TESIS

ANALISA POLA OPERASIONAL PADA BENDUNG GERAK KANAL BANJIR BARAT DI KOTA SEMARANG

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)

Oleh :

EKO PUDJO NUGROHO

NIM : 20201700061

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2021

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISA POLA OPERASIONAL PADA BENDUNG GERAK
KANAL BANJIR BARAT DI KOTA SEMARANG

Disusun oleh :

EKO PUDJO NUGROHO

NIM : 20201700061

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 14 Agustus 2021	Tanggal, 14 Agustus 2021
Pembimbing I,	Pembimbing II,
Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D	Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si
NIK. 210296020	NIK. 210288011

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISA POLA OPERASIONAL PADA BENDUNG GERAK KANAL BANJIR BARAT DI KOTA SEMARANG

Disusun oleh :

EKO PUDJO NUGROHO

NIM : 20201700061

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

(14 Agustus 2021)

Tim Penguji:

1. Ketua

(Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si)

2. Anggota

(Prof. Dr. Ir. H. S.Imam Wahyudi, DEA)

3. Anggota

(Dr. Hj. Hennin Poedjiastoeti,S.Si., M.Si)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 14 Agustus 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Prof. Ir. H. S.Imam Wahyudi, DEA

NIK. 210291014

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Bambang Mudiyono, MT., Ph.D

NIK. 210293018

MOTTO

"Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat (QS. Al-Mujadalah : 11)"

"Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga (HR. Muslim, no. 2699)"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas rahmat dan hidayah NYA, saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis ini ku persembahkan untuk :

- Alm. Bapak (H. Suyoto) dan Alm. Ibu (Romelah) yang telah memberikan dukungan yang luar biasa semenjak masa hidupnya, yang memberikan kasih sayang teramat besar dan tidak bisa kubalas apapun pengorbanannya..
- Istriku (Wiwiek), anak - anakku (Qonitha dan Abrar) yang telah memberikan dukungan selama ini.

ABSTRAK

Sungai Kanal Banjir Barat (KBB) berada di wlayah administratif Kota Semarang yang berfungsi untuk pengendalian banjir Kota Semarang. Pada tahun 2010 s/d 2014 telah dilaksanakan pekerjaan normalisasi Kali Garang dan Kanal Banjir Barat. Dengan konsep kenyamanan sungai yang dibagi menjadi tiga zona., maka pada tahun 2019 diadakan pekerjaan pembangunan Bendung Gerak Kanal Banjir Barat. Untuk mengoptimalkan pengoperasian bendung gerak tersebut, maka diperlukan simulasi tentang pola operasional bendung pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat tersebut. Simulasi ini nantinya akan bermanfaat dalam pengoperasian bendung gerak dan saat yang tepat untuk buka-tutup bendung ketika musim hujan dan *flashing* sedimen..

Pada penelitian ini menggunakan analisis hidrolika dengan bantuan program HEC-RAS 4.1.0. Dalam analisa hidrolika ini, dilakukan 3 (tiga) skenario untuk penelusuran banjir pada alur sungai menggunakan permodelan matematik dalam perangkat lunak HEC-RAS 4.1.0

Dari analisis tersebut, didapatkan hasil bahwa pada skenario 1 (satu), simulasi bukaan pintu/ span menggunakan Qmax 220.71 m3/detik cukup dengan 1 (satu) bukaan pintu/span. Skenario II (Siaga II/Siaga), simulasi bukaan pintu/span menggunakan Qmax 339.81 m3/detik dibutuhkan dengan 1 (satu) bukaan pintu/span. Dan pada skenario III (Siaga III/Awas di utuhkan 4 (empat) bukaan pintu/span.

Kata Kunci : Pola Operasi, Bendung Gerak, KBB Kota Semarang.

ABSTRAC

The West Flood Canal River (KBB) is located in the administrative area of Semarang City which functions to control Semarang City floods. From 2010 to 2014 the normalization of Garang River and West Flood Canal was carried out. With the concept of river comfort which is divided into three zones, in 2019 work was carried out on the construction of the West Flood Canal Motion Weir. To optimize the operation of the mobile weir, it is necessary to simulate the operational pattern of the weir on the West Flood Canal Motion Weir. This simulation will later be useful in the operation of the dam and the right time to open and close the weir during the rainy season and flashing sediment.

In this study using hydraulics analysis with the help of the HEC-RAS 4.1.0 program. In this hydraulics analysis, 3 (three) scenarios were carried out for tracking flooding in the river channel using mathematical modeling in the HEC-RAS 4.1.0 software.

From this analysis, it is found that in scenario 1 (one), the simulation of door opening/span using Qmax 220.71 m3/second is enough with 1 (one) door opening/span. Scenario II (Siaga II/Siaga), simulation of door opening/span using Qmax 339.81 m3/second is required with 1 (one) door opening/span. And in scenario III (Siaga III/Beware, 4 (four) door/span openings are intact.

Keywords : Operational Pattern, Motion Weir, West Flood Canal, Semarang City KBB.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : EKO PUDJO NUGROHO

NIM : 20201700061

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISA POLA OPERASIONAL BENDUNG GERAK KANAL BANJIR BARAT DI KOTA SEMARANG

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 19 Agustus 2021

EKO PUDJO NUGROHO

KATA PENGANTAR

Puji dan syujur kami panjatkan atas keahdirat Tuhan YME atas segala Rahmat, Petunjuk dan bimbingan-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tesis ini dengan judul **"Analisa Pola Operasional Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Di Kota Semarang "**. Penulisan tesis ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam proses penulisan tesis ini tentunya tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak maka dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D, selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si, selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti.
4. Bapak / ibu dosen yang telah mengajar pada Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terima kasih atas ilmu yang sangat luas dan bermanfaat.
5. Para staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Rekan Kuliah di Program Studi Magister Teknik Sipil Unissula Angkatan 38.
7. Keluarga yang telah mendukung untuk melanjutkan Studi Pasca Sarjana, Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebut satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang akan digunakan untuk perbaikan dalam penulisan tesis selanjutnya.

Semarang, 19Agustus 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

MOTTO

PERSEMBAHAN

ABSTRAK……..... i

ABSTRAC……..... ii

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN…… iii

KATA PENGANTAR ……..... iv

DAFTAR ISI..... vi

DAFTAR TABEL..... ix

DAFTAR GAMBAR..... xi

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Perumusan Masalah..... 2

1.3. Batasan Penelitian 3

1.4. Maksud Penelitian..... 3

1.5. Tujuan Penelitian..... 3

1.6. Ruang Lingkup Kegiatan..... 4

1.7. Sistematika penulisan..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

2.1. Pengertian Sungai..... 5

2.2. Pengertian Bendung..... 5

2.3. Bendung Karet Berpelindung Baja..... 9

2.4. Bencana Banjir..... 11

2.5. Pengendalian Banjir……..... 13

2.6. Analisis Hidrologi..... 15

2.7. Analisis Hidraulika..... 16

2.8. Penelusuran Banjir..... 20

2.8.1 Persamaan Hidrolis..... 21

2.7.2 Persamaan Hidraulik..... 22

2.9. Permodelan Penelusuran Banjir..... 23

2.9.1 Permodelan Softwer HEC-RAS.....23

2.9.2 Langkah Kerja Dengan Permodelan Softwer HEC-RAS.....24

2.9.4 Peniruan Geometri Bendungan Gerak Dengan Permodelan Softwer HEC-RAS.....32

2.9.5 Output dari Analisa Dengan Permodelan Softwer HEC-RAS.....35

2.10 Kajian Penelitian Terdahulu..... 38

BAB III METODE PENELITIAN..... 43

3.1. Gambaran Umum Lokasi Studi..... 43

3.2. Skema System dan Deskripsi..... 44

3.2.1. Pola Pengoperasian..... 45

3.2.2. Skema Sistem Bendung..... 46

3.3. Definisi Parameter Operasional..... 47

3.4 Metode Pengumpulan Data..... 49

3.4.1. Data Primer..... 49

3.4.2. Data Sekunder..... 49

3.5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian..... 50

3.6. Teknik Analisa Data..... 53

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN..... 54

4.1. Analisa Hidrologi……..... 54

4.2. Analisa Data Hidrolika……..... 55

4.2.1 Data Penampang Sungai……..... 56

4.2.2 Pengecekan Kapasitas Penampang Sungai Menggunakan

HEC-RAS ……..... 59

4.2.3 Analisis Skenario I (Siaga I / Siap).....…… 66

4.2.4 Analisis Skenario II (Siaga II / Siaga).....…… 74

4.2.5 Analisis Skenario III (Siaga III / Awas).....…… 86

4.3. Pola Operasi Pintu/Span Bendung Kerak Kanal Banjir Barat..... 106

4.3.1 Data Teknis Bendung Gerak……..... 106

4.3.2 Penentuan Bukaan Pintu Bendung Gerak Berdasarkan Debit Banjir..... 108

BAB V PENUTUP..... 110

5.1. Kesimpulan..... 110

5.2. Saran..... 111

DAFTAR PUSTAKA..... 113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu.....24

Tabel 3.1 Debit Lintasan Bendung Simongan.....36

Tabel 4.1 Data Debit Limpasan Bendung Simongan.....54

Tabel 4.2 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS..... 62

Tabel . 4.3 Hasil Simulasi Softwer HEC-RAS Kondisi Sungai Tanpa Bendung Gerak.....64

Tabel 4.3 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....69

Tabel 4.4 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....69

Tabel 4.5 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....73

Tabel 4.6 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....74

Tabel 4.7 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....77

Tabel 4.8 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....78

Tabel 4.9 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....81

Tabel 4.10 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....81

Tabel 4.11 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....85

Tabel 4.12 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....85

Tabel 4.13 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....89

Tabel 4.14 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....89

Tabel 4.15 Output Tabel Cross Section Pada HEC-RAS.....93

Tabel 4.16 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.....93

Tabel 4.17 Output Tabel Cross Section Pada HEC-RAS.....97

Tabel 4.18 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS....97

Tabel 4.19 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....101

Tabel 4.20 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS.. 101

Tabel 4.21 Output Tabel Cross Section Simulasi Pada HEC-RAS.....105

Tabel 4.22 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada HEC-RAS...105

Tabel 4.23 Bukan Pintu/Span Bendung Gerak Berdasarkan Debit Limpasan Bendung Simongan dengan Simulasi Dengan Software HEC-RAS.....109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Pembagian Zona Kenyamanan Sungai..... 1

Gambar 1.2. Lokasi Bendung Gerak Kanal Banjir Barat..... 2

Gambar 2.1. Bendung Karet Banjir Kanal Barat Kota Semarang..... 6

Gambar 2.2. Contoh Denah Bendung Karet ……..... 8

Gambar 2.3. Contoh Potongan Melintang Bendung Karet……..... 8

Gambar 2.4. Skema Instalasi Operasi Dengan Otomatisasi Tipe Ember..... 9

Gambar 2.5. Contoh konstruksi bendung karet berpelindung baja di kali Anyar / Kali Pepe Surakarta..... 10

Gambar 2.6. Bendung Karet Kalijajar, Jatirogo, Kec. Bonang, Kab Demak..... 10

Gambar 2.7. Bendung Karet Tirtonadi, Gilingan, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta, Jawa Tengah……..... 11

Gambar 2.8. Pengendalian Banjir Metode Struktur dan Non-Struktur……..... 14

Gambar 2.9. Diagram Persamaan Energi..... 19

Gambar 2.10. Konsep Penelusuran Banjir *Muskingum-Chunge*..... 21

Gambar 2.11. Pilihan Menu New Pada HEC-RAS..... 25

Gambar 2.12. Tampilan Create Folder Pada HEC-RAS..... 25

Gambar 2.13. Penulisan Judul Project Pada HEC-RAS..... 25

Gambar 2.14. Tampilan *Geometri* Pada HEC-RAS..... 26

Gambar 2.15. Penampang Sungai Pada HEC-RAS..... 27

Gambar 2.16. Tampilan Anak Panah Arahan Aliran Pada HEC-RAS.....27

Gambar 2.17. Tampilan Input Data *Croos Sectio*n Pada HEC-RAS.....28

Gambar 2.18. Data yang diinput Pada Croos Section Pada HEC-RAS.....29

Gambar 2.19. Tampilan Setelah *Save* Geometri Pada HEC-RAS.....29

Gambar 2.20. Tampilan Optian*Steady Flow* Data Pada HEC-RAS.....29

Gambar 2.21. Tampilan Memasukan Debit Pada HEC-RAS.....30

Gambar 2.22. Tampilan Memasukan Kemiringan Saluran Pada HEC-RAS.....30

Gambar 2.23. Tampilan Setelah Save Flow Data Pada HEC-RAS.....31

Gambar 2.25. Tampilan Option Steady Flow Analisis Pada HEC-RAS.....31

Gambar 2.26. Tampilan Saat Ranning Pada HEC-RAS..... ...32

Gambar 2.27. Tampilan Setelah Ranning Pada HEC-RAS..... ...32

Gambar 2.28. Tampilan Layar Editor Bendung Pada HEC-RAS..... ...33

Gambar 2.29. Tampilan Layar Editor Pintu Bendung Gate #1 dan Gate #2 (Bendung Gerak) Pada HEC-RAS..... 34

Gambar 2.30. Tampilan Layar Editor Pintu Bendung Gate #3 dan Gate #4 (Bendung Gerak) Pada HEC-RAS..... 35

Gambar 2.31. Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Saluran Hasil Analisis Hidraulika Dengan HEC-RAS.....35

Gambar 2.32. Tampilan Grafis Air Pada Penampang Melintang seluruh Sungai Hasil Analisis Hidraulika Dengan HEC-RAS.....36

Gambar 2.33. Tampilan Output Tabel Cross Section Pada HEC-RAS.....37

Gambar 2.34. Tampilan Tabel Hasil Analisa Hidraulika Keseluruhan Station Cross Section Pada HEC-RAS.....38

Gambar 3.1. Layout Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang.....43

Gambar 3.2. Peta Kanal Banjir Barat.....44

Gambar 3.3. Gambar Skema Sistem Bendungan.....46

Gambar 3.4. Grafik Kecepatan Rata-Rata dengan Metode 3 Titik.....48

Gambar 3.5. Bagan Alir (Flowchart) Penelitian.....52

Gambar 4.1. Contoh Situasi Lokasi Bendung Gerak.....57

Gambar 4.2. Contoh Cross Section Sungai Kanal Banjir Barat (Lokasi Bendung Gerak KBB).....58

Gambar 4.3. Contoh Cross Section Sungai Kanal Banjir Barat Hasil Permodelan Softwer HEC-RAS.....59

Gambar 4.4. Tampilan Geometri Sungai Kanal Banjir Barat Hasil Permodelan Softwer HEC-RAS.....60

Gambar 4.5. Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai,Hasil Analisis Hidraulika Dengan Softwer HEC-RAS (lokasi hulu stasiun 23) 60

Gambar 4.6. Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai,Hasil Analisis Hidraulika Dengan Softwer HEC-RAS. (lokasi hilir stasiun 0).....60

Gambar 4.6. Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai,Hasil Analisis Hidraulika Dengan Softwer HEC-RAS. (lokasi hilir stasiun 0).....60

Gambar 4.7. Tampilan Persfektif Hulu Sampai Dengan Hilir Penampang Sungai Hasil Analisis Hidrolika Dengan Softwer HEC-RAS pada Qmax 220.71m^3/detik, 33.81m^3/detik dan Qmax 786.68m^3/detik..... 61

Gambar 4.8. Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sungai Kanal Banjir Barat, Dengan Qmax 220.71 m3/detik, Qmax 339.81 m3/detik, Qmax 786.68 m3/detik.....62

Gambar 4.9. Tampilan Layar Editor Inline Strukture Yang Menunjukkan Sebuah Bendung Gerak (Bendung Karet).....64

Gambar 4.10. Tampilan Layar Editor Inline Strukture Yang Menunjukkan Sebuah Bendung Gerak (Bendung Karet), Mempunyai 4 Pintu/Span).....65

Gambar 4.11 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....66

Gambar 4.12 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....67

Gambar 4.13 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....67

Gambar 4.14 Tampilan Muka Air di Hilir Cross Section River Sta 0 Dengan Qmax 220.71 m3/detik.....68

Gambar 4.15 Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Qmax 220.71 m3/detik.....68

Gambar 4.16 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....70

Gambar 4.17 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....71

Gambar 4.18 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik (Bukaan 1 Pintu/Span, Pada Span 2, H = 2.0 meter) 71

Gambar 4.20 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....72

Gambar 4.21 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m3/detik.....72

Gambar 4.22 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....75

Gambar 4.23 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....75

Gambar 4.24 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....76

Gambar 4.25 Tampilan Muka Air di Hilir Cross Section River Sta 0 Dengan Qmax 339.81 m3/detik.....76

Gambar 4.26 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....77

Gambar 4.27 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....78

Gambar 4.28 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....79

Gambar 4.29 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik (Bukaan 1 Pintu/Span, Pada Span 2, H = 2.0 meter).....79

Gambar 4.30 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir Cross Section River Sta 0 Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik, ...80

Gambar 4.31 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu, Dengan menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....80

Gambar 4.32 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung di Kempiskan Dua Pintu/Span, Dengan Qmax 339.81 m3/detik (Bukaan 2 Pintu/Span, Pada Span 2 dan 3, H = 2.0 meter) 82

Gambar 4.33 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....83

Gambar 4.34 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung di Kempiskan 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 339.81 m3/detik (Bukaan 2 Pintu/Span, Pada Span 2 dan 3, Ht = 2.0 meter) 83

Gambar 4.35 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....84

Gambar 4.36 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m3/detik.....84

Gambar 4.37 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....86

Gambar 4.38 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....87

Gambar 4.39 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....87

Gambar 4.40 Tampilan Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....88

Gambar 4.41 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....88

Gambar 4.42 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka Satu Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....90

Gambar 4.43 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....91

Gambar 4.44 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....91

Gambar 4.45 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....92

Gambar 4.46 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68.....92

Gambar 4.47 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet)Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +1.90 dplm3/detik.....94

Gambar 4.48 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....95

Gambar 4.49 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....95

Gambar 4.50 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl.....96

Gambar 4.51 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....96

Gambar 4.52 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +1.35 dpl.....98

Gambar 4.53 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....99

Gambar 4.54 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 99

Gambar 4.55 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl 786.68 m3/detik.....100

Gambar 4.56 Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....100

Gambar 4.57 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +0.86 dpl.....102

Gambar 4.58 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik.....103

Gambar 4.59 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung.....103

Gambar 4.60 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl +0.86 dpl, Elvasi Muka Air Hulu.....104

Gambar 4.61Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m3/detik, Elevasi Muka Air di Hulu River Stasiun 32 = +2.09 dpl.....104

Gambar 4.62 Skema Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB).....107

Gambar 4.63 Cross Section Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB).....107

Gambar 4.64 Cross Section Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB).....108

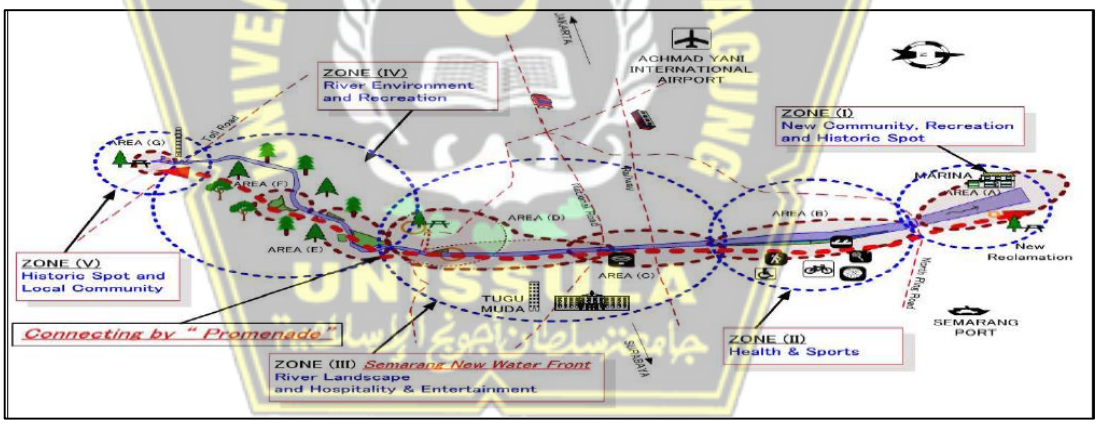
BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Kanal Banjir Barat merupakan saluran *(floodway)* buatan yang dibuat oleh Pemerintah Hindia Belanda akibat banjir yang cukup besar pada tahun 1871. Saluran ini merupakan pelurusan dari sungai Garang yang awal mulanya terbagi menjadi 2 (dua) cabang yaitu Kali Semarang dan Kali Bulu. Fungsi dari Kanal Banjir Barat ini adalah untuk mempercepat pelepasan debit banjir dari hulu menuju ke laut. Antara sungai Banjir Kanal Barat dan sungai Garang dipisahkan oleh Bendung Simongan.

Sungai Kanal Banjir Barat (KBB) berada di wlayah administratif kota Semarang, KBB berfungsi untuk pengendalian banjir Kota Semarang. Pada Tahun 2010 s/d Tahun 2014 telah dilaksanakan pekerjaan Normalisasi Kali Garang dan Kanal Banjir Barat.

Dengan konsep kenyamanan sungai yang dibagi menjadi beberapa zona seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1-1 Pembagian Zona Kenyamanan Sungai

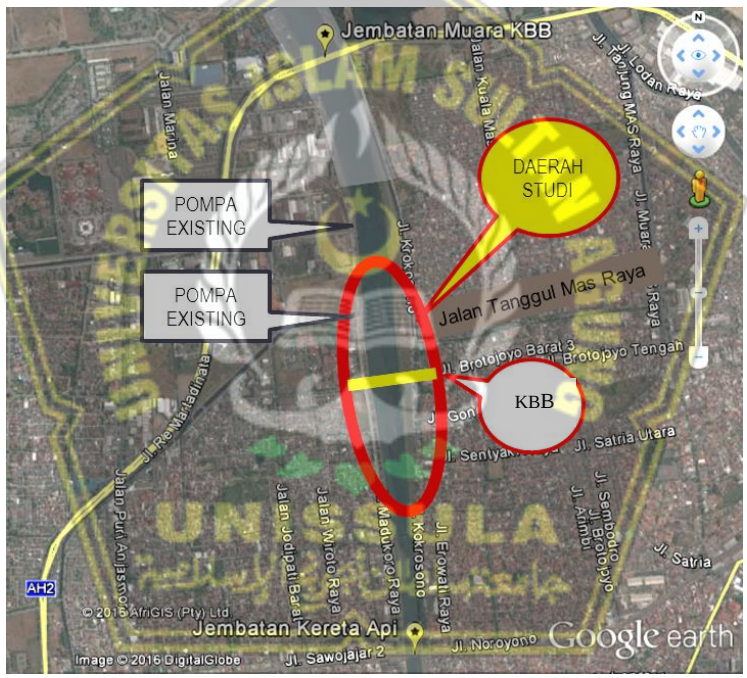
Sumber dari BBWS Pemali Juana

Menindak lanjuti Program pengelolaan yang ada di Kanal Banjir Barat, maka pada tahun 2019 diadakan pekerjaan pembangunan Bendung Gerak Kanal Banjir Barat, yang fungsinya antara lain bisa dimanfaatkan untuk menampung air untuk kebutuhan air baku pada saat musim kemarau, dan pada saat musim penghujan bendung dapat dibuka untuk mengalirkan banjir, selain itu juga berfungsi untuk mencegah intrusi air laut yang masuk kedaratan dan menjaga debit air, serta penggelontoran (*flushing*) sedimen sungai untuk

pengendalian banjir di wilayah barat Kota Semarang dan manfaat lain juga bisa digunakan sebagai sarana olah raga air

Pada saat musim hujan, bendung ini akan berfungsi menahan aliran air sungai yang masuk Kanal Banjir Barat dan pada saat tinggi 2,5 meter, kemudian akan dialirkan ke laut. Sementara saat musim kemarau, bendung sepanjang 155,5 meter tersebut berfungsi sebagai penampungan air atau *long storage* berkapasitas 700.000 m^3.

Untuk mengoptimalkan pengoperasian Bendung Gerak tersebut, maka diperlukan analisa tentang "Pola Operasional pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat di Kota Semarang" yang nantinya bermanfaat dalam pengoperasian bendung gerak kapan di Buka dan di Tutup ketika musim hujan dan *flasing* untuk sedimen.



Gambar 1.2 Lokasi Bendung Gerak Kanal Banjir Barat

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, pembangunan bendung gerak Kanal Banjir Barat akan mengakibatkan terhambatnya aliran sungai karena Pembendungan sungai Kanal Banjir Barat diperkirakan dapat terjadi kenaikan elevasi muka bendung gerak air sungai di bagian hulu. Kenaikan elevasi muka air sungai dapat mengakibatkan

dikhawatirkan air dapat melimpas ke sisi kanan kiri sungai yang mengakibatkan adanya genangan di Jalan Madukoro dan Jalan Kokrosono, maka masalah yang akan diteliti adalah :

1. Analisa Pola Operasional Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang.
2. Pengoperasian Bendung Gerak Kanal Banjir Barat.

1.3 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Data hidrologi yang digunakan adalah data debit limpasan Bendung Simongan yang melewati pelimpah.
2. Kala ulang rencana menggunakan Q50 tahun.
3. Penampang melintang sungai yang digunakan sebagai *input* pemodelan *HEC-RAS* adalah penampang melintang desain rencana.
4. Untuk menghitung analisis hidraulika dengan pemodelan *HEC-RAS*.
5. Kajian sedimentasi tidak disampaikan

1.4 Maksud Penelitian

Maksud dari kegiatan penelitian ini adalah untuk pengaturan pengoperasian buka tutup pintu/span pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang. Pengaruh ditinjauan alur sungai.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui Pola Operasional Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang.
2. Simulasi pengoperasian dengan beberapa skenario, antara lain :
   a) Kondisi Kanal Banjir Barat dari Bendung Simongan dengan elevasi siaga banjir I perlu di buka berapa pintu/span.
   b) Kondisi Kanal Banjir Barat dari Bendung Simongan dengan elevasi siaga banjir II perlu di buka berapa pintu/span.

c) Kondisi Kanal Banjir Barat dari Bendung Simongan dengan elevasi siaga banjir III perlu di buka berapa pintu/span.

1.6 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup penelitian ini memfokuskan pada :

1. Lokasi Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang.
2. Analisis pengoperasian bendung gerak dengan simulasi pemodelan dengan pemodelan program *HEC-RAS*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tesis ini adalah sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan,

Berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup, dan sistematika penulisan

Bab 2 Tinjauan Pustaka,

Berisi tentang teori-teori yang digunakan untuk melakukan analisis hidrologi, debit banjir, dan analisis dengan *HEC RAS*.

Bab 3 Metodologi Penelitian,

Berisi tentang diskripsi wilayah studi dan metode yang digunakan dalam penelitian.

Bab 4 Analisis Data, Hasil dan Pembahasan

Berisi analisis pembahasan, hasil analisis dengan *HEC RAS*, dan pembahasan dari hasil *HEC RAS*.

Bab 5 Penutup

Berisi Kesimpulan dan Saran.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sungai

Sungai didefinisikan sebagai aliran terbuka dengan ukuran geometrik (tampak lintang, profil memenjang dan kemiringan lembah) berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing, serta jumlah dan jenis sedimen yang terangkut oleh air. Sungai akan selalu menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi. Adapun proses yang dilakukan oleh sungai dalam upaya menyesuaikan diri adalah pengikisan *(erotion)*, pengangkutan *(transportation)*, dan pengendepan. pada suatu kondisi tertentu sungai akan berada pada suatu keadaan dimana sungai tidak melakukan proses erosi ataupun deposisi. Sungai pada kondisi demikian disebut pada kondisi keseimbangan *(graded stream).* Mulai dari mata airnya dibagian yang paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah daratan, Aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya, sehingga lambat laun tubuh sungai tumbuh menjadi semakin besar. Apabila sungai semacam ini mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang paling penting adalah sungai yang daerah pengalirannya panjang dan volume airnya paling besar, sungai ini disebut sungai utama *(main river)*, sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai *(tributary).* Biasanya alirannya berakhir di sebuah danau atau laut. Sungai membentuk beberapa buah cabang sungai *(enffluent).* (Putra, 2014)

2.2 Pengertian Bendung

Bendung adalah bangunan melintang alur sungai yang berfungsi untuk meninggikan muka air sungai. Bendung karet adalah bendung gerak yang terbuat dari tabung karet yang mengembang sebagai sarana operasi pembendungan air. Berdasarkan media pengisi tabung karet ada 2 jenis bendung karet yaitu bendung karet isi udara dan isi air.

Bendung yang terdapat di Kanal Banjir Barat Kota Semarang termasuk tipe bendung gerak dan bendung karet isi udara, dimana menurut (WILAYAH, 2004) bendung gerak adalah bendung yang bisa melayani operasi untuk meniadakan pembendungan air dan bendung karet isi udara adalah bendung karet yang menggunakan udara sebagai media pengisi tabung karet.

Gambar 2.1. Bendung Karet Banjir Kanal Barat Kota Semarang

Bangunan bendung karet terdiri dari komponen sebagai berikut :

1). Tubuh bendung, yang berupa tabung karet yang dikembangkan, sebagai bangunan utama yang berfungsi untuk membendung air.

2). Bangunan dasar, yang berupa fondasi untuk perletakan tubuh bendung yang dirangkaikan dengan lantai hilir sebagai dasar kolam peredam energi dan lantai hulu yang direncanakan untuk pengamanan terhadap erosi dasar fondasi.

3). Pilar dan tembok tepi, yang berfungsi sebagai batas tepi panel bendung dan penahan tanah tebing sungai.

4). Saluran dan pintu pembilas, yang berfungsi untuk pembilas sedimen di sekitar mulut bangunan pengambilan dan untuk fasilitas dewatering pada pekerjaan perbaikan tubuh bendung.

5). Instalasi pemompaan udara, yang terdiri dari generator atau jaringan suplai listrik, pompa blower, pipa penghubung, dan instalasi pipa dalam tubuh bendung serta peralatan kontrol tekanan tubuh bendung

6). Sistem otomatisasi pengempisan bendung, yang berupa sensor muka air dan alat pembuka tutup lubang pengeluaran udara.

7). Rumah operasi, yang berfungsi sebagai tempat peralatan pemompaan udara dan otomatisasi pengempisan bendung serta ruangan bagi operator.

8). Jembatan penyeberangan, yang berfungsi untuk jalan penyeberangan orang/kendaraan antarkedua sisi sungai sekaligus untuk menghindari orang melintas pada tubuh bendung dan untuk melindungi tubuh bendung dari sengatan sinar matahari.

9). Pagar pengaman, yang menutup jalan masuk ke tubuh bendung.

Pembangunan bendung karet hendaknya memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1). Kondisi alur sungai;

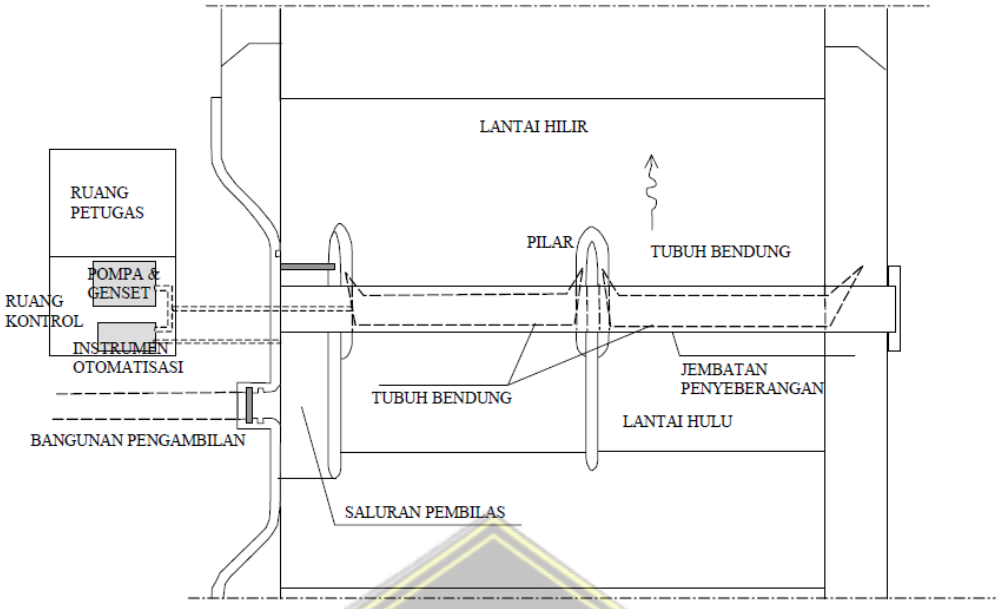
a) Memiliki aliran subkritik;
b) Tidak terjadi sedimentasi yang sedemikian berat sehingga mengganggu mekanisme kembang-kempisnya tabung karet;
c) Tidak mengangkut sedimen kasar;
d) Aliran sungai tidak mengangkut sampah yang besar dan keras;
e) Air sungai tidak mengandung limbah kimia yang bisa bereaksi dengan karet.

2). Bahan

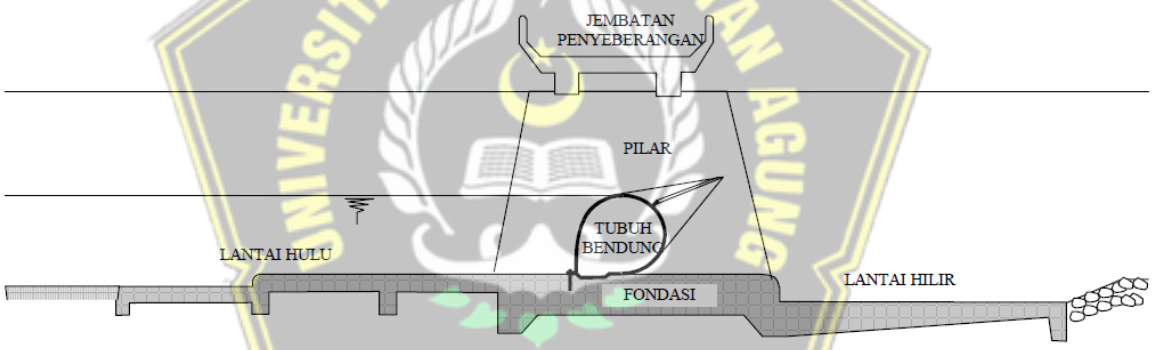
a) Tabung karet terbuat dari bahan yang elastis, kuat, kedap udara, tidak mudah terabrasi, dan tahan lama;
b) Perencanaan bahan karet baik jenis, kekuatan maupun dimensi hendaknya disesuaikan dengan kemampuan produsen untuk menyediakannya;

3). Operasi dan pemeliharaan

a) Radiasi sinar ultraviolet terhadap karet tubuh bendung harus dikurangi semaksimal mungkin;
b) Bendung karet harus diamankan dari gangguan manusia yang tidak bertanggung jawab.



