

**Penentuan Area Luapan Kali Babon Akibat Kenaikan Debit Air  
Berbasis Sistem Informasi Geografis**

**Arnita Ikke Sari<sup>1)</sup> Ir. Bambang Sudarsono, MS<sup>2)</sup> Bandi Sasmito, ST., MT<sup>3)</sup> Harianto<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2)</sup> Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3)</sup> Dosen Pembimbing II Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>4)</sup> Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo

[sayaarnita@yahoo.com](mailto:sayaarnita@yahoo.com)

**Abstract**

*Semarang city is one of the regions in Indonesia are vulnerable to flooding. This condition is getting worse by the land subsidence during the year to reach 0,7 – 11,2 cm / year. Water flooding which inundate along the Kali Babon Watershed have flooded the area around the river. Starting from Bendung Pucang Gading, Kali Babon Watershed experiencing siltation due to the slope of a gentle stream them more prone to sedimentation, thereby reducing the drainage capacity.*

*This research uses open source software Hec RAS version 4.1.0. to analyze the profile of the river water level and produce flood inundation area with a certain depth of flood discharge plans with 5, 10 and 25 years.*

*Results obtained from the distribution of the data processing occurs on the widest flood area Sriwulan village, district. Sayung, Kab. Demak approximately 247,965 hectares and a depth ranging from 0,00154448 to 4,5808 meters at discharge of 5-years plan; 249,598 hectares and a depth ranging from 0,00154781 to 10,1064 meters at discharge of 10-years plan , 482,180 hectares with depths ranging from 0,000581622 to 12,6956 meters at discharge of 25-years plan.*

**Keywords : Flood, Kali Babon, Watershed and Hec RAS**

## **I. Pendahuluan**

### **I.1 Latar Belakang**

Banjir dalam pengertian umum adalah debit aliran air sungai dalam jumlah yang tinggi atau debit aliran air sungai secara relatif lebih besar dari kondisi normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu terjadi secara terus menerus, sehingga air tersebut tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya (Peraturan Dirjen RLPS No.04 thn 2009).

Permasalahan banjir di Kecamatan Semarang Utara dan Semarang Timur sangat terkait dengan kondisi dan permasalahan di DAS Kali Babon. Kali Babon merupakan bagian dari sistem sungai Dolok Penggaron Bendung Pucang Gading. Pada saat debit air di kali penggaron meningkat maka debit air tersebut dibagi menjadi 3 aliran sungai yaitu Banjir

Kanal Timur, Kali Babon melalui Bendung Pucang Gading dan Saluran Banjir Dombo Sayung yang sekarang dalam proses pembangunan.

Mulai dari Bendung Pucang Gading, Kali Babon mengalami pendangkalan karena kemiringan dasar sungai yang landai mengakibatkan mudah terjadi sedimentasi sehingga mengurangi kapasitas pengaliran. Sebagian besar beban banjir dialirkan ke Kali Babon, kondisi ini menyebabkan Kali Babon tidak mampu lagi menampung debit banjir sehingga timbul luapan yang menggenangi Wilayah Kota Semarang Bagian Utara.

Berkaitan dengan hal tersebut, bidang teknik Geodesi khususnya teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) memberikan kontribusi untuk menyajikan peta informasi berupa sebaran luapan area banjir, luas dan kedalaman banjir. Pemetaan dataran banjir dilakukan dengan integrasi model hidraulik dengan SIG. Berbagai model untuk melakukan integrasi antara model simulasi dengan SIG telah banyak berkembang, salah satu model yang mengintegrasikan antara model hidraulik dengan SIG adalah Hec-GeoRAS yang ada pada *tools* ArcGIS 9.3 yang mana telah dikembangkan oleh US Army. Setelah itu untuk menganalisis profil muka air sungai menggunakan *software* Hec RAS 4.1.0.

Mengingat wilayah DAS Kali Babon merupakan daerah padat penduduk maka dirasakan penting upaya untuk meneliti wilayah sebaran area, luas dan kedalaman banjir akibat kenaikan debit air sungai.

## I.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sebaran area luapan, luas dan kedalaman banjir di Kali Babon akibat kenaikan debit air ?
2. Apakah perbedaan dari simulasi debit banjir rencana 5, 10 dan 25 tahun ?

## I.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini antara lain :

1. Studi kasus penelitian dilakukan di Kota Semarang khususnya Kali Babon yang terletak pada  $6^{\circ}56'6''$  -  $7^{\circ}2'20,4''$  LS serta  $110^{\circ}27'43,2''$  -  $110^{\circ}29'2,4''$  BT.
2. Data dan Peta yang digunakan adalah Peta Kontur Kota Semarang, Peta Morfologi Sungai, Peta Batas Administrasi Kota Semarang dan Peta Kejadian Banjir Kota Semarang, Data Hidrograf Banjir dan Data Pasang Surut.

