



**PENANGGULANGAN BANJIR PADA SUNGAI BABON SEMARANG  
WILAYAH KARANG ROTO - BANJARDOWO  
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

Agus Kris Budiman (17640057)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PENANGGULANGAN BANJIR PADA SUNGAI BABON SEMARANG  
WILAYAH KARANG ROTO - BANJARDOWO  
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS**

Disusun dan Diajukan oleh :

AGUS KRIS BUDIMAN (17640057)

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan di  
hadapan dewan penguji,

Semarang, 2 Juni 2022

Menyetujui  
Dosen Pembimbing I.

Menyetujui  
Dosen Pembimbing II.



Dr. Ikhwanudin, S.T, M.T  
NIDN. 0610056902



Farida Yudaningrum, S.T, M.T  
NIDN. 0617067803

**HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PENANGGULANGAN BANJIR PADA SUNGAI BABON  
SEMARANG WILAYAH KARANG ROTO - BANJARDOWO  
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS**

Disusun dan Diajukan oleh :

Agus Kris Budiman (17640057)

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang pada tanggal 13 Juni 2022

**Dewan Penguji**



Dr. Slamet Supriyadi, M.Env.St  
NIP. 1959122819860310001

Penguji I,

Dr. Ikhwanudin, S.T, M.T  
NIDN. 0610056902

Penguji I,

Sekretaris,

Agung Kristiawan, S.T, M.T  
NIDN. 0605037001

Penguji II,

Farida Yudanigrum, S.T, M.T  
NIDN. 0617067803

Penguji III,

Agung Kristiawan, S.T, M.T  
NIDN. 0605037001

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Moto :**

“Orang bilang hidup itu seperti mengendarai sepeda, kita harus terus bergerak untuk menjaga keseimbangan dan tidak jatuh, sehingga kita bisa sampai ke tempat tujuan yang hendak kita capai. ” (Charles F Kettering)

“Apapun yang terjadi, teruslah melangkah dan tetap semangat. Percayalah, semua akan baik-baik saja jika kau mau melibatkan Tuhanmu dalam urusanmu” (Oprah Winfrey)

### **Persembahan :**

1. Pertama saya sangat bersyukur kepada pencipta saya Allah Swt yang selalu memberi kenikmatan dan hidayahnya.
2. Terimakasih untuk kedua orang tua saya terutama Ibu saya yang selalu mendoakan saya di setiap sujudnya, dan untuk Ayah saya yang selalu memberikan kebahagiaan untuk keluarganya.
3. Untuk partner saya dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu mendukung dan memberi semangat.
4. Almamater tercinta kita Universitas PGRI Semarang

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Kami yang berada bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang telah kami buat benar-benar merupakan hasil karya kami berdua, bukan plagiarisme.

Apabila pada kemudian hari hasil skripsi saya ini terbukti hasil plagiarisme, kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Semarang, 2 Juni 2022

Yang membuat Pernyataan



Agus kris Budiman  
17640057

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur selalu kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan taufik, rahmat serta hidayah-nya kepada kita. Sholawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW yang kita tunggu syafaatnya dihari akhir.

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana. Selain itu, skripsi ini bertujuan untuk menambah wawasan tentang pengendalian banjir yang berada di kawasan Semarang dan khususnya di sungai Babon Semarang bagi para pembaca dan penulis tentunya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Sri Suciati, M.Hum. selaku rektor Universitas PGRI Semarang.
2. Dr. Slamet Supriyadi. M.Env, St. selaku Dekan fakultas teknik dan informatika Universitas PGRI Semarang.
3. Dr. Ikhwanudin, S.T., M.T dan Farida Yudaningrum S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Agung Kristiawan, S.T., M.T selaku ketua program studi teknik sipil.
5. Seluruh dosen pengajar program studi teknik sipil Universitas PGRI Semarang.
6. Dinas BBWS Jawa Tengah yang telah memberikan izin sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.
7. DPU SDA Jawa Tengah yang telah memberikan izin sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.

8. Keluarga tercinta atas segala do'a dan dukungan yang telah diberikan baik moral maupun material.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2017 Universitas PGRI Semarang.

Kami menyadari, skripsi yang kami tulis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan kami nantikan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri dalam mengembangkan pengetahuan dan penelitian dibidang yang sama.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Semarang, 2 Juni 2022

Penyusun



Agus Kris Budiman

## ABSTRAK

Kota Semarang adalah salah satu kota yang menjadi pusat perekonomian di daerah Jawa Tengah yang mempunyai perkembangan yang pesat. Semarang merupakan salah satu kota metropolitan terbesar kelima di Negara Indonesia setelah kota Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, dan yang kelima jatuh kepada Kota Semarang wilayah Jawa Tengah. Seiring perubahan waktu dan perkembangan yang berada di Kota Semarang, tentunya banyak sekali permasalahan yang muncul, salah satunya Banjir. Sungai Babon Semarang merupakan bagian dari sistem drainase Semarang Timur, yang wilayah alirannya membentang dari wilayah Penggaron di sebelah Hulu sampai wilayah Genuk di sebelah Hilir. Sering terjadinya banjir di sungai Babon Semarang mempunyai beberapa faktor yaitu kapasitas sungai yang terbatas akibat sedimentasi, angka penurunan tanah, pasangnyanya air laut dan luapan dari sungai sekitar.

Sering terjadinya banjir di Sungai Babon sangat menarik untuk dikaji secara mendalam guna mencari solusinya. Tujuan dari pola pengendalian ini adalah untuk mengetahui elevasi air saat musim hujan, menghitung kapasitas sungai menggunakan Hec-ras, dan metode penanganan banjir sungai Babon.

Penelitian mengenai analisa penanggulangan banjir di Sungai Babon wilayah Karangroto-Banjardowo, Kota Semarang diawali dengan pengumpulan data sekunder seperti data curah hujan, data stasiun hujan, dan data karakteristik DAS. Dalam perhitungan debit banjir rencana (R24) menggunakan data seperti curah hujan, data pengukuran saluran, dan kondisi saluran tersebut. Berdasarkan dari data tersebut peneliti akan menghitung hujan rencana kala ulang Q 2,5,10,25,50, dan 100 tahun. Untuk menghitung data tersebut kami menggunakan Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel. Kemudian dari perhitungan tersebut dipilih analisa Distribusi Log III karena lebih mendekati.

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode Nakayashu maka diperoleh nilai debit banjir puncak (QP) sebesar 2.07 km<sup>2</sup> dan Q 2tahun sebesar 21,82 m<sup>3</sup>/det, Q 5tahun sebesar 25,17 m<sup>3</sup>/det, Q 10tahun 27,41 m<sup>3</sup>/det, Q 25tahun sebesar 30,25 m<sup>3</sup>/det, Q 50tahun sebesar 32,40 m<sup>3</sup>/det, dan Q 100tahun sebesar 34,55 m<sup>3</sup>/det. Kemudian dari data debit banjir kala ulang Q 50 tahun disimulasikan pada program aplikasi Hydrologi Engineering Center River Analysis System (Hec-Ras).

**Kata Kunci:** Sungai Babon Semarang, Analisa Banjir, HEC-RAS



## ABSTRACT

The city of Semarang is one of the cities that is the center of the economy in the Central Java area which has rapid development. Semarang is one of the fifth largest metropolitan cities in Indonesia after the cities of Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, and the fifth falls to Semarang City in the Central Java region. Along with changes in time and developments in the city of Semarang, of course, many problems arise, one of which is flooding. The Babon River Semarang is part of the East Semarang drainage system, whose flow area stretches from the Penggaron area in the upstream to the Genuk area in the downstream. The frequent occurrence of floods in the Babon River in Semarang has several factors, namely limited river capacity due to sedimentation, the rate of land subsidence, tides of sea water and overflows from surrounding rivers.

The frequent occurrence of floods in the Babon River is very interesting to study in depth in order to find a solution. The purpose of this control pattern is to determine the water level during the rainy season, calculate river capacity using Hec-ras, and the method of handling the Babon river flood.

Research on the analysis of flood control in the Babon River in the Karangroto-Banjardowo area, Semarang City begins with the collection of secondary data such as rainfall data, rain station data, and watershed characteristics data. In calculating the planned flood discharge (R24) using data such as rainfall, channel measurement data, and the condition of the channel. Based on this data, the researcher will calculate the planned rainfall for the return period of Q 2,5, 10, 25, 50, and 100 years. To calculate the data, we use the Normal Distribution, Log Normal Distribution, Pearson III Log Distribution, and Gumbel Distribution. Then from these calculations, Log III distribution analysis was chosen because it was closer.

Based on data processing using the Nakayashu method, the peak flood discharge value (QP) is 2.07 km<sup>2</sup> and Q 2 years is 21.82 m<sup>3</sup>/s, Q 5 years is 25.17 m<sup>3</sup>/sec, Q 10 years is 27.41 m<sup>3</sup>/sec, Q 25 years at 30.25 m<sup>3</sup>/s, Q 50 years at 32.40 m/s, and Q 100 years at 34.55 m<sup>3</sup>/s. Then from the flood discharge data for the Q50 year return period, it is simulated in the Hydrology Engineering Center River Analysis System (Hec-Ras) application program.

**Keywords: Semarang Babon River, Flood Analysis, HEC-RAS**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Banjir .....	5
2.2 Analisis Hidrologi.....	5
2.3 Analisis Hidrolika .....	17
2.4 Pengendalian Banjir .....	23
2.5 Road Map Penulis Terdahulu .....	25
BAB III.....	28
METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Lokasi Penelitian .....	28
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	29
3.3 Tahap Pengolahan Data .....	30
3.4 Analisa Hidrologi .....	30
3.5 Analisa Hidraulika.....	31
3.6 Alternatif Pengendalian Banjir.....	32
3.7 Bagan Alir Rencana Penelitian .....	33
.....	33
BAB IV.....	34

<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
<b>4.1 Analisis Hidrologi</b> .....	34
<b>4.1.1 Data Curah Hujan</b> .....	34
<b>4.1.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)</b> .....	39
<b>4.1.3 Analisis Curah Hujan Rata – Rata Maksimum</b> .....	40
<b>4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Poligon Thiessen</b> .....	44
<b>4.1.5 Analisa Frekuensi</b> .....	45
<b>4.1.6 Parameter Statistik</b> .....	45
<b>4.1.7 Pengujian keselarasan sebaran</b> .....	51
<b>4.1.8 Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov</b> .....	54
<b>4.1.9 Perhitungan Hujan Rencana Ulang (Metode Log Pearson III)</b> .....	55
<b>4.1.10 Perhitungan curah Hujan efektif</b> .....	57
<b>4.2 Analisis Debit Banjir</b> .....	60
<b>4.3 Analisis Hidrolika</b> .....	78
<b>4.3.1 Menggunakan Aplikasi Program HEC-RAS</b> .....	78
<b>4.3.2 Perhitungan Kapasitas Saluran</b> .....	86
<b>4.3.3 Evaluasi Kapasitas Saluran Eksisting Dan Kapasitas Debit Rencana</b>	88
<b>BAB V</b> .....	93
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	93
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	93
<b>5.2 Saran</b> .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	94

## **Daftar Gambar**

Gambar 2. 1 Metode Poligon Thiessen.....	7
Gambar 2. 2 Sketsa Stasiun Curah Hujan Raja-raja Aljabar .....	8
Gambar 2. 3 Tampilan Layar Utama HEC-RAS.....	20
Gambar 2. 4 Persamaan Rumus Energi.....	21
Gambar 2. 5 Jarak Cross Section .....	22
Gambar 2. 6 Tampilan Program Aplikasi HEC-RAS .....	23
Gambar 2. 7 Tampilan Input New Project.....	23
Gambar 2. 8 Tampilan Unit System.....	23
Gambar 2. 9 Tampilan Geometri Data .....	24
Gambar 2. 10 Tampilan Analysis Unsteady Flow Data .....	24
Gambar 2. 11 Tampilan Unsteady Flow Data.....	25
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Peta Poligon Thiessen.....	36
Gambar 4. 2 Grafik Curah Hujan Rancangan .....	39
Gambar 4. 3 Koordinat Hidrograf Satuan Saluran.....	60

## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Reduced Variate (YT) yang digunakan untuk Metode Sebaran .	12
Tabel 2. 2 Pedoman Pemilihan Sebaran .....	14
Tabel 2. 3 Nilai Do Kritis Yang Digunakan Untuk Uji Smimov-Kolmogorov .....	16
Tabel 2. 4 Road Map Penulis Terdahulu .....	27
Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Perstasiun.....	34
Tabel 4. 2 Luas Poligon Thiessen dan Bobot Stasiun Hujan .....	37
Tabel 4. 3 Curah Hujan Maksimum Stasiun Pucanggading .....	37
Tabel 4. 4 Curah Hujan Rancangan.....	38
Tabel 4. 5 Distribusi Normal.....	41
Tabel 4. 6 Distribusi Log Normal.....	43
Tabel 4. 7 Distribusi Gumbel.....	45
Tabel 4. 8 Hasil Rekapitulasi Parameter Statistik .....	47
Tabel 4. 9 Data Curah Hujan Chi-Square .....	47
Tabel 4. 10 Interval Peluang Tiap Kelas.....	48
Tabel 4. 11 Nilai Data Interval Kelas ( $O_i$ ) dan $(O_i - E_i)^2 / E_i$ Setiap Kelas..	49
Tabel 4. 12 Nilai D Minimal .....	50
Tabel 4. 13 Nilai Karakteristik K Distribusi Log Pearson III .....	51
Tabel 4. 14 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang .....	52
Tabel 4. 15 Nilai Hasil Perhitungan Hujan Rencana.....	53
Tabel 4. 16 Curah Hujan Efektif R24.....	54
Tabel 4. 17 Distribusi Hujan DAS .....	55
Tabel 4. 18 Tinggi Hujan Efektif Jam-Jaman .....	55
Tabel 4. 19 Unit Koordinat Hidrograf Nakayashu .....	58
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Hidrograf Nakayashu.....	59
Tabel 4. 21 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 2 Tahun Metode Nakayashu.....	61
Tabel 4. 22 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 5 Tahun Metode Nakayashu.....	62

Tabel 4. 23 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 10 Tahun Metode Nakayashu.....	63
Tabel 4. 24 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 25 Tahun Metode Nakayashu.....	64
Tabel 4. 25 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 50 Tahun Metode Nakayashu.....	65
Tabel 4. 26 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 100 Tahun Metode Nakayashu.....	66
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir Metode Nakayashu .....	67
Tabel 4. 28 Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang 50 Tahun .....	73
Tabel 4. 29 Perhitungan Saluran Tersier.....	82
Tabel 4. 30 perbandingan Debit Rencana Periode Ulang 50 Tahun.....	83

## DAFTAR NOTASI

- DAS : Daerah Aliran Sungai
- STA : Stasiun
- Xrt : Nilai rata-rata (mm)
- Xi : Nilai pengukuran dari suatu variant (mm)
- N : Jumlah Data
- S : Standart Deviasi
- P (Xm): Peluang dari kumpulan nilai yang diinginkan selama periode Penelitian
- T (Xm): Periode ulang dari kejadian Xm sesuai dengan sifat kumpulan dari nilai yang diinginkan (Xm)
- N : Jumlah Pengamatan dari varian X
- n : Nomor Urut Kejadian atau Peringkat Kejadian
- Xm : Kumpulan Nilai Yang Diinginkan
- X : Hujan Dengan Masa Ulang T
- $\bar{X}$  : Nilai rata-rata Hitung Varian
- Sn : Standart Deviasi Dari Nilai Varian
- Y : Nilai Logarita dari X
- $\bar{Y}$  : Nilai Logarita dari Y
- S : Standart Deviasi Dari Y
- K : Karakteristik Dari Distribusi Log Pearson III
- Q : Debit Maksimum Yang Terjadi ( $Q^3/dt$ )
- $\alpha$  : Koefisien Pengaliran, pada tabel
- I : Intensitas Hujan (mm)
- A : Luas Daerah Aliran (km)
- L : Panjang Saluran Daerah Aliran (km)
- V : Kecepatan Rambatan Banjir (km/jam)
- H : Beda Tinggi antar Titik Terjauh (Hulu) dengan Titik pengamatan (km)
- QP : Debit Puncak Banjir ( $m^3/det$ )

- A : Luas Daerah Aliran Saluran ( $\text{km}^2$ )
- Ro : Hujan Satuan (mm)
- Tp : Tenggang Waktu dari permulaan hujan sampai terjadi puncak banjir (jam)
- T0,3 : Waktu yang Diinginkan Dalam Penurunan Debit Dari Puncak Debit Hingga Debit Menjadi 30% Dari Debit Puncak (Jam)



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Semarang adalah salah satu kota yang menjadi pusat perekonomian di daerah Jawa Tengah yang mempunyai perkembangan yang pesat. Semarang merupakan salah satu kota metropolitan terbesar kelima di Negara Indonesia setelah kota Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, dan yang kelima jatuh kepada Kota Semarang wilayah Jawa Tengah. Kota Semarang terletak diantara sebelah Barat Kabupaten Kendal, sebelah Timur Kabupaten Demak, sebelah Selatan Kabupaten Semarang dan sebelah Utara dibatasi oleh Laut Jawa. Semarang memasuki salah satu kota besar yang letaknya dekat dengan pesisir Pantai Utara Pulau Jawa. Kota Semarang mempunyai penduduk sejumlah 1.786.114 dengan luas wilayah Kota Semarang 373,70 km atau mencapai 37.366,838 ha pada tahun 2018-2020 (Hasil Sensus Penduduk, 2020).

Seiring perubahan waktu dan perkembangan yang berada di Kota Semarang, Tentunya banyak sekali permasalahan yang muncul, Oleh karena itu, pemerintah harus menyediakan sarana dan prasarana kota untuk menunjang kelancaran dari pertumbuhan kota Semarang itu sendiri. Dalam hal perkembangan kota yang perlu diperhatikan yaitu tentang sumber daya alam dalam hal ini yaitu AIR. Air merupakan sumber daya alam yang menjadi bagian terpenting bagi kehidupan manusia. Untuk dapat memanfaatkan potensi air yang ada diperlukan sarana sehingga kebutuhan air dapat terpenuhi berdasarkan konsepsi, rancangan, rencana dan operasi dari sarana yang ada. Sistem penyediaan air di Kota Semarang belum optimal sehingga waktu musim kemarau air tidak cukup

Pada dasarnya banjir/genangan adalah genangan air yang terjadi pada daerah yang tidak diinginkan adanya genangan air. Genangan air yang terjadi di suatu tempat merupakan proses alami dan menjadi konsekuensi logis dari perubahan tata guna dan geometri lahan. Disamping itu genangan terjadi juga dikarenakan meningkatnya limpasan air permukaan, hal ini lebih diakibatkan oleh makin berkurangnya vegetasi penutup dan tingginya intensitas hujan.

Dengan adanya kejadian-kejadian banjir/genangan di beberapa wilayah di sepanjang aliran sungai babon Semarang, dan mengacu pada rancangan peraturan daerah tentang rencana tata ruang wilayah Kota Semarang, maka diperlukan pemikiran untuk menyelesaikan masalah banjir/genangan tersebut dengan pemahaman/kajian sistem daerah pengaliran secara menyeluruh bukan parsial.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan analisis mengenai masalah banjir yang terjadi di Kota Semarang guna mengetahui berapa besar kenaikan muka air banjir di sungai tersebut dan bagaimana langkah yang akan dilakukan sebagai upaya penyelesaian masalah banjir tersebut. Dalam hal ini akan dilakukan analisis kenaikan muka air banjir serta kondisi eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System*) versi 5.0.1. Ada beberapa alasan kenapa kemudian analisis dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS. Seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya bahwa analisa dengan HEC-RAS merupakan bentuk tiruan atau simulasi yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi dari apa yang sebetulnya terjadi dilapangan. Aplikasi ini sudah dilengkapi dengan berbagai item input data yang dibutuhkan dalam analisa. Seperti halnya input data penampang sungai, river reach, data manning dan data yang lainnya. Dengan selesainya diinput data-data yang dibutuhkan maka, dapat dilakukan analisa dengan otomatis oleh program HEC-RAS. Sehingga dengan demikian aplikasi ini dapat memudahkan untuk menganalisa kejadian yang sebenarnya dengan cukup mudah.

Genangan cukup parah yang terjadi di wilayah Genuk Kota Semarang. Peningkatan debit air Sungai Babon Semarang akibat banjir kiriman dari Sungai yang berada di hulu dan juga derasnya hujan yang mengguyur daerah tersebut serta penyempitan dan dangkalnya sungai akibat penumpukan sedimentasi semakin mempercepat tingginya debit air Sungai Babon Semarang hingga meluap. Dengan cepatnya aliran air dan derasnya hujan membuat banjir.

Tujuan penelitian Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Kota Semarang bertujuan untuk memperlancar aliran debit air agar tidak terjadi banjir

untuk lima tahun mendatang. Dengan demikian penduduk terhindar dari banjir air hujan serta mengatur ulang sistem drainase.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan inti terpeting dari latar belakang terdapat masalah yang harus diselesaikan sebagai berikut :

- a. Berapa jumlah debit tampungan air pada saat musim penghujan?
- b. Berapa jumlah air yang dapat ditampung akibat meluapnya Sungai Babon?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari tugas akhir/skripsi yang penulis selesaikan adalah penanggulangan dari luapan air hujan Sungai Babon yang memasuki kawasan Genuk dan sekitarnya.

Tujuan dari tugas akhir/skripsi penulis adalah :

- a. Menghitung debit rencana tahunan pada Sungai Babon.
- b. Menghitung kapasitas aliran sungai babon di daerah banjir dowo sampai karangroto dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS.

### **1.4 Pembatasan Masalah**

Dalam analisa ini terdapat batasan masalah yang tertera meliputi :

- a. Analisa Data Hidrologi Sungai Babon
- b. Menghitung Debit Banjir Sungai Babon
- c. Menghitung Daya Tampung Sungai Babon

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diinginkan penulis dari penelitian ini adalah :

- a. Menangani banjir air hujan tahunan akibat dari luapan Sungai Babon.
- b. Penerapan ilmu yang didapat pada saat dibangku perkuliahan.
- c. Memperluas wawasan pengetahuan ilmu drainase bagi penulis.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir/skripsi yang penulis sampaikan, penulis membuat sistematika penulisan yang dibagi dalam lima bab yang menjelaskan isi dari penelitian tersebut, antara lain adalah :

**a Bab I Pendahuluan**

Dalam bab ini berisi uraian tentang Latar Belakang, Pembatasan Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Serta Sistematika Penulisan.

**b Bab II Tinjauan Pustaka**

Dalam bab ini berisi uraian yang membahas bahan penelitian yang berdasarkan teori yang sudah terakurat.

**c Bab III Metode Penelitian**

Dalam bab ini berisi uraian yang membahas tentang tahap-tahap dimulainya penelitian awal hingga penelitian akhir.

**d. Bab IV Analisa dan Pembahasan**

Dalam bab ini berisi uraian perhitungan data yang diperlukan dalam proses penelitian tugas akhir/skripsi.

**d. Bab V Penutup**

Dalam penyelesaian tugas akhir/skripsi bab ini berisi uraian yang berisi kesimpulan dari suatu proses analisa data sebagai tumpuan pengendalian drainase banjir.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang..

Sistem aliran Sungai Babon memerlukan analisis hidrologi dan hidraulika yang akan digunakan untuk perencanaan pengendalian banjir. Luapan dari Sungai Banjir Kanal Timur yang meluap di beberapa daerah. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagaimana ada di bawah ini :

#### 2.2 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari besaran sistem pengendalian Sungai Banjir Kanal Timur yang diperlukan dalam merancang bangunan air dalam suatu rangka pekerjaan. Curah hujan (*presipitasi*) merupakan faktor dari hidrologi yang berpengaruh pada kawasan hulu. Curah hujan pada suatu tempat merupakan faktor dari besarnya debit banjir yang terjadi di daerah yang menerima kelebihan debit air.

Tujuan dilakukannya analisis hidrologi bertujuan untuk mendapatkan keistimewaan hidrologi dan meteorology pada suatu daerah aliran sungai. Tujuan lain dilakukannya analisis hidrologi untuk mengetahui keistimewaan hujan, debit air yang melampaui batas ataupun debit air yang wajar yang akan digunakan untuk dasar analisis hidrologi pada analisis selanjutnya yang dalam pekerjaannya detail desain.

### 2.1.1 Analisis Hujan Rancangan

#### a. Metode Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen merupakan metode yang memperhitungkan bobot dari perstasiun yang mewakili luasan di sekitaran daerah. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap jika hujan adalah sama dengan yang terjadi perstasiun terdekat sehingga hujan terdaftar pada suatu perwakilan stasiun tersebut. Metode Poligon Thiessen digunakan jika suatu penyebaran hujan pada suatu stasiun yang diamati tidak merata. Dengan perhitungan yang membandingkan luasan untuk setiap stasiun yang besarnya  $= \frac{A_n}{A}$ , dimana A merupakan luas daerah penampungan atau jumlah (Suripin, 2004).

Curah hujan rata-rata didapat dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang memiliki daerah pengaruh yang dibentuk dengan medesain garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara pos penakar.

$$C = \frac{A}{A_{total}} \text{-----}$$

2.1)

Dimana :

C = Koefisien Thiessen

A = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan i  
(km<sup>2</sup>)

A<sub>total</sub> = Luas total dari DAS (km<sup>2</sup>)

Langkah-langkah Metode Thiessen sebagai berikut :

1. Lokasi stasiun hujan di plot pada peta DAS antar stasiun dibuat suatu garis penghubung.
2. Kemudian menarik garis tegak lurus berada di tengah setiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga terbentuk Poligon Thiessen. Semua titik yang berada di dalam satu poligon memiliki jarak dekat dengan stasiun yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak stasiun lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada satu stasiun poligon dianggap representasi hujan pada kawasan satu poligon.

3. Untuk mengukur suatu luas areal setiap poligon dapat diukur menggunakan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan luas poligon.

Untuk menghitung hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \text{-----(2.2)}$$

(2.1)

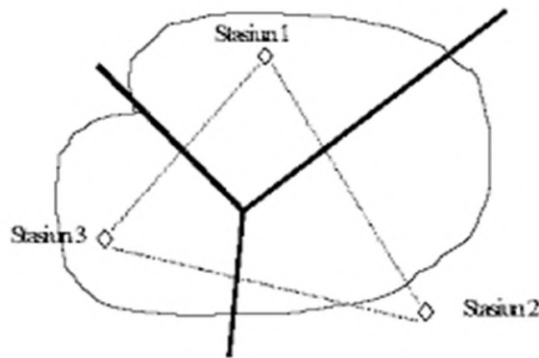
Dimana :

R = Curah hujan maksimum rata-rata DAS (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh dari setiap stasiun hujan ( $\text{km}^2$ )

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = Banyaknya stasiun hujan



**Gambar 2.1** Metode Poligon Thiessen  
(Sumber: Google, Guntara.com)

#### b. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode rata-rata aljabar yang digunakan untuk menghitung pengambilan nilai rata-rata hitung atau (*arithmetic mean*) dalam pengukuran hujan di tempat penakar-penakar hujan pada stasiun di dalam areal tersebut. Teknik ini bersumber dari pendapat bahwa seluruh stasiun hujan memiliki pengaruh yang sama dengan stasiun yang lain. Hasil yang diberikan dari teknik tersebut dapat divalidasi jika topografi rata atau datar. Penyebaran stasiun hujan secara merata

pada areal tersebut menghasilkan penakaran setiap stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata semua stasiun hujan di semua area.

