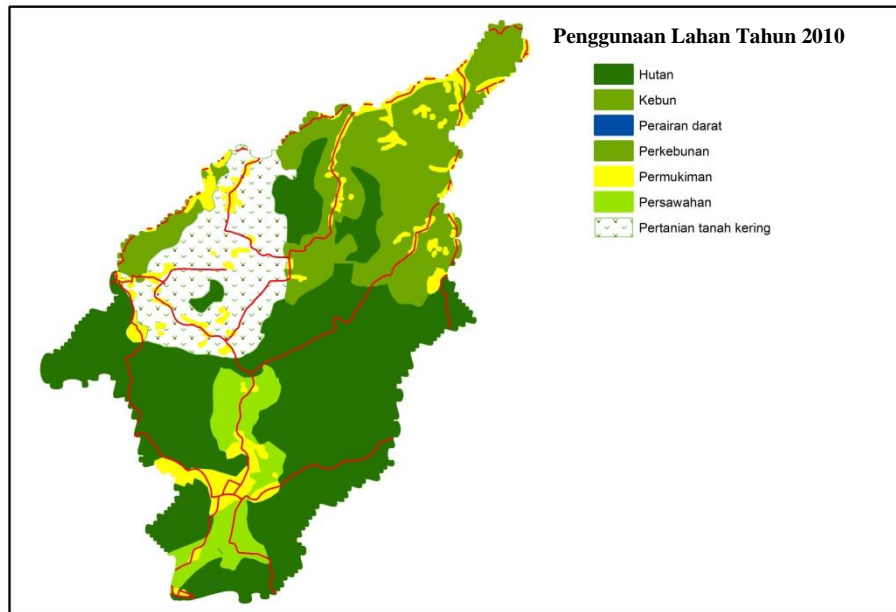
x	=	210.00	mm
Mean X	=	109.60	(berdasarkan perhitungan pada metode Normal)
Std. Deviasi X	=	57.83	(berdasarkan perhitungan pada metode Normal)
k	=	1.74	
Kala Ulang	=	27.04	(berdasarkan Tabel 2.5.)

4.11. Koefisien Limpasan

Luas Sub DAS Bang adalah 24.90 km². Tabel 4.35. dan Tabel 4.36. menampilkan kondisi tata guna lahan pada lokasi studi hasil deliniasi menggunakan ArcGIS.



Gambar 4.3. Peta Tata Guna Lahan Sub DAS Bang Tahun 2001
Sumber: BAKOSURTANAL



Gambar 4.4. Peta Tata Guna Lahan Sub DAS Bang Tahun 2010

Sumber: BAKOSURTANAL

Untuk mendapatkan nilai koefisien pengaliran (C) dapat digunakan persamaan (2-34) dan Tabel 2.10. Menurut data peta tata guna lahan muara Sendang Biru, jenis – jenis lahan yang ada di Sub DAS Bang dapat dibagi menjadi 6 jenis lahan seperti yang dijelaskan pada gambar 4.3. dan 4.4.

Tabel 4. 35. Perhitungan koefisien limpasan dengan Tata Guna Lahan pada Tahun 2001

No.	Penggunaan Lahan	C	Luas (A) (km ²)	% A	C x % A
1	Persawahan	0.75	1.82	7.30	5.48
2	Pertanian Tanah Kering	0.45	6.60	26.48	11.92
3	Perkebunan	0.70	4.42	17.74	12.42
4	Perairan Darat	0.45	0.09	0.36	0.16
5	Hutan	0.75	10.27	41.21	30.91
6	Pemukiman	0.50	1.72	6.90	3.45
Jumlah			24.92	100.00	64.33

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 36. Perhitungan koefisien limpasan dengan Tata Guna Lahan pada Tahun 2010

No.	Penggunaan Lahan	C	Luas (A) (km ²)	% A	C x % A
1	Persawahan	0.75	2.93	11.76	8.82
2	Pertanian Tanah Kering	0.45	3.13	12.56	5.65
3	Perkebunan	0.70	6.87	27.57	19.30
4	Perairan Darat	0.45	0.03	0.12	0.05
5	Hutan	0.75	9.95	39.93	29.95
6	Pemukiman	0.50	2.01	8.07	4.03
Jumlah			24.92	100.00	67.80

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel di atas menunjukkan nilai koefisien limpasan untuk Sub DAS Bang, maka didapatkan nilai koefisien limpasan 0.64 untuk tata guna lahan tahun 2001 dan 0.68 untuk tata guna lahan pada tahun 2010. Mengalami kenaikan sebesar 4 % dari tahun 2001 sampai dengan 2010.

4.12. Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe sesuai dengan Persamaan(2-33). Berikut ini adalah perhitungannya.

$$I_T = \frac{R_{24}}{t} \cdot \left(\frac{t}{T} \right)^{\frac{2}{3}}$$

t = lama hujan digunakan 24 jam

T = waktu hujan digunakan 1-6 jam

R₂₄ = hujan harian digunakan 1 mm

Maka

$$I_2 = \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 0.22 \text{ mm/jam}$$

$$I_2 t = 0.22 \times 2$$

$$= 0.44 \text{ mm}$$

$$\Delta p = 0.44 - 0.35$$

$$= 0.09 \text{ mm}$$

$$P_t = 0.09/0.63$$

$$= 14.30 \%$$

Tabel 4. 37. Perhitungan Intensitas Hujan

t (jam)	Δt (jam)	I_t (mm/jam)	$I_t t$ (mm)	Δp (mm)	P_t (%)	Hyetograph %
1	0-1	0.35	0.35	0.35	55.03	6.75
2	1-2	0.22	0.44	0.09	14.30	10.03
3	2-3	0.17	0.50	0.06	10.03	55.03
4	3-4	0.14	0.55	0.05	7.99	14.30
5	4-5	0.12	0.59	0.04	6.75	7.99
6	5-6	0.10	0.63	0.04	5.90	5.90
Total				0.63	100.00	

Sumber: Hasil Analisa

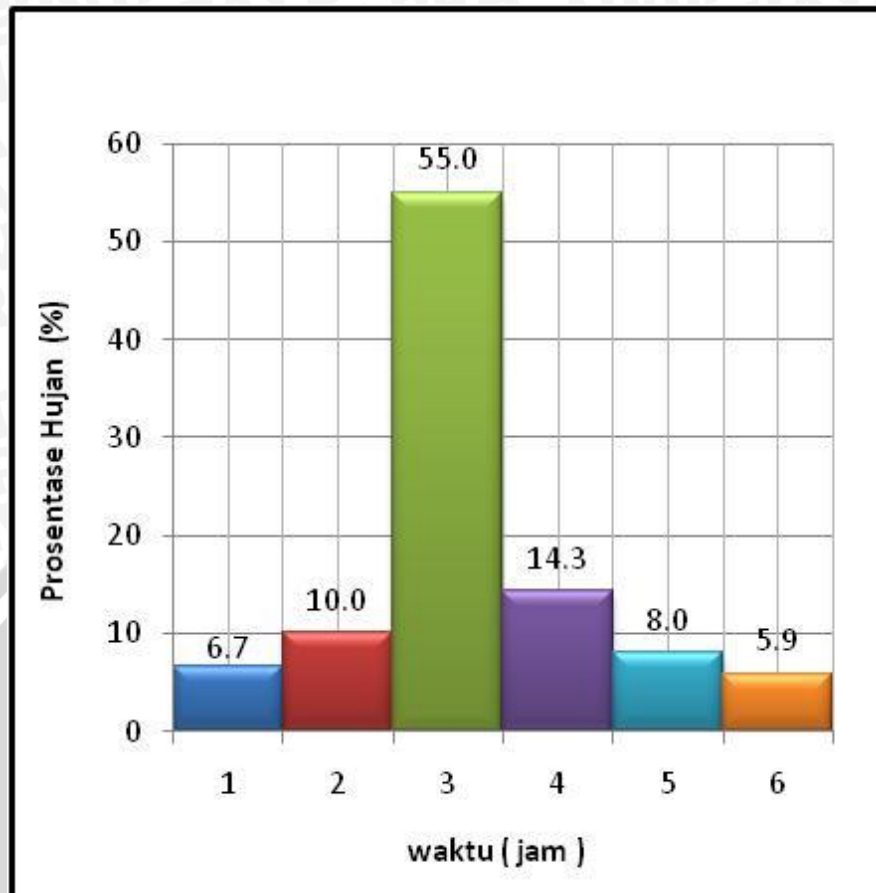
4.13. Distribusi Hujan

Pada studi ini digunakan distribusi hujan metode ABM (alternating block method). Metode tersebut mengurutkan hujan dengan puncak di tengah. Tabel 4.38. dan Gambar 4.5. menampilkan hasilnya. Tabel 4.39 dan Tabel 4.40. menampilkan distribusi hujan jam-jaman untuk berbagai kala ulang dengan dasar perhitungan analisa frekuensi Normal.

Tabel 4. 38. Distribusi Hujan Metode ABM

t (jam)	P_t (%)	Hyetograph %
1	55.03	6.75
2	14.30	10.03
3	10.03	55.03
4	7.99	14.30
5	6.75	7.99
6	5.90	5.90
Total		100.00

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.5. Distribusi Hujan Metode ABM

Tabel 4. 39. Distribusi Hujan Metode ABM Untuk Berbagai Kala Ulang dengan Tata Guna Lahan pada Tahun 2001

JAM KE	RASIO	KUMULATIF	HUJAN JAM-JAMAN (mm)							
			2 th	5 th	10 th	25 th	27 th	50 th	100 th	200 th
1	6.7%	6.7%	4.76	6.86	7.97	9.04	9.11	9.90	10.60	11.23
2	10.0%	16.8%	7.07	10.21	11.85	13.45	13.56	14.73	15.77	16.71
3	55.0%	71.8%	38.80	56.00	65.01	73.78	74.35	80.77	86.51	91.62
4	14.3%	86.1%	10.09	14.56	16.90	19.18	19.32	20.99	22.48	23.82
5	8.0%	94.1%	5.63	8.13	9.44	10.71	10.79	11.72	12.56	13.30
6	5.9%	100.0%	4.16	6.00	6.97	7.90	7.97	8.65	9.27	9.82
HUJAN RANCANGAN			109.60	158.18	183.62	208.39	210.00	228.15	244.34	258.80
KOEFISIEN PENGALIRAN			0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
HUJAN EFEKTIF			70.51	101.76	118.13	134.06	135.10	146.78	157.19	166.49

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 40. Distribusi Hujan Metode ABM Untuk Berbagai Kala Ulang dengan Tata Guna Lahan pada Tahun 2010

JAM KE	RASIO	KUMULATIF	HUJAN JAM-JAMAN (mm)							
			2 th	5 th	10 th	25 th	27 th	50 th	100 th	200 th
1	6.7%	6.7%	5.01	7.23	8.40	9.53	9.60	10.43	11.17	11.84
2	10.0%	16.8%	7.46	10.76	12.49	14.18	14.29	15.52	16.62	17.61
3	55.0%	71.8%	40.89	59.02	68.51	77.75	78.36	85.13	91.17	96.56
4	14.3%	86.1%	10.63	15.34	17.81	20.21	20.37	22.13	23.70	25.10
5	8.0%	94.1%	5.94	8.57	9.94	11.29	11.37	12.36	13.23	14.02
6	5.9%	100.0%	4.38	6.32	7.34	8.33	8.40	9.12	9.77	10.35
HUJAN RANCANGAN			109.60	158.18	183.62	208.39	210.00	228.15	244.34	258.80
KOEFISIEN PENGALIRAN			0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
HUJAN EFEKTIF			74.31	107.24	124.50	141.29	142.38	154.69	165.66	175.47

Sumber: Hasil Analisa

4.14. Aliran Dasar

Pada studi ini tidak terdapat data aliran dasar (base flow), sehingga untuk aliran dasar menggunakan Persamaan (2-35). Sub DAS Bang memiliki luas DAS 24,90 km², panjang sungai utama 9,84 km sedangkan panjang sungai total 24,56 km. Berikut ini perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 D &= \text{panjang sungai total/luas DAS} \\
 &= 24,56 / 24,90 \\
 &= 0,986
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_B &= 0,4751 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \\
 &= 0,4751 \cdot 24,90^{0,644} \cdot 0,986^{0,9430} \\
 &= 3.72 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

4.15. Hidrograf Satuan

Pada studi ini digunakan hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Perhitungan hidrograf digunakan untuk mendukung pemodelan hidrolika 1 dimensi menggunakan Hec-Ras. Pada pemodelan hidrolika 1 dimensi akan dibagi menjadi beberapa pias, sehingga perhitungan hidrograf banjir juga mengikuti model tersebut. Tabel berikut menampilkan data pembagian pias.

Tabel 4. 41. Pembagian Pias Sub DAS Bang

Patok	Luas DAS	Panjang Sungai
	(km ²)	(km)
1	2.74	2.05
2	9.53	4.09
3	19.38	1.09
4	22.08	0.84
5	24.90	1.77

Sumber: Hasil Analisa

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk Sub DAS sampai patok paling hilir (Patok 0) dengan Tata Guna Lahan tahun 2010.

1. Parameter daerah aliran sungai:

$$A = 24,90 \text{ km}^2$$

$$L = 9,84 \text{ km (sungai utama)}$$

$$\alpha = 3 \text{ (asumsi awal)}$$

2. Menentukan Time leg (t_g)

$$t_g = 0,21 \times L^{0.7}$$

$$= 1,04 \text{ jam}$$

3. Menentukan satuan waktu hujan (t_r) dengan kisaran sebagai berikut:

$$t_r = 0,75 \text{ tg}$$

$$= 0,75 \times 1,04$$

$$= 0,78 \text{ jam}$$

4. Menghitung waktu puncak

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$= 1,04 + 0,8 \times 0,78$$

$$= 1,66 \text{ jam} \approx 2 \text{ jam}$$

5. Menghitung waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak sampai 30% dari debit puncak:

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$= 3 \times 1,04$$

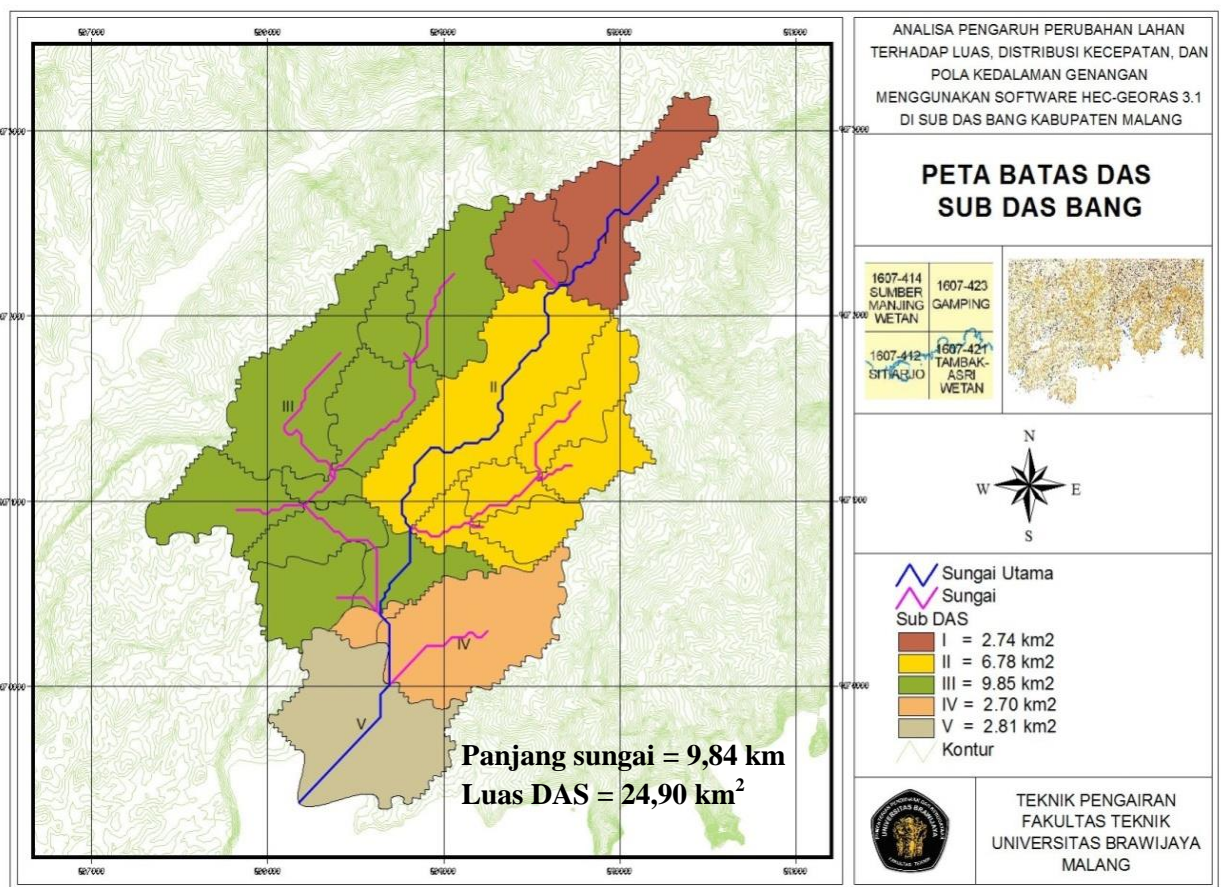
$$= 3,12 \text{ jam}$$

6. Menghitung debit puncak hidrograf satuan dalam (m^3/det), dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6 \left(0,3T_p + T_{0,3} \right)}$$

$$= 1,91 \text{ m}^3/\text{dt}$$

7. Perhitungan selengkapnya ditampilkan pada Tabel 4.42.
8. Hidrograf perlu dikoreksi dengan memasukkan faktor pengali hasil perbandingan volume unit hidrograf dan luas DAS. Hidrograf terkoreksi ditampilkan pada tabel 4.43.



Gambar 4.6. Peta Batas DAS Sub DAS Bang
(sumber : hasil running AvsSwat dan Arc-View Gis)

Tabel 4. 42. Unit Hidrograf Metode Nakayasu

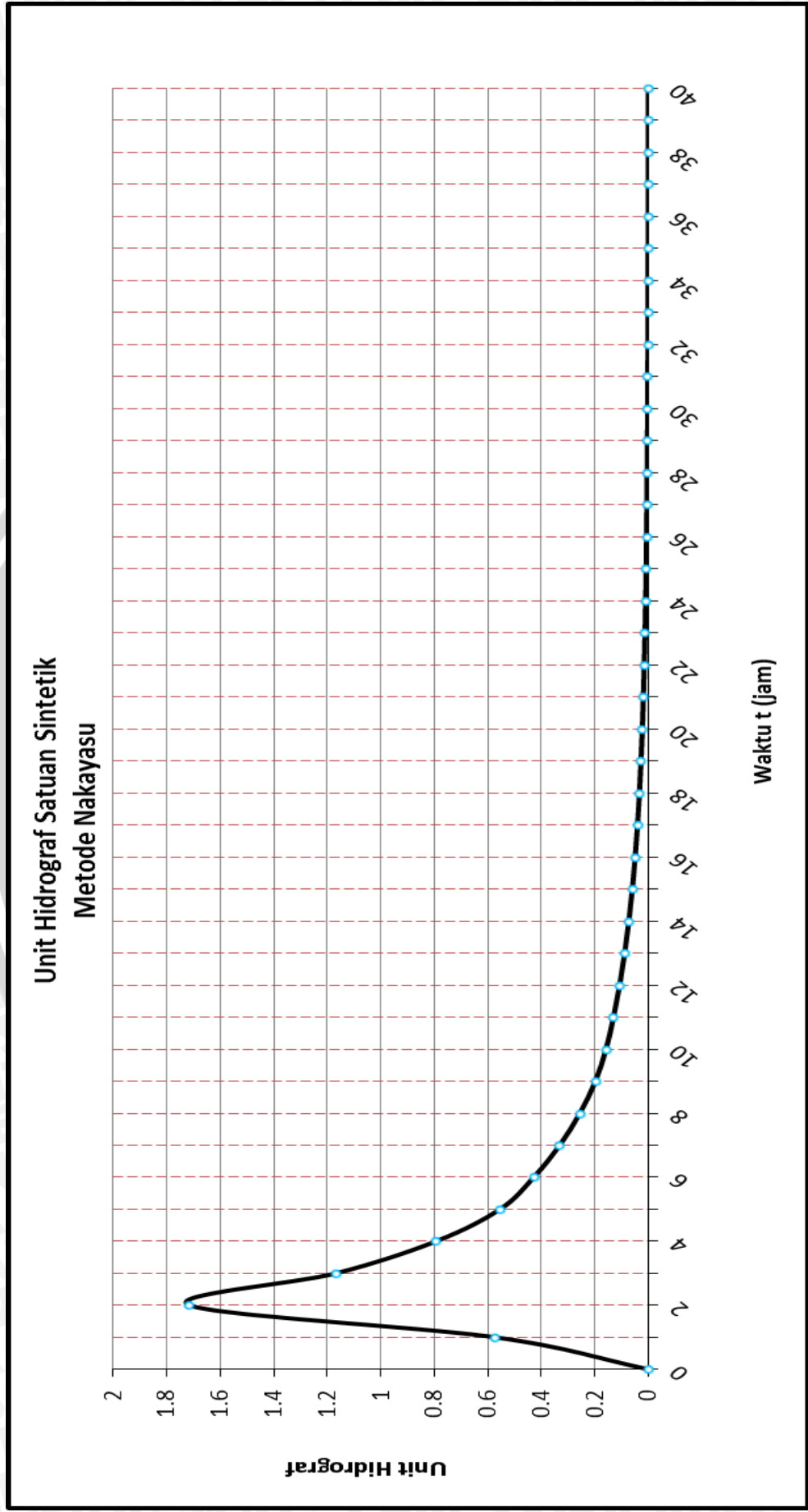
No	Waktu	UH
	(jam)	(m ³ /dt/mm)
1	0	0.00
2	1	0.56
3	2	1.68
4	3	1.14
5	4	0.78
6	5	0.54
7	6	0.42
8	7	0.32
9	8	0.25
10	9	0.19
11	10	0.16
12	11	0.13
13	12	0.11
14	13	0.09
15	14	0.07
16	15	0.06
17	16	0.05
18	17	0.04
19	18	0.03
20	19	0.03
21	20	0.02
22	21	0.02
23	22	0.02
24	23	0.01
25	24	0.01
26	25	0.01
27	26	0.01
28	27	0.01
29	28	0.00
30	29	0.00
31	30	0.00
32	31	0.00
33	32	0.00
34	33	0.00
35	34	0.00
36	35	0.00
37	36	0.00
38	37	0.00
39	38	0.00
40	39	0.00
41	40	0.00

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 43. Unit Hidrograf Terkoreksi

No	Waktu	UH	Volume	UH terkoreksi	Volume Terkoreksi
	(jam)	(m ³ /dt/mm)	(m ³)	(m ³ /dt/mm)	(m ³)
1	0	0	0	0	0.00
2	1	0.56	2022.36	0.57	2065.69
3	2	1.68	6042.44	1.71	6171.92
4	3	1.14	4108.96	1.17	4197.01
5	4	0.78	2794.16	0.79	2854.03
6	5	0.54	1952.79	0.55	1994.64
7	6	0.42	1510.09	0.43	1542.45
8	7	0.32	1167.75	0.33	1192.77
9	8	0.25	903.02	0.26	922.37
10	9	0.19	698.30	0.20	713.26
11	10	0.16	558.70	0.16	570.67
12	11	0.13	460.72	0.13	470.59
13	12	0.11	379.92	0.11	388.07
14	13	0.09	313.30	0.09	320.01
15	14	0.07	258.36	0.07	263.89
16	15	0.06	213.05	0.06	217.61
17	16	0.05	175.69	0.05	179.45
18	17	0.04	144.88	0.04	147.98
19	18	0.03	119.47	0.03	122.03
20	19	0.03	98.52	0.03	100.63
21	20	0.02	81.24	0.02	82.98
22	21	0.02	66.99	0.02	68.43
23	22	0.02	55.25	0.02	56.43
24	23	0.01	45.56	0.01	46.53
25	24	0.01	37.57	0.01	38.37
26	25	0.01	30.98	0.01	31.64
27	26	0.01	25.55	0.01	26.09
28	27	0.01	21.07	0.01	21.52
29	28	0.00	17.37	0.00	17.74
30	29	0.00	14.33	0.00	14.63
31	30	0.00	11.81	0.00	12.07
32	31	0.00	9.74	0.00	9.95
33	32	0.00	8.03	0.00	8.21
34	33	0.00	6.62	0.00	6.77
35	34	0.00	5.46	0.00	5.58
36	35	0.00	4.50	0.00	4.60
37	36	0.00	3.71	0.00	3.79
38	37	0.00	3.06	0.00	3.13
39	38	0.00	2.53	0.00	2.58
40	39	0.00	2.08	0.00	2.13
41	40	0.00	1.72	0.00	1.75
Total		(m ³)	24377.63		24900
Luas DAS		(km ²)	24.90		24.90
Kedalaman hujan		(mm)	0.979		1.00

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.7. Hidrograf Satuan Sintetisik Nakayasu

4.16. Hidrograf Banjir

Sebagai dasar kajian hidrolika sungai dan perencanaan bangunan pengendali banjir diperlukan debit banjir sebagai acuan. Tabel berikut menampilkan hidrograf banjir untuk setiap kala ulang.