3. *Software* yang digunakan adalah Hec-GeoRAS pada ArcGIS 9.3 dan Hec RAS 4.1.0.

#### I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui daerah sebaran banjir akibat kenaikan debit air pada Kali Babon dan mengetahui luas dan kedalaman banjir.
2. Membuat Peta peta genangan banjir dengan debit rencana banjir dari 5, 10 dan 25 tahun.

## II. Studi Pustaka

### II.1 Banjir di Kota Semarang (Studi Kasus di Kali Babon)

Kali Babon merupakan bagian dari sistem sungai Dolok Penggaron Bendung Pucang Gading. Pengembangan sistem Dolok Penggaron berada dibawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana. Pada saat debit air di kali Penggaron meningkat maka debit air tersebut dibagi ke 3 aliran sungai yaitu ke Banjir Kanal Timur (BKT), Kali Babon melalui Bendung Pucang Gading dan Saluran Banjir Dombo Sayung yang sekarang dalam proses pembangunan (2013).



Gambar 2.1 Daerah Penelitian (BBWS Pemali Juana, 2009)

### II.2 Hec RAS

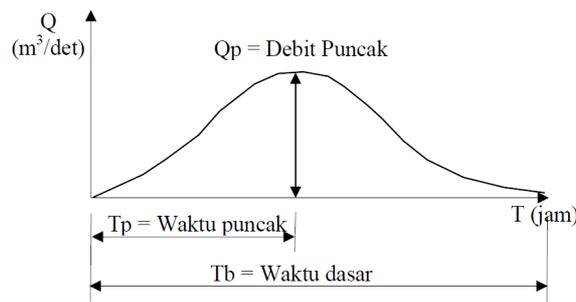
Hec RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System* (RAS) dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satuan kerja di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). Hec RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one – dimentional flow model*).

### II.3 Hec GeoRAS

Hec GeoRAS adalah sistem analisis geografis sungai yang dikembangkan menggunakan ArcGIS Desktop. Desain geodatabase mendukung analisis data spasial untuk pemodelan hidraulik dan pemetaan dataran banjir. Selain pemetaan dataran daerah banjir, hasil analisa Hec GeoRAS dapat digunakan untuk kerusakan perhitungan banjir, restorasi ekosistem, dan peringatan kesiapsiagaan terhadap respon banjir. Dengan GeoRAS, engineer dapat mengembangkan data geografis untuk diimpor ke Hec RAS, model hidaulika dan melihat hasil model dalam konteks geospasial.

### II.4 Hidrograf Satuan Sintetik Synder

Hidrograf satuan Sintetik Synder ini menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran. Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan baik pada tinggi  $d = 1 \text{ mm}$  dan dengan ketiga unsur yang lain yaitu  $Q_p$  ( $\text{m}^3/\text{det}$ ),  $T_b$  serta  $t_r$  (jam).



Gambar 2.2 Hidrograf Banjir (Ardhian dan Sugiyanto, 2009)

Perhitungan Hidrograf banjir diolah menggunakan software Hec HMS.

### II.5 Koefisien Kekasaran Manning

Nilai koefisien  $n$  Manning untuk berbagai macam saluran secara lengkap dapat dilihat di berbagai referensi. Dalam laporan ini hanya ditampilkan beberapa yang dianggap paling sering dipakai dalam perencanaan praktis. Nilai koefisien kekasaran  $n$  Manning dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning,  $n$ , yang Sering Digunakan

No.	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga $n$		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	a. Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0.01	0.011	0.013
	b. Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran / gangguan	0.011	0.013	0.014
	c. Beton dipoles	0.011	0.012	0.014
	d. Saluran pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.017

2	Tanah, lurus dan seragam			
	a. Bersih baru	0.016	0.018	0.02
	b. Bersih telah melapuk	0.018	0.022	0.025
	c. Berkerikil	0.022	0.025	0.03
	d. Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0.022	0.027	0.033
3	Saluran alam			
	a. Bersih Lurus	0.025	0.03	0.033
	b. Bersih, berkelok-kelok	0.033	0.04	0.045
	c. Banyak tanaman pengganggu	0.05	0.07	0.08
	d. Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0.025	0.03	0.035
	e. Saluran di belukar	0.035	0.05	0.07

