

STUDI KAPASITAS SUNGAI RIAM KIWA MENGGUNAKAN HEC-RAS 4.1.0

M. Azhari Noor dan Budi Utomo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Abstrak

Kalimantan Selatan tidak luput dengan bencana banjir. Salah satu sungai yang mengakibatkan banjir adalah Sungai Riam Kiwa. Daerah yang menjadi langganan banjir tersebut setiap tahun adalah Kecamatan Astambul. Penelitian ini akan membahas tentang kapasitas Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul dibantu dengan software HEC-RAS 4.1.0.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian lapangan yang dilakukan di sepanjang Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul, sehingga didapatkan data geometri Sungai Riam Kiwa yang ditinjau. Data tersebut kemudian dikombinasikan dengan data hidrologi sehingga dapat dilakukan analisis hidrologi dan hidraulika.

Hasil penelitian yang didapat adalah debit banjir rencana Sungai Riam Kiwa bervariasi untuk berbagai periode waktu. Debit banjir rencana meningkat dari kala ulang 2 tahun hingga debit banjir rencana kala ulang 100 tahun. Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul tidak mampu menampung karena kapasitas sungai tidak sebanding dengan debit banjir yang masuk. Salah satu upaya pengendalian banjir di Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul adalah dengan membangun tanggul. Tanggul yang diperlukan bervariasi untuk setiap debit banjir dengan variasi kala ulang dengan tanggul maksimal 11,0 m. Tinggi tanggul meningkat seiring dengan peningkatan debit banjir rencana.

Kata Kunci: Sungai Riam Kiwa, Kapasitas, HEC-RAS 4.1.0

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adapun yang menjadi latar belakang masalah yang akan dibahas adalah hampir di setiap daerah di Indonesia mengalami bencana banjir setiap musim penghujan. Umumnya penyebab utama banjir adalah kerusakan ekosistem lingkungan di daerah aliran sungai (DAS). Kerusakan ekosistem lingkungan yang dimaksud berupa rusaknya daerah resapan air sehingga memperbesar koefisien aliran permukaan. Penyebab banjir juga diperparah akibat cuaca ekstrem yang menyebabkan intensitas hujan di atas normal. Intensitas hujan yang bertambah besar menyebabkan bertambahnya debit aliran.

Kalimantan Selatan tidak luput dengan bencana banjir. Salah satu sungai yang mengakibatkan banjir adalah Sungai Riam Kiwa. Banjir akibat luapan Sungai Riam Kiwa sering terjadi pada daerah Kabupaten Banjar. Dari sumber berbagai media massa dan informasi masyarakat, titik lokasi di aliran Sungai Riam Kiwa yang perlu mendapatkan prioritas penanganan perbaikan sungai adalah Ruas Astambul Kota. Pada lokasi ini, banjir mengancam pemukiman warga dan lahan pertanian yang berada di sepanjang aliran Sungai Riam Kiwa.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

- a. Berapakah besar debit banjir rencana Sungai Riam Kiwa untuk berbagai periode waktu?
- b. Berapakah besar kapasitas Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul Kota dalam menampung debit banjir yang lewat untuk berbagai periode waktu?
- c. Bagaimana pemecahan masalah banjir yang terjadi?

2. STUDI PUSTAKA

Studi pustaka mengambil referensi dari penelitian-penelitian dari penulis lainnya. Referensi tersebut ditekankan yang mempunyai hubungan dengan penelitian yang dibahas. Berikut adalah referensi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penelitian mengenai kajian awal banjir Kabupaten Banjar. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui curah hujan rencana, mengetahui besarnya debit banjir dengan analisa hidrograf satuan sintetik, dan mengetahui daerah rawan banjir. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk dapat memberikan solusi nyata bagi pemerintah daerah Kabupaten Banjar sehingga dapat digunakan sebagai acuan dan pedoman bagi pemerintah Kabupaten Banjar untuk memberikan solusi masalah banjir yang terjadi di Kabupaten Banjar (Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, 2011).