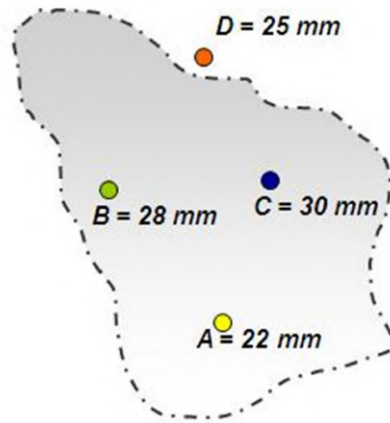
$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad \text{-----(2.3)}$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata DAS (mm)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> = Curah hujan pada setiap stasiun Hujan

n = Jumlah titik pos pengamatan



**Gambar 2.2** Sketsa Stasiun Curah Hujan Stasiun Rata-rata Aljabar  
(Sumber : Google, Dervishdervish)

## 2.1.2 Analisis Frekuensi

### a. Parameter Statistik

Parameter digunakan sebagai analisis frekuensi yang meliputi :

- 1) Parameter nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ),

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{-----(2.4)}$$

Keterangan :

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata (mm)

X = Nilai pengukuran dari suatu varian (mm)

N = Jumlah data

- 2) Standar Deviasi (Sd),

Simpangan baku atau (Standart Deviasi merupakan perbedaan dari nilai sampel terhadap nilai rata-rata

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{-----(2.5)}$$



Keterangan :

S = Standar Deviasi

$X_i$  = Nilai Varian

N = Jumlah Data

3) Koefisien Variasi (Cv),

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad \text{-----}(2.6)$$

Cv = Koefisien variasi curah hujan

$X_i$  = Standar deviasi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan

4) Koefisien Kemiringan (Cs)

Koefisien kemiringan (Cs) merupakan nilai yang menunjukkan suatu derajat ketidak simetrisan dari suatu distribusi.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad \text{-----}(2.7)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien kemencengan

Sd = Standar deviasi dari sampel (mm)

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung dari sampel (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke-I (mm)

N = Jumlah data

5) Koefisien Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis merupakan pengukuran keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang umumnya disamakan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \quad \text{-----}(2.8)$$

Keterangan :

Ck = Koefisien kurtosis (3)

Sd = Standar deviasi dari sampel (mm)

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung dari sampel (mm)

$X_i$  = Nilai varian ke-i (mm)

N = Jumlah data

### b. Metode Pemilihan Distribusi

Untuk menentukan distribusi yang akan digunakan menganalisis frekuensi menggunakan cara sebagai berikut :

#### 1) Metode Distribusi Normal

$$P(X_m) = m / (N + 1) \text{ atau } T(x_m) = (N + 1) / m \text{ -----(2.9)}$$

Keterangan :

$X_m$	= Kumpulan nilai yang diharapkan terjadi
$P(X_m)$	= Peluang terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan
$T(X_m)$	= Periode ulang dari kejadian $X_m$ sesuai dengan sifat kumpulan nilai yang diharapkan ( $X_m$ )
$N$	= Jumlah pengamatan dari variat $X$
$n$	= Nomor urut kejadian atau peringkat kejadian

#### 2) Metode Distribusi Log Normal

Untuk menganalisis frekuensi curah hujan dapat menggunakan metode distribusi log normal dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_t \cdot S \text{ -----(2.10)}$$

Keterangan :

$X_T$	= Besarnya curah hujan dengan periode ulang $T$ tahun
$\bar{X}$	= Curah hujan rata-rata (mm)
$S$	= Standar Deviasi
$K_t$	= Standar Variabel

#### 3) Metode Distribusi Gumbel

$$X = \bar{X} + \frac{3}{3n} (Y - Y_n) \text{ -----(2.11)}$$

$$Y = \ln(-\ln(\frac{T-1}{T})) \text{ untuk } T \geq 20, \text{ maka}$$

Keterangan :

$X$	= Hujan dengan masa ulang $T$
$\bar{X}$	= Nilai rata-rata hitung
$S$	= Standar deviasi (Simpangan Baku)
$S_n$	= Standar deviasi dari reduksi variat

Y	= Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang
T	= Periode ulang
$Y_n$	= Nilai rata-rata dari reduksi variat
YT	= Nilai reduksi variat

**Tabel 2.1** Reduced Variate (YT) yang digunakan untuk Metode Sebaran Gumbel Tipe 1

No.	Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate
1	2	0,3665
2	5	1,4999
3	10	2,2502
4	20	2,9606
5	25	3.1985
6	50	3,9019
7	100	4,6001
8	200	5,2960
9	500	6,2140
10	1000	6,9190
11	5000	8,5390
12	10000	9,9210

(Sumber : CD. Soemarto, 1999)

## 4) Metode Log Pearson Tipe III

Penentuan nilai curah hujan periode ulang T dengan menggunakan metode log pearson tipe III menggunakan persamaan :

$$Y = \bar{Y} + k S \quad \text{-----}(2.12)$$

Keterangan :

Y = Nilai logaritmik dari X

$\bar{Y}$  = Nilai rata-rata dari Y

S = Standar deviasi dari Y

K = Karakteristik dari distribusi log person

Dengan persamaan :

$$\text{Log}X = \log \bar{X} + K.S.\log \bar{X} \quad \text{-----}(2.13)$$

Keterangan :

## a. Menghitung Nilai Rata-Rata

$$\text{Log} \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad \text{-----}(2.14)$$

## b. Menghitung Nilai Standar Deviasi

$$S \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{-----}(2.15)$$

## c. Menghitung Koefisien Kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log(\log x_i - \log \bar{X}) - S \log X)^3}{(n-1).(n-2).(S \log X)^3} \quad \text{-----}(2.16)$$

Keterangan :

X = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

S = Standar deviasi

N = Jumlah data

Cs = Koefisien kemencengan

**Tabel 2.2** Pedoman Pemilihan Sebaran

N	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3
3	Gumbell	Cs = 1,14 Ck = 5,4
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

(Sumber : CD. Soemarto, 1999)

### 2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan Rancangan

Dalam menganalisis probabilitas banjir biasanya dipakai beberapa macam distribusi frekuensi curah hujan antara lain yaitu :

#### a. Metode Chi Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$Xh^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \text{-----}(2.17)$$

Keterangan :

$Xh^2$  = Parameter Chi Kuadrat terhitung

$\sum$  = Jumlah sub kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

#### b. Metode Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov biasa disebut uji kecocokan non parametric karena pengujian yang digunakan bukan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pengujian Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data dari besar ke kecil atau dari kecil ke besar, kemudian besarnya peluang dari masing-masing data.
2. Menentukan nilai dari masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.
3. Dari masing-masing peluang tersebut dihitung selisih besarnya peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

D = Maksimum

$$(P(X_m) - (P'(X_m))) \quad \text{-----}(2.18)$$

Keterangan :

D = Perbedaan peluang maksimum

P(X<sub>m</sub>) = Nilai peluang dengan pengamatan

P'(X<sub>m</sub>) = Nilai peluang teoritis

**Tabel 2.3** Nilai Do Kritis yang digunakan untuk Uji Smimov-Kolmogorov

No	N	A			
		0,20	0,10	0,05	0,01
1	5	0,45	0,51	0,56	0,67
2	10	0,32	0,37	0,41	0,49
3	15	0,27	0,30	0,34	0,40
4	20	0,23	0,26	0,29	0,36
5	25	0,21	0,24	0,27	0,32
6	30	0,19	0,22	0,23	0,29
7	35	0,18	0,20	0,22	0,27
8	40	0,17	0,19	0,21	0,25
9	45	0,16	0,18	0,20	0,24
10	50	0,15	0,17	0,19	0,23
	N>50				

(Sumber : Bonnier, 1980)

Catatan :

$\alpha$  = Derajat Kepercayaan

## 2.2.4 Analisis Debit Banjir

### a. Metode Rasional Mononobe

Hidrograf B untuk perhitungan debit banjir maksimum dengan menggunakan metode rasional dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \alpha \cdot I \cdot A \quad \text{-----}(2.19)$$

Dimana :

Q = Debit maksimum yang terjadi ( $Q^3/dt$ )

A = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm)

A = Luas daerah aliran (km)

Intensitas hujan dapat dihitung dengan carat  $r = TR$ . Untuk hujan dengan  $tr$  dianggap 24 jam atau (hujan harian) maka metode rasional ini telah dikembangkan di daerah jepang dengan dikenal (rasional jepang). Dalam rumusan besar intensitas (T) digunakan persamaan dari r Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{R24}{T} \right)^{2/3} \quad \text{-----}(2.20)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Lamanya curah hujan/durasi curah hujan (jam)

R24 = Curah hujan rencana dalam periode ulang yang nilainya diperoleh dari tahapan sebelumnya

(Tahapan Analisis Frekuensi)

$$Tc = \frac{L}{V} \quad \text{-----}(2.21)$$

$$V = 27 \frac{H}{L} 0,6$$

Dimana :

L = Panjang sungai di daerah aliran (km)

V = Kecepatan rambatan banjir (km/jam)

H = Beda tinggi antara titik terjauh dengan titik pengamatan (km)

Koefisien pengaliran merupakan suatu variabel berdasarkan pada suatu kondisi pada daerah aliran sungai dan karakteristik hujan yang jatuh di

daerah tersebut. Adapun kondisi dan karakteristik yang dimaksud sebagai berikut :

1. Keadaan hujan
2. Luas dan bentuk daerah aliran
3. Daya infiltrasi dan perlokasi tanah
4. Kelembapan tanah dan suhu udara angin serta evaporasi
5. Tata guna tanah
6. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai

#### b. Hidrograf Banjir Metode Nakayasu

Metode Nakayasu dengan persamaan sebagai berikut :

$$Qp = \frac{A \cdot Ro}{3,60 \cdot (0,30 \cdot Tp \cdot T 0,30)} \quad \text{-----} (2.22)$$

$$Tp = Tg + 0,8 \cdot Tr \quad \text{-----} (2.23)$$

$$T0,3 = \alpha \cdot Tg \quad \text{-----} (2.24)$$

Keterangan :

$Qp$  = Debit puncak banjir ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas daerah aliran sungai ( $km^2$ )

$Ro$  = Hujan satuan ( $mm$ )

$Tp$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir ( $jam$ )

$T0,3$  = Waktu yang diperlukan lebih penurunan debit dari debit puncak sampai debit menjadi 30% dari debit puncak ( $jam$ )

Untuk menentukan  $Tp$  dan  $T0,3$  digunakan rumus pendekatan sebagai berikut :

Sungai dengan panjang  $> 15km$

$$Tg = 0,40 + (0,058 \cdot L) \quad \text{-----} (2.25)$$

Sungai dengan panjang  $< 15km$

$$Tg = 0,21 \times L 0,7 \quad \text{-----} (2.26)$$

Keterangan :

$L$  = Panjang sungai

$C$  = Koefisien pengaliran



### 2.3 Analisis Hidrolika

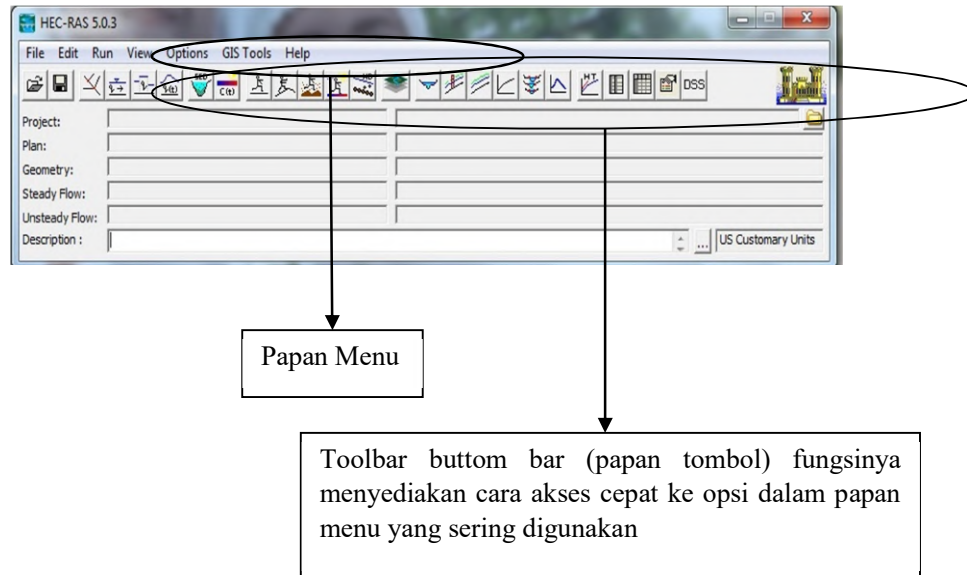
Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan dalam menampung suatu debit rencana. Salah satu penyebab banjir dikarenakan ketidakmampuan dalam menampung debit air dalam jumlah yang besar, sehingga mengakibatkan terjadinya bencana banjir. Analisa hidrolika digunakan untuk mengenali dampak terjadinya suatu banjir dan upaya untuk menanggulangnya, sehingga penampang sungai terhadap debit air bisa dilakukan dengan efisien dan efektif. Untuk model pendekatan atau model banjir ini dapat berupa model numerik atau matematik maupun model fisik.

Untuk penelitian ini digunakan model numerik untuk menyelesaikan permasalahan hidrolis. Model numerik memiliki keunggulan dalam penghematan tenaga dan waktu namun model numerik memiliki hasil output yang tidak akurat jika digunakan model fisik.

Permodelan banjir numerik dalam penelitian dibantu dengan program komputer yang biasa disebut adalah HEC-RAS. Program HEC-RAS dibuat lalu dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center*. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang digunakan untuk aliran sungai (*River Analysis System*). Program komputer aplikasi HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, laporan, serta grafik.

Berikut adalah tampilan dari program aplikasi komputer HEC-RAS sebagai berikut :

a) Perhitungan



**Gambar 2.3** Tampilan Layar Utama HEC-RAS  
Sumber : Panduan HEC-RAS

Sungai memiliki luas penampang yang sering berubah dan berbentuk non prismatis. Sungai mampu kehilangan energi pada saluran tersebut. Kehilangan energi disebabkan karena adanya gesekan dasar atau karena perubahan bentuk tampang. Kehilangan energi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Y_2 + Z_2 \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{-----(2.27)}$$

Dimana :

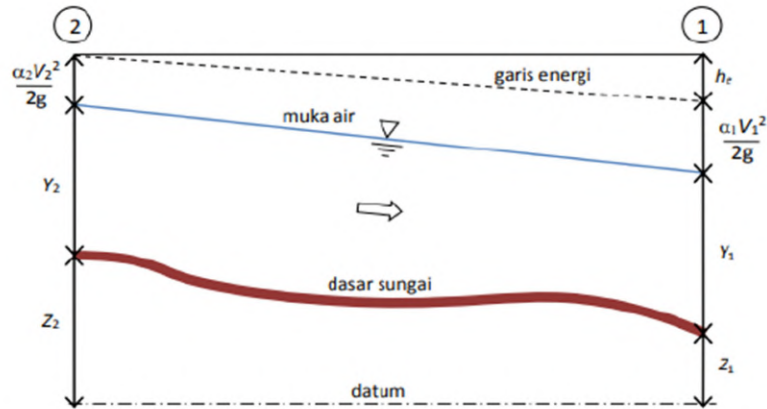
$Y_2, Z_2$  = tinggi tekanan (m)

$Z_1 + Z_2$  = tinggi tempat (m)

$\frac{V_2^2}{2g}, \frac{V_1^2}{2g}$  = tinggi kecepatan (m)

$\alpha_1, \alpha_2$  = koefisien kecepatan

$h_e$  = kehilangan eneeqi (m)



**Gambar 2.4** Persamaan Rumus Energi  
(Sumber : Panduan HEC-RAS)

Kehilangan tinggi energi terbagi menjadi dua komponen yaitu kehilangan energi karena gesekan (*friction losses*) dan kehilangan energi karena perubahan tampang (*contraction or expansion losses*).

Berikut adalah persamaan kehilangan energy antara dua tampang :

$$H_e - L S_f + C \left[ \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right] \quad \text{-----(2.28)}$$

Keterangan :

$L$  = Panjang Reach

$S_f$  = Kemiringan gesekan

$C$  = Koefisien kehilangan ekspansi dan kontraksi

Berikut adalah persamaan panjang ruas sungai antar dua tampang sebagai berikut :

$$L = \frac{(L_{lob} \times Q_{lob}) + (L_c \times Q_{ch}) + (L_{rob} \times Q_{rob})}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_r} \quad \text{-----(2.29)}$$

Keterangan :

$L_{lob}$ ,  $L_{ch}$ ,  $L_{rob}$  = Panjang ruas sungai di sisi kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan sisi kanan (*right overbank*).

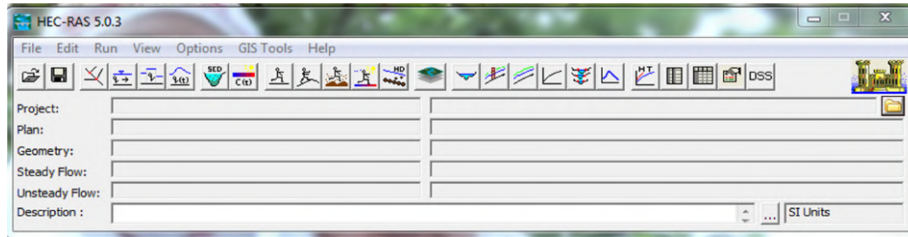
$Q_{lob}$ ,  $Q_{ch}$ ,  $Q_{rob}$  = Debit yang mengalir melalui (*left overbank, main channel, right overbank*).



**Gambar 2.5** Jarak Cross Section  
Sumber : Panduan HEC-RAS

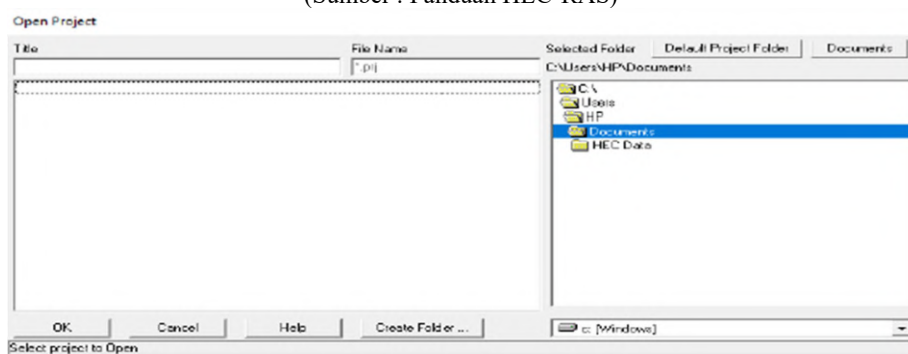
- b) Pada bab ini dijelaskan mengenai proses pengerjaan drainase pada aplikasi HEC-RAS, berikut adalah penjelasannya :
  - a. **Penyiapan Tempat**  
Langkah pertama harus dimulai untuk menginstall aplikasi program HEC-RAS. Berikutnya menentukan tempat yang akan digunakan untuk membuat permodelan. Pada model fisik untuk menyiapkan tempat diperlukan pembersihan tempat, penyediaan material, serta menyiapkan alat ukur. Sedangkan pada model matematik perlu menyiapkan memori serta folder.
  - b. **Pembuatan Geometri Saluran**  
Setelah menyiapkan tempat selanjutnya mengukur geometri saluran sesuai ukuran saluran. Data yang dibutuhkan dalam mengukur geometri saluran adalah peta situasi alur, gambar penampang melintang dan memanjang.
  - c. **Input Data Cross Section**  
Selanjutnya penambahan data cross section, masukkan data cross section dimulai dengan (STA).
  - d. **Pengukuran Kecepatan dan Kedalaman Aliran**  
Kecepatan dan kedalaman aliran merupakan parameter yang akan diuji.
  - e. **Presentasi dan Interpretasi Hasil**  
Setelah perhitungan selesai selanjutnya ditampilkan perhitungan berupa grafik dan tabel.
- c) **Langkah-langkah Menggunakan Program Aplikasi HEC-RAS**

- a. Buka aplikasi program HEC-RAS, kemudian pilih *File, New Project*.  
Masukkan nama project.



**Gambar 2.6** Tampilan Program Aplikasi HEC-RAS

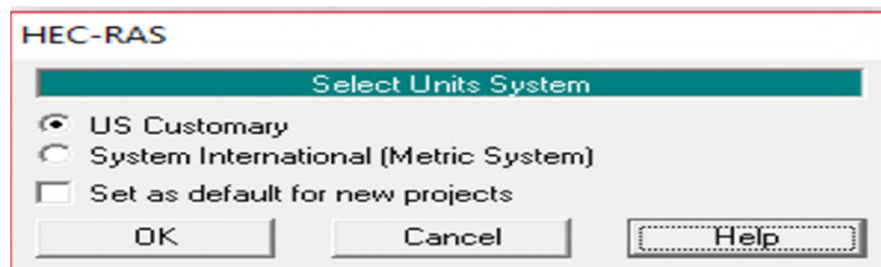
(Sumber : Panduan HEC-RAS)



**Gambar 2.7** Tampilan Input new project

(Sumber : Pnduan HEC-RAS)

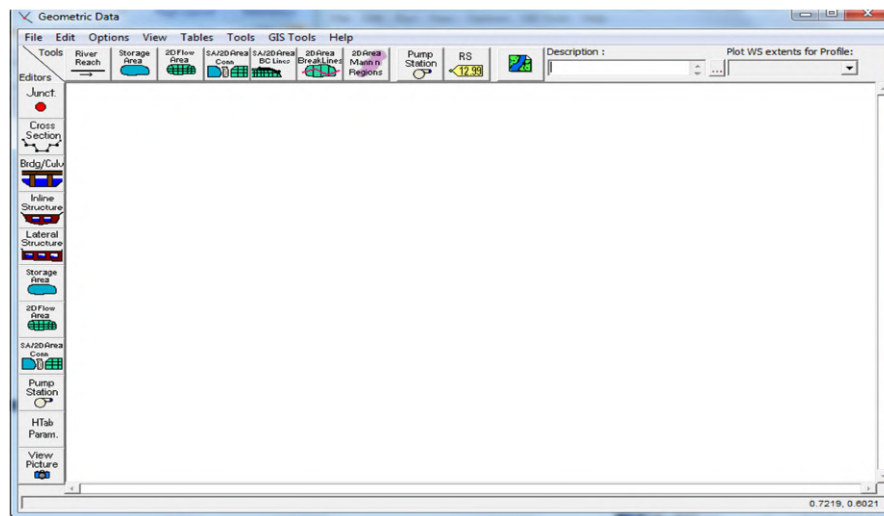
- b. Pilih *Options, Unit System* pilih *System International* untuk membuat data dalam satuan SI.



**Gambar 2.8** Tampilan Unit System

(Sumber : Panduan HEC-RAS)

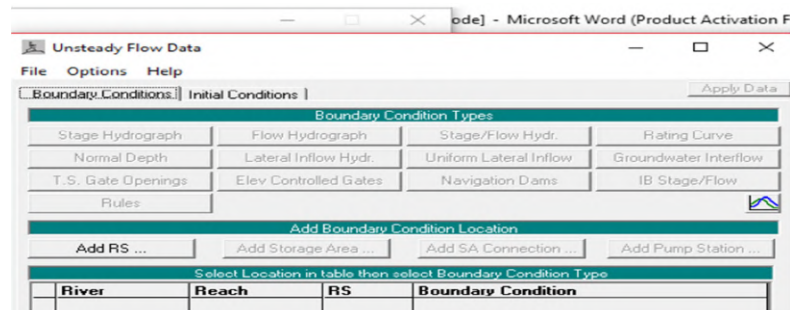
- c. Pilih edit atau enter geometri data. Gambar sket saluran yang ditinjau.



**Gambar 2.9** Tampilan Geometri Data

(Sumber : Panduan HEC-RAS)

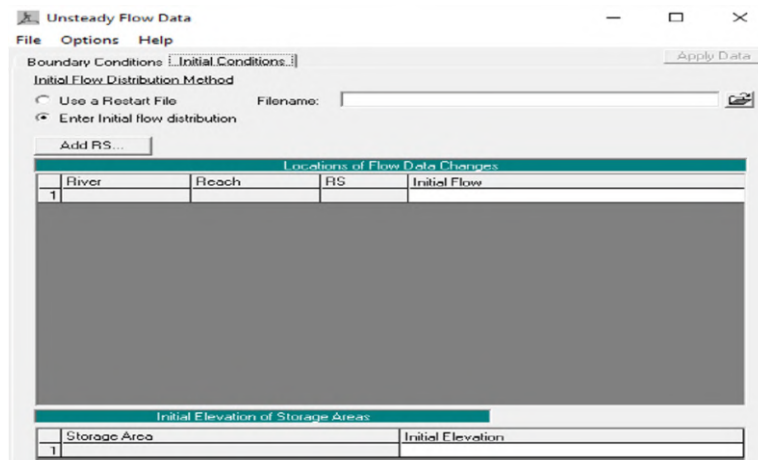
- d. Pilih *Cross Section, options, add new cross section*. Masukkan data untuk masing-masing cross section yang meliputi :
1. Jarak perstasiun sungai
  2. Angka manning bantaran kiri, danan, dan saluran utama
  3. Jarak bantaran kiri, kanan, dan saluran utama terhadap cross section berikutnya,
  4. Koefisien kontraksi dan ekspansi menggunakan input yang sudah berikan yaitu 0,1 dan 0,3.
- e. Pilih edit atau enter unsteady flow data. Masukkan data debit yang akan digunakan pada perhitungan.



**Gambar 2.10** Tampilan Analysis Unsteady Flow Data

(Sumber : Panduan HEC-RAS)

- f. Pilih *initial conditions unsteady flow* data, pilih keadaan aliran yang sesuai dengan saluran yang akan dianalisa.



**Gambar 2.11** Tampilan *Unsteady Flow Data*  
(Sumber : Panduan HEC-RAS)

## 2.4 Pengendalian Banjir

Banjir adalah suatu keadaan dimana daerah yang tergenang oleh air dalam jumlah yang besar akibat luapan air sungai dan tingginya curah hujan. Banjir biasanya bisa diprediksi dengan memperhatikan tingkat curah air hujan. Sungai memiliki peranan penting dalam pengendalian banjir jika diikuti dengan pengembangan sungai. Sungai mampu menampung air dengan baik jika air dapat mengalir dengan normal tanpa adanya sampah yang dibuang ke dalam sungai. Banjir bisa menjadi ancaman yang paling banyak merugikan dari segi kemanusiaan maupun ekonomi.

Menurut pusat kritis kesehatan kemenkes RI (2018), banjir dibedakan menjadi beberapa tipe sebagai berikut :

### a. Banjir Bandang

Banjir yang berbahaya bisa menghanyutkan apa saja karena datangnya tiba-tiba. Banjir bandang memberi dampak yang sangat merugikan bagi warga yang terkena bencana. Banjir bandang rentang terjadi pada wilayah pegunungan dan biasa terjadi pada akibat gundulnya hutan.

b. Banjir Air

Banjir air adalah banjir yang sering terjadi dan sering ditemui pada umumnya. Banjir ini terjadi karena meluapnya sungai, danau, maupun saluran irigasi. Karena banyaknya air yang ada sehingga tidak mampu tertampung sehingga meluap ke darat.

c. Banjir Lumpur

Banjir ini mirip dengan banjir bandang, bedanya banjir lumpur keluar dari dalam bumi menuju daratan. Banjir ini mengandung bahan yang berbahaya dan bahan gas yang mempengaruhi kesehatan makhluk hidup.

d. Banjir Rob

Banjir rob atau biasa disebut banjir laut air pasang yang terjadi akibat luapan air laut. Biasanya banjir ini berada pada pesisir laut.

e. Banjir Cileunang

Banjir ini mirip dengan banjir air, namun banjir cileunang terjadi akibat derasnya hujan sehingga tidak tertampung.



## 2.5 Road Map Penulis Terdahulu

**Tabel 2. 4** Road Penulis Terdahulu

No.	Judul	Penulis, Tahun	Tujuan	Hasil
1	Perencanaan Sistem Drainase sungai tengang Semarang	Aryadi, 2011	Untuk mengetahui pengendalian banjir	Banjir adalah suatu keadaan dimana daerah yang tergenang oleh air dalam jumlah yang besar akibat luapan air sungai dan tingginya curah hujan. Banjir biasanya bisa diprediksi dengan memperhatikan tingkat curah air hujan.
2	Rencana Pengendalian Banjir di Saluran Sekunder Rungkut Barata dan Rungkut Menanggal Kota	Loebis, 1987	Untuk menentukan debit rencana	Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan pada suatu kurun waktu atau konsentrasi.
3	Analisis Pengendalian Debit Banjir Sungai Padang Di Kota Tebing Tinggi	Soemarto, 1995	Untuk mengetahui pengertian Hidrologi	Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari besaran sistem pengendalian Sungai Banjir Kanal Timur yang diperlukan dalam merancang bangunan air dalam suatu rangka pekerjaan. Curah hujan ( <i>presipitasi</i> )

				merupakan faktor dari hidrologi yang berpengaruh pada kawasan hulu. Curah hujan pada suatu tempat merupakan faktor dari besarnya debit banjir yang terjadi di daerah yang menerima kelebihan debit air.
4	Analisis Pengendalian Debit Banjir Sungai Padang Di Kota Tebing Tinggi	Suripin, 1987	Untuk mengetahui perhitungan nilai rata-rata	Memberikan asumsi perhitungan pada metode perhitungan secara actual perstasiun hujan.
5	Perencanaan Penanggulangan BanjirTukad Mati Dengan Menggunakan Program Hec-Ras	Aryadi, 2011	Untuk mengetahui pengendalian banjir	Banjir adalah suatu keadaan sungai dimana aliran sungai tidak tertampung oleh palung sungai, sehingga terjadi limpasan dan atau genangan pada lahan yang semestinya kering
6	Analisa Kapasitas Pengendalian Banjir Dengan Perbandingan Metode Hss, Hec-hms dan Hec-Ras di Daerah Aliran Sungai Sei Sikambang, Kabupaten Deli Serdang	Suripin, 2004	Untuk mengetahui perhitungan menggunakan metode HEC-RAS	Perstasiun DAS ditentukan luas daerah yang pengaruhnya berdasarkan poligon. Dengan cara ini akan di dapat poligon yang memotong tegak lurus diantar tengah garis penghubung pada dua stasiun hujan. Setiap stasiun penakar $R_n$ terletak pada poligon An. Untuk menghitung perbandingan luas

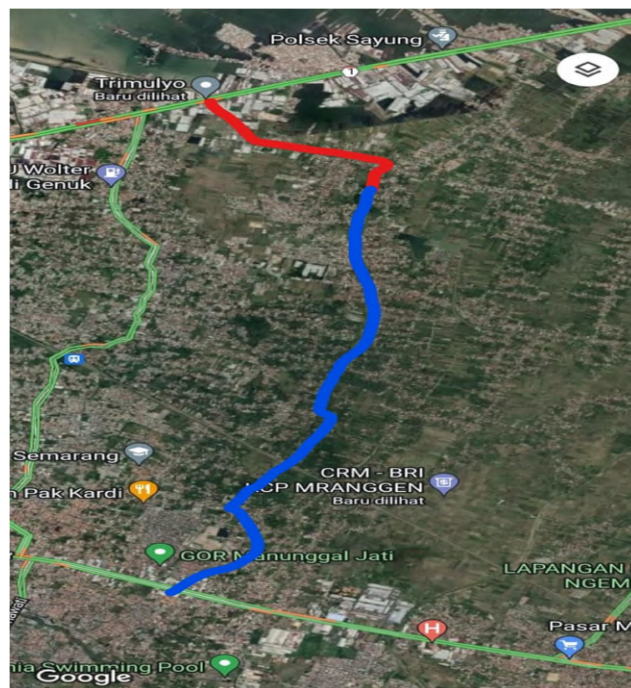
				perstasiun yang besarnya = $\frac{An}{A}$ , dimana A adalah luas penampang.
7	<i>hydrologic engineering center-river analysis sytem</i> (HEC-RAS)	Adi Yusuf M, 2015	bangunan air.	<p>lebih besar daripada <math>Y_c</math> pada setiap bulan. Nilai <math>y_n</math> maksimum terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 5,00 m dengan nilai <math>y_c</math> lebih kecil yaitu sebesar 2,464 m.</p> <p>2. Debit maksimum pada anak sungai dan sungai utama menyebabkan terjadinya back water. Pada debit yang berbeda-beda, panjang back water yang terjadi juga berbeda-beda setiapbulan. Back water paling besar terjadi pada bulan Februari dengan panjang 18906 m.</p>

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian ini diantara  $06^{\circ} 50'$  –  $07^{\circ} 10'$  Lintang Selatan dan  $110^{\circ} 35'$  Bujur Timur yaitu di daerah banjardowo sampai di daerah karang roto.sungai babon membentang dari penggaron sampai daerah Genuk. Curah hujan yang tinggi mengakibatkan saluran air meluap hingga mengakibatkan tinggi muka elevasi saluran ketinggiannya lebih dari elevasi jalan raya. Lokasi penelitian dapat dilihat melalui peta di bawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
(Sumber : Google Maps, 2021)

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan sebagai penanggulangan banjir di Kota Semarang. Pengumpulan data dalam penanggulangan banjir di kawasan Sungai Babon dilakukan upaya sebagai berikut :

- a. Untuk memperoleh data yang terkait baik perencanaan non teknis maupun perencanaan teknis diperoleh dari hasil survey atau peninjauan secara langsung di lokasi penelitian.
- b. Dengan meninjau ulang hasil survey lokasi penelitian ditetapkan asumsi-asumsi pendekatan.