Sumber : Ven Te Chow

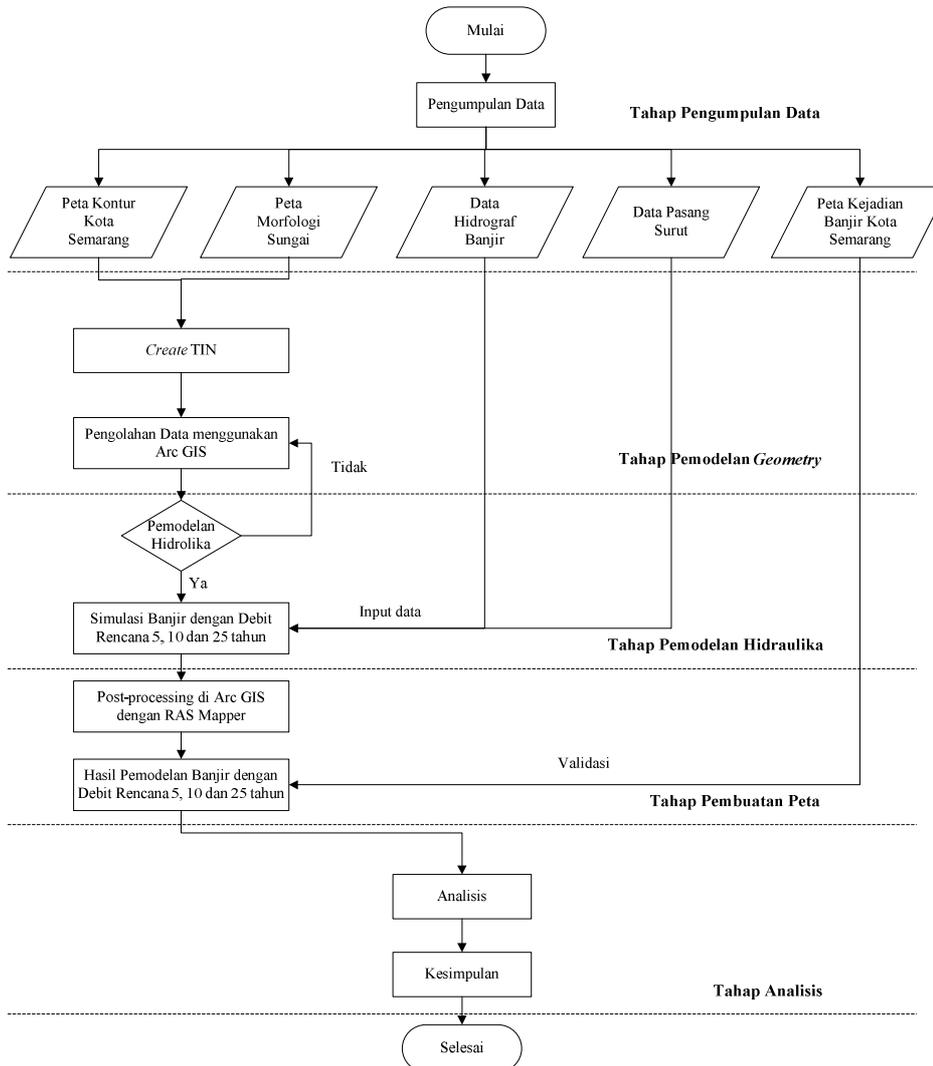
### III. Pelaksanaan Penelitian

#### III.1 Bahan

**Tabel 3.1** Data yang Dipergunakan untuk Penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data
1.	Peta Kontur Kota Semarang 1:25.000	BBWS Bengawan Solo
2.	Peta Morfologi Sungai 1:25.000	BBWS Pemali Juana
3.	Peta Batas DAS Kali Babon 1:25.000	BBWS Pemali Juana
4.	Peta Kejadian Banjir 1:25.000	Bakosurtanal
5.	Data Hidrograf Banjir	BBWS Bengawan Solo
6.	Data Pasang Surut	Iuc-sealevelmonitoring.org
7.	Peta Tata Guna Lahan 1:25.000	BBWS Pemali Juana

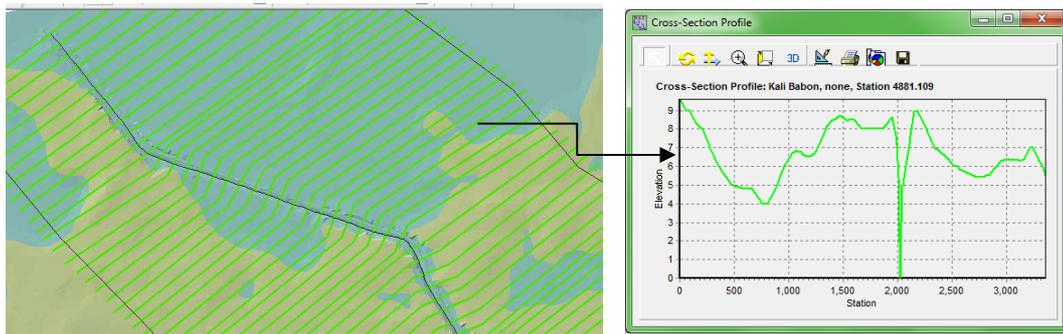
III.2 Metodologi Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Pelaksanaan Penelitian