Tabel 4. 44. Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		5.01	7.46	40.89	10.63	5.94	4.38		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	2.876	0.000					3.723	6.599
2.0	1.714	8.594	4.278	0.000				3.723	16.595
3.0	1.166	5.844	12.783	23.465	0.000			3.723	45.815
4.0	0.793	3.974	8.693	70.110	6.099	0.000		3.723	92.599
5.0	0.554	2.777	5.911	47.676	18.223	3.406	0.000	3.723	81.716
6.0	0.428	2.148	4.131	32.420	12.392	10.177	2.514	3.723	67.505
8.0	0.331	1.661	3.195	22.658	8.427	6.920	7.512	3.723	54.095
9.0	0.256	1.284	2.470	17.521	5.889	4.706	5.108	3.723	40.702
10.0	0.198	0.993	1.910	13.549	4.554	3.289	3.474	3.723	31.492
11.0	0.159	0.795	1.477	10.478	3.522	2.543	2.428	3.723	24.965
12.0	0.131	0.655	1.182	8.102	2.723	1.967	1.877	3.723	20.230
13.0	0.108	0.540	0.975	6.483	2.106	1.521	1.452	3.723	16.799
14.0	0.089	0.446	0.804	5.346	1.685	1.176	1.123	3.723	14.301
15.0	0.073	0.367	0.663	4.408	1.389	0.941	0.868	3.723	12.360
16.0	0.060	0.303	0.547	3.635	1.146	0.776	0.695	3.723	10.824
17.0	0.050	0.250	0.451	2.998	0.945	0.640	0.573	3.723	9.579
18.0	0.041	0.206	0.372	2.472	0.779	0.528	0.472	3.723	8.552
19.0	0.034	0.170	0.306	2.038	0.643	0.435	0.389	3.723	7.705
20.0	0.028	0.140	0.253	1.681	0.530	0.359	0.321	3.723	7.006
21.0	0.023	0.116	0.208	1.386	0.437	0.296	0.265	3.723	6.431
22.0	0.019	0.095	0.172	1.143	0.360	0.244	0.218	3.723	5.956
23.0	0.016	0.079	0.142	0.943	0.297	0.201	0.180	3.723	5.564
24.0	0.013	0.065	0.117	0.777	0.245	0.166	0.149	3.723	5.241
25.0	0.011	0.053	0.096	0.641	0.202	0.137	0.122	3.723	4.975
26.0	0.009	0.044	0.079	0.529	0.167	0.113	0.101	3.723	4.755
27.0	0.007	0.036	0.066	0.436	0.137	0.093	0.083	3.723	4.574
28.0	0.006	0.030	0.054	0.359	0.113	0.077	0.069	3.723	4.425
29.0	0.005	0.025	0.045	0.296	0.093	0.063	0.057	3.723	4.302
30.0	0.004	0.020	0.037	0.244	0.077	0.052	0.047	3.723	4.200
31.0	0.003	0.017	0.030	0.202	0.064	0.043	0.039	3.723	4.117
32.0	0.003	0.014	0.025	0.166	0.052	0.035	0.032	3.723	4.047
33.0	0.002	0.011	0.021	0.137	0.043	0.029	0.026	3.723	3.991
34.0	0.002	0.009	0.017	0.113	0.036	0.024	0.022	3.723	3.944
35.0	0.002	0.008	0.014	0.093	0.029	0.020	0.018	3.723	3.905
36.0	0.001	0.006	0.012	0.077	0.024	0.016	0.015	3.723	3.873
37.0	0.001	0.005	0.010	0.063	0.020	0.014	0.012	3.723	3.847
38.0	0.001	0.004	0.008	0.052	0.016	0.011	0.010	3.723	3.825
39.0	0.001	0.004	0.006	0.043	0.014	0.009	0.008	3.723	3.807
40.0	0.001	0.003	0.005	0.036	0.011	0.008	0.007	3.723	3.792

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 45. Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		7.23	10.76	59.02	15.34	8.57	6.32		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	4.151	0.000					3.723	7.874
2.0	1.714	12.403	6.175	0.000				3.723	22.300
3.0	1.166	8.434	18.449	33.865	0.000			3.723	64.470
4.0	0.793	5.735	12.545	101.183	8.802	0.000		3.723	131.989
5.0	0.554	4.008	8.531	68.806	26.300	4.916	0.000	3.723	116.284
6.0	0.428	3.100	5.962	46.789	17.884	14.687	3.628	3.723	95.773
8.0	0.331	2.397	4.611	32.700	12.162	9.987	10.841	3.723	76.421
9.0	0.256	1.854	3.565	25.287	8.500	6.792	7.372	3.723	57.092
10.0	0.198	1.433	2.757	19.554	6.573	4.746	5.013	3.723	43.800
11.0	0.159	1.147	2.132	15.121	5.083	3.670	3.504	3.723	34.380
12.0	0.131	0.946	1.706	11.693	3.930	2.838	2.709	3.723	27.546
13.0	0.108	0.780	1.407	9.356	3.039	2.195	2.095	3.723	22.594
14.0	0.089	0.643	1.160	7.715	2.432	1.697	1.620	3.723	18.990
15.0	0.073	0.530	0.957	6.362	2.005	1.358	1.253	3.723	16.188
16.0	0.060	0.437	0.789	5.246	1.654	1.120	1.002	3.723	13.971
17.0	0.050	0.361	0.650	4.326	1.364	0.923	0.827	3.723	12.174
18.0	0.041	0.297	0.536	3.568	1.124	0.762	0.682	3.723	10.692
19.0	0.034	0.245	0.442	2.942	0.927	0.628	0.562	3.723	9.470
20.0	0.028	0.202	0.365	2.426	0.765	0.518	0.464	3.723	8.462
21.0	0.023	0.167	0.301	2.001	0.631	0.427	0.382	3.723	7.631
22.0	0.019	0.138	0.248	1.650	0.520	0.352	0.315	3.723	6.945
23.0	0.016	0.113	0.205	1.360	0.429	0.290	0.260	3.723	6.380
24.0	0.013	0.094	0.169	1.122	0.354	0.239	0.214	3.723	5.914
25.0	0.011	0.077	0.139	0.925	0.292	0.197	0.177	3.723	5.530
26.0	0.009	0.064	0.115	0.763	0.240	0.163	0.146	3.723	5.213
27.0	0.007	0.052	0.095	0.629	0.198	0.134	0.120	3.723	4.952
28.0	0.006	0.043	0.078	0.519	0.164	0.111	0.099	3.723	4.736
29.0	0.005	0.036	0.064	0.428	0.135	0.091	0.082	3.723	4.558
30.0	0.004	0.029	0.053	0.353	0.111	0.075	0.067	3.723	4.412
31.0	0.003	0.024	0.044	0.291	0.092	0.062	0.056	3.723	4.291
32.0	0.003	0.020	0.036	0.240	0.076	0.051	0.046	3.723	4.191
33.0	0.002	0.016	0.030	0.198	0.062	0.042	0.038	3.723	4.109
34.0	0.002	0.014	0.025	0.163	0.051	0.035	0.031	3.723	4.041
35.0	0.002	0.011	0.020	0.135	0.042	0.029	0.026	3.723	3.986
36.0	0.001	0.009	0.017	0.111	0.035	0.024	0.021	3.723	3.939
37.0	0.001	0.008	0.014	0.091	0.029	0.020	0.017	3.723	3.901
38.0	0.001	0.006	0.011	0.075	0.024	0.016	0.014	3.723	3.870
39.0	0.001	0.005	0.009	0.062	0.020	0.013	0.012	3.723	3.844
40.0	0.001	0.004	0.008	0.051	0.016	0.011	0.010	3.723	3.823

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 46. Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		8.40	12.49	68.51	17.81	9.94	7.34		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	4.819	0.000					3.723	8.542
2.0	1.714	14.398	7.168	0.000				3.723	25.288
3.0	1.166	9.791	21.416	39.313	0.000			3.723	74.242
4.0	0.793	6.658	14.563	117.460	10.218	0.000		3.723	152.622
5.0	0.554	4.653	9.903	79.874	30.530	5.706	0.000	3.723	134.390
6.0	0.428	3.598	6.921	54.316	20.761	17.049	4.212	3.723	110.581
8.0	0.331	2.782	5.352	37.961	14.118	11.594	12.585	3.723	88.115
9.0	0.256	2.152	4.139	29.355	9.867	7.884	8.558	3.723	65.677
10.0	0.198	1.664	3.201	22.700	7.630	5.510	5.820	3.723	50.247
11.0	0.159	1.331	2.475	17.554	5.900	4.261	4.067	3.723	39.311
12.0	0.131	1.098	1.980	13.574	4.563	3.295	3.145	3.723	31.378
13.0	0.108	0.905	1.633	10.861	3.528	2.548	2.432	3.723	25.630
14.0	0.089	0.747	1.347	8.956	2.823	1.970	1.881	3.723	21.446
15.0	0.073	0.616	1.110	7.385	2.328	1.576	1.454	3.723	18.193
16.0	0.060	0.508	0.916	6.090	1.920	1.300	1.164	3.723	15.620
17.0	0.050	0.419	0.755	5.022	1.583	1.072	0.960	3.723	13.533
18.0	0.041	0.345	0.623	4.141	1.305	0.884	0.791	3.723	11.813
19.0	0.034	0.285	0.513	3.415	1.076	0.729	0.653	3.723	10.394
20.0	0.028	0.235	0.423	2.816	0.888	0.601	0.538	3.723	9.224
21.0	0.023	0.194	0.349	2.322	0.732	0.496	0.444	3.723	8.259
22.0	0.019	0.160	0.288	1.915	0.604	0.409	0.366	3.723	7.464
23.0	0.016	0.132	0.237	1.579	0.498	0.337	0.302	3.723	6.808
24.0	0.013	0.109	0.196	1.302	0.410	0.278	0.249	3.723	6.267
25.0	0.011	0.090	0.161	1.074	0.338	0.229	0.205	3.723	5.821
26.0	0.009	0.074	0.133	0.886	0.279	0.189	0.169	3.723	5.453
27.0	0.007	0.061	0.110	0.730	0.230	0.156	0.140	3.723	5.149
28.0	0.006	0.050	0.091	0.602	0.190	0.129	0.115	3.723	4.899
29.0	0.005	0.041	0.075	0.497	0.157	0.106	0.095	3.723	4.693
30.0	0.004	0.034	0.062	0.410	0.129	0.087	0.078	3.723	4.523
31.0	0.003	0.028	0.051	0.338	0.106	0.072	0.065	3.723	4.382
32.0	0.003	0.023	0.042	0.278	0.088	0.059	0.053	3.723	4.267
33.0	0.002	0.019	0.035	0.230	0.072	0.049	0.044	3.723	4.171
34.0	0.002	0.016	0.028	0.189	0.060	0.040	0.036	3.723	4.093
35.0	0.002	0.013	0.023	0.156	0.049	0.033	0.030	3.723	4.028
36.0	0.001	0.011	0.019	0.129	0.041	0.027	0.025	3.723	3.974
37.0	0.001	0.009	0.016	0.106	0.033	0.023	0.020	3.723	3.930
38.0	0.001	0.007	0.013	0.088	0.028	0.019	0.017	3.723	3.894
39.0	0.001	0.006	0.011	0.072	0.023	0.015	0.014	3.723	3.864
40.0	0.001	0.005	0.009	0.060	0.019	0.013	0.011	3.723	3.839

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 47. Hidrograf Banjir Kala Ulang 25tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		9.53	14.18	77.75	20.21	11.29	8.33		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	5.469	0.000					3.723	9.192
2.0	1.714	16.340	8.135	0.000				3.723	28.197
3.0	1.166	11.111	24.305	44.616	0.000			3.723	83.755
4.0	0.793	7.556	16.528	133.304	11.597	0.000		3.723	172.708
5.0	0.554	5.281	11.239	90.649	34.649	6.476	0.000	3.723	152.017
6.0	0.428	4.084	7.855	61.643	23.562	19.349	4.780	3.723	124.996
8.0	0.331	3.158	6.074	43.081	16.022	13.158	14.283	3.723	99.499
9.0	0.256	2.442	4.697	33.315	11.198	8.948	9.713	3.723	74.034
10.0	0.198	1.888	3.632	25.762	8.659	6.253	6.605	3.723	56.523
11.0	0.159	1.511	2.809	19.922	6.696	4.836	4.616	3.723	44.112
12.0	0.131	1.246	2.247	15.405	5.178	3.739	3.569	3.723	35.108
13.0	0.108	1.027	1.853	12.326	4.004	2.892	2.760	3.723	28.585
14.0	0.089	0.847	1.528	10.164	3.204	2.236	2.135	3.723	23.837
15.0	0.073	0.699	1.260	8.382	2.642	1.789	1.651	3.723	20.145
16.0	0.060	0.576	1.039	6.912	2.179	1.475	1.321	3.723	17.224
17.0	0.050	0.475	0.857	5.700	1.797	1.217	1.089	3.723	14.857
18.0	0.041	0.392	0.707	4.700	1.481	1.003	0.898	3.723	12.904
19.0	0.034	0.323	0.583	3.876	1.222	0.827	0.741	3.723	11.294
20.0	0.028	0.266	0.481	3.196	1.007	0.682	0.611	3.723	9.966
21.0	0.023	0.220	0.396	2.636	0.831	0.563	0.504	3.723	8.871
22.0	0.019	0.181	0.327	2.173	0.685	0.464	0.415	3.723	7.968
23.0	0.016	0.149	0.269	1.792	0.565	0.383	0.342	3.723	7.224
24.0	0.013	0.123	0.222	1.478	0.466	0.315	0.282	3.723	6.610
25.0	0.011	0.102	0.183	1.219	0.384	0.260	0.233	3.723	6.104
26.0	0.009	0.084	0.151	1.005	0.317	0.215	0.192	3.723	5.686
27.0	0.007	0.069	0.125	0.829	0.261	0.177	0.158	3.723	5.342
28.0	0.006	0.057	0.103	0.683	0.215	0.146	0.131	3.723	5.058
29.0	0.005	0.047	0.085	0.564	0.178	0.120	0.108	3.723	4.824
30.0	0.004	0.039	0.070	0.465	0.146	0.099	0.089	3.723	4.631
31.0	0.003	0.032	0.058	0.383	0.121	0.082	0.073	3.723	4.471
32.0	0.003	0.026	0.048	0.316	0.100	0.067	0.060	3.723	4.340
33.0	0.002	0.022	0.039	0.261	0.082	0.056	0.050	3.723	4.232
34.0	0.002	0.018	0.032	0.215	0.068	0.046	0.041	3.723	4.143
35.0	0.002	0.015	0.027	0.177	0.056	0.038	0.034	3.723	4.069
36.0	0.001	0.012	0.022	0.146	0.046	0.031	0.028	3.723	4.008
37.0	0.001	0.010	0.018	0.121	0.038	0.026	0.023	3.723	3.958
38.0	0.001	0.008	0.015	0.099	0.031	0.021	0.019	3.723	3.917
39.0	0.001	0.007	0.012	0.082	0.026	0.017	0.016	3.723	3.883
40.0	0.001	0.006	0.010	0.068	0.021	0.014	0.013	3.723	3.855

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 48. Hidrograf Banjir Kala Ulang 27 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		9.58	14.26	78.19	20.32	11.35	8.38		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	5.499	0.000					3.723	9.222
2.0	1.714	16.430	8.180	0.000				3.723	28.333
3.0	1.166	11.173	24.440	44.863	0.000			3.723	84.198
4.0	0.793	7.598	16.619	134.042	11.661	0.000		3.723	173.643
5.0	0.554	5.310	11.301	91.151	34.840	6.512	0.000	3.723	152.837
6.0	0.428	4.106	7.898	61.984	23.692	19.456	4.807	3.723	125.667
8.0	0.331	3.175	6.108	43.320	16.111	13.231	14.362	3.723	100.029
9.0	0.256	2.455	4.723	33.499	11.260	8.997	9.766	3.723	74.423
10.0	0.198	1.899	3.652	25.905	8.707	6.288	6.641	3.723	56.815
11.0	0.159	1.519	2.824	20.032	6.733	4.862	4.641	3.723	44.335
12.0	0.131	1.253	2.260	15.491	5.207	3.760	3.589	3.723	35.282
13.0	0.108	1.033	1.863	12.394	4.026	2.908	2.776	3.723	28.723
14.0	0.089	0.852	1.537	10.220	3.221	2.248	2.146	3.723	23.948
15.0	0.073	0.703	1.267	8.428	2.656	1.799	1.660	3.723	20.236
16.0	0.060	0.579	1.045	6.950	2.191	1.484	1.328	3.723	17.299
17.0	0.050	0.478	0.862	5.731	1.806	1.223	1.095	3.723	14.918
18.0	0.041	0.394	0.711	4.726	1.490	1.009	0.903	3.723	12.955
19.0	0.034	0.325	0.586	3.897	1.228	0.832	0.745	3.723	11.336
20.0	0.028	0.268	0.483	3.214	1.013	0.686	0.614	3.723	10.001
21.0	0.023	0.221	0.398	2.650	0.835	0.566	0.506	3.723	8.900
22.0	0.019	0.182	0.329	2.185	0.689	0.466	0.418	3.723	7.992
23.0	0.016	0.150	0.271	1.802	0.568	0.385	0.344	3.723	7.243
24.0	0.013	0.124	0.223	1.486	0.468	0.317	0.284	3.723	6.626
25.0	0.011	0.102	0.184	1.226	0.386	0.262	0.234	3.723	6.117
26.0	0.009	0.084	0.152	1.011	0.319	0.216	0.193	3.723	5.697
27.0	0.007	0.069	0.125	0.833	0.263	0.178	0.159	3.723	5.351
28.0	0.006	0.057	0.103	0.687	0.217	0.147	0.131	3.723	5.065
29.0	0.005	0.047	0.085	0.567	0.179	0.121	0.108	3.723	4.830
30.0	0.004	0.039	0.070	0.467	0.147	0.100	0.089	3.723	4.636
31.0	0.003	0.032	0.058	0.385	0.121	0.082	0.074	3.723	4.476
32.0	0.003	0.026	0.048	0.318	0.100	0.068	0.061	3.723	4.344
33.0	0.002	0.022	0.039	0.262	0.083	0.056	0.050	3.723	4.235
34.0	0.002	0.018	0.032	0.216	0.068	0.046	0.041	3.723	4.145
35.0	0.002	0.015	0.027	0.178	0.056	0.038	0.034	3.723	4.071
36.0	0.001	0.012	0.022	0.147	0.046	0.031	0.028	3.723	4.010
37.0	0.001	0.010	0.018	0.121	0.038	0.026	0.023	3.723	3.959
38.0	0.001	0.008	0.015	0.100	0.031	0.021	0.019	3.723	3.918
39.0	0.001	0.007	0.012	0.082	0.026	0.018	0.016	3.723	3.884
40.0	0.001	0.006	0.010	0.068	0.021	0.015	0.013	3.723	3.856