Untuk melakukan penelitian dibutuhkan data untuk penanggulangan banjir, dalam penelitian ini dibutuhkan dua data, sebagai berikut :

#### 1) Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dengan melakukan survey atau pendatangan ke lokasi penelitian. Survey diperoleh dengan pengamatan sebagai berikut :

- a) Survey kondisi bangunan yang diamati.
- b) Survey kondisi sungai pada lokasi yang diamati.

#### 2) Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait seperti Balai Besar Wilayah Sungai, Kota Semarang. Dalam upaya penanggulangan banjir di kawasan Sungai Babon diperlukan data sebagai berikut :

- a) Data Curah Hujan Selama 10 Tahun
- b) Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)
- c) Plot Situasi

Berikut adalah data berdasarkan fungsi dan tujuannya dibedakan menjadi dua, yaitu :

#### 1. Data Teknis

Data Teknis merupakan data yang berupa upaya penanggulangan banjir pada kawasan Sungai Babon. Data teknis meliputi data sebagai berikut : data long cross, data curah hujan, data daerah aliran sungai.

## 2. Data Non Teknis

Data non teknis berbeda dengan data teknis. Data non teknis merupakan data yang berfungsi sebagai data penunjang untuk mempertimbangkan upaya penanggulangan banjir pada kawasan tersebut.

### 3.3 Tahap Pengolahan Data

Dalam pengumpulan data data yang ada dapat dilakukan langkah langkah pengolahan sebagai berikut:

- a. Melakukan studi pustaka tentang banjir terlebih dahulu
- b. Melakukan survei atau observasi lapangan dengan mengidentifikasi daerah genangan dan penyebabnya serta meninjau langsung daerah yang menurut masyarakat sekitar terjadi genangan, survei identifikasi kondisi daerah lahan dan potensinya.
- c. Pengumpulan data primer dan Sekunder
- d. Menganalisa data yang didapat dari data primer dan sekunder dengan metode-metode dalam hidrologi dan hidrolika

### 3.4 Analisa Hidrologi

Kajian hidrologi berkaitan dengan data hidrologi yang telah didapat sebelumnya. Data-data hidologi tersebut digunakan untuk merencanakan dan menentukan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu.

Sehingga dimensi saluran drainase dapat direncanakan dari debit banjir rencana tersebut. Kajian hidrologi meliputi :

- a. Perhitungan curah hujan rata-rata  
Perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan pengolahan data yang telah didapat dari masing-masing stasiun penangkaran hujan. Menggunakan metode rata-rata aritmatika jika curah hujan yang didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung dari pengukuran hujan pada pos-pos penangkaran hujan di daerah tersebut.
- b. Menentukan Curah Hujan Harian Maksimum Rencana  
Dari data hujan maksimum yang diambil dari beberapa stasiun penangkar hujan, kita dapat memperkirakan hujan rencana untuk masing masing periode waktu.

c. Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian ini dipakai untuk mengetahui apakah suatu data jenis sebaran yang dipilih setelah penggambarannya pada kertas probabilitas, perlu pengujian lebih lanjut, pengujian itu dengan 2 cara yaitu :

1. Uji Smirnov Kolmogorof

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk setiap data distribusi teoritis dan empiris.

2. Uji Chi-kuadrat

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis

d. Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan ini dipakai sebagai dasar untuk merencanakan tingkat bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir karena metode ini pengembangannya sangat sederhana dan memasukan parameter DAS sebagai unsur pokok selain sifat-sifat hujan masukan.

### 3.5 Analisa Hidraulika

Kajian hidrolika meliputi perencanaan dimensi saluran drainase. Setelah diketahui debit yang akan ditampung, maka dapat ditentukan dimensi

saluran yang diperlukan sesuai debit rencana. Perhitungan hidrolika meliputi:

a. Analisa Perhitungan Kapasitas Saluran

Tujuan analisa saluran untuk mengetahui kapasitas saluran eksisting di sistem drainase Pengairan dapat menerima debit yang rencana.

b. Perbandingan  $Q$  Full Bank Capacity dengan  $Q$  rencana

Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui manakah metode yang akan digunakan untuk mencari  $Q$  rencana dengan metode rasional yang mempunyai  $Q$  rencana lebih efektif, sehingga dapat dipakai sebagai dasar perencanaan

c. Simulasi Program Hec Ras

Dengan menggunakan software HEC-RAS dapat diketahui profil dari muka air saat terjadi banjir. Software HEC-RAS akan menampilkan model sungai Babon sesuai dengan input data yang ada.

### **3.6 Alternatif Pengendalian Banjir**

Alternatif pengendalian banjir di Sungai Babon merupakan beberapa solusi yang bisa digunakan untuk mengendalikan banjir di kawasan tersebut.

Adapun alternatif pengendalian banjir yang bisa dilakukan adalah :

a. Rencana Perbaikan Sistem Drainase

Tujuan dari perbaikan ini agar saluran yang tidak bisa menampung debit rencana dapat disesuaikan sehingga debit rencana dapat tertampung dan tidak terjadi genangan saat hujan.

b. Perencanaan Pemasangan Pompa

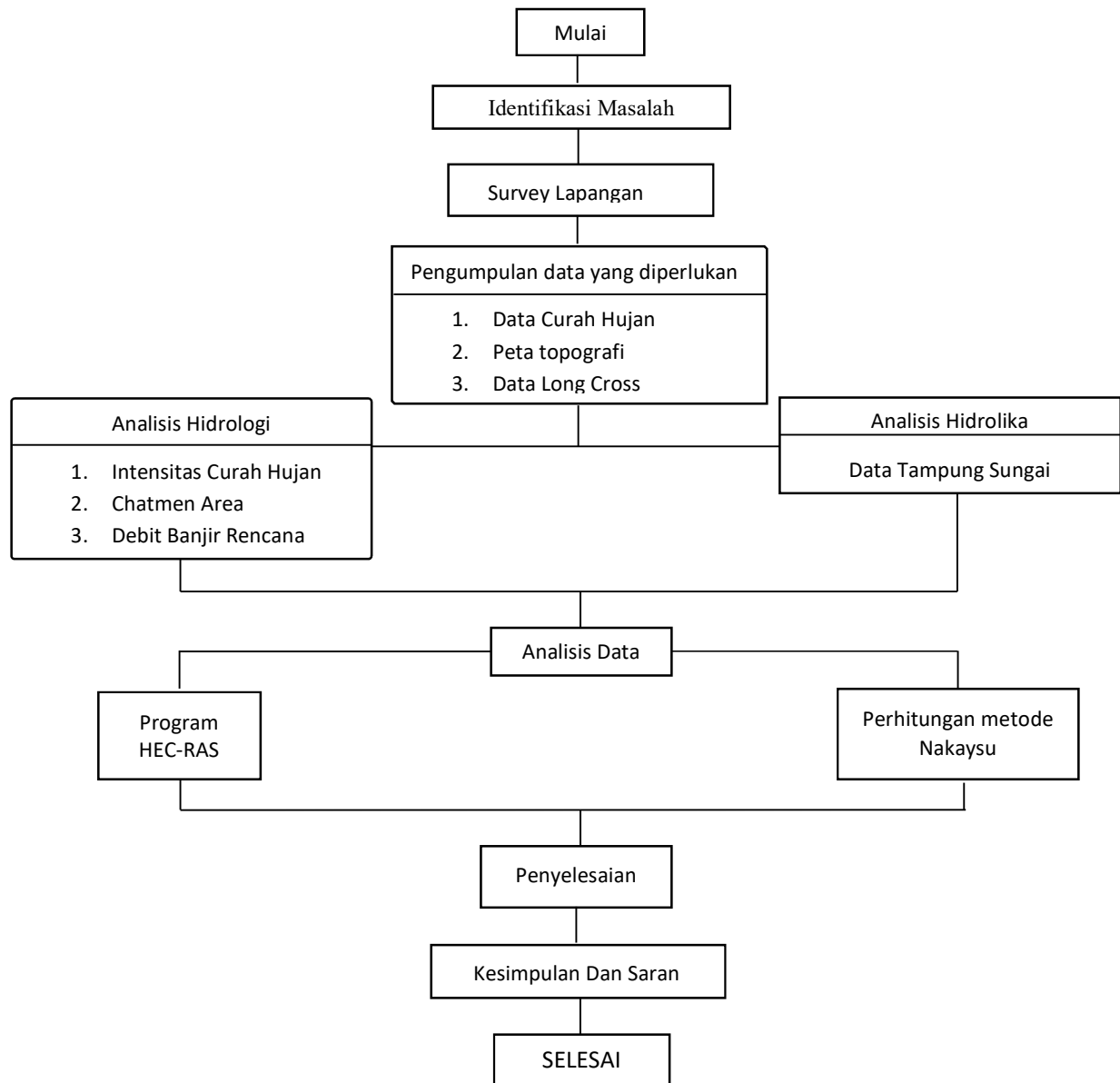
Perencanaan pemasangan pompa di beberapa saluran sekunder yang tidak dapat menampung debit rencana.

c. Perencanaan Penjadwalan Operasi Pompa

Perencanaan penjadwalan operasi pompa ini merupakan salah satu alternatif agar pompa yang telah ada dapat lebih bekerja dengan maksimal bisa juga dengan cara menambah jumlah pompa berkapasitas sama.



### 3.7 Bagan Alir Rencana Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (hydrologic phenomena). Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi potensi sumber-sumber air, pemanfaatan dan pengelolaan sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak. Fenomena hidrologi seperti besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu. Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan

Dalam menentukan debit yang direncanakan untuk pola pengendalian banjir, pendekatan statistik terhadap data curah hujan dapat digunakan. Selengkapnya dapat dilihat sebagai berikut:

##### 4.1.1 Data Curah Hujan

Ketersediaan data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan selama 11 tahun dari tahun 2006 hingga 2016. Curah hujan rata-rata per DAS dianalisis menggunakan metode poligon Thiessen. Data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.1** Data Curah Hujan Perstasiun

TAHUN DATA	STASIUN HUJAN								
	SIMONGAN (0,24)			KARANG ROTO (0,32)			PUCANG GADING (0,41)		
	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks
2006	198	28- Jan	198.00	135	28- Jan	173.00		28- Jan	150.00
	12	20 -April		68	20 -April			20 -April	
	14	13 -Feb		173	13 -Feb			13 -Feb	
	41	05 -Feb		60	05 -Feb			05 -Feb	
	162	04 -Des		100	04 -Des			04 -Des	
2007	18	05-Maret	162.00	0	05-Maret	100.00		05-Maret	120.00
	162	05-Des		100	05-Des			05-Des	
	96	19 -Des		49	19 -Des			19 -Des	
	169	21 -Feb		0	21 -Feb			21 -Feb	
2008	20	19 -Feb	169.00	88	19 -Feb	173.00	90	19 -Feb	100.00
	54	29 -Feb		173	29 -Feb		50	29 -Feb	
		30 -Jan			30 -Jan			30 -Jan	
	164	9 -Oktb		94	9 -Oktb		100	9 -Oktb	
17- Nov		17- Nov	17- Nov						
2009	216	08- Feb	216.00	88	08- Feb	130.00	150	08- Feb	150.00
		08 -Feb			08 -Feb			08 -Feb	
	216	25 -Des		88	25 -Des		150	25 -Des	
	0	14 -Jan		130	14 -Jan		16	14 -Jan	
	216	08 -Feb		88	08 -Feb		150	08 -Feb	

TAHUN DATA	STASIUN HUJAN								
	SIMONGAN (0,24)			KARANG ROTO (0,32)			PUCANG GADING (0,41)		
	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks
2010	110	20 -Feb	110.00	45	20 -Feb	125.00	87	20 -Feb	87.00
	20	16 -Mei		0	16 -Mei		0	16 -Mei	
	37	12- Maret		125	12- Maret		59	12- Maret	
	110	20- Feb		56	20- Feb		87	20- Feb	
	15 -Des	15 -Des	15 -Des						
2011	83	18- Nov	83.00	0	18- Nov	100.00	8	18- Nov	150.00
	0	16-Mei		0	16-Mei		0	16-Mei	
	51	2-Jan		100	2-Jan		42	2-Jan	
		7 -Nov			7 -Nov			7 -Nov	
80	12-Jan		12-Jan	150	12-Jan				
2012	80	12-Jan	80.00	19	12-Jan	182.00	5	12-Jan	100.00
	0	22-Feb		35	22-Feb		66	22-Feb	
	0	04-Feb		182	04-Feb		15	04-Feb	
	0	14-Feb		17	14-Feb		100	14-Feb	
2013	111	23-Feb	111.00		23- feb	135.00		23- feb	90.00
	95	02-Maret			02-Maret			02-Maret	
	111	23-Feb		135	23-Feb			23-Feb	
	111	23-Feb			23-Feb		90	23-Feb	
2014	125	04-Feb	125.00	75	04-Feb	135.00	106	04-Feb	106.00
	97	23-Jan		135	23-Jan		42	23-Jan	
	97	23-Jan		135	23-Jan		42	23-Jan	
	125	04-Feb		75	04-Feb		106	04-Feb	

TAHUN DATA	STASIUN HUJAN								
	SIMONGAN (0,24)			KARANG ROTO (0,32)			PUCANG GADING (0,41)		
	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks	Hujan Maks	Tanggal	Rh maks
2015	177	13-Feb	177.00	130	13-Feb	130.00	105	13-Feb	105.00
	3	21-Maret		17	21-Maret		43	21-Mar	
	177	13-Feb		130	13-Feb		105	13-Feb	
	177	13-Feb		130	13-Feb		105	13-Feb	
2016	98	03-Jul	98.00	84	03-Jul	110.00	71	03-Jul	104.00
	3	10-Apr		44	10-Apr		58	10-Apr	
	17	27-Des		110	27-Des		3	27-Des	
	97	04-Jan		62	04-Jan		104	04-Jan	
Total	1529.00			1493.00			1262.00		

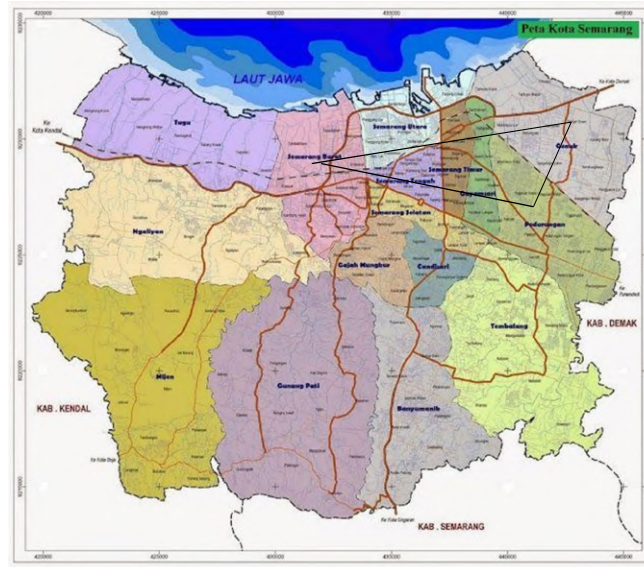
(Sumber:BBWS Pemali Juana, 2022 )

#### 4.1.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dalam perencanaan ini diperlukan data data curah hujan yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan untuk mendapatkan besaran curah hujan maksimim yang mempengaruhi daerah aliran sungai tersebut, dalam hal ini adalah stasiun:

- a. Stasiun Simongan
- b. Stasiun Karangroto
- c. Stasiun Pucanggading

Metode poligon thiessen ini memiliki ketelitian cukup, sehingga dapat mengitung bagian luas daerah aliran pengendalian banjir yang masing masing dipengaruhi oleh pengamatan hujan adalah dengan menggunakan peta hidrologi.



Gambar 4.1 Peta Poligon Thessen

(Sumber : Google maps)

Pada peta hidrologi tersebut dibuat poligon thiessen dengan cara menarik garis hubungan antar stasiun, lalu menarik garis sumbu diantara tiap stasiun stasiun tersebut. Setelah luas pengaruh tiap tiap stasiun didapat, koefisien Thiessen (C) dapat dihitung

dengan rumus:

$$C = A_i/A \text{ Total}$$

Dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat seperti tabel:

**Tabel 4. 2** Luas Poligon Thiesen dan Bobot Stasiun Hujan

No.	Nama Stasiun	Sungai Babon	
		Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Koefisien
1	Simongan	14.52	0.242849975
2	Karang Roto	19.9	0.332831577
3	Pucanggading	25.37	0.424318448
A total		59.79	1.000

(Sumber: Hasil perhitungan 2022)

Secara keseluruhan, Luas DAS Kanal Banjir mencapai 59,79 km<sup>2</sup>. Akan tetapi luas sub DAS Babon yang digunakan untuk penelitian seluas 19,93 km<sup>2</sup>.

#### 4.1.3 Analisis Curah Hujan Rata – Rata Maksimum

Untuk dapat melakukan analisis curah hujan maksimum tahunan rata-rata daerah dilakukan dengan menggunakan metode Thiessen. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan untuk digunakan sebagai koefisien dalam menghitung hujan maksimum harian rata-rata daerah, atau biasa disebut koefisien Thiessen (C). Gambar Polygon Thiessen yang menggambarkan pengaruh masing-masing stasiun di sungai Babon.

- a. Stasiun Hujan puncagading Semarang terletak pada koordinat  $110^{\circ}29'2.456''E$   $7^{\circ}2'39.905''S$  besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti tabel:

**Tabel 4. 3 Curah Hujan Maksimal Stasiun Pucangading**

TAHUN	Pucang Gading R-24
	$A = 25.37$
2006	150.00
2007	120.00
2008	100.00
2009	150.00
2010	87.00
2011	150.00
2012	100.00
2013	90.00
2014	106.00
2015	105.00
2016	104.00

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Hujan puncagading tertinggi pada tahun 2009 sebesar 150 mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2010 sebesar 87 mm.



- b. Stasiun Hujan simongan terletak pada koordinat  $110^{\circ}29'2.456''E$   $7^{\circ}2'39.905''S$  besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti pada table:

**Tabel 4. 4** Curah Hujan Maksimal Stasiun Simongan

<b>TAHUN</b>	<b>Simongan R-24</b>
	A = 14.52
2006	198.00
2007	162.00
2008	169.00
2009	216.00
2010	110.00
2011	83.00
2012	80.00
2013	111.00
2014	125.00
2015	177.00
2016	98.00

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Hujan simongan tertinggi pada tahun 2006 sebesar 198 mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2012 sebesar 80 mm.

- c. Stasiun hujan Karang Roto Semarang terletak pada koordinat  $110^{\circ}29'2.456''E$   $7^{\circ}2'39.905''S$  besar curah yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti pada table:

**Tabel 4. 5** Curah Hujan Maksimal Stasiun Simongan

TAHUN	Karang Roto
	R-24
	A = 19.9
2006	173.00
2007	100.00
2008	173.00
2009	130.00
2010	125.00
2011	100.00
2012	182.00
2013	135.00
2014	135.00
2015	130.00
2016	110.00

(Sumber: Hasil perhitungan, 2020)

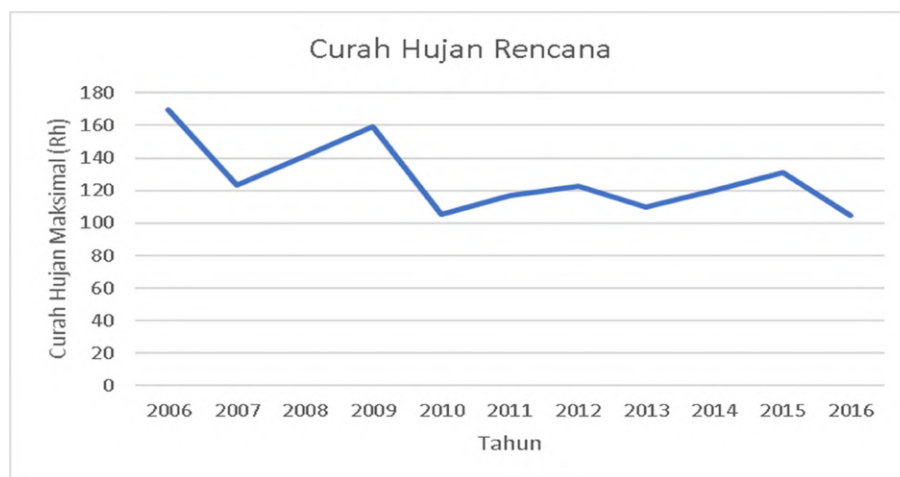
Berdasarkan data pada tabel diatas, curah hujan maksimum di Stasiun Hujan Karang Roto tertinggi pada tahun 2012 sebesar 182 mm sedangkan curah hujan maksimum terendah pada tahun 2007 sebesar 100 mm.

#### 4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Poligon Thiessen

Setelah mendapatkan besarnya luas area dan persentase dari masing – masing stasiun hujan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rencana dari ketiga stasiun hujan. Data hujan yang digunakan dalam perhitungan yaitu curah hujan harian maksimum (R24 Maksimum) di tiap tahun dari 2006 – 2016

**Tabel 4. 6** Curah Hujan Rancangan

TAHUN	Simongan R-24	Karang Roto R-24	Pucang Gading R-24	R-24 Rancangan
	A = 14.52	A = 19.9	A = 25.37	
2006	198.00	173.00	150.00	169
2007	162.00	100.00	120.00	124
2008	169.00	173.00	100.00	141
2009	216.00	130.00	150.00	159
2010	110.00	125.00	87.00	105
2011	83.00	100.00	150.00	117
2012	80.00	182.00	100.00	122
2013	111.00	135.00	90.00	110
2014	125.00	135.00	106.00	120
2015	177.00	130.00	105.00	131
2016	98.00	110.00	104.00	105



(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

**Gambar 4. 2** Grafik Curah Hujan Rencana

Setelah mendapatkan data yang diperhitungkan untuk menghitung data curah hujan harian maksimum (R24) maka dari data hasil curah hujan rancangan diatas akan di dapat sebuah grafik pada gambar di atas

#### 4.1.5 Analisa Frekuensi

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti:

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson type III

Metode metode ini harus diuji untuk dipakai dalam perhitungan pengendalian debit banjir. Pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi (parameter statistik).

#### 4.1.6 Parameter Statistik

Dalam penentuan curah hujan yang akan digunakan guna menentukan debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan awalnya dengan pengukuran dispersi dengan logaritma dan pengujian kecocokan sebaran. pada pengukuran parameter statistik tidak semua nilai variable hidrologi sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar ataupun lebih kecil. Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yakni mellaui perhitungan parameter sattistik untuk  $(X_i - \bar{X})$   $(X_i - \bar{X})^2$   $(X_i - \bar{X})^3$   $(X_i - \bar{X})^4$  terlebih dahulu.

Dimana;

$X_i$  = besarnya curahhujan maksimal (mm)

$\bar{X}$  = Rata-rata curah hujan maksimal(mm)

Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 7** Distribusi Normal

No.	Tahun	Xi	Xrt	(Xi - Xrt)	(Xi - Xrt) <sup>2</sup>	(Xi - Xrt) <sup>3</sup>	(Xi - Xrt) <sup>4</sup>
1	2006	169	128	41.701	1738.9365	72514.6240	3023900.2855
2	2007	124	128	-4.068	16.5511	-67.3347	273.9377
3	2008	141	128	13.442	180.6870	2428.7921	32647.7909
4	2009	159	128	31.760	1008.7039	32036.5376	1017483.6299
5	2010	105	128	-22.378	500.7846	-11206.6674	250785.2431
6	2011	117	128	-10.524	110.7523	-1165.5460	12266.0830
7	2012	122	128	-5.176	26.7928	-138.6843	717.8547
8	2013	110	128	-17.534	307.4445	-5390.7623	94522.1476
9	2014	120	128	-7.345	53.9505	-396.2721	2910.6587
10	2015	131	128	3.195	10.2056	32.6030	104.1543
11	2016	105	128	-23.071	532.2931	-12280.7876	283335.9139
<b>Jumlah</b>		<b>1403.72</b>		<b>0.00</b>	<b>4487.10</b>	<b>4487.10</b>	<b>76366.50</b>
Jumlah Data			11.000				
Standar Deviasi (Sd)			21.183				
Koefisien Skewness (Cs)			0.982				
Koefisien Kurtosis (Ck)			0.130				
Koefisien Variasi (Cv)			0.166				
Nilai Tengah				122.435			

## a. Distribusi Normal

## 1. Standart Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Dimana:

Sd = Standart eviasi Xrt

= Nilai Rata-rata

Xi = Nilai Varian ke in

= jumlah data

$$Sd = \sqrt{\frac{4487.10}{11-1}}$$

$$= 21.182$$

2. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n ((X_i) - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

Cs=

$$\frac{11 - 4487.10}{(11-1)(11-2)21.182^3}$$

$$Cs = 0.983$$

## 3. Pengukuran Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((X_i) - \bar{X})^4}{Sd^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{14} * 76366.50}{21.182^4}$$

Ck = 0.130

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{21.182}{4487.10}$$

Cv = 0.166

Tabel 4. 8 Distribusi log normal

No	Tahun	Log Xi	Xrt	(Xi - Xrt)	(Xi - Xrt)^2	(Xi - Xrt)^3	(Xi - Xrt)^4
1	2006	2.23	2.10	0.1279	0.0164	0.0021	0.0003
2	2007	2.09	2.10	-0.0090	0.0001	0.0000	0.0000
3	2008	2.15	2.10	0.0486	0.0024	0.0001	0.0000
4	2009	2.20	2.10	0.1016	0.0103	0.0010	0.0001
5	2010	2.02	2.10	-0.0786	0.0062	-0.0005	0.0000
6	2011	2.07	2.10	-0.0323	0.0010	0.0000	0.0000
7	2012	2.09	2.10	-0.0129	0.0002	0.0000	0.0000
8	2013	2.04	2.10	-0.0591	0.0035	-0.0002	0.0000
9	2014	2.08	2.10	-0.0206	0.0004	0.0000	0.0000
10	2015	2.12	2.10	0.0158	0.0003	0.0000	0.0000
11	2016	2.02	2.10	-0.0815	0.0066	-0.0005	0.0000
<b>Jumlah</b>		<b>23.10862031</b>		<b>0.00</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.0020</b>
Jumlah Data			11.000				
Standar Deviasi (Sd)			0.069				
Koefisien Skewness (Cs)			0.744				
Koefisien Kurtosis (Ck)			-0.273				
Koefisien Variasi (Cv)			0.033				
Nilai Tengah			2.088				

## 1. Standart Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_{rt})^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0.05}{11 - 1}}$$

$$Sd = 0.069$$

2. Koefisien *Skweness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}_{rt}\}^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

$$Cs = \frac{11 - 0.05}{(11 - 1)(11 - 2)0.069^3}$$

$$Cs = 0.744$$

## 3. Pengukuran Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}_{rt}\}^4}{Sd^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{14} * 0.0020}{0.069^4}$$

$$Ck = -0.273$$

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}_{rt}}$$

$$Cv = \frac{0.069}{2.10}$$

$$Cv = 0.033$$



Tabel 4. 9 Distribusi Gumbel

No	Tahun	Xi	Xrt	(Xi - Xrt)	(Xi - Xrt) <sup>2</sup>	(Xi - Xrt) <sup>3</sup>	(Xi - Xrt) <sup>4</sup>
1	2006	169	128	41.701	1738.937	72514.624	3023900.285
2	2007	124	128	-4.068	16.551	-67.335	273.938
3	2008	141	128	13.442	180.687	2428.792	32647.791
4	2009	159	128	31.760	1008.704	32036.538	1017483.630
5	2010	105	128	-22.378	500.785	-11206.667	250785.243
6	2011	117	128	-10.524	110.752	-1165.546	12266.083
7	2012	122	128	-5.176	26.793	-138.684	717.855
8	2013	110	128	-17.534	307.445	-5390.762	94522.148
9	2014	120	128	-7.345	53.951	-396.272	2910.659
10	2015	131	128	3.195	10.206	32.603	104.154
11	2016	105	128	-23.071	532.293	-12280.788	283335.914
<b>Jumlah</b>		<b>1404</b>		<b>0.00</b>	<b>4487.10</b>	<b>4487.10</b>	<b>76366.50</b>
Jumlah Data			11.000				
Standar Deviasi (Sd)			21.183				
Koefisien Skewness (Cs)			0.982				
Koefisien Kurtosis (Ck)			0.130				
Koefisien Variasi (Cv)			0.166				
Nilai Tengah			122.435				

Dalam menentukan jenis distribusi yang terpilih harus memenuhi persyaratan seperti tabel 2.2. dari hasil perhitungan parameter statistik yang telah ditentukan dan berdasarkan syarat penentuan jenis distribusi diperoleh sebagai berikut:

**Tabel 4. 10** Rekapitulasi Parameter Statistik

<b>Distribusi</b>	<b>Syarat</b>	<b>Hasil Perhitungan</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Normal</b>	$Cs \approx 0$	0.982	tidak memenuhi
	$Ck \approx 3$	0.130	
<b>Log Normal</b>	$Cs \approx 3Cv + Cv^3$	0.744	tidak memenuhi
	$Cv \approx 0$	0.033	
<b>Gumbel</b>	$Cs \approx 1,14$	0.982	tidak memenuhi
	$Ck \approx 5,40$	0.130	
<b>Log Pearson III</b>	$Cs \neq 0$	0.744	Mendekati
	$Ck \approx 1,5$ $Cs^2+3$	-0.273	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Dari tabel diatas menunjukkan beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi. Pada keterangan menunjukkan distribusi Log Pearson III adalah distribusi yang dapat digunakan untuk analisa distribusi hujan. Dari jenis distribusi yang memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan distribusinya dengan menggunakan beberapa metode. Hasil uji kecocokan distribusi menunjukkan distribusinya dapat diterima atau tidak.