III.3 Pemodelan Geometri

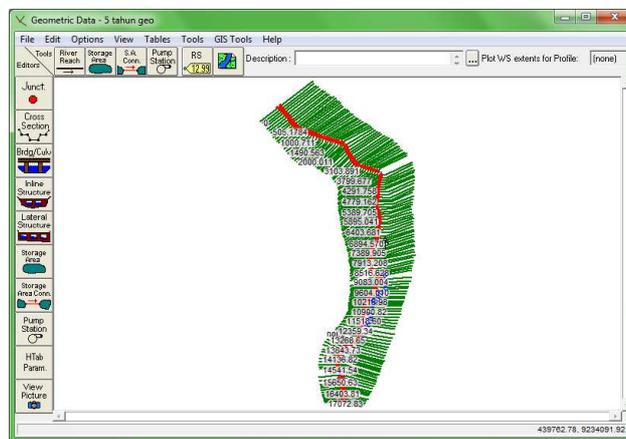
Dalam pemodelan *geometry* diproses dalam *software* Arc GIS, input yang digunakan adalah peta kontur. Peta kontur yang terdiri dari peta kontur topografi dan peta morfologi sungai yang kemudian akan digabungkan dan akan dibentuk menjadi TIN. Setelah TIN terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah membuat *stream Centerline*. Setelah itu membuat *Stream Banks* untuk memisahkan saluran utama dengan wilayah *overbank* ketika banjir terjadi. Langkah selanjutnya adalah membuat *Flowpaths Centerlines* untuk membatasi aliran banjir yang akan terbentuk. Langkah selanjutnya dalam mempersiapkan *geometry* adalah yang terutama pembuatan *cross section* sepanjang sungai yang akan kita teliti. Dalam penelitian ini, jarak *cross section* yang akan dibentuk adalah  $\pm 100$  meter.



Gambar 3.2 Pembentukan Cross Section

### III.4 Pemodelan Hidraulika

Setelah proses pembentukan data yang dilakukan oleh Hec GeRAS selesai, maka langkah selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan software Hec RAS.



Gambar 3.3 Hasil Import Data GIS

Koefisien manning didapatkan dari survei langsung ke lapangan dan nilai yang digunakan adalah 0,022 karena diasumsikan Kali Babon disekelilingnya berupa tanah yang berumput pendek dan sedikit tanaman pengganggu.

Edit Manning's n or k Values

River: Kali Babon  
 Reach: none  
 All Regions

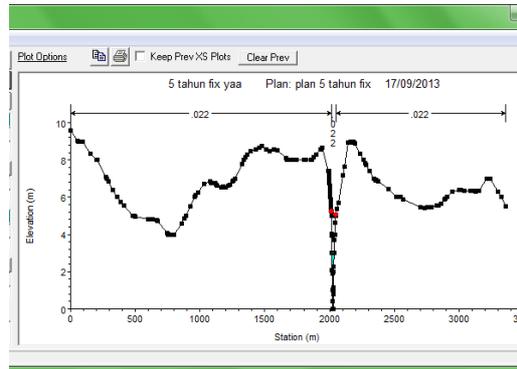
Channel n Values have a light green background

Selected Area Edit Options

River Station	Frcn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 17072.83	n	0.022	0.022	0.022
2 17009.38	n	0.022	0.022	0.022
3 16916.95	n	0.022	0.022	0.022
4 16811.78	n	0.022	0.022	0.022
5 16727.19	n	0.022	0.022	0.022
6 16476.63	n	0.022	0.022	0.022
7 16403.81	n	0.022	0.022	0.022
8 16269.78	n	0.022	0.022	0.022
9 16184.23	n	0.022	0.022	0.022
10 15970.13	n	0.022	0.022	0.022
11 15763.38	n	0.022	0.022	0.022
12 15650.63	n	0.022	0.022	0.022
13 15211.42	n	0.022	0.022	0.022
14 14541.54	n	0.022	0.022	0.022
15 14453.47	n	0.022	0.022	0.022
16 14358.20	n	0.022	0.022	0.022
17 14270.05	n	0.022	0.022	0.022
18 14136.82	n	0.022	0.022	0.022

Gambar 3.4 Tabel Koefisien Manning

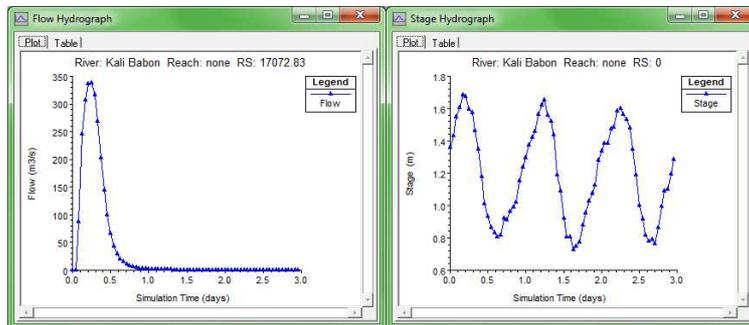
Cross section dan datanya dapat dilihat pada **Gambar** berikut ini.