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 49. Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		10.43	15.52	85.13	22.13	12.36	9.12		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	5.987	0.000					3.723	9.710
2.0	1.714	17.889	8.906	0.000				3.723	30.518
3.0	1.166	12.165	26.610	48.846	0.000			3.723	91.343
4.0	0.793	8.272	18.095	145.943	12.696	0.000		3.723	188.729
5.0	0.554	5.781	12.305	99.244	37.934	7.090	0.000	3.723	166.077
6.0	0.428	4.471	8.600	67.487	25.796	21.184	5.234	3.723	136.494
8.0	0.331	3.457	6.650	47.166	17.541	14.405	15.637	3.723	108.580
9.0	0.256	2.673	5.143	36.473	12.259	9.796	10.633	3.723	80.701
10.0	0.198	2.067	3.977	28.205	9.480	6.846	7.231	3.723	61.529
11.0	0.159	1.654	3.075	21.811	7.331	5.294	5.054	3.723	47.941
12.0	0.131	1.364	2.460	16.866	5.669	4.094	3.908	3.723	38.084
13.0	0.108	1.125	2.029	13.494	4.384	3.166	3.022	3.723	30.942
14.0	0.089	0.928	1.673	11.128	3.507	2.448	2.337	3.723	25.744
15.0	0.073	0.765	1.380	9.176	2.892	1.959	1.807	3.723	21.702
16.0	0.060	0.631	1.138	7.567	2.385	1.615	1.446	3.723	18.505
17.0	0.050	0.520	0.938	6.240	1.967	1.332	1.192	3.723	15.912
18.0	0.041	0.429	0.774	5.146	1.622	1.098	0.983	3.723	13.775
19.0	0.034	0.354	0.638	4.243	1.337	0.906	0.811	3.723	12.012
20.0	0.028	0.292	0.526	3.499	1.103	0.747	0.669	3.723	10.558
21.0	0.023	0.241	0.434	2.886	0.910	0.616	0.551	3.723	9.359
22.0	0.019	0.198	0.358	2.380	0.750	0.508	0.455	3.723	8.371
23.0	0.016	0.164	0.295	1.962	0.618	0.419	0.375	3.723	7.556
24.0	0.013	0.135	0.243	1.618	0.510	0.345	0.309	3.723	6.884
25.0	0.011	0.111	0.201	1.334	0.421	0.285	0.255	3.723	6.329
26.0	0.009	0.092	0.165	1.100	0.347	0.235	0.210	3.723	5.872
27.0	0.007	0.076	0.136	0.907	0.286	0.194	0.173	3.723	5.495
28.0	0.006	0.062	0.113	0.748	0.236	0.160	0.143	3.723	5.184
29.0	0.005	0.051	0.093	0.617	0.194	0.132	0.118	3.723	4.928
30.0	0.004	0.042	0.077	0.509	0.160	0.109	0.097	3.723	4.717
31.0	0.003	0.035	0.063	0.420	0.132	0.090	0.080	3.723	4.542
32.0	0.003	0.029	0.052	0.346	0.109	0.074	0.066	3.723	4.399
33.0	0.002	0.024	0.043	0.285	0.090	0.061	0.055	3.723	4.280
34.0	0.002	0.020	0.035	0.235	0.074	0.050	0.045	3.723	4.182
35.0	0.002	0.016	0.029	0.194	0.061	0.041	0.037	3.723	4.102
36.0	0.001	0.013	0.024	0.160	0.050	0.034	0.031	3.723	4.035
37.0	0.001	0.011	0.020	0.132	0.042	0.028	0.025	3.723	3.981
38.0	0.001	0.009	0.016	0.109	0.034	0.023	0.021	3.723	3.935
39.0	0.001	0.007	0.013	0.090	0.028	0.019	0.017	3.723	3.898
40.0	0.001	0.006	0.011	0.074	0.023	0.016	0.014	3.723	3.867

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 50. Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 tahun

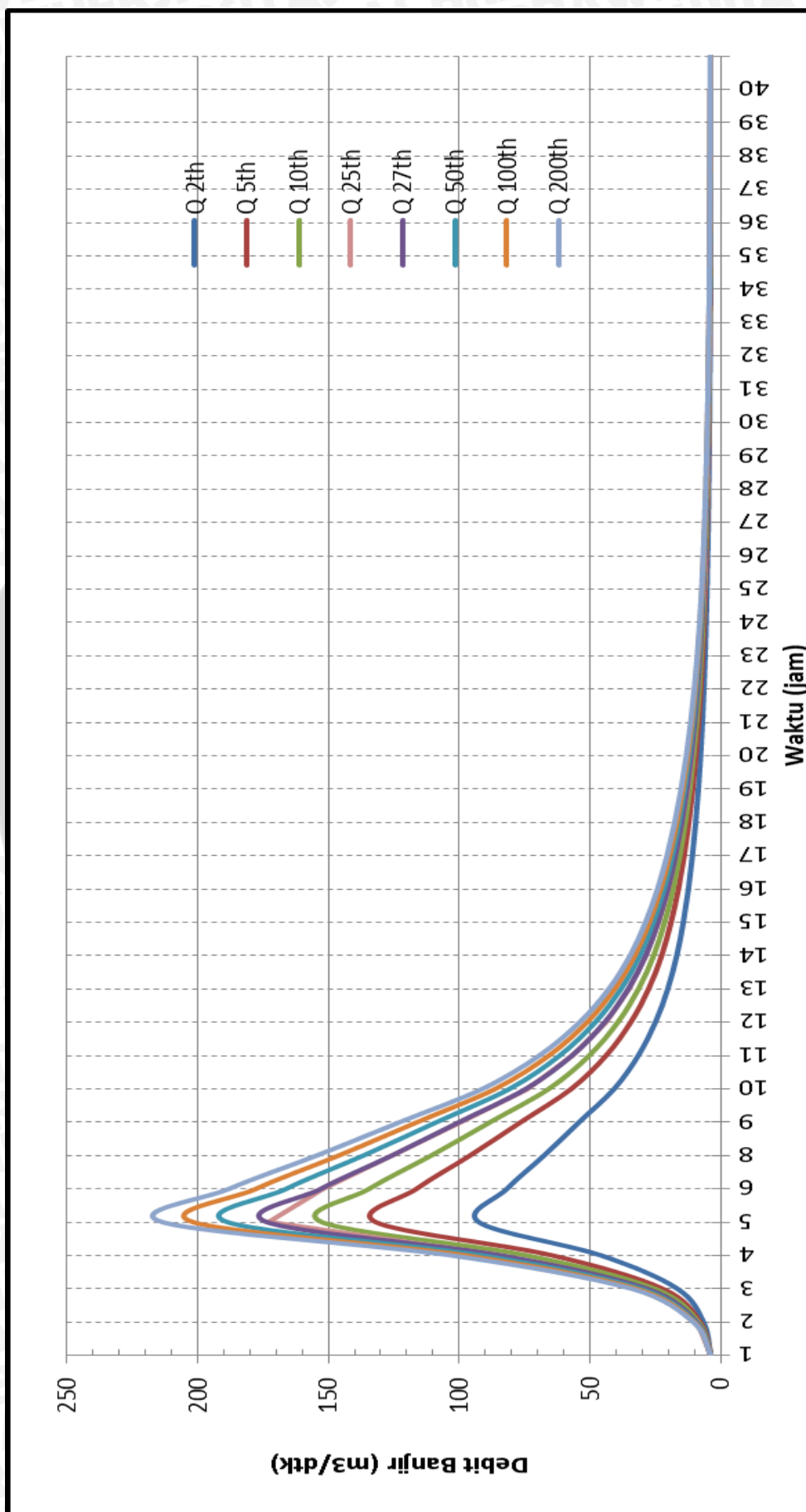
Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		11.17	16.62	91.17	23.70	13.23	9.77		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	6.412	0.000					3.723	10.135
2.0	1.714	19.159	9.538	0.000				3.723	32.419
3.0	1.166	13.028	28.498	52.313	0.000			3.723	97.562
4.0	0.793	8.859	19.379	156.301	13.597	0.000		3.723	201.859
5.0	0.554	6.192	13.178	106.287	40.626	7.593	0.000	3.723	177.599
6.0	0.428	4.788	9.210	72.277	27.626	22.687	5.605	3.723	145.917
8.0	0.331	3.703	7.122	50.513	18.786	15.428	16.747	3.723	116.022
9.0	0.256	2.863	5.507	39.062	13.129	10.491	11.388	3.723	86.164
10.0	0.198	2.214	4.259	30.206	10.153	7.332	7.744	3.723	65.631
11.0	0.159	1.771	3.293	23.358	7.851	5.670	5.412	3.723	51.079
12.0	0.131	1.461	2.635	18.063	6.071	4.384	4.185	3.723	40.523
13.0	0.108	1.205	2.173	14.452	4.695	3.391	3.236	3.723	32.874
14.0	0.089	0.993	1.792	11.918	3.756	2.622	2.503	3.723	27.307
15.0	0.073	0.819	1.478	9.828	3.098	2.098	1.935	3.723	22.978
16.0	0.060	0.676	1.218	8.104	2.554	1.730	1.548	3.723	19.554
17.0	0.050	0.557	1.005	6.683	2.106	1.426	1.277	3.723	16.777
18.0	0.041	0.459	0.829	5.511	1.737	1.176	1.053	3.723	14.488
19.0	0.034	0.379	0.683	4.545	1.432	0.970	0.868	3.723	12.600
20.0	0.028	0.312	0.563	3.748	1.181	0.800	0.716	3.723	11.043
21.0	0.023	0.258	0.465	3.090	0.974	0.660	0.590	3.723	9.760
22.0	0.019	0.212	0.383	2.548	0.803	0.544	0.487	3.723	8.701
23.0	0.016	0.175	0.316	2.101	0.662	0.449	0.402	3.723	7.828
24.0	0.013	0.144	0.261	1.733	0.546	0.370	0.331	3.723	7.108
25.0	0.011	0.119	0.215	1.429	0.450	0.305	0.273	3.723	6.514
26.0	0.009	0.098	0.177	1.178	0.371	0.252	0.225	3.723	6.025
27.0	0.007	0.081	0.146	0.972	0.306	0.207	0.186	3.723	5.621
28.0	0.006	0.067	0.120	0.801	0.253	0.171	0.153	3.723	5.288
29.0	0.005	0.055	0.099	0.661	0.208	0.141	0.126	3.723	5.014
30.0	0.004	0.045	0.082	0.545	0.172	0.116	0.104	3.723	4.787
31.0	0.003	0.037	0.068	0.449	0.142	0.096	0.086	3.723	4.601
32.0	0.003	0.031	0.056	0.371	0.117	0.079	0.071	3.723	4.447
33.0	0.002	0.025	0.046	0.306	0.096	0.065	0.058	3.723	4.320
34.0	0.002	0.021	0.038	0.252	0.079	0.054	0.048	3.723	4.215
35.0	0.002	0.017	0.031	0.208	0.065	0.044	0.040	3.723	4.129
36.0	0.001	0.014	0.026	0.171	0.054	0.037	0.033	3.723	4.057
37.0	0.001	0.012	0.021	0.141	0.045	0.030	0.027	3.723	3.999
38.0	0.001	0.010	0.018	0.117	0.037	0.025	0.022	3.723	3.950
39.0	0.001	0.008	0.014	0.096	0.030	0.021	0.018	3.723	3.910
40.0	0.001	0.007	0.012	0.079	0.025	0.017	0.015	3.723	3.878

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 51. Hidrograf Banjir Kala Ulang 200 tahun

Waktu (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	kibat Hujan						Base flow (m ³ /dt)	Debit banjir (m ³ /dt)
		11.84	17.61	96.56	25.10	14.02	10.35		
0.0	0.000	0.000						3.723	3.723
1.0	0.574	6.792	0.000					3.723	10.514
2.0	1.714	20.292	10.102	0.000				3.723	34.117
3.0	1.166	13.799	30.184	55.408	0.000			3.723	103.114
4.0	0.793	9.384	20.526	165.549	14.402	0.000		3.723	213.583
5.0	0.554	6.558	13.958	112.576	43.030	8.043	0.000	3.723	187.887
6.0	0.428	5.071	9.755	76.554	29.261	24.030	5.937	3.723	154.330
8.0	0.331	3.922	7.543	53.502	19.898	16.341	17.738	3.723	122.666
9.0	0.256	3.033	5.833	41.373	13.906	11.112	12.062	3.723	91.042
10.0	0.198	2.345	4.511	31.994	10.754	7.766	8.202	3.723	69.294
11.0	0.159	1.876	3.488	24.741	8.316	6.005	5.732	3.723	53.881
12.0	0.131	1.547	2.791	19.132	6.431	4.644	4.433	3.723	42.700
13.0	0.108	1.276	2.301	15.307	4.973	3.591	3.428	3.723	34.599
14.0	0.089	1.052	1.898	12.623	3.979	2.777	2.651	3.723	28.702
15.0	0.073	0.868	1.565	10.409	3.281	2.222	2.050	3.723	24.117
16.0	0.060	0.715	1.291	8.584	2.706	1.832	1.640	3.723	20.490
17.0	0.050	0.590	1.064	7.078	2.231	1.511	1.352	3.723	17.550
18.0	0.041	0.487	0.878	5.837	1.840	1.246	1.115	3.723	15.125
19.0	0.034	0.401	0.724	4.813	1.517	1.027	0.920	3.723	13.125
20.0	0.028	0.331	0.597	3.969	1.251	0.847	0.758	3.723	11.476
21.0	0.023	0.273	0.492	3.273	1.032	0.699	0.625	3.723	10.117
22.0	0.019	0.225	0.406	2.699	0.851	0.576	0.516	3.723	8.995
23.0	0.016	0.186	0.335	2.226	0.702	0.475	0.425	3.723	8.071
24.0	0.013	0.153	0.276	1.835	0.579	0.392	0.351	3.723	7.308
25.0	0.011	0.126	0.228	1.514	0.477	0.323	0.289	3.723	6.679
26.0	0.009	0.104	0.188	1.248	0.393	0.266	0.238	3.723	6.161
27.0	0.007	0.086	0.155	1.029	0.324	0.220	0.197	3.723	5.733
28.0	0.006	0.071	0.128	0.849	0.268	0.181	0.162	3.723	5.381
29.0	0.005	0.058	0.105	0.700	0.221	0.149	0.134	3.723	5.090
30.0	0.004	0.048	0.087	0.577	0.182	0.123	0.110	3.723	4.850
31.0	0.003	0.040	0.072	0.476	0.150	0.102	0.091	3.723	4.653
32.0	0.003	0.033	0.059	0.392	0.124	0.084	0.075	3.723	4.489
33.0	0.002	0.027	0.049	0.324	0.102	0.069	0.062	3.723	4.355
34.0	0.002	0.022	0.040	0.267	0.084	0.057	0.051	3.723	4.244
35.0	0.002	0.018	0.033	0.220	0.069	0.047	0.042	3.723	4.153
36.0	0.001	0.015	0.027	0.181	0.057	0.039	0.035	3.723	4.077
37.0	0.001	0.012	0.023	0.150	0.047	0.032	0.029	3.723	4.015
38.0	0.001	0.010	0.019	0.123	0.039	0.026	0.024	3.723	3.964
39.0	0.001	0.008	0.015	0.102	0.032	0.022	0.019	3.723	3.922
40.0	0.001	0.007	0.013	0.084	0.026	0.018	0.016	3.723	3.887

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.8. Hidrograf Banjir dengan Tata Guna Lahan tahun 2010

Sesuai dengan penjabaran pada bagian 4.15 bahwa pemodelan hidrolika 1 dimensi dibagi per pias maka Tabel 4.52 menampilkan banjir rancangan untuk berbagai kala ulang di beberapa titik.

Tabel 4. 52. Banjir Rancangan Berbagai Kala Ulang (Tata Guna Lahan tahun 2001)

Kala Ulang	Debit Pada Patok (m ³ /detik)				
	30	12	8	4	0
2	20.04	39.72	75.29	83.23	88.05
5	28.20	55.91	107.33	118.70	125.43
10	32.47	64.39	124.11	137.28	145.01
25	36.63	72.65	140.45	155.37	164.07
27	38.72	76.80	148.66	164.45	173.64
50	39.95	79.24	153.48	169.79	179.27
100	42.67	84.63	164.16	181.62	191.73
200	45.10	89.45	173.70	192.17	202.85

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. 53. Banjir Rancangan Berbagai Kala Ulang (Tata Guna Lahan tahun 2010)

Kala Ulang	Debit Pada Patok (m ³ /detik)				
	30	12	8	4	0
2	21.04	41.69	79.19	87.54	92.60
5	29.63	58.75	112.95	124.92	131.99
10	34.14	67.69	130.64	144.51	152.62
25	38.52	76.39	147.86	163.57	172.71
27	38.72	76.80	148.66	164.45	173.64
50	42.02	83.33	161.59	178.77	188.73
100	44.88	89.02	172.85	191.23	201.86
200	47.44	94.10	182.89	202.36	213.58

Sumber: Hasil Analisa

4.17. Pasang Surut

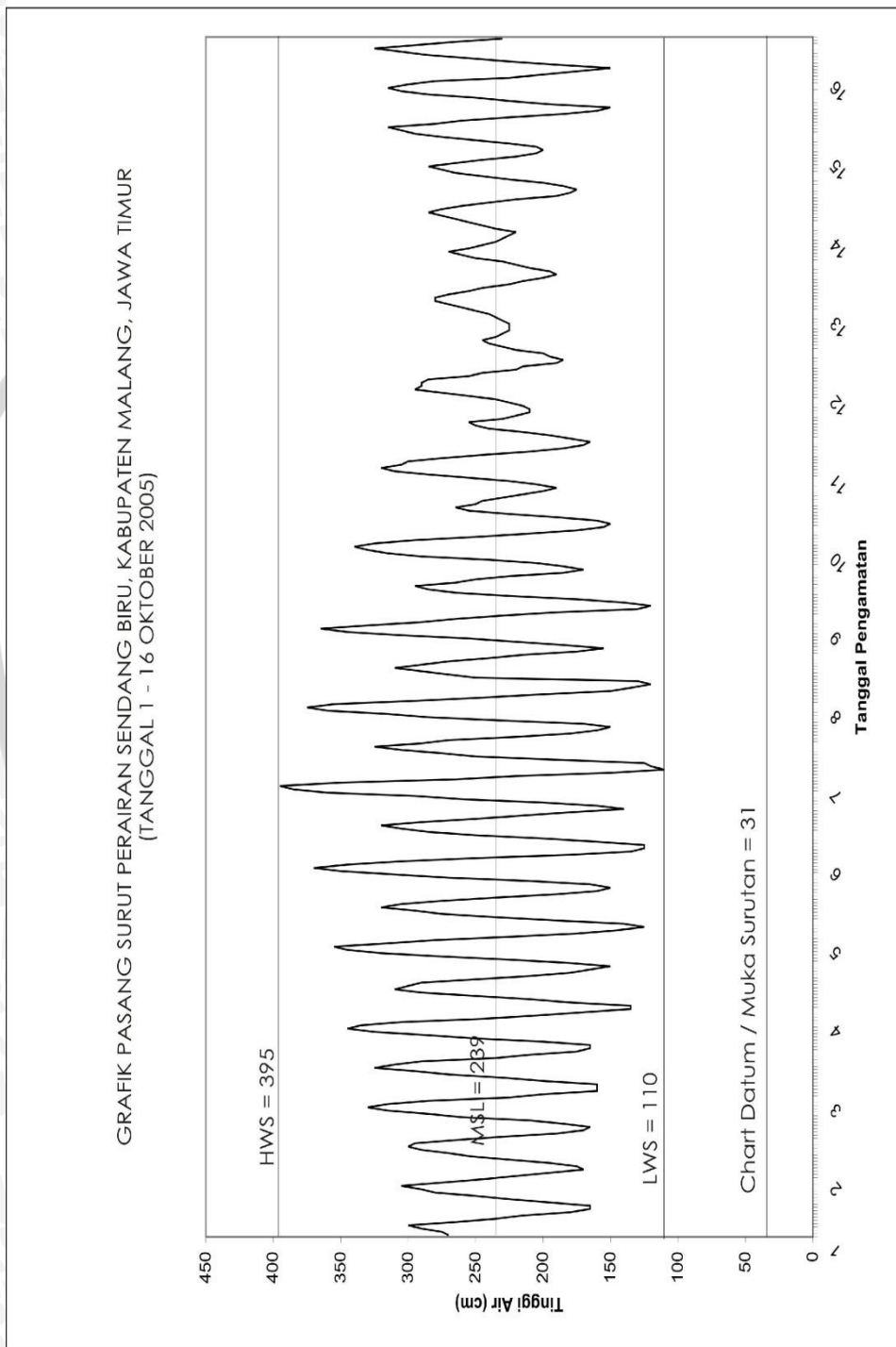
Data pasang surut diperlukan dalam studi ini sebagai input outflow muka air pada hilir sungai Bang. Gerakan air (pasang surut) perairan pantai Sendang Biru pada umumnya mempunyai tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semi diurnal). Data pasang surut yang digunakan sebagai input outflow dalam studi ini adalah data pencatatan pasang surut hasil pengukuran penelitian sebelumnya yang ada di Sendang Biru pada tanggal 1 – 16 oktober 2005 yang secara lengkap disertakan di dalam lampiran 2. Dikarenakan simulasi ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terburuk kondisi banjir, maka data yang digunakan adalah pada saat pasang tertinggi yaitu pada tanggal 7 oktober 2005.