#### 4.1.7 Pengujian keselarasan sebaran

##### a) Uji kecocokan chi kuadrat (*Chi-Square Test*)

Untuk menguji kecocokan distribusi data curah hujan yang terpilih yaitu Log Pearson III dengan metode uji chi kuadrat (*Chi-Square Test*).

Berikut Langkah-langkah pengujian chi kuadrat:

1. Mengurutkan data hujan dari besar ke kecil (Tabel 4.11)

**Tabel 4. 11** Data Curah Hujan

No	Tahun	X	X (urut)
1	2006	169	169
2	2007	124	159
3	2008	141	141
4	2009	159	131
5	2010	105	124
6	2011	117	122
7	2012	122	120
8	2013	110	117
9	2014	120	110
10	2015	131	105
11	2016	105	105

2. Menentukan nilai jumlah kelas (K), interval tiap kelas (Ei) dan derajat kebebasan (DK)

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } (n) \quad K = 1 + 3,322 \text{ Log } (11)$$

$$K = 4,460$$

$$E_i = n/K$$

$$E_i = 11/4,460 \quad E_i = 2,2$$

$$DK = K - (P + 1) \quad DK = 5 - (2 + 1)$$

$$Dk = 2$$

Dimana;

n = Jumlah Data

P = Nilai untuk distribusi normal dan binominal P = 2

3. Menentukan interval peluang tiap kelas

Banyak jumlah kelas = 5, maka interval peluang tiap kelas (P) = 20%

**Tabel 4. 12** Interval peluang tiap kelas

Kelas	Interval peluang (P)		
1	P	<	20%
2	P 20%	< X <	40 %
3	P 40%	< X <	60%
4	P 60%	< X <	80 %
5	P	>	80 %

## 4. Menentukan batasan tiap kelas.

Untuk mendapatkan nilai batasan tiap kelas (nilai X) dengan menggunakan hasil interpolasi pada tabel hubungan nilai cs, k dan peluang (P%)

## 5. Menghitung jumlah tiap interval kelas.

Jumlah data disetiap kelas ( $O_i$ ), nilai  $(O_i - E_i)^2$  dan disetiap kelas dihitung dengan cara misal untuk kelas 1 dengan batasan peluang >20% adalah data dengan nilai >20% adalah data dengan nilai > 96,44 mm. Pada tabel 4.11 terdapat jumlah 3 data dengan kriteria tersebut.

**Tabel 4. 13** Nilai data interval kelas ( $O_i$ ) dan  $(O_i - E_i)^2/E_i$  tiap kelas

No	Nilai batas sub kelas			$O_i$	$E_i$	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2/E_i$
1	96.44	< X <	112.64	3	2.20	0.80	0.29
2	112.64	< X <	128.83	4	2.20	1.80	1.47
3	128.83	< X <	145.02	2	2.20	-0.20	0.02
4	145.02	< X <	161.22	1	2.20	-1.20	0.65
5	161.22	< X <	177.41	1	2.20	-1.20	0.65
Jumlah				11	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>3.09</b>

## 6. Menentukan nilai Chi Kuadrat dan Chi Kuadrat Kritik

Pada tabel 4.15 dengan nilai derajat kejenuhan DK 2 dan nilai kepercayaan ( $\alpha$ ) 5% maka diperoleh nilai Chi Kuadrat Kritik 5,99. Untuk nilai Chi Kuadrat diperoleh dari perhitungan  $(O_i - E_i)^2/E_i$  tiap kelas pada tabel 4.15. Dari hasil diatas analisis Chi kuadrat diperoleh nilai Chi kuadrat < Chi kuadrat kritik,  $3,09 < 5,99$  maka hipotesa diterima dan distribusi Log Pearson III dapat digunakan.

#### 4.1.8 Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Berikut langkah-langkah perhitungan uji kecocokan smirnov-kolmogorov:

- a) Mengurutkan data dari besar ke kecil kemudian menentukan besarnya peluang dari setiap data. Misal perhitungan peluang untuk data tahun 2010:

Tinggi hujan = 105 mm Peringkat data (m) = 10 Jumlah data = 11

Dengan persamaan 2.—maka diperoleh peluang:  $P(X_m) =$

- b) Menentukan nilai peluang pengamatan pada  $P(X_m <) P(X_m <) = 1 - P(X_m) = 1 - 0,83 = 0,17 = 17\%$

- c) Menentukan nilai nilai  $f(t)$ :  $f(t) =$

- d) Menentukan nilai peluang teoritis  $P'(X_m <)$  Untuk nilai  $P'(X_m)$  bisa dilihat pada tabel statistika distribusi nilai Z. Nilai  $f(t) = -1,06$  maka nilai  $P'(X_m <) = 0,1445 = 14,45\%$

- e) Menghitung selisih (D) antara nilai  $P(X_m <)$  dengan  $P'(X_m)$ .  $D = P(X_m <) - P'(X_m)$

$D = 83 - 14,45 = 68,55$

**Tabel 4. 14** Nilai D maksimum

No.	X (urut)	P (X <sub>m</sub> )	P (X <sub>m</sub> <)	Z	P' (X <sub>m</sub> <)	D max
1	169	0.08	0.92	1.97	0.9756	-0.06
2	159	0.17	0.83	1.50	0.9332	-0.10
3	141	0.25	0.75	0.63	0.7357	0.01
4	131	0.33	0.67	0.15	0.5598	0.11
5	124	0.42	0.58	-0.19	0.4247	0.16
6	122	0.50	0.50	-0.24	0.4052	0.09
7	120	0.58	0.42	-0.35	0.3632	0.05
8	117	0.67	0.33	-0.50	0.3085	0.02
9	110	0.75	0.25	-0.83	0.2033	0.05
10	105	0.83	0.17	-1.06	0.1445	0.02
11	105	0.92	0.08	-1.09	0.1379	-0.05

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

- f) Menentukan nilai D dan Do.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai D maksimum 0,16 yakni pada data peringkat ke  $m=3$ . Untuk derajat kepercayaan 5% dan jumlah data 11 maka diperoleh nilai  $Do=0,34$ . Syarat nilai  $D < Do$  maka  $D=0,16 < Do=0,34$  hipotesa diterima

Berdasarkan hasil uji kecocokan distribusi hujan harian maksimum, jenis distribusi terbaik untuk menghitung nilai hujan harian rencana adalah distribusi log pearson III.

#### 4.1.9 Perhitungan Hujan Rencana Ulang (Metode Log Pearson III)

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson III. Berikut langkah-langkah perhitungan hujan rencana:

- a. Menentukan nilai logaritma dari semua variant X, kemudian hitung nilai rata-rata ( $X_{rt}$ ), Standart Deviasi ( $S_d$ ), dan nilai koefisien kemecengan ( $C_s$ ). Hasil perhitungan berikut data yang diperoleh:

$$X_{rt} = 2.10$$

$$S_d = 0.069$$

$$C_s = 0.744$$

- b. Menentukan parameter K untuk tiap periode ulang dari tabel karakteristik nilai K untuk distribusi log pearson III. Pada periode ini menggunakan nilai  $C_s = 0.744$ , maka diperoleh nilai  $K =$  . Nilai tersebut di dapat dari hasil interpolasi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4. Berikut ini:

**Tabel 4. 15** Nilai Karakteristik K ditribusi log pearson III

Koefisien Skewness	Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
CS	50	20	10	4	2	1
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891
0.74	-0.123	0.786	1.334	1.981	2.427	2.853
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824

(Sumber: Hasil perhitungan, 2020)

- c. Menghitung besar tinggi hujan rencana dengan periode ulang tertentu  
 $Y = X_{rt} + K.S_d$

$$Y = 2,10 + K. 0,069$$

Untuk periode ulang 50 tahun:

$$Y = 2,10 + 2,427 \times 0,069$$

$$Y = 2,267$$

$$X_t = 102,267$$

$$X_t = 184,92$$

Untuk perhitungan hujan rencana periode ulang lainnya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 16** Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

No	periode ulang	X <sub>rt</sub>	S <sub>d</sub>	K	log x	X <sub>t</sub>
	(Tahun)	(Log X <sub>rt</sub> )		(normal)		(mm)
1	2	2.10	0.069	-0.109	2.09	123.962
2	5	2.10	0.069	0.794	2.16	143.033
3	10	2.10	0.069	1.332	2.19	155.74
4	25	2.10	0.069	1.953	2.24	171.86
5	50	2.10	0.069	2.387	2.26	184.07
6	100	2.10	0.069	2.795	2.29	196.35

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Untuk hasil perhitungan hujan rencana periode ulang metode log pearson III dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 17** Hasil nilai perhitungan hujan rencana

periode ulang	Probabilitas Terlampaui	Hujan Rencana
(Tahun)		(mm)
2	0.5	123.686
5	0.2	142.834
10	0.1	155.805
25	0.04	172.602
50	0.02	185.256
100	0.01	198.196

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

#### 4.1.10 Perhitungan curah Hujan efektif

Hujan Efektif (Excess Rainfall) adalah curah hujan yang akan berubah menjadi aliran permukaan yaitu curah hujan rancangan dikurangi dengan losses karena infiltrasi. Maka tinggi hujan harus dikalikan dengan koefisien lahan yang akan menghasilkan besaran tinggi hujan yang akan mengalir sebagai aliran permukaan. Nilai tersebut nantinya akan digunakan untuk analisis debit banjir rencana. Data hujan tabel 4.1 merupakan data hujan R24, yaitu tinggi hujan dalam satu hari. Selanjutnya dilakukan analisis distribusi hujan yang terjadi dengan hujan terpusat selama 6 jam. Berikut langkah perhitungannya :

1. Menentukan intensitas hujan sampai jam ke t.

$$R_1 = 0,5497$$

$$R_2 = 0,346$$

$$R_3 = 0,2644$$

$$R_4 = 0,2183$$

$$R_5 = 0,1882$$

$$R_6 = 0,1667$$

2. Menentukan tinggi hujan pada jam ke t

$$R' 1 = 1 \times R_1$$

$$= 1 \times 0,5497$$

$$= 0,5497$$

$$R' 2 = 1 \times R_2 - 1 \times R_1$$

$$= 2 \times 0,3463 - 0,5497$$

$$= 0,1432$$

$$R' 3 = 3 \times R_3 - 2 \times R_2$$

$$= 3 \times 0,2644 - 0,6926$$

$$= 0,1005$$

$$R' 4 = 4 \times R_4 - 3 \times R_3$$

$$= 4 \times 0,2183 - 0,7932$$

$$= 0,0800$$



$$\begin{aligned}
 R' 5 &= 5 \times R5 - 4 \times R4 \\
 &= 5 \times 0,1882 - 0,8732 \\
 &= 0,0676
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R' 6 &= 6 \times R6 - 5 \times R5 \\
 &= 6 \times 0,1667 - 0,941 \\
 &= 0,0591
 \end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan efektif jam-jaman bisa dilihat pada tabel 4.18. Untuk nilai koefisien lahan pada perencanaan ini diambil nilai koefisien ( $\alpha$ ) = 0,5

**Tabel 4.18** Curah hujan efektif R24

<b>Kala Ulang</b>	<b>Curah Hujan</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Hujan efektif</b>
<b>(Tahun)</b>	<b>Rancangan(mm)</b>	<b>Pengaliran(C)</b>	<b>(Rn) (mm)</b>
2	123.962	0.50	61.98
5	143.033	0.50	71.52
10	155.740	0.50	77.87
25	171.858	0.50	85.93
50	184.071	0.50	92.04
100	196.354	0.50	98.18

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

**Tabel 4. 19** Distribusi hujan DAS Babon

<b>Jam ke</b>	<b>Distribusi Hujan (%)</b>
1	54.97
2	14.32
3	10.05
4	8.00
5	6.76
6	5.91

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Sehingga distribusi hujan jam-jaman DAS Babon untuk berbagai kala ulang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4. 20** Tinggi hujan efektif jam-jaman

<b>Periode ulang</b>	<b>Hujan Efektif</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>
<b>(Tahun)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>
		<b>0.5497</b>	<b>0.1432</b>	<b>0.1005</b>	<b>0.0800</b>	<b>0.0676</b>
<b>2</b>	<b>61.98</b>	34.07	8.88	6.23	4.96	4.19
<b>5</b>	<b>71.52</b>	39.31	10.24	7.19	5.72	4.83
<b>10</b>	<b>77.87</b>	42.80	11.15	7.82	6.23	5.26
<b>25</b>	<b>85.93</b>	47.23	12.30	8.63	6.88	5.81
<b>50</b>	<b>92.04</b>	50.59	13.18	9.25	7.36	6.22
<b>100</b>	<b>98.18</b>	53.96	14.06	9.86	7.86	6.63

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

## 4.2 Analisis Debit Banjir

Dalam menentukan polahidrograf banjir rencana memerlukan analisis hidrograf satuan sintetik. Pada analisis ini dibuktikan dengan metode nakayashu. Berikut adalah parameter fisik berdasarkan daerah aliran sungai (DAS) Babon:

- |                                |                            |                       |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| a. Luas DAS (km <sup>2</sup> ) | <b>A</b>                   | 19,93 km <sup>2</sup> |
| b. Panjang sungai utama (km)   | <b>L</b>                   | 17 km                 |
| c. koef. Karakteristik DAS     | <b><math>\alpha</math></b> | 1.455                 |

1. Menganalisis parameter diatas.

- a) Waktu konsentrasi (tg),  $L > 15$  km  $tg = 0,4 + 0,058.L$

$$tg = 0,4 + 0,058 \times 17$$

$$tg = 1,386$$

- b) Satuan waktu curah hujan (Tr)  $Tr = (0,5 \text{ sampai } 1)\text{jam}$

$$Tr = 1 \text{ jam}$$

- c) Waktu puncak banjir (Tp)  $Tp = tg + 0,8. Tr$

$$Tp = 1,386 + 0,8 \times 1$$

$$Tp = 2,186$$

- d) Waktu sampai 0,3 kali (T 0,3)  $T_{0,3} = \alpha \times tg$

$$T_{0,3} = 1,455 \times 1,386$$

$$T_{0,3} = 2,01663$$

- e) Debit puncak banjir (Qp)

$$Qp = Qp = 2,071$$

- f) Curah hujan efektif (Re)  $Re = 1 \text{ mm}$

2. Menghitung pembagian waktu dan debit banjir hidrograf naik turun , sebagai berikut:

a) Waktu hidrograf naik =  $0 < t < T_p$

Waktu hidrograf naik =  $0 < t < 2,186$

b) Debit saat naik (Qa) =  $Q_p \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4}$

Debit saat naik (Qa) = 2,071 m<sup>3</sup>/dt

c) Waktu hidrograf turun 1 =  $0 < t < (T_p + T_{0,3})$

Waktu hidrograf turun 1 =  $0 < t < 2,186 < 4,408$

d) Debit turun 1 (Qd 1) =  $Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}}$

Debit turun 1 (Qd 1) = 0,621 m<sup>3</sup>/dt

e) Waktu hidrograf turun 2 =  $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3})$

Waktu hidrograf turun 2 =  $4,408 < t < 7,433$

f) Debit turun 2 (Qd 2) =  $Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+0,5}{1,5 \times T_{0,3}}}$

Debit turun 2 (Qd 2) = 0,0175 m<sup>3</sup>/dt

g) Waktu hidrograf turun 3 =  $(T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} + 2 \times T_{0,3})$

Waktu hidrograf turun 3 =  $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} + 2 \times T_{0,3})$

Waktu hidrograf turun 3 =  $7,433 > 11,4661$

h) Debit turun 3 (Qd 3) =  $Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+1,5 \times T_{0,3}}{2 \times T_{0,3}}}$

Debit turun 3 (Qd 3) = 0,00001

Hasil perhitungan koordinat hidrograf lainnya dapat dilihat pada tabel berikut:

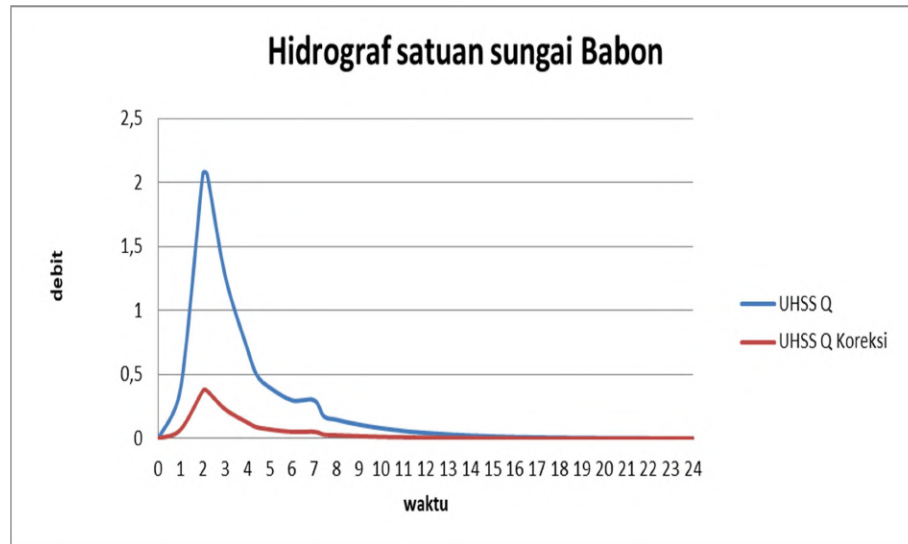
**Tabel 4. 21** unit koordinat hidrograf Nakayashu

t(jam)	Q(m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
0	0	Qa
1	0,392	
2	2,071	
2,186	2,1	
3	1,3	Qd1
4	0,7	
4,408	0,5	
5	0,4	Qd2
6	0,3	
7	0,3	
7,433	0,2	
8	0,1	Qd3
9	0,1	
10	0,1	
11	0,1	
11,466	0,1	
12	0,0	
13	0,0	
14	0,0	
15	0,0	
16	0,0	
17	0,0	
18	0,0	
19	0,0	
20	0,0	
21	0,0	
22	0,0	
23	0,0	
24	0,0	

**Tabel 4. 22** Hasil perhitungan koordinat terkoreksi Nakayashu

t(jam)	UHHS Q (m <sup>3</sup> /det)	UHHS Q Terkoreksi (m <sup>3</sup> /det)
0	0	0
1	0,392	0,07
2	2,071	0,37
2,186	2,1	0,37
3	1,3	0,23
4	0,7	0,13
4,408	0,5	0,09
5	0,4	0,07
6	0,3	0,05
7	0,3	0,05
7,433	0,2	0,03
8	0,1	0,03
9	0,1	0,02
10	0,1	0,01
11	0,1	0,01
11,466	0,1	0,01
12	0,0	0,01
13	0,0	0,01
14	0,0	0,00
15	0,0	0,00
16	0,0	0,00
17	0,0	0,00
18	0,0	0,00
19	0,0	0,00
20	0,0	0,00
21	0,0	0,00
22	0,0	0,00
23	0,0	0,00
24	0,0	0,00

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)



**Gambar 4. 3** Koordinat hidrograf satuan Nakayashu DAS Babon (Sumber: Hasil Analisa, 2022)

**Tabel 4. 23** Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 2 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m <sup>3</sup> /det)
		34.07	8.88	6.23	4.96	4.19	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,1	2,41	0,63	0,44	0,35	0,30	4,13
2	0,4	12,75	3,32	2,33	1,86	1,57	21,82
2,186	0,4	12,75	3,32	2,33	1,86	1,57	21,82
3	0,2	7,84	2,04	1,43	1,14	0,96	13,42
4	0,1	4,32	1,12	0,79	0,63	0,53	7,39
4,408	0,1	3,08	0,80	0,56	0,45	0,38	5,27
5	0,1	2,46	0,64	0,45	0,36	0,30	4,21
6	0,1	1,85	0,48	0,34	0,27	0,23	3,16
7	0,1	1,85	0,48	0,34	0,27	0,23	3,16
7,433	0,0	1,08	0,28	0,20	0,16	0,13	1,85
8	0,0	0,91	0,24	0,17	0,13	0,11	1,56





**Tabel 4. 24** Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 5 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m <sup>3</sup> /det)
		39.31	10.24	7.19	5.72	4.83	
0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,07	2,79	0,73	0,51	0,41	0,34	4,77
2	0,37	14,71	3,83	2,69	2,14	1,81	25,17
2,186	0,37	14,71	3,83	2,69	2,14	1,81	25,17
3	0,23	9,05	2,36	1,65	1,32	1,11	15,48
4	0,13	4,98	1,30	0,91	0,72	0,61	8,52
4,408	0,09	3,55	0,92	0,65	0,52	0,44	6,08
5	0,07	2,84	0,74	0,52	0,41	0,35	4,86
6	0,05	2,13	0,55	0,39	0,31	0,26	3,65
7	0,05	2,13	0,55	0,39	0,31	0,26	3,65
7,433	0,03	1,24	0,32	0,23	0,18	0,15	2,13
8	0,03	1,05	0,27	0,19	0,15	0,13	1,80
9	0,02	0,78	0,20	0,14	0,11	0,10	1,33
10	0,01	0,58	0,15	0,11	0,08	0,07	0,99
11	0,01	0,43	0,11	0,08	0,06	0,05	0,73
11,466	0,01	0,37	0,10	0,07	0,05	0,05	0,64
12	0,01	0,32	0,08	0,06	0,05	0,04	0,55
13	0,01	0,24	0,06	0,04	0,03	0,03	0,40
14	0,00	0,18	0,05	0,03	0,03	0,02	0,30
15	0,00	0,13	0,03	0,02	0,02	0,02	0,22

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m <sup>3</sup> /det)
		39.31	10.24	7.19	5.72	4.83	
16	0,00	0,10	0,03	0,02	0,01	0,01	0,17
17	0,00	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,12
18	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
19	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07
20	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05
21	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
22	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
24	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

**Tabel 4. 25** Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 10 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m <sup>3</sup> /det)
		42.80	11.15	7.82	6.23	5.26	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,07	3,03	0,79	0,55	0,44	0,37	5,19
2	0,37	16,01	4,17	2,93	2,33	1,97	27,41
2,186	0,37	16,01	4,17	2,93	2,33	1,97	27,41
3	0,23	9,85	2,57	1,80	1,43	1,21	16,86
4	0,13	5,42	1,41	0,99	0,79	0,67	9,28
4,408	0,09	3,87	1,01	0,71	0,56	0,48	6,62
5	0,07	3,09	0,81	0,57	0,45	0,38	5,29
6	0,05	2,32	0,60	0,42	0,34	0,29	3,97
7	0,05	2,32	0,60	0,42	0,34	0,29	3,97
7,433	0,03	1,36	0,35	0,25	0,20	0,17	2,32
8	0,03	1,14	0,30	0,21	0,17	0,14	1,96
9	0,02	0,85	0,22	0,16	0,12	0,10	1,45
10	0,01	0,63	0,16	0,12	0,09	0,08	1,08
11	0,01	0,47	0,12	0,09	0,07	0,06	0,80
11,466	0,01	0,41	0,11	0,07	0,06	0,05	0,70
12	0,01	0,35	0,09	0,06	0,05	0,04	0,59
13	0,01	0,26	0,07	0,05	0,04	0,03	0,44
14	0,00	0,19	0,05	0,03	0,03	0,02	0,33
15	0,00	0,14	0,04	0,03	0,02	0,02	0,24
16	0,00	0,11	0,03	0,02	0,02	0,01	0,18
17	0,00	0,08	0,02	0,01	0,01	0,01	0,13
18	0,00	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,10

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujam					Q (m <sup>3</sup> /det)
		42.80	11.15	7.82	6.23	5.26	
19	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
20	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05
21	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
22	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
24	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

**Tabel 4. 26** Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 25 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m3/det)
		47.23	12.30	8.63	6.88	5.81	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,07	3,35	0,87	0,61	0,49	0,41	5,73
2	0,37	17,67	4,60	3,23	2,57	2,17	30,25
2,186	0,37	17,67	4,60	3,23	2,57	2,17	30,25
3	0,23	10,87	2,83	1,99	1,58	1,34	18,60
4	0,13	5,98	1,56	1,09	0,87	0,74	10,24
4,408	0,09	4,27	1,11	0,78	0,62	0,52	7,30
5	0,07	3,41	0,89	0,62	0,50	0,42	5,84
6	0,05	2,56	0,67	0,47	0,37	0,31	4,38
7	0,05	2,56	0,67	0,47	0,37	0,31	4,38
7,433	0,03	1,50	0,39	0,27	0,22	0,18	2,56
8	0,03	1,26	0,33	0,23	0,18	0,16	2,16
9	0,02	0,94	0,24	0,17	0,14	0,12	1,60
10	0,01	0,70	0,18	0,13	0,10	0,09	1,19
11	0,01	0,52	0,13	0,09	0,08	0,06	0,88
11,466	0,01	0,45	0,12	0,08	0,07	0,06	0,77
12	0,01	0,38	0,10	0,07	0,06	0,05	0,65
13	0,01	0,28	0,07	0,05	0,04	0,03	0,49
14	0,00	0,21	0,05	0,04	0,03	0,03	0,36
15	0,00	0,16	0,04	0,03	0,02	0,02	0,27
16	0,00	0,12	0,03	0,02	0,02	0,01	0,20
17	0,00	0,09	0,02	0,02	0,01	0,01	0,15
18	0,00	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,11

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m3/det)
		47.23	12.30	8.63	6.88	5.81	
19	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
20	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,06
21	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
22	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
24	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

**Tabel 4. 27** perhitungan hidrograf banjir periode ulang 50 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m <sup>3</sup> /det)
		50.59	13.18	9.25	7.36	6.22	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,07	3,59	0,93	0,66	0,52	0,44	6,14
2	0,37	18,93	4,93	3,46	2,75	2,33	32,40
2,186	0,37	18,93	4,93	3,46	2,75	2,33	32,40
3	0,23	11,64	3,03	2,13	1,69	1,43	19,93
4	0,13	6,41	1,67	1,17	0,93	0,79	10,97
4,408	0,09	4,57	1,19	0,84	0,66	0,56	7,82
5	0,07	3,66	0,95	0,67	0,53	0,45	6,26
6	0,05	2,74	0,71	0,50	0,40	0,34	4,69
7	0,05	2,74	0,71	0,50	0,40	0,34	4,69
7,433	0,03	1,60	0,42	0,29	0,23	0,20	2,74
8	0,03	1,35	0,35	0,25	0,20	0,17	2,32
9	0,02	1,00	0,26	0,18	0,15	0,12	1,72
10	0,01	0,74	0,19	0,14	0,11	0,09	1,27
11	0,01	0,55	0,14	0,10	0,08	0,07	0,95
11,466	0,01	0,48	0,13	0,09	0,07	0,06	0,82
12	0,01	0,41	0,11	0,07	0,06	0,05	0,70
13	0,01	0,30	0,08	0,06	0,04	0,04	0,52
14	0,00	0,23	0,06	0,04	0,03	0,03	0,39
15	0,00	0,17	0,04	0,03	0,02	0,02	0,29
16	0,00	0,12	0,03	0,02	0,02	0,02	0,21
17	0,00	0,09	0,02	0,02	0,01	0,01	0,16
18	0,00	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,12