**Gambar 3.5** Tampilan *Cross Section* Data

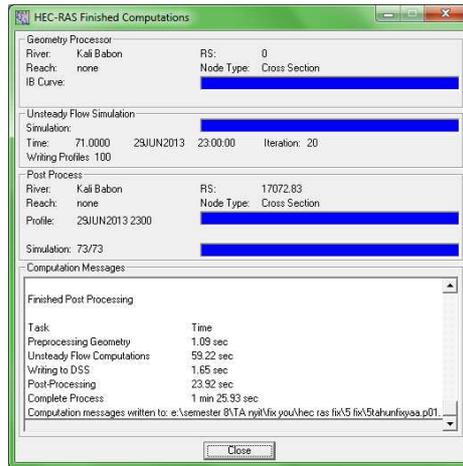
Setelah geometri data dimasukkan kemudian dapat memasukkan data aliran baik itu *steady flow* atau *unsteady flow*. Pada penelitian ini menggunakan tipe *unsteady flow* yang artinya kedalaman air dapat berubah terhadap waktu dengan tujuan membuat peta debit rencana banjir 5, 10 dan 25 tahun.

Pada tahap *unsteady flow* data masukannya adalah data hidrograf banjir dan data pasang surut pada periode 27 – 29 Juni 2013.



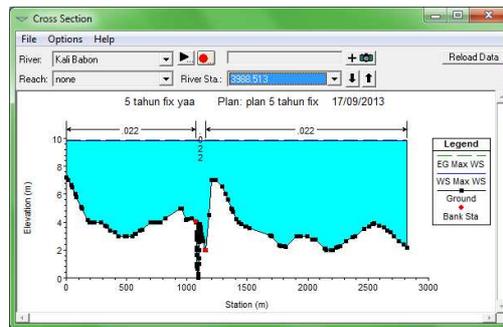
**Gambar 3.6** Tampilan Data Hidrograf Banjir dan Data Pasang Surut

Setelah semua data geometri dan data aliran telah dientri, maka dapat dilakukan perhitungan hidraulika dengan cara klik menu *Run* → *unsteady flow*. Setelah itu kita buat simulasi untuk debit rencana banjir 5,10 dan 25 tahun. Setelah selesai *dicompute* maka perhitungan profil muka air telah selesai dilakukan.



Gambar 3.7 Tampilan Proses Perhitungan Hec RAS

Langkah terakhir dalam melakukan pemodelan hidraulika adalah menampilkan hasil simulasi banjir tiap *cross section*.

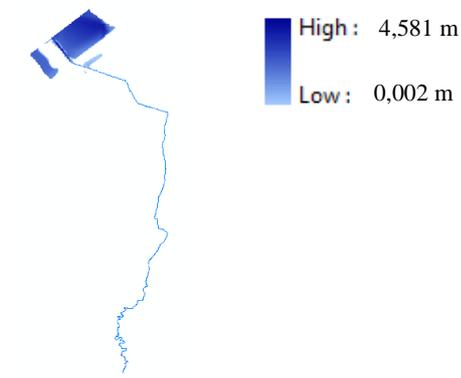


Gambar 3.8 Hasil Plot Muka Air pada Cross Section

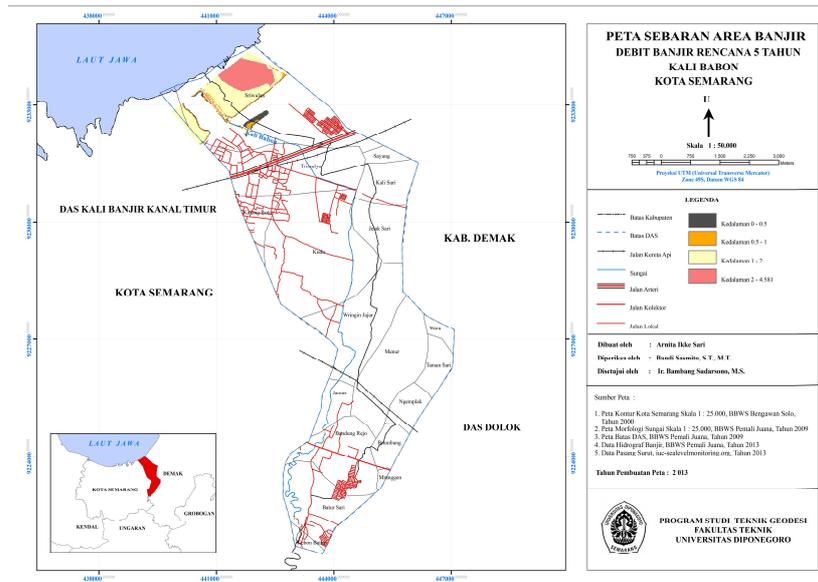
#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### IV.1 Analisa Persebaran Area Banjir