Tabel 4. 54. Hasil pengukuran pasang surut di Pantai Tamban

tanggal	waktu (jam)	tinggi pasang surut (m)	tanggal	waktu (jam)	tinggi pasang surut (m)
7-Oct-05	00.00	2.69	7-Oct-05	12.00	2.17
7-Oct-05	00.30	2.87	7-Oct-05	12.30	2.33
7-Oct-05	01.00	3.05	7-Oct-05	13.00	2.48
7-Oct-05	01.30	3.23	7-Oct-05	13.30	2.63
7-Oct-05	02.00	3.41	7-Oct-05	14.00	2.78
7-Oct-05	02.30	3.59	7-Oct-05	14.30	2.93
7-Oct-05	03.00	3.77	7-Oct-05	15.00	3.09
7-Oct-05	03.30	3.95	7-Oct-05	15.30	3.24
7-Oct-05	04.00	3.67	7-Oct-05	16.00	3.09
7-Oct-05	04.30	3.38	7-Oct-05	16.30	2.95
7-Oct-05	05.00	3.1	7-Oct-05	17.00	2.8
7-Oct-05	05.30	2.81	7-Oct-05	17.30	2.66
7-Oct-05	06.00	2.53	7-Oct-05	18.00	2.51
7-Oct-05	06.30	2.24	7-Oct-05	18.30	2.36
7-Oct-05	07.00	1.96	7-Oct-05	19.00	2.22
7-Oct-05	07.30	1.67	7-Oct-05	19.30	2.07
7-Oct-05	08.00	1.39	7-Oct-05	20.00	1.93
7-Oct-05	08.30	1.1	7-Oct-05	20.30	1.78
7-Oct-05	09.00	1.25	7-Oct-05	21.00	1.64
7-Oct-05	09.30	1.41	7-Oct-05	21.30	1.49
7-Oct-05	10.00	1.56	7-Oct-05	22.00	1.71
7-Oct-05	10.30	1.71	7-Oct-05	22.30	1.93
7-Oct-05	11.00	1.87	7-Oct-05	23.00	2.15
7-Oct-05	11.30	2.02	7-Oct-05	23.30	2.37
			7-Oct-05	24.00	2.59

Sumber: Penelitian Terdahulu

PEMILIK PROYEK	
DINAS PERHUBUNGAN PEMERINTAH PROPINSI JAWA TIMUR	
NAMA PROYEK/PEREJANIAN	
IDENTIFIKASI TEKNIS PENGEMBANGAN PELABUHAN LAUT SENDANG BIRU KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR	
REVISI	NO. (BRI, CEK, AMI) TANGGAL
LEGENDA	
BADAN PERTIMBANGAN PEREJANIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA	
MENGETAHUI/MENYETUJUI	
DIREKTUR DOK. TEK. BANGUNAN AIR	TGL.
DIREKTUR KAWASAN PERAIRAN	TGL.
DIREKTUR KAWASAN PERAIRAN	TGL.
DIREKTUR KAWASAN PERAIRAN	TGL.
DIREKTUR KAWASAN PERAIRAN	TGL.
DIREKTUR KAWASAN PERAIRAN	TGL.
JUDUL GAMBAR	
GRAFIK PASANG SURUT	
SKALA	
KODE GB	NO. LEMBAR
REV	JUMLAH LEMBAR

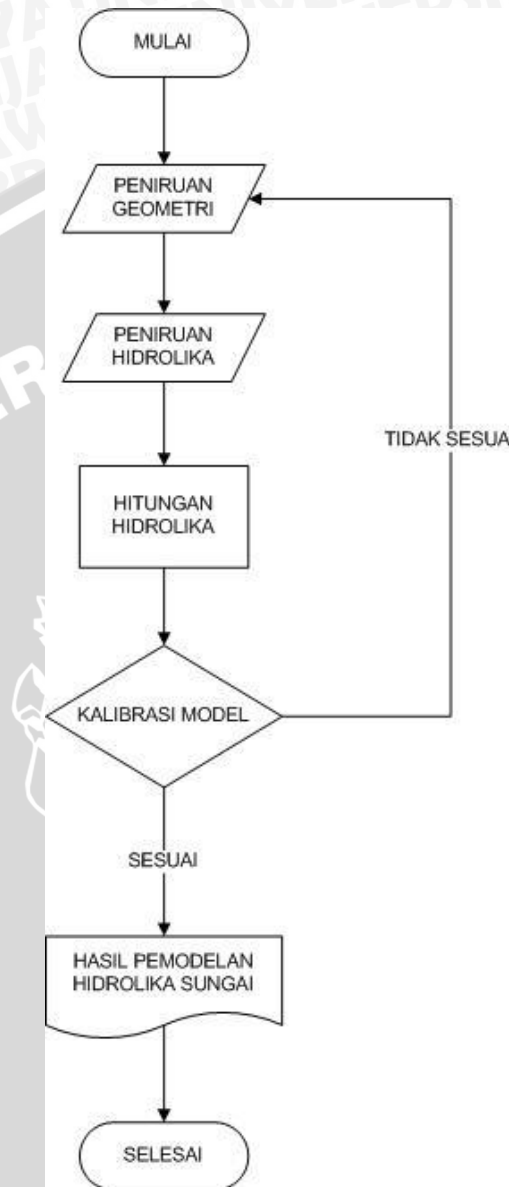


Gambar 4.9. Kurva Pasang Surut



4.18. Pemodelan Studi

Pada kegiatan pengendalian banjir diperlukan kajian profil aliran sungai. Pada studi ini analisa profil aliran menggunakan model 1 dimensi yaitu Hec Ras. Secara umum tahapan pemodelan ditampilkan pada Gambar 4.10. di bawah ini.

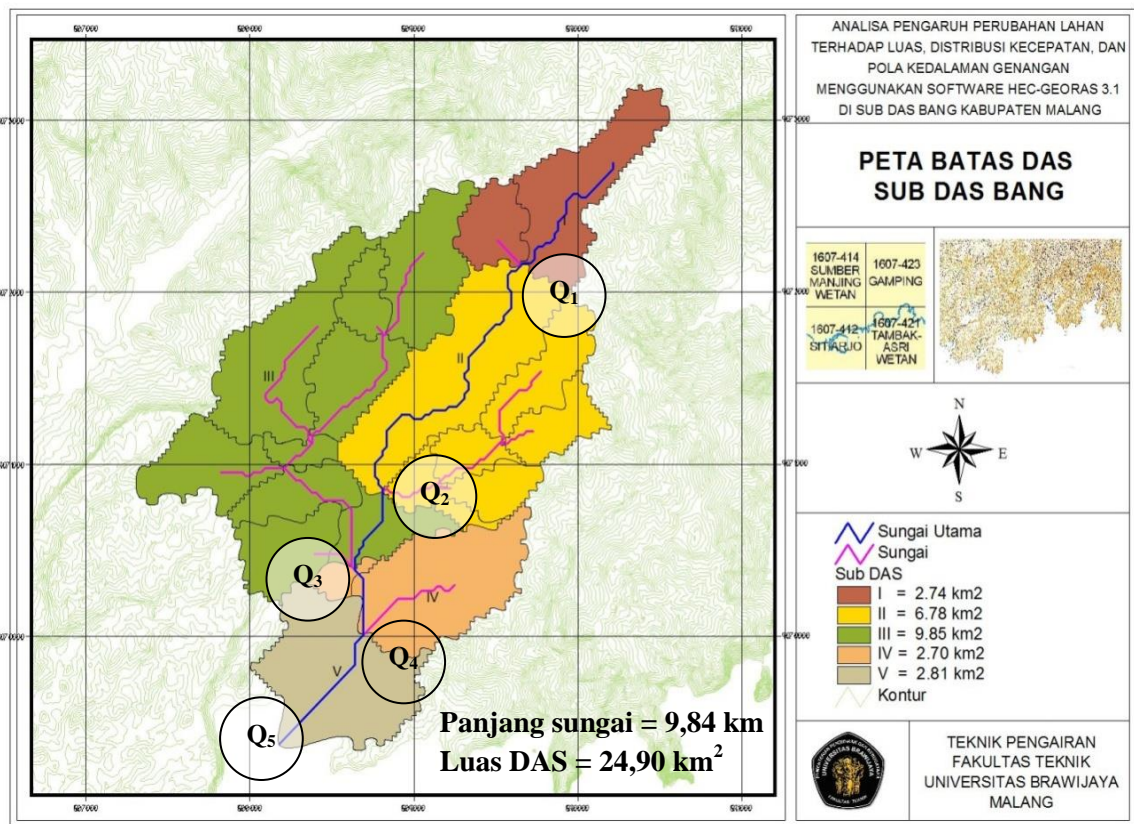


Gambar 4.10. Bagan Alir Pemodelan Hidrolika Sungai (Hec-Ras)

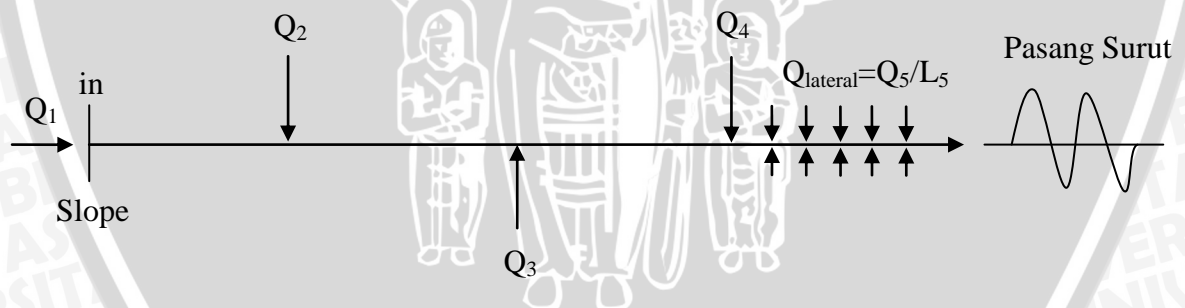
Penyusunan model hidrolika pada studi ini digunakan beberapa ketentuan sebagai berikut:

- Debit yang digunakan adalah debit pada kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 27 tahun dan 50 tahun (lihat tabel 4.52 dan 4.53).
- Penginputan nilai debit menggunakan aliran *steady flow* dengan beberapa junction sesuai skema inflow pada gambar 4.12
- Boundary reach upstream* menggunakan normal depth dengan slope 0,0065

- d. *Boundary reach downstream menggunakan known water surface* dari data pasang surut tertinggi sebesar 39,5 m.

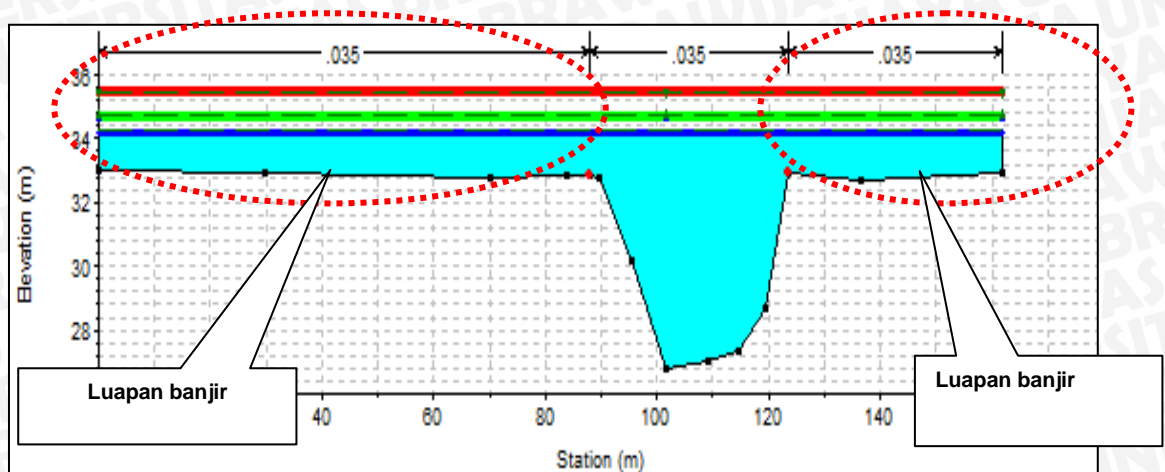


Gambar 4.11. Bagan Alir Pemodelan Hidrolika Sungai (Hec-Ras)



Gambar 4.12. Skema Inflow Debit Pada Pemodelan Hidrolika (Hec-Ras)

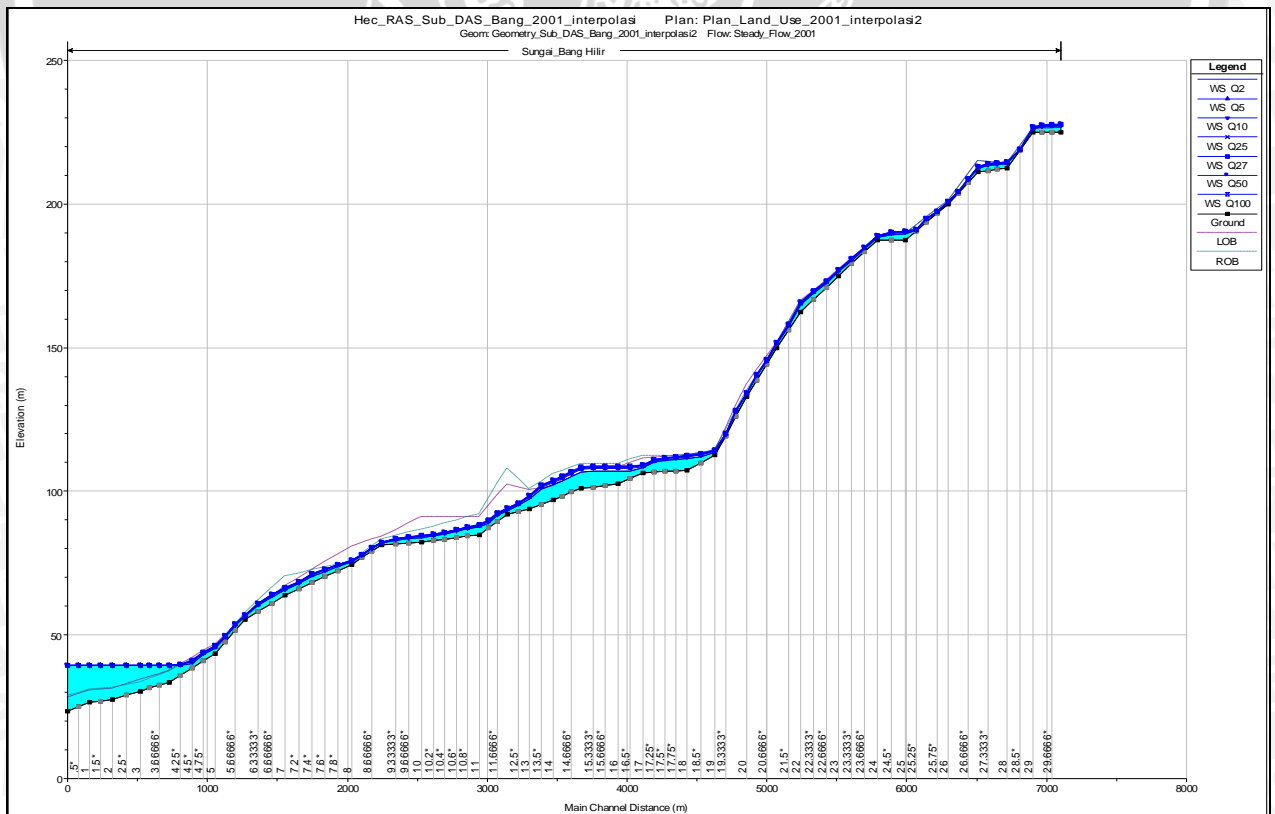
Melakukan kalibrasi model, pada studi digunakan elevasi tinggi penampang sungai pada patok 30 (elevasi +33,15). Berdasarkan hasil survey (wawancara warga) pada hujan tahun 2004 yang dikalibrasi dengan curah hujan historis dengan kala ulang 27 tahun muka air berada 1.02 meter di atas penampang sungai (elevasi +34,27). Kalibrasi dilakukan dengan melakukan perubahan pada nilai “n” (koefisien manning). Percobaan dilakukan pada nilai 0,020 sampai dengan 0,025. Hasil yang mendekati kondisi lapangan adalah 0,023. Nilai tersebut termasuk saluran besar dengan jenis saluran bersih, sedikit tanaman.



Gambar 4.13. Patok 40 Untuk Kalibrasi Model

HEC-GeoRAS sebenarnya bukan *software* utama, melainkan hanya sebagai salah satu ekstensi dalam *software* Arc-View GIS, jadi proses pemodelan dalam studi kali ini melibatkan beberapa perangkat lunak yang telah dijelaskan sebelumnya. Langkah-langkah pemodelan studi terbagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. *Pre-RAS*
2. *RAS*
3. *Post-RAS*



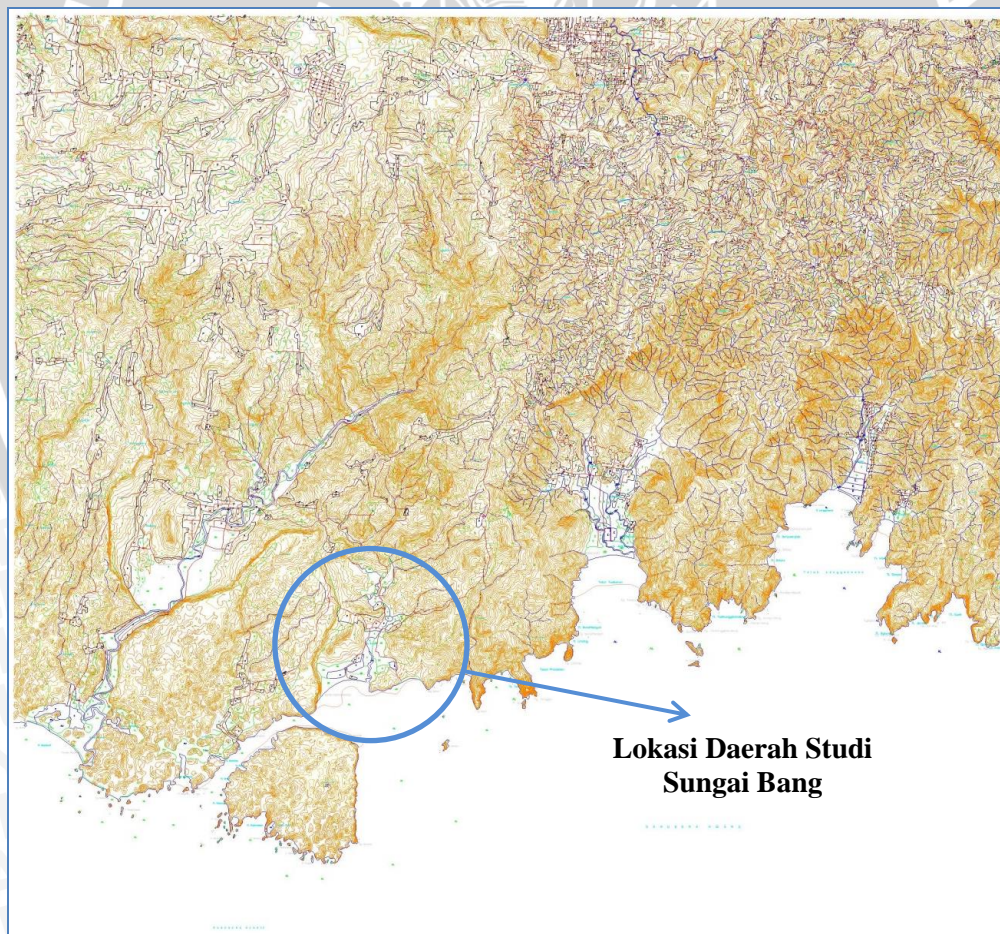
Gambar 4.14. Potongan Memanjang Profil Sungai

4.18.1. Pre – RAS (Pre – River Analisis System)

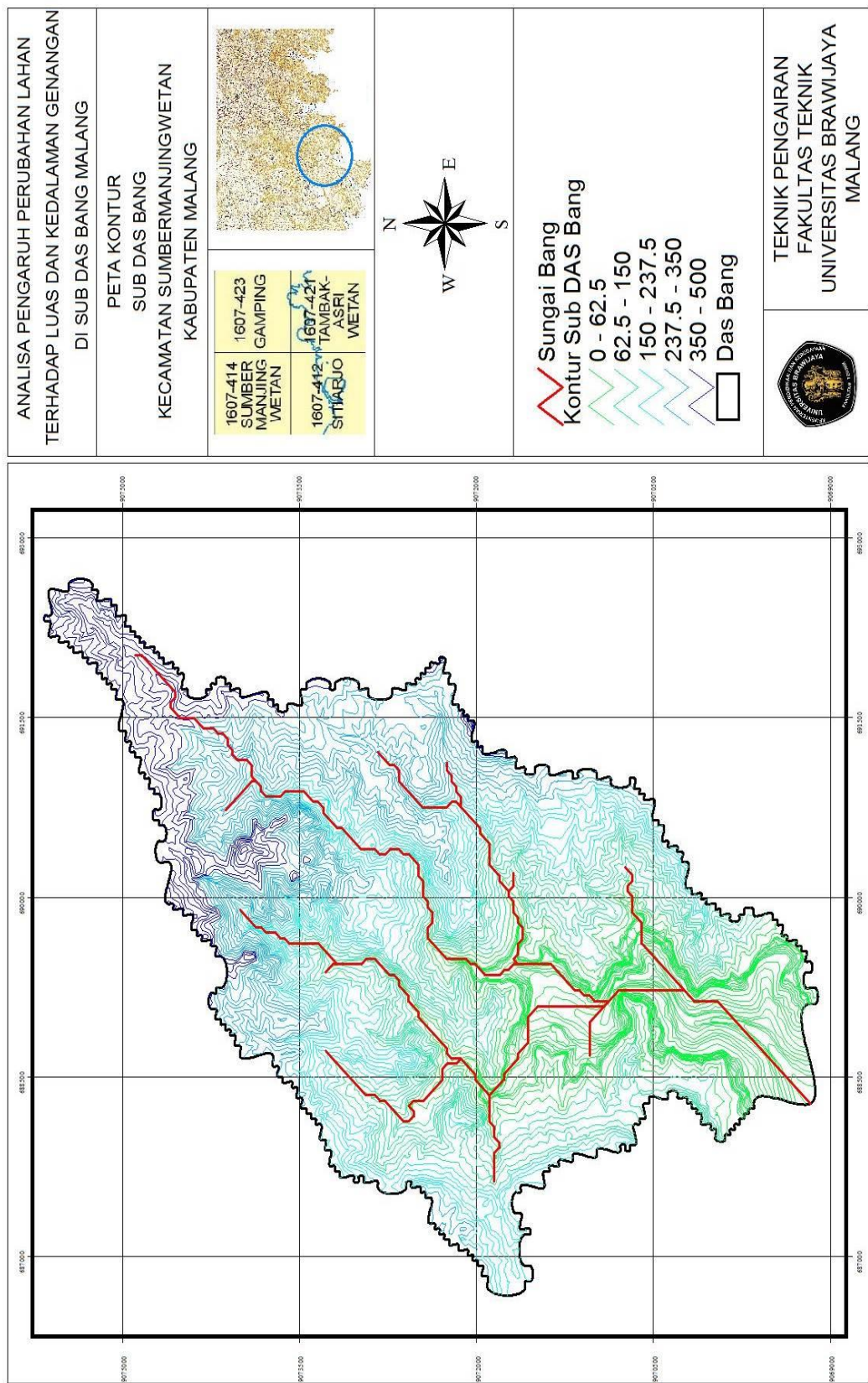
Pre – RAS adalah proses pertama dimana kita membuat data – data dan melakukan pembangkitan alur sungai sebagai *input* (data masukan) dalam proses selanjutnya, yaitu proses *RAS* dan *Post–RAS*. Data yang digunakan dalam proses *Pre– RAS* adalah data Topografi.

Data Topografi yang dipakai dalam pemodelan kali ini adalah data topografi dari BAKOSURTANAL berupa peta Rupa Bumi Digital Indonesia (RBI) dengan skala 1:25000, semakin bagus (detail) kualitas peta Topografi yang digunakan, akan semakin bagus pula kualitas *Output* (data keluaran) yang akan dihasilkan pada proses selanjutnya.

Peta RBI untuk daerah Bang termasuk kedalam wilayah administrasi Sitarjo, oleh karena itu, peta yang digunakan adalah peta RBI wilayah Sitarjo kode "1607–412, 1607–414, 1607–421, 1607–423". Peta RBI Sitarjo, Sumbermanjingwetan, Tambaksari Wetan dan Gamping dan juga peta konturnya ditunjukkan dalam gambar 4.13. dan 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.15. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia (RBI) Wilayah Sitarjo
(Sumber : BAKOSURTANAL tahun 1999)



Gambar 4.16. Peta Kontur Sungai Bang
(Sumber : BAKOSURTANAL)

4.18.2. Pembangkitan Kondisi Batas (*Boundary Conditions*) Alur Sungai

Setelah data topografi terkumpul, ternyata masih ada kekurangan di dalam data kontur tersebut, kekurangan tersebut adalah interval ketinggian kontur yang mempunyai nilai interval 12.5 meter.

