

# LAPORAN PENELITIAN



## MODEL HIDROLIKA SISTEM SUNGAI JRAGUNG TUNTANG

### Tim Penelitian:

#### Ketua:

Ratih Pujiastuti, ST., MT.

NIDN. 0623068302

#### Anggota:

Ir. Totok Apriyanto, M.T

NIDN. 0019046101

Hamilatur Rahmah

NIM. 21210010

UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI

(UNDARIS)

UNGARAN

2023

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Model Hidrolika Sistem Sungai Jragung Tuntang  
Pelaksana :  
Ketua:  
a. Nama Lengkap : Ratih Pujiastuti, ST., MT.  
b. NIDN : 0623068302  
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Fakultas : Teknik, UNDARIS  
f. Nomor HP : 085743401773  
Anggota 1:  
a. Nama Lengkap : Ir. Totok Apriyanto, M.T  
b. NIDN : 0019046101  
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Fakultas : Teknik, UNDARIS  
Anggota 2:  
a. Nama Lengkap : Hamilatur Rahmah  
b. NIM : 21210010  
Lama Penelitian : Januari 2023 – Agustus 2023  
Biaya Penelitian : Rp. 8.000.000,-  
Sumber Dana : Mandiri

Ungaran, Agustus 2023

Ketua Tim Penelitian



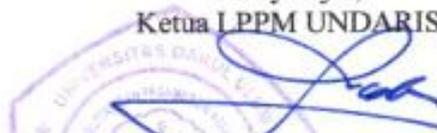
Ratih Pujiastuti, ST., MT  
NIDN. 0623068302

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik  
UNDARIS



Abdullah, ST., MT.  
NIDN. 0606119601

Menyetujui,  
Ketua LPPM UNDARIS



Drs. Soetomo, M.Pd  
NIDN. 001096002

## **ABSTRAK**

*Model hidrolika sungai adalah alat atau sistem yang digunakan untuk mensimulasikan, menganalisis, dan memprediksi perilaku aliran air dalam suatu sungai atau sistem perairan lainnya. Model ini memainkan peran yang sangat vital dalam perencanaan, pengelolaan, dan mitigasi risiko yang terkait dengan aliran air dan dampaknya terhadap lingkungan serta masyarakat. Oleh karena pentingnya model hidrolika sungai, dilakukan penelitian untuk memodelkan hidrolika Sistem Sungai Jragung Tuntang yang selama ini merupakan sungai rawan bencana banjir.*

*Pada penelitian ini diperlukan data diperlukan inputan data topografi hasil pengukuran sungai serta data debit banjir hasil analisa hidrologi. Adapun analisa yang dilakukan antara lain pemodelan menggunakan HEC-RAS secara 1D dan 2D.*

*Dari hasil analisa diperoleh bahwa penampang Sungai Jragung setelah normalisasi dengan kapasitas desain Q50 tahun mampu menampung debit banjir dari daerah aliran sungai. Sedangkan hasil analisis pada kondisi existing Sungai Tuntang tidak mampu menampung debit Q50 tahun pada beberapa ruas. Model HEC-RAS dua dimensi menggambarkan prediksi genangan banjir pada Sistem Sungai Jragung Tuntang.*

**Kata Kunci:** *Jragung Tuntang, HEC-RAS, Banjir*

## **ABSTRACT**

*A river hydraulic model is a tool or system used to simulate, analyze, and predict the behavior of water flow in a river or other water systems. This model plays a crucial role in planning, management, and mitigating the risks associated with water flow and its impact on the environment and society. Due to the importance of river hydraulic models, research was conducted to model the hydraulics of the Jragung Tuntang River System, which has been prone to flood disasters.*

*This research requires input data, including topographic measurements of the river and flood discharge data derived from hydrological analysis. The analyses performed include modeling using HEC-RAS in both 1D and 2D.*

*The analysis results show that the cross-section of the Jragung River, after normalization with a Q50-year design capacity, is able to accommodate flood discharge from the river basin. Meanwhile, the analysis of the existing condition of the Tuntang River indicates that it cannot accommodate the Q50-year discharge in several sections. The 2D HEC-RAS model illustrates the predicted flood inundation in the Jragung Tuntang River System.*

**Keywords:** *Jragung Tuntang, HEC-RAS, Flood*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Penelitian ini dengan judul "Model Hidrolika Sistem Sungai Jragung Tuntang". Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu Model Hidrologi Sistem Sungai Jragung Tuntang".

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemodelan hidrolika untuk Sistem Sungai Jragung Tuntang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan ini, yaitu kepada:

1. Rektor UNDARIS Ungaran
2. Ketua LPPM UNDARIS
3. Dekan Fakultas Teknik UNDARIS
4. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran dan tersusunnya laporan ini.

Kami menyadari laporan ini masih banyak kekurangan. Untuk itu masukan berupa kritik dan saran kami harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Ungaran, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	2
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	1
1.3 Lokasi Penelitian.....	2
BAB II STUDI PUSTAKA .....	1
2.1 Koefisien Kekasaran .....	1
2.2 Kemiringan Dasar .....	1
2.3 Dimensi Sungai.....	2
2.4 Kapasitas Sungai.....	3
2.5 Tinggi Bebas/Jagaan (Free Board).....	3
2.6 Analisa Air Balik .....	4
2.7 Model Aliran Hidrodinamik HEC-RAS .....	5
2.8 Profil Muka Air Pada Aliran Steady.....	6
2.9 Konsep Penghitungan Profil Muka Air Dalam Hec-Ras .....	6
BAB III METODOLOGI .....	9
3.1 Pengumpulan Data.....	9
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	10
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN .....	11
4.1 Analisis Hidrolika 1D .....	11
4.2 Output HEC-RAS 1D Sungai Jragung.....	11
4.3 Output HEC-RAS 1D Sungai Tuntang.....	12
4.4 Input Data HEC-RAS 2D Sistem Sungai Jragung Tuntang .....	13
4.5 Output HEC-RAS Sistem Sungai Jragung Tuntang .....	15

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	17
5.1 Kesimpulan .....	17
5.2 Saran .....	17

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Peta Lokasi Sistem Sungai Jragung Tuntang .....	2
Gambar 2-1. Definisi Untuk Perhitungan Profil Muka Air Dengan Metoda Tahapan Langsung.....	5
Gambar 2-2. Contoh Penampang Saluran Dalam HEC-RAS.....	7
Gambar 2-3. Penggambaran Persamaan Energi Pada Saluran Terbuka.....	7
Gambar 2-4. Tampilan Aplikasi HEC-RAS 4.1 .....	8
Gambar 3-1. Bagan alir penelitian .....	10
Gambar 5-33. Long dan Cross Sungai Jragung Hasil Model HEC-RAS.....	12
Gambar 5-34. Long dan Cross Sungai Tuntang Hasil Model HEC-RAS .....	13
Gambar 4-7. Input Data DEM Pada HEC-RAS Dua Dimensi Sistem Sungai Jragung Tuntang .....	14
Gambar 4-8. Input Data Boundary Condition Pada HEC-RAS Sistem Sungai Jragung Tuntang .....	15
Gambar 4-9. Genangan Banjir Sistem Sungai Jragung Tuntang Kala Ulang 50 Tahun	16

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning  $n$  yang Sering Digunakan..... 1

Tabel 2-2. Tinggi Jagaan Minimum Untuk Sungai Tanah Dan Sungai Dari Pasangan ... 4

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Model hidrolika sungai adalah alat atau sistem yang digunakan untuk mensimulasikan, menganalisis, dan memprediksi perilaku aliran air dalam suatu sungai atau sistem perairan lainnya. Model ini menggambarkan hubungan antara berbagai faktor yang mempengaruhi aliran sungai, seperti geometri saluran sungai, kondisi fisik tanah, kecepatan aliran air, dan pengaruh dari perubahan cuaca.