Gambar 2.2. Contoh Denah Bendung Karet

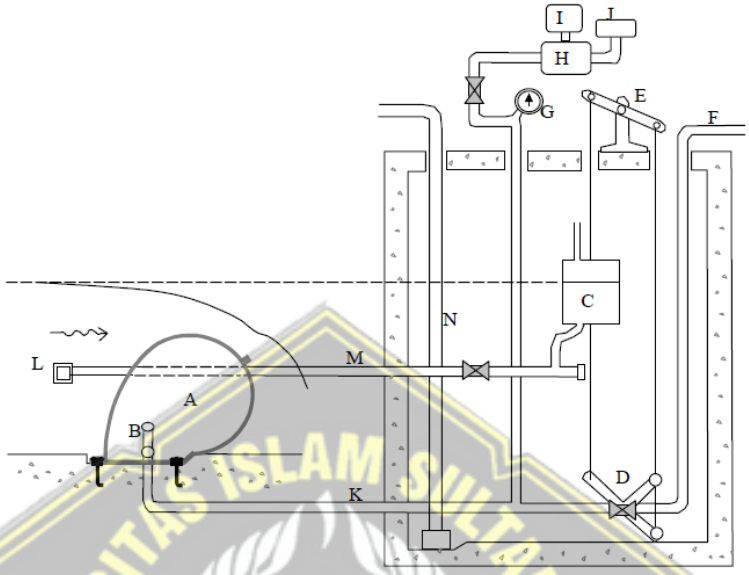


Gambar 2.3. Contoh Potongan Melintang Bendung Karet

Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang menggunakan sistem otomatisasi dengan pengapungan. Dimana menurut (WILAYAH, 2004) prinsip keja sistem otomatisasi adalah apabila muka air sungai di hulu bendung sudah mencapai muka air pengempisan yang direncanakan, akan terjadi aliran masuk ke dalam sistem, yang diatur untuk menggerakan tuas pembuka tutup saluran udara dari tabung karet. Sistem penggerak tuas yang biasa digunakan, antara lain sebagai berikut :

a) Sistem ember, aliran air ditampung dalam suatu ember yang diikatkan pada kotak otomatisasi. Dengan makin besar berat ember, posisi ember akan turun hingga memutar tuas pembuka tutup saluran udara.

b) Sistem pengapungan, aliran air ditampung dalam suatu bak yang di dalamnya dipasang pelampung. Pelampung diikat dengan tali yang dihubungkan dengan kotak otomatisasi. Jika muka air naik, pelampung ikut naik dan menggerakkan tuas pembuka tutup saluran udara. Berikut disampaikan skema instalasi operasi dengan otomatisasi tipe ember



Gambar 2.4. Skema Instalasi Operasi Dengan Otomatisasi Tipe Ember

Keterangan :

A. Tubuh bendung
B. Lubang ventilasi
C. Ember penampung air
D. Tuas pembuka katup pembuang
E. Sistem transmisi pembuka katup
F. Pipa pembuang udara
G. Manometer
H. Pompa udara
I. Motor
J. Saringan udara masuk
K. Pipa pengisian/pembuang
L. Lubang masukan air
M. Pipa masukan air
N. Pipa drainase

2.3 Bendung Karet Berpelindung Baja

Bendung karet berpelindung baja merupakan hasil pengembangan jenis bendung tetap menjadi bendung gerak dengan membuat tubuh bendung dari tabung karet yang dilindungi baja yang dikembangkan yang memiliki fungsi meninggikan muka air dengan cara

menggembungkan tubuh bendung dan menurunkan muka air dengan cara mengempiskannya. (Juzailah Handayani, 2004).

Konstruksi bendung karet di Indonesia mulai pembangunan pada tahun 1990. Penggunaan Bendung Karet berpelindung baja dipilih dalam penanganan Bendung Gerak Kanal Banjir Barat karena lebih baik dari pada bendung karet biasa, karena pada konstruksi bendung karet berpelindung baja terdapat panel baja yang melindungi bendung karet dari cuaca, panas, ozon, dan sinar ultraviolet serta masih ada hal-hal lain yang lebih jika dibandingkan dengan bendung karet biasa. (Salim & Siswanto, 2018)

Gambar 2.5. Contoh Konstruksi Bendung Karet Berpelindung Baja di Kali Anyar/ Kali Pepe Surakarta (Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, 2016)

Gambar 2.6. Bendung Karet Kalijajar, Jatirogo, Kec. Bonang, Kab Demak

Gambar 2.7. Bendung Karet Tirtonadi, Gilingan, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta Jawa Tengah

2.4 Bencana Banjir

Banjir adalah suatu peristiwa terjadinya genangan pada suatu daerah yang biasanya kering dan bukan daerah rawa , atau terjadinya limpasan air dari alur sungai yang disebabkan debit sungai melebihi kapasitas pengalirannya. Secara umum , terdapat tiga istliah pengertian banjir yang dikaitkan dengan sungai di masyarakat yaitu :

- Suatu sungai dikatakan banjir apabila terjadi peningkatan debit aliran yang relative besar, pengertian ini biasa digunakan oleh para petugas hidrologi dan masyarakat umum /awam setempat.
- Suatu sungai dikatakan banjir apabila aliran air melimpas diluar alur sungai , pengertian ini biasa dipakai oleh instansi pengelola sungai/pengendali banjir.
- Suatu sungai dikatakan banjir apabila aliran air melimpas ke luar alur sungai dan menimbulkan gangguan terhadap manusia. Pengertian ini biasa digunakan oleh media dalam kaitannya dengan informasi bencana banjir .

Dilihat dari bentuk kejadian banjir dapat dikategorikan banjir bandang dan banjir menggenang. Banjir bandang biasanya terjadi di daerah hulu, adalah luapan air yang datangnya secara tiba tiba dan menimbulkan kerusakan akibat kecepatan arus air. Sedangkan banjir genangan yang biasanya terjadi dihilir dan dataran rendah, adalah banjir yang menimbulkan kerusakan /gangguan akibat genangan air. (Windarto, Pawitan, Suripin, & JP, 2008)

Banjir merupakan masalah yang sering melanda Kota Semarang, dengan kondisi topografi yang datar dan rendah di wilayah utara dan yang berupa pegunungan di wilayah selatan Kota Semarang menjadikan salah satu penyebab banjir di Semarang. Pada musim penghujan, banjir lebih sering disebabkan oleh banjir kiriman yang terjadi karena lahan hulunya menerima hujan besar yang mengalir ke daerah hilirnya. Banjir ini dapat juga terjadi di Sungai ketika alirannya melibihi kapasitas saluran air, terutama di kelokan sungai. Sedangkan pada musim kemarau, banjir lebih disebabkan oleh adanya air laut pasang yang lebih populer disebut rob. Setiap musim penghujan, hampir sebagian besar wilayah Kota Semarang digenangi air. Sejarah menunjukkan bahwa pengalaman terjadinya bencana banjir besar di Kota Semarang pada tahun 1973, 1988, 1993 dan tahun 1990, dimana kali garang (banjir kanal barat) meluap sehingga daerah disekitarnya disapu banjir bandang yang begitu dahsyat. (Widyanti et al., 2014)

Kejadian banjir yang terjadi di wilayah pulau Jawa Bagian Selatan disebabkan oleh beberapa hal (Sogreah, 1995: *Java Flood Control Project*) :

a. Pendangkalan Dasar Sungai

Hampir semua sungai di SWS Serayu Opak, membawa sedimen dalam jumlah yang banyak dari hulunya dan mengikis lahan di DAS nya sampai ke muara. Di daerah muara, kemiringan dasar sungai menjadi relatif datar akibat endapan pasir dan material-material yang lain, sehingga kapasitas tampungan sungainya menjadi berkurang. Di beberapa sungai, aktifitas penambangan pasir di sungai sangat besar sehingga di beberapa tempat degradasi dasar sungai banyak di jumpai. Namun di sisi lain, permasalahan sedimentasi juga banyak terjadi, terutama pada sungai-sungai di bagian hilir.

b. Meluapnya Air Sungai /*Overtopping of River Banks*.

Pada dasarnya banjir disebabkan oleh limpasan air pada alur sungai dengan aliran di atas ambang normal, sehingga terjadi luapan air dari saluran atau sungai. Ketika hujan jatuh ke permukaan tanah (berupa *presipitasi*), maka air hujan tersebut sebagian akan mengalir ke tempat yang lebih rendah dan masuk ke dalam saluran atau sungai-sungai dalam bentuk aliran permukaan *(run off).* Sebagian hujan yang lainnya meresap ke dalam tanah (sebagai *infiltrasi*) dan yang lainnya menguap ke udara sebagai *evapotranspirasi.*

Di antara unsur-unsur iklim, maka yang paling kuat berpengaruh terhadap banjir adalah unsur curah hujan. Perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini mengakibatkan pola curah hujan berubah pula. Umumnya pola curah hujan yang jatuh saat ini mempunyai intensitas tinggi, tetapi dalam jangka waktu yang pendek. Hal demikian, mengakibatkan permukaan tanah cepat mengalami penjenuhan, kemudian banyak curah hujan yang menjadi aliran. Kondisi seperti ini mengakibatkan saluran atau sungai tidak dapat menampung lagi aliran permukaannya. (Anna & Cholil, 2011)

Di daerah pantai/muara, meluapnya air sungai dari tanggul yang ada sering terjadi selama musim penghujan. Meluapnya aliran sungai ini mengakibatkan tergenanginya daerah-daerah yang relatif datar dan lahan-lahan pertanian di sekitarnya. Penyebab meluapnya aliran sungai ini sangat banyak, tetapi yang paling besar kontribusinya adalah sebagai berikut ini.

- Kemiringan sungai yang relatif datar.
- Adanya sedimentasi/pendangkalan sungai.
- Rendahnya elevasi lahan di kawasan kanan dan kiri sungai
- Bertambahnya debit sungai dan material sedimen yang terbawa akibat terjadinya perubahan kondisi di hilir

Tanggul-tanggul yang telah dibangun di sebagian besar sungai-sungai tidak cukup tinggi untuk mampu menampung debit banjir yang terjadi. Selain itu kondisi tanggul yang buruk karena tidak memadainya pemeliharaan tanggul yang dilakukan. Tanggul-tanggul sungai di hulu memang dapat mengurangi banjir-banjir yang terjadi di daerah hulu, akan tetapi, di sisi lain justru dapat menyebabkan bertambah luasnya area yang terkena banjir di daerah hilir.

2.5 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir dapat dilakukan melalui upaya yang mencakup pencegahan, penanggulangan dan pemulihan. Pengendalian banjir diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian banjir yang disusun secara terpadu dan menyeluruh Terdapat dua metode penanganan sungai dalam rangka mencegah banjir, yaitu metode struktur dan non struktur. Metode non struktur adalah metode pengendalian banjir yang tidak menggunakan bangunan teknis pengendalian banjir, yang antara lain meliputi: pengelolaan DAS, pengaturan tataguna lahan, penegakan hukum, sistem peringatan dan ramalan banjir, asuransi banjir, sosialisasi dan lain sebagainya (Kodoatie dan Sjarief, 2006).

Tindakan strategi yang dapat dilaksanakan dalam pengendalian banjir adalah mengurangi kerentanan/bahaya terhadap kerusakan dan gangguan banjir, mengurangi banjir dan mengurangi dampak banjir pada individu dan masyarakat. Klasifikasi strategi pengendalian banjir yang lebih sederhana menurut Direktorat Sungai, 1994, adalah membedakan menjadi metode struktur dan metode nonstruktur.

(Sumber : Dep. PU, 1994)

Gambar 2.8. Pengendalian Banjir Metode Struktur dan Non-Struktur

Penelusuran aliran banjir adalah suatu cara atau teknik matematika yang digunakan untuk melacak aliran melalui sistem hidrologi dan didefinisikan juga sebagai prakiraan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Tujuan penelusuran banjir adalah untuk prakiraan banjir jangka pendek dan perhitungan hidrograf satuan untuk berbagai titik sepanjang sungai dari hidrograf satuan di suatu titik di sungai tersebut. Penelusuran aliran banjir juga ditafsirkan sebagai suatu prosedur untuk menentukan (memperkirakan) waktu dan besaran banjir di suatu titik sungai berdasarkan data yang diketahui di sungai sebelah hulu.

Jika kedalaman aliran bertambah terhadap arah aliran (hilir) maka akan menggambarkan lengkung air balik *(back water curve)* yang termasuk aliran tidak seragam berubah lambat laun. Namun, jika kedalaman air berkurang dalam arah aliran (hilir) maka akan menggambarkan lengkung surut muka air. Panjang *back water* dipengaruhi oleh kondisi fisik, diantranya saluran prismatik, distribusi kecepatan, geometri saluran, kekasaran saluran, kemiringan saluran, dan debitrencana. Penggolongan profil muka air untuk berbagai macam kemiringan dasar saluran. (Anandhita & Hambali, 2015)

2.6 Analisis Hidrologi

Pada analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana pada Sungai Kanal Banjir Barat sudah dilakukan perhitungan oleh konsultan perencana Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, yaitu debit yang limpas melalui pelimpah Bendung Simongan yang hasilnya digunakan sebagai data debit dalam Teses ini. Dengan rumus persamaan sebagai berikut.

Perhitungan debit yang melewati pelimpah menggunakan rumus berdasarkan :

$$Q = C \cdot B \cdot H^{2/3} \qquad (2.1)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/detik)

C = Koefisien debit

B = Lebar pelimpah (m)

H = Kedalaman pelimpah (m)

2.7 Analisis Hidraulika

Hidrolika adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat-sifat dan hukum-hukum yang berlaku pada zat cair baik yang bergerak maupun yang diam. (Umar, 2013)

Berdasarkan referensi dari buku Hidrolika Saluran Terbuka, karya Ven Te Chow, analisis hidrolika didasarkan pada persamaan energi, energi spesifik dan persamaan momentum, yang diuraikan sebagai berikut :

- Persamaan energi,

$$z_1 + y_1 + V_1^2/2g = z_2 + y_2 + V_2^2/2g + hf \quad (2.2)$$

- Energi Spesifik

$$E = y + V^2/2g \quad (2.3)$$

- Persamaan momentum

$$z_1 + y_1 + V_1^2/2g = z_2 + y_2 + V_2^2/2g + hf' \quad (2.4)$$

Dimana,

z = perbedaan tinggi antara elevasi dasar saluran dengan bidang persamaan (m)

y = kedalaman aliran (m)

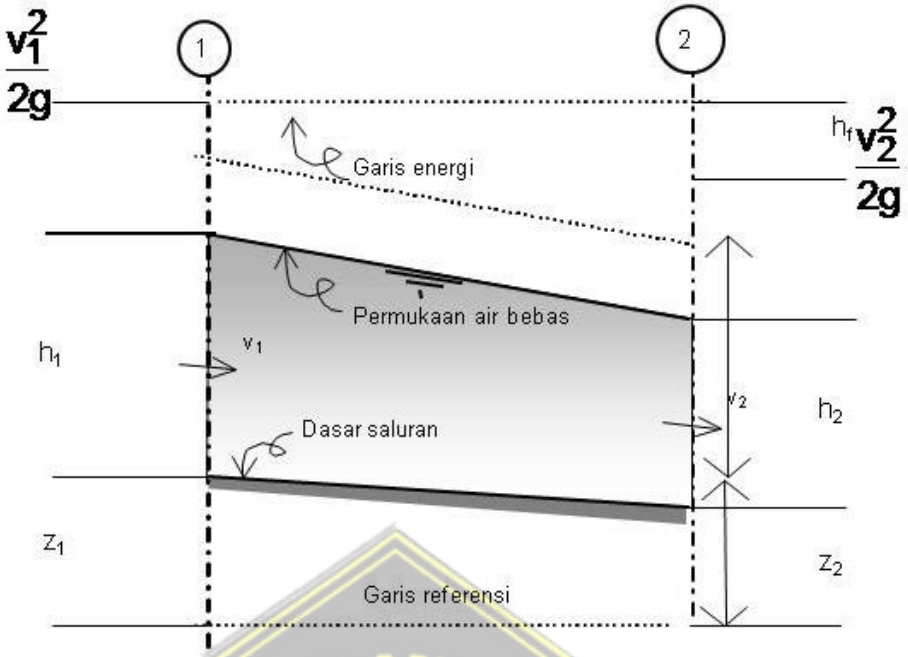
V = kecapatan aliran (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

hf = kehilangan energi akibat energi dalam yang keluar dari seluruh massa air di bagian saluran yang lurus (m)

hf' = kehilangan energi akibat gaya-gaya luar yang timbul dalam air oleh dinding saluran (m)

E = besarnya energi spesifik (m)



Gambar 2.9. Diagram Persamaan Energi

Menurut Ven Te Chow, aliran air pada suatu saluran terbuka berdasarkan jenisnya dibagi menjadi dua macam yaitu :

1) Aliran tetap (*steady flow*), yaitu suatu aliran dimana debit yang mengalir pada suatu saluran konstan, sehingga prinsip dasarnya adalah hukum kontinuitas debit

$$Q1 = Q2 \quad (2.5)$$

$$A1*v1 = A2*v2 \quad (2.6)$$

Dimana,

Q = debit aliran (m^3/detik)

A = luas penampang saluran (m^2)

v = kecepatan aliran (m/detik)

2) Aliran tidak tetap (*unsteady flow*), yaitu aliran dimana debitnya selalu berubah terhadap ruang dan waktu. Rumus dasar yang digunakan adalah rumus saint-venant.

$$\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\alpha V}{g}\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g}\frac{\partial V}{\partial t} = S_0 - S_f \quad (2.7)$$

Analisis hidrolika menggunakan metode aliran tetap (*steady flow*) karena debit yang mengalir pada sungai tersebut konstan.

Hitungan hidraulika Sungai Banjir Kanal Barat dilakukan untuk mengetahui profil muka air sepanjang sungai pada saat terjadi banjir. Analisis hidraulika didasarkan pada persamaan kontinuitas dan momentum berikut ini.

1). Persamaan kontinuitas

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0 \,. \qquad (2.8)$$

2). Persamaan momentum

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{Q^2}{As}\right] + g.As.\frac{\partial y}{\partial x} + g.As.\frac{Q/Q/}{K^2} = 0 \,. \qquad (2.9)$$

3). Gesekan dasar dan dinding yang menghambat aliran diberikan oleh rumus empirik sebagai berikut :

$$Q = K\sqrt{S_f} \,. \qquad (2.10)$$

$$K = \frac{1}{n}.As.R^{2/3} \qquad (2.11)$$

dengan :

Q : debit aliran, dalam m^3/detik

t : waktu, dalam detik

y ; elevasi muka air, dalam meter

B : lebar sungai, dalam meter

As : penampang basah, dalam m^2

x : jarak, dalam m

g : percepatan gravitasi, dalam m/$detik^2$

S_f : kemiringan garis energi

K : faktor hantaran (*convenyane factor*) dari penampang saluran

n : koefisien kekasaran Manning

R : Jari-jari hidrolis = As/P, dalam meter

P : keliling basah, dalam meter

Penyelesaian dari persamaan tersebut dilakukan dengan menggunakan S*oftware HEC-RAS 4.1.0* yang dikeluarkan oleh US *Army Corp of Engineers.*

1). Data Kondisi Awal dan Kondisi Batas

Sebelum program di *running*, data kondisi awal yaitu data elevasi muka air dan debit di sepanjang sungai yang ditinjau harus diketahui. Berhubung data tersebut tidak/sulit diketahui, maka data kondisi awal ditentukan berdasarkan kondisi aliran dengan debit konstan (diperoleh dari data hidrograf yang digunakan, yaitu debit pada waktu t = 0 atau debit *baseflow).* Setelah program di *running*, pada waktu t = 0 profil muka air di sepanjang sungai *(back water curve)* akan diperoleh, sebagai hasil dari penyelesaian persamaan aliran tidak permanen.

Untuk analisis banjir, kondisi batas hulu dapat digunakan data masukan berupa hidrograf banjir untuk masing-masing sungai, yang dapat diperoleh dari analisis hidrologi berdasarkan hujan di DAS yang bersangkutan, misal dengan periode ulang 10, 25, 50 atau 100 tahun. Kondisi batas hilir dapat berupa muka air pasang surut, muka air sungai (sungai dimana sungai-sungai yang ditinjau bermuara), muka air tetap, muka air maksimum.

2).* Penentuan Koefisien Kekasaran *Manning

Untuk mendapatkan parameter-parameter aliran (kedalaman air, debit dan kecepatan) dari analisis hidraulika, koefisien kekasaran *Manning* harus ditentukan terlebih dahulu. Sebenarnya koefisien kekasaran *Manning* (n) dapat ditentukan dengan baik berdasarkan data pengukuran lapangan melalui proses kalibrasi (diperlukan data setidaknya di 3 tempat yang berbeda yang diperoleh pada waktu bersamaan) yaitu pada titik di hulu, pertengahan dan hilir sungai, baik pada waktu muka air rendah maupun muka air tinggi. Namun, bila data pengukuran lapangan yang dimaksud tidak ada, maka koefisien kekasaran *Manning* (n) dapat diperkirakan/ditentukan berdasarkan kondisi dan kenampakan material alur sungai. Untuk sungai-sungai alam, sebagai pendekatan, nilai koefisien kekasaran Manning sering diambil sekitar n = 0.035. Namun pada waktu banjir, nilai koefisien kekasaran *Manning*

biasanya sedikit mengecil. Faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien kekasaran *Manning* adalah:

a) kekasaran material;
b) vegetasi (semakin tebal, n >);
c) perubahan tampang mendadak, n >;
d) channel alignment (tikungan tajam, n >);
e) pengendapan (n <) dan erosi (n >);
f) perubahan (hambatan) aliran (n >);
g) ukuran dan bentuk saluran; dan
h) kedalaman dan debit.

Secara teoritis koefisien kekasaran *Manning* ini akan berbeda untuk setiap elevasi muka air/kedalaman air yang berbeda, dan juga akan berbeda untuk pias sungai yang satu dengan pias sungai yang lain. Namun karena sulitnya menentukan koefisien kekasaran, yang disebabkan karena banyaknya faktor yang mempengaruhi, maka dalam hitungan hidraulika, koefisien kekasaran ini dianggap tetap untuk sepanjang sungai dan untuk elevasi muka air yang berbeda.

3). *Running* Model

Running aliran dilakukan setelah semua data input dimasukkan, data tersebut adalah data skema sungai, data geometri sungai (termasuk bangunan-bangunan air dll), data kondisi batas hulu/hilir serta data kondisi awal, yang meliputi data debit dan/atau data tinggi muka air, data koefisien kekasaran Manning. Dari hasil *running* aliran tersebut didapatkan nilai muka air banjir di sepanjang sungai.

2.8 Penelusuran Banjir

Berdasarkan referensi buku Hidologi Teori dan Permasalahan, Suyono Sosrodarsono, pada waktu debit pada saluran terbuka meningkat, ketinggian permukaan airnya juga meningkat seiring dengan peningkatan volume air pada saluran terbuka tersebut. Pada saat banjir mereda, suatu volume air yang sama harus dilepaskan dari penampungnya. Akibatnya, dasar waktu suatu gelombang banjir yang bergerak ke bagian hilir saluran menjadi panjang dan puncaknya menjadi turun. Pergerakan gelombang pada saluran alam dalam desain dan

prediksinya diselesaikan dengan penelusuran banjir. Penelusuran banjir dapat dimodelkan dan diselesaikan secara matematis dengan persamaan hidrologis dan dengan persamaan hidraulik.

2.8.1 Persamaan Hidrologis

Salah satu cara menganalisis penelusuran banjir adalah dengan menggunakan metode Muskingum, dimana prinsipnya adalah kontinuitas debit masuk dengan debit keluar.

$I - O = S/t$, menjadi (2.12)

$(I_1+I_2)/2 + (O_1+O_2)/2 = (S_2-S_1)/\Delta t$, (2.13)

Dimana,

I = debit yang masuk / inflow (m^3/detik)

O = debit yang keluar / outflow (m^3/detik)

S = volume tampungan (m^3)

t = waktu (detik)

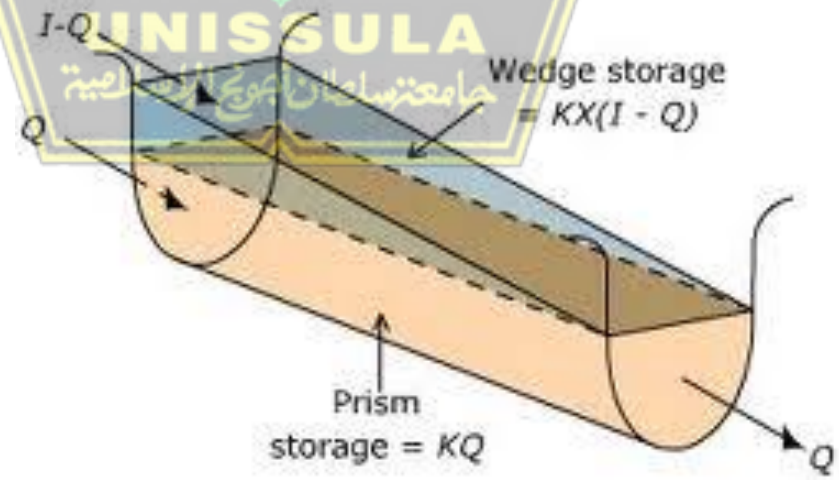
Stotal = Spersegi + Ssegitiga

Spersegi = K*O

Ssegitiga = K*(I-O)*x, dimana x adalah koefisien pembagi

S = K*O + K*(I-O)*x

S = K(I*x + (I-x)*O)



Gambar 2.10. Konsep Penelusuran Banjir *Muskingum-Chunge*

2.8.2 Persamaan Hidraulik

Penelusuran secara hidraulik didasarkan pada persamaan energi dan persamaan momentum dapat digunakan sebagai pengganti untuk metode hidrologi (menurut referensi buku Hidrolika Saluran Terbuka, Ven Te Chow). Persamaan ini bersandar pada tiga asumsi :

1) Kerapatan airnya konstan
2) Panjang sungai yang dipengaruhi oleh gelombang banjir beberapa Sungai lebih besar kedalaman dibandingkan kedalaman airnya
3) Alirannya secara hakiki berdimensi satu

Persamaan dasar yang digunakan adalah yang sesuai dengan penelitian Massau, yaitu Persamaan dinamis

$$\frac{dy}{dx} + \frac{v}{g}.\frac{dv}{dx} + \frac{1}{g}.\frac{dv}{dt} = So - Sf \qquad (2.14)$$

Persamaan kontinuitas

$$D.\frac{dv}{dx} + v.\frac{dy}{dx} + \frac{dy}{dt} = 0 \qquad (2.15)$$

Perubahan total kedalaman yang disebabkan oleh perubahan jarak dan waktu

$$\frac{dy}{dx}dx + \frac{dy}{dx}dt = dy \qquad (2.16)$$

Perubahan total kecepatan yang disebabkan oleh perubahan jarak dan waktu

$$\frac{dv}{dx}dx + \frac{dv}{dt}dt = dv \qquad (2.17)$$

Dari keempat persamaan di atas, dapat diperoleh persamaan dalam menentukan dy/dx sebagai berikut:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-D<So-Sf>+\frac{D}{g}.\frac{dv}{dt}-\frac{v}{g}.\frac{dy}{dt}+\frac{1}{g}.\frac{dy}{dt}.\frac{dx}{dt}}{\frac{1}{g}.<\frac{dx}{dt}>^2-\frac{2v}{g}.\frac{dx}{dt}+\frac{v^2}{g}-D} \qquad (2.18)$$

Dimana,

Q = debit (m^3/detik)

A = luas penampang saluran (m^2)

v = kecepatan aliran (m/s)

P = panjang penampang basah (m)

D = kedalaman hidrolis (m) = A/P

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

So = kemiringan dasar sungai

Sf = garis energi

x = jarak (m)

t = waktu (detik)

2.9 Pemodelan Penelusuran Banjir

Permodelan penelusuran banjir pada penelitian ini menggunakan pendekatan hidraulika. Pendekatan hidraulik menggunakan formula *Saint-Venant* untuk aliran tetap *(steady flow)* dimana permodelannya menggunakan bantuan perangkat lunak *HEC-RAS.*

2.9.1 Pemodelan *Softwer HEC-RAS*

HEC-RAS merupakan aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System* (RAS), *software* ini di buat oleh *Hidrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institut for Water Resources (IWR)* (Istiarto, 2014). HEC-RAS merupakan *sofware* satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen *(steady and unsteady one dimensional flow model)*. *HEC-RAS* mampu menampilkan perhitungan penampang muka air satu dimensi untuk aliran dalam saluran alami atau buatan. *HEC-RAS* juga mampu memperhitungkan penampang muka air aliran subkritis dan superkritis. Sistem ini mengandung 3 komponen analisis hidrolik satu dimensi, yaitu perhitungan penampang muka air aliran tetap *(steady flow)*, aliran tidak tetap *(unsteady flow)* dan perhitungan transportasi sedimen.

Permodelan *HEC-RAS* pada penelitian ini digunakan untuk memodelkan pengendalian banjir secara hidraulik dengan formula *Saint-Venant.* Langkah-langkah yang diperlukan dalam memodelkan penelusuran banjir ini sebagai berikut :

Mengumpulkan data masukan, data yang diperlukan dalam memodelkan penelusuran banjir dengan perangkat lunak *HEC-RAS* antara lain :

- Data geomorgologi sungai secara detail, lengkap dengan pengukuran memanjang dan melintang sungai, semakin detail data yang dimiliki, semakin baik hasil keluaran program *HEC-RAS*
- Data debit yang diambil dari hidrograf yang dapat diperoleh dari data sekunder yang telah ada.

<u>Memproses penelusuran banjir</u>, terdiri dari permodelan DAS dan karakteristiknya serta merunning program *HEC-RAS* dengan urutan langkah sebagai berikut:

- Memodelkan karakteristik geomorfologi sungai tersebut pada program *HEC-RAS*
- Memasukkan data hidrologi pada model
- Menentukan jenis aliran tidak tetap pada program *HEC-RAS*

<u>Mengelola data keluaran</u>, hasil proses *running* berupa data keluaran penelusuran banjir yang antara lain terdiri dari:

- Grafik hidrograf pada masing-masing titik kontrol yang dilengkapi dengan besarnya debit pada setiap titik di grafik tersebut
- Data debit pada waktu dan tempat tertentu

2.9.2 Langkah Kerja Pemodelan Dengan *Softwer HEC-RAS*

Terdapat lima langkah penting dalam membuat model hidraulika dengan *Softwer HEC-RAS* yaitu :

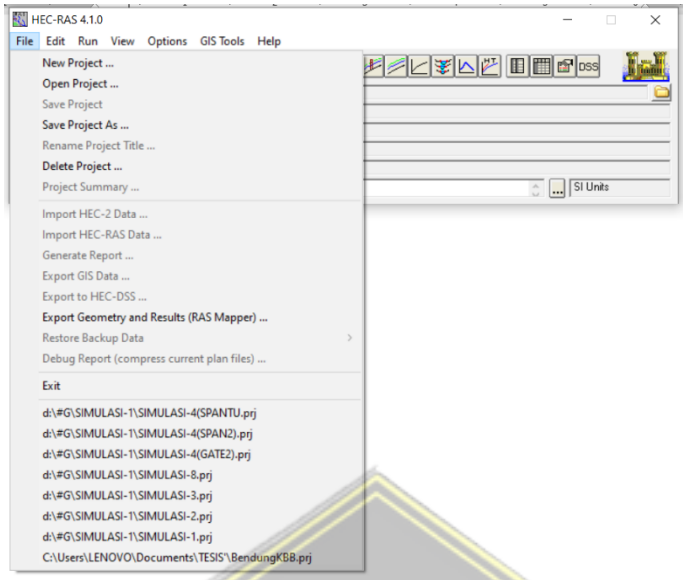
1. Pembuatan *file project*,
2. Pembuatan geometri sungai,
3. Memasukkan data cross section,
4. Memasukkan data aliran, dan
5. *Running* program *HEC-RAS*

Tahapan diatas merupakan tahapan penting dalam membuat pemodelan dengan program *HEC-RAS*, untuk mengerjakan pemodelan harus sesuai dengan tahapan-tahapan tersebut, yaitu :

1). Pembuatan *File Project*

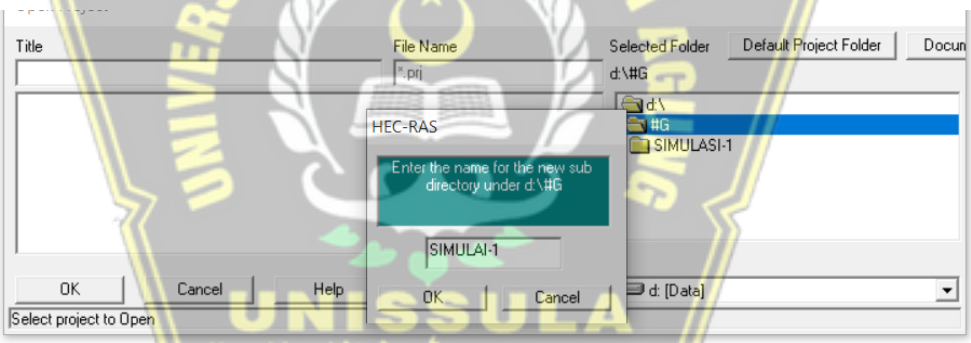
Langkah pertama pemodelan atau hitungan hidraulika dengan *HEC-RAS* adalah membuat file Project. Suatu model dalam *HEC-RAS* disimpan dalam sebuah file project. Pemakai menuliskan nama *file Project* dan *HEC-RAS* akan memakai *file Project* tersebut untuk menamai semua file yang berkaitan dengan model tersebut. Langkah-langkah sebagai berikut :

a) Buka aplikasi *HEC-RAS*. Pilih menu File ---> **New Project**



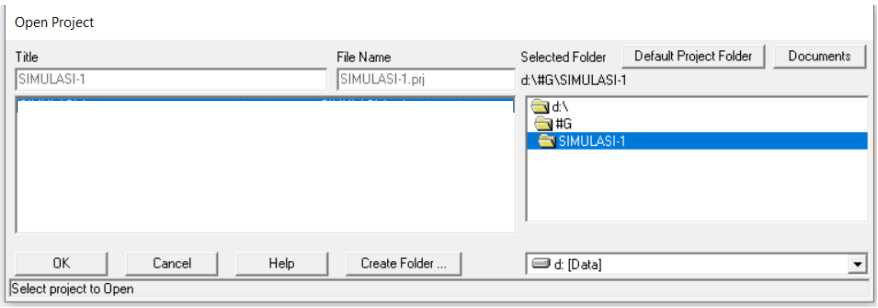
Gambar 2.11 Pilihan Menu New Pada HEC-RAS

b) Klik tombol ***Creat Folder*** lalu ketik nama folder, di sini penulis menggunakan folder SIMULAI-1 lalu klik **OK**



Gambar 2.12 Tampilan *Create Folder* Pada *HEC-RAS*

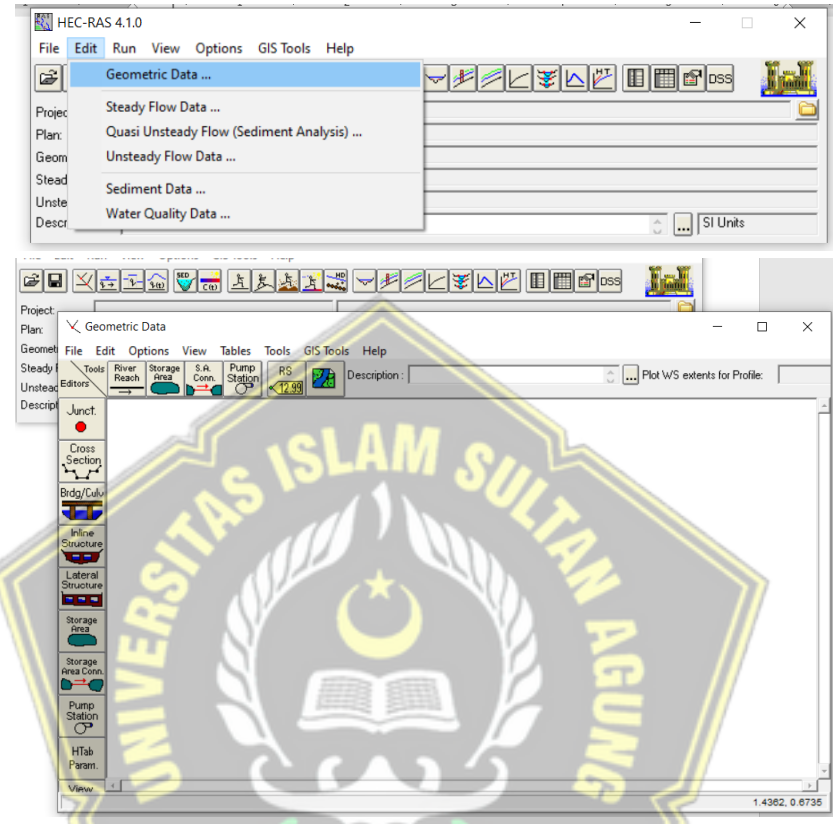
c) Tuliskan judul *project* pada tempat yang disediakan dibawah Title. Di sini digunakan juduk ”SIMULASI -1, lalu klik OK. Layar konfirmasi akan muncul, klik OK lagi.