Survey Investigasi dan Desain (SID) Pengendalian Banjir Sungai Riam Kanan dan Sungai Riam Kiwa yang mempunyai tujuan untuk mengetahui besarnya debit air, kapasitas, dan kemampuan sungai dalam menampung debit banjir di musim penghujan, kemudian dilakukan pola pengaturan dan pengamanannya; mengamankan daerah rawan banjir terhadap genangan dan membuat rencana pengamanan morfologi sungai dari kerusakan banjir; mendapatkan suatu solusi penanganan erosi tebing akibat aliran sungai sehingga dapat mengamankan prasarana jalan dan daerah pemukiman penduduk serta daerah pertanian dan perkebunan yang ada di sepanjang daerah aliran Sungai Riam Kanan dan Sungai Riam Kiwa (Balai Wilayah Sungai Kalimantan II, 2010).

SID Sungai Martapura di Kabupaten Banjar yang bermaksud untuk melakukan studi investigasi untuk menyusun dan membuat perencanaan teknis pengendalian banjir yang sering terjadi di Kota Martapura yang diakibatkan oleh luapan Sungai Martapura yang dapat dijadikan salah satu bentuk cara pengendalian banjir bagi kota-kota lain di Kalimantan Selatan. Hasil penelitian tersebut dapat digunakan sebagai panduan pelaksanaan fisik maupun anggaran biaya untuk mengatasi permasalahan banjir pada Sungai Martapura dengan membangun tanggul banjir yang dilengkapi dengan pintu air dan pompa air sehingga membentuk polder untuk memperluas areal yang dapat digunakan untuk perluasan kota Martapura dan kota Banjarbaru (Kementerian Riset dan Teknologi, 2012).

Penelitian mengenai Kajian Penyusunan *Masterplan* Banjir dan Pengelolaannya di Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. Tujuan dari penelitian adalah untuk, mengetahui curah hujan rencana, mengetahui besarnya debit banjir dengan analisa hidrograf satuan sintetik, dan mengetahui daerah rawan banjir. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk dapat memberikan solusi nyata bagi pemerintah daerah Kabupaten Banjar sehingga dapat digunakan sebagai acuan dan pedoman bagi pemerintah Kabupaten Banjar untuk memberikan solusi masalah banjir yang terjadi di Kabupaten Banjar (Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, 2013).

Jurnal ilmiah yang berjudul “Kajian Kapasitas Sungai Logawa Dalam Menampung Debit Banjir Menggunakan Program HEC-RAS”. Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengetahui kapasitas Sungai Logawa dalam menampung debit banjir yang lewat untuk berbagai periode ulang, sehingga dapat diketahui daerah rawan banjir di sepanjang Sungai Logawa. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk sebagai masukan kepada masyarakat untuk waspada terhadap bahaya banjir yang sewaktu-waktu dapat mengancam kehidupannya dan juga sebagai masukan kepada instansi terkait untuk keperluan pemetaan daerah rawan banjir yang terkini (*up to date*) di daerah Purwokerto dan sekitarnya serta langkah-langkah teknis pengendalian banjir (Suroso, 2006).

Jurnal ilmiah yang berjudul “Analisis Kapasitas Tampung Sistem Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir Wilayah Drainase Semarang Barat”. Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk menganalisis dimensi penampang sistem Kali Beringin Kota Semarang yang bisa menampung dan mengalirkan debit banjir *existing*. Hasil penelitian tersebut digunakan sebagai bahan kajian bagi petugas, dinas instansi khususnya DPU Pengairan dalam menganalisis dimensi penampang sistem drainase Kali Beringin Kota Semarang sehingga resiko akibat banjir dapat dikurangi (Sucipto dan Agung Sutarto, 2007).

Jurnal ilmiah yang berjudul “Kajian Penanganan Bencana Banjir Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan”. Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk melakukan kajian penanganan banjir yang terjadi pada Sungai Saddang di Kecamatan Patampanua dengan melakukan simulasi penanganan banjir sehingga dapat meminimalisasi genangan banjir yang terjadi. Hasil penelitian tersebut digunakan sebagai memberikan rekomendasi penanganan teknis berupa usulan/konsep penanganan masalah banjir pada Sungai Saddang (Rahmawati, 2010).

Jurnal ilmiah yang berjudul “Sebaran Kawasan Rawan Banjir Kecamatan Sejangkung Kabupaten Sambas dan Alternatif Penanganannya”. Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk mendapatkan data sebaran kawasan rawan banjir di wilayah Kecamatan Sejangkung. Hasil penelitian tersebut digunakan sebagai rekomendasi alternatif penanganan banjir di wilayah Kecamatan Sejangkung (Nirmala, 2010).