Model hidrolika dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain Model satu dimensi (1D): Memodelkan aliran air hanya dalam satu arah, yaitu sepanjang sungai, Model dua dimensi (2D): Memodelkan aliran air dengan memperhitungkan dua arah, yaitu sepanjang sungai dan lebar sungai, Model tiga dimensi (3D): Memperhitungkan aliran air dalam tiga arah, mencakup kedalaman, lebar, dan panjang sungai.

Model hidrolika sungai memiliki tingkat urgensi yang sangat tinggi dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana. Sungai sebagai saluran utama aliran air memiliki peran penting dalam mengalirkan air dari daerah aliran sungai (DAS) menuju lautan. Namun, sungai juga dapat menjadi sumber bencana apabila aliran air yang tidak terkelola dengan baik menyebabkan banjir, erosi, atau sedimentasi. Oleh karena itu, pentingnya model hidrolika sungai dalam merencanakan dan mengelola aliran air menjadi semakin jelas.

Model hidrolika sungai memainkan peran yang sangat vital dalam perencanaan, pengelolaan, dan mitigasi risiko yang terkait dengan aliran air dan dampaknya terhadap lingkungan serta masyarakat. Mengingat tantangan yang semakin besar dalam pengelolaan sungai dan sumber daya air, penting bagi peneliti untuk terus mengembangkan model hidrolika yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Penerapan model ini akan memberikan manfaat jangka panjang dalam mengurangi risiko bencana, merencanakan infrastruktur yang lebih baik, dan mengelola sumber daya air secara berkelanjutan. Oleh karena pentingnya model hidrolika sungai, dilakukan penelitian untuk memodelkan hidrolika Sistem Sungai Jragung Tuntang yang selama ini merupakan sungai rawan bencana banjir.

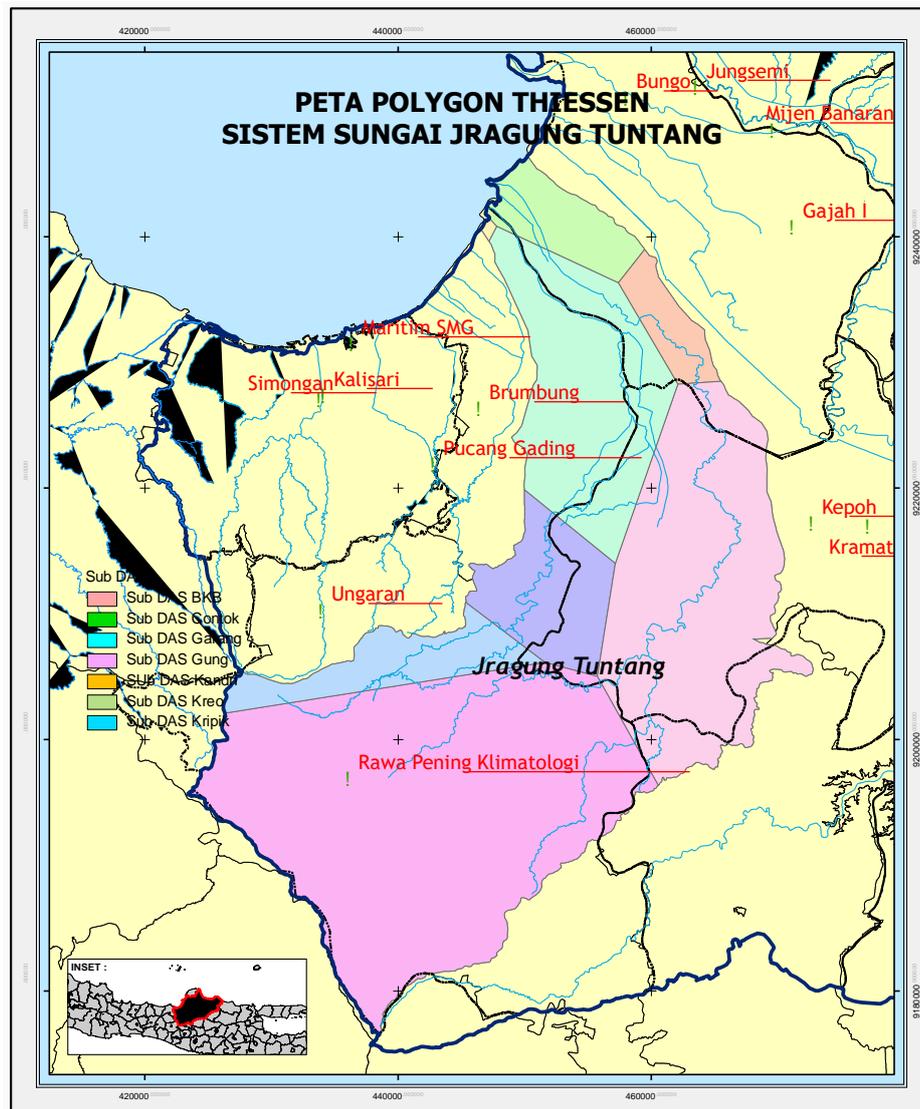
### **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari studi ini adalah melakukan pemodelan hidrolika untuk Sistem Sungai Jragung Tuntang. Adapun tujuan dari studi ini antara lain:

1. Delineasi daerah aliran sungai
2. Analisis curah hujan rencana
3. Pemodelan hidrologi deng HEC-HMS
4. Mengetahui debit banjir pada masing-masing sungai di Sistem Sungai Jragung Tuntang

### 1.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah semua sungai yang terdapat di Sistem Sungai Jragung Tuntang yang ditampilkan pada peta lokasi Gambar 1-1.



Gambar 1-1. Peta Lokasi Sistem Sungai Jragung Tuntang

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Koefisien Kekasaran

Penampang melintang sungai cukup didisain dengan menggunakan rumus aliran seragam, kecuali pada bagian sungai yang terpengaruh aliran balik (pengempangan). Pengambilan angka kekasaran Manning perlu memperhatikan kondisi dan kemiringan dasar sungai, dinding sungai, dan pemeliharaan sungai.

Nilai koefisien Manning  $n$  untuk berbagai macam sungai secara lengkap dapat dilihat diberbagai referensi, disini hanya ditampilkan beberapa yang dianggap paling sering dipakai dalam perencanaan praktis (Tabel 3.1).