Gambar 2.13 Penulisan Judul *Project* Pada *HEC-RAS*

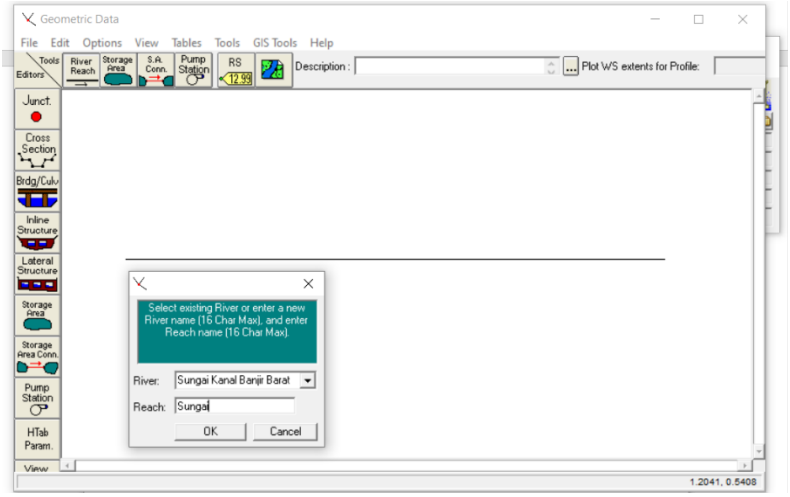
2). Pembuatan Geometri Saluran

a) Setelah selesai membuat file project, lalu aktifkan layar editor data geometri dengan memilih menu **Edit → Geometri Data** lalu muncul tab untuk pengeditan data geometri.



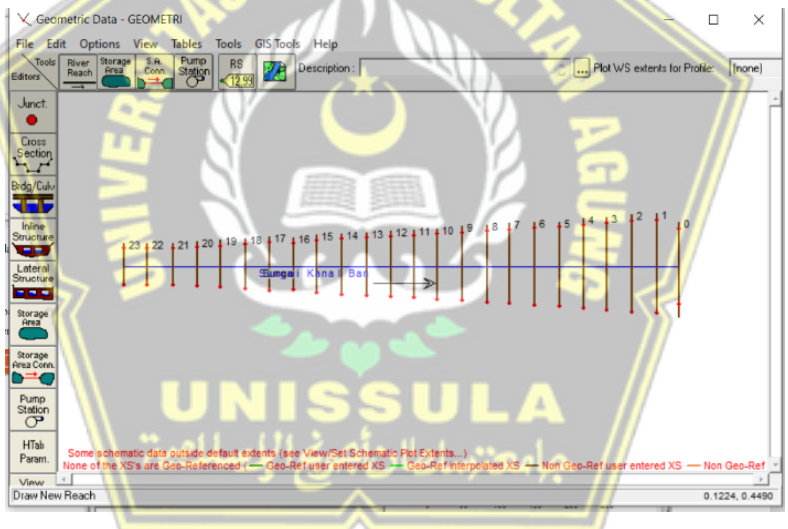
Gambar 2.14 Tampilan Geometri Pada *HEC-RAS*

b) Klik tombol *River Reach* dan buat skema saluran dengan cara mengklik di layar editor. Karena alur saluran adalah lurus maka skema alur dapat dibuat cukup dengan 2 titik ujung saluran. Klik kursor di layar editor untuk menandai ujung saluran, kemudian tarik garis dan klik 2 kali untuk menandai ujung hilir saluran. Lalu pada layar akan muncul tab penamaan, di sini diisi ” Sungai Kanal Banjir Barat” sebagai nama **River** dan ”Sungai” sebagai nama **Reach**. Klik tombol OK



Gambar 2.15 Penamaan Sungai Pada *HEC-RAS*

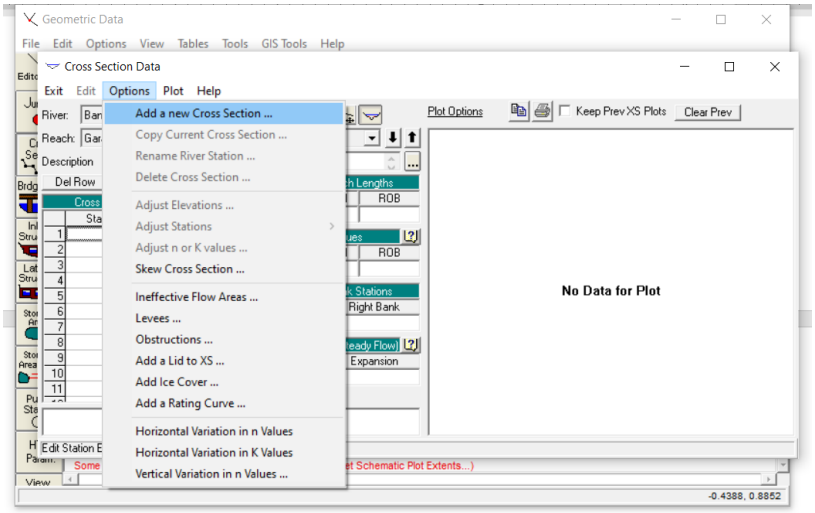
c) Setelah langkah diatas, pada layar editor tampak sebuah denah alur saluran ”Sungai Kanal Banjir Barat” yang memiliki satu ruas ”Sungai”. Anak panah menunjukkan arah aliran dari hulu ke hilir.



Gambar 2.16 Tampilan Anak Panah Arah Aliran Pada *HEC-RAS*

3). Memasukkan Data *Cross Section*

a) Langkah selanjutnya, klik *Cross Section* untuk menambahkan data *cross section* saluran. Untuk menuliskan data tampang lintang, pilih menu **Option → Add a new Cross Section**. Setiap *cross section* diidentifikasikan sebagai *River Sta* yang diberi nomor urut, dimulai dari hilir dan bertambah besar ke arah hulu.



Gambar 2.16 Tampilan Input Data *Cross Section* Pada *HEC-RAS*

b) Di sini dimulai memasukkan *cross section* dari (STA.WF 39) dan untuk *River Station* diisi 0, karena nomor urut di hilir dari 0 lalu bertambah ke hulu. Di kolom *Description*, tuliskan STA.WF 39.

c) Tuliskan koordinat titik-titik *cross section*, urut dari titik paling kiri ke kanan, Stasion adalah jaraj kumulatif antara titik elevasi potongan dari titik paling pinggir yang bernilai 0 dan **Elevation** adalah elevasi titik pada station. Untuk *River Station* ”0” data koordinat adalah seperti gambar 2.17.

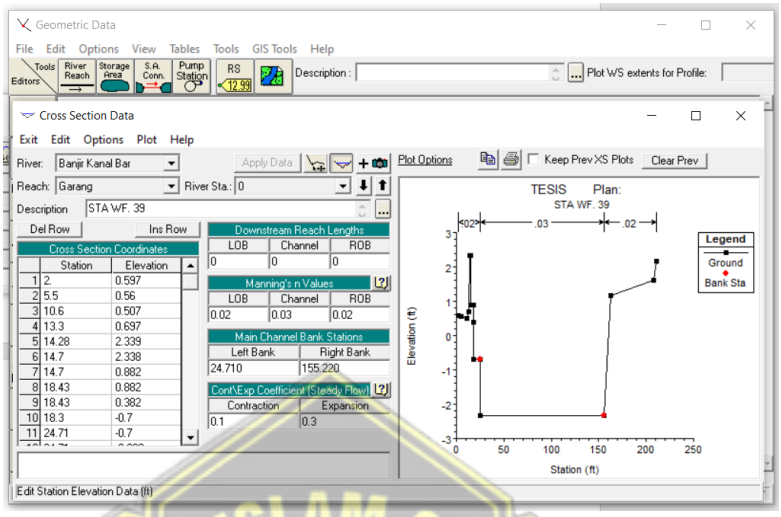
d) Data selanjutnya adalah **Downstream Reach Lenghts** yang merupakan jarak tiap potongan melintang sungai sengan potongan melintang sebelumnya, ada LOB (*Left Overbank)*, **Channel** *(Main Channel)* dan **ROB** *(Right Overbank).* Di sini diisi 0 karena STA WF 39 terletak di hilir.

e) Nilai koefisien kekasaran dasar, **Manning’s n Value** adalah sebesar 0.028. Angka koefisien *manning* tersebut didapatkan dari tabel koefien *manning.*

f) Isian selanjutnya, **Main Channel Stations** merupakan batas tanggul dari saluran atau station titik saluran utama penampang. Untuk **Left Bank** diisikan batas tanggul sebelah kiri yaitu 24.710 dan Right Bank diisikan batas tanggul sebelah kanan yaitu 155.220.

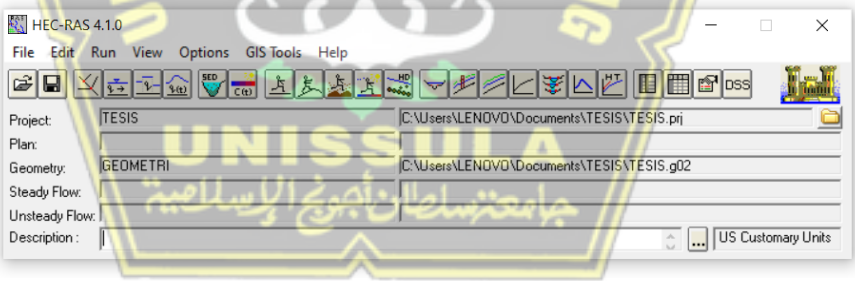
g) Data **Cont\Exp Coefficients** dibiarkan sesuai dengan nilai default yang ada di dalam HEC-RAS, yaitu 0.1 untuk **Contraction** dan 0.3 untuk **Expansion.**

h) Klik tombol *Apply Data* untuk menyimpan data ke dalam HEC-RAS. Di sisi kanan layar akan ditampilkan gambar tampang lintang seperti ditampilkan gambar sebagai berikut.



Gambar 2.17 Data Yang Diinput Pada *Cross Section HEC-RAS*

i) Lakukan langkah diatas untuk STA lainnya. Setelah itu data geometri saluran disimpan dengan memilih menu File → Save Geometri Data. Isikan pada Tile ”Geometri” sebagai judul dari data geometri tersebut lalu klik OK. Pada layar utama *HEC-RAS* akan tampak seperti gambar sebagai berikut.

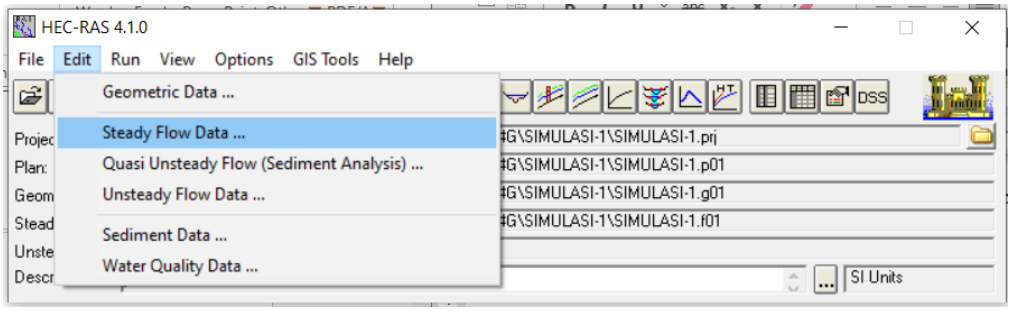


Gambar 2.18 Tampilan Setelah *Save Geometri* Data Pada *HEC-RAS*

4). Memasukkan Data Aliran

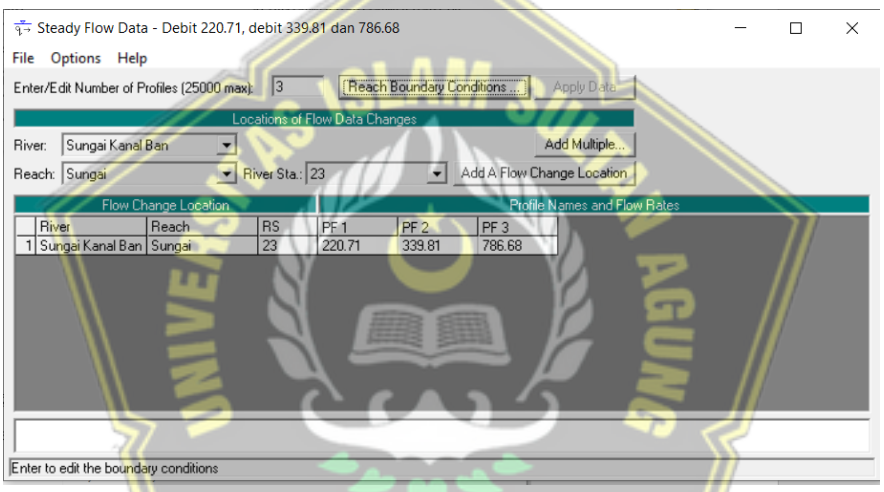
Data aliran yang diperlukan dalam hitungan aliran permanen *(Steady Flow)*, langkah-langkah memasukkan data aliran sebagai berikut :

a) Aktifkan layar editor data aliran dengan memilih menu **Edit → Steady Flow Data**



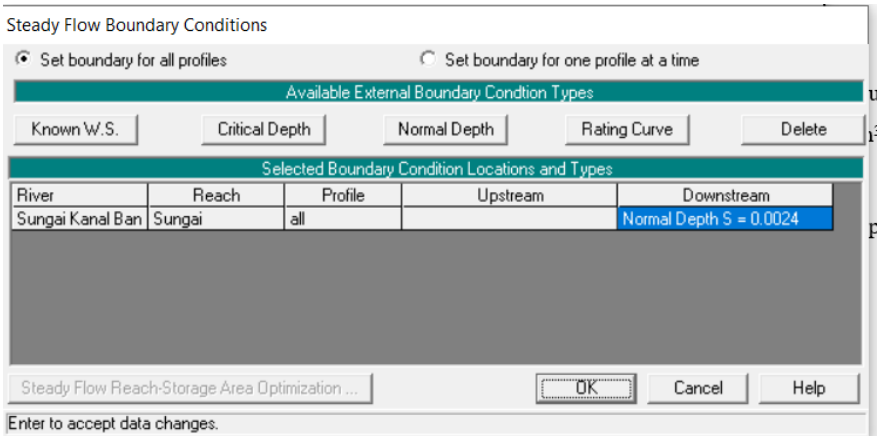
Gambar 2.19 Tampilan Option *Steady Flow* Data Pada *HEC-RAS*

b) Pada Enter/Edit Number of Profile isikan angka ”3” karena ada tiga profil muka air. Isikan besar debit di kolom **PF1**, **PF2** dan **PF3** disini diisi debit sebesar 220.71 m^3/detik, 339.81 m^3/detik, dan 786, 68 m^3/detik. Untuk **Description**, diisi ’Debit”.



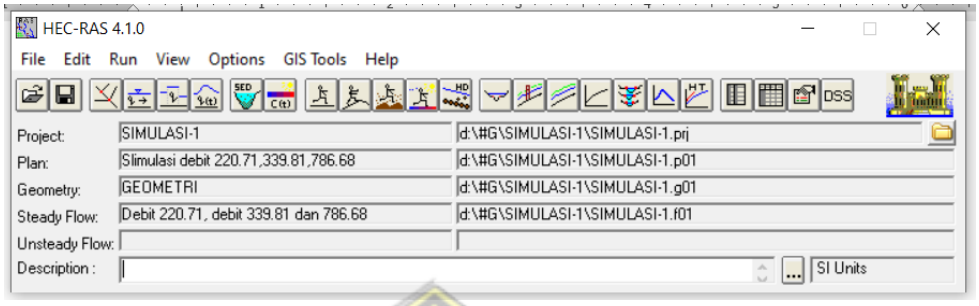
Gambar 2.20 Tampilan Memasukkan Debit Pada *HEC-RAS*

c) Klik tombol **Reach Boundary Conditions.** Pada *dowstream*, klik Normal Depth dan isikan kemiringan dasar saluran = 0.0024, lalu klik **OK**



Gambar 2.20 Tampilan Memasukkan Kemiringan Saluran Pada *HEC-RAS*

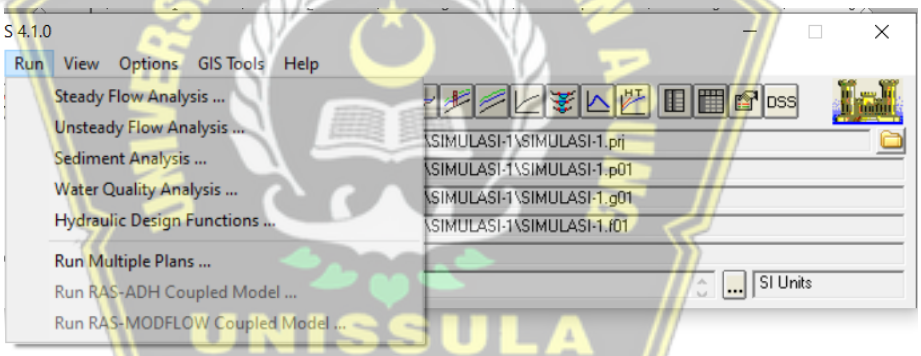
d) Pada menu utama *Steady Flow*, klik tombol *Apply Data* dan simpan dengan klik File → Save Flow Data. Isikan pada Title ”Debit Flow” sebagai judul dan pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project sebelumnya. Pada layar utama *HEC-RAS* akan tampak seperti gambar dibawah.



Gambar 2.21 Tampilan Setelah Save Flow Data Pada *HEC-RAS*

5). *Running* Program HEC-RAS

a) Untuk running HEC-RAS, pilih menu **Run → Steady Flow Analysis**

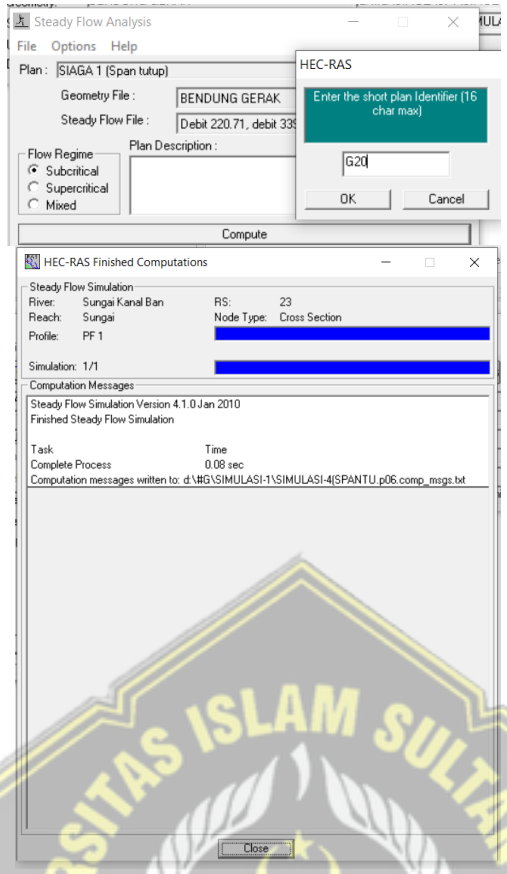


Gambar 2.22 Tampilan Option Steady Flow Analysis pada *HEC-RAS*

b) Buat file plan baru dengan memilih menu **File → New Plan** dan disini pada Title diisi ”SIAGA-1”. Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, lalu klik OK.

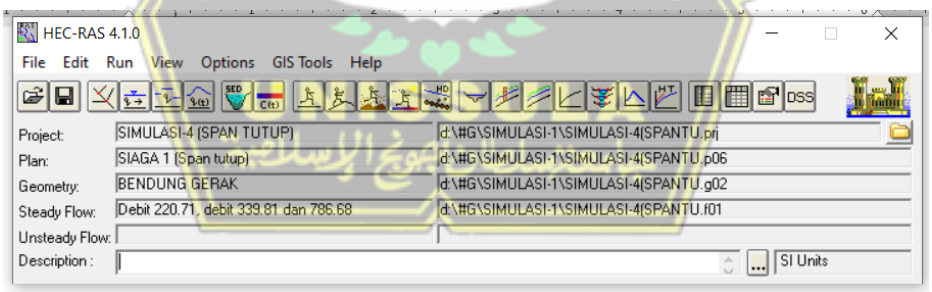
c) Untuk **short plan identifer**, disini diisi ”G20”, lalu klik OK.

d) Pada layar utama Steady Flow Analysis, pilih Subcritical untuk *Flow Regime*. Setelah itu, klik Compute, maka HEC-RAS akan segera me-*running* program. Dalam beberapa saat, hitungan selesai seperti ditunjukkan pada gambar 2.23



Gambar 2.23 Tampilan Saat Running Pada *HEC-RAS*

e) Tutup layar hitungan dengan mengklik tombol *Close*. Pada layar utama *HEC-RAS* akan tampak seperti pada Gambar 2.24 dibawah.



Gambar 2.24 Tampilan Setelah *Running* Pada *HEC-RAS*

2.9.3 Peniruan Geometri Bendung Gerak Dengan *Softwer HEC-RAS*

Peniruan geometri bendung gerak dilakukan dengan menambahkan bendung gerak pada geometri sungai ”Kanal Banjir Barat”.

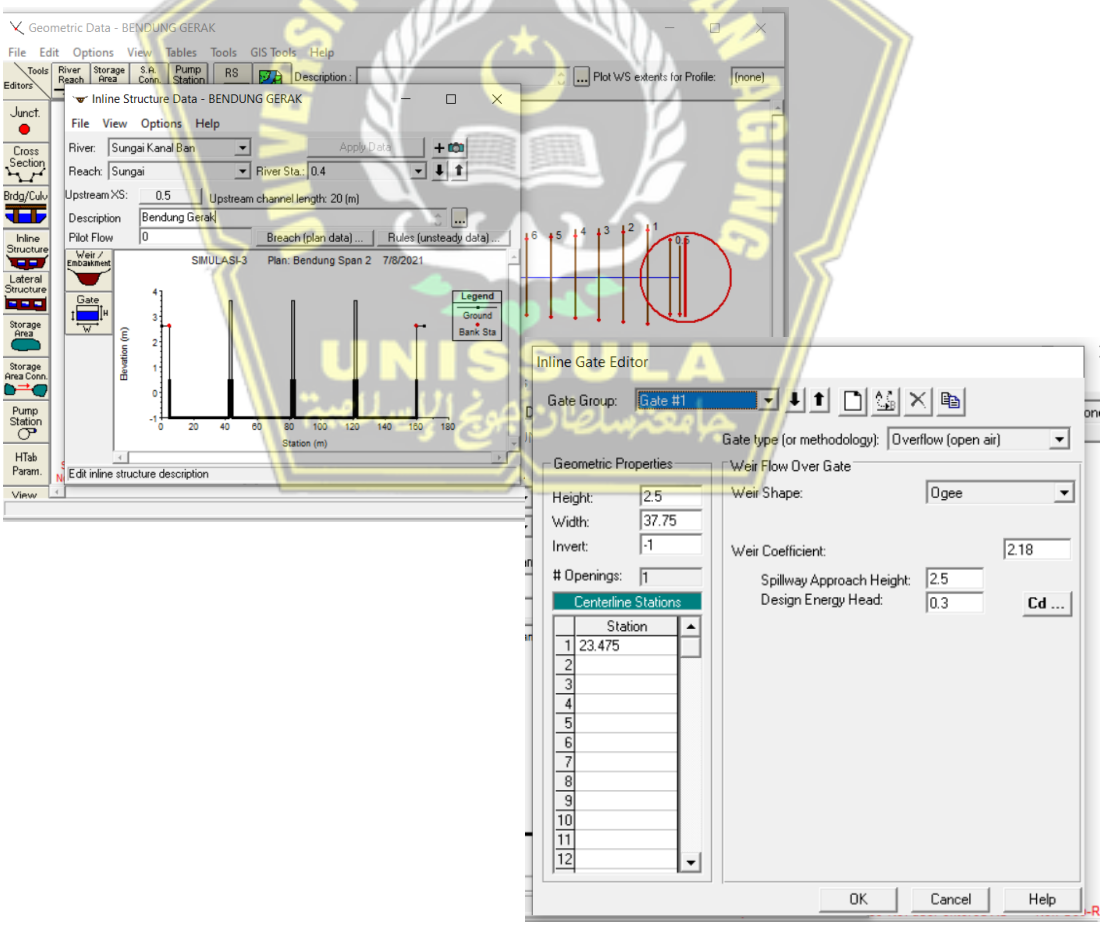
a) Aktifkan layar editor data geometri dan simpan file data geometri ” Bendung Gerak” ke dalam file dengan judul dan nama yang berbeda. Dari layar editor dan geometri, pilih

men File | Save Geometry Data As, dan tuliskan ”Bendung Gerak” sebagai judul file geometri sungai yang sama.

b) Aktifkan layar editor *inline structure* dengan mengklik tombol **Edit and/or create inline structures** (ikon keempat pada papan tombol kiri). Pada layar editor data inline structure, aktifkan River : Sungai Kanal Banjir Barat.

c) Pilih menu **Option | Add an Inline Structure**,tuliskan nomor tampang lintang baru ”0.4” dan klik OK. Sebuah tampang melintang baru RS 0.4, akan muncul pada layar editor dan inline structure (Gambar 2.25, namun gambar bendung belum tampak).

d) Klik tombol *Weir/Embankment* pada papan tombol kiri. Isikan data geometri lantai dasar tempat bendung karet diletakkan. Dalam hal ini, data geometri lantai diisikan ke dalam editor data weir lantai akan berfungsi sebagai bendung pada saat bendung karet mengempis. Elevasi mercu lantai adalah -1.0 dpl membentang 37.75 meter yang terdiri dari 4 (empat) pintu/span (gambar 2.25. Klik OK untuk menutup layar editor bendung dan kembali ke layar editor data *inline structure.*

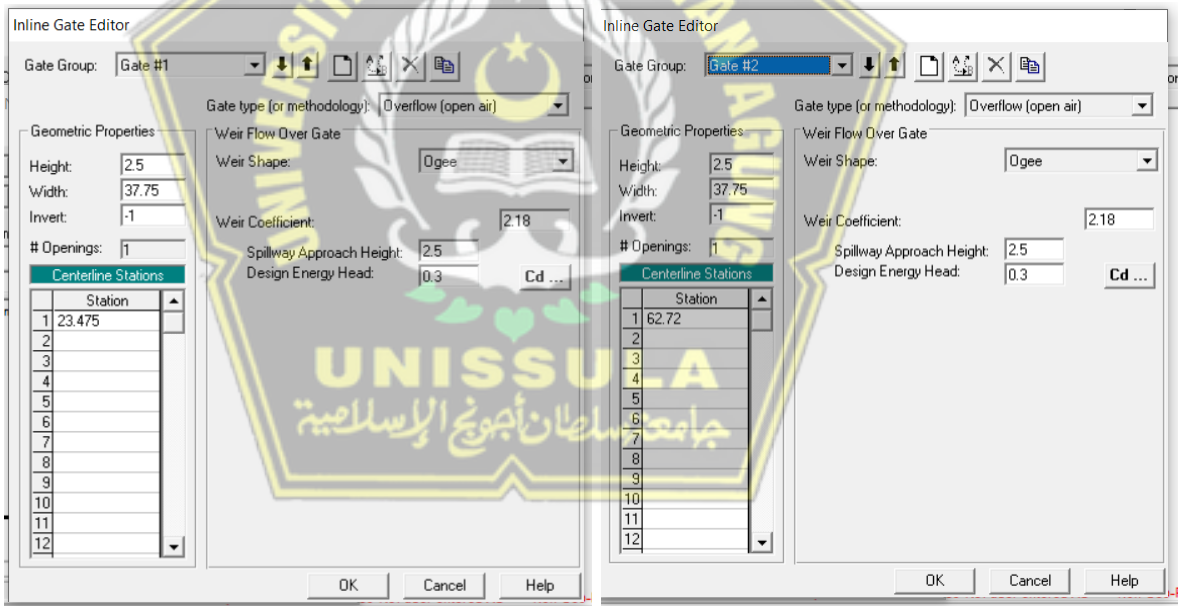


Gambar 2.25 Tampilan Layar Editor Bendung Pada *HEC-RAS*

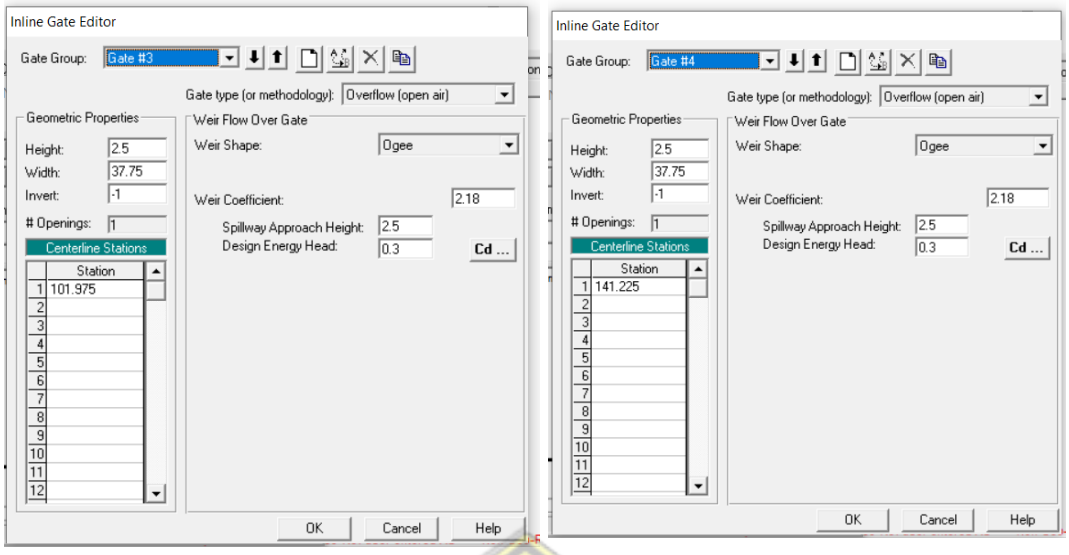
e) Klik tombol **Gate** pada papan tombol kiri untuk mengaktifkan layar editor pintu. Isikan data geometri bendung karet (Gambar 2.26 dan 2.27). Dalam hal ini, bendung karet berfungsi sebagai peluap atas *(overflow)* yang tidak memiliki penghalang di atas *(open air).* Bentuk mercu bendung karet adalah *ogee*, tinggi 2.50 meter, panjang span bentang 37.75 meter, yang terdiri dari 4 (empat) span.

d) Koefisien peluap melalui mercu bendung karet dapat dihitung berdasarkan tinggi bendung, 2.50 meter, dan tinggi energi rancangan, 0.3 meter. Klik tombol **Cd.** Klik **Yes** pada layar pemberitahuan yang muncul untuk menyetujui nilai koefisien peluap bendung ”2.18” sebagai ganti yang semula dimasukkan. Setelah langkah ini, layar editor pintu tanpak seperti Gambar 2.26 dan 2.27. Klik tombol **OK** untuk menutup layar editor pintu.

e) Setelah langkah di atas, layar *editor inline structur* tanpak seperti Gambar 2.26 dan 2.27 yang kini telah menampakkan bendung dan pintu. Tutup layar editor inline structure dengan memilih menu **File/Exit**



Gambar 2.26 Tampilan Layar Editor Pintu Bendung Gate #1 dan Gate #2 (Bendung Gerak) Pada *HEC-RAS*



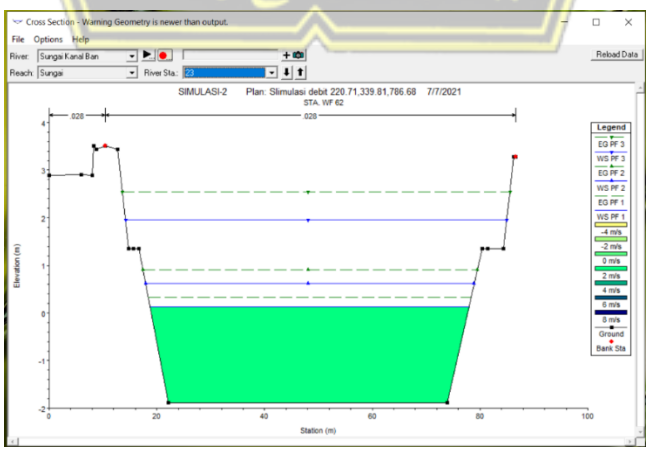
Gambar 2.26 Tampilan Layar Editor Pintu Bendung Gate #3 dan Gate #4 (Bendung Gerak) Pada *HEC-RAS*

2.9.4 *Output* dari Analisa Dengan *Softwer HEC-RAS*

Setelah proses input data kemudian dilakukan *running program*, maka *HEC-RAS* akan menampilkan hasil hitungan dalam bentuk tabel atau grafik. Dibawah ini, disampaikan langkah-langkah hasil hitungan *HEC-RAS.*

a) *Output Cross Section*

- Pilih menu **View → Cross Section** untuk menampilkan output cross section
- Pada layar *Cross Section*, pilih River Sta, yang akan ditampilkan dengan mengklik tombol anak panah ke bawah untuk berpindah ke river station hilir dan mengklik tombol anak panah ke atas untuk berpindah ke river station dulu.

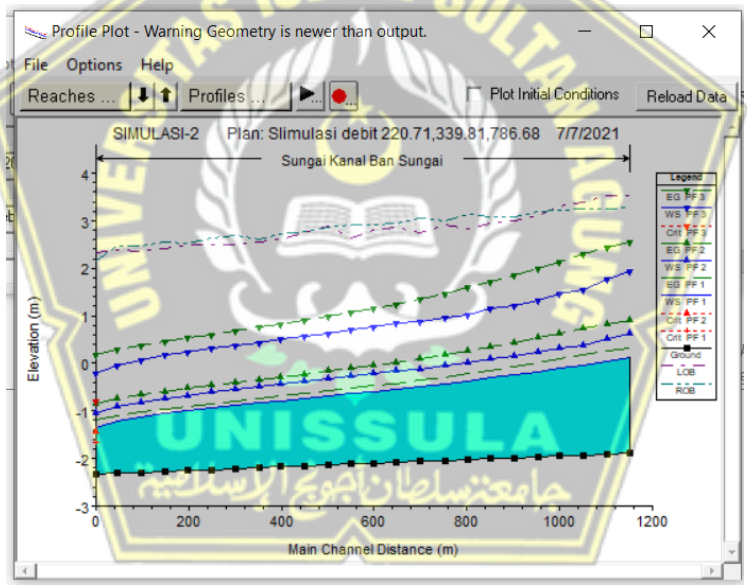


Gambar 2.28 Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Saluran Hasil Analisis Hidraulika Dengan *HEC-RAS*

- Grafik hasil hitungan dapat dicopi kedalam clipboard untuk disisipkan ke dalam dokumen, misal MS Word. Pilih menu **File → Copy Plot to Clipboard**
- Dari hasil cross section di atas diperoleh gambaran muka air tertinggi pada penampang melintang sungai. Gambar 2.28 merupakan cross section pada River Sta 32 yang mana diperoleh tinggi muka air banjir sebesar 0.13 dpl, 0.61 dpl dan elevasi 1.95 dpl dan tidak melebihi elevasi tanggul.

b) Output *Long Section*

- Pili menu **View → Water Surface Profile**s untuk menampilkan *ouput long section*
- Tampilan grafik dapat diubah melalui pilihan-pilihan yang disediakan di menu **Options.**
- Jika gambar terlalu kecil, dapat diubah pada bagian **Options → Scaling**



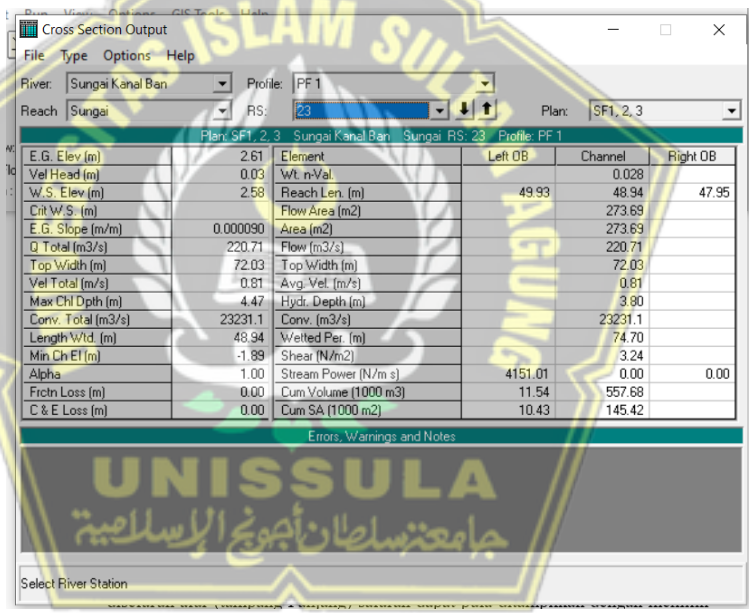
Gambar 2.29 Tampilan Grafis Air Pada Penampang Memanjang Seluruh Sungai Hasil Analisis Hidraulika Dengan *HEC-RAS*

- Dari hasil profil memanjang di atas diperoleh gambaran muka air tertinggi pada penampang melintang sungai. Gambar 2.29 merupakan profil memanjang pada sepanjang sungai mana dengan input Qmax 220.71 m^3/detik , 339.81 m^3/detik dan 786.68 m^3/detik diperoleh tinggi muka air banjir sebesar 0.13 dpl, 0.61 dpl dan elevasi 1.95 dpl dan tidak melebihi elevasi tanggul.
-

c) *Output* Hitungan Dalam Bentuk Tabel

Hasil hitungan dalam bentuk tabel dapat dilakukan untuk menampilkan rincian nilai-nilai parameter hidraulika di sebuah tampang melintang, rincian nilai-nilai parameter hidraulika di sepanjang alur (profil Panjang), serta catatan, kesalahan, atau peringatan yang muncul dalam proses hitungan. Tabel yang terakhir ini bermanfaat untuk melacak kesalahan yang terjadi dalam proses hitungan. Kesalahan, yang mengakibatkan proses hitungan berhenti, sering terjadi dalam tahap awal pemodelan sistem sungai/saluran yang kompleks. Dibawah ini disampaikan Langkah-langkah untuk menampilkan hasil dalam bentuk tabel.