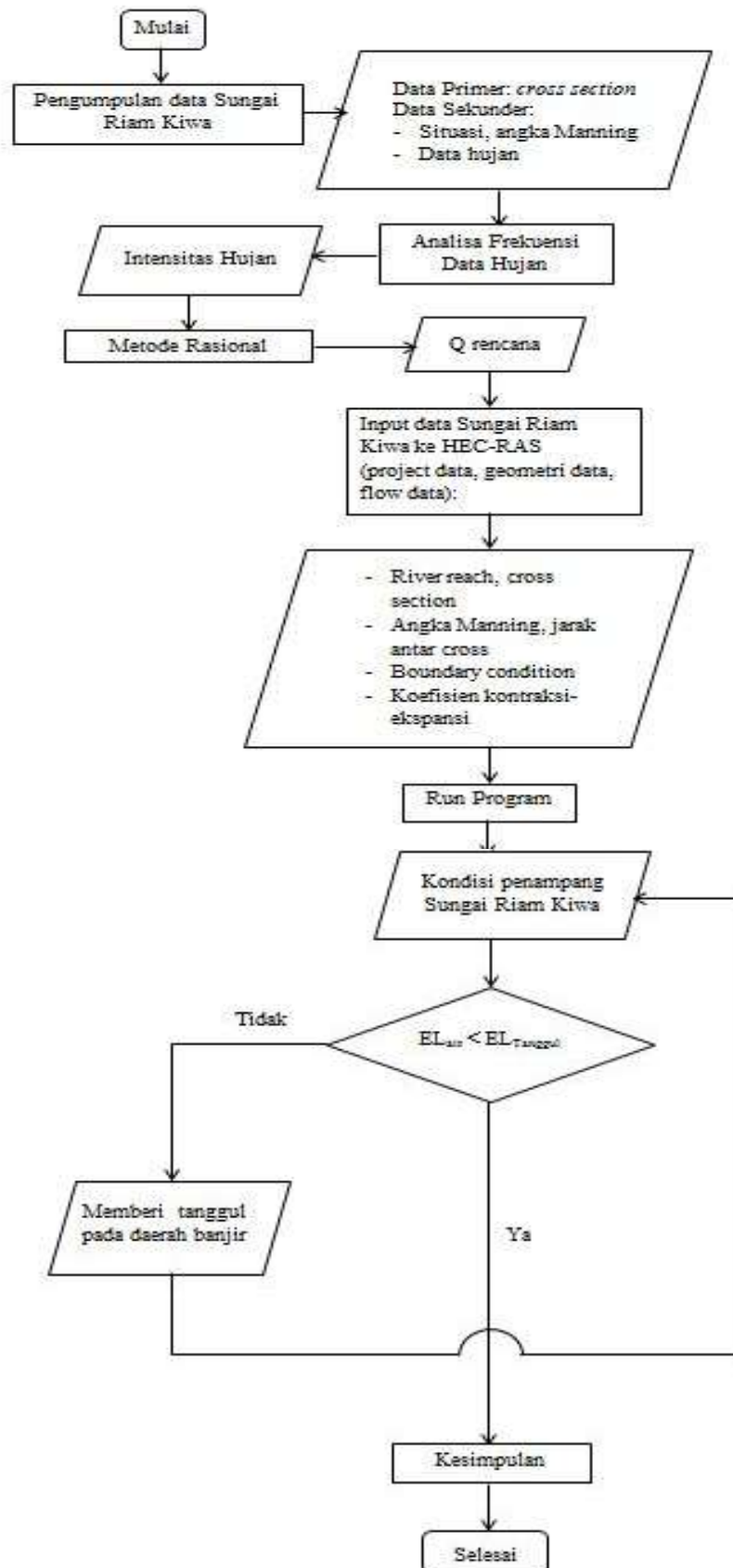
3. METODOLOGI

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dimulai dengan mendapatkan data primer yang didapat melalui pengukuran langsung oleh peneliti menggunakan perangkat *echo sounding*. Data yang didapat dari pengukuran menggunakan *echo sounding* adalah data *cross section* ruas sungai yang menjadi titik penelitian. Selain mengumpulkan data primer, penelitian ini memerlukan data sekunder yang meliputi: peta situasi, angka Manning, dan data hujan. Data sekunder tersebut didapat dari hasil penelitian dan instansi terkait.