Tabel 2-1 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning  $n$  yang Sering Digunakan

No.	Tipe Sungai Dan Jenis Bahan	Harga $n$		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton	0.010	0.011	0.013
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran			
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0.011	0.013	0.014
	Beton dipoles	0.011	0.012	0.014
	Sungai pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.017
2.	Tanah. lurus dan seragam	0.016	0.018	0.020
	Bersih baru	0.018	0.022	0.025
	Bersih telah melapuk	0.022	0.025	0.030
	Berkerikil	0.022	0.027	0.033
	Berumput pendek. sedikit tanaman pengganggu			
3.	Sungai alam	0.025	0.030	0.033
	Bersih lurus	0.033	0.040	0.045
	Bersih. berkelok-kelok	0.050	0.070	0.08
	Banyak tanaman pengganggu	0.025	0.030	0.035
	Dataran banjir berumput pendek – tinggi			
	Sungai di belukar	0.035	0.050	0.07

#### 2.2 Kemiringan Dasar

Sungai-sungai yang mengalir di wilayah sungai mempunyai alur yang relatif pendek, dengan kemiringan dasar sungai terjal di bagian hulu. dan landai-sangat landai di bagian hilir. Potongan melintang sungai yang paling ekonomis adalah sungai yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus Manning maupun Chezy, dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik  $R$  maksimum. Selanjutnya, untuk luas penampang tetap. jari-jari

hidraulik maksimum jika keliling basah  $P$  minimum. Kondisi seperti yang telah kita pahami tersebut memberi jalan untuk menentukan dimensi penampang melintang sungai yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk, seperti dijabarkan berikut.

### 2.3 Dimensi Sungai

Dimensi sungai yang ekonomis secara hidraulik belum tentu dapat diimplementasikan di lapangan, karena beberapa hal, antara lain sbb :

1. Lebar sungai terbatas karena keterbatasan lahan yang tersedia. sehingga nisbah lebar dan kedalaman yang ideal tidak tercapai.
2. Kedalaman sungai terbatas karena adanya pengaruh sedimentasi, air tanah, atau pengaruh pasang surut, sehingga nisbah lebar dan kedalaman yang ideal tidak tercapai.
3. Kondisi dan jenis tanah, serta ketesediaan material, mempengaruhi kemiringan kaki tanggul.
4. Oleh karena itu perencanaan dimensi sungai tidak hanya mempertimbangkan faktor hidraulik semata, tetapi juga faktor-faktor lain yang terkait.

Perhitungan debit dan dimensi sungai harus sudah memperhitungkan tanaman yang tumbuh di sepanjang sungai. Banyaknya tanaman akan meningkatkan kekasaran dinding dan dasar sungai yang mengakibatkan penurunan kecepatan air. Talud atau sungai stabil harus didesain dengan dengan kekuatan tanah. Biasanya dimensinya lebih besar dibandingkan dengan sungai berpasangan sehingga untuk daerah padat penduduk kurang efektif.

Dimensi sungai dihitung dengan menggunakan prinsip aliran mantap tidak seragam dengan menggunakan debit banjir puncak. Dalam perhitungan dimensi sungai diusahakan menggunakan bentuk ideal, yaitu bentuk yang paling efisien. Berdasarkan tinjauan hidraulik, dimensi ideal untuk penampang persegi panjang adalah jika lebar dasar sungai dua kali kedalaman air. Disamping pertimbangan hidraulik, juga mempertimbangkan ketersediaan lahan dan kedalaman yang memungkinkan, mengingat daerahnya merupakan daerah datar dan terpengaruh pasang surut.

Dasar perhitungan dimensi mengambil asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Sungai yang diperkuat dengan pasangan batu kali, penampangnya berbentuk persegi, nilai kekasaran manning diambil 0.025
2. Sungai yang berupa galian tanah, penampangnya berbentuk trapesium dengan kemiringan dinding 1:2, angka kekasaran Manning diambil 0.030.

## 2.4 Kapasitas Sungai

Kapasitas sungai dihitung dengan persamaan Manning yang dikembangkan oleh seorang insinyur Irlandia bernama Robert Manning (1889) yaitu:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

- n = dikenal sebagai koefisien kekasaran Manning. Perlu dicatat bahwa n bukan bilangan non dimensional, tetapi berdimensi TL<sup>-1/3</sup>.
- R = jari-jari hidraulik = A/P (m)
- A = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)
- P = keliling basah (m). dan
- S = kemiringan dasar sungai.

Dimensi sungai direncanakan untuk mampu mengalirkan debit banjir rencana. Besar kecilnya debit yang dapat dilairkan tergantung pada luas penampang basah sungai dan kecepatan aliran, selanjutnya dapat dirumuskan sbb:

$$Q = A \times V$$

dimana:

- Q = debit (m<sup>3</sup>/detik)
- A = luas penampang (m<sup>2</sup>)
- V = kecepatan arus (m/detik)

## 2.5 Tinggi Bebas/Jagaan (Free Board)

Freeboard yang dikenal sebagai tinggi jagaan merupakan bagian dari penampang sungai di atas muka air tinggi. Freeboard untuk sungai terbuka dengan permukaan diperkeras ditentukan berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

- Ukuran sungai
- Kecepatan aliran
- Arah dan lengkung (belokan)
- Debit banjir

Tabel 2-2. Tinggi Jagaan Minimum Untuk Sungai Tanah Dan Sungai Dari Pasangan

No.	Debit, Q (m <sup>3</sup> /detik)	Tinggi Jagaan (m)	
		Sungai dari tanah	Sungai dari pasangan
1	< 0,50	0,40	0,20
2	0,50 – 1,50	0,50	0,20
3	1,50 – 5,00	0,60	0,25
4	5,00 – 10,00	0,75	0,30
5	10,00 – 15,00	0,85	0,40
6	> 15,00	1,00	0,50

Sumber : Kriteria Perencanaan Sungai KP-03, 2013

Tinggi jagaan (*freeboard*) biasanya diambil antara 0.15 m sampai dengan 0.60 m dan tinggi timbunan tanah di atas puncak perkerasan sungai umumnya diambil antara 0.30 m sampai dengan 0.60 m.

## 2.6 Analisa Air Balik

Ada beberapa cara yang dapat dipakai untuk menghitung profil muka air balik (*back water*), diantaranya adalah metoda Integrasi Grafis, Metoda Bresse, Metoda Deret, Metoda Flamant, Metoda Tahapan Langsung, dan Metoda Tahapan Standard. Metode tahapan standard adalah cara yang mudah dan sederhana untuk menghitung profil muka air pada aliran tidak permanen. Metoda ini dikembangkan dari persamaan energi :

$$z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

dimana:

- z = ketinggian dasar sungai dari garis referensi.
- h = kedalaman air dari dasar sungai.
- V = kecepatan rata-rata.
- g = percepatan gravitasi.
- hf = kehilangan energi karena gesekan dasar sungai.

Dari Persamaan diatas didapat:

$$\underbrace{h_1 + \frac{V_1^2}{2g}}_{E_1} + \Delta z = \underbrace{h_2 + \frac{V_2^2}{2g}}_{E_2} + h_f$$

$$E_1 + S_o \Delta X = E_2 + S_f \Delta X$$

Atau

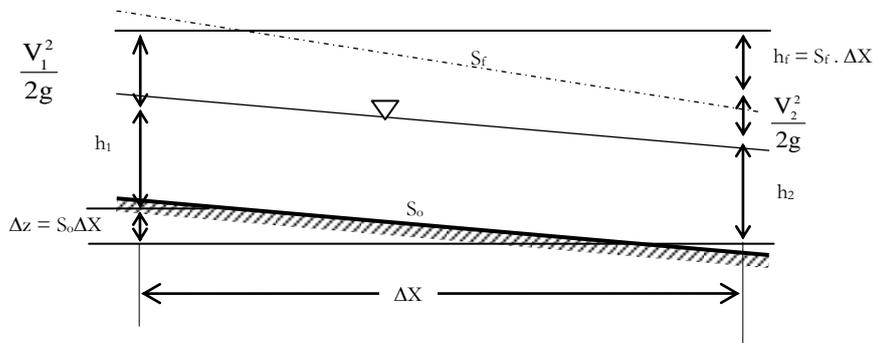
$$\Delta X = \frac{E_2 - E_1}{S_o - S_f}$$

dimana:

$$\overline{S_f} = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$$

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{\frac{4}{3}}} \quad (\text{Manning})$$

$$S_f = \frac{Q^2}{C^2 A^2 R} \quad (\text{Chezy})$$



Sumber : Bambang Triadmodjo, 1987

Gambar 2-1. Definisi Untuk Perhitungan Profil Muka Air Dengan Metoda Tahapan Langsung