Nilai tersebut masih dirasa kurang bila nantinya digunakan untuk analisis hasil simulasi, dengan demikian maka kontur interval 12.5 meter tersebut harus dibuat menjadi kontur dengan interval yang lebih detail yaitu dirubah menjadi kontur dengan interval 1 meter. Metode yang dilakukan untuk merubah interval kontur 12.5 meter menjadi interval 1 meter adalah dengan metode interpolasi krigging method yang telah dijelaskan pada bab 2. Hasil interpolasi kontur interval 1 meter secara detail ditampilkan pada lampiran 4.

Setelah interval kontur langkah selanjutnya adalah membangkitkan sebuah kondisi batas (*Boundary Conditions*) yang berhubungan dengan penampang dan alur sungai. Langkah – langkah untuk membangkitkan kondisi batas (*Boundary Conditions*) alur Sungai Bang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi batas penampang sungai
2. Membangkitkan data RAS GIS Import File

4.18.3. Menentukan Kondisi Batas Sungai

Studi ini tidak mensimulasi semua sungai yang ada di kawasan Sitiarjo, melainkan dibatasi hanya pada Sub DAS Bang saja, yaitu mensimulasi alur Sungai Bang sepanjang 9,84 km, dimulai dari bagian hulu (jembatan Desa Sitiarjo) sampai ke muara sungai Bang di Pantai Tamban yang ada di lokasi studi yang memiliki elevasi ± 0 m. Batasan ini diberlakukan karena dilokasi tersebut banyak pemukiman dan sering terjadi banjir. Hasil survey lapangan juga menunjukkan, dengan menyebar kuisisioner mengenai kondisi banjir yang pernah terjadi, tercatat ketinggian banjir sering lebih dari 1 meter.



Gambar 4.17. Kondisi Batas Sungai
(Sumber : Dokumentasi Survey)

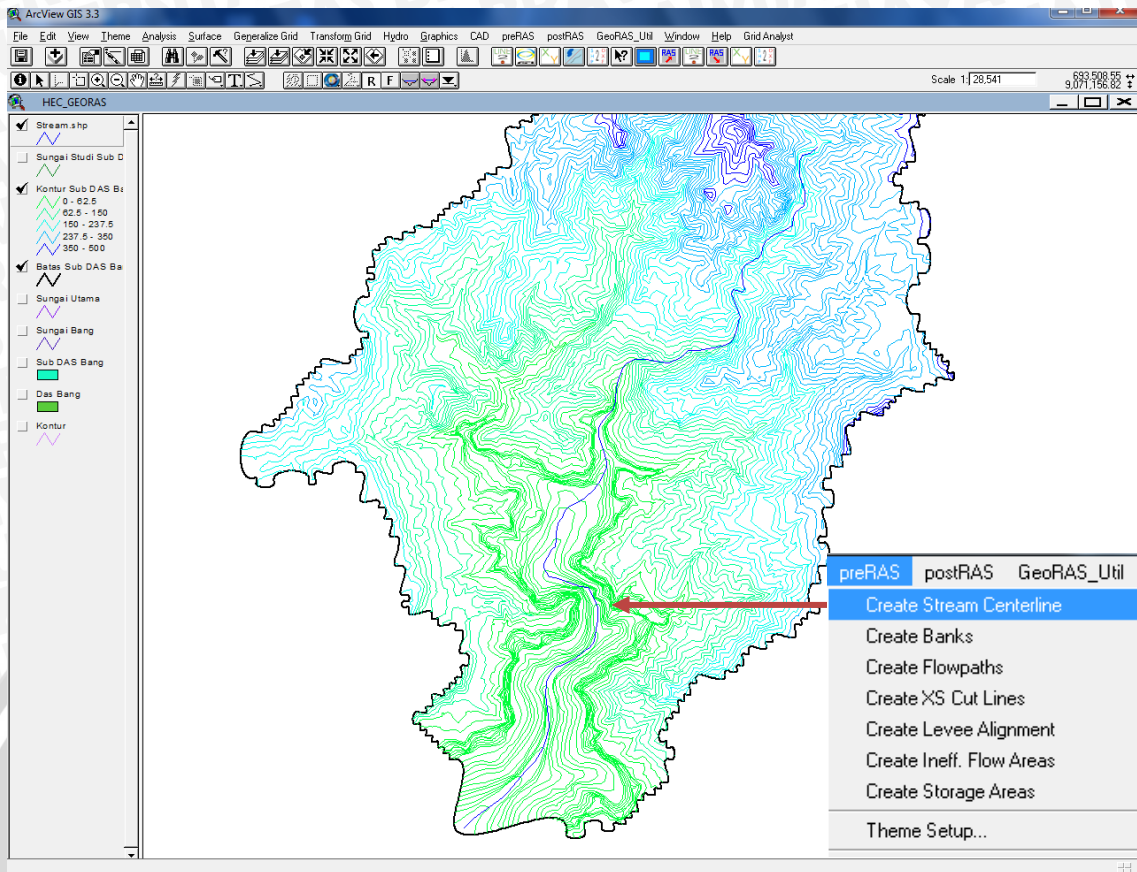
4.18.4. Pembuatan Detail Penampang Sungai

Pembuatan detail penampang sungai bertujuan untuk membentuk penampang sungai secara memanjang dan melintang (*Long Section & Cross Setion*) pada proses Pre – RAS. Proses pembuatan detail penampang sungai adalah sebagai berikut:

1. Membuat garis alur tengah sungai (*Stream Centreline*)

Proses ini adalah proses membuat alur utama di sungai yang akan kita simulasi. Alur sungai yang dibuat di sini adalah berdasarkan peta RBI (Rupa Muka Bumi Indonesia) yang secara resmi dari dinas BAKOSURTANAL sehingga bentuk alur memanjang penampang sungai (*Long Section*) mampu memiliki akurasi yang hampir sama dengan kenyataan yang ada di lapangan.

Perintah yang digunakan untuk membuat alur utama sungai adalah perintah *preRAS* – *Create Stream Centerline*, dengan mengdigitasi garis dari hulu ke hilir, selanjutnya gambar alur sesuai dengan yang ada di peta RBI yang mempunyai interval kontur 1 meter.

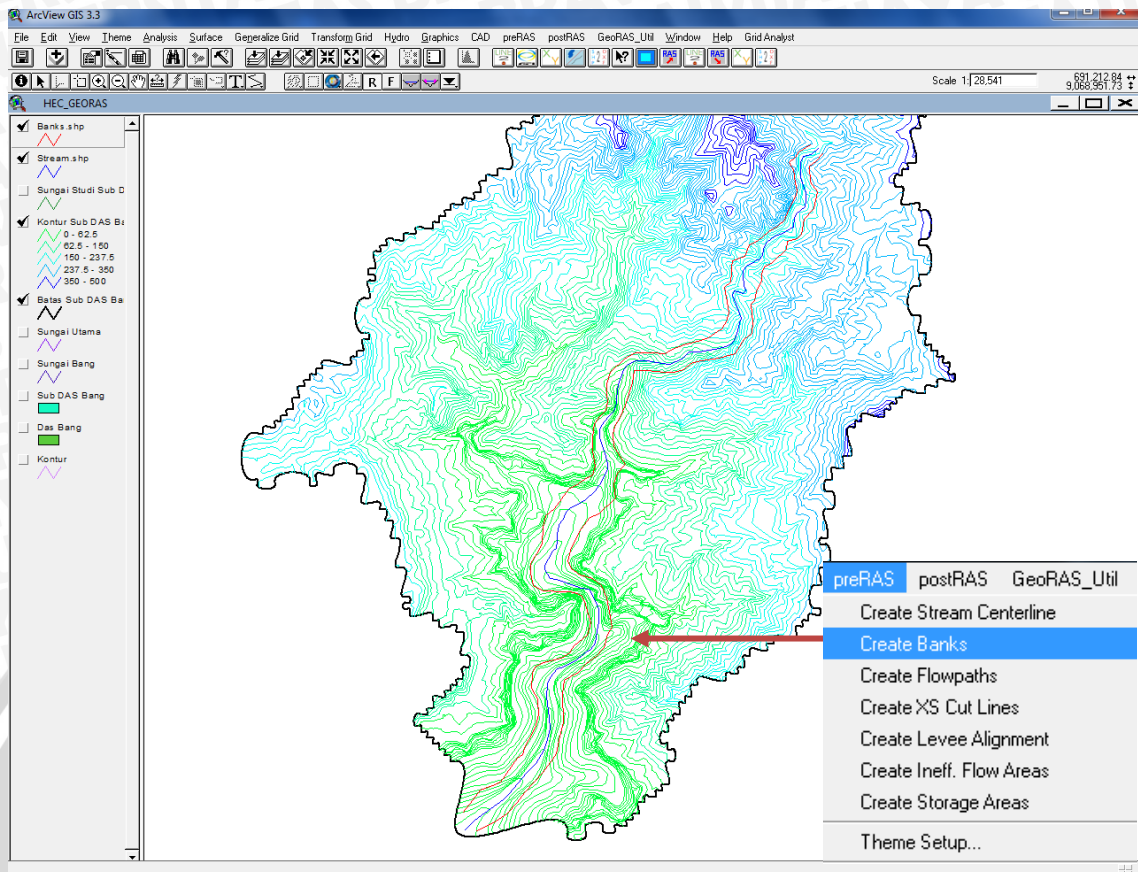


Gambar 4.18. Pembuatan Alur Tengah (Utama) Sungai (*Stream Centreline*) (sumber: Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

Gambar di atas menunjukkan gambar alur sungai utama pada Sub Das Bang. Alur sungai tersebut menunjukkan hanya aliran utama yang akan menjadi boundary condition penampang utama sungai. Proses selanjutnya adalah pembuatan tanggul (*Banks*) pada kanan dan kiri aliran sungai utama.

2. Membuat tanggul kanan dan kiri (*Main Channel Banks*)

Proses ini bertujuan untuk membuat tanggul di sebelah kanan dan kiri alur sungai utama. Panjang masing – masing tanggul adalah 9,84 km sesuai dengan panjang alur sungai utama. Perintah yang digunakan untuk membuat tanggul (*Banks*) sungai adalah perintah *preRAS – Create Banks*, selanjutnya gambar alur sesuai dengan yang ada di peta RBI. Gambar sebagian banks Sungai Bang diperlihatkan pada gambar 4.16.



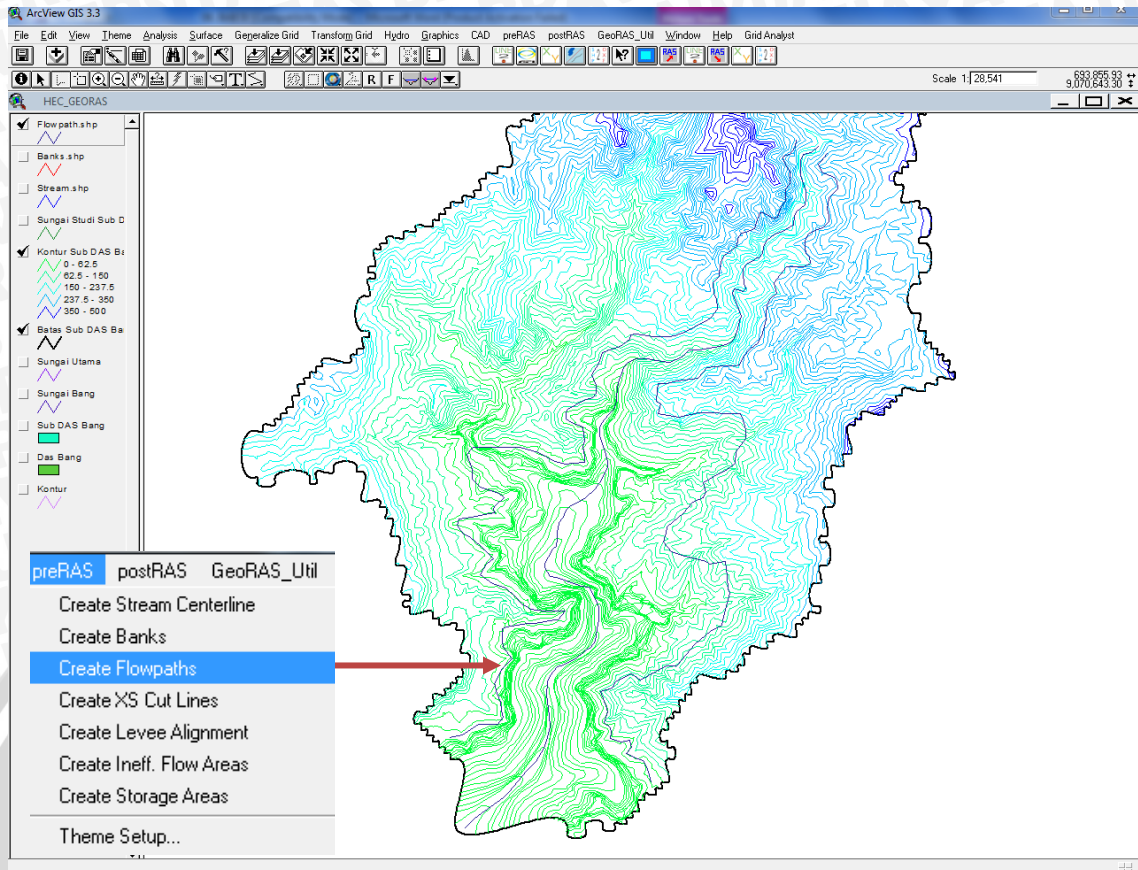
Gambar 4.19. Pembuatan Tanggul Kanan dan Kiri (*Main Channel Banks*)
(sumber: Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

Gambar di atas menunjukkan salah satu bagian dalam sistem alur sungai utama Sungai Bang. Letak banks berada tepat di kiri dan kanan alur sungai utama. Proses selanjutnya adalah proses pembuatan arah aliran yang akan melalui Sungai Bang.

3. Membuat garis arah aliran sungai tengah, kanan dan kiri (*Flow Path Centerlines*)

Proses ini bertujuan untuk merencanakan arah aliran dari hulu menuju ke hilir sungai. Proses pembuatannya pun harus sesuai dengan tujuannya, artinya proses penggambaran arah aliran ini (*Flowpath Centerlines*) harus dimulai dari hulu sungai dan berakhir pada hilir sungai.

Perintah yang digunakan untuk melaksanakan proses ini adalah *preRAS* – *Create Flowpath*, lalu lakukan penggambaran sesuai alur sungai yang direncanakan. Gambar selanjutnya memperlihatkan salah satu bagian sungai yang telah dilakukan pembuatan *flowpath centerlines*



Gambar 4.20. Gambar Pembuatan garis arah aliran sungai (*Flowpath Centerlines*) (sumber:Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

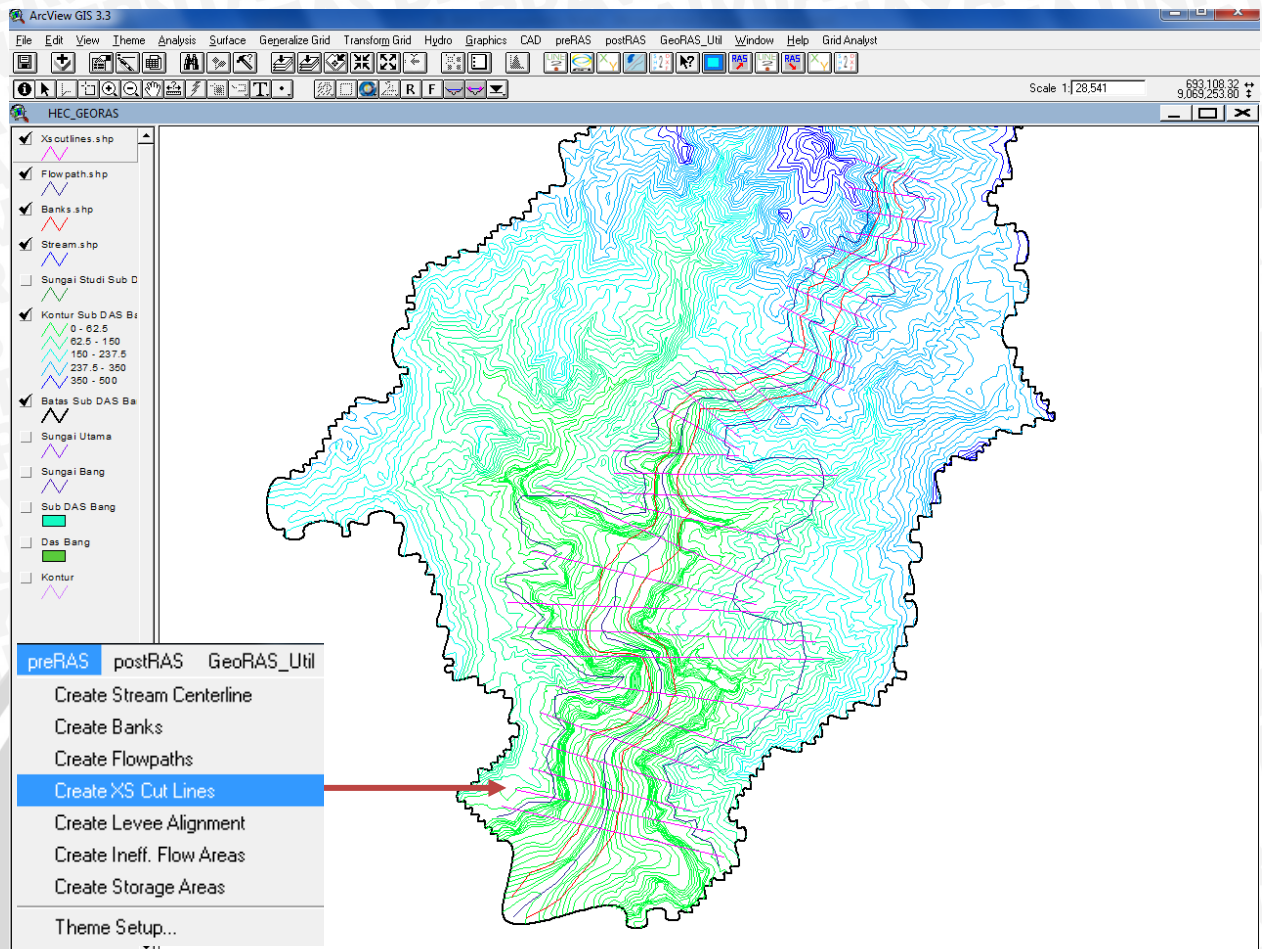
Gambar di atas menunjukkan gambar *flowpath centerlines* yang terdiri dari tiga garis utama, yaitu:

- Garis tengah yang menunjukkan aliran utama di sungai (*Flowpath Centerline*)
- Garis kanan yang menunjukkan aliran di luar tanggul kanan (*Right Overbank*)
- Garis kiri yang menunjukkan aliran di luar tanggul kiri (*Left Overbank*)

Selanjutnya adalah membuat penampang melintang (*Cross Section*) sungai.

4. Membuat potongan melintang aliran sungai (*Cross-Sectional Cut Lines*)

Proses ini bertujuan untuk menentukan titik – titik dimana akan ditinjau penampang melintangnya. *Software* HECRAS biasa menyebut titik – titik tinjau ini sebagai RS (*River Station*). Perintah yang digunakan dalam proses ini adalah *preRAS – Create XS Cut Lines*. Langkah selanjutnya adalah menggambar garis pada titik – titik tinjau yang dikehendaki. Gambar berikut ini menunjukkan letak titik – titik tinjau yang dibuat pada proses ini.



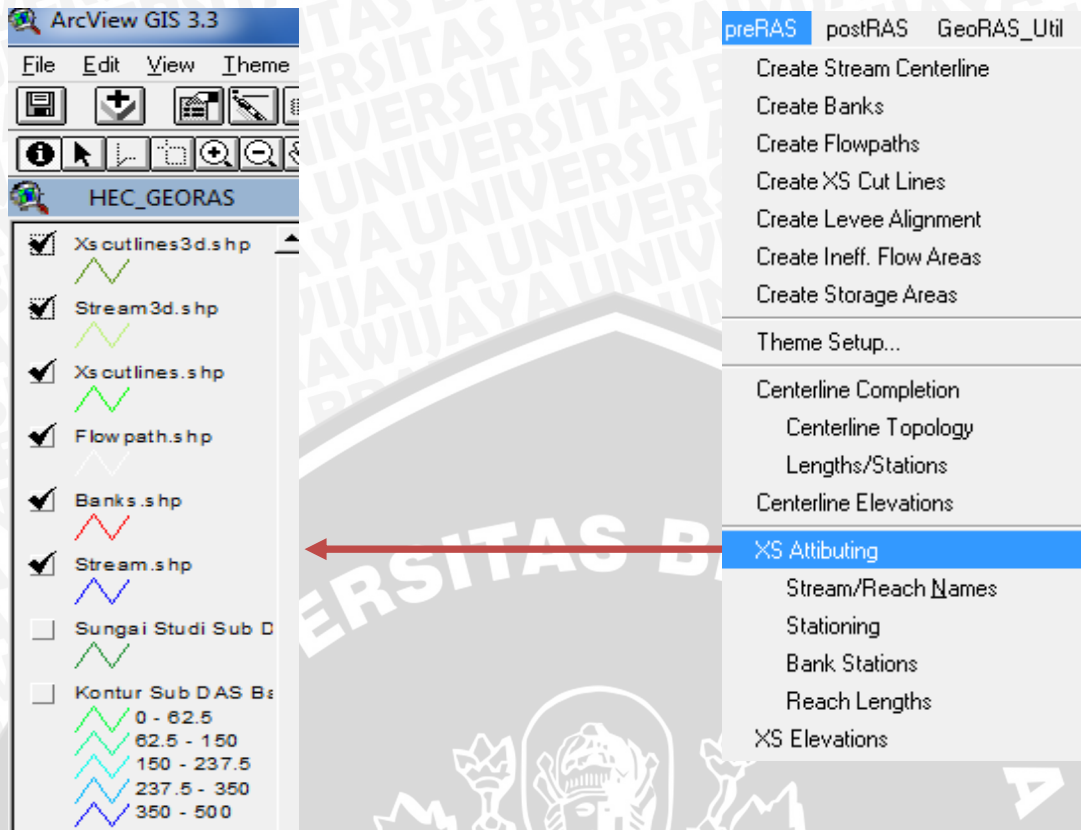
Gambar 4.21. Gambar Pembuatan Potongan Melintang (*Cross-Sectional Cut Lines*) (sumber:Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

Seperti gambar di atas menunjukkan letak titik – titik tinjau yang akan digunakan sebagai river station pada program HECRAS. Jumlah titik – titik tinjau dalam studi kali ini dibuat menjadi 30 titik.

Langkah selanjutnya dalam proses ini dan merupakan langkah terakhir sebelum data yang ada di-eksport ke dalam bentuk RAS GIS Import File adalah memberikan attribut pada penampang memanjang dan melintang sungai.