Setelah data terkumpul kemudian barulah dilakukan analisis frekuensi pada data hujan dan dilanjutkan dengan menggunakan metode rasional untuk mendapatkan debit banjir rencana untuk setiap kala ulang yang telah ditentukan. Debit banjir rencana tersebut kemudian dimasukkan ke dalam program HEC-RAS bersama dengan data *river reach*, *cross section*, angka Manning, jarak antar *cross*, *boundary condition*, dan koefisien kontraksi-ekspansi. Hasil *running* HEC-RAS akan menunjukkan profil melintang sungai yang memperlihatkan tinggi muka air sungai untuk setiap debit banjir rencana pada kala ulang tertentu.

Tahap akhir yang akan dilakukan adalah membandingkan elevasi muka air sungai dengan elevasi tanggul yang ada di tepian sungai. Jika elevasi muka air sungai lebih besar dari elevasi tanggul maka perlu dilakukan peninggian tanggul agar air sungai tidak melimpas ke daerah pinggiran sungai. Metode pada penelitian ini dapat digambarkan pada diagram alir dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat Penelitian

Adapun alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Perangkat *Echo Sounding*
2. GPS
3. Perangkat komputer
4. Program *Garmin Homeport*
5. Program *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*
6. Program komputer HEC RAS versi 4.1.0

3.3 Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

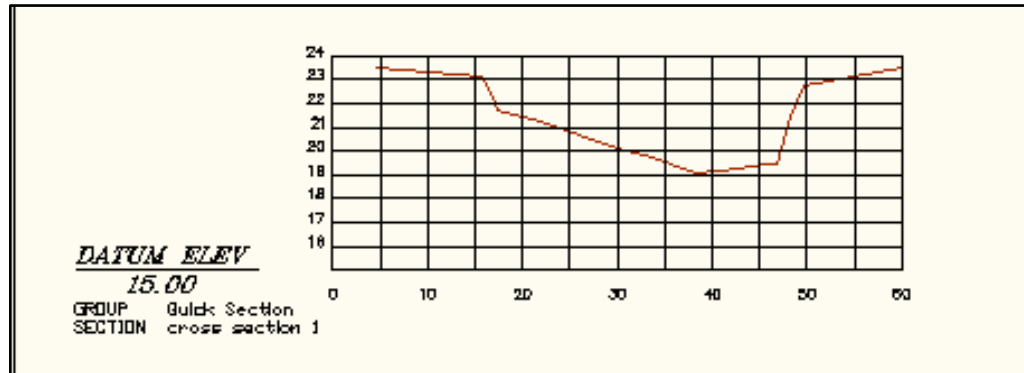
3.3.1 Pengumpulan data primer

Proses pengumpulan data yaitu dengan langsung melakukan pengukuran cross section menggunakan peralatan *echo sounding*. Data dari alat tersebut digunakan menggunakan program *Garmin Homeport*. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Echo Sounding* (disalin sebagian).

No	X	Y	Z	Des
1	267004	9626046	3,5	1
2	267008	9626046	3,5	2
3	267004	9626043	3,5	3
4	266997	9626047	3,5	4
5	266985	9626051	3,5	5
6	266964	9626064	3,5	6
7	266937	9626066	3,5	7
8	266874	9626052	3,5	8
9	266861	9626048	3,5	9
10	266805	9626041	3,5	10

Data yang didapat tersebut kemudian dilakukan penggambarannya menggunakan program *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*. Hasil penggambaran tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Penggambaran Penampang Sungai.

3.3.2 Pengumpulan data sekunder

Proses pengumpulan data yaitu dengan mencari data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian. Data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini berupa data sekunder, yaitu: peta situasi, data hujan, dan angka Manning yang disesuaikan dengan kondisi Sungai Riam Kiwa.

Peta situasi yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari peta sungai keluaran Bakosurtanal.

Data curah hujan harian didapat dari Dinas Pertanian Kabupaten Banjar. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Harian dari Stasiun Hujan yang Bersangkutan (disalin sebagian).