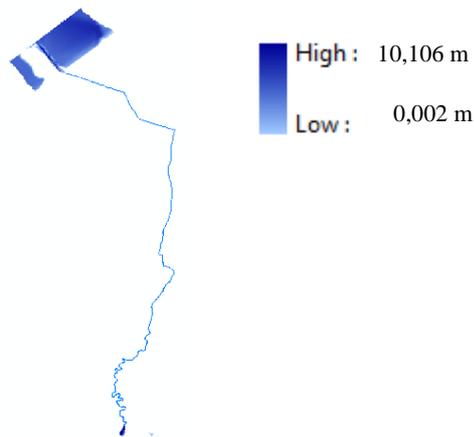
Setelah dilakukan pemodelan geometri dan pemodelan hidraulika maka didapatkan area sebaran banjir pada debit banjir rencana 5, 10 dan 25 tahun. Hasil pemetaan banjir dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut :



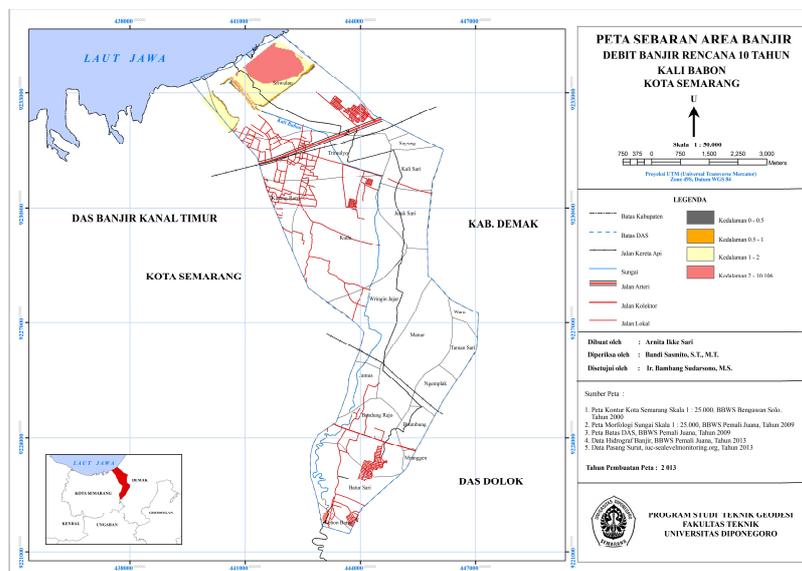
Gambar 4.1 Hasil Pemetaan Daerah Banjir dengan Debit Rencana 5 Tahun



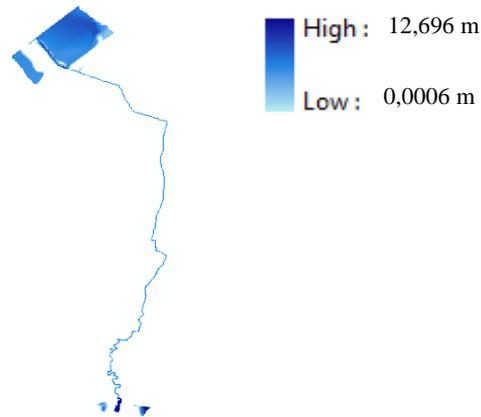
Gambar 4.2 Peta Sebaran Area Banjir pada Debit Banjir Rencana 5 Tahun