5. Memberi attribut pada penampang (*Theme Attributing*)

Proses ini bertujuan untuk memberikan nilai elevasi terhadap potongan melintang dan potongan memanjang sehingga menjadi memiliki nilai elevasi. Data yang akan diberi attribute akan berubah memiliki ekstensi 3D, misalnya dalam studi ini kita akan memberi attribute kepada theme "Stream.shp" dan "Xscutlines.shp"



Gambar 4.22. Gambar Pemberian Atribut pada Penampang (*Theme Attributing*) (sumber:Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

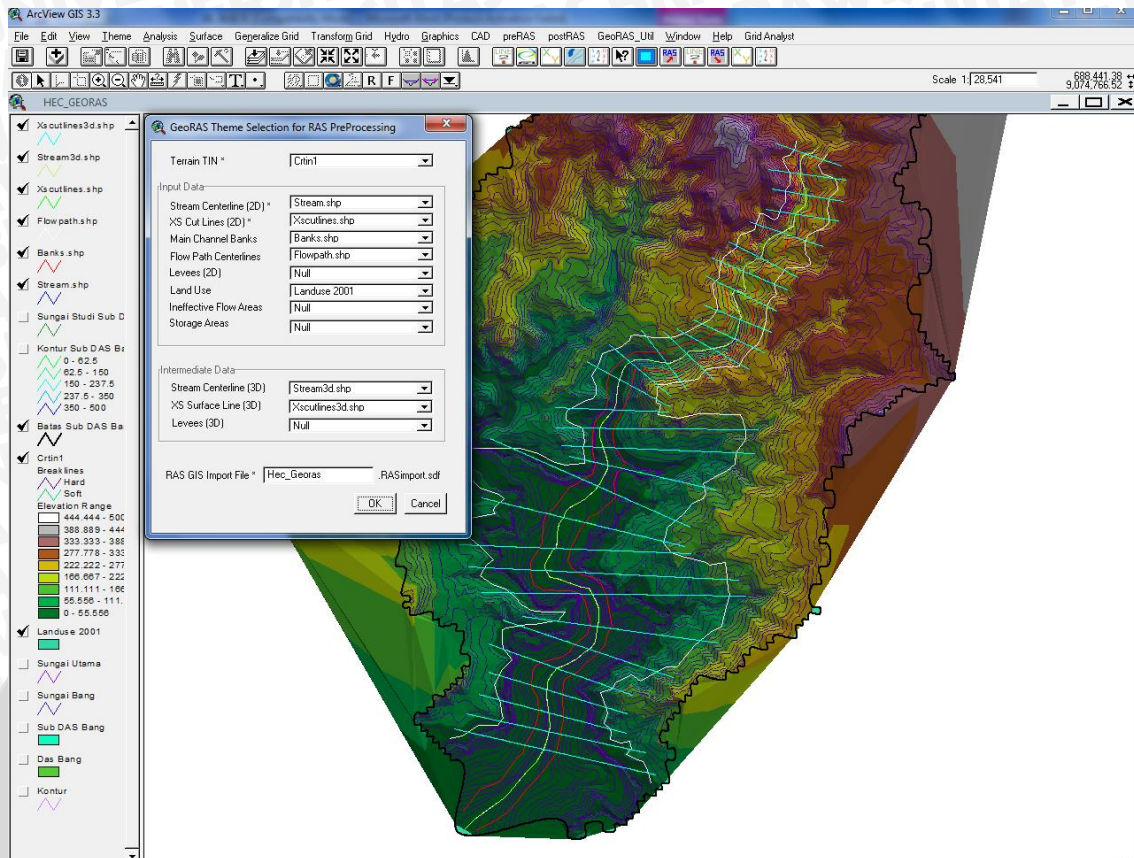
Gambar di atas menunjukkan bagaimana perubahan yang terjadi setelah dilakukan theme attributing. Perubahan yang terjadi adalah proses perubahan 2 theme, yaitu:

- Stream.shp menjadi Stream3d.shp.shp
- Xscutlines.shp menjadi Xscutlines3d.shp

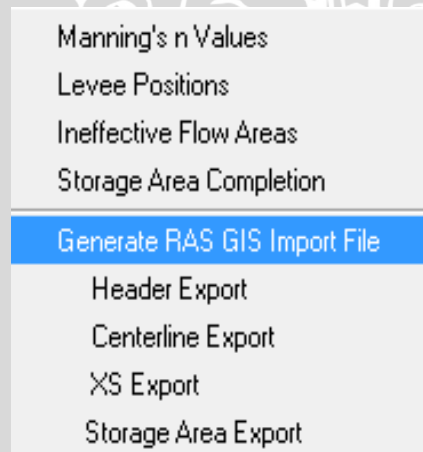
Setelah proses di atas selesai, maka selesai juga penentuan boundary conditions untuk penampang Sungai Bang. Langkah selanjutnya adalah membangkitkan data *RAS GIS Import File*.

4.18.5. Membangkitkan data RAS GIS Import File

Proses membangkitkan data *RAS GIS Import File* adalah langkah terakhir di dalam rangkaian proses Pre – RAS. Semua rancangan penampang sungai yang sudah selesai dibangun lengkap beserta atributnya akan dijadikan ke dalam bentuk *RAS GIS Import File*. Data inilah yang nanti akan berfungsi sebagai data geometri saluran yang menjadi salah satu kondisi batas dalam *Software* HECRAS.



Gambar 4.23. Gambar Penginputan *Theme Setup RAS GIS Import File* (sumber: Running software Arcview-GIS dan Hec-Geo RAS)



Gambar 4.24. Pembuatan *Theme RAS GIS Import File* (sumber: Running software Arcview-GIS dan Hec-Geo RAS)

Data yang dihasilkan adalah memiliki ekstensi ".RASimport.sdf". Dalam studi kali ini, data pembuatan theme RAS GIS Import File yang dihasilkan adalah "Hec_Georas.RASimport". Proses selanjutnya adalah proses pada *software* HECRAS.

4.18.6. RAS (River Analisis System)

Proses pemodelan selanjutnya adalah RAS (*River Analisis System*). Proses ini menggunakan bantuan *software* HECRAS. Jenis simulasi yang dilakukan pada *software* HECRAS adalah tipe *Steady Flow*. Pertimbangan yang dipakai adalah dengan mempertimbangkan kemungkinan terburuk sehingga untuk kondisi batas (*Boundary Conditions*) ada dua data utama yang dibutuhkan di dalam proses ini, data – data tersebut yaitu:

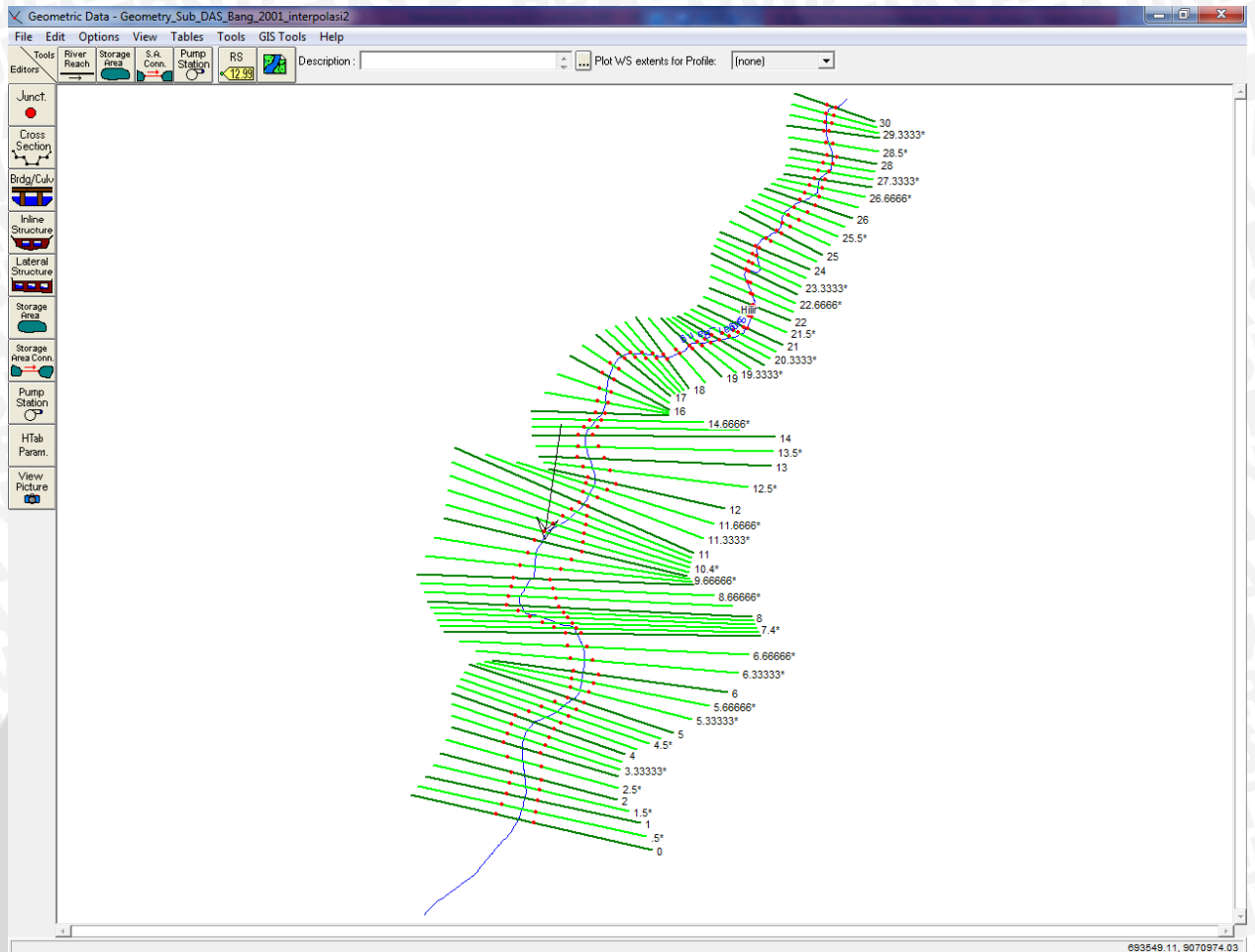
- Data geometri penampang saluran
- Data hidrologi berupa debit banjir maksimum yang bisa terjadi pada sungai.

Berikut ini akan dijelaskan tentang masing – masing data yang dibutuhkan.

1. Data geometri penampang saluran

Data geometri penampang saluran pada *software* HECRAS pada umumnya dibuat melalui penggambaran satu - persatu melalui proses "*edit geometry data*".

Namun dalam studi kali ini, data geometri penampang saluran bisa diperoleh langsung dengan cara memasukkan data dari hasil pembangkitan pada *software* sebelumnya, yaitu berupa data dengan format RAS GIS Import File. Hal yang membedakan hasil dari kedua metode adalah dalam hal penamaan *reach*. Penamaan *reach* pada proses manual bisa sesuai dengan keinginan pengguna, namun pada proses ini penamaan *reach* adalah sesuai default setting *software* Hec-GeoRAS yakni berdasarkan jarak masing – masing penampang melintang diukur dari hilir sungai. Dalam studi ini penamaan *reach* dimulai dari 0 di hilir sampai dengan 30 di hulu, sejumlah 30. Penamaan bisa dirubah sesuai dengan keinginan. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, jarak antar penampang harus rapat. Sehingga dilakukan interpolasi sebesar 50 meteran.



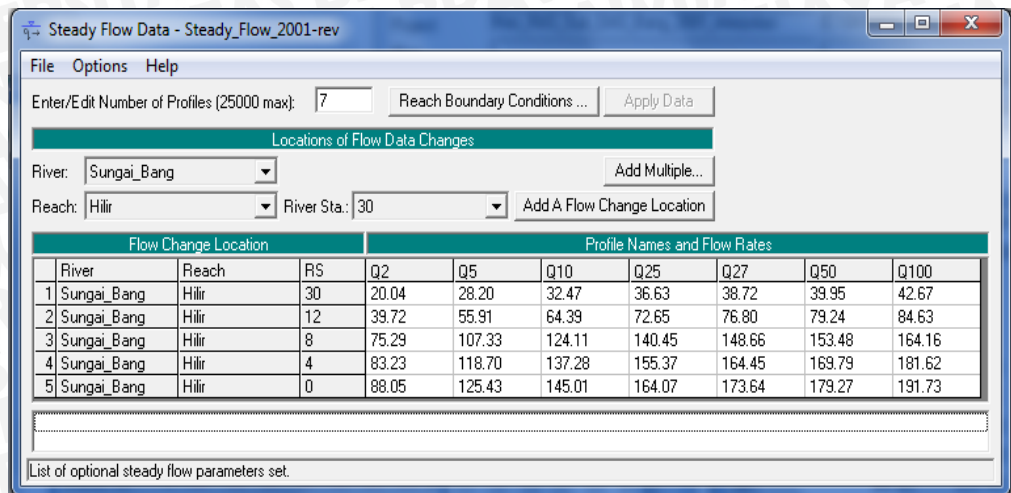
Gambar 4.25. Input Data Geometri Sungai
(sumber:Running software Arcview-GIS dan Hec-Geo RAS)

2. Data Hidrologi

Data hidrologi digunakan sebagai salah satu kondisi batas (Boundary Condition) dalam proses pemodelan tahap RAS. Data – data yang dibutuhkan yaitu:

a. Data debit banjir rancangan

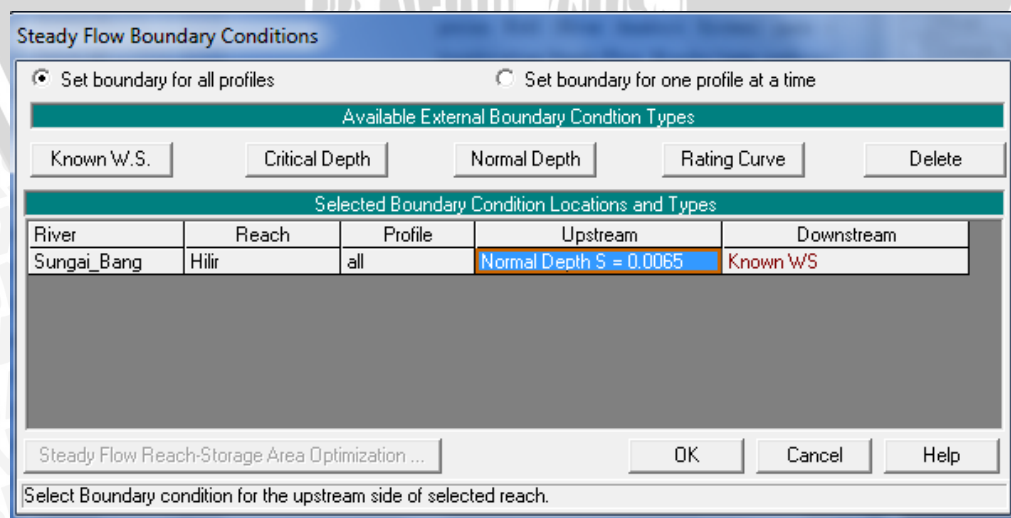
Data debit banjir rancangan diperoleh melalui cara pembangkitan dari data curah hujan harian pada stasiun hujan Sitiarjo selama rentang waktu 10 tahun (2001 – 2010). Hasil perhitungan debit selengkapnya ada pada tabel 4.10. Data debit banjir rancangan ini, nantinya akan digunakan sebagai inflow dalam pengisian salah satu kondisi batas (*Boundary Conditions*) untuk proses RAS (*River Analisis System*) pada *software* HECRAS dengan kondisi aliran *Steady Flow*. Kondisi batas pada proses pemasukan data debit adalah dengan memasukkan debit maksimum yang bisa terjadi pada kala ulang masing – masing banjir rancangan.



Gambar 4.26. Input Data *Steady Flow*
(sumber:Running software Arcview-GIS, Hec-RAS dan Hec-Geo RAS)

b. Data boundary conditions

Data debit banjir rancangan ini, nantinya akan digunakan sebagai inflow dalam pengisian salah satu kondisi batas (Boundary Conditions) untuk proses RAS (River Analysis System) pada software HECRAS dengan kondisi aliran Steady Flow. Kondisi batas pada proses pemasukan data debit adalah dengan memasukkan debit maksimum yang bisa terjadi pada kala ulang masing – masing banjir rancangan. Dan juga pengisian dengan instrument slope sungai. Sedangkan batas hilir input data pasang surut diambil dengan ketinggian maksimum 3,95 m sesuai data yang diperoleh dari hasil penelitian terdahulu.

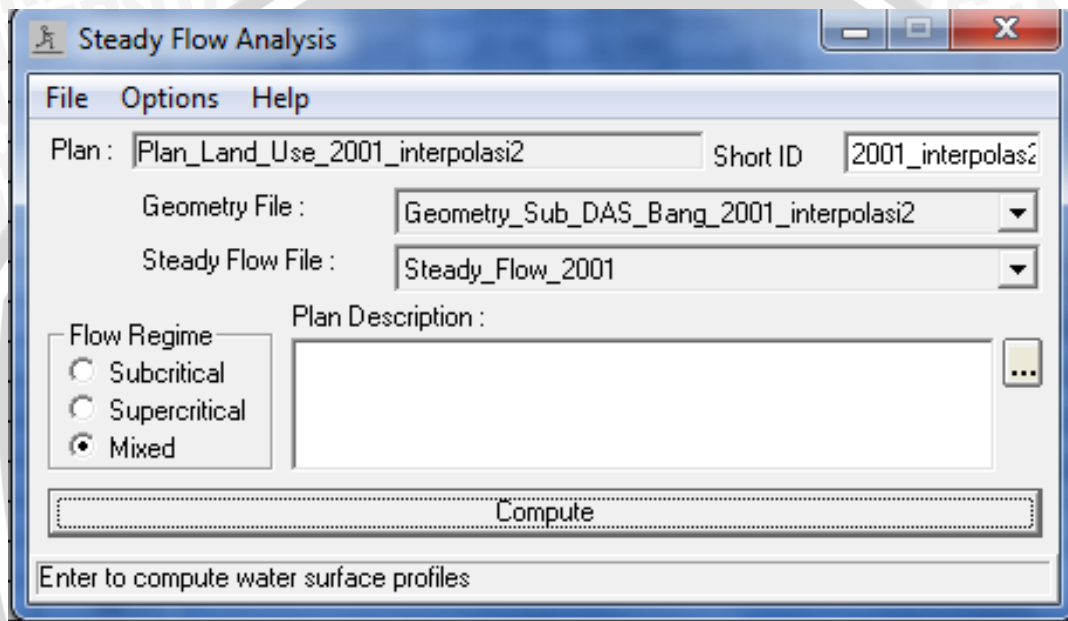


Gambar 4.27. Data Kondisi Batas Pemodelan pada Bagian Hulu Sungai
(sumber:Running software Hec-RAS)

4.18.7. Running Data

Langkah pemodelan selanjutnya adalah Running data. Proses ini bertujuan untuk menghitung aliran yang terjadi setelah semua data untuk boundary conditions telah dimasukkan.

Running data pada *steady flow analysis*, untuk flow regimennya dipilih yang mixed, Running data terdiri dari 2 (dua) macam simulasi perhitungan, sesuai 2 (dua) macam tata guna lahan yang digunakan antara landuse 2001 dan landuse 2010. Berikut ini adalah gambar perintah untuk menghitung analisa banjir yang terjadi.



Gambar 4.28. Perintah perhitungan simulasi *Steady Flow* pada HECRAS (sumber:Running software Hec-RAS)

Setelah semua kondisi batas dimasukkan, dan software telah menghitunghasilnya, akan keluar nilai – nilai aliran seperti pola muka air. Nilai – nilai tersebut yang akan di-export ke dalam bentuk file dengan ekstensi “.RASexport.sdf”. Tahap selanjutnya di dalam proses RAS dan juga merupakan tahapan terakhir adalah tentu saja membuat data export file.