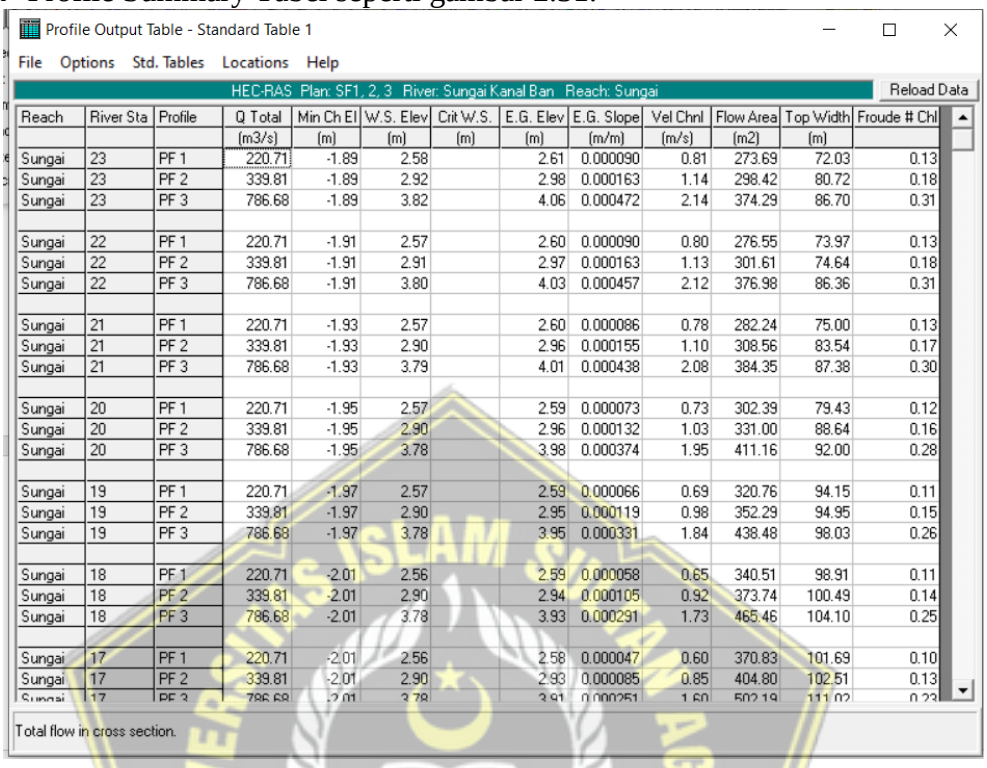
- Pilih menu **View → Detailed Output Tables** untuk menapilkan output hitungan dalam bentuk tabel.



Gambar 2.30 Tampilan *Output* Tabel *Cross Section* Pada *HEC-RAS*

- Penulis dapat memilih profil maupun tampang lintang yang ditampilkan dengan mengklik tombol **Profiles** atau **RS.**
- Tabel dapat direkam ke dalam clipboard dengan memilih menu File → Copy to Clipboard (Data and Headings), untuk kemudian dapat disisipkanke dalam program aplikasi lain, missal ke dalam MS Word.

- Selain tabel hasil hitungan di sebuah tampang lintang, tabel hasil hitungan diseluruh alur (tampang Panjang) saluran dapat pula ditampilkan dengan memilih menu View → Profile Summary Tabel seperti gambar 2.31.



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: SF1, 2, 3 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai

Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	220.71	-1.89	2.58		2.61	0.000090	0.81	273.69	72.03	0.13
Sungai	23	PF 2	339.81	-1.89	2.92		2.98	0.000163	1.14	298.42	80.72	0.18
Sungai	23	PF 3	786.68	-1.89	3.82		4.06	0.000472	2.14	374.29	86.70	0.31
Sungai	22	PF 1	220.71	-1.91	2.57		2.60	0.000090	0.80	276.55	73.97	0.13
Sungai	22	PF 2	339.81	-1.91	2.91		2.97	0.000163	1.13	301.61	74.64	0.18
Sungai	22	PF 3	786.68	-1.91	3.80		4.03	0.000457	2.12	376.98	86.36	0.31
Sungai	21	PF 1	220.71	-1.93	2.57		2.60	0.000086	0.78	282.24	75.00	0.13
Sungai	21	PF 2	339.81	-1.93	2.90		2.96	0.000155	1.10	308.56	83.54	0.17
Sungai	21	PF 3	786.68	-1.93	3.79		4.01	0.000438	2.08	384.35	87.38	0.30
Sungai	20	PF 1	220.71	-1.95	2.57		2.59	0.000073	0.73	302.39	79.43	0.12
Sungai	20	PF 2	339.81	-1.95	2.90		2.96	0.000132	1.03	331.00	88.64	0.16
Sungai	20	PF 3	786.68	-1.95	3.78		3.98	0.000374	1.95	411.16	92.00	0.28
Sungai	19	PF 1	220.71	-1.97	2.57		2.59	0.000066	0.69	320.76	94.15	0.11
Sungai	19	PF 2	339.81	-1.97	2.90		2.95	0.000119	0.98	352.29	94.95	0.15
Sungai	19	PF 3	786.68	-1.97	3.78		3.95	0.000331	1.84	438.48	98.03	0.26
Sungai	18	PF 1	220.71	-2.01	2.56		2.59	0.000058	0.65	340.51	98.91	0.11
Sungai	18	PF 2	339.81	-2.01	2.90		2.94	0.000105	0.92	373.74	100.49	0.14
Sungai	18	PF 3	786.68	-2.01	3.78		3.93	0.000291	1.73	465.46	104.10	0.25
Sungai	17	PF 1	220.71	-2.01	2.56		2.58	0.000047	0.60	370.83	101.69	0.10
Sungai	17	PF 2	339.81	-2.01	2.90		2.93	0.000085	0.85	404.80	102.51	0.13
Sungai	17	PF 3	786.68	-2.01	3.78		3.91	0.000251	1.60	502.19	111.02	0.23

Total flow in cross section.

Gambar 2.31 Tampilan Tabel Hasil Analisa Hidraulika Keseluruhan Station Pada *HEC-RAS*

- Penulis dapat memilih salah satu dari beberapa jenis tabel yang disediakan pada menu **Std. Tables.**
- Pemakai dapat membuat tabel sendiri. Pilih menu Option → Define Table untuk Menyusun butir-butir parameter aliran yang ingin ditampilkan dalam tabel. Perekaman tabel ke dalam clipboard juga dapat dilakukan, yaitu melalui **File → Copy to Clipboard.**

2.10 Kajian Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain :

1. Pengaturan Operasi Pintu Bendung Gerak Sembayat Di Kabupaten Gresik Untuk Mengendalikan Tinggi Muka Air Hulu. (Rafiuddin, Priyantoro, & Sisinggih, 2016)
2. Flow Transitions In Bridge Backwater Analysis. (Hunt, Brunner, & Larock, 1999)

3. Experimental Backwater Analysis Around Bridge Waterways. (Seckin & Atabay, 2005)
4. Analisis Pengendalian Sedimentasi Muara Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang. (Wahyudi, Bisri, & Sisinggih, 2016)
5. Analisis Kapasitas Penampang Banjir Kanal Barat Kota Semarang Untuk Perencanaan Pengendalian Banjir. (Prakasa, Anggoro, Kadir, & Falah, 2013)
6. Kajian Efektifitas Pengendalian Banjir Di Das Garang. (Reseda, Darsono, & Suharyanto, 2012)
7. Analisis *backwater* pada bendung gerak kanal banjir barat di kota semarang. (Intan, S. Imam, & Soedarsono, 2019)

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini dapat ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu

NO	PENELITI	METODOLOGI	HASIL
1.	Cahyono Islan Setiono Lanaria Pangestu	Menggunakan metode empiris, yaitu Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dan analisis program HEC-RAS serta *buffering* dari aplikasi SIG	Peta terdampak banjir untuk antisipasi pencegahan pada daerah yang terdampak banjir.
2.	Ifiginia Purwanti Sri Pudjiastuti	Menggunakan metode empiris, yaitu Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, pemodelan sungai serta penelusuran kenaikan muka air banjir dengan menggunakan program HEC-RAS	Perhitungan dimana pasang surut tidak mempengaruhi kenaikan muka air banjir sampai di hulu Sungai Palu dan didapatkan penampang terjauh yang terkena dampak air balik *(backwater)*
3.	Ahmad Zah Rafiuddin Dwi Priyantoro	Analisis hidrolika dan operasi pintu Bendung Gerak	Menghasilkan pola operasi pintu flap gate dan pintu

NO	PENELITI	METODOLOGI	HASIL
	Dian Sisinggih	Sembayat menggunakan perhitungan analitik dan simulasi operasi pintu menggunakan debit kala ulang dengan Metode Gumbel.	utama *(sluice gate)* Bendung Gerak Sembayat sehingga muka air di hulu dapat terjaga dan kondisi hilir Bendung Gerak Sembayat akibat dari pasang surut air laut dan debit aliran yang melewati pintu Bendung Gerak Sembayat.
4.	John Hunt Gary W. Brunner Bruce E. Larock	Menggunakan program HEC-RAS 1D dan Program 2D Hidrodinamika dengan RMA-2 untuk mensimulasikan kejadian banjir.	Rekomendasi spesifik untuk aplikasi penelitian ini dalam pemodelan dan informasi umum dalam penerapan model komputer 1D.
5.	Galip Seckin Serter Atabay	Menggunakan program ISIS dan HEC-RAS dengan 6 (enam) metode, antara lain : metode energi, metode momentum, metode WSPRO, metode Yarnell, metode USBPR, dan metode jembatan lengkung	Metode energi mampu mensimulasikan nilai *backwater* lebih akurat daripada metode lainnya.
6.	Puguh Wahyudi Muhammad Bisri Dian Sisinggih	Metode yang digunakan untuk menentukan tinggi gelombang adalah dengan distribusi *Fisher-Tippet* tipe 1 dan distribusi Weibull Perhitungan angkutan sedimen dengan Metode *Fluks*	Muara Sungai Banjir Kanal Barat memiliki mulut sungai yang tidak stabil dan sistem penanganan yang terbaik untuk penanganan sedimentasi di Muara Banjir Kanal Barat adalah

NO	PENELITI	METODOLOGI	HASIL
		Energi dan analisis dengan Metode Engelund dan Hansen.	bangunan *jetty* di kedua sisi muara.
7.	Reza Juan Prakasa, Ridho Anggoro, Abdul Kadir, Al Falah	Menggunakan program HEC-RAS dan HEC-HMS	Didapatkan debit rencana dengan program HEC-HMS dan dengan program HEC-RAS dihasilkan bahwa terjadi limpas air sehingga terdapat rekomendasi solusi penanganan dengan peningkatan kapasitas sungai.
8.	Arbor Reseda	Menggunakan program HEC-RAS dan HEC-HMS	Waduk Garang dan Waduk Mundingan adalah tampungan yang efektif dalam meredam debit banjir serta pelaksanaannya dinilai efektif terhadap biaya, sosial dan lingkungan. Luas genangan dan volume genangan pada tampungan berbanding lurus dengan peredaman banjir.
9	Nurcahyani, Intan	Analisis hidrolika untuk penelusuran kenaikan muka air di hulu bendung dengan menggunakan software HEC-RAS	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada evaluasi terhadap dimensi sungai dengan menggunakan Q50, sebelum adanya normalisasi masih terjadi

NO	PENELITI	METODOLOGI	HASIL
			limpas di hulu Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang dan pada kondisi Kanal Banjir Barat setelah dinormalisasi, aman dan tidak terjadi limpas di hulu Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang. Hasil evaluasi untuk operasional bendung, dengan keadaan Kanal Banjir Barat saat ini yang penuh sedimentasi, bendung karet harus dikempisan ketika elevasi di Bendung Simongan telah mencapai +1.40 diatas mercu Bendung Simongan. Beberapa Inlet drain tenggelam akibat naiknya muka air banjir *(backwater)* setelah pembangunan Bendung Gerak Kanal Banjir Barat.
10	Eko Pudjo Nugroho	Analisa Pola Operasional pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat di Kota Semarang	Didapatkan simulasi dengan program HEC-RAS pola operasional pintu/span Bendung Gerak dengan 3 (tiga) skenario. Skenario I (Siap), Skenario II (Siaga) da Skenario III (Awas)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

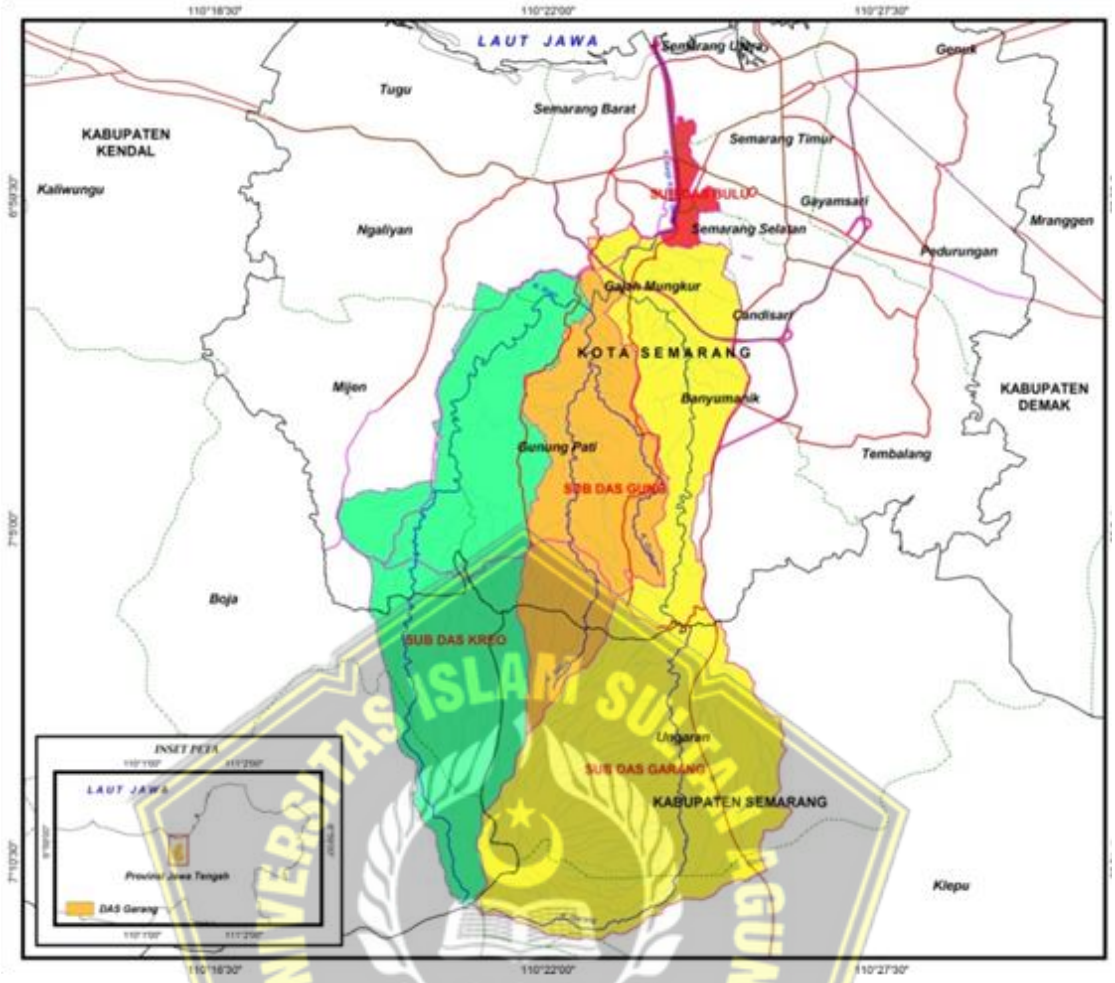
3.1 Gambaran Umum Studi

Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang secara administrasi terletak pada garis perbatasan Kecamatan Semarang Barat dan Semarang Utara (Kelurahan Panggung Lor, Semarang Utara dan Kelurahan Krobokan, Semarang Barat) Kota Semarang. Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang merupakan bendungan tipe karet dengan *steel gate* sebagai pelindungnya serta mempunyai bentang 155 meter.

Gambar 0.1 Layout Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Kota Semarang

Bendung Gerak Kanal Banjir Barat terletak pada Sungai Kanal Banjir Barat yang merupakan hilir dari Das Garang yang mempunyai luas 200, 17 km^2 . DAS Garang terdiri dari empat sub DAS yaitu :

a) Sub DAS Bulu dengan luas 3,43 km^2.
b) Sub DAS Garang dengan luas 94,56 km^2.
c) Sub DAS Kripik dengan luas 37,50 km^2.
d) Sub DAS Kreo dengan luas 64,67 km^2.



Gambar 0.2 Peta Kanal Banjir Barat (merah), Sub DAS Garang (Kuning), Sungai Kreo (Hijau) dan Sungai Kripik (Oranye)

Sungai Garang dan Kanal Banjir Barat dipisahkan oleh Bendung Simongan, dimana Bendung Simongan merupakan suatu bendung tetap dengan bangunan pengambil dan pembilas di sisi kiri dan kanan. Bendung ini berfungsi sebagai penyadap utama air baku PDAM dan penggelontoran Semarang menyalurkan air ke Kali Semarang dan Saluran Tawang.

3.2 Skema System dan Deskripsi

Deskripsi *Spillway Gate* dirancang untuk mengatur elevasi air di hulu dengan menaikan atau menurunkan pintu besi dan untuk melakukan kembang (*inflate*) atau kempes (*Deflate*) karet air *Bladders* yang terletetak di bawah steel gate panel.

6. Kondisi mengembang (*inflate*) yang berfungsi untuk membendung muka air hulu sehingga bermanfaat untuk air bersih dan sebagai sarana olah raga mau pun intrusi air laut
7. Kondisi mengempis (*deflate*) yang berfungsi untuk meniadakan pembendungan ketiga terjadi debit besar dengan elevasi muka air melampaui batas tertentu, sehingga bisa menghindari peningkatan ancaman banjir akibat bendung

3.2.1 Pola Pengoperasian

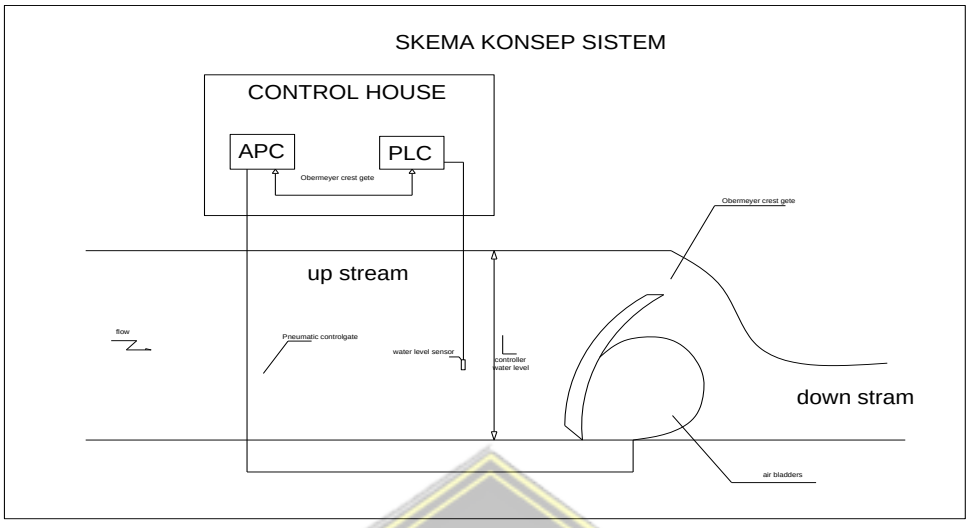
Pada dasarnya pengoperasian bendung karet untuk proses mengembang *(inflate)* dan mengempis *(deflate)* disesuaikan dengan kebutuhan. Adapun ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan dalam pengoperasian bendung yang dimaksud untuk menjaga bangunan aman terhadap gaya dan gerusan yang di timbulkan oleh aliran antara lain

a. Tinggi pelimpah maksimal di atas ambang bendung karet adalah 50 cm
b. Urutan pengoperasian pintu bendung (mengembang / *inflate*)

   Proses ini dilakukan dengan menutup pintu 2 dan 3 terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan menutup pintu 1 dan 4. Adapun tujuan pengoperasian adalah agar air sungai dapat mengalir lurus ke arah hilir, sehingga tidak menyebabkan gerusan pada tebing sungai
c. Membuka pintu bendung (mengempiskan / *deflate*)

   Proses ini dilakukan dengan membuka pintu 1 dan pintu 2 terlebih dahulu kemudian dilanjukan dengan membuka pintu 2 dan 3. Tujuan pembukaan pintu yang dilakukan dengan urutan tersebut sama dengan proses penutupan pintu yaitu agar aliran air sungai dapat mengalir lurus ke arah hilir sehingga tidak menyebabkan gerusan pada tebing sungai.

3.2.2 Skema Sistem Bendung



Gambar 3.3 Gambar Skema Sistem Bendungan

Keterangan :

Obermayer Spillway Gate dirancang untuk mengatur elevasi air di hulu dengan menaikan atau menurunkan pintu besi dan untuk melakukan kembang atau kempis karet air *bladders* yang terletak di bawah *stell gate* panel.

Sistem terdiri dari komponen-komponen berikut yang termasuk di dalam urutan di bawah ini

1. *The steel crest gate panels* dipasang langsung berhadapan dengan air di hulu sungai yang tingginya di rancang mengikuti elevasi air yang diinginkan
2. *Air Bladders:* terbuat dari karet istimewa yang digunakan untuk menaikan atau menurunkan *gate* panel yang di pasang di atasnya
3. *Water level transducer* : untuk mengetahui elevasi air di hulu untuk di baca pada PLC
4. PLC *(Programmebel Logic Controller)* : ini adalah otak dari sistem yang dapat membuat sensor membaca elevasi air dihulu dan membandingkan dengan set-point yang dibuat oleh operator dan kemudian mengontrol elevasi air dengan memberi perintah pada APC untuk mengembang atau mengempiskan *bladders.*
5. APC *(Air Pneumatic Control)* : adalah control mekanik dari sistem yang melaksanakan perintah dari PLC untuk Mengembangkan/Mengempiskan karet dengan mengkonversikan sinyal elektrikal menjadi sinyal pneumatic menggunakan *solenoid*

velves dan *piston valves*. Ini juga dapat di gunakan dengan control manual untuk mengembangkan/mengempiskan menggunakan *ball valves.*

3.3 Definisi Parameter Operasional

a) Debit air

Debit atau besarnya aliran sungai adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (l/det, /det).

Adapun rumus debit sungai adalah sebagai berikut :

$$Q = (A \times V) \quad (3.1)$$

Dimana :

Q = Debit (m3/det)

A = Luas bagian penampang basah (m2)

V = Kecepatan rata-rata pada ruas penampang basah (m/det)

Pelaksanaan penelitian untuk pengukuran debit menggunaan alat ukur arus aliran yaitu Current meter. (Sahabuddin, Harisuseno, & Yuliani, 2014)

b) Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah jarak yang mampu ditempuh oleh partikel zat cair dalam satuan waktu tertentu. Selama penentuan kecepatan pada sejumlah titik pada penampang melintang saluran dapat dipakai untuk menentukan debit aliran maka pengukuran kecepatan memegang peranan penting pada pengukuran aliran. Pada umumnya dipakai alat ukur dimana kecepatan tidak diukur langsung melainkan dengan jalan mengadakan pengukuran suatu kuwantitas yang ada hubungannya dengan kecepatan seperti pada alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tabung pitot. Dengan menggunakan rumus *Bernoulli* didapatkan persamaan :

$$V = \sqrt{2g\Delta h} \quad (3.2)$$

Dimana:

V = kecepatan (ft/det atau m/det atau cm/det)

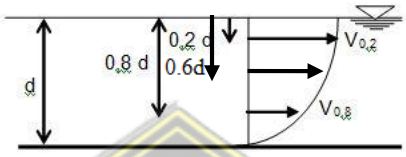
g = percepatan gravitasi (m/det2)

Δh = tinggi tekanan akibat kecepatan (m)

- Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan metode tiga titik

  Metode tiga titik

  Metode ini merupakan gabungan antara cara satu titik dengan cara dua titik.



Gambar 3.4 Grafik Kecepatan Rata-Rata dengan Metode 3 Titik

Kecepatan rata-rata tiap vertikal diperoleh dengan merata-ratakan hasil pengukuran pada 0.2 dan 0.8 kedalam aliran kemudian hasil rata-ratanya dirata-ratakan lagi dengan hasil pengukuran pada 0.6 kedalaman aliran, yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$V = \frac{U_{0.2}+U_{0.6}+U_{0.8}}{3} \; atau \qquad (3.3)$$

$$V = \left[\frac{\left(\frac{U_{0.2}+U_{0.8}}{2}\right)+U_{0.6}}{2}\right] \qquad (3.4)$$

Pengukuran kecepatan aliran dalam saluran terbuka menggunakan koefisien Manning: (Bambang Triatmodjo, 2003) yaitu Pengukuran kecepatan Aliran secara tidak langsung

V = 1/n x R2/3 x S1/2 (3.5)

R = $\frac{A}{P}$ (3.6)

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

R = Jari – jari hidrolis (m)

S = Kemiringan energy

n = Koefisien kekasaran manning

A = Luas penampang basah saluran (m)

P = Keliling basah saluran

c) Level Air Sungai

Level air sungai adalah elevasi permukaan air pada suatu penampang melintang sungai terhadap suatu titik tetap yang elevasinya telah diketahui. level air biasanya dinyatakan dalam satuan meter (m).

Untuk analisa hidrologi, data level air digunakan sebagai dasar perhitungan debit setelah dibuat pola hubungan antara level air dan debit hasil pengukuran debit yang dilakukan secara berkala, yang mencakup pengukuran debit pada muka air rendah sampai tinggi. (Yusniati & Yusuf, 2018)

Sedangkan cara pengukuran debit sungai dengan metode debit langsung adalah dengan mengukur kecepatan arus menggunakan *Currentmeter* tipe *price* yang terdiri atas 6 (enam) buah piala konis yang berputar terhadap sumbu vertikal. Pada air yang dalam, alat ini dapat digantungkan di jembatan, cable car atau perahu dengan sebuah kabel yang berfungsi sebagai konduktor untuk mentransmisikan kontak-kontak listrik yang dihasilkan oleh roda mangkuk ke suatu alat penghitung atau counter yang digunakan oleh hidrografer yang bersangkutan. Pada air yang dangkal, alat ini cukup dipasangkan pada suatu tongkat untuk pengukuran dengan cara menyeberang (Sasongko, 1994).

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Data Primer

Data primer yang akan dipakai pada penelitian adalah :

a) Observasi kondisi sungai, bendung dan pintu/span yang di lokasi penelitian.
b) Wawancara/survei pada petugas pintu/span bendung berkaitan dengan operasional bukan pintu/span bendung gerak.
c) Data tinggi bukaan pintu/span bendung gerak

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari instansi – instansi yang memiliki data yang relevan. Data sekunder yang diperlukan antara lain meliputi :

a) Data curah hujan,
b) Data potongan melintang dan memanjang sungai kanal banjir barat yang terkait dengan penelitian ini,
c) Data historis debit banjir rencana dan beberapa catatan debit banjir terbesar yang pernah terjadi di lokasi studi,
d) Potongan melintang bangunan melintang sungai seperti tubuh bendung gerak dan pilar,
e) Data debit limpasan bendung Simongan,
f) Peta DAS
g) Data pendukung lain yang relevan.

3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Dengan melakukan simulasi banjir siaga satu/siap (dengan Q max 220,71 m^3/s), Siaga II / Siaga (dengan Q max 339,81 m3/s) dan Siaga III / Awas (dengan Q max 786,86 m3/s) menggunakan kondisi eksisting maupun kondisi rencana berdasarkan skenario-skenario yang telah dibuat, peneliti terlebih dahulu melakukan kalibrasi dengan membandingkan data yang ada dengan kejadian aktual di lapangan.

Kemudian Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji kondisi eksisting Kanal Bajjir Barat pada kondisi rencana sesuai dengan skenario-skenario yang akan diteliti pada kegiatan ini. Yang dimaksud kondisi eksisting adalah Banjir Kanal Barat hingga Bendung Simongan kondisi saat ini. Yang dimaksud kondisi rencana adalah Banjir Kanal Barat hingga Bendung Simongan telah dinormalisasi

Peneliti akan menghitung kapasitas sungai akibat bendung gerak dengan mempertimbangkan debit yang mengalir di Bendung Simongan.

Kondisi yang akan diteliti adalah berdasarkan skenario-skenario sebagai berikut:

1) **Skenario 1**) Kondisi banjir dengan Qmax 220,71 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas

   Pada skenario 1, Analisis dengan program *HEC-RAS* masih berupa simulasi aliran dengan kondisi sungai di bendung Simongan Siaga I

2) **Skenario 2**) Kondisi banjir dengan Qmax 339,81 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas

- Pada skenario 2, Analisis dengan program *HEC-RAS* masih berupa simulasi aliran dengan kondisi sungai di bendung Simongan Siaga II

3) **Skenario 3**) Kondisi banjir dengan Qmax 786,86 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas

- Pada skenario 3, Analisis dengan program *HEC-RAS* masih berupa simulasi aliran dengan kondisi sungai di bendung Simongan Siaga III
- Bendung beroperasi (karet dikembungkan) sehingga untuk *"inline structure"* di input dengan elevasi pembendungan maksimal.