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m3/det)
		50.59	13.18	9.25	7.36	6.22	
19	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
20	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,06
21	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05
22	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
23	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
24	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03



**Tabel 4. 28** Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 100 tahun metode Nakayashu

t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m3/det)
		53.96	14.06	9.86	7.86	6.63	
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,392	0,07	3,82	1,00	0,70	0,56	0,47
2	2,071	0,37	20,19	5,26	3,69	2,94	2,48
2,186	2,07	0,37	20,19	5,26	3,69	2,94	2,48
3	1,27	0,23	12,42	3,24	2,27	1,81	1,53
4	0,70	0,13	6,83	1,78	1,25	1,00	0,84
4,408	0,50	0,09	4,87	1,27	0,89	0,71	0,60
5	0,40	0,07	3,90	1,02	0,71	0,57	0,48
6	0,30	0,05	2,92	0,76	0,53	0,43	0,36
7	0,30	0,05	2,92	0,76	0,53	0,43	0,36
7,433	0,18	0,03	1,71	0,45	0,31	0,25	0,21
8	0,15	0,03	1,44	0,38	0,26	0,21	0,18
9	0,11	0,02	1,07	0,28	0,20	0,16	0,13
10	0,08	0,01	0,79	0,21	0,15	0,12	0,10
11	0,06	0,01	0,59	0,15	0,11	0,09	0,07
11,466	0,05	0,01	0,51	0,13	0,09	0,07	0,06
12	0,04	0,01	0,44	0,11	0,08	0,06	0,05
13	0,03	0,01	0,32	0,08	0,06	0,05	0,04
14	0,02	0,00	0,24	0,06	0,04	0,04	0,03
15	0,02	0,00	0,18	0,05	0,03	0,03	0,02
16	0,01	0,00	0,13	0,03	0,02	0,02	0,02
17	0,01	0,00	0,10	0,03	0,02	0,01	0,01
18	0,01	0,00	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01

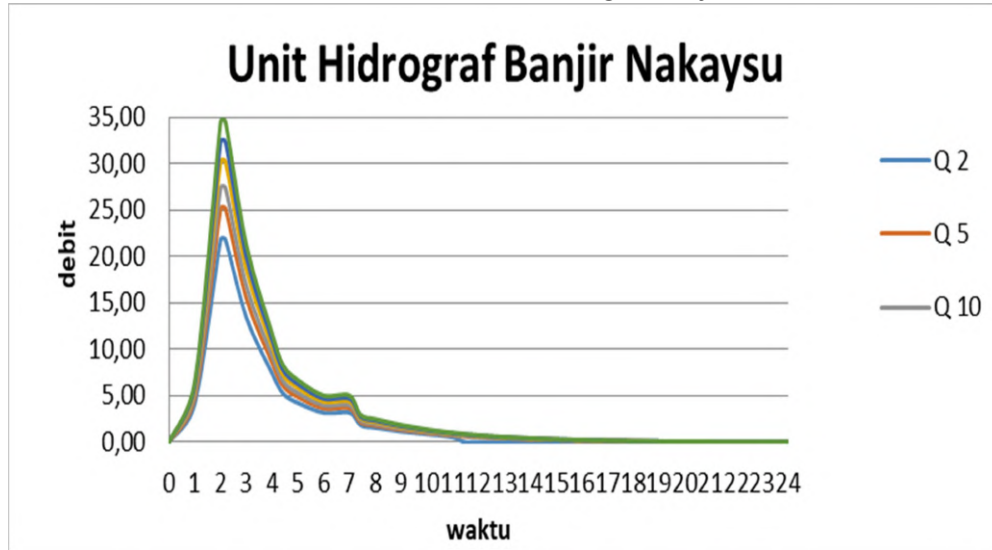
t (jam)	UHSS Q terkoreksi	Curah Hujan					Q (m3/det)
		53.96	14.06	9.86	7.86	6.63	
19	0,01	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
20	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00
21	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabel 4. 29** Rekapitulasi perhitungan hidrograf banjir metode Nakayashu

<b>t (jam)</b>	<b>Q 2 tahun</b>	<b>Q 5 tahun</b>	<b>Q 10 tahun</b>	<b>Q 25 tahun</b>	<b>Q 50 tahun</b>	<b>Q 100 tahun</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	4,13	4,77	5,19	5,73	6,14	6,55
2	21,82	25,17	27,41	30,25	32,40	34,55
2,186	21,82	25,17	27,41	30,25	32,40	34,55
3	13,42	15,48	16,86	18,60	19,93	21,25
4	7,39	8,52	9,28	10,24	10,97	11,70
4,408	5,27	6,08	6,62	7,30	7,82	8,34
5	4,21	4,86	5,29	5,84	6,26	6,67
6	3,16	3,65	3,97	4,38	4,69	5,01
7	3,16	3,65	3,97	4,38	4,69	5,01
7,433	1,85	2,13	2,32	2,56	2,74	2,92
8	1,56	1,80	1,96	2,16	2,32	2,47
9	1,16	1,33	1,45	1,60	1,72	1,83
10	0,86	0,99	1,08	1,19	1,27	1,36
11	0,54	0,73	0,80	0,88	0,95	1,01
11,466	0,00	0,64	0,70	0,77	0,82	0,88
12	0,00	0,55	0,59	0,65	0,70	0,75
13	0,00	0,40	0,44	0,49	0,52	0,56
14	0,00	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41
15	0,00	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31
16	0,00	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23
17	0,00	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17
18	0,00	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12
19	0,00	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
20	0,00	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07

t (jam)	Q 2 tahun	Q 5 tahun	Q 10 tahun	Q 25 tahun	Q 50 tahun	Q 100 tahun
21	0,00	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
22	0,00	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
23	0,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
24	0,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
<b>Nilai Max</b>	<b>21,82</b>	<b>25,17</b>	<b>27,41</b>	<b>30,25</b>	<b>32,40</b>	<b>34,55</b>

Gambar 4. 4 Grafik hidrograf banjir



Nakayashu (Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan bahwa setiap tahun dari Q 2,Q 5,Q 10,Q 25,Q 50 dan Q 100 debit dari perhitungan metode Nakayasu mengalami peningkatan debit setiap periode.

### 4.3 Analisis Hidrolika

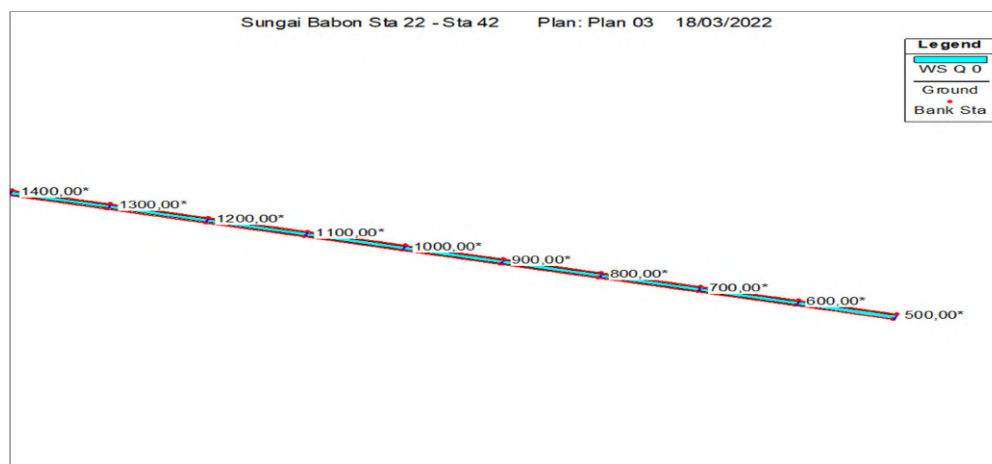
Untuk merencanakan suatu dimensi pada saluran yang akan menampung limpasan air dibutuhkan suatu analisis hidrolika. Analisis hidrolika biasa disebut hasil dari evaluasi kapasitas tampungan saluran dengan menggunakan debit banjir periode tertentu.

#### 4.3.1 Menggunakan Aplikasi Program HEC-RAS

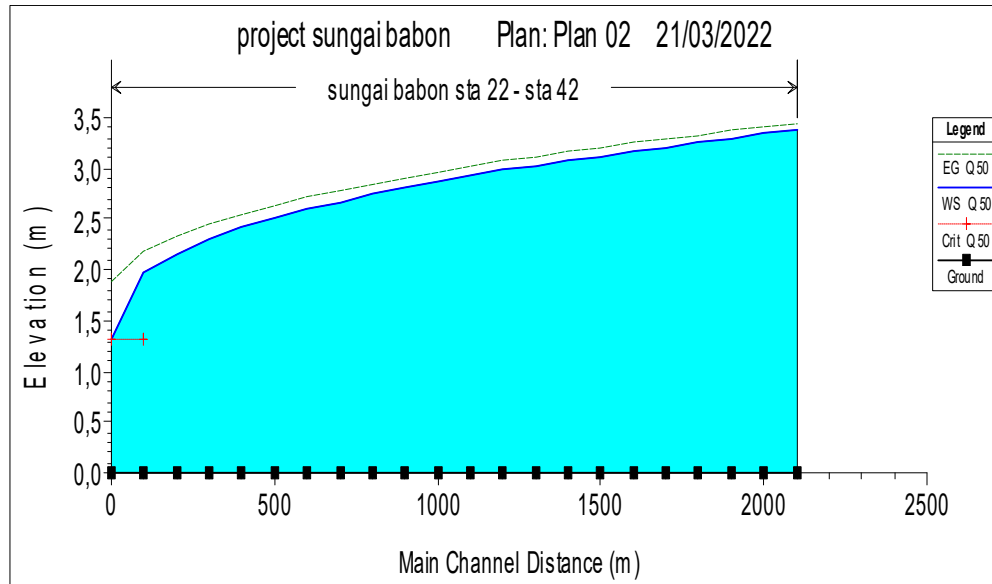
Program aplikasi HEC-RAS digunakan untuk menghitung analisis hidrolika, dengan tujuan untuk mengetahui elevasi dari muka air pada penampang sungai saat debit air melalui saluran tersebut. Kemudian dengan memastikan kebenaran pada analisis debit yaitu outflow. Berikut adalah data yang akan dibutuhkan dalam analisis penampang saluran dengan menggunakan bantuan aplikasi program HEC-RAS sebagai berikut :

- a. Profil penampang sungai
- b. Potongan melintang sungai
- c. Data debit yang melalui sungai
- d. Angka manning penampang sungai

Berdasarkan perhitungan pada debit banjir rencana yang digunakan dalam analisis penampang adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 5 Tampilan Sebaran Luapan Banjir Dengan Program HEC-RAS  
(Sumber: Hec-Ras,2022)



Gambar 4. 6 Tampilan Profile Plot Banjir Dengan Program HEC-RAS (Sumber: Hec-Ras,2022)

Profile Output Table - Standard Table 1

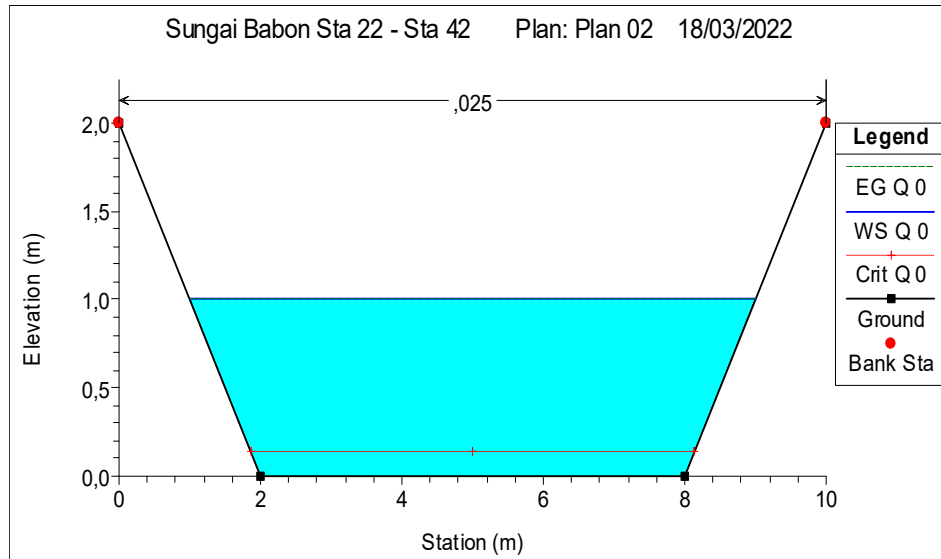
File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: sungai babon Reach: sta 22 - s

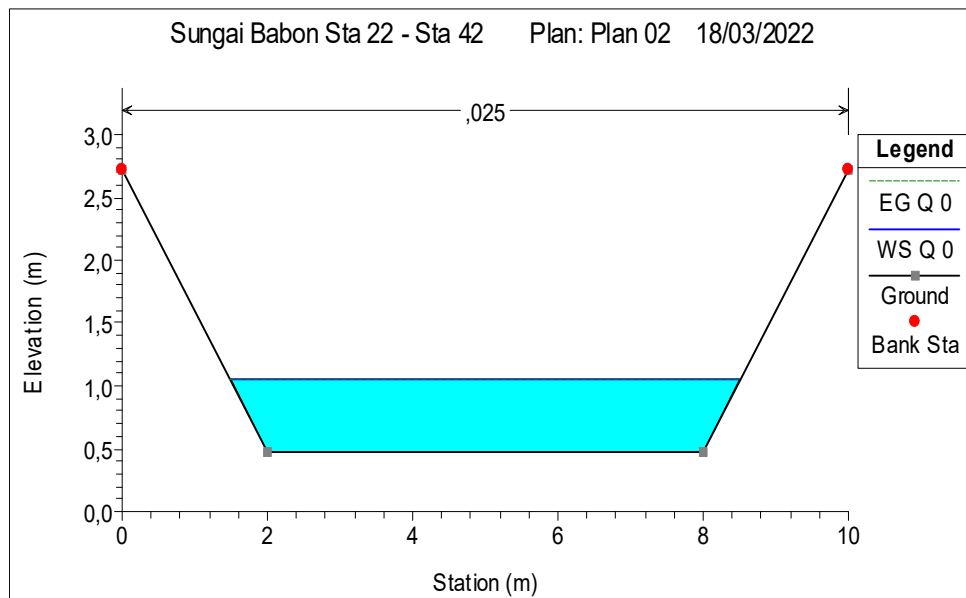
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
sta 22 - sta 42	2100	Q 50	32,00	0,00	3,38		3,45	0,000368	1,20	26,77	9,86	0,23
sta 22 - sta 42	2000,00*	Q 50	32,00	0,00	3,34		3,41	0,000378	1,21	26,52	9,89	0,24
sta 22 - sta 42	1900,00*	Q 50	32,00	0,00	3,30		3,37	0,000389	1,22	26,26	9,93	0,24
sta 22 - sta 42	1800,00*	Q 50	32,00	0,00	3,26		3,33	0,000400	1,23	25,99	9,96	0,24
sta 22 - sta 42	1700,00*	Q 50	32,00	0,00	3,21		3,29	0,000413	1,24	25,71	10,00	0,25
sta 22 - sta 42	1600,00*	Q 50	32,00	0,00	3,17		3,25	0,000427	1,26	25,41	10,00	0,25
sta 22 - sta 42	1500,00*	Q 50	32,00	0,00	3,12		3,21	0,000441	1,27	25,10	10,00	0,26
sta 22 - sta 42	1400,00*	Q 50	32,00	0,00	3,08		3,16	0,000458	1,29	24,77	10,00	0,26
sta 22 - sta 42	1300,00*	Q 50	32,00	0,00	3,03		3,12	0,000477	1,31	24,42	10,00	0,27
sta 22 - sta 42	1200,00*	Q 50	32,00	0,00	2,98		3,07	0,000498	1,33	24,05	10,00	0,27
sta 22 - sta 42	1100,00*	Q 50	32,00	0,00	2,92		3,02	0,000522	1,35	23,66	10,00	0,28
sta 22 - sta 42	1000,00*	Q 50	32,00	0,00	2,87		2,96	0,000549	1,38	23,23	10,00	0,29
sta 22 - sta 42	900,00*	Q 50	32,00	0,00	2,81		2,91	0,000582	1,41	22,77	10,00	0,30
sta 22 - sta 42	800,00*	Q 50	32,00	0,00	2,74		2,85	0,000621	1,44	22,27	10,00	0,31
sta 22 - sta 42	700,00*	Q 50	32,00	0,00	2,67		2,78	0,000667	1,47	21,71	10,00	0,32
sta 22 - sta 42	600,00*	Q 50	32,00	0,00	2,59		2,71	0,000726	1,52	21,09	10,00	0,33
sta 22 - sta 42	500,00*	Q 50	32,00	0,00	2,51		2,64	0,000801	1,57	20,39	10,00	0,35
sta 22 - sta 42	400,00*	Q 50	32,00	0,00	2,41		2,55	0,000902	1,63	19,58	10,00	0,37
sta 22 - sta 42	300,00*	Q 50	32,00	0,00	2,30		2,45	0,001048	1,72	18,60	10,00	0,40
sta 22 - sta 42	200,00*	Q 50	32,00	0,00	2,16		2,34	0,001284	1,84	17,36	10,00	0,45
sta 22 - sta 42	100,00*	Q 50	32,00	0,00	1,98	1,32	2,19	0,001742	2,05	15,62	9,82	0,52
sta 22 - sta 42	0	Q 50	32,00	0,00	1,32	1,32	1,88	0,007005	3,33	9,62	8,63	1,01

Gambar 4. 7 Tabel Hasil Analisis Hidrolika Dengan Program HEC-RAS (Sumber : Hec-Ras, 2022)

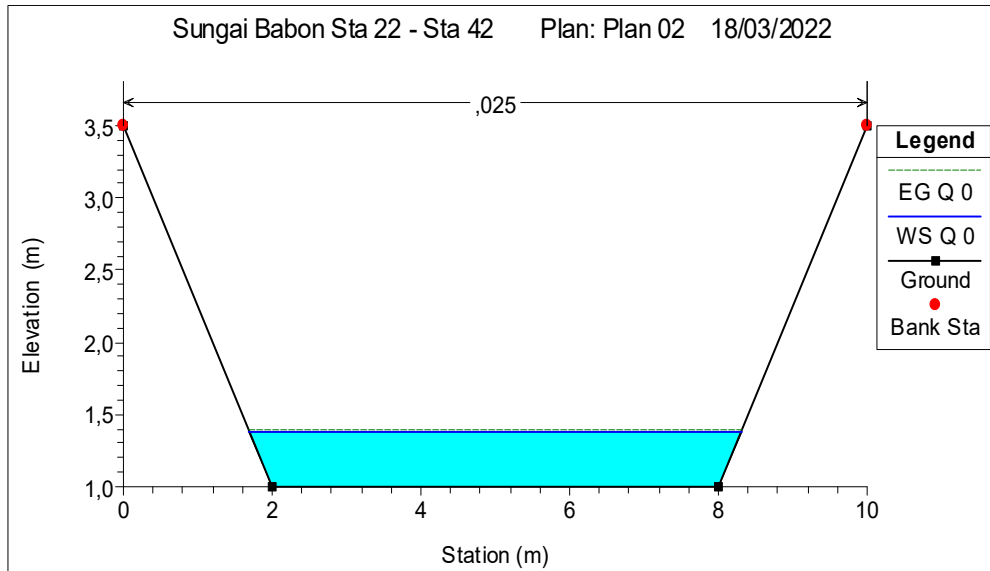
Dari gambar skema alur sungai Babon terlihat beberapa stasiun yang kemungkinan mengalami banjir, sehingga tidak memungkinkan untuk menampung aliran debit air sehingga air meluap disisi kanan dan kiri bantaran sungai.



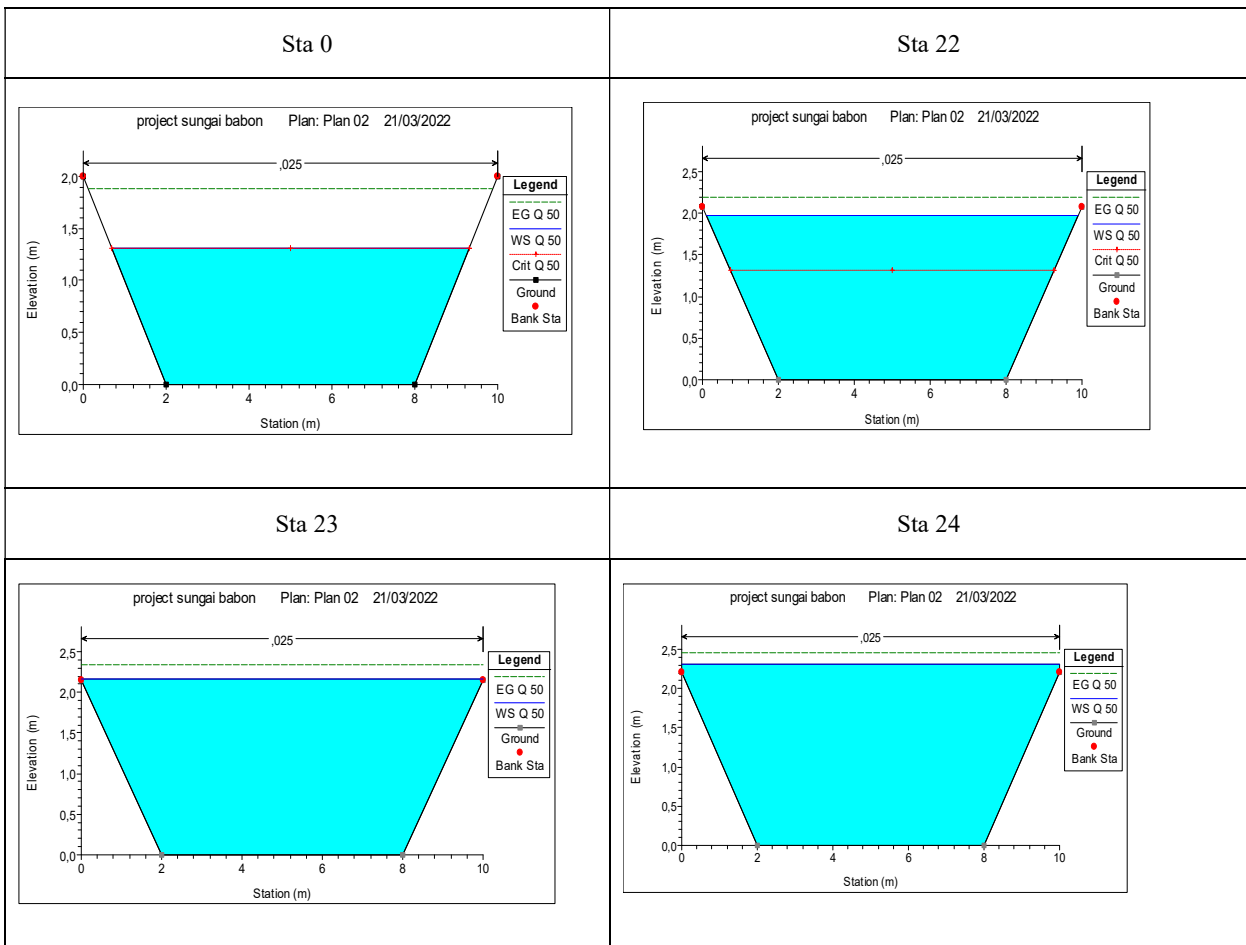
Gambar 4. 8 Tampak Depan Tabel Penampang hulu (Sumber : HEC-RAS, 2022)



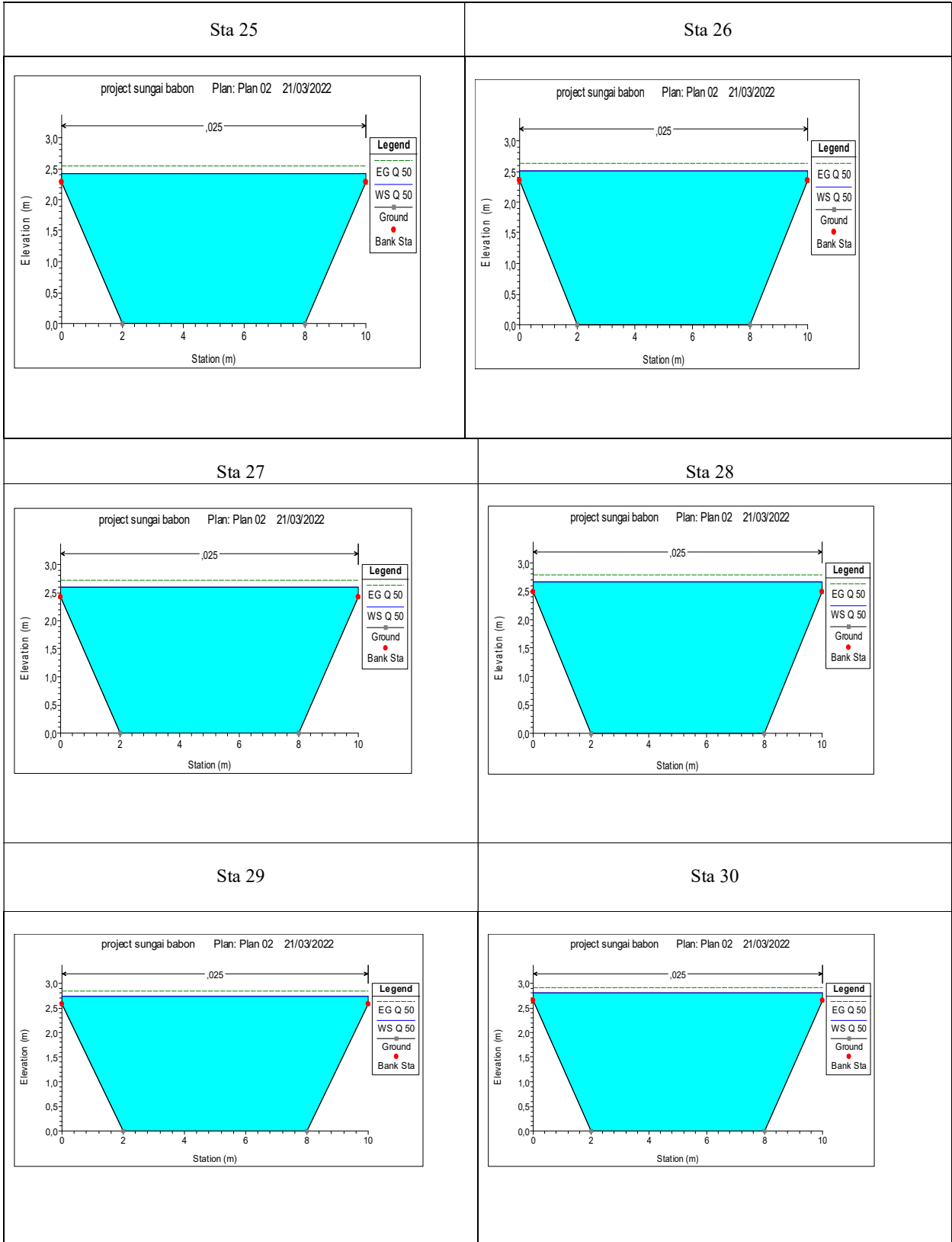
Gambar 4. 9 Tampak Depan Tabel Penampang tengah (Sumber : HEC-RAS, 2022)