	Tanggal	Danau Salak	Mataraman	Pengaron	Simpang Empat
JANUARI	1		25,00	25,00	
	2		12,00		
	3		22,00	17,00	
	4		0,00		
	5		10,00	0,00	
	6				
	7		30,00	7,00	
	8		0,00	0,00	
	9		6,00	16,00	
	10		15,00	19,00	
	11				
	12				16,00
	13		14,00	6,00	15,00
	14		0,00		9,00
	15		0,00	2,00	
	16			0,00	
	17		0,00		7,00
	18		22,50	10,00	
	19				
	20		20,00		
	21		0,00		
	22		6,00		
	23				
	24		0,00	17,00	
	25				4,00
	26		9,00	9,00	
	27			7,00	7,00
	28		0,00		14,00
	29		16,00	15,00	7,00
	30		0,00	20,00	19,00
	31		21,00	25,00	33,00

Koefisien Manning yang digunakan pada penelitian ini mengambil dari *Manual Reference* program HEC-RAS 4.1.0. Koefisien Manning ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Koefisien Manning (disalin sebagian).

Tipe Saluran dan Deskripsi	Minimum	Normal	Maksimum
A. Saluran Alam			
1. Saluran Utama			
a. Bersih, lurus, terisi penuh, tanpa rekahan atau ceruk dalam	0,025	0,030	0,033
b. Sama seperti di atas, tapi banyak batuan dan tanaman	0,030	0,035	0,040
c. Bersih, berkelok-kelok, beberapa ceruk dan tebing	0,033	0,040	0,045
d. Sama seperti di atas, tapi dengan beberapa tanaman pengganggu dan batuan	0,035	0,045	0,050
e. Sama seperti di atas, tidak terisi penuh, banyak kemiringan dan penampang yang kurang efektif	0,040	0,048	0,055
f. Sama dengan poin "d" tapi lebih banyak batuan	0,045	0,050	0,060
g. Tenang pada bagian lurus, tanaman, ceruk dalam	0,050	0,070	0,080
h. Banyak tanaman pengganggu, ceruk dalam atau jalan air penuh dengan kayu dan ranting	0,070	0,100	0,150
2. Dataran Banjir			
a. Padang rumput tanpa belukar			
1. Rumput pendek	0,025	0,030	0,035
2. Rumput tinggi	0,030	0,035	0,050
b. Daerah pertanian			
1. Tanpa tanaman	0,020	0,030	0,040
2. Tanaman dibariskan	0,025	0,035	0,045
3. Tanaman tidak dibariskan	0,030	0,040	0,050
c. Belukar			
1. Belukar terpecah, banyak tanaman	0,035	0,050	0,070
2. Belukar jarang dan pohon, musim dingin	0,035	0,050	0,060
3. Belukar jarang dan pohon, musim panas	0,040	0,060	0,080
4. Belukar sedang sampai rapat, musim dingin	0,045	0,070	0,110
5. Belukar sedang sampai rapat, musim panas	0,070	0,100	0,160
d. Pepohonan			
1. Lahan bersih dengan tunggul kayu, tanpa tunas	0,030	0,040	0,050
2. Sama seperti di atas, tapi dengan tunas yang rimbun	0,050	0,060	0,080
3. Batang kayu yang rimbun, sedikit pohon tumbang, sedikit cabang, aliran di bawah ranting	0,080	0,100	0,120
4. Sama seperti di atas, tapi aliran sampai ranting	0,100	0,120	0,160
5. Willow lebat, musim panas, lurus	0,110	0,150	0,200

3.3.3 Perhitungan debit rencana

Melakukan perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional setelah sebelumnya dilakukan analisis dan perhitungan terhadap data hujan. Secara ringkas dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Analisis frekuensi

Pada penelitian ini, pengambilan seri data untuk tujuan analisis frekuensi dilakukan dengan metode seri parsial (*partial duration series*). Metode ini dipilih karena data yang dimiliki hanya berjumlah sebanyak 10 tahun saja. Sedangkan data yang diperlukan sebanyak 20 tahun.

b. Perhitungan curah hujan maksimum

Metode analisis yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Type III.

c. Uji distribusi probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada 2 metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov.

d. Perhitungan intensitas hujan rencana

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan curah hujan mengalir dari titik paling hulu suatu daerah pengaliran sungai hingga aliran itu mencapai titik pengeluaran (*outlet*) daerah pengaliran sungai itu. Besarnya nilai waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan rumus Kirpich (1940):

$$t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (4.3)$$

Keterangan:

- t_c = waktu konsentrasi (menit)
 L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (m)
 S = kemiringan rata-rata daerah limpasan air

Setelah diketahui waktu konsentrasinya, maka dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujannya.

e. Analisis debit rencana

Rumus umum dari metode rasional adalah:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (4.5)$$

Keterangan:

- Q = debit puncak limpasan permukaan (m^3/det)
 C = angka pengaliran (tanpa dimensi)
 A = luas daerah pengaliran (Km^2)
 I = intensitas curah hujan (mm/jam)

3.3.4 Permodelan aliran menggunakan program HEC RAS versi 4.1.0

Langkah permodelan dengan HEC RAS mengikuti kelima langkah utama, yaitu:

- Pembuatan *file project*.
- Peniruan geometri saluran dengan memasukkan data geometri saluran.
- Peniruan hidraulika saluran dengan memasukkan data aliran dan syarat batas.
- Hitungan hidraulika aliran dengan mengeksekusi program.
- Presentasi hasil hitungan dengan menampilkan hasil di layar atau mencetaknya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program HEC-RAS 4.1.0 akan menghitung sendiri kapasitas penampang Sungai Riam Kiwa, sehingga dapat diketahui bentuk penampang sungai, tinggi muka air dan kapasitas penampang Sungai Riam Kiwa mencukupi atau tidak.

Selain menampilkan hasil perhitungan, HEC-RAS 4.1.0 juga menampilkan bentuk penampang saluran, sehingga dapat diketahui bentuk penampang dan tinggi muka air di Sungai Riam Kiwa. Dari gambar tersebut dapat dilihat kapasitas tampungan Sungai Riam Kiwa sudah mencukupi atau tidak.

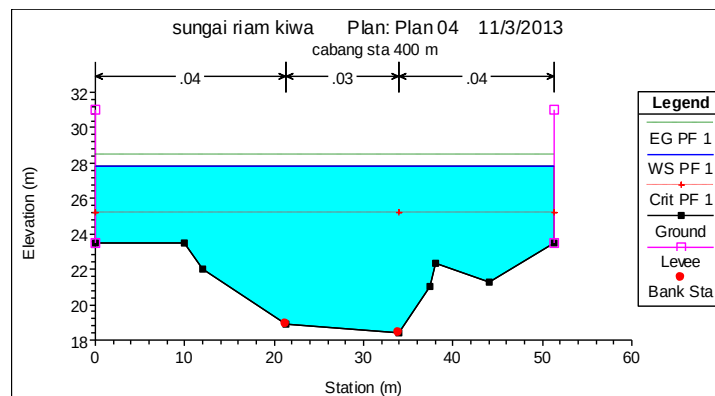
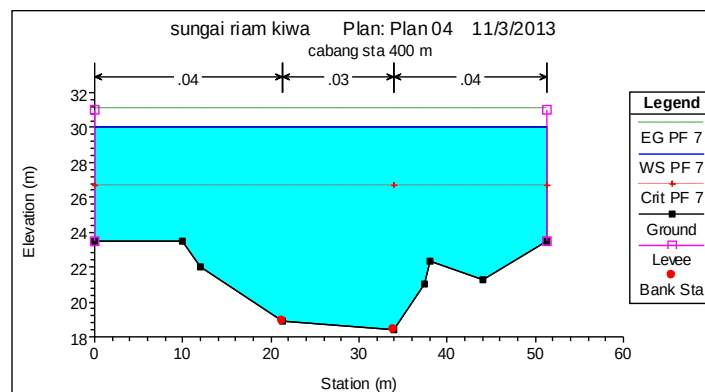
Hasil *running* menggunakan HEC-RAS dapat diuraikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil *Running* HEC-RAS

No.	Kala Ulang (tahun)	Debit Rencana (m^3/s)	Kondisi Sungai Hasil Running HEC-RAS
1	2	2229,5269	banjir
2	5	2751,1804	banjir
3	10	3024,4274	banjir
4	20	3247,9931	banjir
5	25	3290,4292	banjir
6	50	3502,6097	banjir
7	100	3676,4941	banjir

(Sumber Hasil Perhitungan)

Berikut beberapa contoh hasil *running* program HEC-RAS dapat ditampilkan pada Gambar 3. dan 4.

Gambar 3. Hasil *Running* HEC-RAS untuk Kala Ulang 2 TahunGambar 4. Hasil *Running* HEC-RAS untuk Kala Ulang 100 Tahun

Data yang digunakan untuk perencanaan tanggul adalah data dari hasil evaluasi kapasitas penampang Sungai Riam Kiwa. Bila banjir terjadi, maka langkah yang dilakukan adalah meninggikan tebing yang ada dengan tanggul.