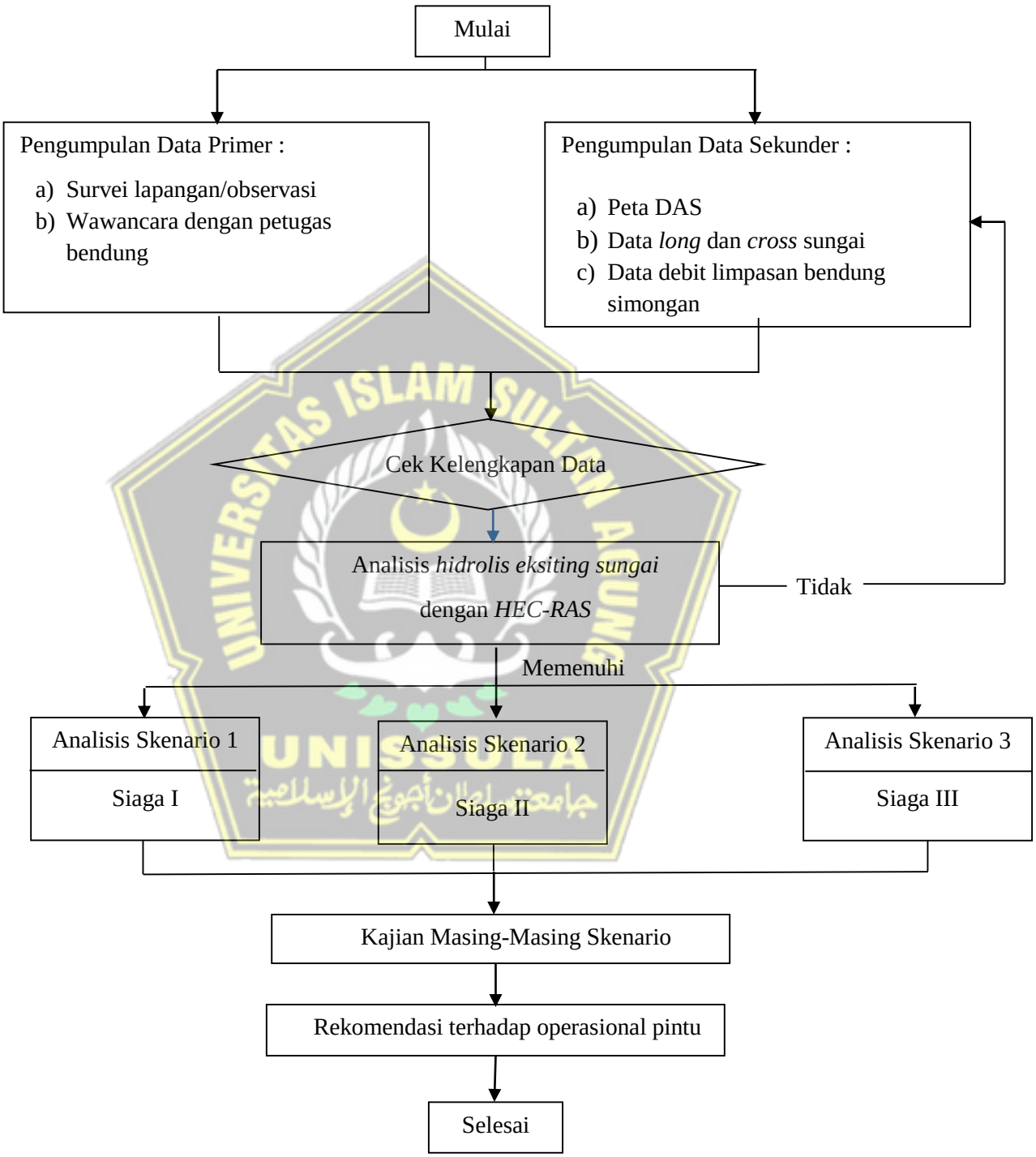
Tabel 3.1 Debit Limpasan BendungSimongan

Elevation	Height (H) from Crest Weir	Discharge Simongan Weir	Warning
(m)	(m)	(m³/s)	
5,28	0,00	0,00	Siaga I (Siap)
5,38	0,10	3,80	
5,48	0,20	10,75	
5,58	0,30	19,74	
5,68	0,40	30,39	
5,78	0,50	42,48	
5,88	0,60	55,84	
5,98	0,70	70,36	
6,08	0,80	85,97	
6,18	0,90	102,58	
6,28	1,00	120,14	
6,38	1,10	138,61	
6,48	1,20	157,93	
6,58	1,30	178,08	
6,68	1,40	199,02	
6,78	1,50	220,71	
6,88	1,60	243,15	Siaga II (Siaga)
6,98	1,70	266,30	
7,08	1,80	290,14	
7,18	1,90	314,65	
7,28	2,00	339,81	

Elevation	Height (H) from Crest Weir	Discharge Simongan Weir	Warning
(m)	(m)	(m³/s)	
7,38	2,10	365,61	Siaga III (Awas)
7,48	2,20	392,04	
7,58	2,30	419,07	
7,68	2,40	446,70	
7,78	2,50	474,90	
7,88	2,60	503,68	
7,98	2,70	533,02	
8,08	2,80	562,90	
8,18	2,90	593,32	
8,28	3,00	624,28	
8,38	3,10	655,75	
8,48	3,20	687,73	
8,58	3,30	720,22	
8,68	3,40	753,21	
8,78	3,50	786,68	

(Sumber : Proyek Induk Jratun Seluna)

Dalam melakukan proses pengumpulan data peneliti akan menggunakan data primer dan data sekunder sebagai data penelitian. Untuk melaksanakan kegiatan penelitian "*Analisa Pola Operasional Pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat di Kota Semarang*" secara keseluruhan dijabarkan dalam tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut :



Gambar 0.5 Bagan Alir *(Flowchart)* Penelitian

3.6 Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan analisis hidrolika dengan bantuan program *HEC-RAS* 4.1.0. Analisis hidrolika dilakukan untuk penelusuran banjir pada alur sungai menggunakan pemodelan matematik dalam beberapa skenario. Berikut ini beberapa teknik analisis data yang akan digunakan :

a) Data primer dari hasil pengukuran Kanal Banjir Barat Kota Semarang di input lengkap dengan koordinat dan elevasinya untuk mengetahui luas penampang basah sungai, kemiringan dasar sungai serta data-data hidraulik sungai yang diperlukan lainnnya.
b) Analisis pola aliran dengan menggunakan metode aliran tetap menggunakan perangkat lunak *HEC-RAS* 4.1.0.
c) Alur sungai yang dianalisis adalah sebagai berikut :
   - Lokasi Bendung Gerak Kanal Banjir Barat hingga Bendung Simongan
d) Analisis hidraulik aliran tetap menggunakan perangkat lunak *HEC-RAS* 4.1.0

   Dari analisis tersebut, dapat diketahui Pola Operasional Bendung Gerak Kanal Banjir Barat sesuai dengan beberapa skenario yang telah direncanakan.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Dalam penelitian ini data hidrologi menggunakan data sekunder (Data Debit Limpasan Bendung Simongan), yang sudah dilakukan oleh konsultan perencana Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, yaitu perhitungan debit yang melewati pintu pelimpah Bendung Simongan. Perhitungan dengan menggunakan kala ulang Q50 tahun yang digunakan untuk perencaan desain/normalisasi sungai Kanal Banjir Barat. Perhitungan debit yang melewati pelimpah menggunakan persamaan adalah sebagai berikut :

$$Q = CBH^{1.5} = 1.57 \times 64.6 \times (H)^{1.5} + 1.8 \times 10.4 \times (H)^{1.5} \quad (4.1)$$

Dimana : Q = Debit (m^3/detik)

C = Koefisien debit

B = Lebar pelimpah (m)

H = Kedalaman pelimpah

Tabel 4.1 Data Debit Limpasan Bendung Simongan

DISCHARGE OF SIMONGAN WEIR			
Elevation (m)	Height (H) from Crest Weir (m)	Discharge Simongan Weir (m3/sec)	Data Record
$Q = CBH^{1.5} = 1.57 \times 64.6 \times (H)^{1.5} + 1.8 \times 10.4 \times (H)^{1.5}$			
5.28	0.00	0.00	
5.38	0.10	3.80	
5.48	0.20	10.75	
5.58	0.30	19.74	
5.68	0.40	30.39	
5.78	0.50	42.48	
5.88	0.60	55.84	
5.98	0.70	70.36	
6.08	0.80	85.97	
6.18	0.90	102.58	
6.28	1.00	120.14	
6.38	1.10	138.61	
6.48	1.20	157.93	
6.58	1.30	178.08	
6.68	1.40	199.02	
6.78	1.50	220.71	
6.88	1.60	243.15	
6.98	1.70	266.30	
7.08	1.80	290.14	
7.18	1.90	314.65	8-Feb-09
7.28	2.00	339.81	
7.38	2.10	365.61	
7.48	**2.20**	**392.04**	**9-Nov-10**

DISCHARGE OF SIMONGAN WEIR			
Elevation (m)	Height (H) from Crest Weir (m)	Discharge Simongan Weir (m3/sec)	Data Record
$Q = CBH^{1.5} = 1.57 \times 64.6 \times (H)^{1.5} + 1.8 \times 10.4 \times (H)^{1.5}$			
7.58	2.30	419.07	
7.68	2.40	446.70	
7.78	2.50	474.90	
7.88	2.60	503.68	
7.98	2.70	533.02	
8.08	2.80	562.90	
8.18	2.90	593.32	
8.28	3.00	624.28	
8.38	3.10	655.75	
8.48	3.20	687.73	
8.58	3.30	720.22	
8.64	**3.36**	**740.00**	**Design**
8.68	3.40	753.21	
8.78	3.50	786.68	
Elevation of Crest of Weir = 5.28 m			
Elevation of Operating Deck (Existing) = 8.50 m			
Elevation of Operating Deck (Design) = 9.50 m			

(Sumber : Proyek Induk Jratun Seluna

Persamaan (4.1) diatas juga digunakan untuk perhitungan debit *flape gate* dalam kajian Studi Evaluasi Pengoprasian Pintu Bendung Gerak Untuk Pengendali Banjir Di Kabupaten Bojonegoro dalam Jurnal Rekayasa Sipil/Vol.8. No.3-Februari 2020/ISSN 2337-7739

Berdasarkan pada Tabel 4.1 diatas diperoleh data tinggi elevasi 1.50 meter diatas bendung dengan diperoleh debit 220.71 m^3/detik (disebut siaga 1/siap), elevasi 2.0 meter diatas bendung diperoleh debit 339.81 m^3/detik (disebut siaga II/siaga), dan elevasi 3.50 meter diatas bendung diperoleh debit 786.68 m^3/detik (disebut siaga III/awas)

4.2 Analisa Data Hidraulika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang sungai dalam mengalirkan debit banjir rencana dengan berdasarkan debit limpasan Bendung Simongan. Dalam penelitian ini Analisa hidrolika dilakukan dengan menggunakan bantuan program *HEC-RAS.*

Debit yang digunakan sebagai *input* program *HEC-RAS* adalah debit limpasan Bendung Simongan yaitu 220.71 m^3/detik (siaga I), 339.81 m^3/detik (siaga II) dan 786.68 m^3/detik (siaga III) . Dari hasil data sekunder debit limpasan bendung Simongan, maka simulasi aliran dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak/software HEC-RAS 4.0 *(Hidroilik Engineering Center's-River Analysis System),* yaitu program model hidraulika yang dirancang untuk membuat simulasi aliran. Masukan *(input)* data yang dibutuhkan dalam program model hidraulika adalah :

a. Data geometri sungai
   2) Penampang memanjang *(long section)*
   3) Penampang melintang *(cross section)*
   4) Koefisien kekasaran sungai, n (*Manning)*

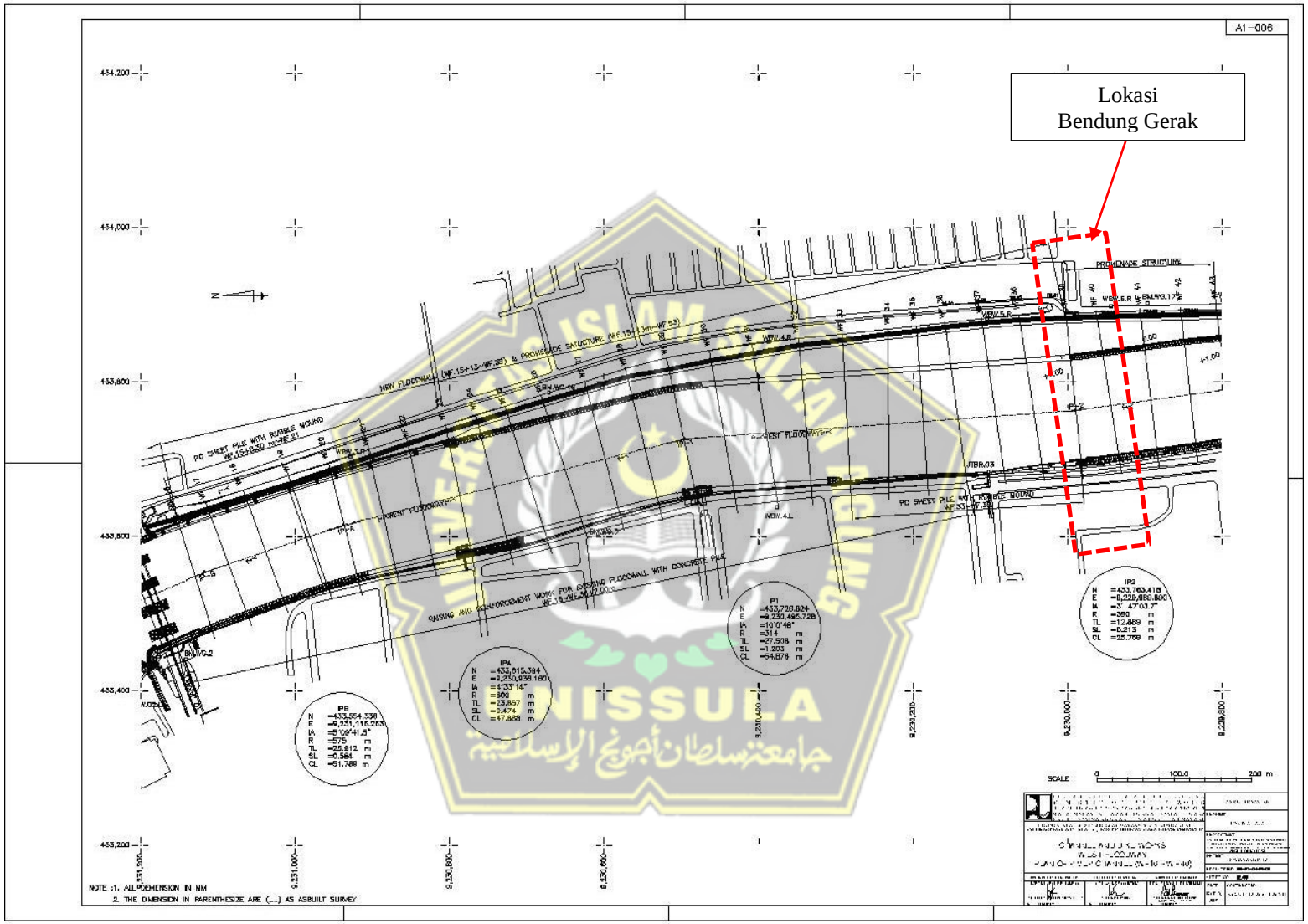
b. Data *unsteady flow*
   1) Hidrograf banjir *(flow hydrograph)*
   2) Kondisi awal
   3) Kondisi batas

Dari hasil simulasi aliran, dapat kapasitas penampang sungai Banjir Kanal Barat untuk menentukan bukaan pintu/panel dari nomor 1 sampai nomor 4, berapa bukaan pintu/panel yang diperlukan terutama saat terjadi banjir agar dampak banjir sungai baik bagian hulu dan hilir sungai sekecil mungkin.

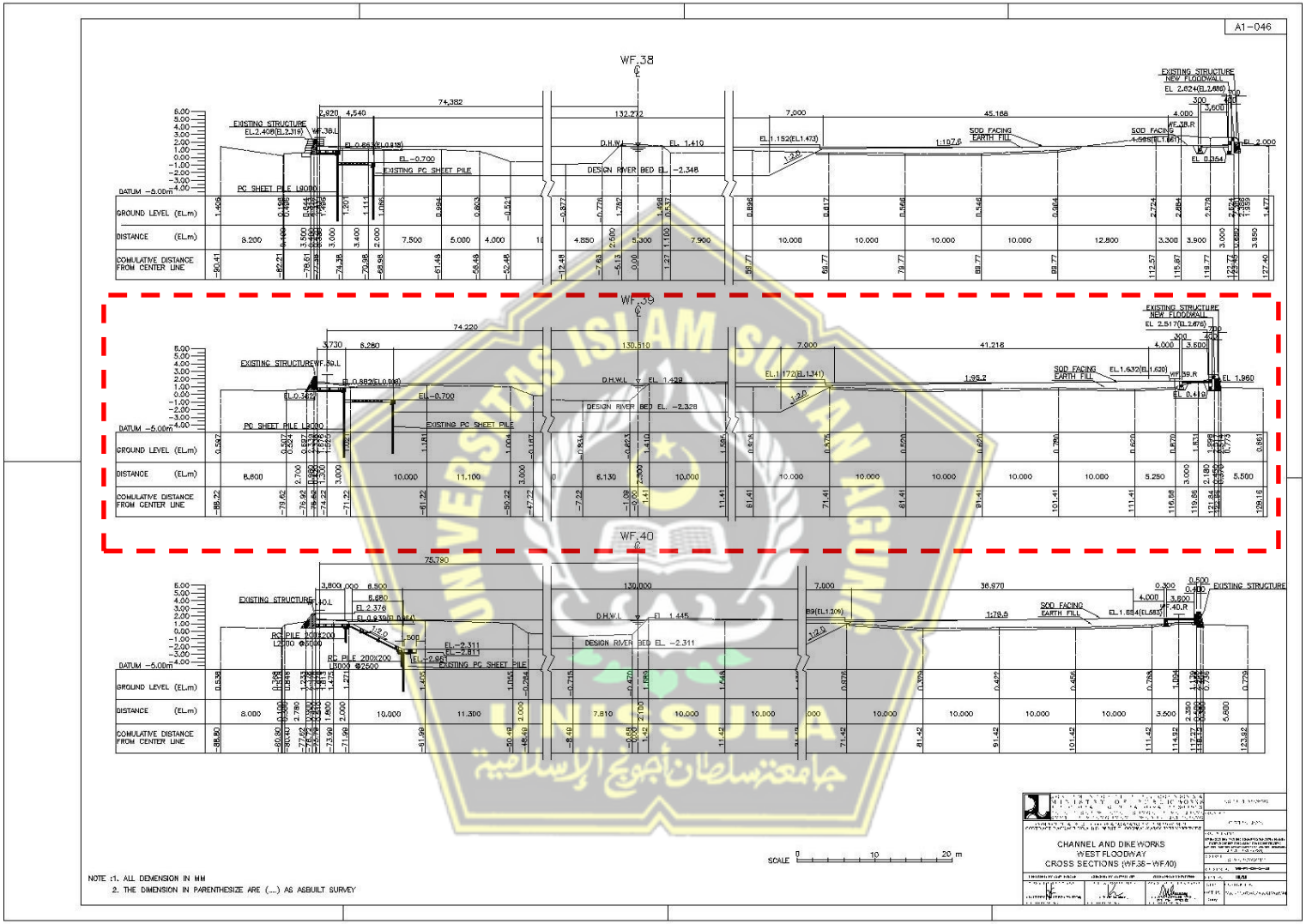
4.2.1 Data Penampang Sungai

Dalam penelitian ini alur sungai yang diambil dari segmen bendung Simongan sampai dengan segmen bendung Gerak Kanal Banjir Barat. Gambar situasi dan *cross section* sungai Kanal Banjir Barat, adalah sebagai berikut :

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Gambar 4.1 Contoh Situasi Lokasi Bendung Gerak



Gambar 4.2 Contoh *Cross Section* Sungai Kanal Banjir Barat
(Lokasi Bendung Gerak (KBB)

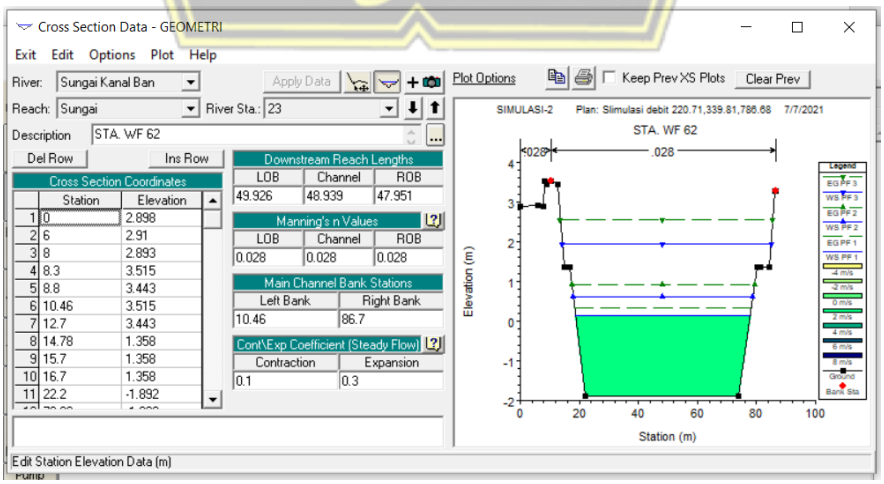
4.2.2 Pengecekan Kapasitas Penampang Sungai Menggunakan *HEC-RAS*

Berdasar data sekunder *cross section* penampang sungai Banjir Kanal Barat menunjukkan bahwa bentuk profil melintang sungai adalah trapesium. Bentuk penampang sungai melintang diperoleh dari hasil pengukuran kedalaman basah, lebar basah dan kemiringan sisi penampang melintang trapesium.

Nilai kekasaran sungai sangat bervariasi dan tergantung dari berbagai faktor, antara lain : kekasaran permukaan, ketidakaturan saluran, ukuran, bentuk saluran, dan tinggi muka air serta debit aliran. Menurut Chow (1997) dalam (Fasdarsyah 2016) suatu saluran tidak harus memiliki satu kekasaran saja untuk setiap keadaan. Kekasaran permukaan ditandai dengan bentuk dan ukuran butiran bahan yang membentuk luar permukaan basah dan menimbulkan efek hambatan pada aliran. Kooefien kekesaran sungai diperoleh berdasarkan persamaan *Manning.*

4.2.2.1 Simulasi Pemodelan Kondisi Sungai Tanpa Bendung

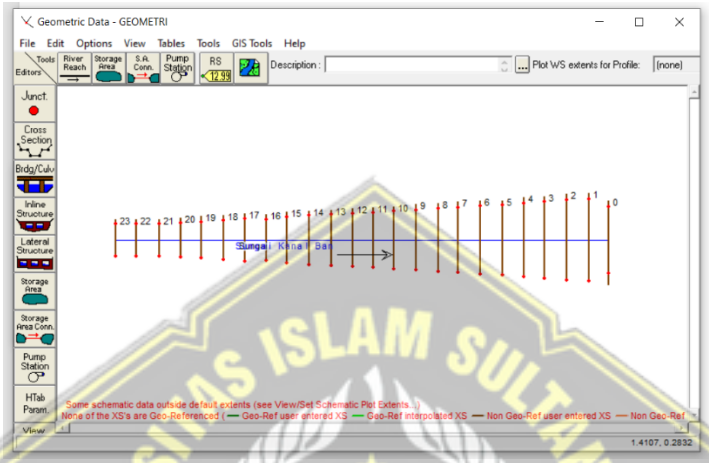
Pada simulasi pemodelan kondisi sungai tanpa bendung ini untuk mengentahui kapasitas penampang sungai dengan memodelkan geometri sungai dilokasi penelitian sebagai *river station* tanpa pelimpah/bendung. Padan simulasi pemodelan ini dimasukkan input data debit 3 (tiga) skenario secara bersamaan, Qmax 220.71 m^3/detik, Qmax 339.81 m^3/detik, Qmax 786.68 m^3/detik. Dari hasil simulasi tersebut didapatkan kondisi muka air pada *cross section*. Berikut disampaikan penampang sungai Kanal Banjir Barat yang ada di hulu pada *cross section* 23.



Gambar 4.3 Contoh *Cross Section* Penampang Sungai Kanal Banjir Barat
Hasil Pemodelan Softwer *HEC-RAS*
(Lokasi di Hulu River Stasiun 23)

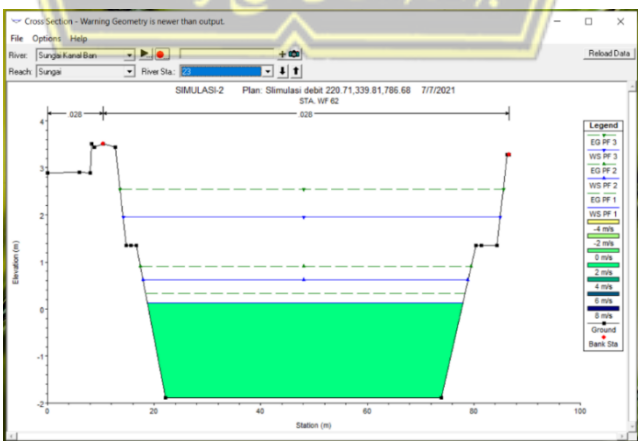
Dari hasil cross section di atas diperoleh gambaran muka air pada penampang melintang sungai. Gambar 4.3 merupakan *cross section* pada River Sta 32 yang mana pada simulasi pemodelan dengan memasukkan data debit Qmax 220.71 m^3/detik, Qmax 339.81 m^3/detik, Qmax 786.68 m^3/detik

panjang sungai yg digunakan sebagai input data *HEC-RAS* mempunyai 23 stasiun dan jarak antar stasiun 50 meter.



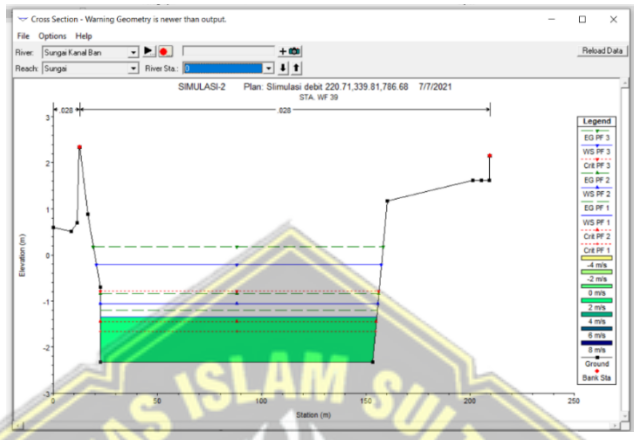
Gambar 4.4 Tampilan Geometri Sungai Kanal Banjir Barat
Hasil Pemodelan Softwer *HEC-RAS*
(Lokasi Penelitian)

Setelah *input* penampang *cross section* dan geometri data, kemudian di lakukan proses *running* menggunakan beberapa debit Q = 220.71 m^3/detik (siaga I), 339.81 m^3/detik (siaga II) dan 786.68 m^3/detik (siaga III), yang digunakan dengan tanpa memasukkan bangunan untuk mengetahui kapasitas penampang aliran air sungai. Berikut disampaikan hasil *running* dengan simulasi software *HEC-RAS*



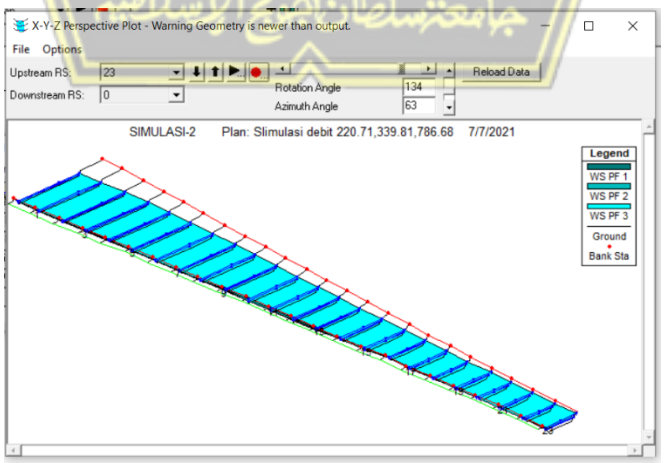
Gambar 4.5 Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai, Hasil Analisis Hidolika Dengan *Sofware HEC RAS*
(Lokasi Hulu River Stasiun 23)

Gambar 4.5 mempresentasikan kapasitas penampang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* diperoleh gambaran 3 (tiga) muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32. Dengan input debit Qmax 220.71 m^3/detik muka air banjir berada pada elevasi 0.13 dpl, Qmax 339.81 m^3/detik muka air berada pada elevasi +0.61 dpl dan Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air berada pada elevasi 1.95 dpl dan tidak melebihi elevasi tanggul.

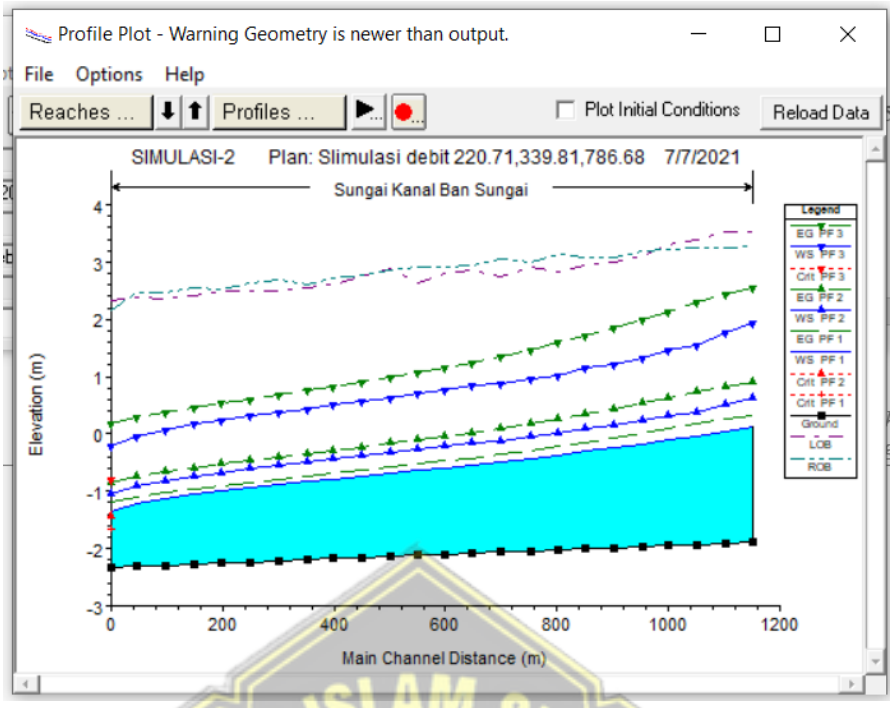


Gambar 4.6 Tampilan Grafis Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai, Hasil Analisis Hidolika Dengan *Sofware HEC-RAS* (Lokasi Hilir Stasiun 0)

Gambar 4.6 mempresentasikan kapasitas penampang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* diperoleh gambaran 3 (tiga) muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hilir River Sta 0. Dengan input debit Qmax 220.71 m^3/detik muka air berada pada elevasi -1.35 dpl, Qmax 339.81 m^3/detik tinggi muka air berada pada elevasi -1.06 dpl dan Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air berada pada elevasi -0.21 dpl.



Gambar 4.7 Tampilan Persepektif Hulu Sampai Dengan Hilir Penampang Sungai Hasil Analisis Hidrolika Dengan Software HEC-RAS Pada Qmax 220.71 m^3/detik, 339.81 m^3/detik dan Qmax 786.68 m^3/detik



Gambar 4.8 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sungai Kanal Banjir Barat, Dengan Qmax 220.71 m^3/detik, Qmax 339.81 m^3/detik, Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.8 mempresentasikan kapasitas penampang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* diperoleh gambaran 3 (tiga) muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hilir River Sta 0. Dengan input debit Qmax 220.71 m^3/detik diperoleh muka air banjir sebesar -1.35 dpl, 339.81 m^3/detik diperoleh muka air -1.06 dpl dan 786.68 m^3/detik diperoleh tinggi muka air elevasi -0.21 dpl.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/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 (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sungai	23	PF 1	220.71	-1.89	0.13		0.33	0.001319	1.97	112.28	59.16	0.46
Sungai	23	PF 2	339.81	-1.89	0.61		0.91	0.00153	2.41	140.98	60.93	0.51
Sungai	23	PF 3	786.68	-1.89	1.95		2.55	0.002012	3.44	228.99	70.78	0.61
Sungai	22	PF 1	220.71	-1.91	0.05		0.26	0.001487	2.04	107.98	58.73	0.48
Sungai	22	PF 2	339.81	-1.91	0.5		0.83	0.001742	2.52	135.1	60.41	0.54
Sungai	22	PF 3	786.68	-1.91	1.78		2.44	0.002425	3.6	218.26	72.37	0.66
Sungai	21	PF 1	220.71	-1.93	-0.05		0.18	0.001629	2.09	105.56	59.46	0.5
Sungai	21	PF 2	339.81	-1.93	0.39		0.73	0.001925	2.58	131.62	61.06	0.56
Sungai	21	PF 3	786.68	-1.93	1.56		2.29	0.002899	3.79	207.36	72.97	0.72
Sungai	20	PF 1	220.71	-1.95	-0.11		0.09	0.001538	2	110.25	63.65	0.49
Sungai	20	PF 2	339.81	-1.95	0.31		0.62	0.001805	2.47	137.72	65.36	0.54
Sungai	20	PF 3	786.68	-1.95	1.46		2.13	0.002685	3.64	216.05	76.61	0.69
Sungai	19	PF 1	220.71	-1.97	-0.18		0.02	0.001551	1.98	111.55	66.02	0.49
Sungai	19	PF 2	339.81	-1.97	0.23		0.54	0.00182	2.44	139.25	67.67	0.54
Sungai	19	PF 3	786.68	-1.97	1.32		2	0.002931	3.64	215.91	81.88	0.72

Lanjutan :

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/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 (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sungai	18	PF 1	220.71	-2.01	-0.25		-0.07	0.001484	1.91	115.43	69.63	0.47
Sungai	18	PF 2	339.81	-2.01	0.15		0.44	0.001742	2.36	143.98	71.25	0.53
Sungai	18	PF 3	786.68	-2.01	1.21		1.85	0.002421	3.55	221.38	75.45	0.66
Sungai	17	PF 1	220.71	-2.01	-0.3		-0.14	0.001317	1.78	124.01	76.28	0.45
Sungai	17	PF 2	339.81	-2.01	0.1		0.34	0.001527	2.19	155.13	77.89	0.5
Sungai	17	PF 3	786.68	-2.01	1.17		1.71	0.002053	3.27	240.47	82.16	0.61
Sungai	16	PF 1	220.71	-2.03	-0.38		-0.21	0.001454	1.83	120.7	76.8	0.47
Sungai	16	PF 2	339.81	-2.03	0		0.26	0.001696	2.26	150.64	78.33	0.52
Sungai	16	PF 3	786.68	-2.03	1.01		1.6	0.002337	3.4	231.43	82.34	0.65
Sungai	15	PF 1	220.71	-2.04	-0.43		-0.29	0.00126	1.69	130.77	84.36	0.43
Sungai	15	PF 2	339.81	-2.04	-0.05		0.17	0.001454	2.08	163.58	85.9	0.48
Sungai	15	PF 3	786.68	-2.04	0.97		1.46	0.001946	3.11	253.16	89.97	0.59
Sungai	14	PF 1	220.71	-2.06	-0.5		-0.35	0.00129	1.68	131.39	86.92	0.44
Sungai	14	PF 2	339.81	-2.06	-0.12		0.1	0.001487	2.07	164.32	88.37	0.48
Sungai	14	PF 3	786.68	-2.06	0.87		1.36	0.001986	3.1	254.07	92.2	0.6
Sungai	13	PF 1	220.71	-2.08	-0.54		-0.42	0.001072	1.52	144.82	95.4	0.39
Sungai	13	PF 2	339.81	-2.08	-0.16		0.02	0.001234	1.88	180.75	96.15	0.44
Sungai	13	PF 3	786.68	-2.08	0.84		1.24	0.001645	2.83	277.93	98.15	0.54
Sungai	12	PF 1	220.71	-2.1	-0.59		-0.48	0.00106	1.5	147.42	99.06	0.39
Sungai	12	PF 2	339.81	-2.1	-0.22		-0.05	0.001217	1.85	184.11	99.8	0.43
Sungai	12	PF 3	786.68	-2.1	0.77		1.16	0.00161	2.77	283.63	101.78	0.53
Sungai	11	PF 1	220.71	-2.12	-0.64		-0.53	0.001051	1.47	149.86	102.63	0.39
Sungai	11	PF 2	339.81	-2.12	-0.28		-0.11	0.001204	1.81	187.23	103.36	0.43
Sungai	11	PF 3	786.68	-2.12	0.7		1.08	0.00158	2.72	288.95	105.31	0.52
Sungai	10	PF 1	220.71	-2.14	-0.69		-0.58	0.001049	1.45	152	106.25	0.39
Sungai	10	PF 2	339.81	-2.14	-0.33		-0.17	0.001198	1.79	190.03	106.96	0.43
Sungai	10	PF 3	786.68	-2.14	0.63		1	0.001558	2.68	293.86	108.89	0.52
Sungai	9	PF 1	220.71	-2.18	-0.74		-0.63	0.00102	1.42	155.43	110.12	0.38
Sungai	9	PF 2	339.81	-2.18	-0.39		-0.23	0.001167	1.75	194.16	110.82	0.42
Sungai	9	PF 3	786.68	-2.18	0.56		0.91	0.001515	2.62	300.29	112.71	0.51
Sungai	8	PF 1	220.71	-2.18	-0.79		-0.69	0.001023	1.39	158.3	116.72	0.38
Sungai	8	PF 2	339.81	-2.18	-0.44		-0.29	0.001152	1.71	198.93	118.1	0.42
Sungai	8	PF 3	786.68	-2.18	0.51		0.83	0.001434	2.52	312.61	121.89	0.5
Sungai	7	PF 1	220.71	-2.19	-0.84		-0.74	0.001033	1.38	159.67	120.16	0.38
Sungai	7	PF 2	339.81	-2.19	-0.49		-0.35	0.001158	1.69	200.85	121.52	0.42
Sungai	7	PF 3	786.68	-2.19	0.44		0.76	0.001425	2.48	316.58	125.27	0.5
Sungai	6	PF 1	220.71	-2.21	-0.89		-0.79	0.00104	1.37	161.45	124.2	0.38
Sungai	6	PF 2	339.81	-2.21	-0.55		-0.41	0.00116	1.67	203.34	125.49	0.42
Sungai	6	PF 3	786.68	-2.21	0.38		0.68	0.001408	2.45	321.54	129.06	0.49
Sungai	5	PF 1	220.71	-2.23	-0.94		-0.85	0.001073	1.36	161.73	127.74	0.39
Sungai	5	PF 2	339.81	-2.23	-0.61		-0.47	0.00119	1.67	204.06	129.06	0.42
Sungai	5	PF 3	786.68	-2.23	0.31		0.61	0.001417	2.42	324.4	132.74	0.5
Sungai	4	PF 1	220.71	-2.25	-1		-0.9	0.001108	1.36	161.99	131.42	0.39
Sungai	4	PF 2	339.81	-2.25	-0.67		-0.53	0.001219	1.66	204.84	132.72	0.43
Sungai	4	PF 3	786.68	-2.25	0.24		0.53	0.001423	2.4	327.5	136.38	0.49
Sungai	3	PF 1	220.71	-2.27	-1.05		-0.96	0.001159	1.37	161.47	134.88	0.4
Sungai	3	PF 2	339.81	-2.27	-0.73		-0.59	0.001261	1.66	204.82	136.16	0.43
Sungai	3	PF 3	786.68	-2.27	0.17		0.46	0.001437	2.39	329.7	139.78	0.5
Sungai	2	PF 1	220.71	-2.29	-1.13		-1.02	0.001354	1.43	154	134.65	0.43
Sungai	2	PF 2	339.81	-2.29	-0.81		-0.66	0.001453	1.73	196.14	135.9	0.46
Sungai	2	PF 3	786.68	-2.29	0.07		0.38	0.001611	2.47	318.26	139.45	0.52
Sungai	1	PF 1	220.71	-2.31	-1.22		-1.1	0.001688	1.53	143.99	134.36	0.47
Sungai	1	PF 2	339.81	-2.31	-0.92		-0.75	0.001769	1.84	184.69	135.56	0.5
Sungai	1	PF 3	786.68	-2.31	-0.05		0.29	0.001869	2.59	303.98	139.04	0.56
Sungai	0	PF 1	220.71	-2.33	-1.35	-1.67	-1.2	0.002403	1.71	129.06	132.47	0.55
Sungai	0	PF 2	339.81	-2.33	-1.06	-1.45	-0.85	0.002401	2.03	167.71	133.06	0.58
Sungai	0	PF 3	786.68	-2.33	-0.21	-0.79	0.19	0.002403	2.8	280.93	136.67	0.62