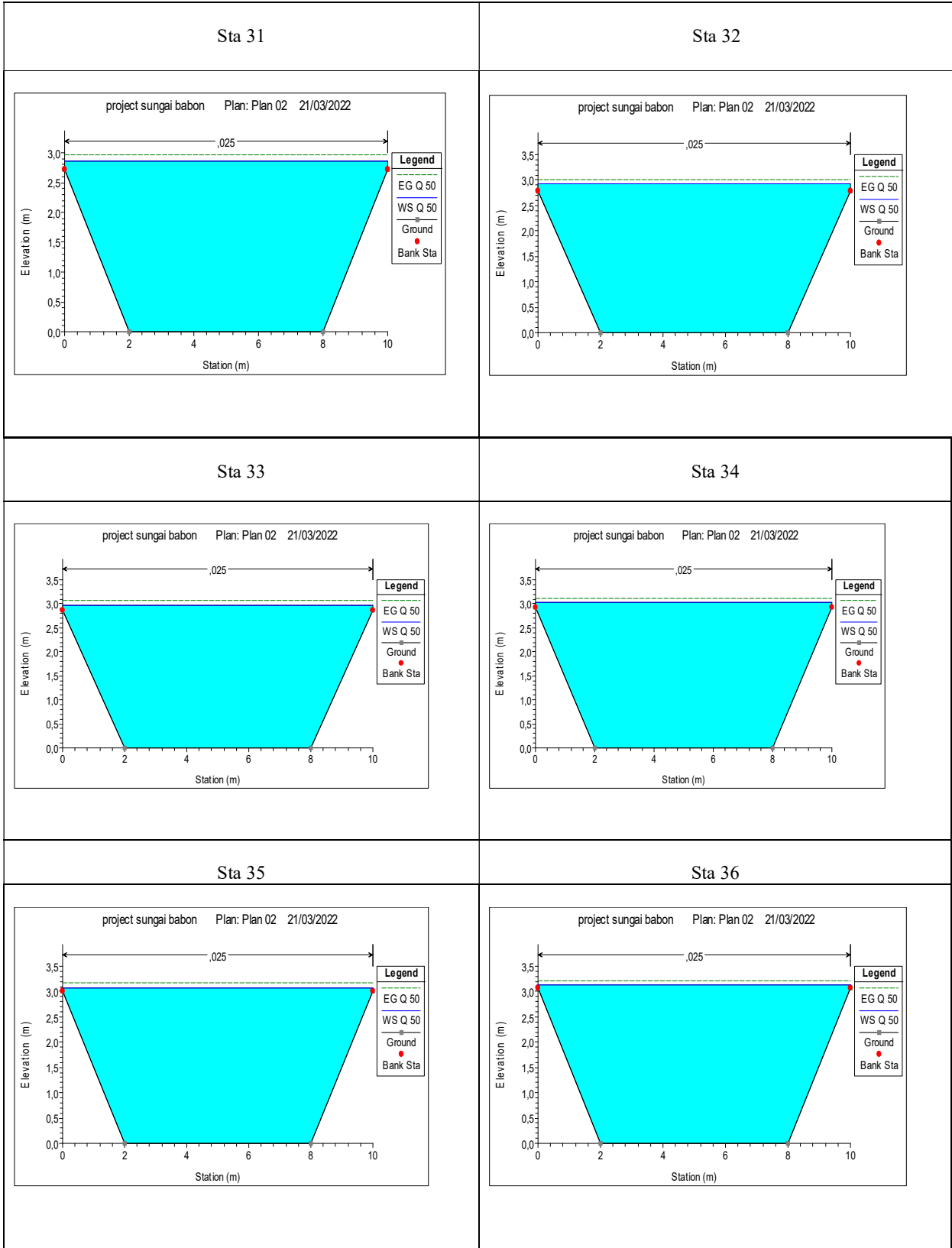


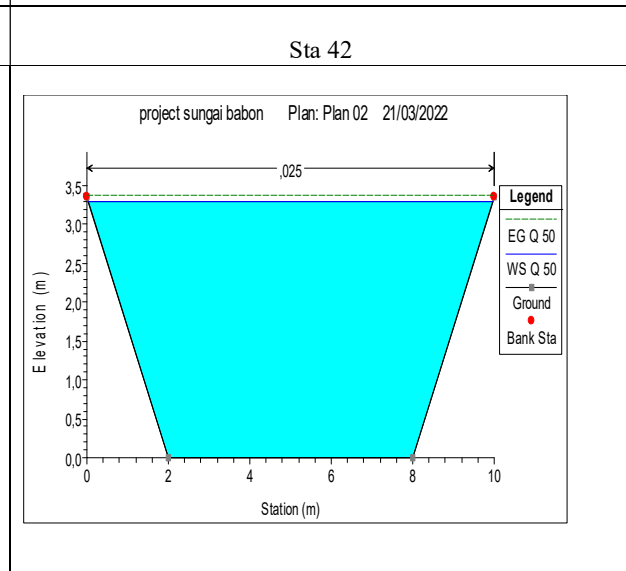
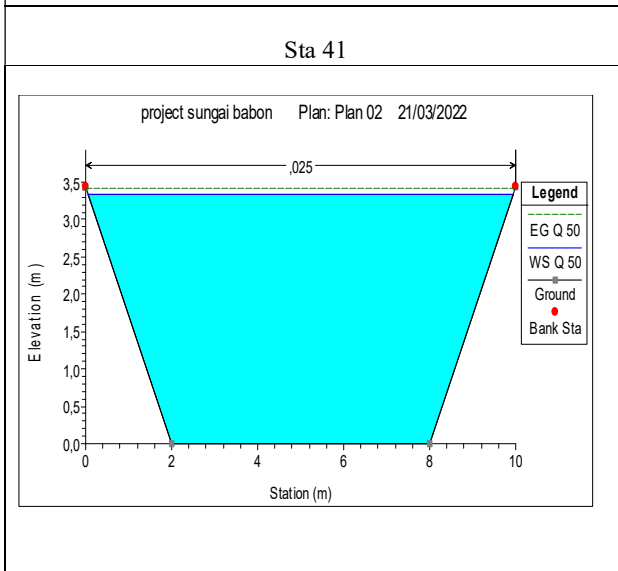
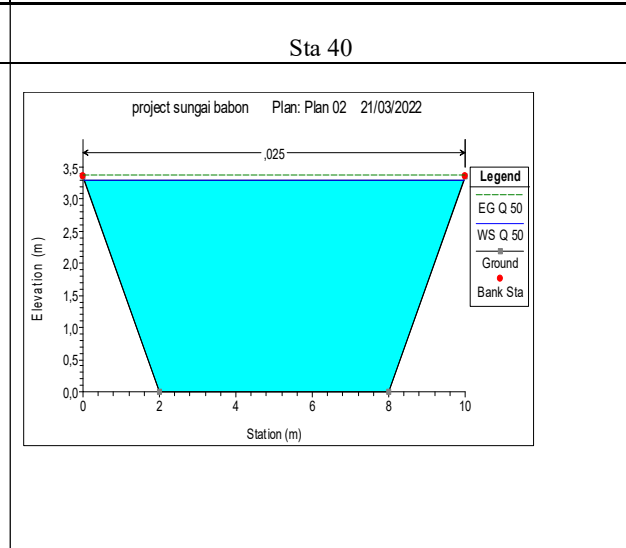
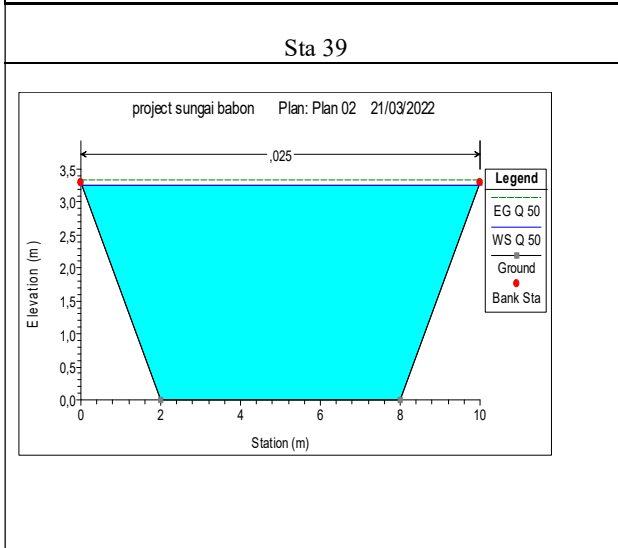
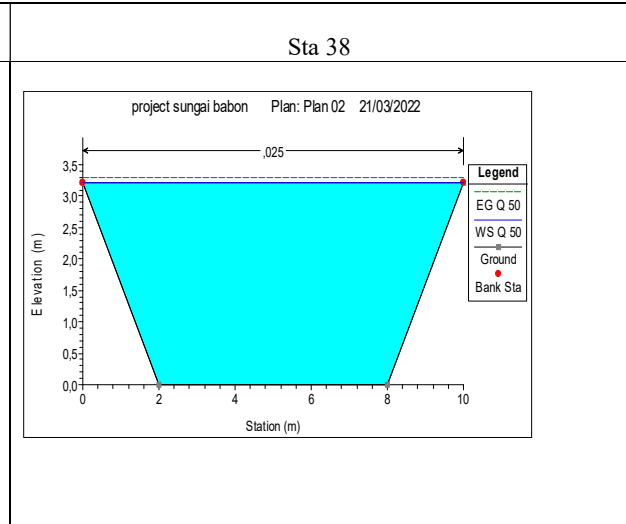
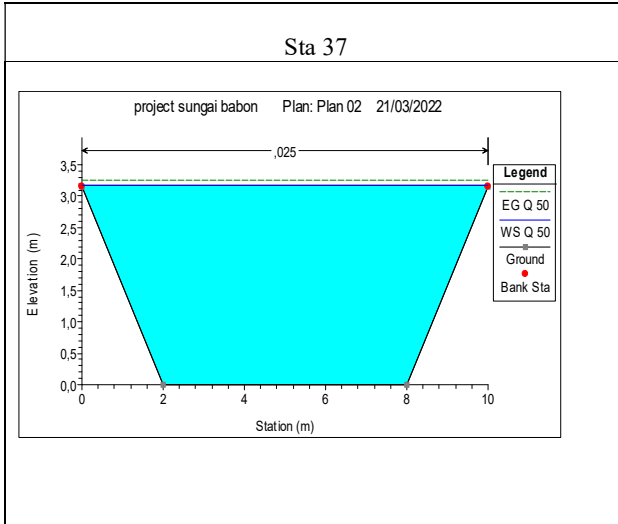
Gambar 4. 10 Tampak Depan Tabel Penampang hilir (Sumber : HEC-RAS, 2022)











Tabel 4.30 Tabel Penampang Sungai Semua STA Sumber: HEC-RAS, 2022

Sta	Profile	Q Total	E.G. Slope	Vel chnl	flow area	Top Width
		(m <sup>3</sup> /s)		(m/s)		
42	Q50	32,40	0,000368	1,2	26,77	9,86
41	Q50	32,40	0,000378	1,21	26,52	9,89
40	Q50	32,40	0,000389	1,22	26,26	9,93
39	Q50	32,40	0,0004	1,23	25,99	9,96
38	Q50	32,40	0,000413	1,24	25,71	10
37	Q50	32,40	0,000427	1,26	25,41	10
36	Q50	32,40	0,000441	1,27	25,1	10
35	Q50	32,40	0,000458	1,29	24,77	10
34	Q50	32,40	0,000477	1,31	24,42	10
33	Q50	32,40	0,000498	1,33	24,05	10
32	Q50	32,40	0,000522	1,35	23,66	10
31	Q50	32,40	0,000549	1,38	23,23	10
30	Q50	32,40	0,000582	1,41	22,77	10
29	Q50	32,40	0,000621	1,44	22,27	10
28	Q50	32,40	0,000667	1,47	21,71	10
27	Q50	32,40	0,000726	1,52	21,09	10
26	Q50	32,40	0,000801	1,57	20,39	10
25	Q50	32,40	0,000902	1,63	19,58	10
24	Q50	32,40	0,001048	1,72	18,6	10
23	Q50	32,40	0,001284	1,84	17,36	10
22	Q50	32,40	0,001742	2,05	15,62	9,82
0	Q50	32,40	0,007005	3,33	9,62	8,63

Tabel 4. 30 Hasil analisa perhitungan HEC-RAS periode ulang 50 tahun

Dari gambar penampang melintang sungai dan tabel diatas dapat dilihat bahwa ada luapan di beberapa segmen profil muka air melintang yaitu sta 24 – sta 35.

### 4.3.2 Perhitungan Kapasitas Saluran

Besarnya debit suatu tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan ditempat ada di daerah tersebut. Saluran kapasitas existing biasanya digunakan mengetahui besaran kemampuan tampung penampang saluran yang akan digunakan untuk menampung limpasan air hujan. Adapun rumus perhitungan kecepatan rata-rata yang digunakan dalam perhitungan dimensi penampang saluran dengan menggunakan rumus manning. Berikut adalah contoh perhitungan dari *Full Bank Capacity Existing* pada saluran tersier :

Data Saluran hasil rata-rata:

Panjang sungai (L)= 2.1 km

Lebar sungai (b)= 10 m

Kedalaman sungai (h)= 1,8 m

Kemiringan dinding saluran (m)=0.007

Koef. Kekasaran Manning= 0.025

Penyelesaian:

$$A = b \times h$$

$$A = 8,63 \times 1,8 = 16,22 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2 h$$

$$P = 8,63 + 2 \times 1,8 = 12,4 \text{ m}$$

$$R = A/P$$

$$R = 16,22 / 12,4 = 1,31 \text{ m}$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$V = 1/0,025 \times 1,31^{2/3} \times 0,0007^{1/2} = 1,27 \text{ m/s}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 16,22 \times 1,27 = 20.6 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Selanjutnya dapat dilihat detail kapasitas penampang saluran eksisting tersier pada tabel berikut.

Tabel 4. 31 Perhitungan Saluran Tersier

Sta	B	H	A(m <sup>2</sup> )	P(m)	R=A/P (m)	Manning (n)	Kemiringan (i)	V(m/s)	Q penampang (m <sup>3</sup> /det)
0	8,63	1,88	16,2	12,4	1,31	0,025	0,0007	1,27	33,6
22	9,82	2,19	21,5	14,2	1,51	0,025	0,0007	1,40	33,3
23	10	2,34	23,4	14,7	1,59	0,025	0,0007	1,44	32,9
24	10	2,45	24,5	14,9	1,64	0,025	0,0007	1,47	31,1
25	10	2,55	25,5	15,1	1,69	0,025	0,0007	1,50	30,6
26	10	2,64	26,4	15,3	1,73	0,025	0,0007	1,52	30,2
27	10	2,71	27,1	15,4	1,76	0,025	0,0007	1,54	29,8
28	10	2,78	27,8	15,6	1,79	0,025	0,0007	1,56	29,3
29	10	2,85	28,5	15,7	1,82	0,025	0,0007	1,57	30,9
30	10	2,91	29,1	15,8	1,84	0,025	0,0007	1,59	30,2
31	10	2,96	29,6	15,9	1,86	0,025	0,0007	1,60	30,4
32	10	3,02	30,2	16,0	1,88	0,025	0,0007	1,61	30,7
33	10	3,07	30,7	16,1	1,90	0,025	0,0007	1,62	29,9
34	10	3,12	31,2	16,2	1,92	0,025	0,0007	1,64	30,0
35	10	3,16	31,6	16,3	1,94	0,025	0,0007	1,64	31,2
36	10	3,21	32,1	16,4	1,95	0,025	0,0007	1,65	33,1
37	10	3,25	32,5	16,5	1,97	0,025	0,0007	1,66	34,0
38	10	3,29	32,9	16,6	1,98	0,025	0,0007	1,67	35,0
39	9,96	3,33	33,2	16,6	2,00	0,025	0,0007	1,68	35,6
40	9,93	3,37	33,5	16,7	2,01	0,025	0,0007	1,68	33,4
41	9,89	3,41	33,7	16,7	2,02	0,025	0,0007	1,69	34,0
42	9,86	3,45	34,0	16,8	2,03	0,025	0,0007	1,70	34,7

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

### 4.3.3 Evaluasi Kapasitas Saluran Eksisting Dan Kapasitas Debit Rencana

Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting dan kapasitas debit rencana di dapat suatu perbandingan dengan cara membandingkan kapasitas dari saluran dengan debit rencana. Jika kapasitas dari suatu saluran nilainya lebih besar dibandingkan dengan debit rencana, maka saluran tersebut bisa dikatakan aman. Tetapi jika kapasitas suatu saluran lebih rendah dari debit rencana maka saluran tersebut dikatakan tidak aman sehingga mengakibatkan banjir.

**Tabel 4. 32** Perbandingan Debit Rencana Periode Ulang 50 Tahun

No.	Sta	Debit		Selisih	Keterangan
		Q50 m <sup>3</sup> /s	Penampang Penuh m <sup>3</sup> /s		
1	0	32	33,6	1,6	Tidak Banjir
2	100,00*	32	33,3	1,3	Tidak Banjir
3	200,00*	32	32,9	0,9	Tidak Banjir
4	300,00*	32	31,1	-0,9	Banjir
5	400,00*	32	30,6	-1,4	Banjir
6	500,00*	32	30,2	-1,8	Banjir
7	600,00*	32	29,8	-2,2	Banjir
8	700,00*	32	29,3	-2,7	Banjir
9	800,00*	32	30,9	-1,1	Banjir
10	900,00*	32	30,2	-1,8	Banjir
11	1000,00*	32	30,4	-1,6	Banjir
12	1100,00*	32	30,7	-1,3	Banjir
13	1200,00*	32	29,9	-2,1	Banjir
14	1300,00*	32	30,0	-2	Banjir
15	1400,00*	32	31,2	-0,8	Banjir
16	1500,00*	32	33,1	1,1	Tidak Banjir
17	1600,00*	32	34,0	2	Tidak Banjir
18	1700,00*	32	35,0	3	Tidak Banjir
19	1800,00*	32	35,6	3,6	Tidak Banjir
20	1900,00*	32	33,4	2,4	Tidak Banjir
21	2000,00*	32	34,0	2	Tidak Banjir
22	2100	32	34,7	2,7	Tidak Banjir

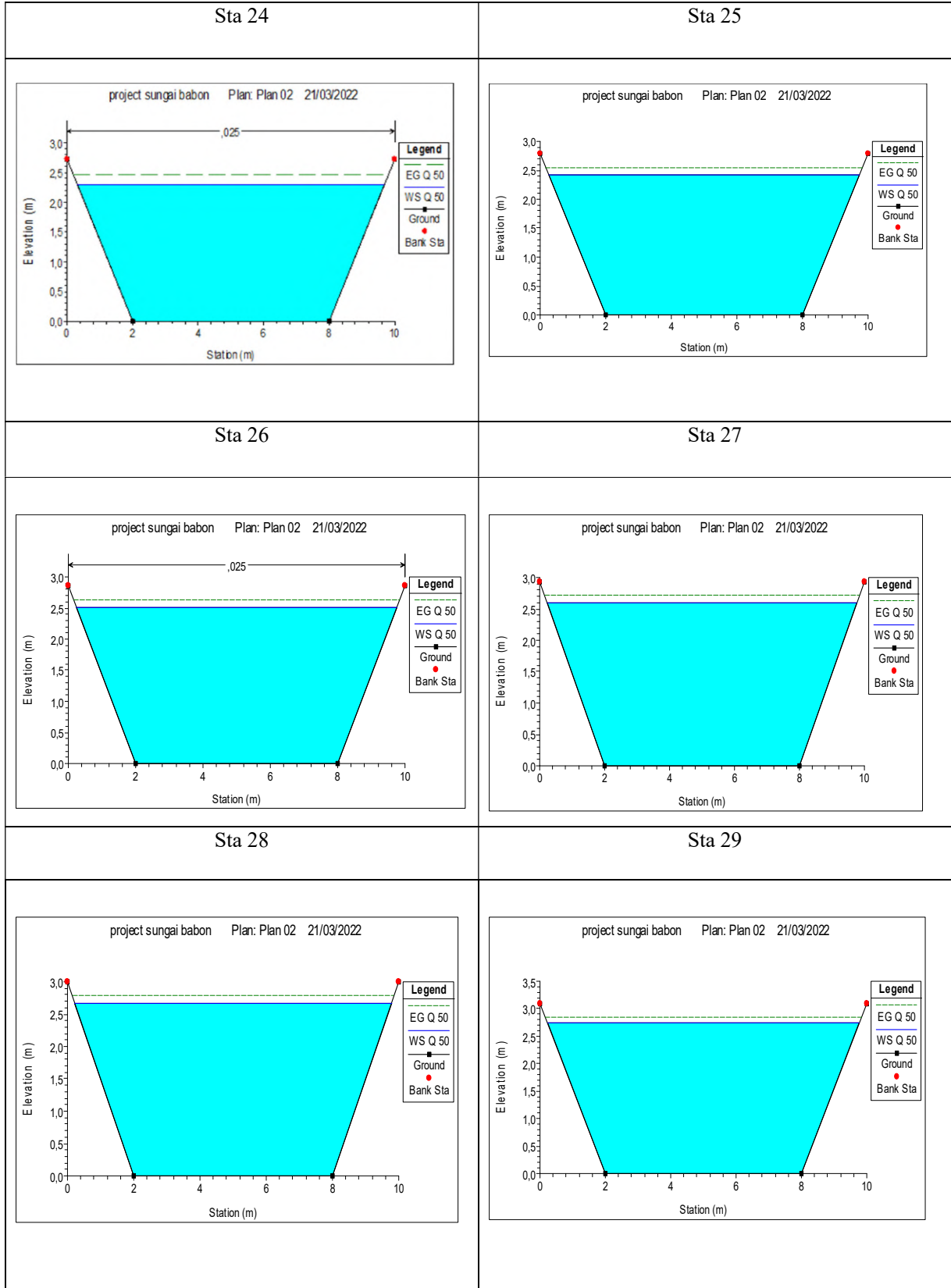
**Tabel 4. 33** Evaluasi Saluran Banjir

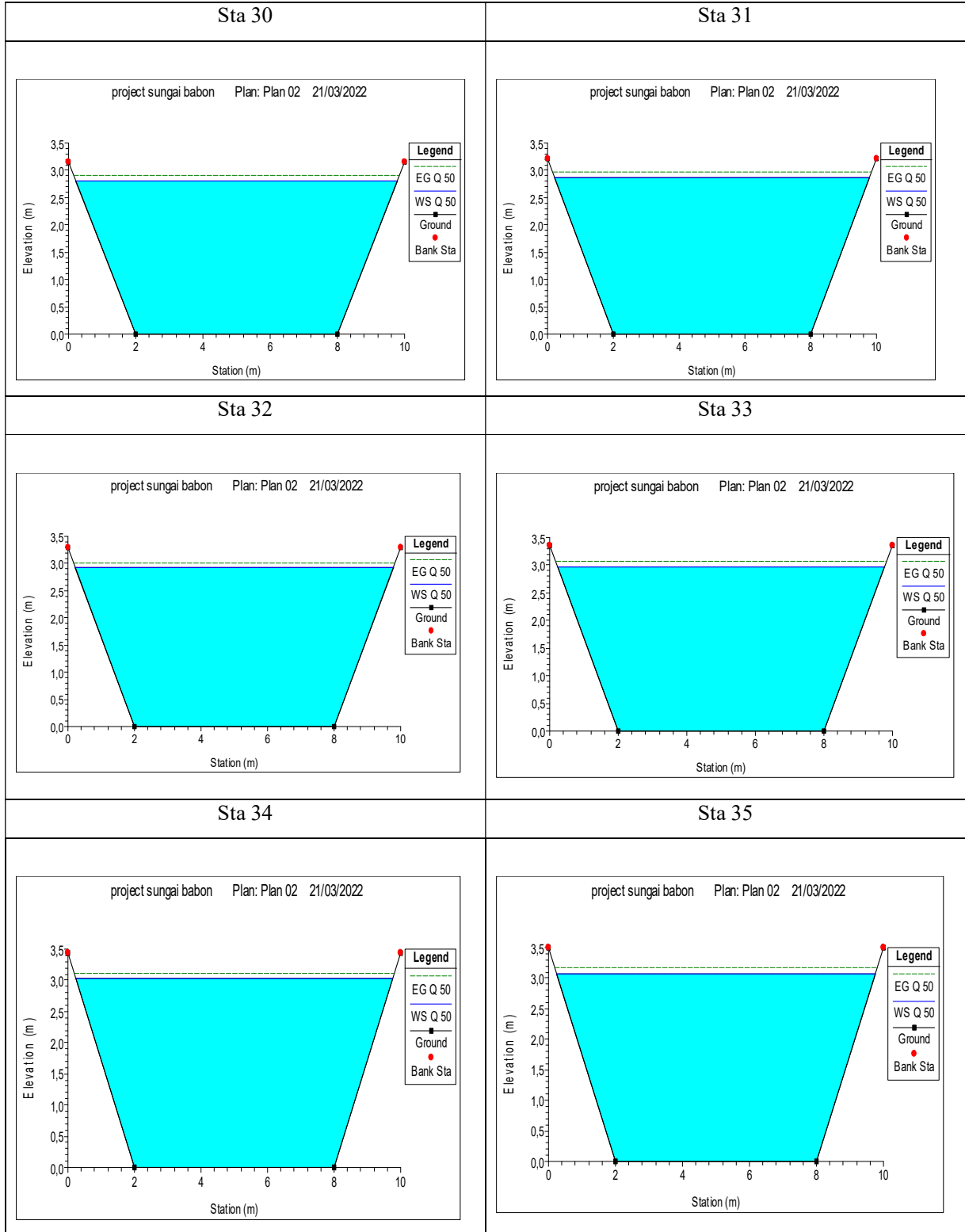
Sta	b	H	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R = A/P (m)	mannig (n)	kemiringan (i)	V (m/s)	Q penamp ang (m <sup>3</sup> /dt)
24	10	2,95	29,5	15,9	1,86	0,025	0,0007	1,60	47,1
25	10	3,05	30,5	16,1	1,89	0,025	0,0007	1,62	49,4
26	10	3,14	31,4	16,3	1,93	0,025	0,0007	1,64	51,5
27	10	3,71	37,1	17,4	2,13	0,025	0,0007	1,75	65,0
28	10	3,28	32,8	16,6	1,98	0,025	0,0007	1,67	54,7
29	10	3,35	33,5	16,7	2,01	0,025	0,0007	1,68	56,4
30	10	3,41	34,1	16,8	2,03	0,025	0,0007	1,70	57,8
31	10	3,46	34,6	16,9	2,04	0,025	0,0007	1,71	59,0
32	10	3,52	35,2	17,0	2,07	0,025	0,0007	1,72	60,4
33	10	3,57	35,7	17,1	2,08	0,025	0,0007	1,73	61,6
34	10	3,62	36,2	17,2	2,10	0,025	0,0007	1,74	62,8
35	10	3,66	36,6	17,3	2,11	0,025	0,0007	1,74	63,8

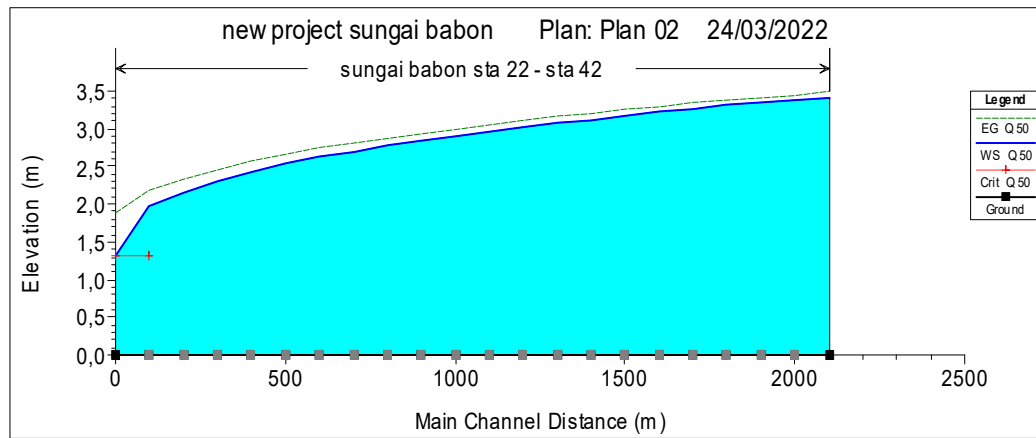
(Sumber: Hasil Perhitungan 2022)

Berdasarkan tabel 4.33 bahwa pengendalian banjir disini dimaksudkan untuk memperbesar kapasitas Sungai Babon berupa normalisasi sungai atau menambah ketinggian tanggul. Normalisasi dilakukan dengan melakukan peninggian elevasi tanggul sungai di Sta 24 sampai dengan sta 35 setinggi 0,5 meter dari tanggul yang sudah ada. serta mengatur kemiringan memanjang sungai pada sta 24 – sta 35.









## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang kami peroleh dari data secara keseluruhan, kami menyimpulkan jika Sungai Babon Semarang, Di Daerah Karangroto - Banjardowo dengan menggunakan aplikasi program hec-ras sebagai berikut:

- a. Dalam perhitungan debit rencana kami sebagai peneliti menggunakan metode Nakayashu yaitu QP dengan nilai sebesar 2.07 m<sup>3</sup>/det, Q 2tahun sebesar 21.82 m<sup>3</sup>/det, Q 5tahun sebesar 25.17 m<sup>3</sup>/det, Q 10tahun 27.41 m<sup>3</sup>/det, Q 25tahun sebesar 30.25 m<sup>3</sup>/det, Q 50tahun sebesar 32.40 m<sup>3</sup>/det, dan Q 100tahun sebesar 34.55 m<sup>3</sup>/det.
- b. Setelah dilakukan simulasi menggunakan program HAC-RES maka dinyatakan jika Sungai Babon di Daerah Karangroto - Banjardowo, Kota Semarang pada Q 50 tahun tidak mampu menampung banjir sebesar 32.40 m<sup>3</sup>/det di sta 22-sta42. Maka dari itu penanggulangan banjir pada Sungai Babon di Daerah Karangroto - Banjardowo, Kota Semarang dilakukan melalui normalisasi saluran dan peningkatan kapasitas debit saluran menggunakan program aplikasi Hec-Ras dengan meninggikan atau membuat tanggul.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah peneliti uraikan, penulis menyampaikan beberapa saran yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengurangi genangan di Daerah Karangroto - Banjardowo, Kota Semarang, sebagai berikut :

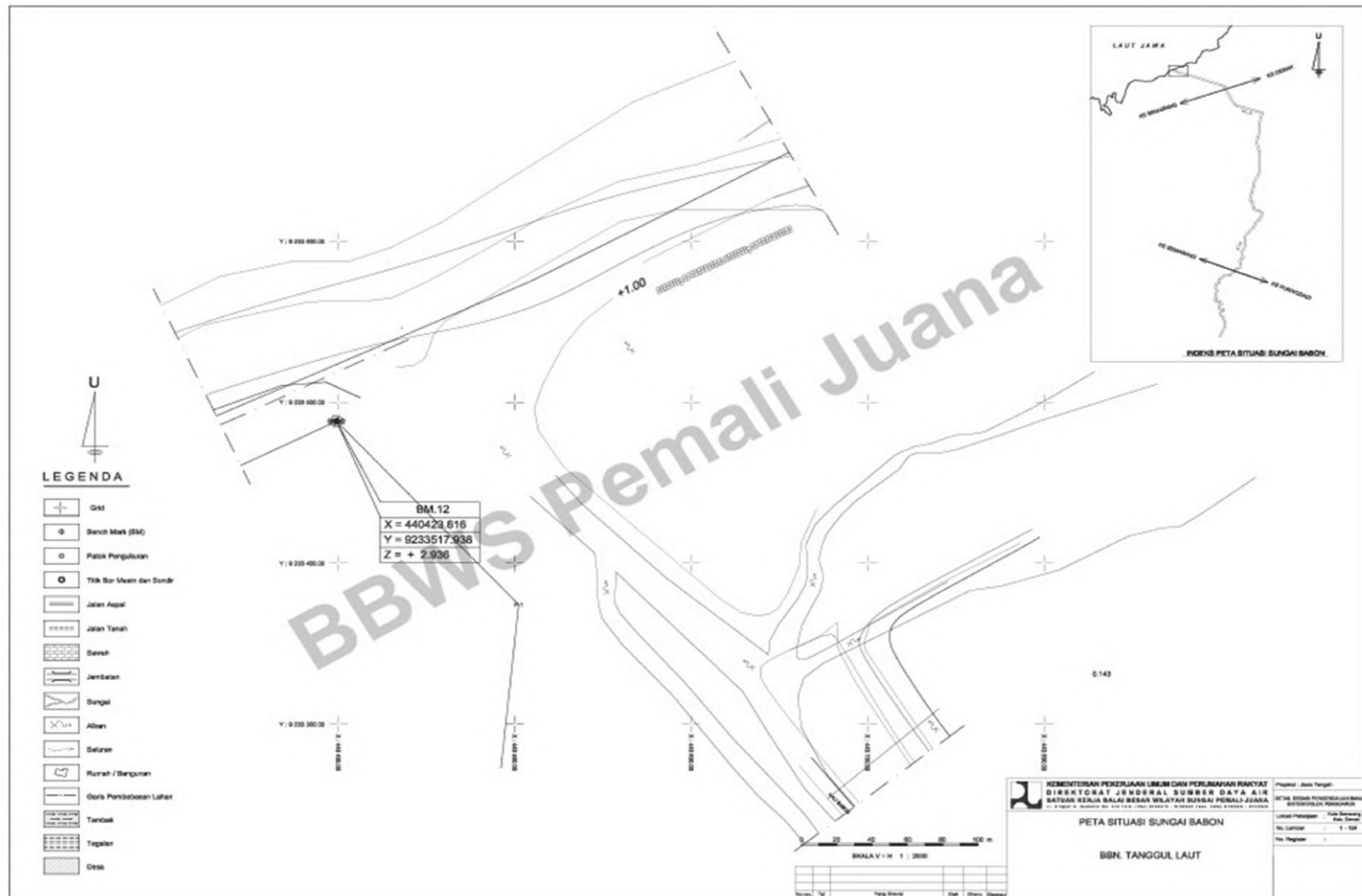
- a. Disarankan Sungai dibangun bangunan pengendalian banjir seperti pompa yang berguna menjaga fungsi sungai dan menambah elevasi tanggul
- b. Perencanaan harus dilakukan dengan matang dan seksama sehingga menghasilkan desain bangunan yang optimal dan mampu memenuhi tujuan perencanaan dalam mengatasi banjir di wilayah Sungai Babon.

## DAFTAR PUSTAKA

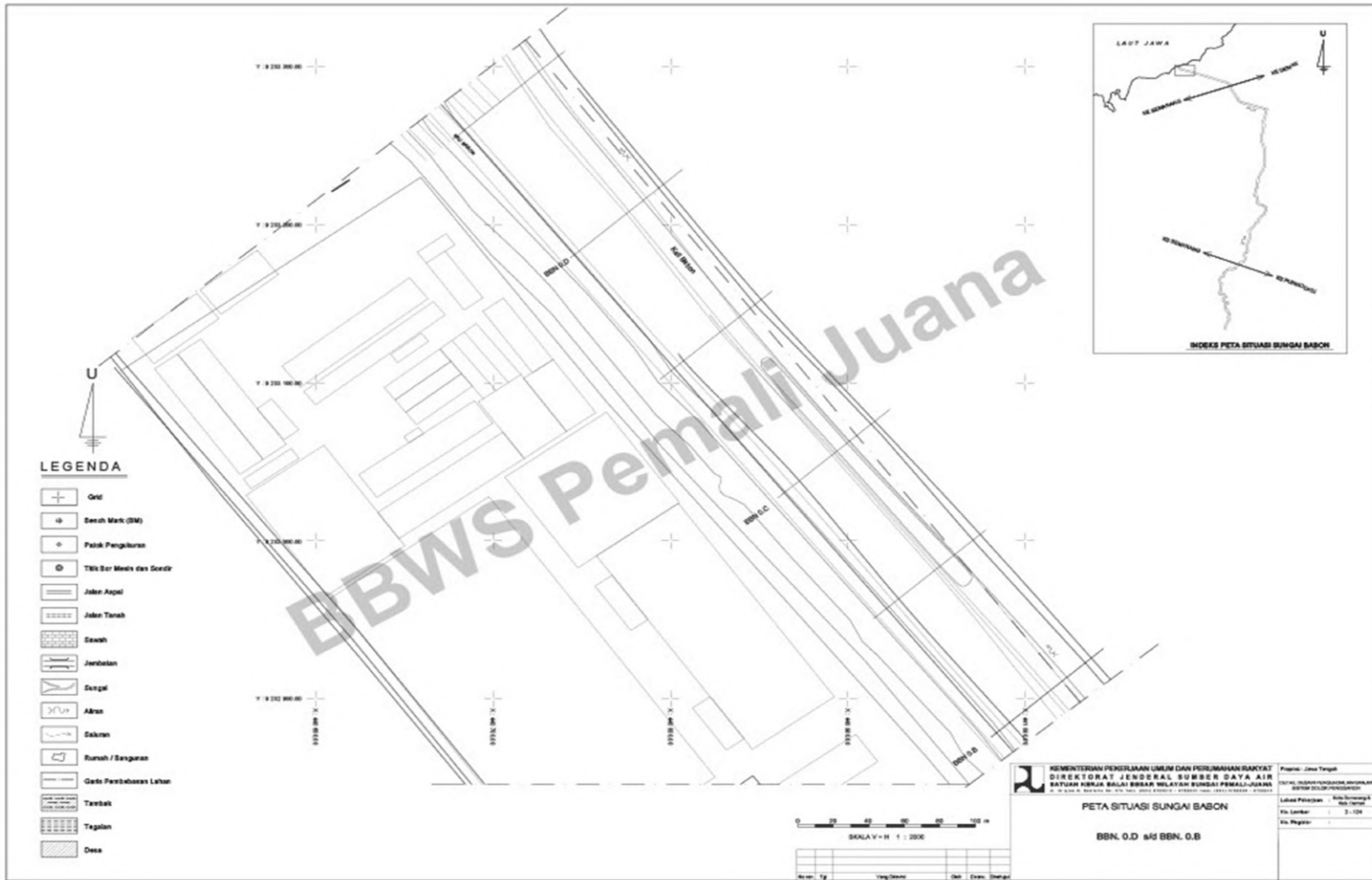
- Aini, I., N. & Qoilayah, F. (2020). Pola pengendali banjir pada sungai tenggang kecamatan genuk kota semarang dengan menggunakan metode hec-ras. Semarang: Universitas PGRI Semarang.
- Andi, M. (2017). Analisis Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Ganra Kabupaten Soppeng. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Bayu, W. & Pitojo, T.J. & Dian, S. (2018). Analisa Kinerja Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Dan Genangan Berbasis Konservasi Air Di Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. Malang: Universitas Brawijaya Jalan Mayjen Haryono 176 Malang.
- Dini, N., M., & Melathi, J., P.P. (2020). Tutorial Program HEC-RAS Untuk Analisa Hidrolika Sistem Drainase. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fadhella, R., P., & Heri, S., M. (2015). Perencanaan Teknis Drainase Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan Daerah Ngagel Tirtosari Kota Semarang. Suranaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lashari. & Rini, K. & Ferdian, P. (2017). Analisa Distribusi Curah Hujan Di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Dan Poligon. Semarang; Universitas Negeri Semarang.
- Ma'aruf, A., & Adik, S., G. (2015). Pengembangan Sungai Banjir Kanal Timur Semarang Sebagai Transportasi Sungai Untuk Tujuan Wisata. Semarang: Universitas Diponegoro
- Meli, K.S. (2016). Studi Tentang Mitigasi Bencana Banjir Di Nagari Bukit Siayah Lumbo Kecamatan IV Jurai Kabupaten Pesisir Selatan. Padang: Sekolah Tinggi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan (STKIP) PGRI Sumatera Utara.
- Kamasuta. (2020). Mitigasi Bencana Longsor Dan Banjir Bandang Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Desa Bentek Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara. Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Kementrian PUPR Direktorat Jendral SDA BBWS Pemali Juana. (2021). Data curah hujan. Semarang: BBWS Pemali Juana.
- Previaswary, F., R. & Manurung, H., S. (2015). Perencanaan teknis drainase saluran sekunder ngagel jaya selatan daerah ngagel tirtosari kota surabaya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Soemarto C. D, D. H. (1995). Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga Soemarto, C. D. (1999). Hidrologi Teknik Edisi 2. Jakarta: Erlangga
- Sosrodarsono, S. (1985). Hidrologi untuk Pengairan. Jakarata: PT. Pradnya Paramita.

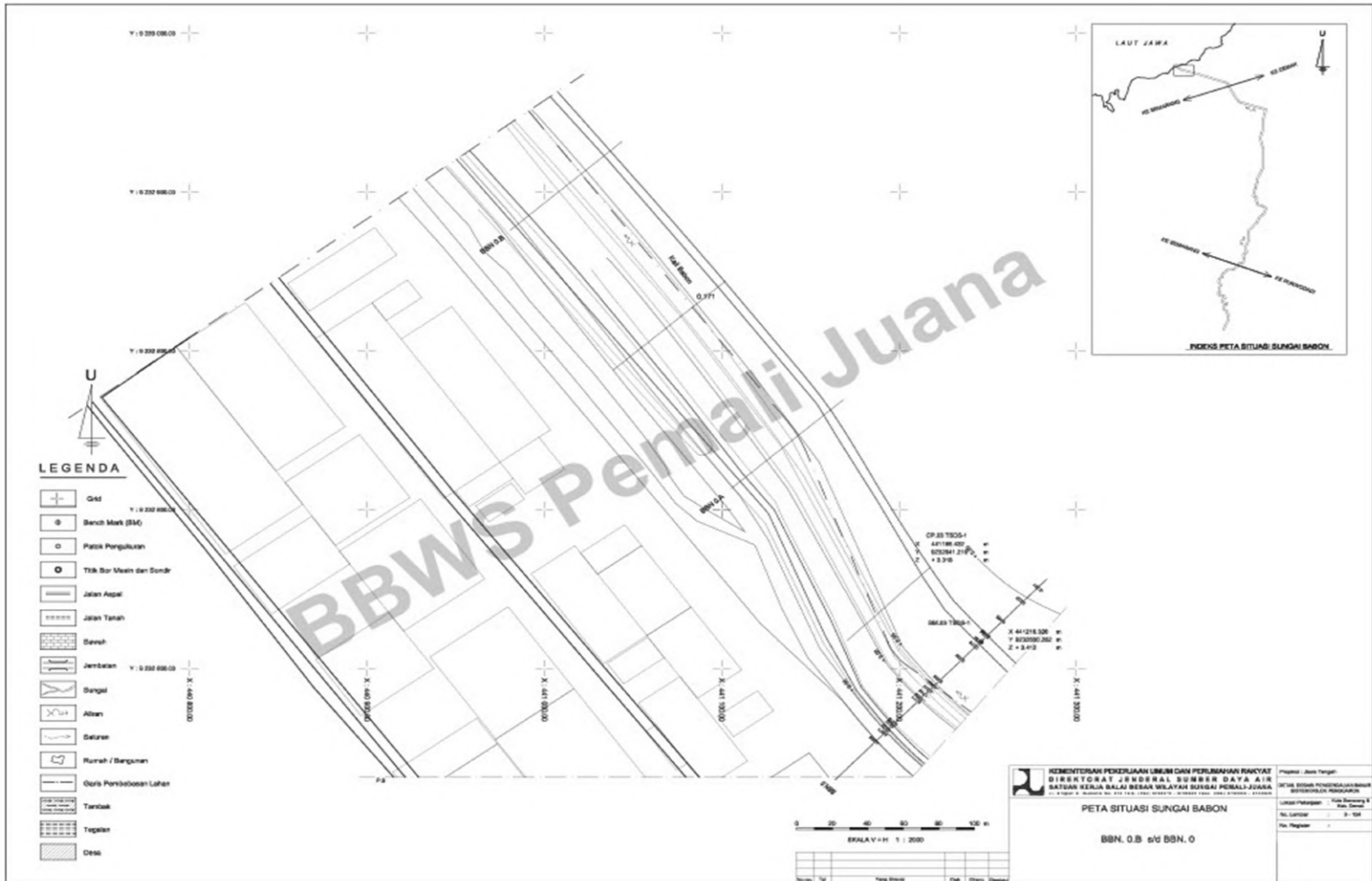
- Sosrodarsono, S. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. Dalam K. Mori, Manual on Hidrology. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triadmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Betta Offse