4.18.8. Hasil Running Hec-RAS

Pada studi digunakan acuan debit banjir dengan kala ulang 27 tahun dengan batas hilir berupa pasang tertinggi (elevasi 3,95). Hasil dari pemodelan tersebut adalah sebagai berikut:

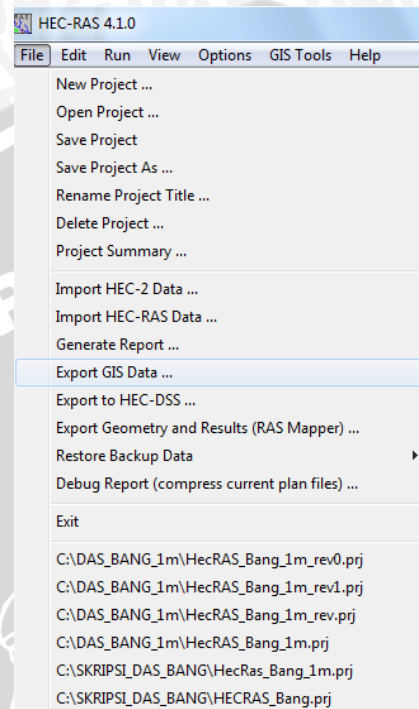
Tabel 4. 55. Hasil Hitungan Hidrolika Kala Ulang 27 Tahun

River Sta	Min Ch El	LOB Elev	W.S. Elev	ROB Elev	Vel Chnl	H Limpasan		Limpasan	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	Kiri (m)	Kanan (m)	Kiri	Kanan
0	2.35	26.32	27.45	26.37	0.03	1.128	1.077	Melimpas	Melimpas
1	2.65	26.44	27.45	26.48	0.04	1.014	0.966	Melimpas	Melimpas
2	2.75	26.55	27.45	26.59	0.05	0.899	0.856	Melimpas	Melimpas
3	3.05	26.59	27.45	26.62	0.06	0.864	0.828	Melimpas	Melimpas
4	3.35	26.62	27.45	26.65	0.11	0.83	0.8	Melimpas	Melimpas
5	4.35	26.77	27.45	26.75	0.74	0.676	0.704	Melimpas	Melimpas
6	5.55	26.93	27.45	26.84	0.59	0.523	0.609	Melimpas	Melimpas
7	6.38	27.04	27.45	26.97	0.42	0.415	0.48	Melimpas	Melimpas
8	7.45	27.14	27.45	27.10	0.38	0.31	0.352	Melimpas	Melimpas
9	8.15	27.25	27.46	27.23	0.27	0.205	0.224	Melimpas	Melimpas
10	8.22	27.48	27.47	27.44	0.27	-	0.03	-	Melimpas
11	8.49	27.71	27.60	27.64	0.51	-	-	-	-
12	9.19	27.94	27.89	27.85	0.79	-	0.043	-	Melimpas
13	9.40	28.16	28.12	28.05	1.3	-	0.066	-	Melimpas
14	9.70	28.47	28.46	28.46	0.64	-	0.005	-	Melimpas
15	10.10	28.79	28.88	28.87	0.57	0.094	0.014	Melimpas	Melimpas
16	10.25	29.10	29.19	29.27	0.1	0.095	-	Melimpas	-
17	10.65	29.47	29.59	29.70	1.16	0.121	-	Melimpas	-
18	10.74	29.83	29.91	30.12	0.39	0.08	-	Melimpas	-
19	11.25	30.20	30.14	30.54	0.63	-	-	-	-
20	13.31	30.48	30.35	30.64	1.53	-	-	-	-
21	15.00	30.75	30.62	30.75	0.95	-	-	-	-
22	16.25	31.03	30.79	30.85	1.14	-	-	-	-
23	17.50	31.30	30.95	30.95	0.9	-	0.004	-	Melimpas
24	18.75	31.58	31.10	31.05	0.82	-	0.045	-	Melimpas
25	18.75	31.69	31.30	31.31	0.33	-	-	-	-
26	20.00	31.81	31.54	31.57	0.42	-	-	-	-
27	21.11	31.93	32.13	31.84	0.85	0.209	0.298	Melimpas	Melimpas
28	21.25	32.15	31.85	31.95	0.28	-	-	-	-
29	22.50	32.38	32.31	32.06	0.68	-	0.253	-	Melimpas
30	22.50	33.15	34.17	33.207	0.22	1.024	0.962	Melimpas	Melimpas

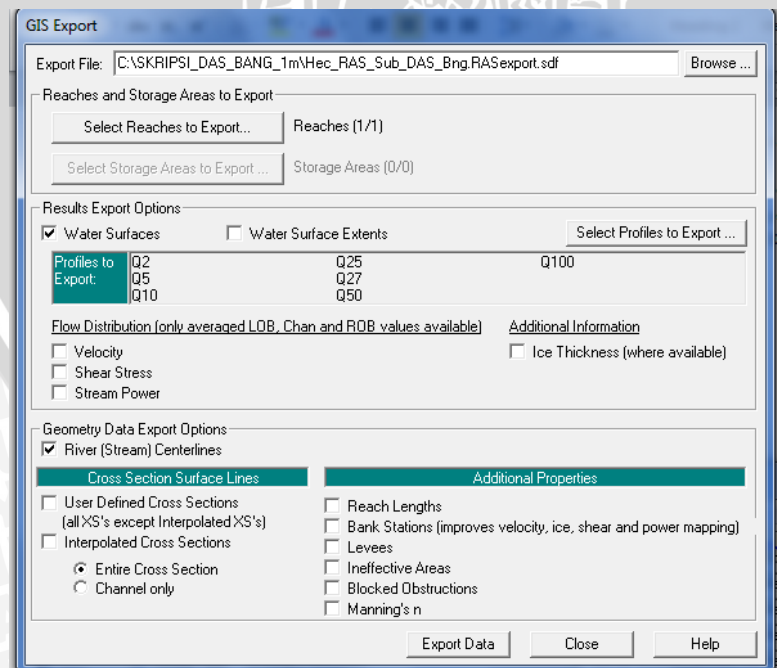
Sumber: Hasil Analisa

4.18.9. Export Data

Data yang sudah berhasil dibangkitkan, selanjutnya akan diekspor ke dalam bentuk RAS GIS Export File untuk selanjutnya digunakan sebagai pembangkitan dalam proses Post-RAS. Berikut ini adalah proses export data kedalam bentuk RAS GIS Export File :



Gambar 4.29. Menu RAS GIS Export File



Gambar 4.30. Proses Pembuatan RAS GIS Export File Post-RAS(Post-River Analisis System), data yang telah ada dalam bentuk RAS

GIS Export File, kemudian dijadikan sebagai data masukan (Input) untuk proses Post-RAS (*Post-River Analysis System*), ada tiga komponen utama dalam proses ini, komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut :

a. Peta Genangan (*Floodplain*)

Peta Genangan (*Floodplain*) menunjukkan sejauh mana muka air banjir pada waktu banjir untuk profil muka air tertentu sekaligus menunjukkan berapa besar nilai luas genangan yang terjadi pada saat banjir kala ulang tertentu.

b. Pola Distribusi Kedalaman Aliran (*Water Depth*)

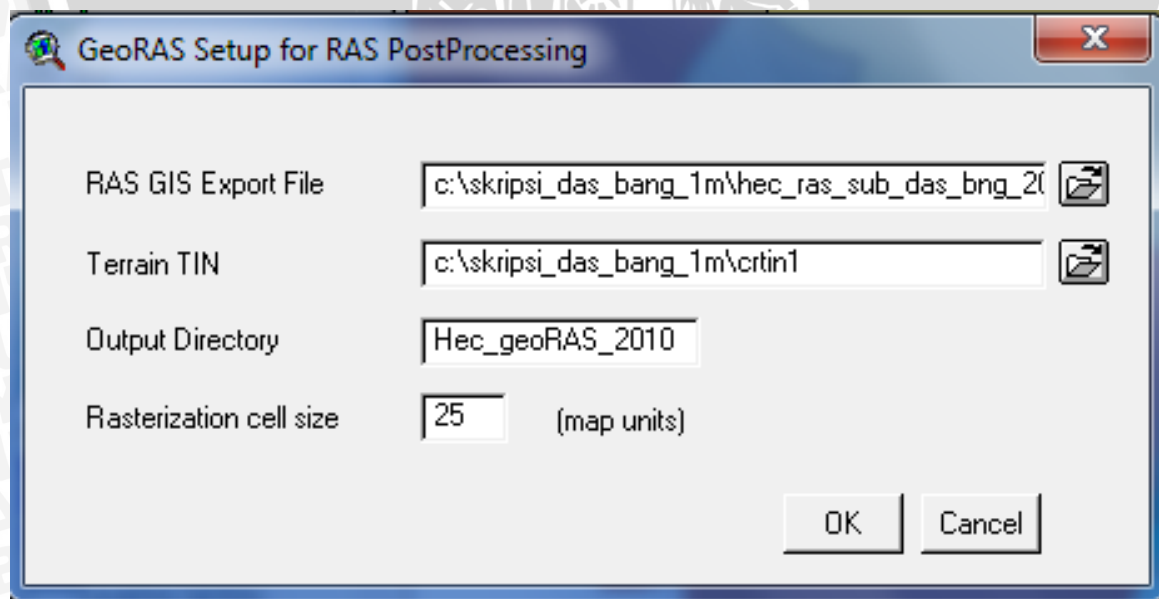
Pola distribusi kedalaman aliran (*Water Depth*) menunjukkan variasi kedalaman air pada bagian tertentu pada area genangan, semakin gelap warnanya, maka menunjukkan semakin besar nilai kedalamannya

Poin selanjutnya akan memperlihatkan hasil pembangkitan terhadap simulasi yang telah dilakukan pada Sub DAS Bang.

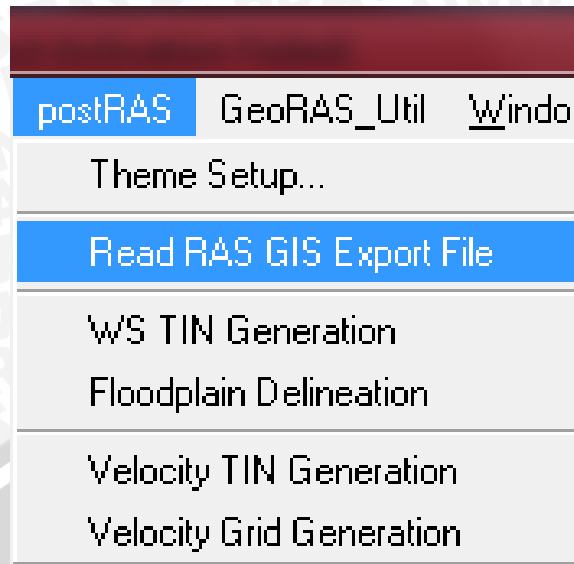
4.19. Hasil Simulasi Pemodelan Studi (Peta Genangan)

4.19.1. Hasil Simulasi Luas dan Kedalaman Genangan pada Sungai Bang Menggunakan Software Hec-Georas 3.1

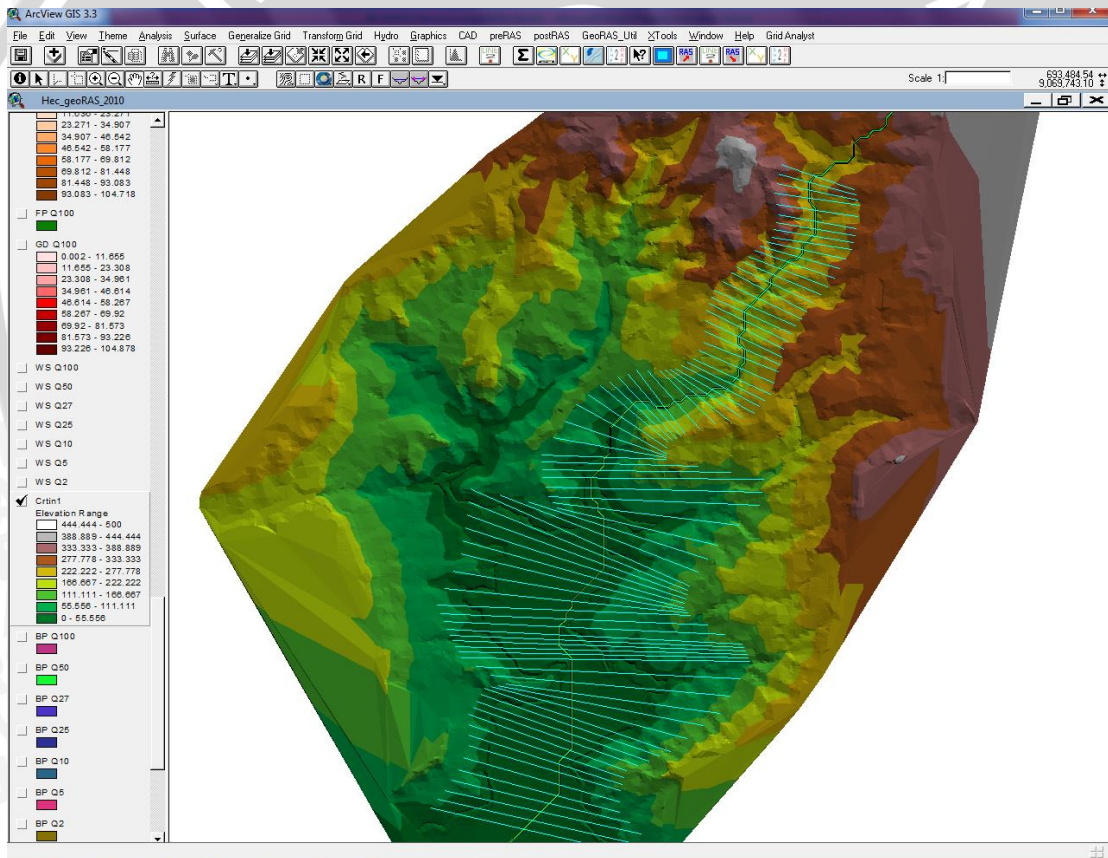
Hasil simulasi yang terjadi telah di-export ke dalam format "RASexport.sdf" akan dibangkitkan melalui proses post RAS pada software ArcView GIS3.3. Perintah yang dilakukan adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 4.31. Pengisian Theme Setup pada menu PostRAS di ArcView GIS 3.3



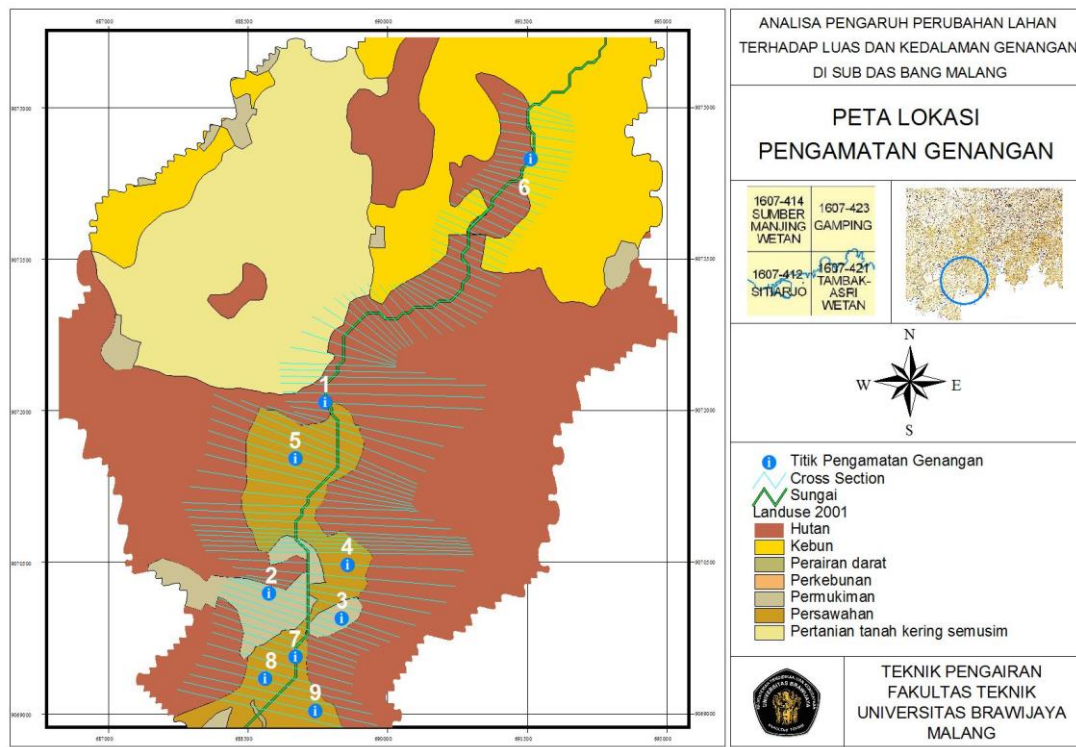
Gambar 4.32. Perintah pembangkitan data PostRAS di ArcView GIS 3.3



Gambar 4.33. Tampilan Persiapan Pembangkitan Data

Gambar diatas menunjukkan beberapa perintah yang berguna sebagai perintah untuk membangkitkan hasil-hasil simulasi yang telah dikerjakan.

Dalam studi ini, juga dilakukan pengamatan pada beberapa titik, berikut lokasi pengamatan untuk melihat kedalaman genangan :



Gambar 4.34. Titik Pengamatan Kedalaman Genangan

Tabel 4. 56. Koordinat Titik Pengamatan Genangan

Titik Pengamatan	Titik Koordinat (UTM)		Keterangan Lahan	
	X	Y	2001	2010
1	689428.03	9072411.50	Hutan	Hutan
2	688956.34	9070807.77	Permukiman	Permukiman
3	689569.54	9070598.88	Permukiman	Permukiman
4	689616.70	9071050.35	Persawahan	Persawahan
5	689178.71	9071939.82	Persawahan	Persawahan
6	691153.06	9074453.23	Kebun	Kebun
7	689178.71	9070275.44	Persawahan	Persawahan
8	688922.65	9070093.50	Persawahan	Permukiman
9	689347.17	9069823.96	Persawahan	Persawahan

Gambar – gambar yang akan ditunjukkan pada halaman berikutnya adalah hasil simulasi yang menunjukkan bagaimana hasil simulasi hidrolis pada Sungai Bang, yaitu untuk:

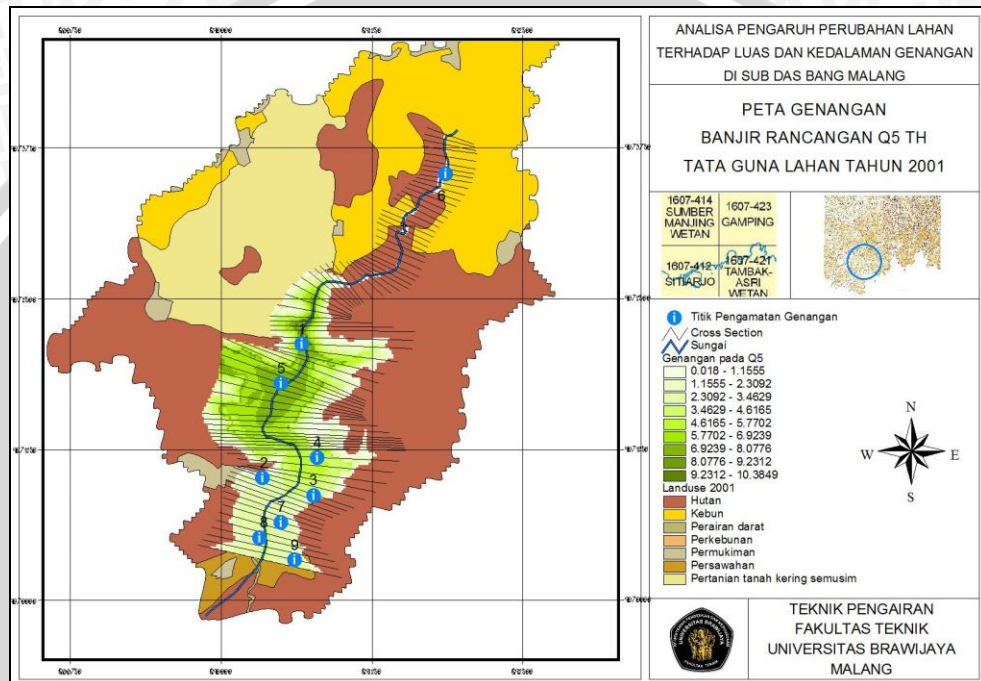
1. Hasil simulasi debit rancangan Q_5 , Q_{10} , Q_{27} dan Q_{50} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001

2. Hasil simulasi debit rancangan Q_5 , Q_{10} , Q_{27} dan Q_{50} tahun dengan tata guna lahan tahun 2010

4.19.2. Hasil Simulasi pada Sungai Bang dengan Tataguna Lahan Tahun 2001

1. Hasil simulasi debit rancangan Q_5

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.35. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_5 dengan Tataguna Lahan Tahun 2001 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses RAS untuk debit rancangan Q_5 tahun dengan tataguna lahan tahun 2001.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_5 tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

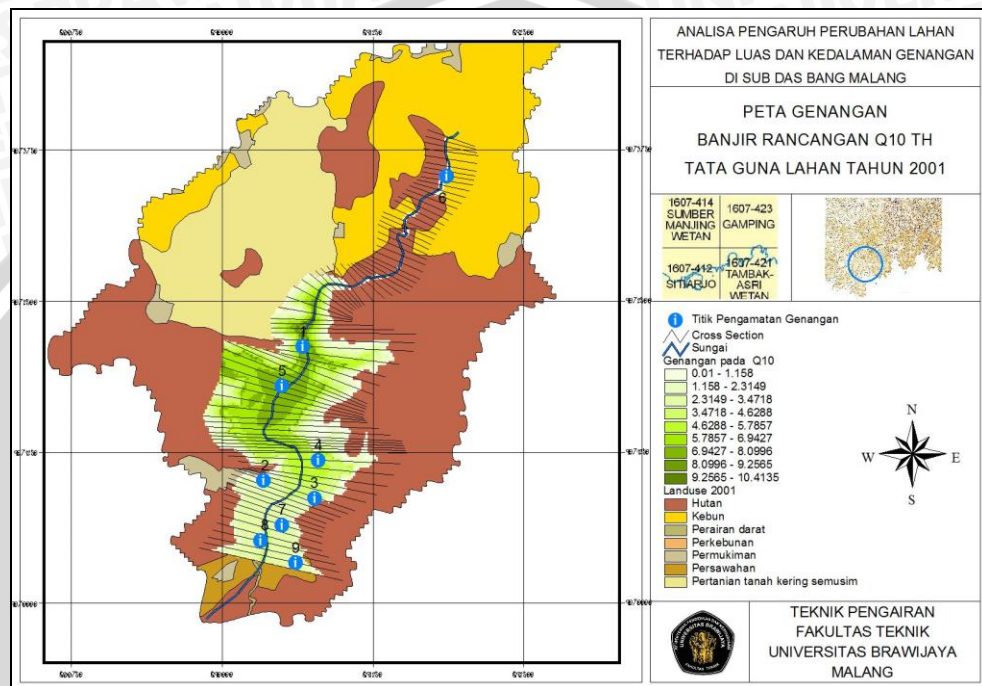
1. Luas genangan banjir = 4177311.44 m^2 atau 4.18 km^2
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.320	1.987	2.682	3.992	7.383	0.080	3.000	3.237	1.902

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_5 tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

2. Hasil simulasi debit rancangan Q_{10}

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.36. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_{10} dengan Tataguna Lahan Tahun 2001 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_{10} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

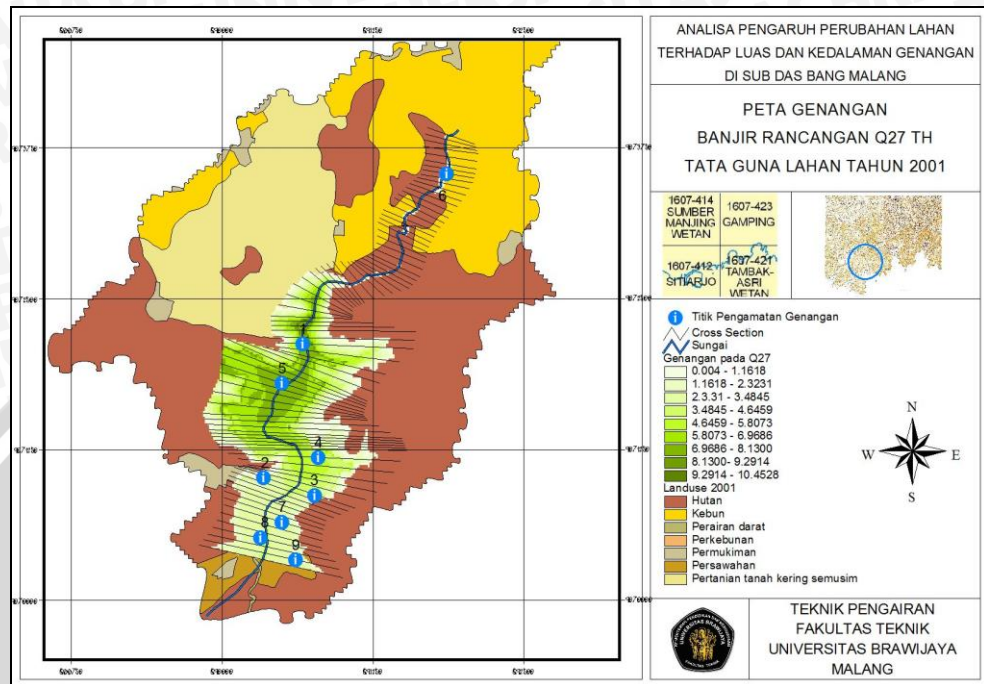
1. Luas genangan banjir = 4190063.49 m^2 atau 4.19 km^2
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.346	2.614	2.691	4.149	7.414	0.089	3.000	3.237	2.243