Sumber : Hasil Analisa dengan Software HEC RAS

4.2.2.2 Hasil Simulasi Pemodelan Kondisi Sungai Tanpa Bendung Gerak

Debit yang digunakan untuk simulasi ini adalah debit limpasan dari Bendung Simongan Q = 220.71 m^3/detik (siaga I), 339.10 m^3/detik (siaga II) dan 786.68 m^3/detik (siaga III). Berikut disampaikan hasil *running* dengan simulasi software *HEC-RAS*

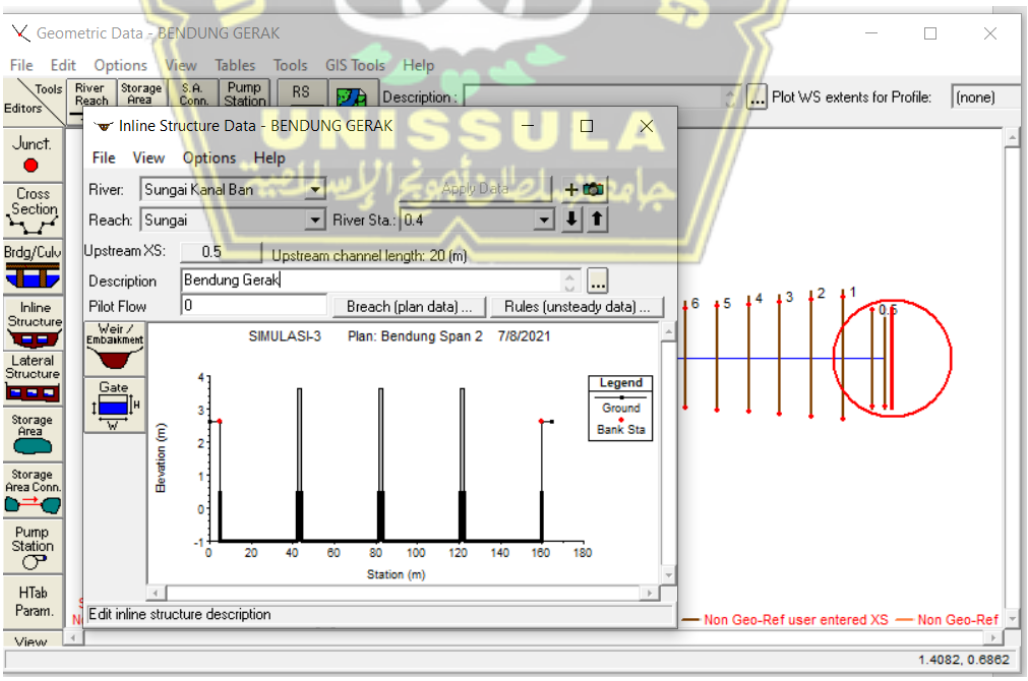
Tabel . 4.3 Hasil Simulasi *Softwer HEC-RAS* Kondisi Sungai Tanpa Bendung Gerak

Kategori	Debit (m3/detik)	Elevasi MA di Hulu (m)	Elevasi MA di Hilir (m)
Siaga I (Siap)	220.71	0.13	-1.35
Siaga II (Siaga)	339.10	0.61	-1.06
Siaga III (Awas)	786.68	1.95	-0.21

Sumber : Hasil Analisa dengan Software HEC RAS

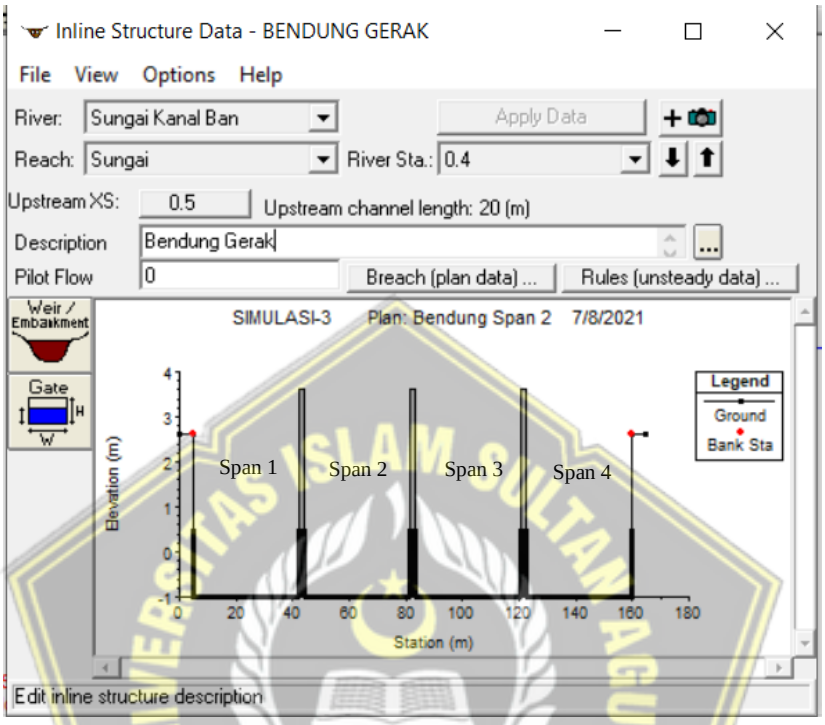
4.2.2.3 Simulasi Kondisi Sungai Dengan Bendung Gerak

Berikut disampaikan kapasitas penampang sungai dengan simulasi menggunakan bendung gerak dengan program *HEC-RAS* hanya memasukkan struktur bendungnya di menu *inline strukture* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 Tampilan Layar Editor *Inline Strukture* Yang Menunjukkan Sebuah Bendung Gerak (Bendung Karet)

Pada simulasi ini bendung gerak di letakkan dibagian hilir sungai pada stasiun 0.4 untuk mengetahui beda tinggi muka air di hulu dan di hilir bendung gerak. Kemudian dilakukan percobaan pintu/span dengan menggunakan program *HEC RAS*. Penomoran pintu/span dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Tampilan Layar Editor *Inline Strukture* Yang Menunjukkan Sebuah Bendung Gerak (Bendung Karet), Mempunyai 4 Pintu/Span

Rencana simulasi pola operasional bukaan pintu/span pada bendung gerak (Bendung Karet) sebagai berikut :

1) **Skenario 1**) Kondisi banjir dengan Qmax 220,71 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu/span 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas
2) **Skenario 2**) Kondisi banjir dengan Qmax 339,81 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas
3) **Skenario 3**) Kondisi banjir dengan Qmax 786,86 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas

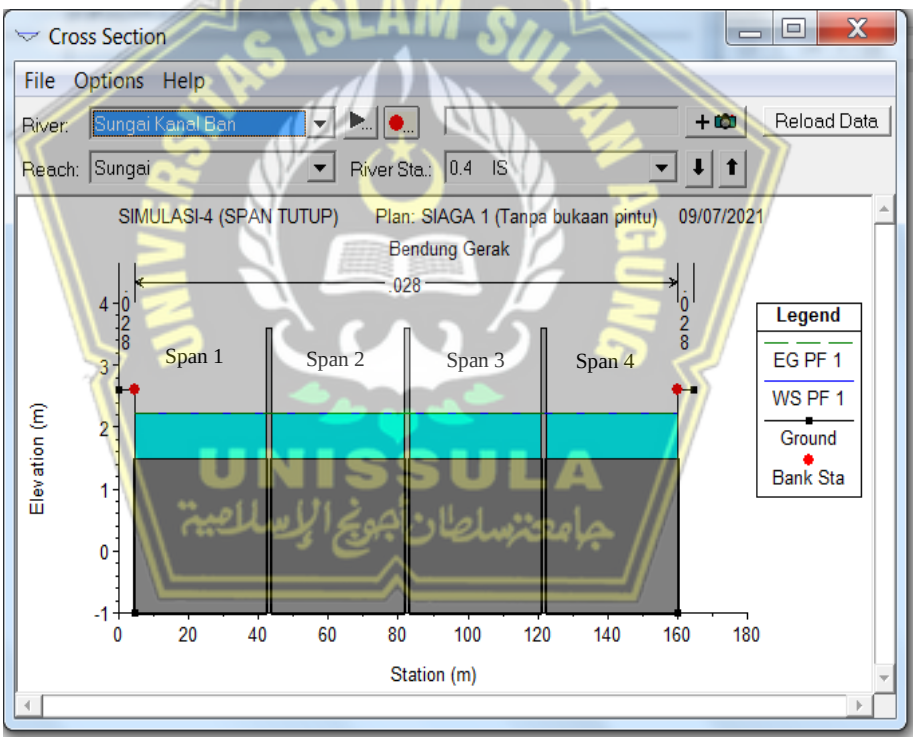
4.2.3 Analisis Skenario I (Siaga I/Siap)

Pada analisis skenario I ini akan memodelkan geometri sungai sebagai *river station* dan pintu/span bendung gerak sebagai *inline structure* yang dilakukan dengan 2 (dua) pemodelan yaitu pemodelan dengan pintu/span tertutup/mengembang penuh dan pemodelan dengan pintu/span terbuka/mengempis

Berikut disampaikan simulasi skenario operasional pintu pada Bendung Gerak (Bendung Karet) Kanal Banjir Barat sebagai berikut :

4.2.3.1 Pemodelan Tanpa Bukaan Pintu (Bendung Karet Mengembang Penuh)

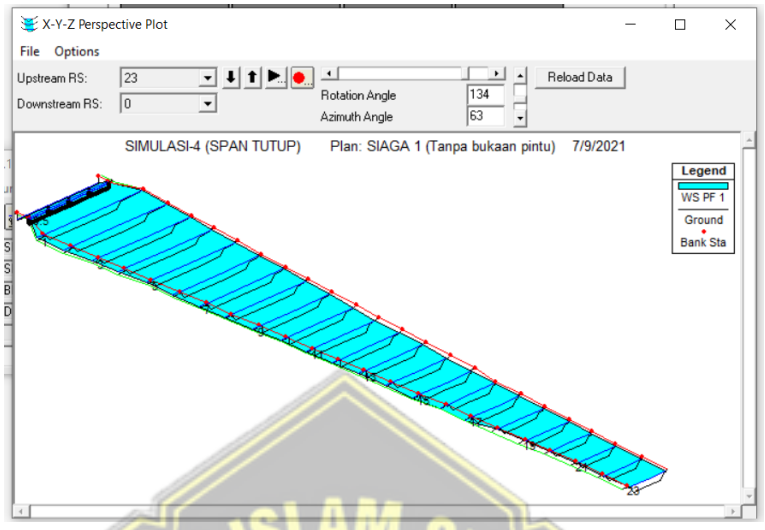
Berikut disampaikan simulasi skenario 1 dengan pemodelan menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik (tanpa bukaan pintu)



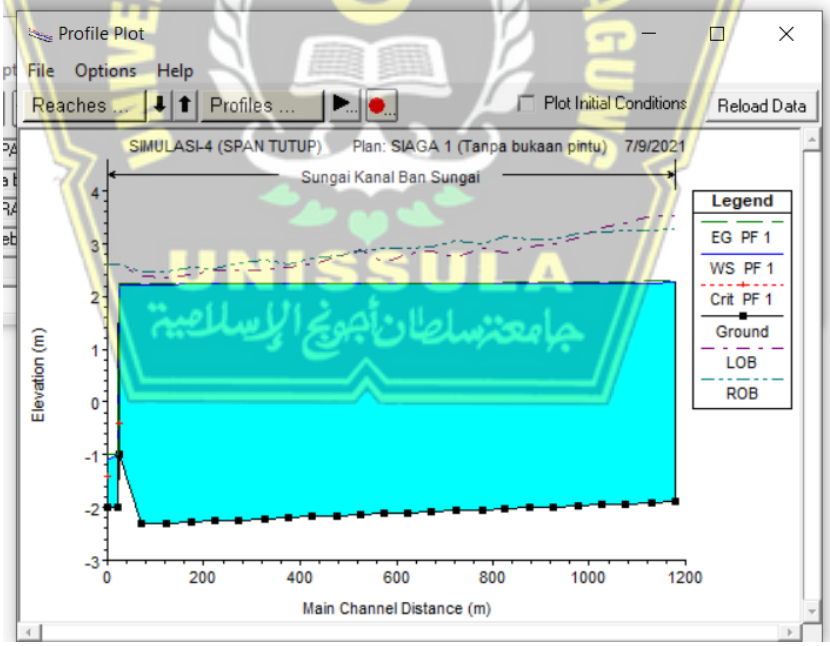
Gambar 4.11 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik

Gambar 4.11 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik pada kondisi bendung karet

mengembang penuh pada elevasi +1.50. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +2.22 dpl. kondisi masih dibawah tanggul



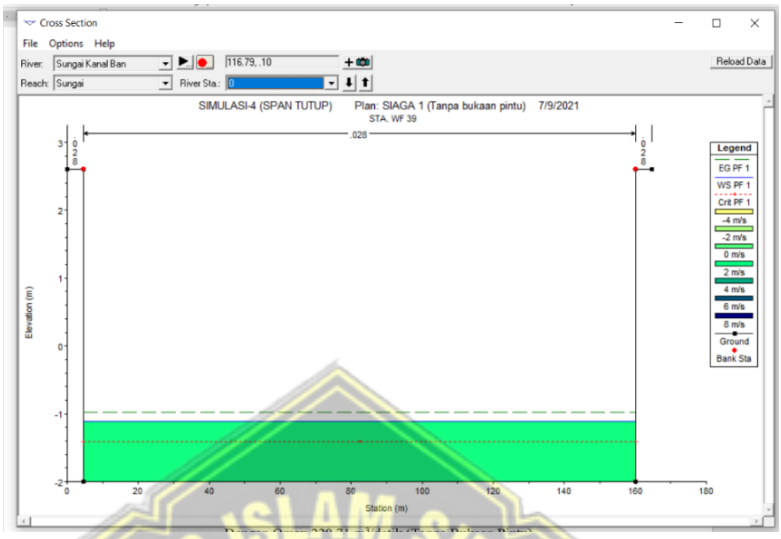
Gambar 4.12 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik



Gambar 4.13 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik

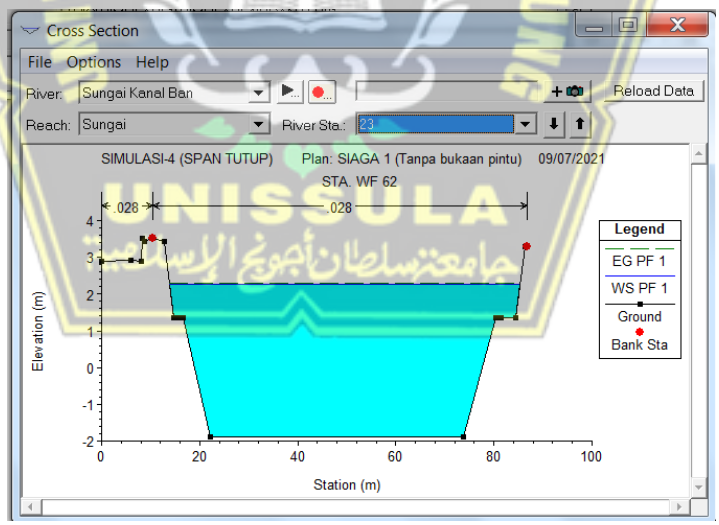
Gambar 4.13 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet mengembang penuh pada elevasi +1.50

dpl. Dengan input debit Qmax 220.71 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +2.22 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.26 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -1.11 dpl.



Gambar 4.14 Tampilan Muka Air di Hilir *Cross Section* River Sta 0 Dengan Qmax 220.71 m^3/detik

Gambar 4.14 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada Cross Section River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -1.11 dpl.



Gambar 4.15 Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Qmax 220.71 m^3/detik,

Gambar 4.15 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang

cross section sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +2.26 dpl, dan tidak melebihi elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G0

Plan: G0 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	2.30	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.04	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.26	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		250.91	
E.G. Slope (m/m)	0.000119	Area (m2)		250.91	
Q Total (m3/s)	220.71	Flow (m3/s)		220.71	
Top Width (m)	71.40	Top Width (m)		71.40	
Vel Total (m/s)	0.88	Avg. Vel. (m/s)		0.88	
Max Chl Dpth (m)	4.15	Hydr. Depth (m)		3.51	
Conv. Total (m3/s)	20261.5	Conv. (m3/s)		20261.5	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		73.80	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		3.96	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	8.39	527.46	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.03	147.01	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.4 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G0 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

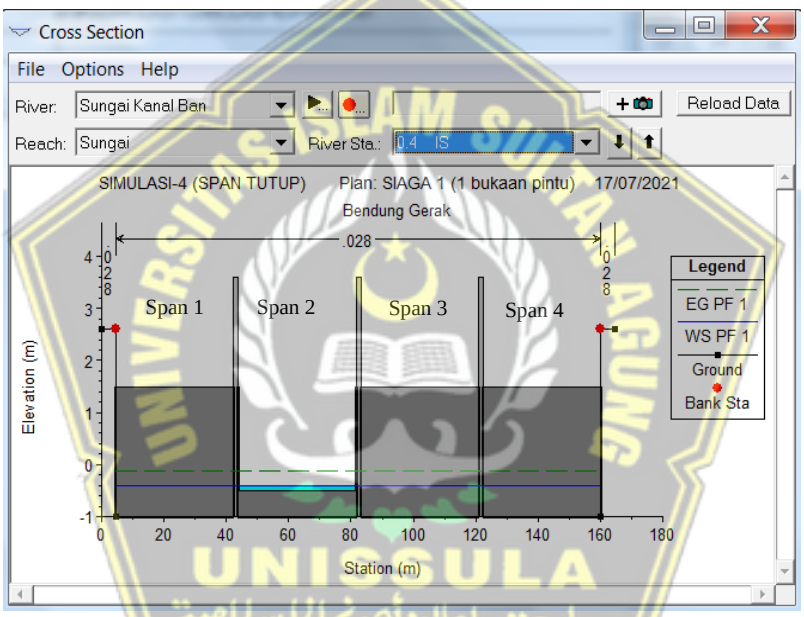
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	220.71	-1.89	2.26		2.30	0.000119	0.88	250.91	71.40	0.15
Sungai	22	PF 1	220.71	-1.91	2.25		2.29	0.000119	0.87	253.05	73.33	0.15
Sungai	21	PF 1	220.71	-1.93	2.25		2.28	0.000114	0.85	258.31	74.36	0.15
Sungai	20	PF 1	220.71	-1.95	2.25		2.28	0.000096	0.80	277.17	78.20	0.14
Sungai	19	PF 1	220.71	-1.97	2.24		2.27	0.000088	0.76	292.00	83.56	0.13
Sungai	18	PF 1	220.71	-2.01	2.24		2.27	0.000077	0.71	310.65	88.40	0.12
Sungai	17	PF 1	220.71	-2.01	2.24		2.26	0.000061	0.65	338.30	98.83	0.11
Sungai	16	PF 1	220.71	-2.03	2.24		2.26	0.000059	0.64	346.38	102.12	0.11
Sungai	15	PF 1	220.71	-2.04	2.24		2.26	0.000047	0.58	382.01	109.85	0.10
Sungai	14	PF 1	220.71	-2.06	2.24		2.25	0.000047	0.57	393.50	117.29	0.10
Sungai	13	PF 1	220.71	-2.08	2.24		2.25	0.000039	0.52	428.41	123.09	0.09
Sungai	12	PF 1	220.71	-2.10	2.24		2.25	0.000036	0.50	447.28	129.21	0.08
Sungai	11	PF 1	220.71	-2.12	2.23		2.25	0.000032	0.48	465.07	131.81	0.08
Sungai	10	PF 1	220.71	-2.14	2.23		2.24	0.000031	0.46	485.29	139.53	0.08
Sungai	9	PF 1	220.71	-2.18	2.23		2.24	0.000028	0.44	508.90	147.83	0.07
Sungai	8	PF 1	220.71	-2.18	2.23		2.24	0.000023	0.41	547.96	156.39	0.07
Sungai	7	PF 1	220.71	-2.19	2.23		2.24	0.000021	0.39	569.52	161.79	0.06
Sungai	6	PF 1	220.71	-2.21	2.23		2.24	0.000020	0.38	593.45	166.61	0.06
Sungai	5	PF 1	220.71	-2.23	2.23		2.24	0.000018	0.36	613.19	170.22	0.06
Sungai	4	PF 1	220.71	-2.25	2.23		2.24	0.000017	0.35	644.59	182.47	0.06
Sungai	3	PF 1	220.71	-2.27	2.23		2.24	0.000016	0.34	662.53	187.80	0.06
Sungai	2	PF 1	220.71	-2.29	2.23		2.23	0.000016	0.33	677.56	198.70	0.06
Sungai	1	PF 1	220.71	-2.31	2.23		2.23	0.000016	0.33	684.79	203.14	0.06
Sungai	0.5	PF 1	220.71	-1.00	2.22	-0.41	2.23	0.000034	0.44	501.05	155.50	0.08
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	220.71	-2.00	-1.11	-1.41	-0.98	0.002401	1.60	137.76	155.50	0.54

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada Tabel 4.4 diatas dengan pemodelan menggunakan Qmax = 220.71 muka air di hulu pada River Stasiun 23 = 2.26 dpl, muka air di tampungan (bendung) pada River Stasiun 0.5 = 2.22 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -1.11 dpl

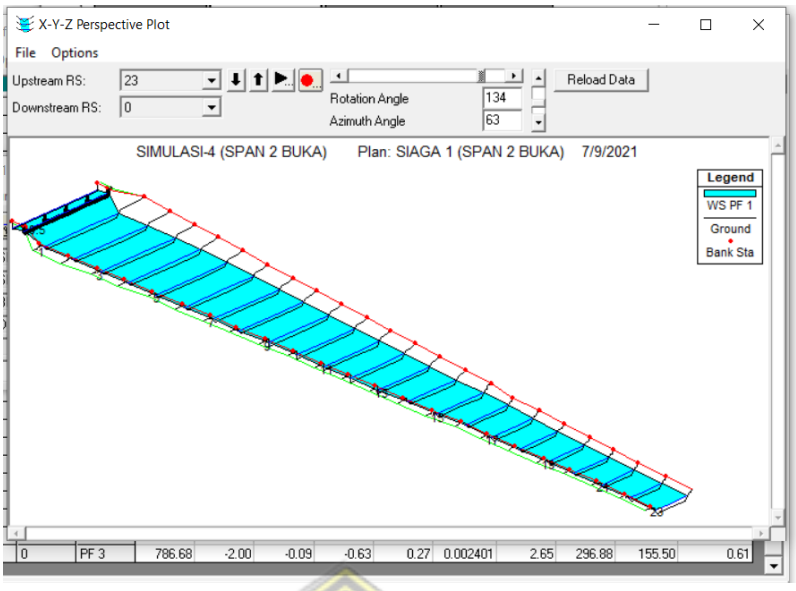
4.2.3.2 Pemodelan Dengan Menggunakan Bukaan Pintu

Berikut disampaikan simulasi skenario 1 dengan pemodelan menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik, simulasi dilakukan dengan cara membuka 1 (satu) pintu/span pada bendung karet dengan tinggi H = 2.0 meter

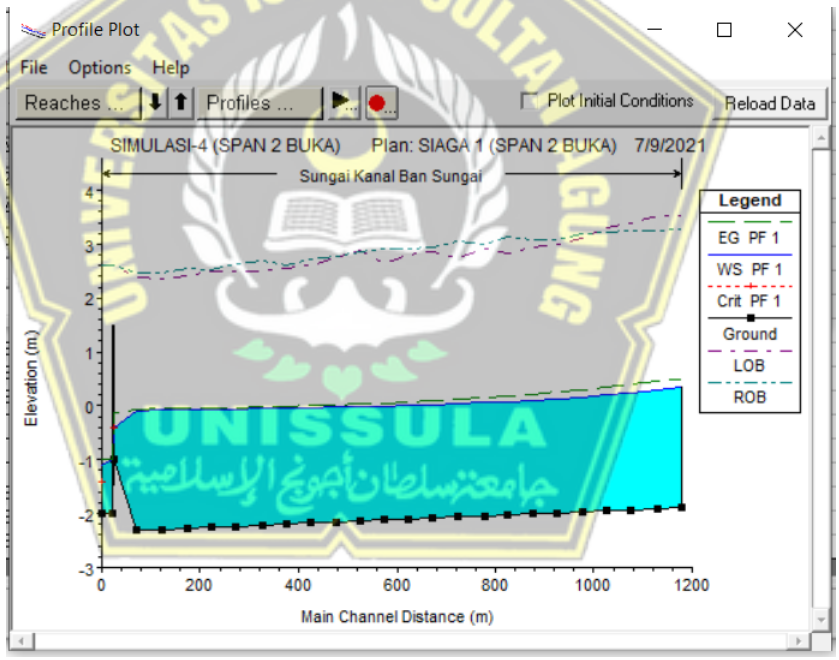


Gambar 4.16 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik

Gambar 4.16 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik pada kondisi pintu/span 2 bendung karet pada elevasi -0.51 dpl dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi -0.41 dpl.



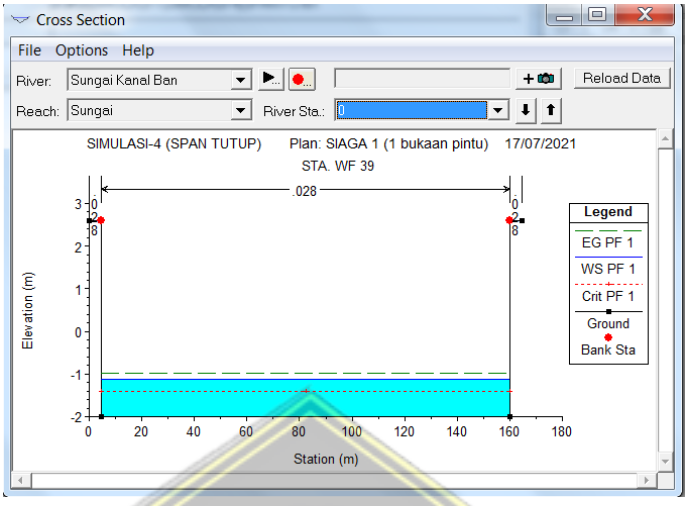
Gambar 4.17 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik



Gambar 4.18 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik (Bukaan 1 Pintu/Span, Pada Span 2, H = 2.0 meter)

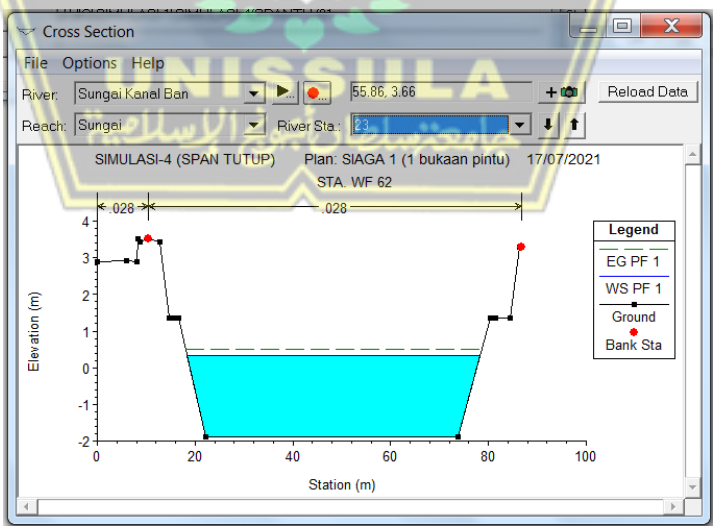
Gambar 4.18 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 1 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 220.71 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan

bendung berada pada elevasi -0.41 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +0.34 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -1.11 dpl.



Gambar 4.20 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir
Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik,

Gambar 4.20 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS* dengan pemodelan menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik, simulasi 1 (satu) bukaan pintu/span dengan H= 2.0 meter, tinggi muka air pada *Cross Section* River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -1.11 dpl

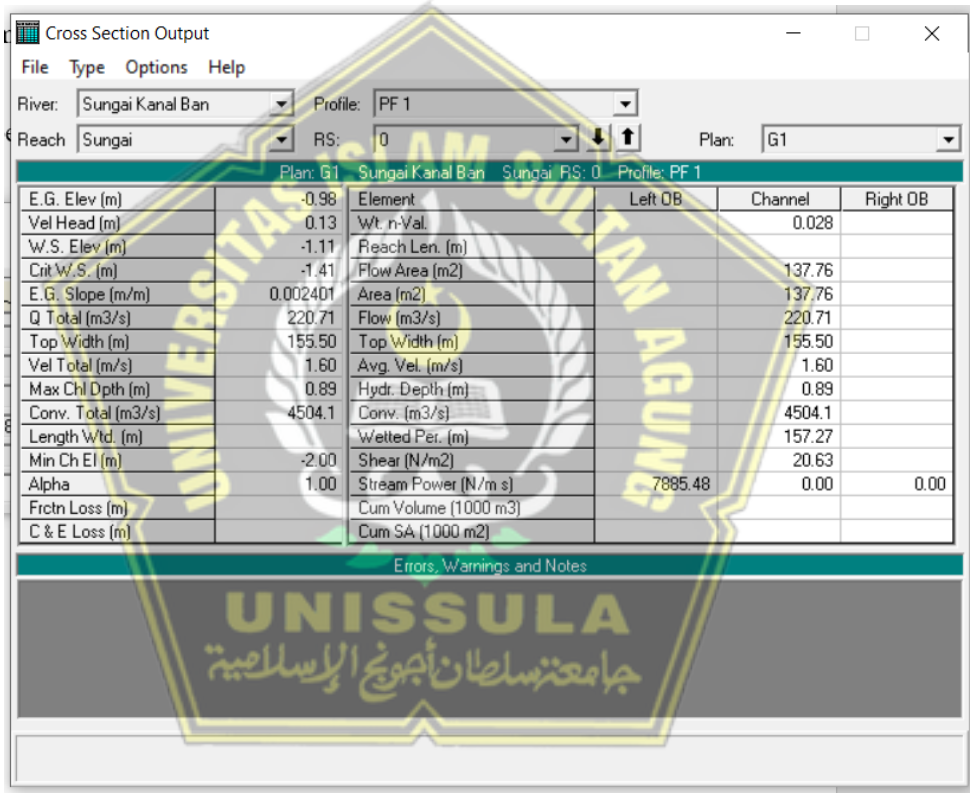


Gambar 4.21 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu
Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik,

Gambar 4.21 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, dengan pemodelan menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik pada simulasi 1 (satu) bukaan pintu/span. Merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +0.34 dpl, dan tidak melebihi elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*



Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 0 Plan: G1

Plan: G1 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 0 Profile: PF 1

			Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	-0.98	Element			
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	-1.11	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	-1.41	Flow Area (m2)		137.76	
E.G. Slope (m/m)	0.002401	Area (m2)		137.76	
Q Total (m3/s)	220.71	Flow (m3/s)		220.71	
Top Width (m)	155.50	Top Width (m)		155.50	
Vel Total (m/s)	1.60	Avg. Vel. (m/s)		1.60	
Max Chl Dpth (m)	0.89	Hydr. Depth (m)		0.89	
Conv. Total (m3/s)	4504.1	Conv. (m3/s)		4504.1	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		157.27	
Min Ch El (m)	-2.00	Shear (N/m2)		20.63	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	7885.48	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

Errors, Warnings and Notes

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G1 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	220.71	-1.89	0.34		0.50	0.000955	1.77	124.42	59.91	0.39
Sungai	22	PF 1	220.71	-1.91	0.28		0.45	0.001016	1.81	121.86	59.60	0.40
Sungai	21	PF 1	220.71	-1.93	0.23		0.40	0.001031	1.81	121.99	60.47	0.41
Sungai	20	PF 1	220.71	-1.95	0.19		0.34	0.000916	1.70	129.88	64.87	0.38
Sungai	19	PF 1	220.71	-1.97	0.16		0.30	0.000863	1.64	134.20	67.37	0.37
Sungai	18	PF 1	220.71	-2.01	0.13		0.25	0.000768	1.55	141.99	71.13	0.35
Sungai	17	PF 1	220.71	-2.01	0.11		0.21	0.000638	1.42	155.58	77.92	0.32
Sungai	16	PF 1	220.71	-2.03	0.07		0.18	0.000637	1.41	156.25	78.62	0.32
Sungai	15	PF 1	220.71	-2.04	0.06		0.14	0.000517	1.28	172.61	86.32	0.29
Sungai	14	PF 1	220.71	-2.06	0.04		0.11	0.000483	1.24	178.30	88.98	0.28
Sungai	13	PF 1	220.71	-2.08	0.03		0.09	0.000381	1.11	199.04	96.53	0.25
Sungai	12	PF 1	220.71	-2.10	0.01		0.07	0.000349	1.06	207.25	100.26	0.24
Sungai	11	PF 1	220.71	-2.12	0.00		0.05	0.000321	1.02	215.50	103.90	0.23
Sungai	10	PF 1	220.71	-2.14	-0.02		0.03	0.000296	0.99	223.90	107.60	0.22
Sungai	9	PF 1	220.71	-2.18	-0.03		0.02	0.000267	0.94	234.23	111.54	0.21
Sungai	8	PF 1	220.71	-2.18	-0.04		0.00	0.000241	0.89	247.10	119.72	0.20
Sungai	7	PF 1	220.71	-2.19	-0.05		-0.01	0.000223	0.86	255.81	123.32	0.19
Sungai	6	PF 1	220.71	-2.21	-0.05		-0.02	0.000204	0.83	266.16	127.40	0.18
Sungai	5	PF 1	220.71	-2.23	-0.06		-0.03	0.000189	0.80	275.51	131.25	0.18
Sungai	4	PF 1	220.71	-2.25	-0.07		-0.04	0.000175	0.77	285.38	135.13	0.17
Sungai	3	PF 1	220.71	-2.27	-0.08		-0.05	0.000163	0.75	294.80	138.77	0.16
Sungai	2	PF 1	220.71	-2.29	-0.09		-0.06	0.000160	0.74	296.32	138.82	0.16
Sungai	1	PF 1	220.71	-2.31	-0.09		-0.07	0.000157	0.74	298.12	138.87	0.16
Sungai	0.5	PF 1	220.71	-1.00	-0.41	-0.41	-0.12	0.009381	2.41	91.39	155.50	1.01
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	220.71	-2.00	-1.11	-1.41	-0.98	0.002401	1.60	137.76	155.50	0.54

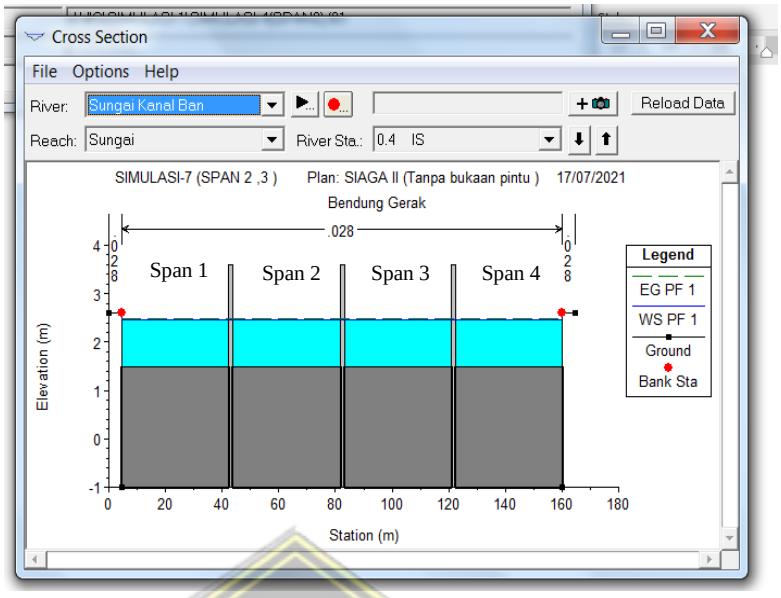
Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada Tabel 4.6 diatas dengan pemodelan menggunakan Qmax = 220.71 pada simulasi 1 (satu) bukaan pintu/span diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = +0.34 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = -0.41 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -1.11 dpl

4.2.4 Analisis Skenario II (Siaga II/Siaga)

Pada analisis skenario II (Siaga II/Siaga) ini akan memodelkan geometri sungai sebagai *river station* dan pintu/span bendung gerak sebagai *inline structure* yang dilakukan dengan 2 (dua) pemodelan yaitu pemodelan dengan pintu/span tertutup/mengembang penuh dan pemodelan dengan pintu/span terbuka/mengempis

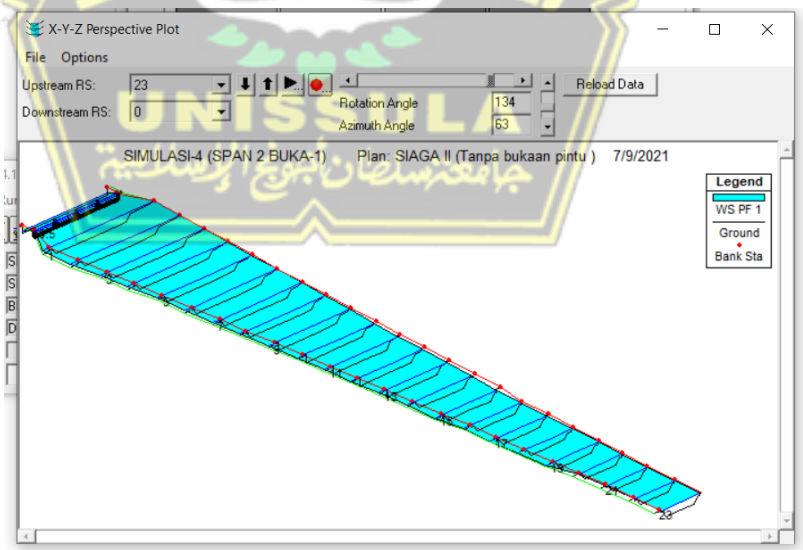
Berikut disampaikan simulasi skenario operasional pintu pada Bendung Gerak (Bendung Karet) Kanal Banjir Barat sebagai berikut :

4.2.4.1 Pemodelan Tanpa Bukaan Pintu (Bendung Karet Mengembang Penuh) Berikut disampaikan simulasi skenario II dengan pemodelan menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik pada kondisi bendung mengembang penuh.