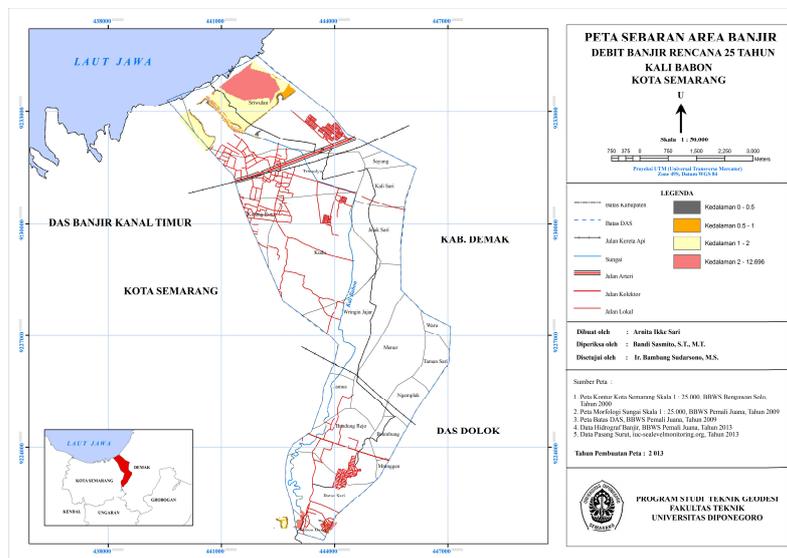
Gambar 4.3 Hasil Pemetaan Daerah Banjir dengan Debit Rencana 10 Tahun



Gambar 4.4 Peta Sebaran Area Banjir pada Debit Banjir Rencana 10 Tahun



Gambar 4.5 Hasil Pemetaan Daerah Banjir dengan Debit Rencana 25 Tahun



Gambar 4.6 Peta Sebaran Area Banjir pada Debit Banjir Rencana 25 Tahun

### IV.2 Perbandingan Hasil Simulasi Debit Banjir Rencana

Dari hasil simulasi pada debit rencana 5, 10 dan 25 tahun didapatkan perbedaan kedalaman banjir, semakin banyak (tahun) simulasi yang dilakukan maka kedalaman genangan banjir akan semakin tinggi dikarenakan debit air yang akan semakin meningkat ditambah lagi karena pengaruh pasang surut pada Laut Jawa yang semakin tahunnya akan semakin tinggi. Selain perbedaan kedalaman banjir, ada juga perbedaan luas genangan banjir, perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Tabel Perbedaan Luas Genangan

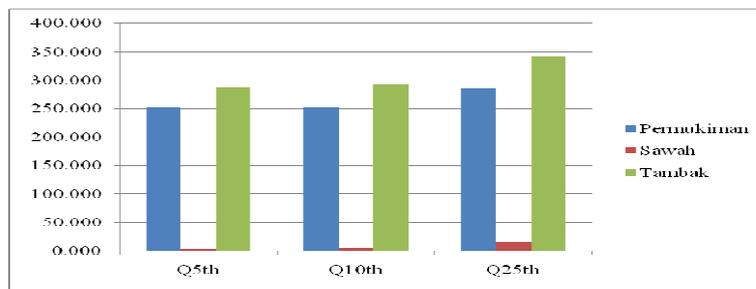
No.	Debit Rencana	Luas Genangan (Ha)
1	Q5th	333,975
2	Q10th	347,345
3	Q25th	410,283



Gambar 4.7 Grafik Perbedaan Luas Genangan Banjir

Tabel 4.2 Tabel Perbedaan Luas Tata Guna Lahan yang Terkena Banjir

No.	Tata Guna Lahan	Q5th	Q10th	Q25th
1	Permukiman	251,017	252,800	285,557
2	Sawah	1,720	4,846	14,983
3	Tambak	287,239	293,819	342,158



Gambar 4.8 Grafik Perbedaan Luas Tata Guna Lahan yang Terkena Banjir

Dari tabel dan grafik diatas terdapat perbedaan yang sangat terlihat bahwa simulasi banjir pada debit rencana 5, 10 dan 25 tahun, genangan banjir pada tata guna lahannya paling luas yaitu sebesar 285, 017 Ha pada permukiman; 14,983 Ha pada sawah dan 342,158 Ha pada Tambak. Dari ketiga tata guna lahan tersebut, tambak adalah yang paling luas genangannya.

### IV.3 Hasil Validasi

Dari hasil pemetaan banjir yang diolah menggunakan Arc GIS dan Hec RAS, didapatkan hasil Peta Genangan Banjir.

Hasil perhitungan validasi :

Luas yang masuk Peta Kejadian Banjir = 241,865 Ha

Luas yang tidak masuk Peta Kejadian Banjir = 5,051 Ha

$$Validasi = \frac{241,865}{241,865 + 5,051} \times 100\% = 97,951\%$$

Selain validasi data menggunakan Peta Kejadian Banjir, untuk menguatkan hasil pengolahan data, validasi juga dilakukan dengan cara wawancara dengan warga setempat yang terkena banjir. Jumlah masyarakat yang menjadi responden sejumlah 4 orang, 2 orang dari warga Desa Sriwulan dan 2 warga dari Desa Trimulyo. Masyarakat di lokasi studi menyatakan bahwa banjir melanda wilayah mereka hanya pada musim hujan saja. Meskipun demikian ada juga masyarakat yang menyatakan bahwa banjir melanda daerah mereka baik musim hujan maupun musim kemarau.