Prosedur perhitungannya dimulai dengan kedalaman yang diketahui  $h_1$ , yang diperoleh dari hubungan kedalaman – debit (*discharge rating curve*). kemudian ambil (asumsikan) kedalaman berikutnya  $h_2$ , baik di hulu atau di hilirnya tergantung pada jenis aliran subkritis atau superkritis, dan hitung jarak  $\Delta X$  antara kedua kedalaman tersebut dengan persamaan

$$\Delta X = \frac{E_2 - E_1}{S_o - S_f}$$

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, direkomendasikan untuk

mengambil harga  $h_2$  sedekat mungkin dengan  $h_1$ , sehingga harga  $\Delta X$  yang diperoleh tidak terlalu jauh.

## 2.7 Model Aliran Hidrodinamik HEC-RAS

Program HEC-RAS 4.1, merupakan lanjutan dari HEC-RAS 4.0 yang dikeluarkan oleh U.S. Army Corps of Engineers. Program HEC-RAS sendiri dikembangkan oleh The Hydrologic

Engineer Centre (HEC), yang merupakan bagian dari oleh U.S. Army Corps of Engineers.

Program dengan versi yang terbaru ini dapat menangani jaringan sungai air secara penuh untuk kalkulasi aliran tunak (steady). Perhitungan dasarnya mengikuti prosedur pemecahan kalkulasi energi aliran satu dimensi. Kehilangan energi dievaluasikan terhadap friksi yang terjadi pada saat pengaliran (persamaan manning), kontraksi dan ekspansi sungai (dengan koefisiennya yang dikalikan dengan kecepatan alir). Persamaan momen digunakan saat situasi dimana profil muka air secara cepat bervariasi. Selanjutnya perhitungan juga bisa dilakukan terhadap talang air, gorong-gorong, pompa air dan struktur bangunan air lainnya.

Penyelesaian aliran tak tunak diambil dari model UNET yang pernah dibuat oleh Dr. Robert L. Barkau. Fasilitas perhitungan aliran tak tunak ini dikembangkan terutama untuk kalkulasi aliran subkritis.

## 2.8 Profil Muka Air Pada Aliran Steady

Dalam bagian ini HEC-RAS memodelkan suatu saluran dengan aliran steady berubah lambat laun. Sistem ini dapat mensimulasikan aliran pada seluruh jaringan saluran ataupun pada saluran tunggal tanpa percabangan, baik itu aliran kritis, subkritis, superkritis ataupun campuran sehingga didapat profil muka air yang diinginkan.

Konsep dasar dari perhitungan adalah menggunakan persamaan energi dan persamaan momentum. Kehilangan energi juga di perhitungkan dalam simulasi ini dengan menggunakan prinsip gesekan pada saluran, belokan serta perubahan penampang, baik akibat adanya jembatan, gorong-gorong ataupun bendung pada saluran atau sungai yang ditinjau.

## 2.9 Konsep Penghitungan Profil Muka Air Dalam Hec-Ras

Dalam HEC-RAS penampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung. Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran di bagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran manning) sebagai dasar bagi pembagian penampang. setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan Manning :

$$Q = KS_f^{1/2} \text{ dan } K = \frac{1,486}{n} AR^{2/3}$$

Dimana :

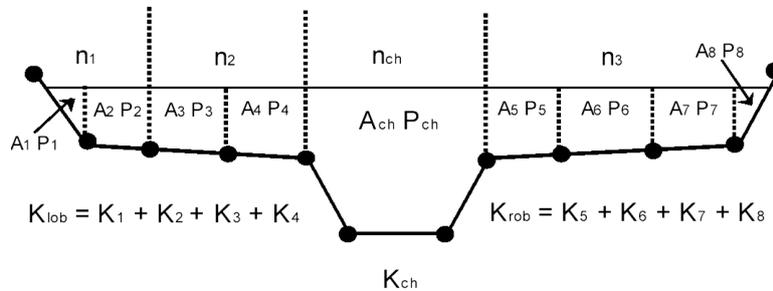
K = nilai pengantar aliran pada unit

n = koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang

R = jari-jari hidrolis

Perhitungan nilai K dapat dihitung berdasarkan kekasaran manning yang dimiliki oleh bagian penampang tersebut seperti terlihat pada gambar 4-12.



**Gambar 2-2. Contoh Penampang Saluran Dalam HEC-RAS**

Setelah penampang ditentukan maka HEC-RAS akan menghitung profil muka air. Konsep dasar penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi yaitu:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dimana :

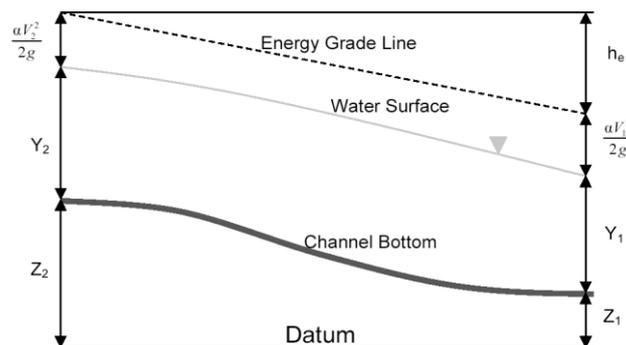
Z = fungsi titik diatas garis referensi

Y = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran

$\alpha$  = koefisien kecepatan

$h_e$  = energi head loss



**Gambar 2-3. Penggambaran Persamaan Energi Pada Saluran Terbuka**

Nilai  $h_e$  didapat dengan persamaan :