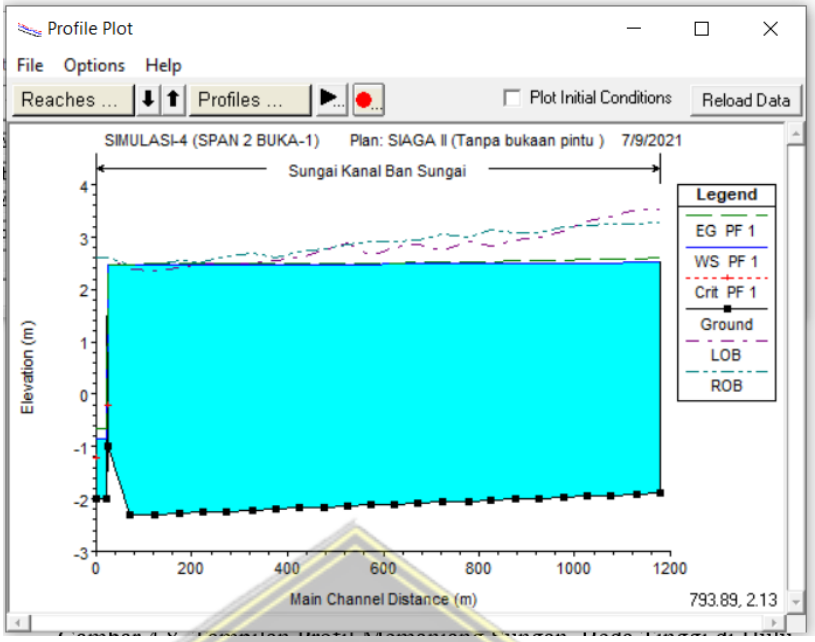


Gambar 4.22 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik

Gambar 4.21 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 339.71m^3/detik pada kondisi bendung karet mengembang penuh pada elevasi +1.50. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +2.46 dpl. kondisi hampir mendekati tanggul

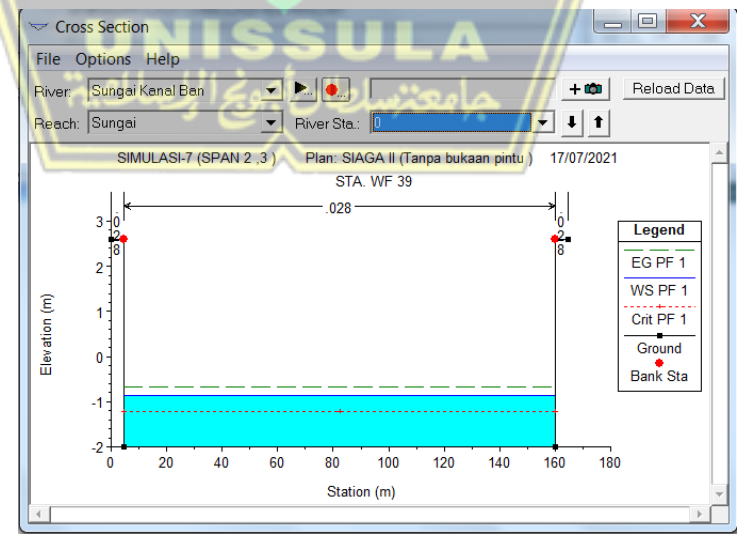


Gambar 4.23 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik



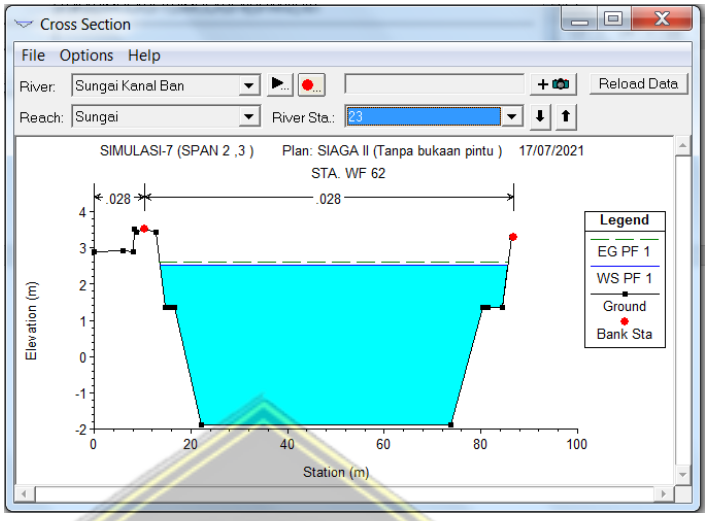
Gambar 4.24 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik

Gambar 4.23 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet mengembang penuh pada elevasi +1.50 dpl. Dengan input debit Qmax 339.81 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +2.46 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.52 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -1.11 dpl.



Gambar 4.25 Tampilan Muka Air di Hilir *Cross Section* River Sta 0 Dengan Qmax 339.81 m^3/detik

Gambar 4.25 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada Cross Section River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -0.85 dpl.

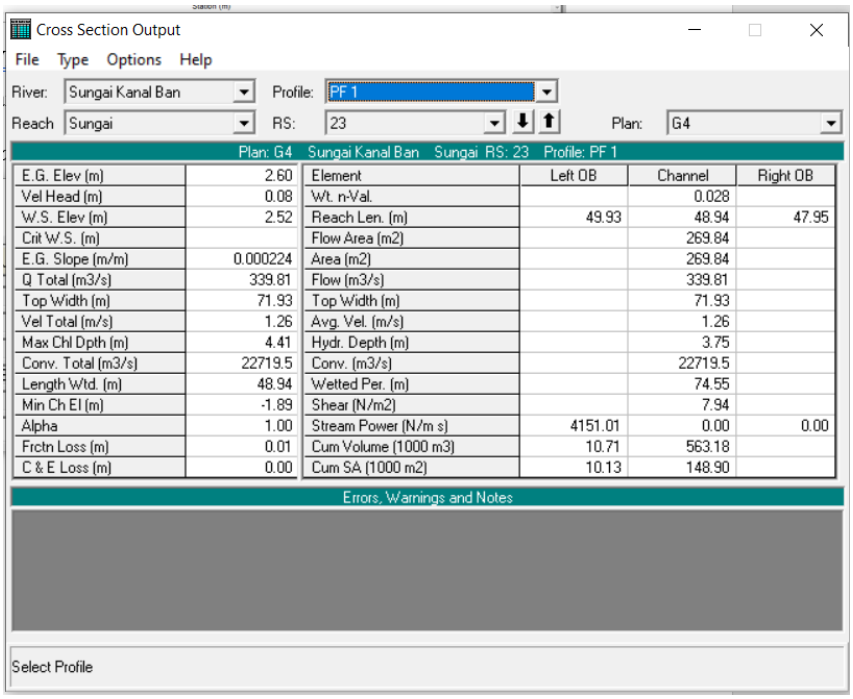


Gambar 4.26 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik,

Gambar 4.25 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +2.46 dpl, dan tidak melebihi elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*



Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G4

Plan: G4 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	2.60	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.52	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		269.84	
E.G. Slope (m/m)	0.000224	Area (m2)		269.84	
Q Total (m3/s)	339.81	Flow (m3/s)		339.81	
Top Width (m)	71.93	Top Width (m)		71.93	
Vel Total (m/s)	1.26	Avg. Vel. (m/s)		1.26	
Max Chl Dpth (m)	4.41	Hydr. Depth (m)		3.75	
Conv. Total (m3/s)	22719.5	Conv. (m3/s)		22719.5	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		74.55	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		7.94	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	10.71	563.18	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.13	148.90	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.8 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G4 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

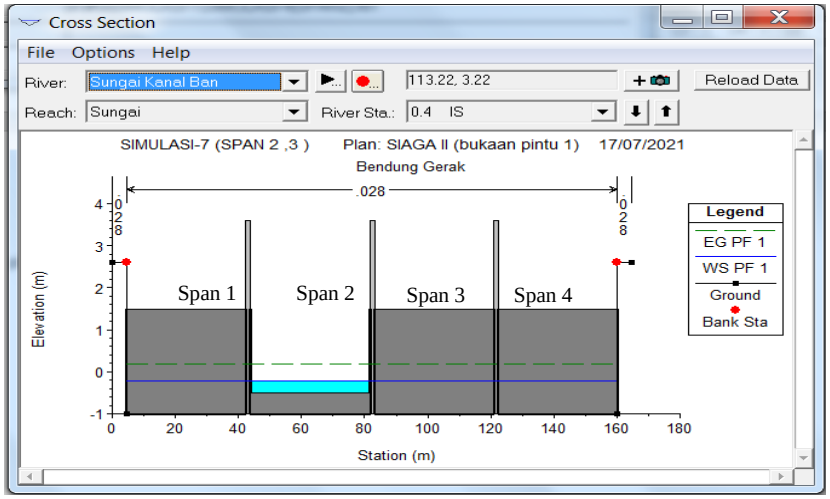
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	339.81	-1.89	2.52		2.60	0.000224	1.26	269.84	71.93	0.21
Sungai	22	PF 1	339.81	-1.91	2.51		2.59	0.000225	1.25	272.14	73.85	0.21
Sungai	21	PF 1	339.81	-1.93	2.50		2.58	0.000215	1.23	277.33	74.87	0.20
Sungai	20	PF 1	339.81	-1.95	2.50		2.57	0.000182	1.14	297.07	78.70	0.19
Sungai	19	PF 1	339.81	-1.97	2.50		2.56	0.000166	1.08	314.25	92.62	0.18
Sungai	18	PF 1	339.81	-2.01	2.49		2.55	0.000146	1.02	333.49	97.02	0.17
Sungai	17	PF 1	339.81	-2.01	2.49		2.54	0.000117	0.94	363.50	101.51	0.15
Sungai	16	PF 1	339.81	-2.03	2.49		2.53	0.000113	0.92	371.82	102.72	0.15
Sungai	15	PF 1	339.81	-2.04	2.49		2.52	0.000091	0.84	409.41	110.43	0.13
Sungai	14	PF 1	339.81	-2.06	2.48		2.52	0.000092	0.82	422.77	119.42	0.13
Sungai	13	PF 1	339.81	-2.08	2.48		2.51	0.000076	0.75	459.10	125.38	0.12
Sungai	12	PF 1	339.81	-2.10	2.48		2.51	0.000070	0.72	479.36	131.50	0.12
Sungai	11	PF 1	339.81	-2.12	2.48		2.50	0.000064	0.69	497.77	134.95	0.11
Sungai	10	PF 1	339.81	-2.14	2.48		2.50	0.000059	0.66	519.66	141.67	0.11
Sungai	9	PF 1	339.81	-2.18	2.48		2.50	0.000054	0.63	545.23	150.25	0.10
Sungai	8	PF 1	339.81	-2.18	2.48		2.49	0.000045	0.59	586.34	158.80	0.09
Sungai	7	PF 1	339.81	-2.19	2.47		2.49	0.000042	0.57	609.17	164.56	0.09
Sungai	6	PF 1	339.81	-2.21	2.47		2.49	0.000038	0.54	634.14	169.06	0.09
Sungai	5	PF 1	339.81	-2.23	2.47		2.49	0.000036	0.52	654.64	172.64	0.08
Sungai	4	PF 1	339.81	-2.25	2.47		2.48	0.000033	0.50	688.97	185.16	0.08
Sungai	3	PF 1	339.81	-2.27	2.47		2.48	0.000031	0.49	708.14	191.02	0.08
Sungai	2	PF 1	339.81	-2.29	2.47		2.48	0.000031	0.48	725.72	201.83	0.08
Sungai	1	PF 1	339.81	-2.31	2.47		2.48	0.000031	0.47	733.84	206.07	0.08
Sungai	0.5	PF 1	339.81	-1.00	2.46	-0.22	2.48	0.000064	0.63	537.36	155.50	0.11
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	339.81	-2.00	-0.85	-1.22	-0.67	0.002401	1.90	178.72	155.50	0.57

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software *HEC-RAS* pada Tabel 4.8 diatas dengan pemodelan menggunakan Qmax = 339.81 muka air hulu pada River Stasiun 23 = 2.52 m, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 2.46 m, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -0.85 meter.

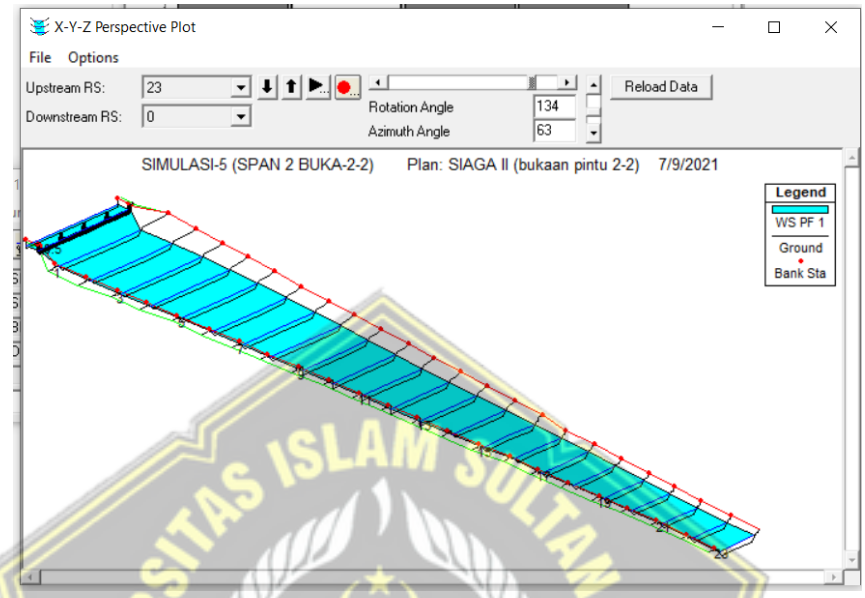
4.2.4.2 Pemodelan Dengan Menggunakan Bukaan PintuBukaan 1 Pintu/Span (Pintu/Span 2, Tinggi H = 2.0 meter)

Berikut disampaikan simulasi skenario II (Siaga) dengan pemodelan menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik, simulasi dilakukan dengan cara membuka 1 (satu) pintu/span pada bendung karet dengan tinggi H = 2.0 meter)

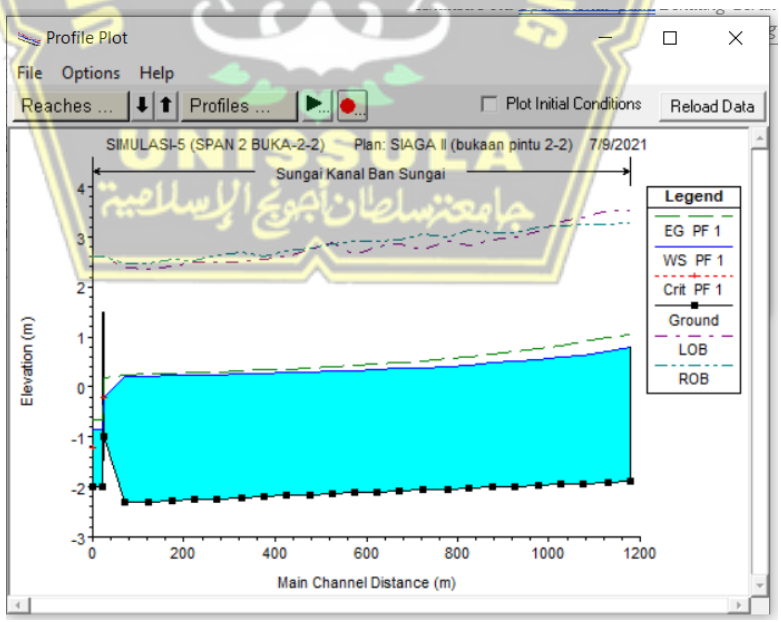


Gambar 4.27 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik

Gambar 4.27 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik, pada kondisi pintu/span 2 dikempiskan elevasi -0.51 dpl dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi -0.22 dpl.

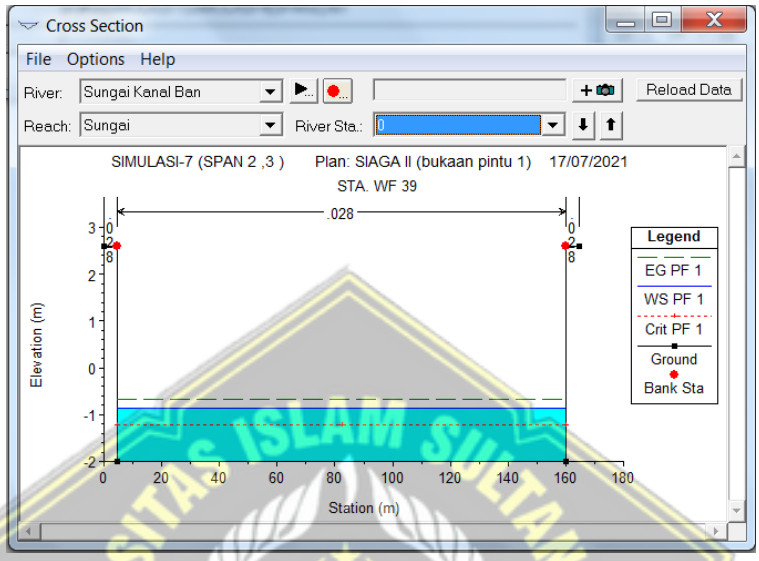


Gambar 4.28 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik

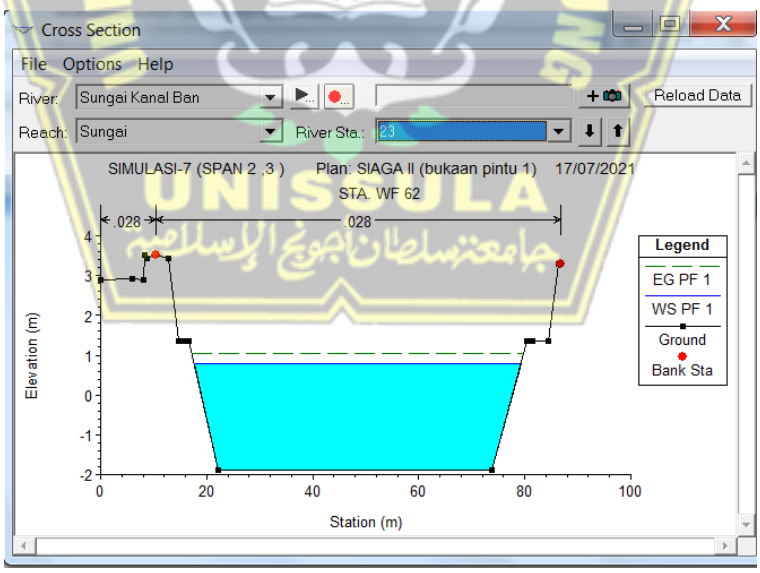


Gambar 4.29 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik (Bukaan 1 Pintu/Span, Pada Span 2, H = 2.0 meter)

Gambar 4.13 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dikempiskan 1 pintu/span pada elevasi -0.51 dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 339.81 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi -0.22 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +0.79 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.85 dpl.



Gambar 4.30 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir Cross Section River Sta 0 Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik,



Gambar 4.31 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu,
Dengan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik,

Gambar 4.30 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +0.79 dpl, dan tidak melebihi elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G5

Plan: G5 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	1.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	0.79	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		151.59	
E.G. Slope (m/m)	0.001220	Area (m2)		151.59	
Q Total (m3/s)	339.81	Flow (m3/s)		339.81	
Top Width (m)	61.57	Top Width (m)		61.57	
Vel Total (m/s)	2.24	Avg. Vel. (m/s)		2.24	
Max Chl Dpth (m)	2.68	Hydr. Depth (m)		2.46	
Conv. Total (m3/s)	9728.6	Conv. (m3/s)		9728.6	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		62.93	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		28.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)		274.77	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		122.20	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.10 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

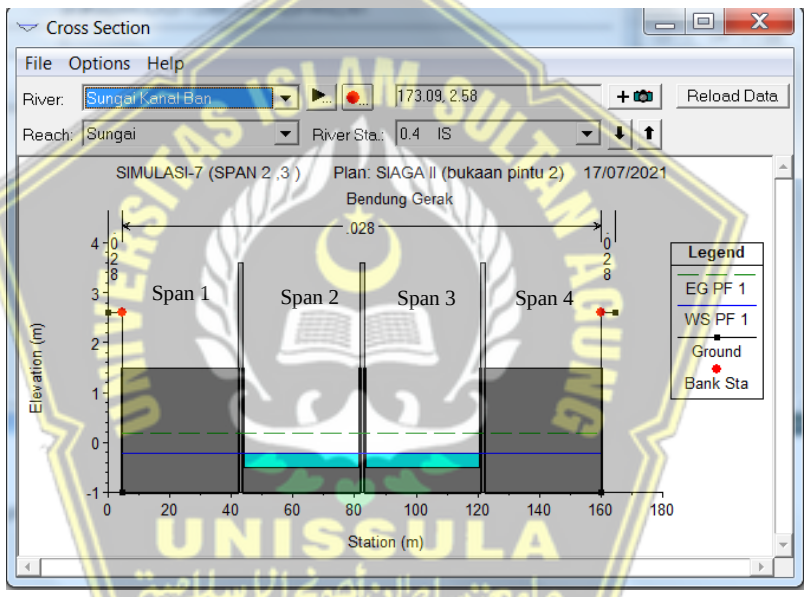
HEC-RAS Plan: G5 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	339.81	-1.89	0.79		1.04	0.001220	2.24	151.59	61.57	0.46
Sungai	22	PF 1	339.81	-1.91	0.71		0.98	0.001324	2.30	147.50	61.17	0.47
Sungai	21	PF 1	339.81	-1.93	0.63		0.91	0.001369	2.32	146.76	61.97	0.48
Sungai	20	PF 1	339.81	-1.95	0.59		0.83	0.001224	2.18	155.91	66.46	0.45
Sungai	19	PF 1	339.81	-1.97	0.54		0.77	0.001166	2.12	160.43	68.91	0.44
Sungai	18	PF 1	339.81	-2.01	0.50		0.71	0.001052	2.01	168.94	72.63	0.42
Sungai	17	PF 1	339.81	-2.01	0.48		0.65	0.000877	1.84	184.77	79.40	0.38
Sungai	16	PF 1	339.81	-2.03	0.43		0.60	0.000888	1.84	184.66	80.04	0.39
Sungai	15	PF 1	339.81	-2.04	0.41		0.56	0.000724	1.67	203.57	87.74	0.35
Sungai	14	PF 1	339.81	-2.06	0.38		0.52	0.000685	1.62	209.39	90.32	0.34
Sungai	13	PF 1	339.81	-2.08	0.37		0.48	0.000546	1.46	232.40	97.21	0.30
Sungai	12	PF 1	339.81	-2.10	0.35		0.45	0.000506	1.41	241.30	100.94	0.29
Sungai	11	PF 1	339.81	-2.12	0.33		0.42	0.000469	1.36	250.21	104.57	0.28
Sungai	10	PF 1	339.81	-2.14	0.31		0.40	0.000436	1.31	259.26	108.25	0.27
Sungai	9	PF 1	339.81	-2.18	0.30		0.38	0.000397	1.26	270.32	112.18	0.26
Sungai	8	PF 1	339.81	-2.18	0.28		0.35	0.000358	1.19	285.49	121.00	0.25
Sungai	7	PF 1	339.81	-2.19	0.27		0.34	0.000334	1.15	294.82	124.58	0.24
Sungai	6	PF 1	339.81	-2.21	0.26		0.32	0.000308	1.11	305.91	128.59	0.23
Sungai	5	PF 1	339.81	-2.23	0.24		0.30	0.000288	1.08	315.90	132.48	0.22
Sungai	4	PF 1	339.81	-2.25	0.23		0.29	0.000268	1.04	326.43	136.35	0.21
Sungai	3	PF 1	339.81	-2.27	0.22		0.27	0.000251	1.01	336.47	139.97	0.21
Sungai	2	PF 1	339.81	-2.29	0.21		0.26	0.000249	1.01	337.35	140.00	0.21
Sungai	1	PF 1	339.81	-2.31	0.20		0.25	0.000246	1.00	338.51	140.03	0.21
Sungai	0.5	PF 1	339.81	-1.00	-0.22	-0.22	0.18	0.008548	2.79	121.87	155.50	1.01
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	339.81	-2.00	-0.85	-1.22	-0.67	0.002401	1.90	178.72	155.50	0.57

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada Tabel 4.1.0 diatas dengan Q max = 339.81 diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 0.79 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = - 0.22 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = - 0.85 dpl.

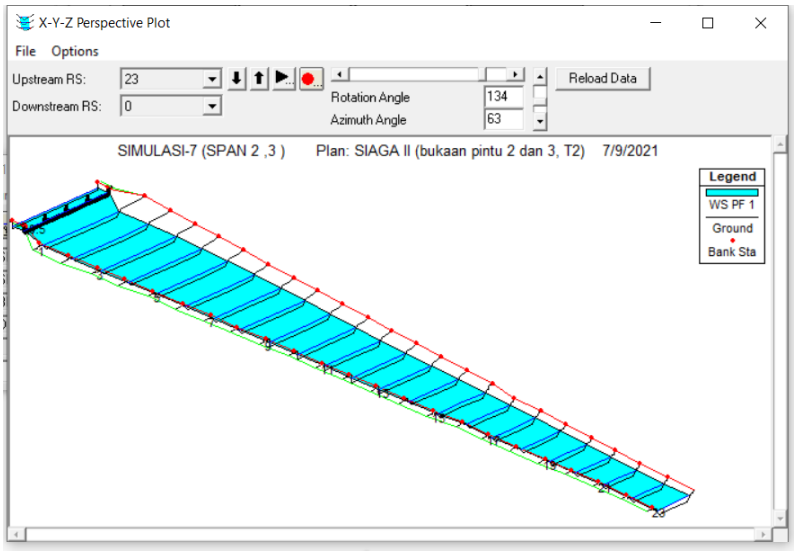
4.2.4.3 Pemodelan Dengan Menggunakan Bukaan 2 Pintu /Span (Pintu/Span 2 dan 3, Tinggi H = 2.0 meter)

Berikut disampaikan simulasi skenario II (Siaga) dengan pemodelan menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik, simulasi dilakukan dengan cara membuka 2 (dua) pintu/span pada bendung karet dengan tinggi H = 2.0 meter)

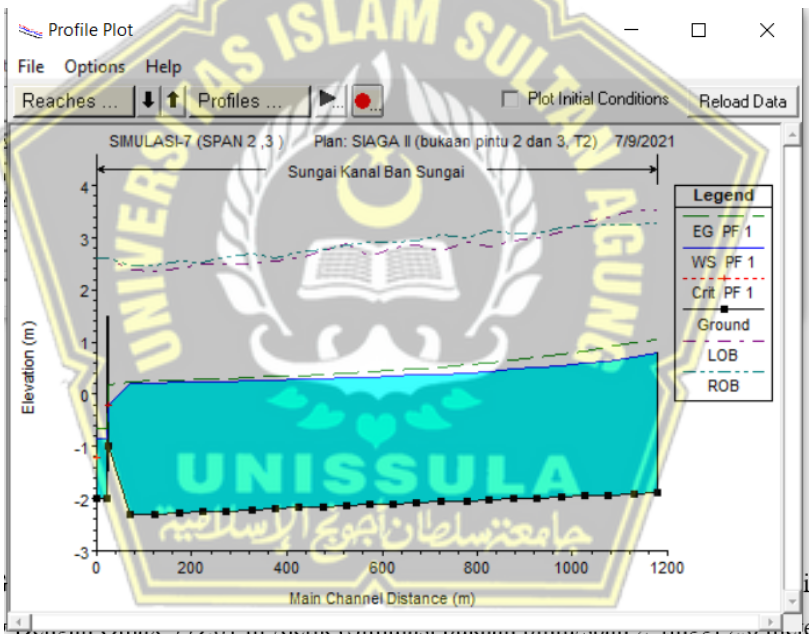


Gambar 4.32 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung di Kempiskan Dua Pintu/Span, Dengan Qmax 339.81 m^3/detik (Bukaan 2 Pintu/Span, Pada Span 2 dan 3, H = 2.0 meter)

Gambar 4.32 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik pada kondisi 2 pintu/span bendung karet dikempiskan pada elevasi -0.51 dpl dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi -0.22 dpl.

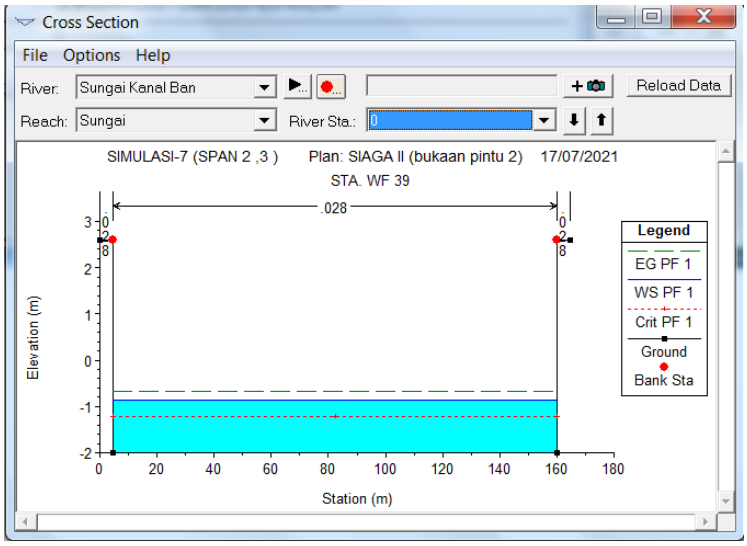


Gambar 4.33 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik



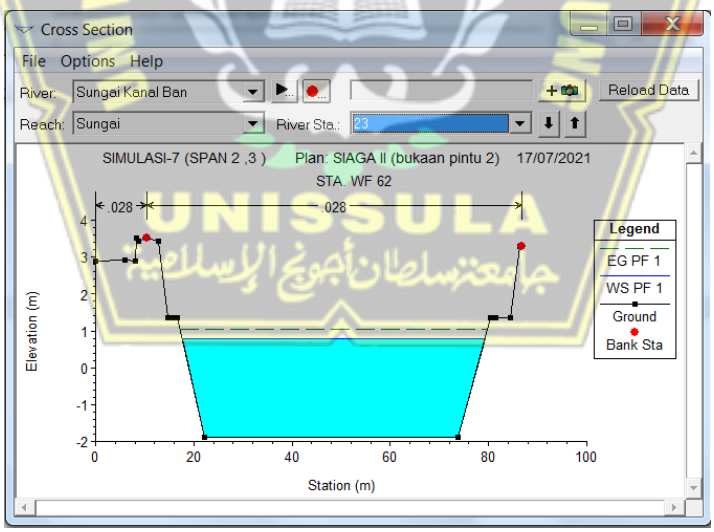
Gambar 4.34 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung di Kempiskan 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 339.81 m^3/detik (Bukaan 2 Pintu/Span, Pada Span 2 dan 3, Ht = 2.0 meter)

Gambar 4.34 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 2 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Pemodelan menggunakan debit Qmax 339.81 m^3/detik, tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi -0.22 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +0.79 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.85 dpl.