## V. Penutup

### V.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* Arc GIS dan Hec RAS, didapatkan hasil sebaran area banjir terluas terjadi pada Desa Sriwulan, Kec. Sayung, Kab. Demak. Pada debit banjir rencana 5 tahun dengan kedalaman berkisar 0,002 – 4,581 meter dengan luas 247,965 Ha. Pada debit banjir rencana 10 tahun dengan kedalaman berkisar 0,002 – 10,106 meter dengan luas 482,180 Ha. Pada debit banjir rencana 25 tahun dengan kedalaman berkisar 0,0006 – 12,696 meter dengan luas 482,180 Ha. Kedalaman tersebut dihitung terhadap dasar sungai.
2. Dari hasil simulasi pada debit rencana 5, 10 dan 25 tahun didapatkan perbedaan kedalaman banjir, semakin lama simulasi yang dilakukan maka kedalaman genangan banjir akan semakin tinggi dikarenakan debit air yang akan semakin meningkat dan tidak berubahnya bentuk morfologi Kali Babon. Luas genangan terluas terdapat pada simulasi  $Q_{25th}$  yaitu sebesar 410,283 Ha. Semakin bertambahnya tahun akan semakin luas genangan banjir di Kota Semarang khususnya pada DAS Kali Babon Peta genangan banjir pada debit rencana 5, 10 dan 25 tahun terlampir di lampiran.

### V.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya TIN berasal dari data kontur yang diperoleh dari pengukuran terestris dengan luas pengukuran seluas batas DAS daerah penelitian agar data input lebih *update* dan hasilnya lebih teliti.
2. Pada saat pembuatan peta sebaiknya dibuat perbedaan antara banjir yang berasal dari banjir musim hujan dan banjir akibat luapan air dari laut (ROB).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2011. *Laporan Kegiatan Basis Data Rawan Banjir*. Pusat Survei SDA Darat. 2011
- Ardhian dan Sugiyanto. 2009. *Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang*. Tugas Akhir.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. 2009. *Laporan Akhir*. Semarang.
- Balai Hidrologi dan Tata Air Pusat Litbang Sumberdaya Air. 2010. *Analisis Profil Muka Air Sungai dengan HEC RAS*. Bandung.
- Balai Hidrologi dan Tata Air Pusat Litbang Sumberdaya Air. 2010. *Pemetaan Dataran Banjir dengan Hec GeoRAS dan GIS*. Bandung.
- Chow, Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Hariato. 2011. *Tersedianya Peta Genangan Sebagai Sarana Meminimalkan Kerugian Akibat Banjir*. BBWS Bengawan Solo.
- Institut Pertanian Bogor. 2008. *Kondisi Sumberdaya Alam DAS Babon*. Bogor.
- Isnugroho. 2002. *Sistem Pengelolaan Sumberdaya Air*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia. Jakarta.
- Istiarto. *Modul Pelatihan Hec RAS*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak Diterbitkan).
- Kodoatie, R.J dan Sugiyanto. 2002. *Banjir : Beberapa Penyebab dan Metode Pengendalian Banjir Dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Lagasson, Arnie Loretta. 2008. *Floodplain Visualization Using Arc View GIS and Hec RAS : A Case Study on Kota Marudu Floodplain*. Faculty of Civil Engineering Universiti Teknologi Malaysia.
- Ligal, S. 2008. *Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir*. Jurnal Dinamika Teknik Sipil Volume 8, No. 2 Juli 2008.
- Lukman. 2013. *Data Dalam SIG*. <http://blogsemaumu.blogspot.com/2013/03/data-dalam-sig.html>
- Maiyudi, Riko. 2012. *Studi Penyebab dan Identifikasi Dampak Penurunan Tanah di Semarang*. Tugas Akhir.
- Patria dan Eko. 2009. *Perencanaan Perbaikan Kali Babon Kota Semarang*. Tugas Akhir.

Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial No : P. 04/V-SET/2009 Tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai.

Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis, Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*. Bandung : Informatika.

Razali, Mulkal. 2009. *GIS Data Modelling*. [www.pelagis.net](http://www.pelagis.net)

Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit PAU Ilmu Teknik UGM.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta. Andi Offset.

Tate, Eric. 1999. *Floodplain Mapping using Hec RAS and Arc View GIS*. Thesis. The University of Texas. Austin.

\_\_\_\_\_. *User's Manual Hec RAS*.

\_\_\_\_\_. 2000. *GIS. Data Center : GIS Links*.

<http://riceinfo.rice.edu/fondren/GDC/gislinks.s>

\_\_\_\_\_. 2013. <http://iuc-sealevelmonitoring.org>