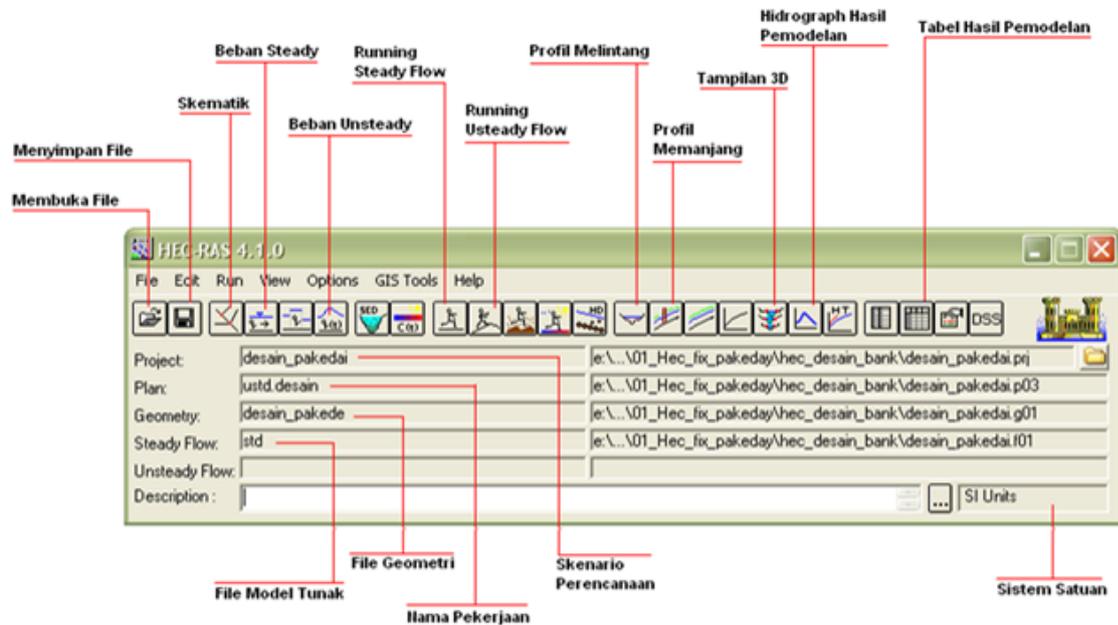
$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Dimana :

$L$  = jarak antara dua penampang

$S_f$  = kemiringan aliran

$C$  = koefisien kehilangan energi (penyempitan, pelebaran atau belokan)



Sumber : U.S Army Corps of Engineering, 2001

Gambar 2-4. Tampilan Aplikasi HEC-RAS 4.1

Program HEC-RAS 4.1 menggunakan pengaturan data dimana dengan data geometri yang sama bisa dilakukan kalkulasi data aliran yang berbeda-beda, begitu juga dengan sebaliknya. Data geometri terdiri dari layout permodelan disertai cross section untuk sungai-sungai yang dijadikan model. Data aliran ditempatkan terpisah dari data geometri. Data aliran bisa dipakai salah satu antara data aliran tunak atau data aliran tak tunak. Dalam masing-masing data aliran tersebut harus terdapat boundary condition dan initial condition yang sesuai agar permodelan dapat dijalankan. Selanjutnya bisa dilakukan kalkulasi dengan membuat skenario simulasi. Skenario simulasi harus terdiri dari satu data geometri dan satu data aliran.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Dalam analisis hidrolika dengan menggunakan model HEC-RAS 2 dimensi, diperlukan data-data antara lain :

1. Data DEM (*digital elevation model*)

DEM (*digital elevation model*) digunakan untuk memodelkan wilayah banjir.

2. Data penampang sungai

Data pengukuran penampang sungai juga digunakan untuk memodelkan wilayah banjir. Data ini diperoleh dari hasil pengukuran atau merupakan data desain jika sungai tersebut sedang dalam proses normalisasi. Adapun data penampang sungai yang telah terkumpul antara lain :

#### **SISTEM SUNGAI JRAGUNG TUNTANG**

- Sungai Jragung, mulai dari Bendung Jragung sampai dengan muara. Data yang digunakan data desain sungai
- Sungai Tuntang, mulai dari Bendung Glapan sampai dengan muara.

#### **SISTEM SUNGAI SELUNA**

- Sungai Lusi, mulai dari hulu sampai dengan Pintu Air Wilalung.
- Sungai Juana, mulai dari Pintu Air Wilalung sampai dengan muara.
- Sungai Wulan, mulai dari Pintu Air Wilalung sampai dengan muara.

#### **SISTEM SUNGAI SEMARANG BARAT**

- Sungai Plumbon, mulai dari Bendung Plumbon sampai dengan muara
- Sungai Bringin, mulai dari pertemuan Sungai Bringin dengan Jalan Tol Semarang-Batang sampai dengan muara
- Sungai Silandak
- Sungai Siangker
- Banjir Kanal Barat, mulai dari Tugu Suharto sampai dengan muara

#### **SISTEM SUNGAI DOLOK PENGGARON**

- Banjir Kanal Timur, mulai dari Bendung Pucanggading sampai dengan muara. Untuk Banjir Kanal Timur digunakan data gambar desain dikarenakan saat ini normalisasi sungai sedang dilaksanakan.

- Sungai Babon, mulai dari Bendung Pucanggading sampai dengan muara.
- Sungai Dombo Sayung, mulai dari Bendung Pucanggading sampai dengan muara.
- Sungai Penggaron
- Sungai Dolok, mulai dari Bendung Barang sampai dengan muara.

Lokasi sungai yang terdapat data penampangnya ditampilkan dalam **Error! Reference source not found.**

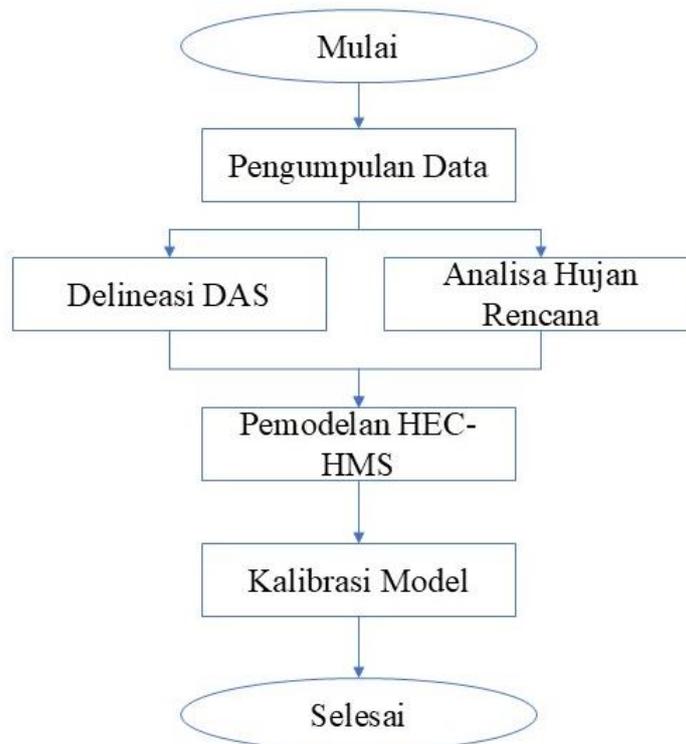
### 3. Data debit

Data debit yang digunakan dalam analisis HEC-RAS adalah hasil dari analisis hidrologi yang telah dilakukan sebelumnya. Data debit berupa hydrograph debit banjir berbagai kala ulang.

### 4. Data pasang surut

Data pasang surut diperoleh dari Sta Maritim Semarang.