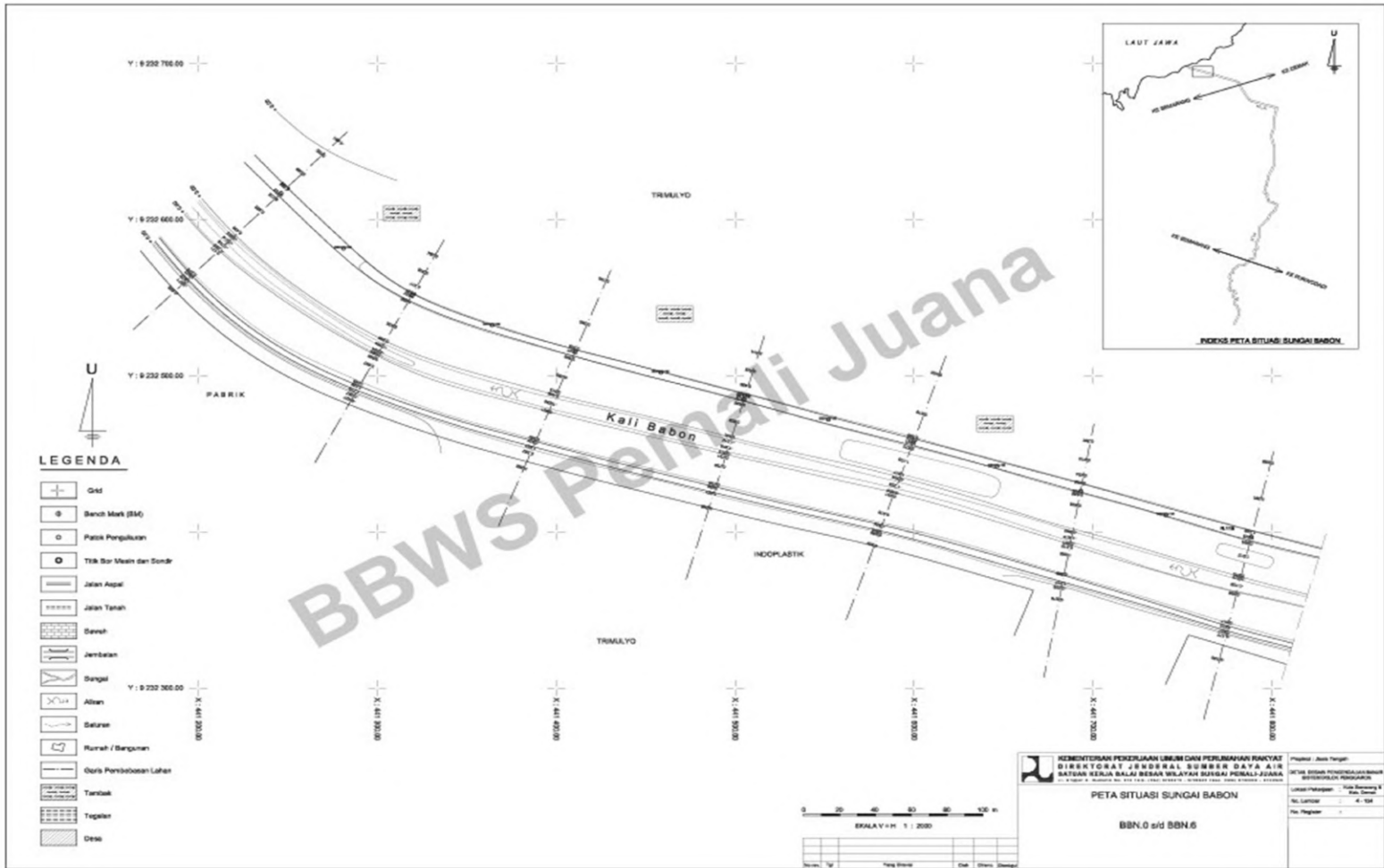
## **LAMPIRAN**

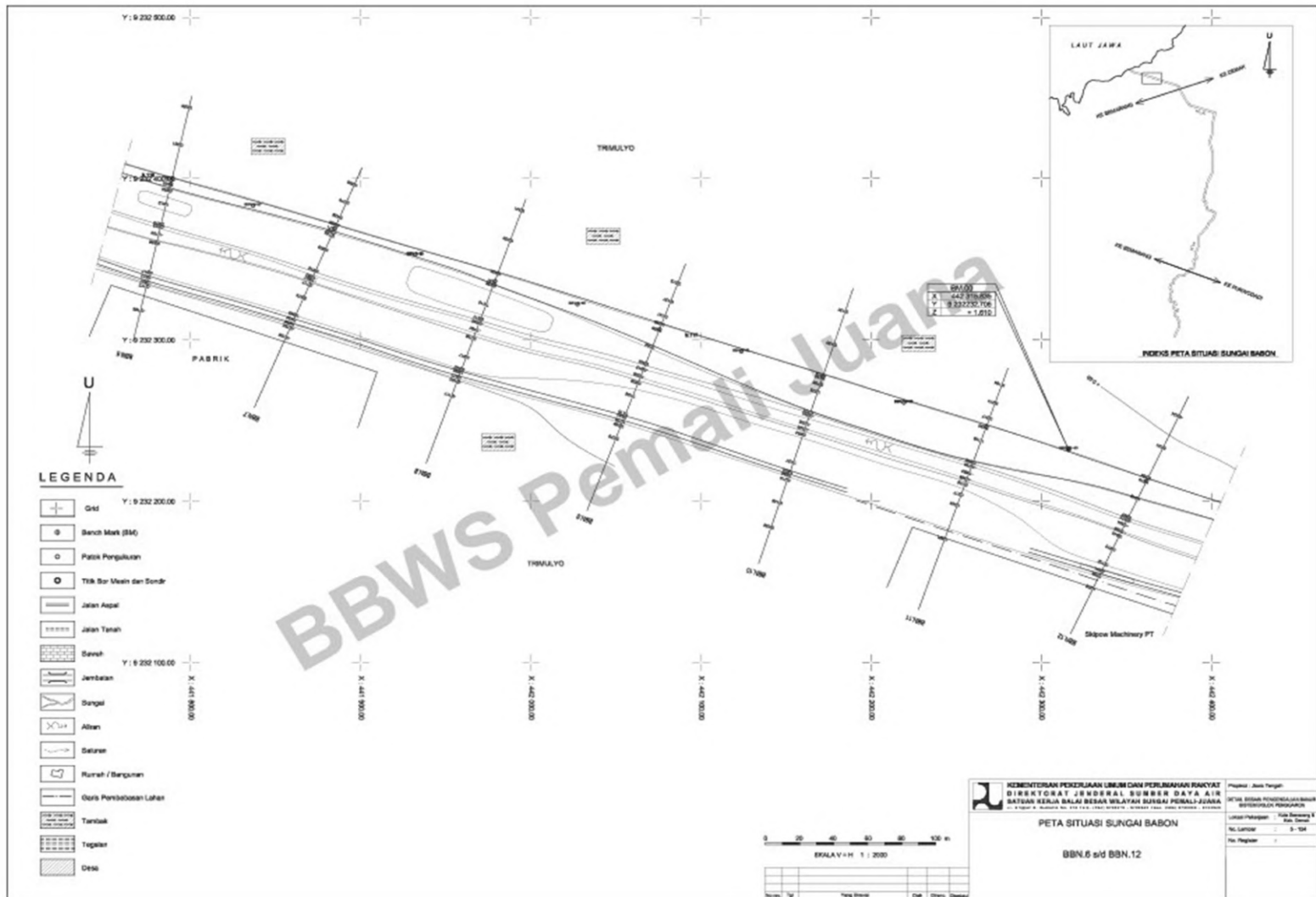


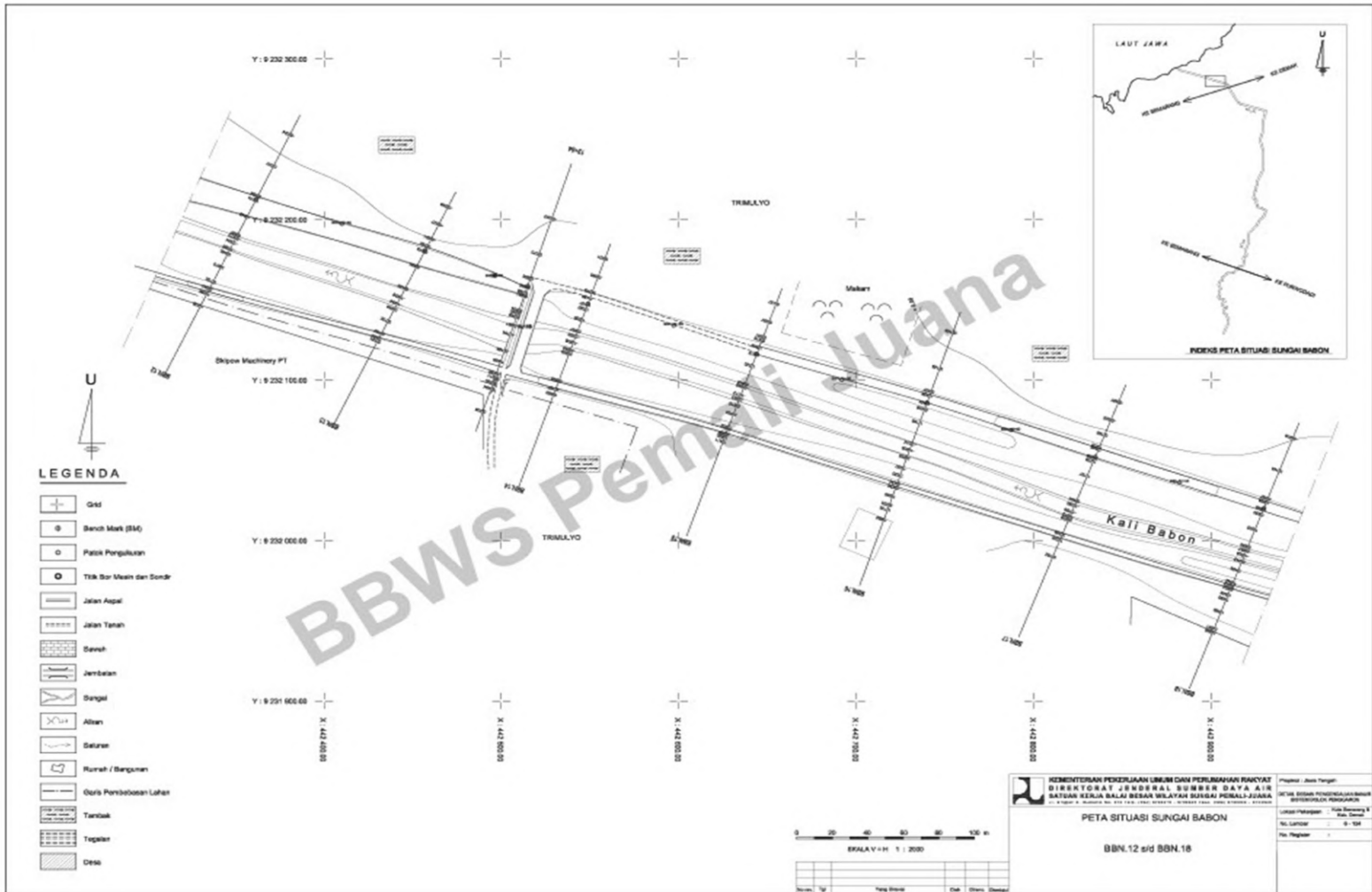


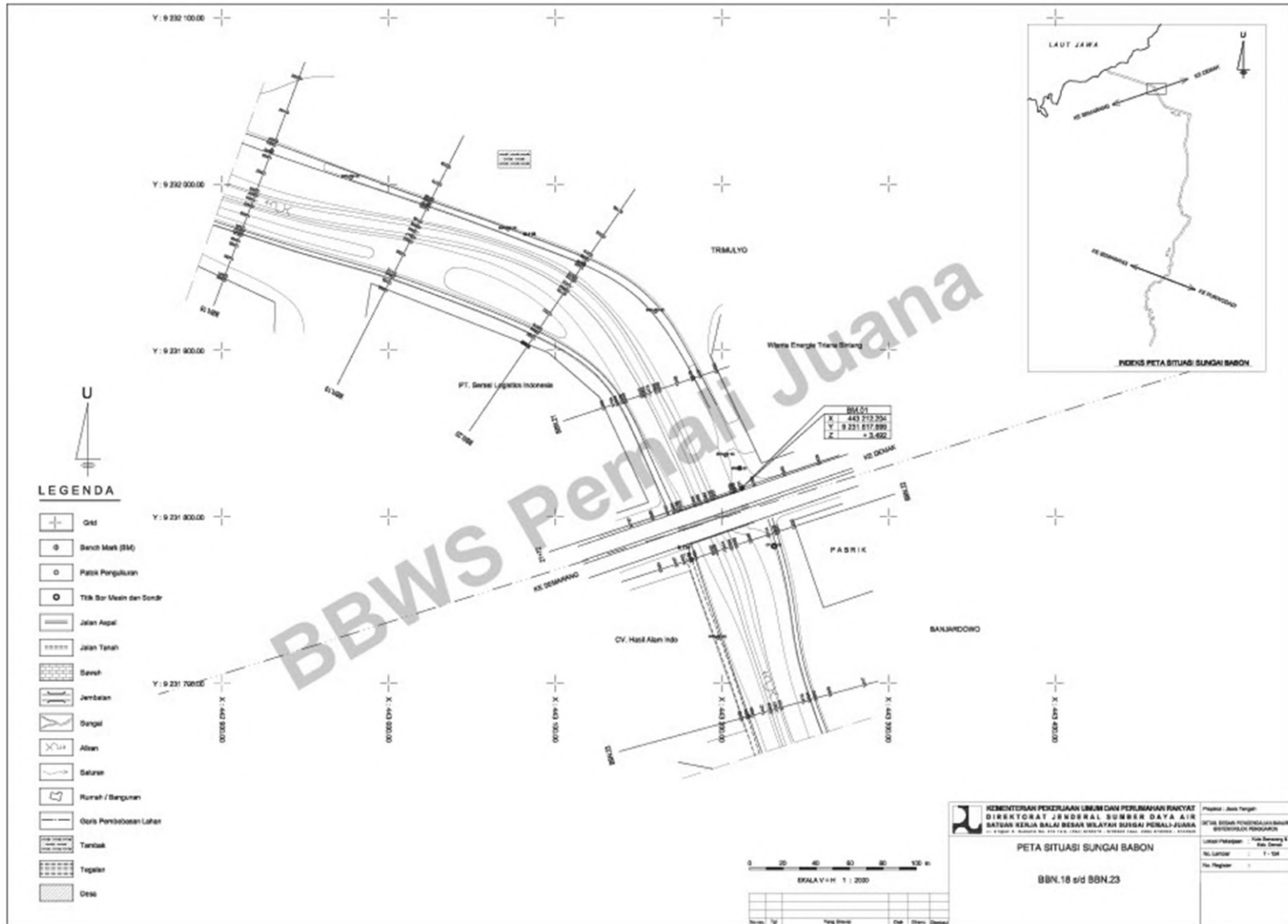


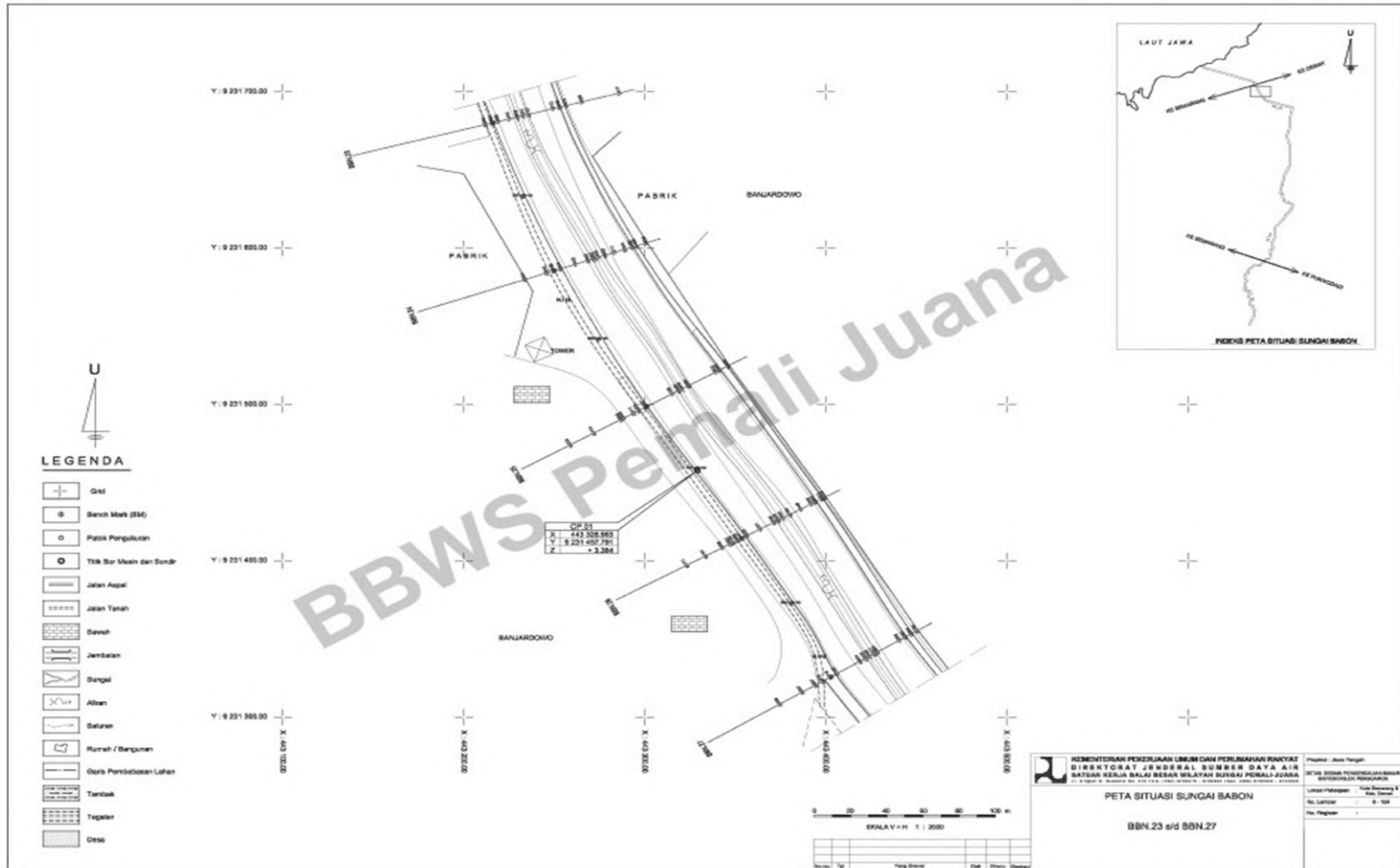


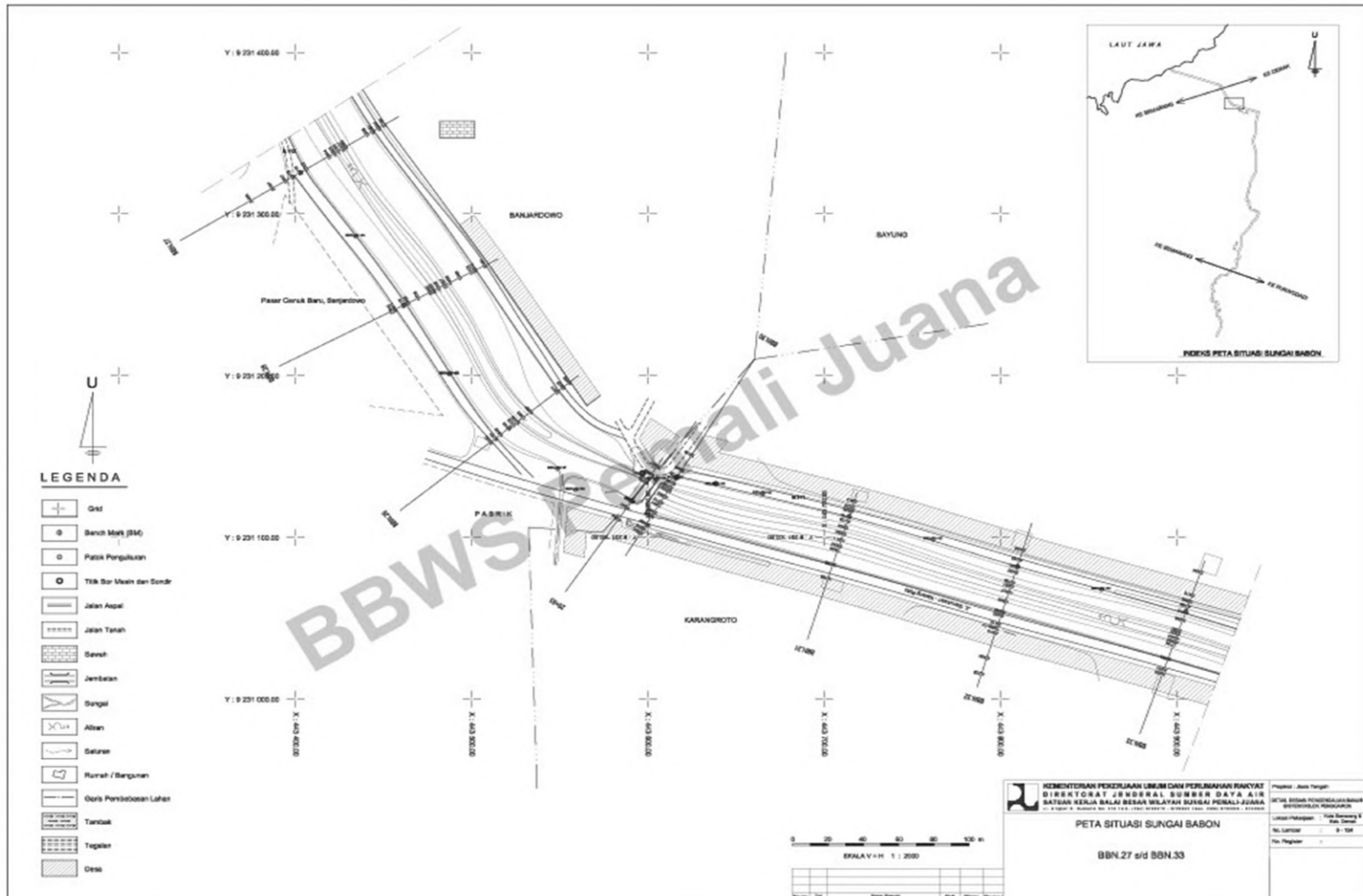




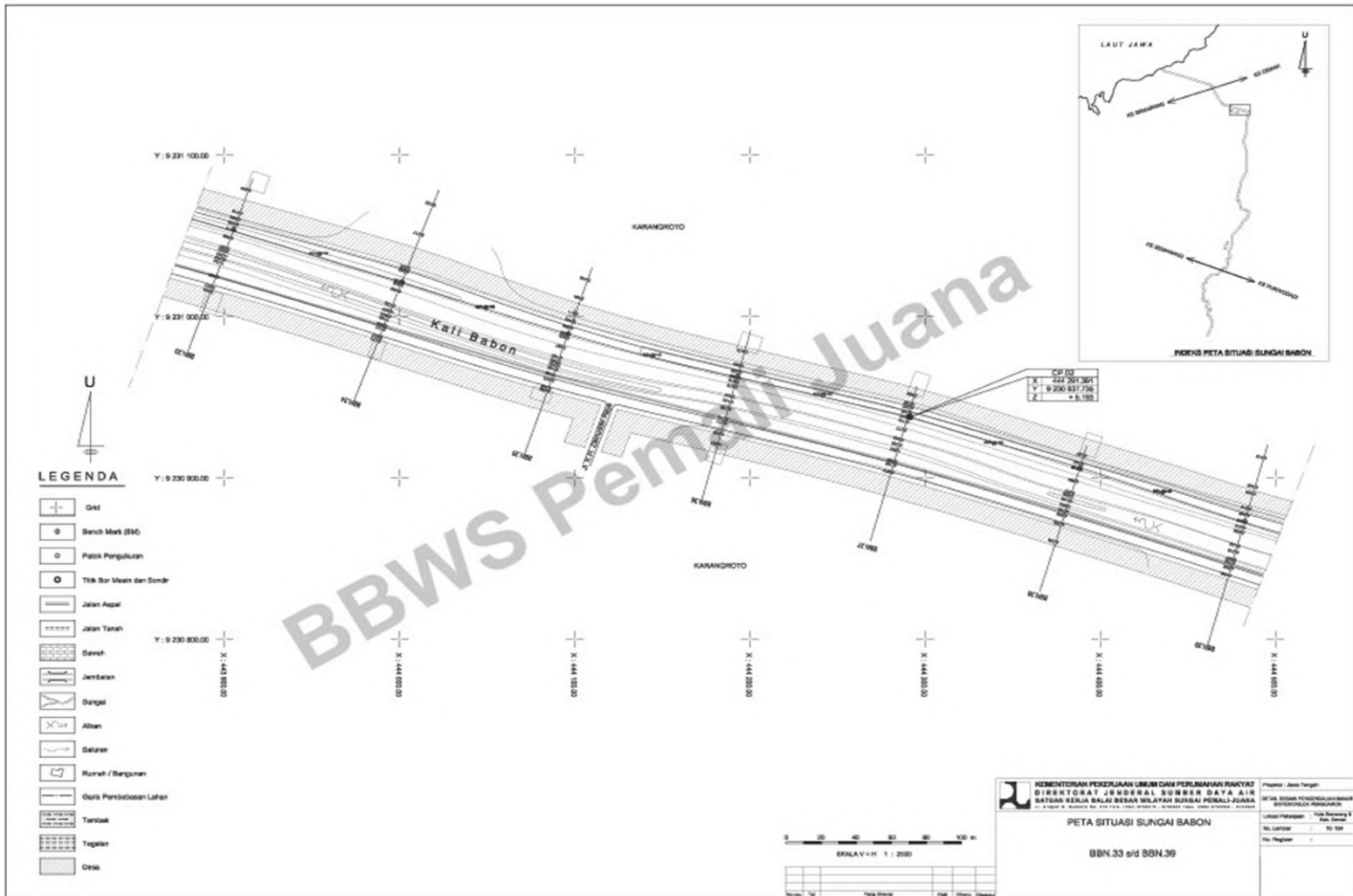


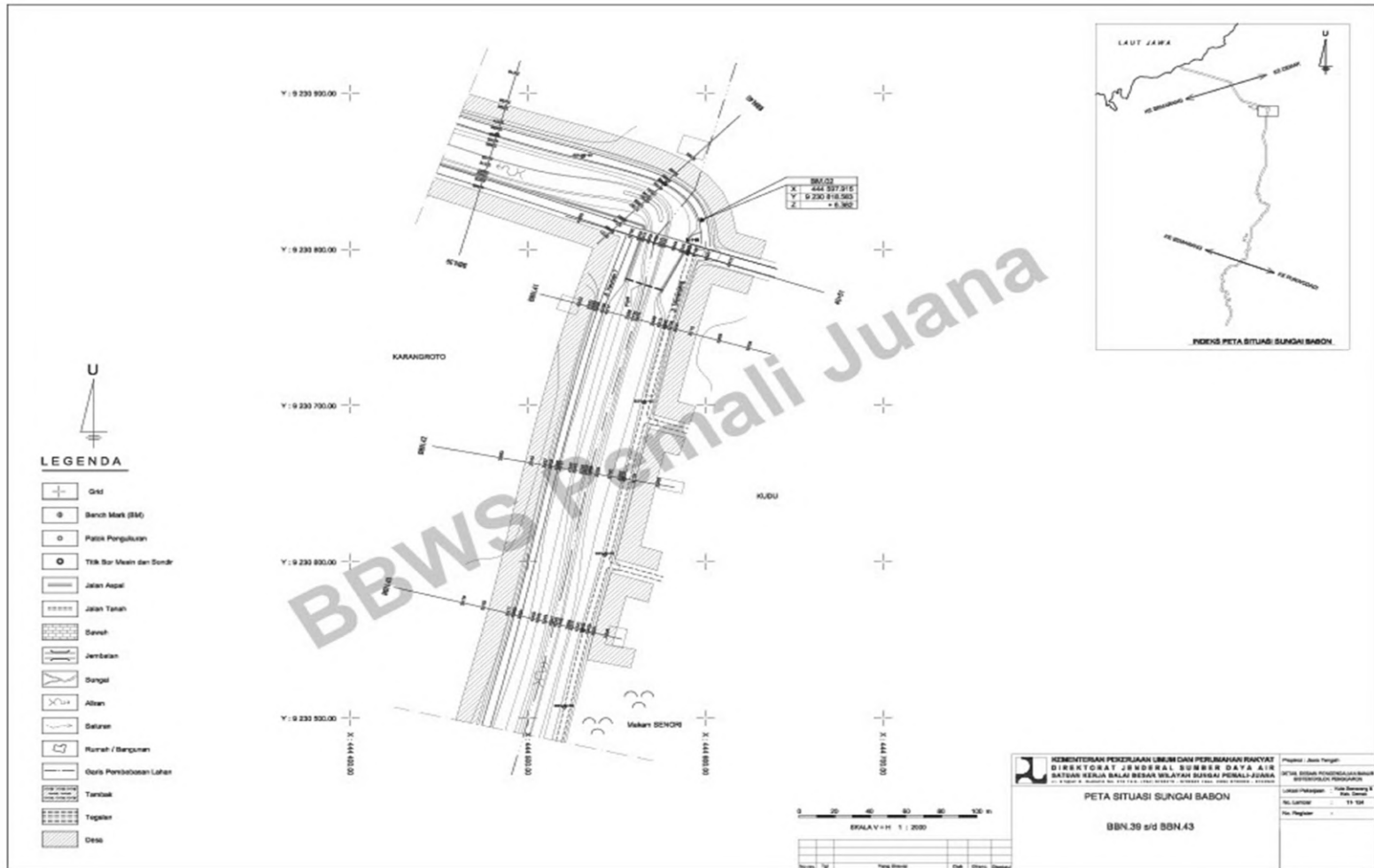


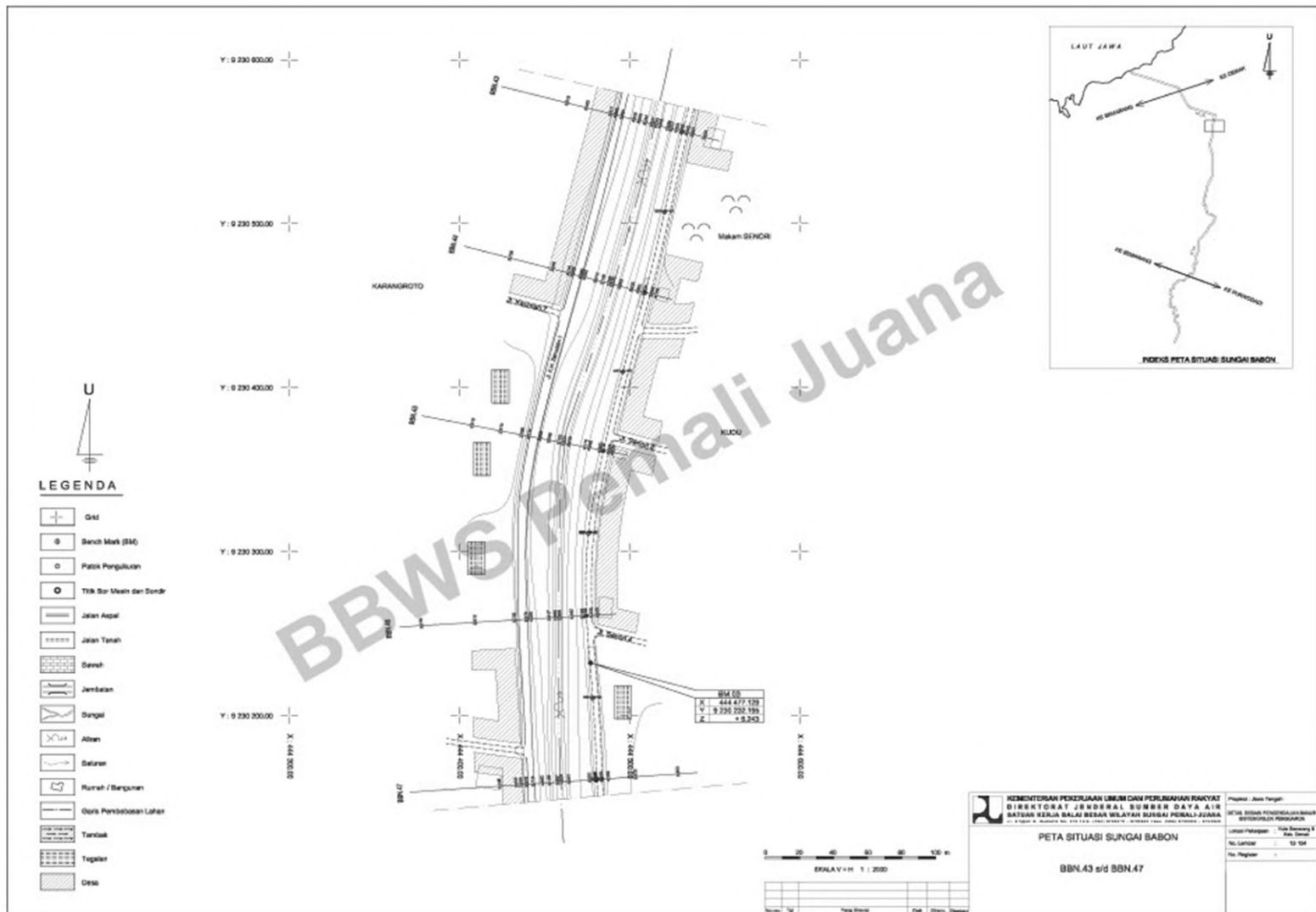


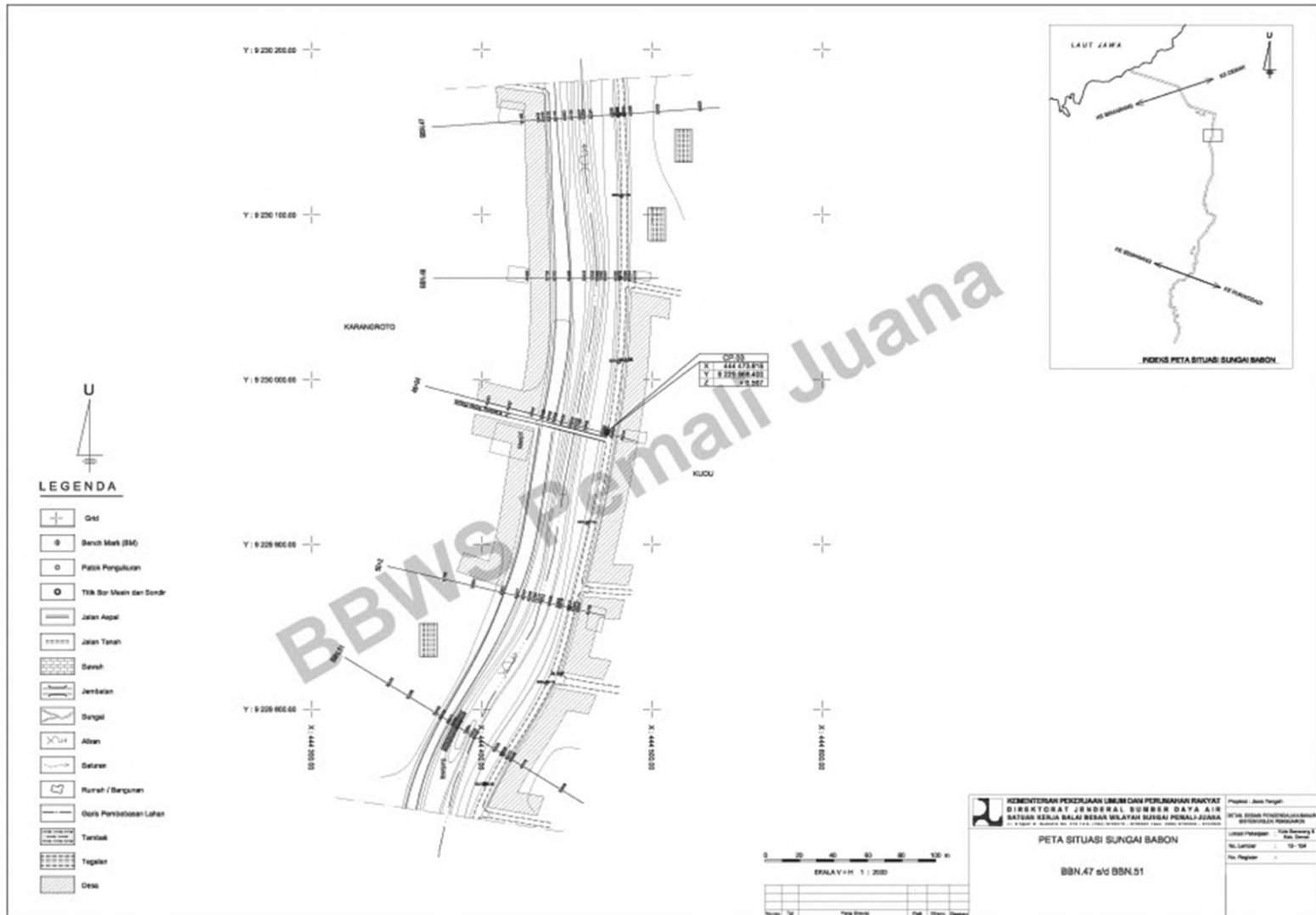




























**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing I: Dr. Ikhwanudin S.T., M.T

No	Tanggal	Kejelasan	Paraf
1	19/1/2022	+ Bab 3 di buat bagan air metode penulisanya + Tulis tinjauan pustaka yang berkaitan dengan judul skripsi + Batasan masalah di perjelas + Lanjutkan	
2	25/1/2022	- Perbaiki bagan air penelitian - bagan air tersebut di fsi jabarkan sesuai dengan langkah 2 penelitian yang akan di capai	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon  
Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing I: Dr. Ikhwanudin S.T., M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	23/3 2022	Cek perhitungan debit P50. dengan perhitungan HEC-RAS. Lampiran -	
	29/3 2022	Cek perhitungan Debit Banjir. manual & Sounding dengan hasil perhitungan HEC-RAS.	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing I: Dr. Ikhwanudin S.T., M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	9/3 2022	+ Perhitungan di komputer + Buat Perhitungan dan simulasi di program HEC-RAS + Tugasan penelitian di perbaikan + Ciri hidrograf + Lanjutkan	
	17/3 2022	hitung menggunakan program HEC-RAS mulai STA 0,00 STA. Tugasan dan STA. Puluhan dan hilir. Menangan dan melindang	

+ Ciri perhitungan cross section dengan metode Nalaga



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon  
Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing I: Dr. Ikhwanudin S.T., M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	Jumat, 8 April 2022	+ Abstrak : ringkas kata belahay. & cara umum, kata belahay & kata khusus, - + Catatan : di lengkapi dengan istilah $\approx$ kriptografi. + Berserta lembar Rumus Fand nya 12 pt - + Buat artikel - J. Lanjutkan	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon  
Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing I : Dr. Ikhwanudin S.T., M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	18/5/2022	Aec - bisa ditaf bidang / Seminar Skripsi	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon  
Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing II : Farida Yudaningrum S.T.,M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	9/2 2022	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penulisan sub. bab disesuaikan</li><li>- Rumusan &amp; Tujuan disirkulasikan</li><li>- istilah asing italic</li><li>- Format penulisan diperbaiki</li><li>- Flow chart disesuaikan</li></ul>	





**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing II: Farida Yudaningrum S.T.,M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
2	9/3 2022	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ada variasi / penjelasan stlh grafik dan tabel</li><li>- Cek format penulisan tabel.</li><li>- Cek <del>pen</del> format penulisan.</li><li>- Ditanyakan perhitungan</li></ul>	
3	24/3 2022	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cek format penulisan tabel.</li><li>- lengkapi Abstrak B. Ind &amp; B. Ing</li><li>- lengkapi, leata perantara, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar notasi.</li><li>- Siapkan Artikel.</li></ul>	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing II: Farida Yudaningrum S.T.,M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4	13/2022 /4	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cek format tabel &amp; gambar</li><li>- lengkapi lampiran.</li><li>- Siapkan artikel.</li><li>- lengkapi daftar tabel, daftar gambar &amp; daftar isi</li></ul>	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing II: Farida Yudaningrum S.T.,M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
5	23/4 2022	<ul style="list-style-type: none"><li>- spasi dicek semua</li><li>- float card diperbaiki</li><li>- Ukuran dan tabel gambar disamakan</li><li>- sumber tabel dilengkapi</li></ul>	
6	18/5 2022	<ul style="list-style-type: none"><li>- Artikel penulisan disesuaikan template.</li><li>- Siapkan PPT uti sidang</li></ul>	



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus: JL. Dr. Cipto-Sidodadi Timur No. 24, Semarang-Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : [fti@upgris.ac.id](mailto:fti@upgris.ac.id) Website : <http://fti.upgris.ac.id>

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**


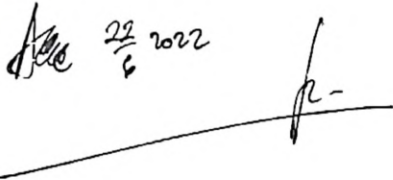
Nama : Agus Kris Budiman  
NPM : 17640057  
Prodi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Penanggulangan Banjir Pada Sungai Babon  
Semarang Menggunakan Aplikasi Hec-Ras  
Pembimbing II: Farida Yudaningrum S.T.,M.T

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
7	30/5 2022	ACC, disetujui untuk maju sidang.	

**LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Agus Kris Budiman  
 NPM : 17640057  
 Judul :

**Penanggulangan Banjir pada sungai Babon Semarang Wil Karangroto-Banjardowo  
 menggunakan Aplikasi HAC -RAS**

No	Uraian Revisi	Keterangan
1. 2.	data tulis Laporan .diperbaiki . perbaiki flow chat ( analisa / metode yg dipakai ). sesuai lan tujuan .	
		

Penguji 1,




Agung Kristiawan, ST., M.T.  
 NIDN. 0602126902

\*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa Agus Kris Budiman  
 NPM : 17640057  
 Judul :

Penanggulangan Banjir pada sungai Babon Semarang Wil Karangroto-Banjardowo  
 menggunakan Aplikasi IIAC-RAS

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	Format penulisan & penomoran tabel.	
2.	Poligon hima gambarkan	
3.	Foto Lokasi stud.	
4.	Abstrak.	
5.	flowchart.	
<p>ACC 22/2022                      16                        Farida.y</p>		

Penguji 3



Farida Yudaningrum S.T., M.T.  
 NIDN. 0617067803

\*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125  
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 3448217, E-mail : fti@upgris.ac.id. Website : http://fti.upgris.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING SKRIPSI**

Nomor : 64.287/U/FTI/III/2022

Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang dengan ini memberikan tugas kepada :

1. N a m a : Dr. IKHWANUJ DIN, S.T., M.T  
NIP/NPP : 146901439  
Pangkat, Gol. : Penata / III c  
Jabatan : Lektor  
Sebagai : Pembimbing I
2. N a m a : FARIDA YUDANINGRUM, S.T., M.T.  
NIP/NPP : 0617067803  
Pangkat, Gol. : Penata Muda Tk. I / III b  
Jabatan : Assisten Ahli  
Sebagai : Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi bagi mahasiswa :

NO.	N P M	NAMA MAHASISWA	PROGRAM STUDI
1.	17640057	AGUS KRIS BUDIMAN	Teknik Sipil
2.			
3.			

Judul Skripsi :

PENANGGULANGAN BANJIR PADA SUNGAI BABON SEMARANG WILAYAH  
KARANGROTO - BANJARDOWO MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS

Demikian surat tugas untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya, dengan penuh rasa tanggung jawab dan segera dilaporkan kepada Ketua Program Studi setelah mahasiswa ybs. selesai menyelesaikan Skripsi paling lambat 2 (dua) bulan setelah pelaksanaan ujian.

Semarang, 2 Maret 2022

D e k a n,

Dr. SLAMET SUPRIYADI, M.Env.St  
NIP 195912281986031003