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_{10} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

3. Hasil simulasi debit rancangan Q_{27}

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.37. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_{27} dengan Tataguna Lahan Tahun 2001 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q_{27} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_{27} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

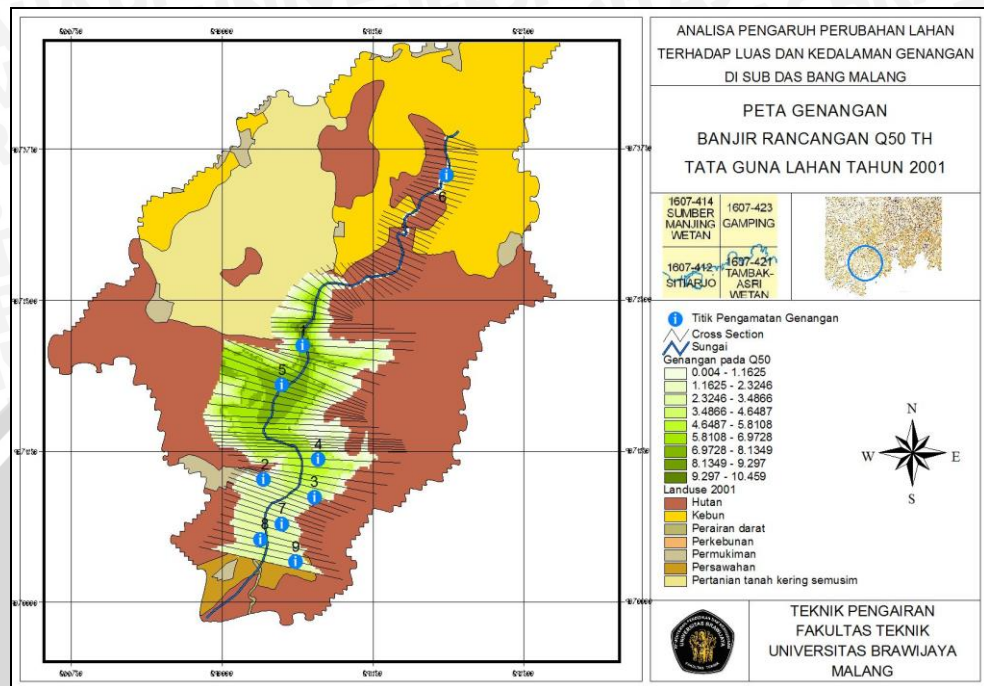
1. Luas genangan banjir = 4197803.33 m^2 atau 4.20 km^2
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.369	2.635	2.720	4.186	7.416	0.102	3.001	3.237	2.351

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_{27} tahun dengan tataguna lahan tahun 2001, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

4. Hasil simulasi debit rancangan Q_{50}

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.38. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_{50} dengan Tatanaga Lahan Tahun 2001 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q_{50} tahun dengan tatanaga lahan tahun 2001.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_{50} tahun dengan tatanaga lahan tahun 2001, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

1. Luas genangan banjir = 4250300.12 m² atau 4.25 km²
2. Kedalaman :

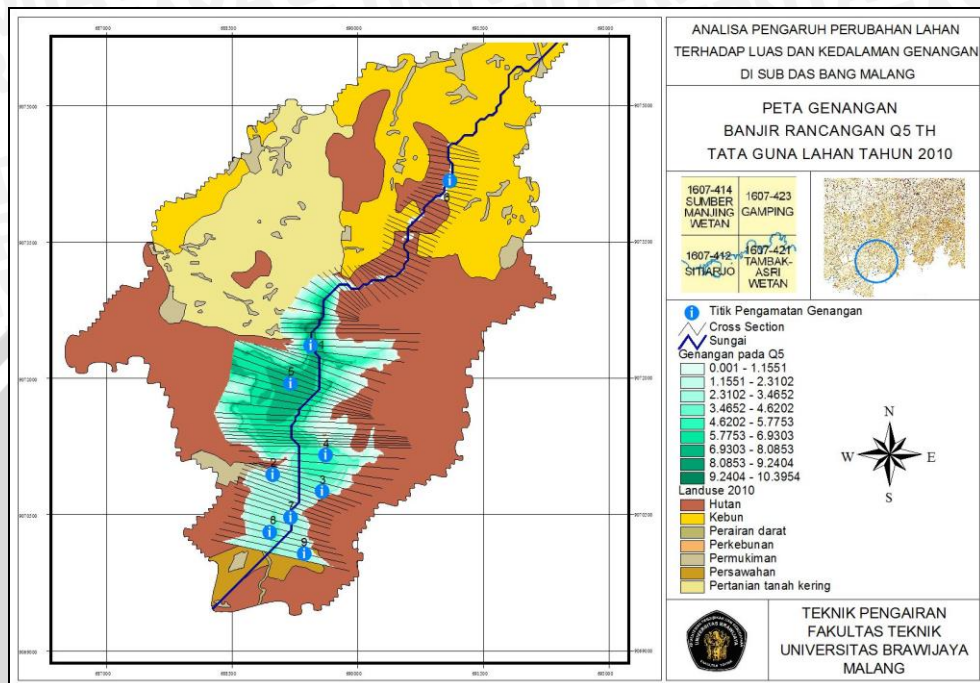
Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.374	2.638	2.723	4.282	7.436	0.104	3.001	3.251	2.450

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_{50} tahun dengan tatanaga lahan tahun 2001, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

4.19.3. Hasil Simulasi pada Sungai Bang dengan tataguna lahan tahun 2010

1. Hasil simulasi debit rancangan Q_5

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.39. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_5 dengan Tataguna Lahan Tahun 2010 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q_5 tahun dengan tataguna lahan tahun 2010.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_5 tahun dengan tataguna lahan tahun 2010, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

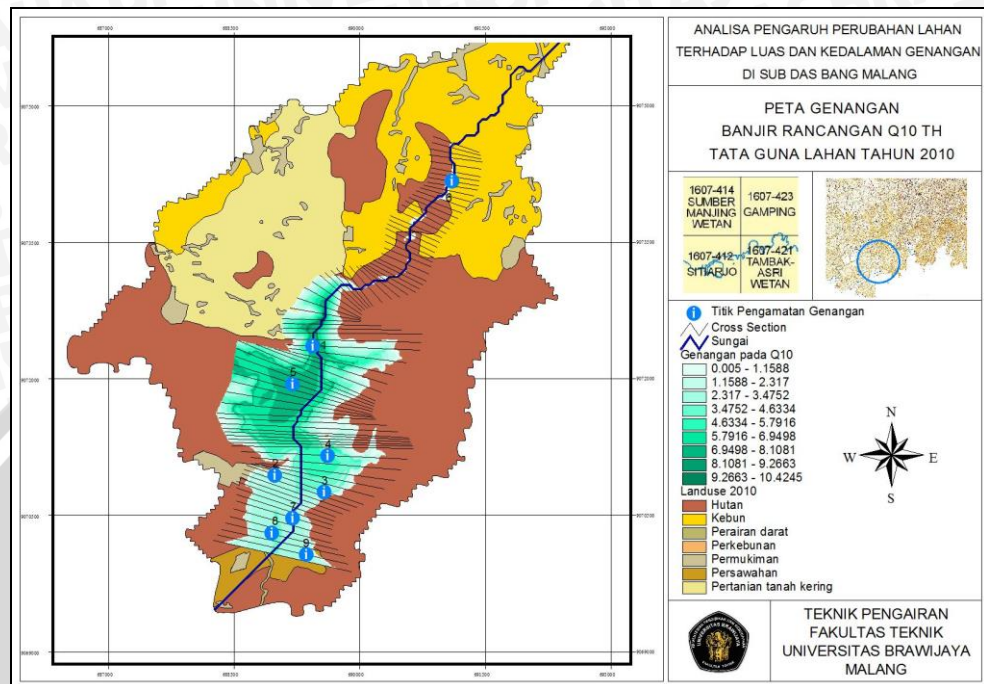
1. Luas genangan banjir = 4191305.05 m² atau 4.19 km²
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.329	2.052	2.685	4.120	7.416	0.108	3.000	3.248	2.186

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_2 tahun dengan tataguna lahan tahun 2010, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

2. Hasil simulasi debit rancangan Q_{10}

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.40. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_{10} dengan Tatanan Lahan Tahun 2010 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q_{10} tahun dengan tatanan lahan tahun 2010.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_{10} tahun dengan tatanan lahan tahun 2010, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

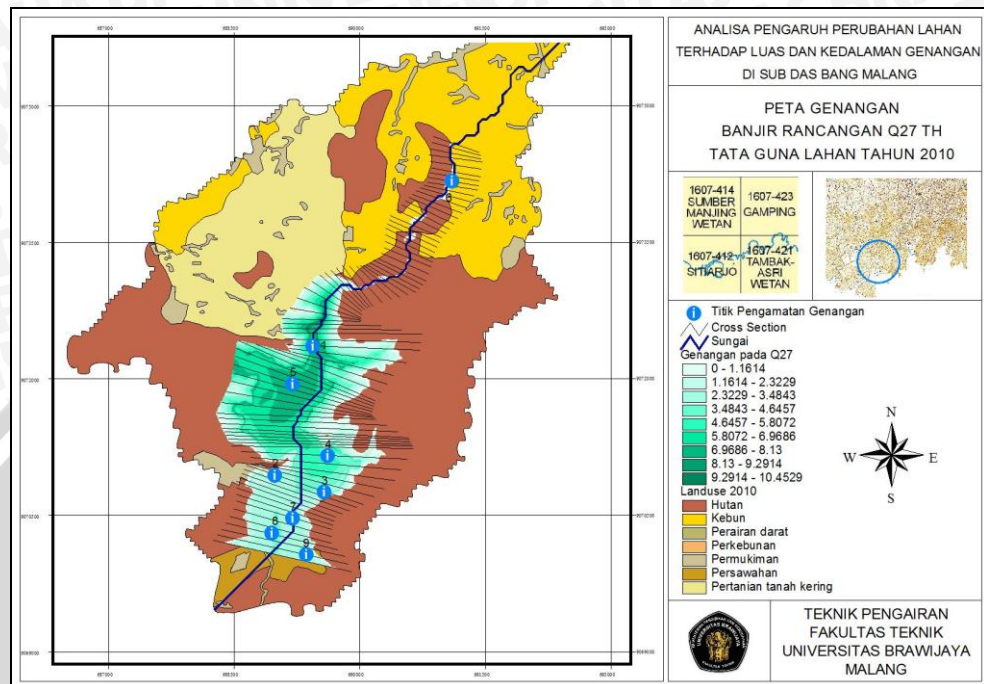
1. Luas genangan banjir = 4198661.72 m² atau 4.20 km²
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.350	3.109	2.695	4.254	7.419	0.135	3.001	3.248	2.350

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_{10} tahun dengan tatanan lahan tahun 2010, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

3. Hasil simulasi debit rancangan Q₂₇

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.41. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q₂₇ dengan Tatanan Lahan Tahun 2010 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q₂₇ tahun dengan tatanan lahan tahun 2010.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q₂₇ tahun dengan tatanan lahan tahun 2010, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

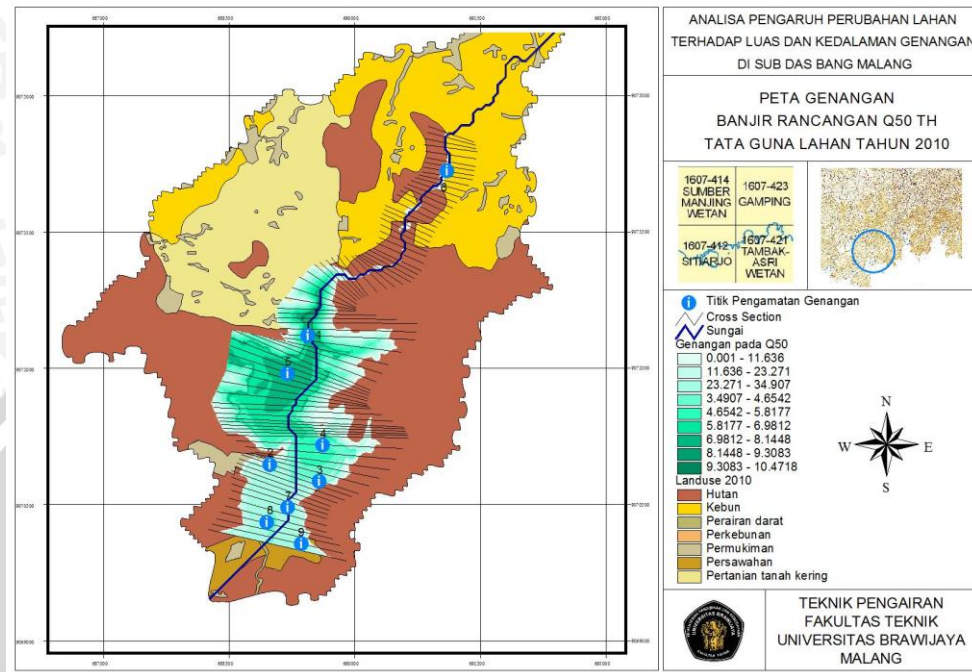
1. Luas genangan banjir = 4207788.32 m² atau 4.21 km²
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.370	3.245	2.736	4.394	7.428	0.155	3.001	3.249	2.450

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q₂₇ tahun dengan tatanan lahan tahun 2010, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

4. Hasil simulasi debit rancangan Q_{50}

Gambar Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan data pembangkitan dari hasil simulasi software HECRAS pada proses RAS.



Gambar 4.42. Output Hasil Simulasi Kedalaman Genangan Q_{50} dengan Tataguna Lahan Tahun 2010 (sumber: hasil running Hec-Georas 3.1)

Gambar di atas menunjukkan proses *postRAS* tentang bagaimana keadaan *Output* hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya yaitu proses *RAS* untuk debit rancangan Q_{50} tahun dengan tataguna lahan tahun 2010.

Dari perhitungan hasil simulasi, diketahui bahwa pada simulasi debit banjir rancangan Q_{50} tahun dengan tataguna lahan tahun 2010, didapatkan besar nilai luas genangan dan kedalaman aliran banjir sebagai berikut ini :

1. Luas genangan banjir = 4290350.65 m² atau 4.29 km²
2. Kedalaman :

Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman (m)	7.384	3.552	2.820	4.579	7.437	0.156	3.001	3.255	2.499

Gambar lebih detail tentang peta genangan banjir untuk debit rancangan Q_{50} tahun dengan tataguna lahan tahun 2010, akan disampaikan pada lampiran peta hasil simulasi.

4.19.4. Rekapitulasi Hasil Simulasi Menggunakan Software Hec-Georas 3.1

Dari data hasil simulasi di atas, maka diperoleh suatu hubungan debit banjir rancangan pada patok 0, dengan luas genangan dan kedalaman genangan di Sungai Bang yang secara keseluruhan disajikan didalam tabel berikut ini:

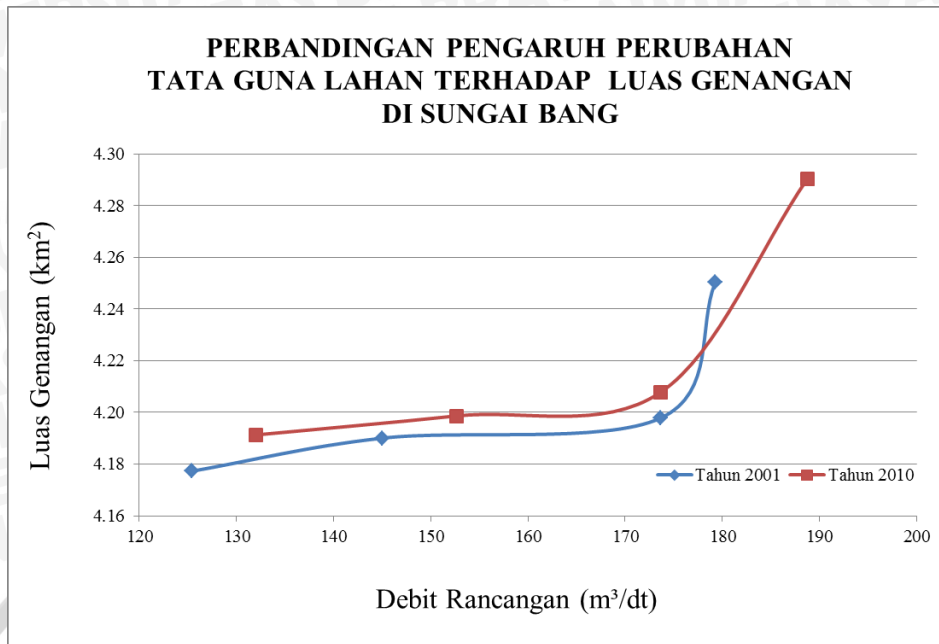
Tabel 4. 57. Hasil rekapitulasi situasi banjir di Sungai Bang dengan tataguna lahan tahun 2001

No	Debit Kala Ulang	Debit (Q)	Luas Genangan (A)	Rata-rata Kedalaman Genangan (H)
	(tahun)	(m ³ /dt)	(km ²)	(m)
1	Q ₅	125.43	4.18	3.509
2	Q ₁₀	145.01	4.19	3.643
3	Q ₂₇	173.64	4.20	3.669
4	Q ₅₀	179.27	4.25	3.695

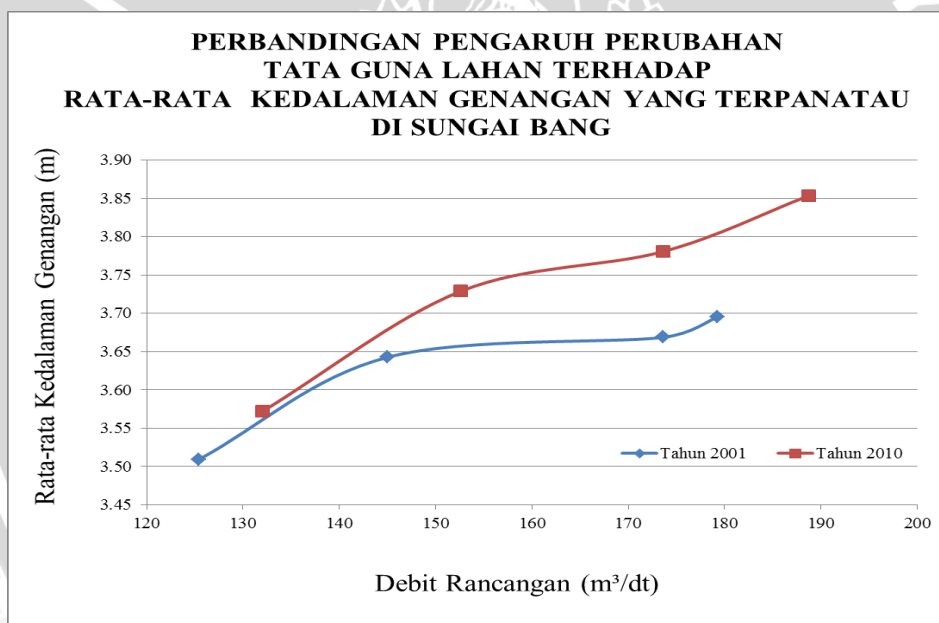
Tabel 4. 58. Hasil rekapitulasi situasi banjir di Sungai Bang dengan tataguna lahan tahun 2010

No	Debit Kala Ulang	Debit (Q)	Luas Genangan (A)	Rata-rata Kedalaman Genangan (H)
	(tahun)	(m ³ /dt)	(km ²)	(m)
1	Q ₅	131.99	4.19	3.572
2	Q ₁₀	152.62	4.20	3.729
3	Q ₂₇	173.64	4.21	3.781
4	Q ₅₀	188.73	4.29	3.854

Tabel di atas menunjukkan perbandingan luas genangan, kecepatan aliran dan kedalaman genangan maksimal yang ada setelah dilakukan simulasi pada software HECRAS dan dibangkitkan melalui proses postRAS di software Arcview GIS. Hubungan yang terjadi disajikan di dalam ke dalam gambar 4.38 dan 4.39.



Gambar 4.43. Grafik perbandingan perubahan tataguna lahan terhadap luas genangan



Gambar 4.44. Grafik perbandingan pengaruh perubahan tataguna lahan terhadap kedalaman maksimal

Dari grafik-grafik di atas dapat dilihat kenaikan luas genangan dari perubahan tata guna lahan tahun 2001 sampai dengan tahun 2010 sebesar 0,4 %. Sedangkan perubahan kedalaman genangan pada titik pengamatan, juga terjadi peningkatan sebesar 0,5%. Persentase perubahan ini tergolong kecil, melihat perubahan tata guna lahan di daerah studi juga sangat kecil, hal tersebut ditunjukkan dari perubahan koefisien pengaliran sebesar 4% saja, dan daerah tersebut merupakan daerah yang kurang berkembang.

Contents

4.1.	Analisis Hidrologi.....	82
4.2.	Daerah Aliran Sungai (DAS).....	82
4.3.	Kondisi Klimatologi	83
4.4.	Ketersediaan Data Hujan	83
4.5.	Pemeriksaan Data di Luar Ambang Batas (Outlier)	84
4.6.	Uji Konsistensi	85
4.7.	Curah Hujan Maksimum.....	90
4.8.	Analisa Frekuensi	91
4.9.	Uji Kesesuaian Distribusi	95
4.10.	Curah Hujan Historis	100
4.11.	Koefisien Limpasan.....	100
4.12.	Intensitas Hujan	102
4.13.	Distribusi Hujan.....	103
4.14.	Aliran Dasar.....	105
4.15.	Hidrograf Satuan.....	105
4.16.	Hidrograf Banjir	111
4.17.	Pasang Surut	121
4.18.	Pemodelan Studi	123
4.18.1.	Pre – RAS (Pre – River Analisis System)	126
4.18.2.	Pembangkitan Kondisi Batas (<i>Boundary Conditions</i>) Alur Sungai	128
4.18.3.	Menentukan Kondisi Batas Sungai	128
4.18.4.	Pembuatan Detail Penampang Sungai	129
4.18.5.	Membangkitkan data RAS GIS Import File	134
4.18.6.	RAS (River Analisis System)	136
4.18.7.	Running Data	139
4.18.8.	Hasil Running Hec-RAS	139
4.18.9.	Export Data	141
4.19.	Hasil Simulasi Pemodelan Studi (Peta Genangan)	142
4.19.1.	Hasil Simulasi Luas dan Kedalaman Genangan pada Sungai Bang Menggunakan Software Hec-Georas 3.1	142
4.19.2.	Hasil Simulasi pada Sungai Bang dengan Tataguna Lahan Tahun 2001	145
4.19.3.	Hasil Simulasi pada Sungai Bang dengan tataguna lahan tahun 2010	149
4.19.4.	Rekapitulasi Hasil Simulasi Menggunakan Software Hec-Georas 3.1	153