## 3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3-1. Bagan alir penelitian

## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PERHITUNGAN**

#### **4.1 Analisis Hidrolika 1D**

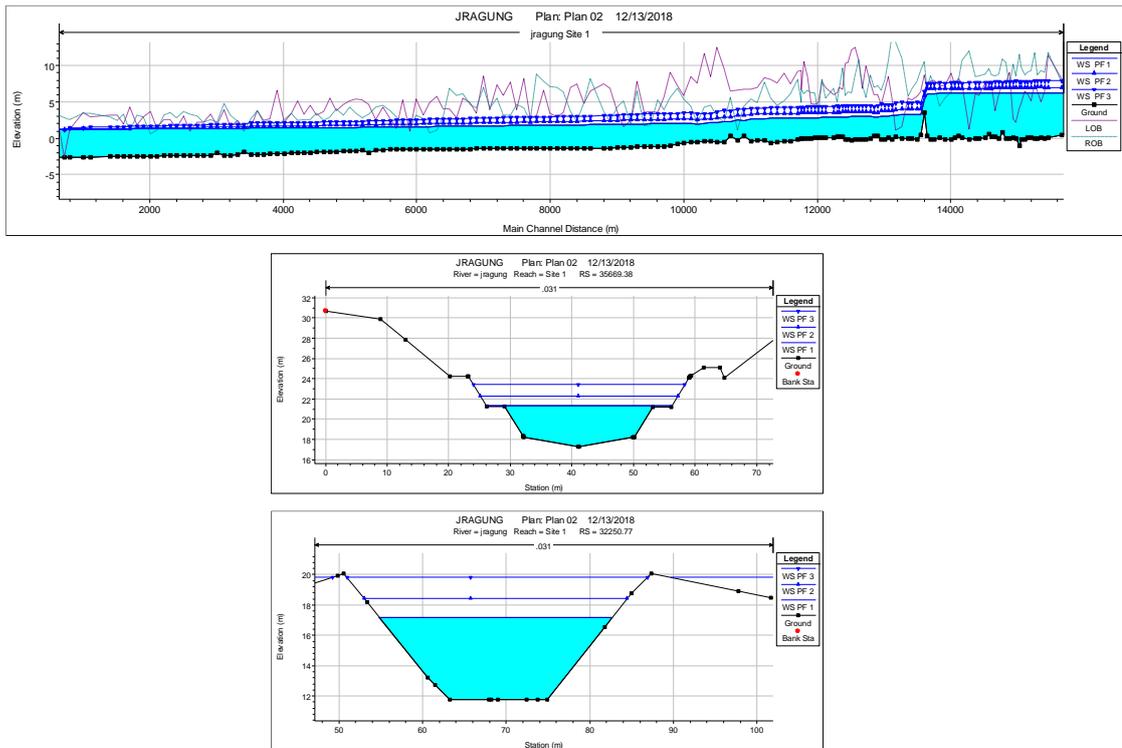
Analisis hidrolika 1D dilakukan untuk mengetahui elevasi muka air banjir yang nantinya digunakan sebagai pedoman untuk menentukan kriteria siaga. Analisis dilakukan pada sungai-sungai yang belum ada data muka air untuk masing-masing kriteria siaga antara lain Sungai Plumbon, Sungai Bringin, Sungai Silandak, Sungai BKB, Sungai BKT dan Sungai Jragung. Adapun sungai-sungai yang sistem peringatan dini banjirnya sudah dilengkapi dengan data muka air untuk masing-masing kriteria siaga seperti Sungai Tuntang dan Sistem Seluna tidak lagi dilakukan analisis.

Elemen yang paling penting dalam HEC-RAS adalah tersedianya data geometri saluran, baik memanjang maupun melintang. Data geometri saluran dalam studi ini merupakan data sekunder yaitu hasil pengukuran sungai dari studi sebelumnya.

Selain data long cross sungai, data lain yang digunakan sebagai input model HEC-RAS adalah boundary condition. Data ini antara lain adalah kondisi batas yang diinput pada hulu dan hilir sungai. Pada hulu sungai, input yang digunakan antara lain debit sungai yang diperoleh dari hasil analisis debit dengan HEC-HMS. Debit ini merupakan hasil penelitian sebelumnya. Sedangkan pada hilir sungai data yang digunakan adalah data pasang surut.

#### **4.2 Output HEC-RAS 1D Sungai Jragung**

Sungai Jragung saat ini sedang dilakukan normalisasi dengan kapasitas desain Q50 tahun yang berbeda untuk masing-masing ruas antara lain 275 m<sup>3</sup>/dt, 404 m<sup>3</sup>/dt dan 584 m<sup>3</sup>/dt. Dari hasil running model HEC-RAS diketahui bahwa dengan debit tersebut desain Sungai Jragung mampu menampungnya. Hasil running HEC-RAS sungai Jragung dapat dilihat pada Gambar 4-1.



Gambar 4-1. Long dan Cross Sungai Jragung Hasil Model HEC-RAS

### 4.3 Output HEC-RAS 1D Sungai Tuntang

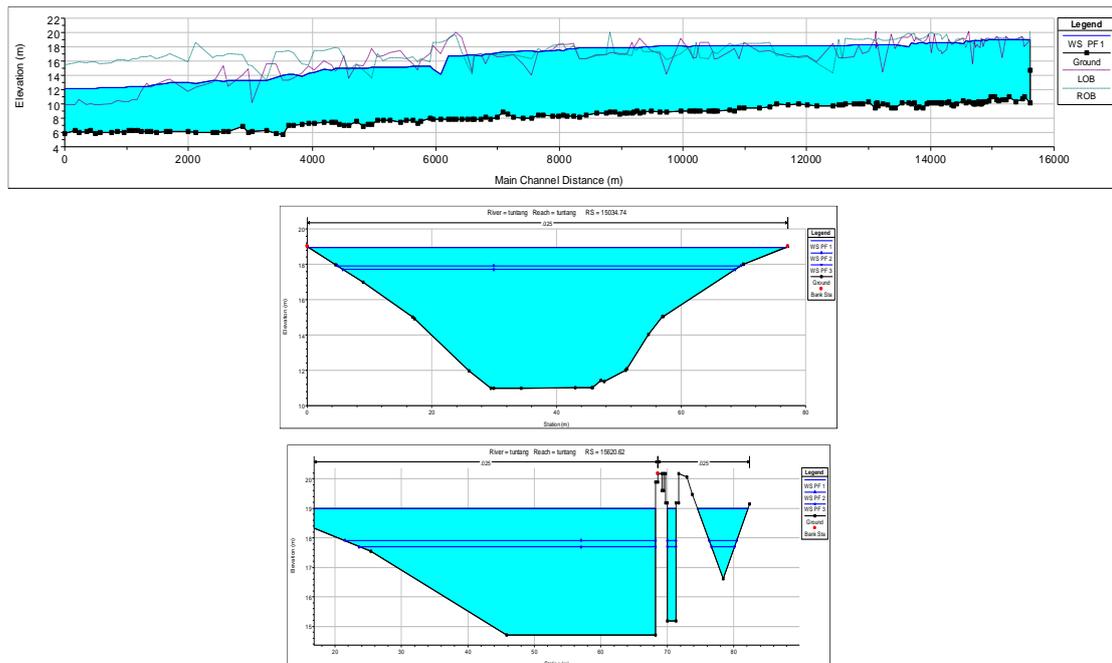
Berdasarkan “Standar Operasional Prosedur (SOP) Penanggulangan Banjir Dan Bencana Dilingkungan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana” tersebut kriteria siaga untuk Sungai Tuntang menggunakan profil muka air di Bendung Glapan antara lain :

1. Siaga hijau : elevasi +17.70 m
2. Siaga kuning : elevasi +17.90 m
3. Siaga merah : elevasi +19.00 m

Berdasarkan elevasi muka air di atas, dilakukan running model Hec-RAS untuk mengetahui debit yang mengakibatkan muka air tersebut. Adapun hasil running menunjukkan besaran debit untuk masing-masing muka air antara lain :

1. elevasi +17.70 m debit : 210.5 m<sup>3</sup>/dt
2. elevasi +17.90 m debit : 220 m<sup>3</sup>/dt
3. elevasi +19.00 m debit : 297 m<sup>3</sup>/dt