Hubungan antara debit rencana dengan tinggi tanggul yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 5.berikut:

Tabel 5. Hubungan antara Debit Rencana dengan Tinggi Tanggul

No.	Kala Ulang (tahun)	Debit Rencana (m^3/s)	Ruas	Tinggi Tanggul (m)
1	2	2229,5269	Hulu	8,0
			Hilir	5,5
			Cabang	5,0
2	5	2229,5269	Hulu	9,5
			Hilir	6,0
			Cabang	5,5
3	10	2229,5269	Hulu	10,0
			Hilir	6,5
			Cabang	6,5
4	20	2229,5269	Hulu	10,5
			Hilir	7,0
			Cabang	7,0
5	25	2229,5269	Hulu	11,0
			Hilir	7,5
			Cabang	7,0
6	50	2229,5269	Hulu	11,0
			Hilir	7,5
			Cabang	7,0
7	100	2229,5269	Hulu	11,0
			Hilir	7,5
			Cabang	7,5

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana Sungai Riam Kiwa bervariasi untuk berbagai periode waktu. Debit banjir rencana meningkat dari kala ulang 2 tahun ($Q_2 = 2229,5269 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 5 tahun ($Q_5 = 2751,1804 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 10 tahun ($Q_{10} = 3024,4274 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 20 tahun ($Q_{20} = 3247,9931 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 25 tahun ($Q_{25} = 3290,4292 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 50 tahun ($Q_{50} = 3502,6097 \text{ m}^3/\text{s}$), debit banjir rencana kala ulang 100 tahun ($Q_{100} = 3676,4941 \text{ m}^3/\text{s}$).
2. Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul Kota tidak mampu menampung banjir kala ulang 2 tahun hingga kala 100 tahun karena kapasitas sungai tidak sebanding dengan debit banjir yang masuk.
3. Salah satu upaya pengendalian banjir di Sungai Riam Kiwa Ruas Astambul Kota adalah dengan membangun tanggul. Tanggul yang diperlukan bervariasi untuk setiap banjir kala ulang. Tinggi tanggul meningkat seiring dengan peningkatan debit banjir rencana. Tinggi tanggul terbesar adalah 11 m, sedangkan tinggi tanggul terkecil adalah 5,0m.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Wilayah Sungai II. (2010). *Survey Investigasi dan Desain (SID) Pengendalian Banjir Sungai Riam Kanandan Sungai Riam Kiwa*.
- Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. (2011). *Kajian Awal Banjir Kabupaten Banjar*.
- Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. (2013). *Kajian Penyusunan Masterplan Banjir dan Pengelolaannya di Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan*.
- Istiarto. (2012). Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS. (<http://istiarto.staff.ugm.ac.id/>, diakses tanggal 3 Maret 2013)
- Kamiana, I Made. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Kementerian Riset dan Teknologi. (2012). *Survey Investigasi dan Desain (SID) Sungai Martapura di Kabupaten Banjar*.
- Maryono, Agus. (2008). *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nirmala, Azwa. (2010). Sebaran Kawasan Rawan Banjir Kecamatan Sejangkung Kabupaten Sambas dan Alternatif Penanganannya. *Jurnal Teknik Sipil Untan*. Vol. 10 No. 1 (2010). (<http://jurnal.untan.ac.id>, diakses tanggal 13 Maret 2013)
- Rahmawati. (2010). Kajian Penanganan Bencana Banjir Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Universitas Muslim Indonesia*. Vol. 11 No. 35 Agustus 2010. (<http://journal.umi.ac.id>, diakses tanggal 13 Maret 2013)
- Soewarno. (1991). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. NOVA. Bandung
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1*. NOVA. Bandung
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga. (2008). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sucipto. (2007). Analisis Kapasitas Tampungan Sistem Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir Wilayah Drainase Semarang Barat. *Jurnal Teknik Sipil Petra*. Vol. 9 No. 1 (2007). (<http://puslit2.petra.ac.id>, diakses tanggal 13 Maret 2013)
- Suroso. (2006). Kapasitas Sungai Logawa Dalam Menampung Debit Banjir Menggunakan Program HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil Petra*. Vol. 3 No. 2 (2006). (<http://puslit2.petra.ac.id>, diakses tanggal 13 Maret 2013)
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta
- Wilson, E.M. (1993). *Hidrologi Teknik*. Terjemahan oleh MM Purbohadiwidjoyo. Penerbit ITB. Bandung