Hasil running HEC-RAS sungai dapat dilihat Tuntang pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2. Long dan Cross Sungai Tuntang Hasil Model HEC-RAS

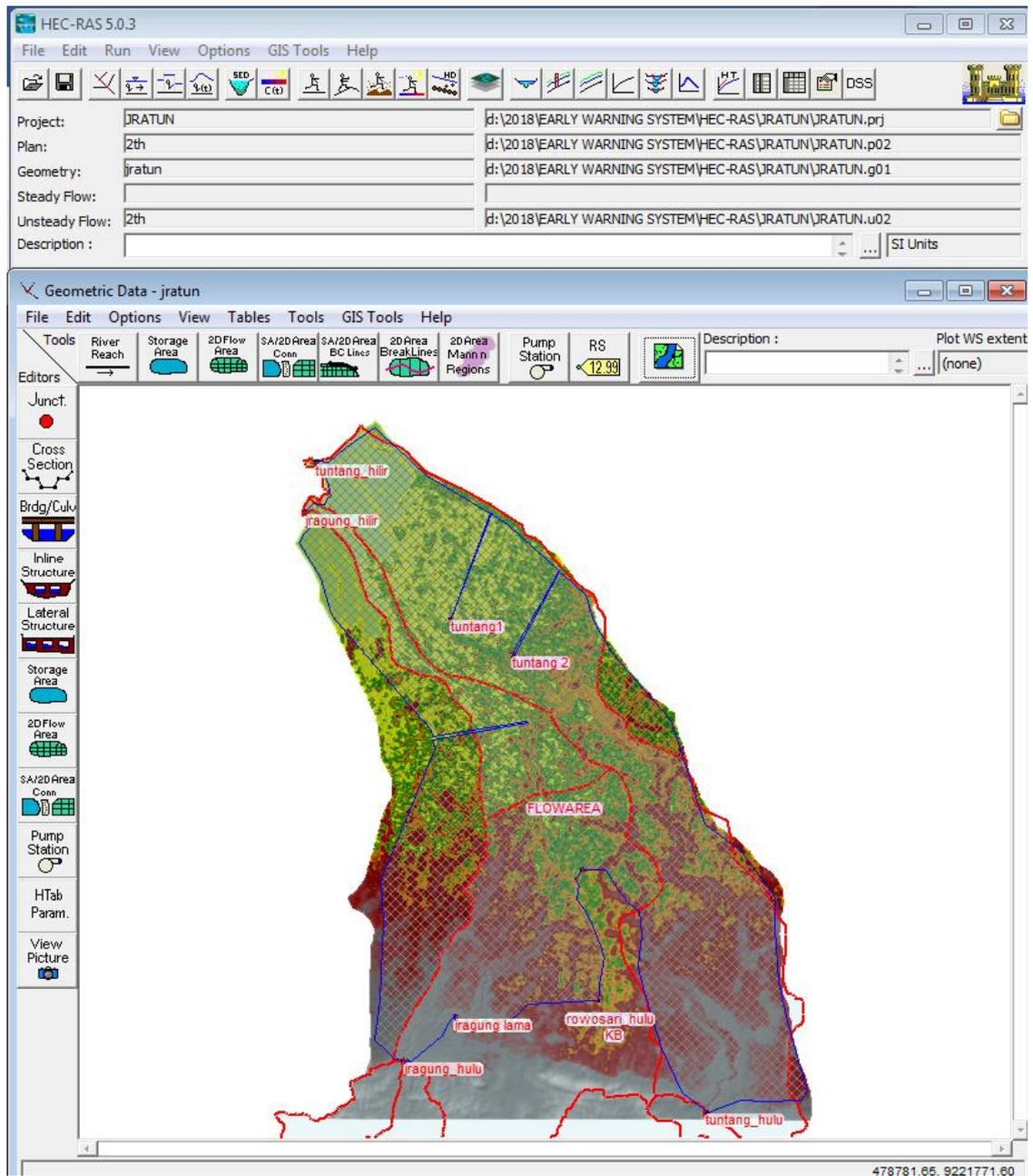
#### 4.4 Input Data HEC-RAS 2D Sistem Sungai Jragung Tuntang

Untuk memodelkan genangan banjir digunakan model HEC-RAS dua dimensi dengan memanfaatkan RAS MAPPER yang merupakan fitur tambahan pada HEC-RAS 5.0.1. Program ini mampu menghasilkan genangan banjir beserta kedalaman dan kecepatan banjir. Data yang diperlukan dalam analisis genangan adalah data DEM (Digital Elevation Model) dari wilayah studi. Data DEM yang digunakan dalam analisis ini juga dikombinasi dengan data hasil pengukuran yang telah dilakukan.

Pada Sistem Sungai Jragung Tuntang, data hasil pengukuran yang dikombinasi dengan DEM antara lain meliputi :

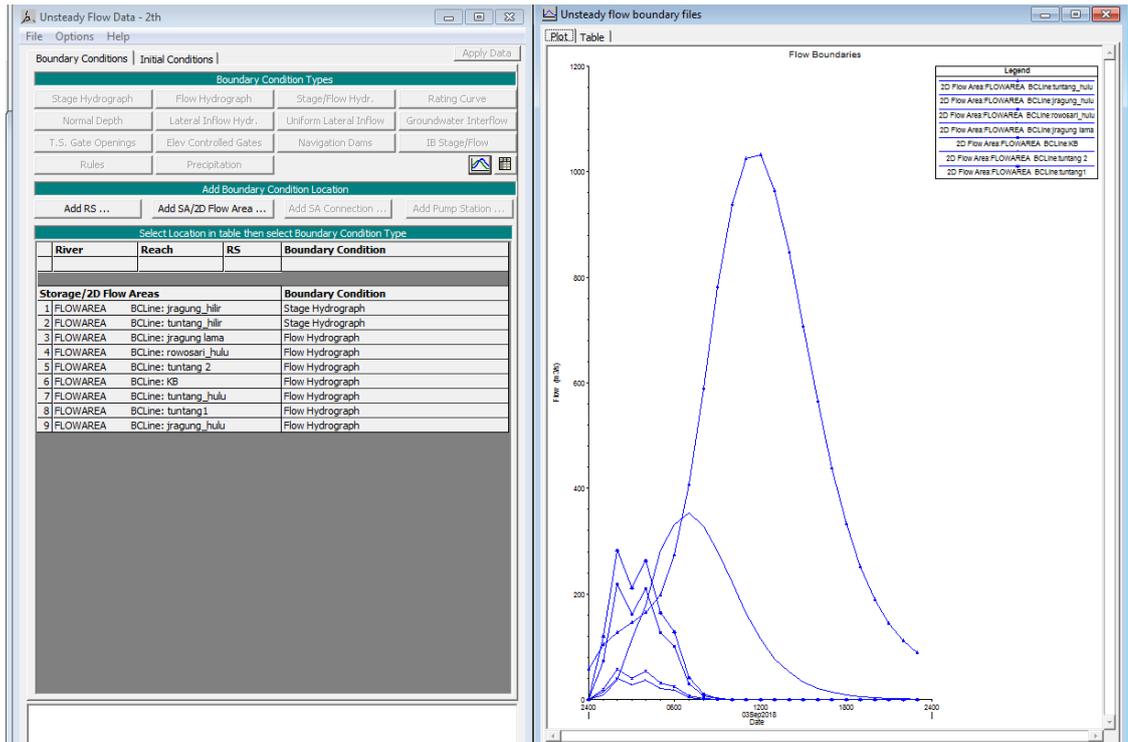
1. Sungai Jragung, mulai dari Bendung Jragung sampai dengan muara.
2. Sungai Tuntang, mulai dari Bendung Glapan sampai dengan muara.

Input data DEM pada model HEC-RAS dua dimensi Sistem Sungai Jragung Tuntang ditampilkan pada Gambar 4-3.



Gambar 4-3. Input Data DEM Pada HEC-RAS Dua Dimensi Sistem Sungai Jragung Tuntang

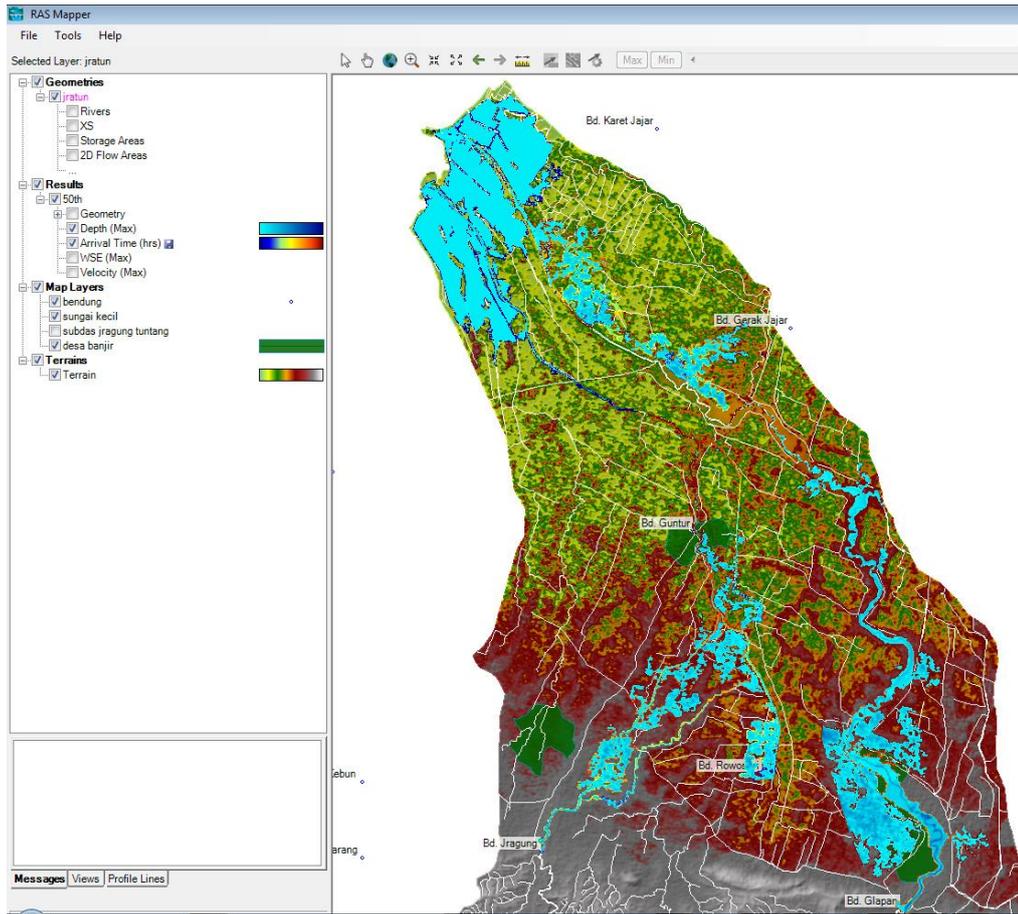
Selain data DEM diperlukan pula data boundary condition sebagaimana pada model HEC-RAS satu dimensi. Pada hulu sungai, input yang digunakan antara lain debit sungai yang diperoleh dari hasil analisis debit dengan HEC-HMS. Sedangkan pada hilir sungai data yang digunakan adalah data pasang surut. Input data boundary condition pada model HEC-RAS dua dimensi Sistem Sungai Jragung Tuntang ditampilkan pada Gambar 4-4.



Gambar 4-4. Input Data Boundary Condition Pada HEC-RAS Sistem Sungai Jragung Tuntang

#### 4.5 Output HEC-RAS Sistem Sungai Jragung Tuntang

Pemodelan genangan banjir dengan menggunakan model HEC-RAS dilakukan dengan menggunakan debit banjir rencana kala ulang 5, 10, 25 dan 50 tahun. Dari hasil analisis dengan model HEC-RAS dua dimensi diperoleh genangan banjir pada Sistem Sungai Jragung Tuntang seperti ditampilkan pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5. Genangan Banjir Sistem Sungai Jragung Tuntang Kala Ulang 50 Tahun

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penampang Sungai Jragung setelah normalisasi dengan kapasitas desain Q50 tahun yang berbeda untuk masing-masing ruas antara lain 275 m<sup>3</sup>/dt, 404 m<sup>3</sup>/dt dan 584 m<sup>3</sup>/dt. Dari hasil running model HEC-RAS diketahui bahwa dengan debit tersebut desain Sungai Jragung mampu menampungnya.
2. Dari hasil analisis diketahui bahwa pada kondisi existing Sungai Tuntang tidak mampu menampung debit Q50 tahun pada beberapa ruas.
3. Dari hasil analisis dengan model HEC-RAS dua dimensi diperoleh prediksi genangan banjir pada Sistem Sungai Jragung Tuntang.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil analisis pada penelitian ini diberikan saran untuk dilakukan perbaikan sungai khususnya pada Sungai Tuntang agar mampu menampung debit banjir.



YAYASAN UNDARIS KABUPATEN SEMARANG  
UNIVERSITAS DARUL ULMU ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN  
KEPADA MASYARAKAT

Jl. TentaraPelajar No. 13 Telp (024) 6923180, Fax. (024) 76911689 Ungaran Timur 50514  
Website : undaris.ac.id email : info@undaris.ac.id

**SURAT TUGAS**

Nomor: 002a/AII/I/2023

Ketua LPPM Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS)  
Ungaran, dengan ini memberikan tugas kepada:

No	Nama	NIDN / NIM	Jabatan Fungsional	Pangkat / Golongan
1.	Ratih Pujiastuti, ST., MT. (Ketua)	0623068302	Asisten Ahli	Penata Muda Tk. I/IIIb
2.	Ir. Totok Apriyanto, M.T	0019046101	Lektor Kepala	Pembina/IVa
3.	Hamilatur Rahmah	21210010	-	-

Instansi : Undaris Ungaran  
Tugas : Melakukan Penelitian Tentang Pemodelan Hidrologi  
Untuk Sistem Sungai Jragung Tuntang Dengan Judul  
"Model Hidrolika Sistem Sungai Jragung Tuntang"  
Hari / Tanggal : Selasa, 3 Januari 2023  
Pukul : 09.00 WIB – Selesai  
Tempat : Kab. Demak dan Kab. Semarang

Demikian untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan menyampaikan laporan setelah selesai melaksanakan tugas.

Ungaran, 2 Januari 2023

a.n. Ketua  
Sekretaris,


Yogi Ageng Sri Legowo, S.Pd., M.Pd  
NIDN. 0624069201

Mengetahui

Telah melaksanakan tugas sebagaimana mestinya