Gambar 4.35 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hilir
Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik,

Gambar 4.35 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS* dengan pemodelan menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik, simulasi 2 (dua) bukaan pintu/span dengan H= 2.0 meter, tinggi muka air pada *Cross Section* River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -0.85 dpl



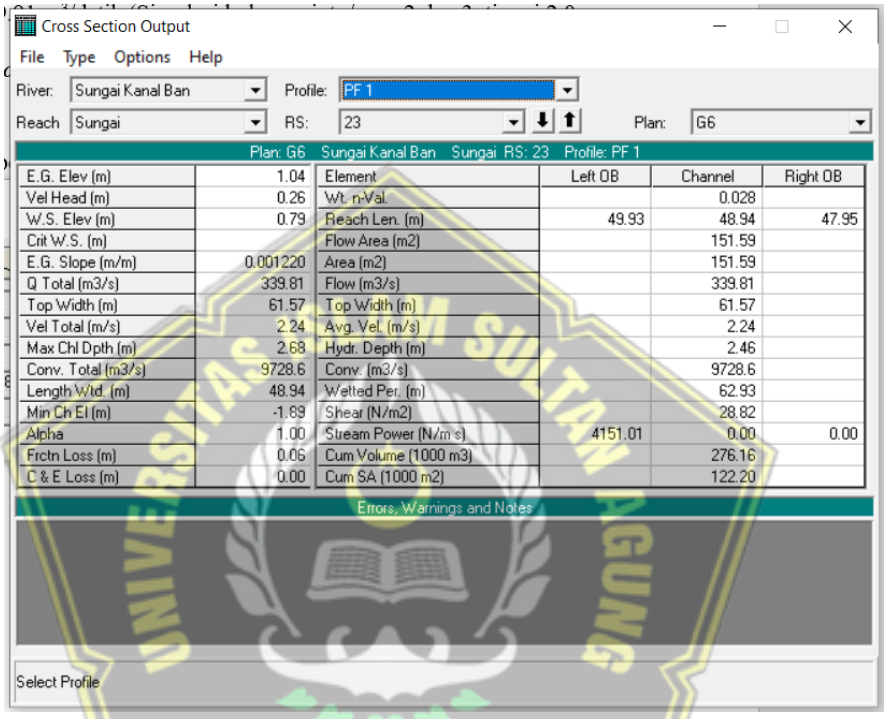
Gambar 4.36 Tampilan Secara Grafis Tinggi Muka Air di Hulu
Dengan Pemodelan Menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik,

Gambar 4.36 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, dengan pemodelan menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik pada simulasi 2 (dua) bukaan pintu/span. Merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface*

Maximum) adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +0.79 dpl

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*



Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G6

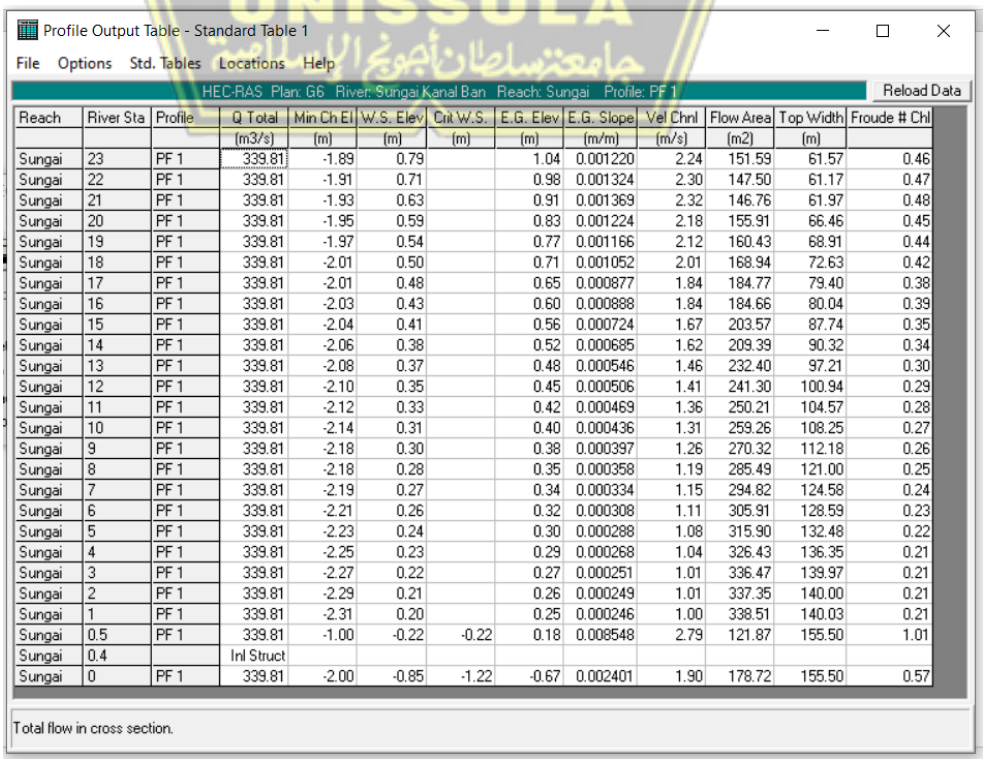
Plan: G6 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

			Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	1.04	Element			
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	0.79	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		151.59	
E.G. Slope (m/m)	0.001220	Area (m2)		151.59	
Q Total (m3/s)	339.81	Flow (m3/s)		339.81	
Top Width (m)	61.57	Top Width (m)		61.57	
Vel Total (m/s)	2.24	Avg. Vel. (m/s)		2.24	
Max Chl Dpth (m)	2.68	Hydr. Depth (m)		2.46	
Conv. Total (m3/s)	9728.6	Conv. (m3/s)		9728.6	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		62.93	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		28.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)		276.16	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		122.20	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.12 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G6 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	339.81	-1.89	0.79		1.04	0.001220	2.24	151.59	61.57	0.46
Sungai	22	PF 1	339.81	-1.91	0.71		0.98	0.001324	2.30	147.50	61.17	0.47
Sungai	21	PF 1	339.81	-1.93	0.63		0.91	0.001369	2.32	146.76	61.97	0.48
Sungai	20	PF 1	339.81	-1.95	0.59		0.83	0.001224	2.18	155.91	66.46	0.45
Sungai	19	PF 1	339.81	-1.97	0.54		0.77	0.001166	2.12	160.43	68.91	0.44
Sungai	18	PF 1	339.81	-2.01	0.50		0.71	0.001052	2.01	168.94	72.63	0.42
Sungai	17	PF 1	339.81	-2.01	0.48		0.65	0.000877	1.84	184.77	79.40	0.38
Sungai	16	PF 1	339.81	-2.03	0.43		0.60	0.000888	1.84	184.66	80.04	0.39
Sungai	15	PF 1	339.81	-2.04	0.41		0.56	0.000724	1.67	203.57	87.74	0.35
Sungai	14	PF 1	339.81	-2.06	0.38		0.52	0.000685	1.62	209.39	90.32	0.34
Sungai	13	PF 1	339.81	-2.08	0.37		0.48	0.000546	1.46	232.40	97.21	0.30
Sungai	12	PF 1	339.81	-2.10	0.35		0.45	0.000506	1.41	241.30	100.94	0.29
Sungai	11	PF 1	339.81	-2.12	0.33		0.42	0.000469	1.36	250.21	104.57	0.28
Sungai	10	PF 1	339.81	-2.14	0.31		0.40	0.000436	1.31	259.26	108.25	0.27
Sungai	9	PF 1	339.81	-2.18	0.30		0.38	0.000397	1.26	270.32	112.18	0.26
Sungai	8	PF 1	339.81	-2.18	0.28		0.35	0.000358	1.19	285.49	121.00	0.25
Sungai	7	PF 1	339.81	-2.19	0.27		0.34	0.000334	1.15	294.82	124.58	0.24
Sungai	6	PF 1	339.81	-2.21	0.26		0.32	0.000308	1.11	305.91	128.59	0.23
Sungai	5	PF 1	339.81	-2.23	0.24		0.30	0.000288	1.08	315.90	132.48	0.22
Sungai	4	PF 1	339.81	-2.25	0.23		0.29	0.000268	1.04	326.43	136.35	0.21
Sungai	3	PF 1	339.81	-2.27	0.22		0.27	0.000251	1.01	336.47	139.97	0.21
Sungai	2	PF 1	339.81	-2.29	0.21		0.26	0.000249	1.01	337.35	140.00	0.21
Sungai	1	PF 1	339.81	-2.31	0.20		0.25	0.000246	1.00	338.51	140.03	0.21
Sungai	0.5	PF 1	339.81	-1.00	-0.22	-0.22	0.18	0.008548	2.79	121.87	155.50	1.01
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	339.81	-2.00	-0.85	-1.22	-0.67	0.002401	1.90	178.72	155.50	0.57

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada tabel 4.12 diatas dengan Q max = 339.81 m^3/detik diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = Elevasi 0.79 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = Elevasi -0.22 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = Elevasi -0.85 dpl.

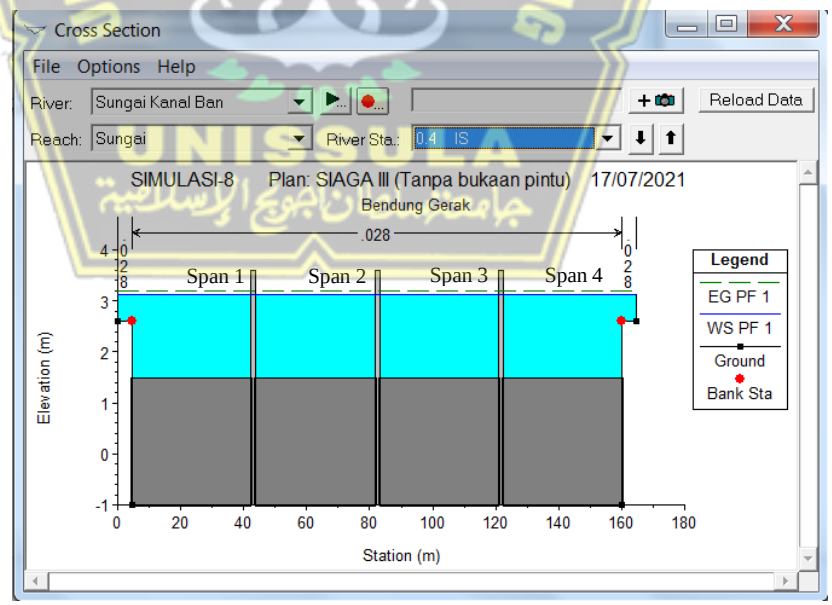
4.2.5 Analisis Skenario III (Siaga III/Awas)

Pada analisis skenario III (Siaga III/Awas) ini akan memodelkan geometri sungai sebagai *river station* dan pintu/span bendung gerak sebagai *inline structure* yang dilakukan dengan 2 (dua) pemodelan yaitu pemodelan dengan pintu/span tertutup/mengembang penuh dan pemodelan dengan pintu/span terbuka/mengempis

Berikut disampaikan simulasi skenario operasional pintu pada Bendung Gerak (Bendung Karet) Kanal Banjir Barat sebagai berikut :

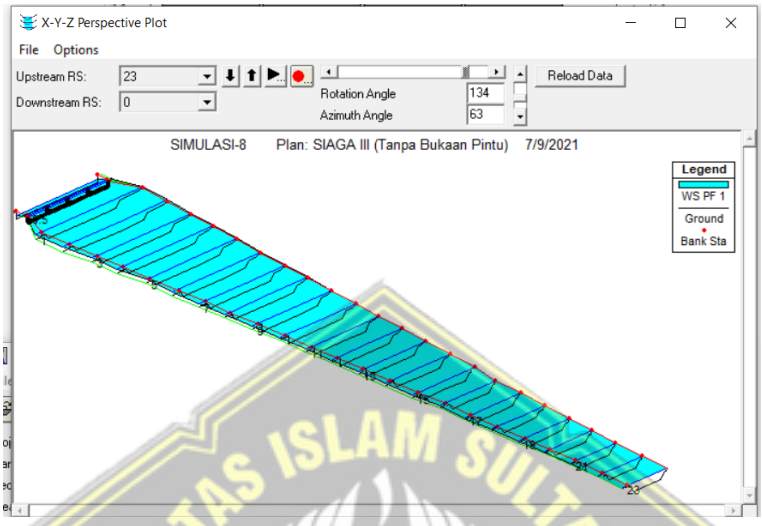
4.2.5.1 Pemodelan Tanpa Bukaan Pintu (Bendung Karet Mengembang Penuh)

Berikut disampaikan simulasi skenario III dengan pemodelan menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi bendung mengembang penuh.

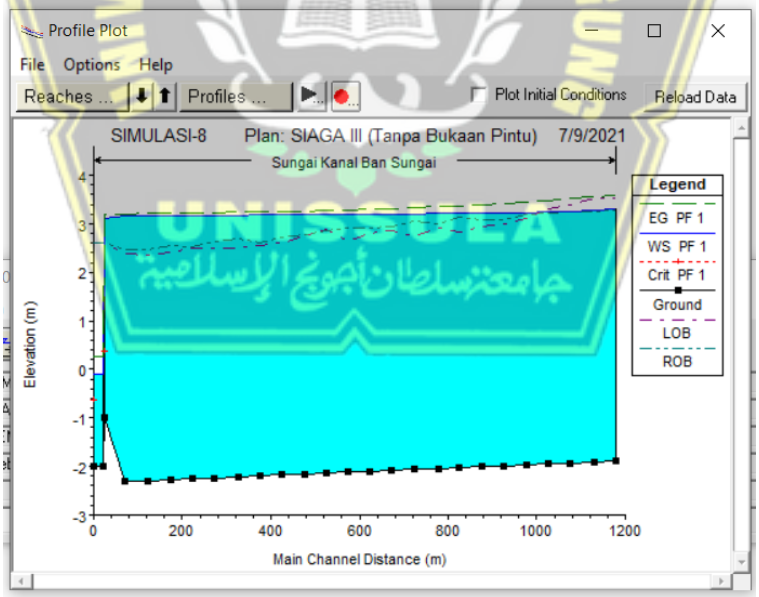


Gambar 4.37 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.37 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi bendung karet mengembang penuh pada elevasi +1.50. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +3.12 dpl, kondisi muka air limpas sudah melewati tanggul



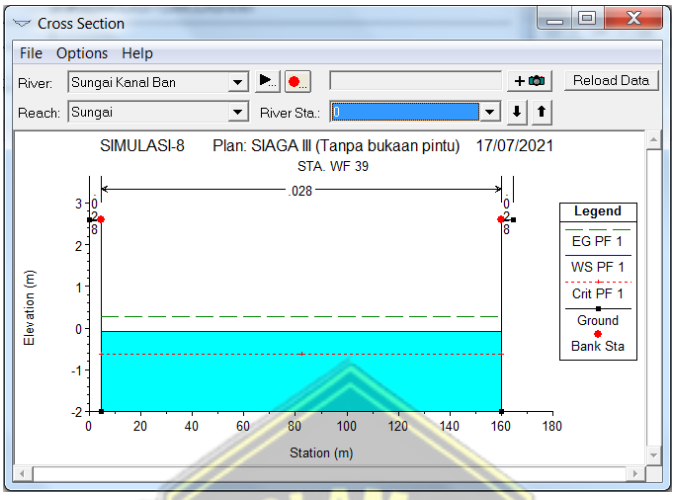
Gambar 4.38 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai
Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik



Gambar 4.39 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Sepanjang Sungai)
Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

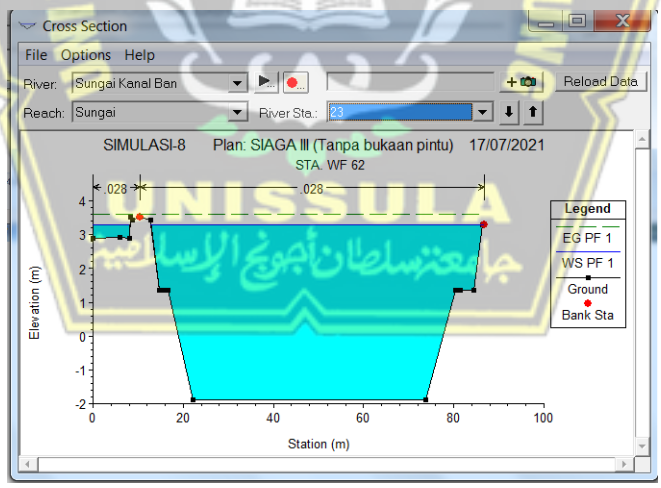
Gambar 4.39 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet mengembang penuh pada elevasi +1.50 dpl. Dengan

input debit Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +3.12 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +3.30 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.40 Tampilan Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.40 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada *Cross Section* River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.41 Tampilan Secara Grafis Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Mengembang Penuh, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.41 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang

cross section sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +3.30 dpl, dan sudah melebihi elevasi tanggul (limpas).

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G7

Plan: G7 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	3.59	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.028	0.028	
W.S. Elev (m)	3.30	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	3.22	326.45	
E.G. Slope (m/m)	0.000663	Area (m2)	3.22	326.45	
Q Total (m3/s)	786.68	Flow (m3/s)	1.51	785.17	
Top Width (m)	82.05	Top Width (m)	8.20	73.86	
Vel Total (m/s)	2.39	Avg. Vel. (m/s)	0.47	2.41	
Max Chl Dpth (m)	5.19	Hydr. Depth (m)	0.39	4.42	
Conv. Total (m3/s)	30563.2	Conv. (m3/s)	58.6	30504.6	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)	8.86	77.14	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)	2.36	27.50	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	19.16	668.88	0.05
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	13.10	151.71	0.15

Errors, Warnings and Notes

Warning: Divided flow computed for this cross-section.

Warning: The cross-section end points had to be extended vertically for the computed water surface.

Select Profile

Tabel 4.14 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G7 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

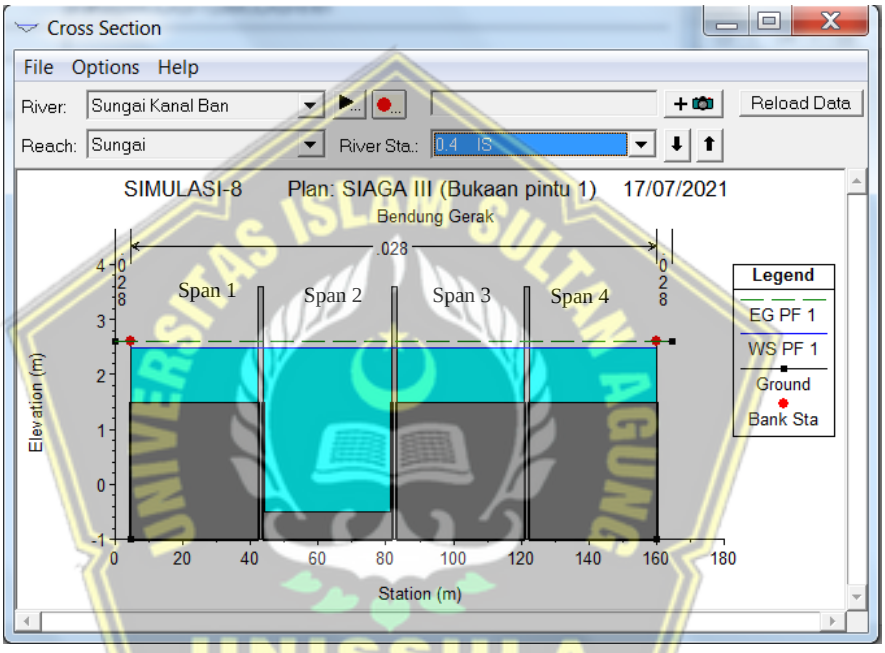
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	786.68	-1.89	3.30		3.59	0.000663	2.41	329.67	82.05	0.37
Sungai	22	PF 1	786.68	-1.91	3.27		3.56	0.000669	2.39	331.45	83.87	0.37
Sungai	21	PF 1	786.68	-1.93	3.24		3.52	0.000649	2.35	337.07	84.98	0.36
Sungai	20	PF 1	786.68	-1.95	3.24		3.48	0.000554	2.20	360.86	89.81	0.33
Sungai	19	PF 1	786.68	-1.97	3.23		3.45	0.000495	2.08	384.20	98.03	0.32
Sungai	18	PF 1	786.68	-2.01	3.22		3.42	0.000436	1.96	407.38	104.10	0.30
Sungai	17	PF 1	786.68	-2.01	3.22		3.39	0.000377	1.82	439.99	111.02	0.28
Sungai	16	PF 1	786.68	-2.03	3.21		3.37	0.000349	1.79	447.62	107.93	0.27
Sungai	15	PF 1	786.68	-2.04	3.21		3.35	0.000298	1.62	493.01	120.35	0.25
Sungai	14	PF 1	786.68	-2.06	3.20		3.33	0.000284	1.57	511.04	124.65	0.24
Sungai	13	PF 1	786.68	-2.08	3.20		3.31	0.000239	1.45	551.50	129.96	0.22
Sungai	12	PF 1	786.68	-2.10	3.20		3.30	0.000218	1.39	575.72	135.95	0.21
Sungai	11	PF 1	786.68	-2.12	3.19		3.28	0.000203	1.34	596.92	140.88	0.20
Sungai	10	PF 1	786.68	-2.14	3.19		3.27	0.000185	1.28	622.14	145.58	0.19
Sungai	9	PF 1	786.68	-2.18	3.18		3.26	0.000168	1.22	653.38	153.54	0.18
Sungai	8	PF 1	786.68	-2.18	3.18		3.25	0.000140	1.14	700.37	161.71	0.17
Sungai	7	PF 1	786.68	-2.19	3.18		3.24	0.000129	1.10	726.42	166.39	0.16
Sungai	6	PF 1	786.68	-2.21	3.18		3.23	0.000119	1.06	754.53	171.45	0.16
Sungai	5	PF 1	786.68	-2.23	3.17		3.23	0.000112	1.03	776.95	174.66	0.15
Sungai	4	PF 1	786.68	-2.25	3.17		3.22	0.000102	0.98	819.23	186.07	0.15
Sungai	3	PF 1	786.68	-2.27	3.17		3.21	0.000096	0.95	842.09	191.87	0.14
Sungai	2	PF 1	786.68	-2.29	3.17		3.21	0.000094	0.92	866.27	201.83	0.14
Sungai	1	PF 1	786.68	-2.31	3.16		3.20	0.000093	0.91	876.79	206.07	0.14
Sungai	0.5	PF 1	786.68	-1.00	3.12	0.37	3.19	0.000190	1.23	645.00	164.70	0.19
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	786.68	-2.00	-0.09	-0.63	0.27	0.002401	2.65	296.88	155.50	0.61

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada tabel 4.14 diatas dengan Qmax = 786.68 m3/detik diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 3.30 m, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 3.12 m, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -0.09 m

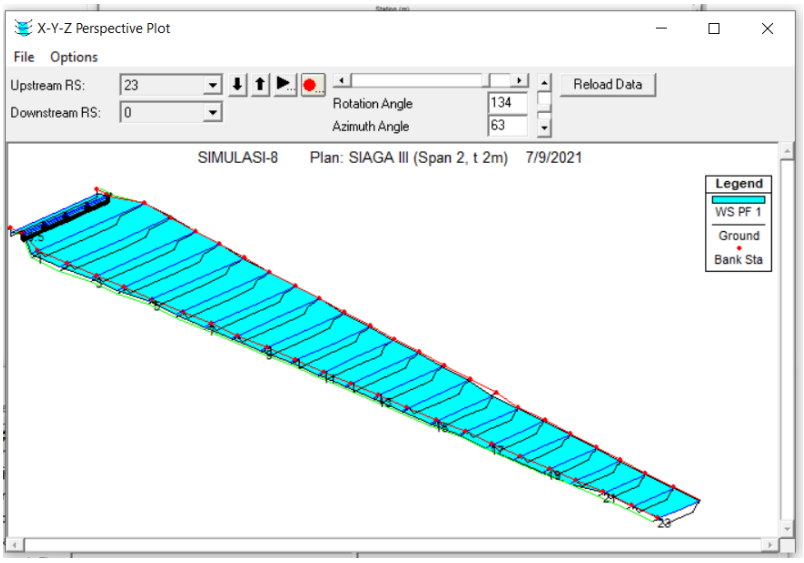
4.2.5.2 Pemodelan Bukaan 1 Pintu/Span (Span 2, Bukaan Tinggi 2.0 meter)

Berikut disampaikan simulasi skenario III (Awas) dengan pemodelan menggunaka Qmax 786.68 m^3/detik.

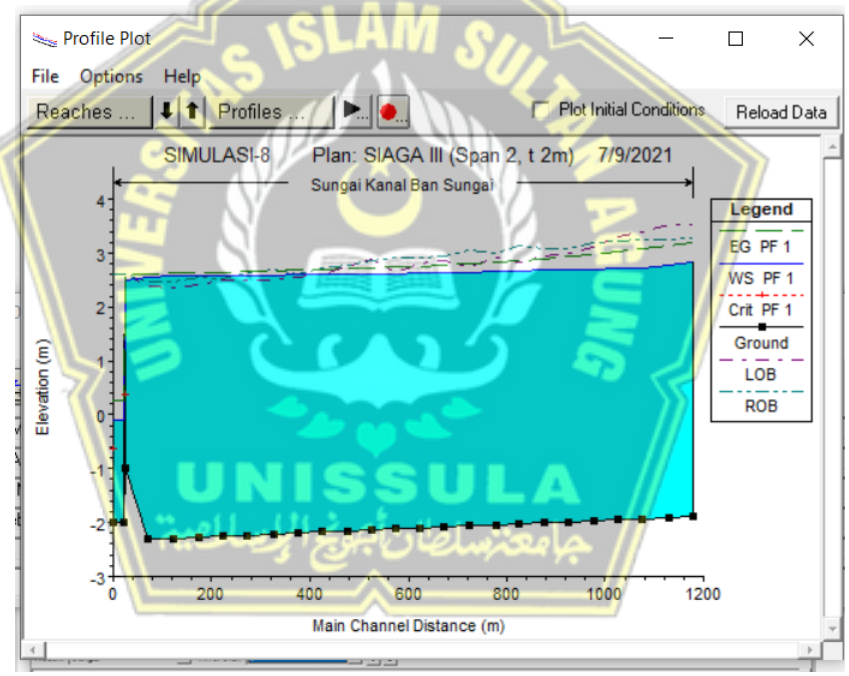


Gambar 4.42 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka Satu Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.42 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi 1 pintu/span bendung karet dibuka pada elevasi -0.51 dpl, dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +2.49 dpl.

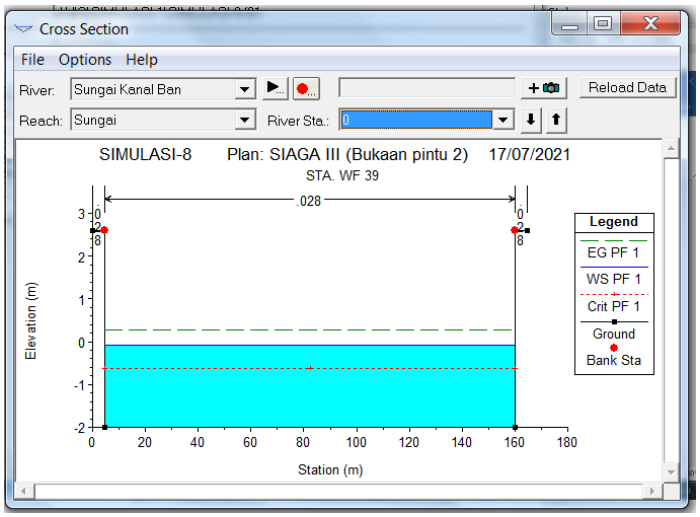


Gambar 4.43 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik



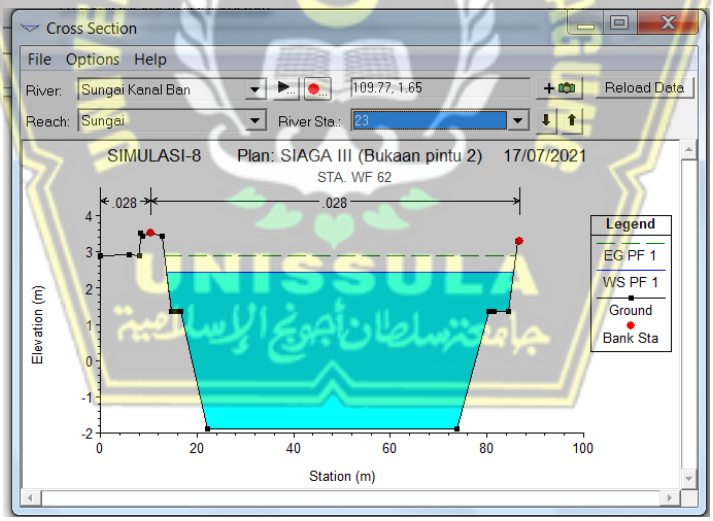
Gambar 4.44 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.44 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 1 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +2.49 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.82 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.45 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.43 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS* dengan pemodelan menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik, simulasi 1 (satu) bukaan pintu/span dengan H= 2.0 meter, tinggi muka air pada *Cross Section* River Sta 0 pada hilir bendung berada pada elevasi -0.09 dpl



Gambar 4.46 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.46 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +3.30 dpl, dan masih dibawah elevasi tanggul (limpas).

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 *Output* Tabel *Cross Section* Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G8

Plan: G8 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	3.19	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.37	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.82	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		290.99	
E.G. Slope (m/m)	0.000946	Area (m2)		290.99	
Q Total (m3/s)	786.68	Flow (m3/s)		786.68	
Top Width (m)	72.51	Top Width (m)		72.51	
Vel Total (m/s)	2.70	Avg. Vel. (m/s)		2.70	
Max Chl Dpth (m)	4.71	Hydr. Depth (m)		4.01	
Conv. Total (m3/s)	25576.0	Conv. (m3/s)		25576.0	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		75.37	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		35.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	12.12	584.32	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.91	149.77	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.16 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G8 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

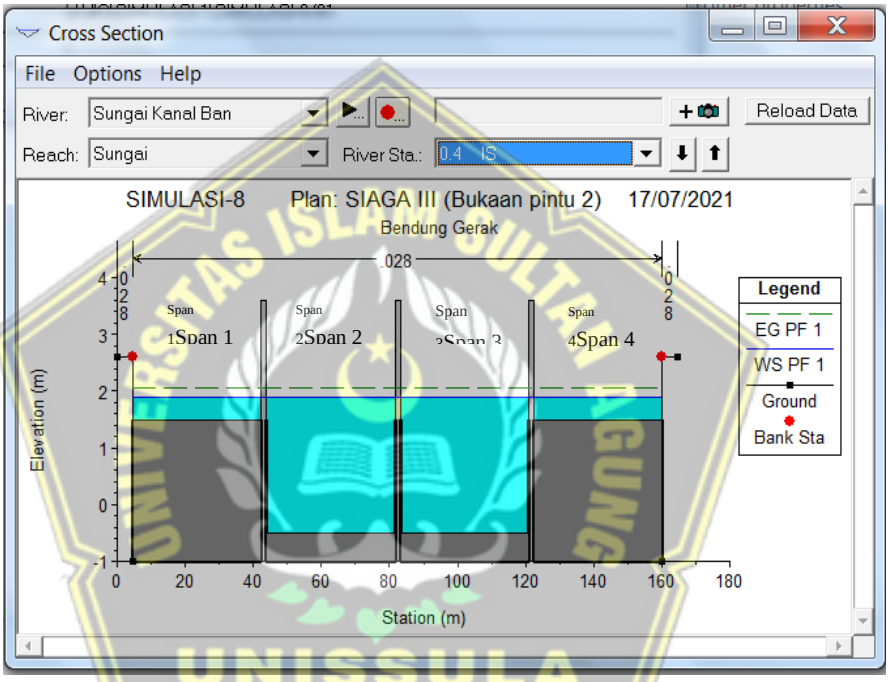
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	786.68	-1.89	2.82		3.19	0.000946	2.70	290.99	72.51	0.43
Sungai	22	PF 1	786.68	-1.91	2.77		3.14	0.000975	2.70	291.12	74.36	0.44
Sungai	21	PF 1	786.68	-1.93	2.72		3.09	0.000951	2.68	293.78	75.30	0.43
Sungai	20	PF 1	786.68	-1.95	2.71		3.03	0.000823	2.51	313.97	88.19	0.40
Sungai	19	PF 1	786.68	-1.97	2.69		2.98	0.000754	2.38	332.82	94.46	0.38
Sungai	18	PF 1	786.68	-2.01	2.68		2.94	0.000670	2.25	351.86	99.70	0.36
Sungai	17	PF 1	786.68	-2.01	2.68		2.89	0.000542	2.07	382.17	101.96	0.33
Sungai	16	PF 1	786.68	-2.03	2.65		2.87	0.000529	2.05	388.84	103.12	0.32
Sungai	15	PF 1	786.68	-2.04	2.66		2.83	0.000426	1.86	428.01	110.83	0.29
Sungai	14	PF 1	786.68	-2.06	2.64		2.81	0.000436	1.81	441.50	120.77	0.29
Sungai	13	PF 1	786.68	-2.08	2.64		2.78	0.000365	1.67	478.44	126.79	0.27
Sungai	12	PF 1	786.68	-2.10	2.63		2.76	0.000335	1.60	498.63	132.86	0.26
Sungai	11	PF 1	786.68	-2.12	2.62		2.74	0.000310	1.54	516.53	136.72	0.25
Sungai	10	PF 1	786.68	-2.14	2.61		2.72	0.000288	1.48	538.46	142.83	0.24
Sungai	9	PF 1	786.68	-2.18	2.60		2.70	0.000264	1.41	564.27	151.51	0.23
Sungai	8	PF 1	786.68	-2.18	2.60		2.69	0.000219	1.32	606.08	160.50	0.21
Sungai	7	PF 1	786.68	-2.19	2.59		2.68	0.000205	1.27	628.90	166.35	0.20
Sungai	6	PF 1	786.68	-2.21	2.59		2.66	0.000188	1.22	653.63	170.60	0.19
Sungai	5	PF 1	786.68	-2.23	2.58		2.65	0.000177	1.18	673.69	174.12	0.19
Sungai	4	PF 1	786.68	-2.25	2.58		2.64	0.000163	1.13	708.80	186.07	0.18
Sungai	3	PF 1	786.68	-2.27	2.57		2.63	0.000154	1.10	727.77	191.87	0.18
Sungai	2	PF 1	786.68	-2.29	2.57		2.62	0.000153	1.07	745.45	201.83	0.17
Sungai	1	PF 1	786.68	-2.31	2.56		2.62	0.000153	1.06	752.82	206.07	0.17
Sungai	0.5	PF 1	786.68	-1.00	2.49	0.37	2.60	0.000329	1.45	543.43	155.50	0.25
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	786.68	-2.00	-0.09	-0.63	0.27	0.002401	2.65	296.88	155.50	0.61

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada tabel 4.16 diatas dengan pemodelan menggunakan Qmax = 786.68 diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 2.82 m, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 2.49 m, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -0.09 m

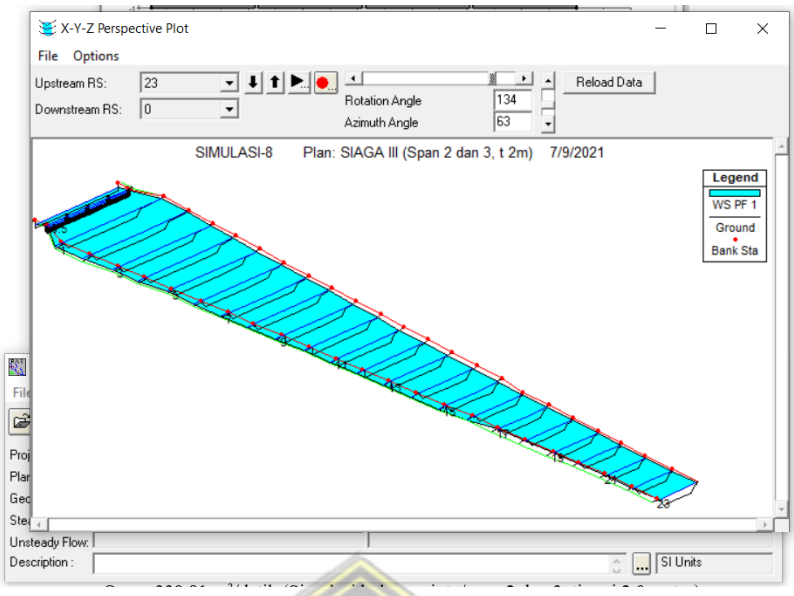
4.2.5.3 Pemodelan Bukaan 2 Pintu/Span (Span 2 dan 3, Bukaan Tinggi 2.0 meter)

Berikut disampaikan simulasi skenario III (Awas) dengan pemodelan menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik.

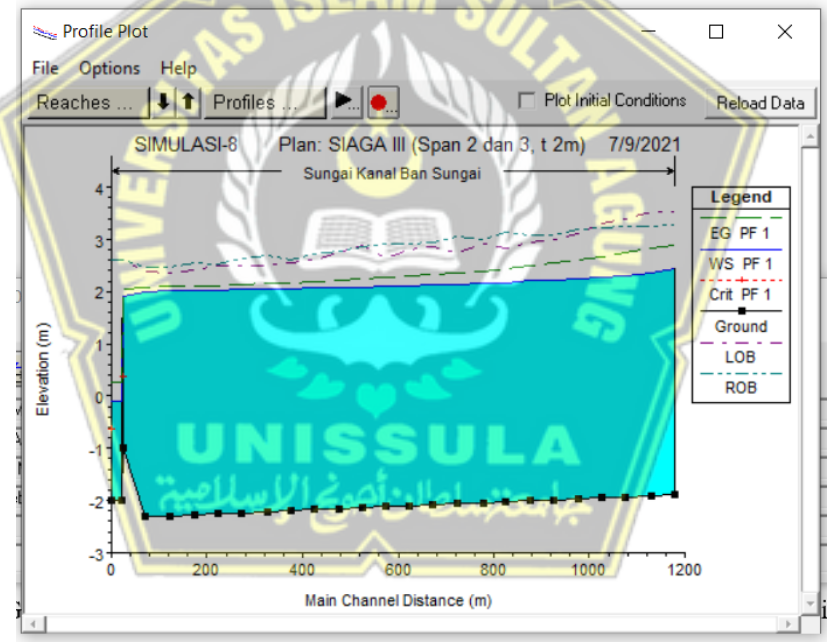


Gambar 4.47 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik
Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +1.90 dpl

Gambar 4.47 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi 2 pintu/span bendung karet dibuka pada elevasi -0.51 dpl, dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +1.90 dpl.

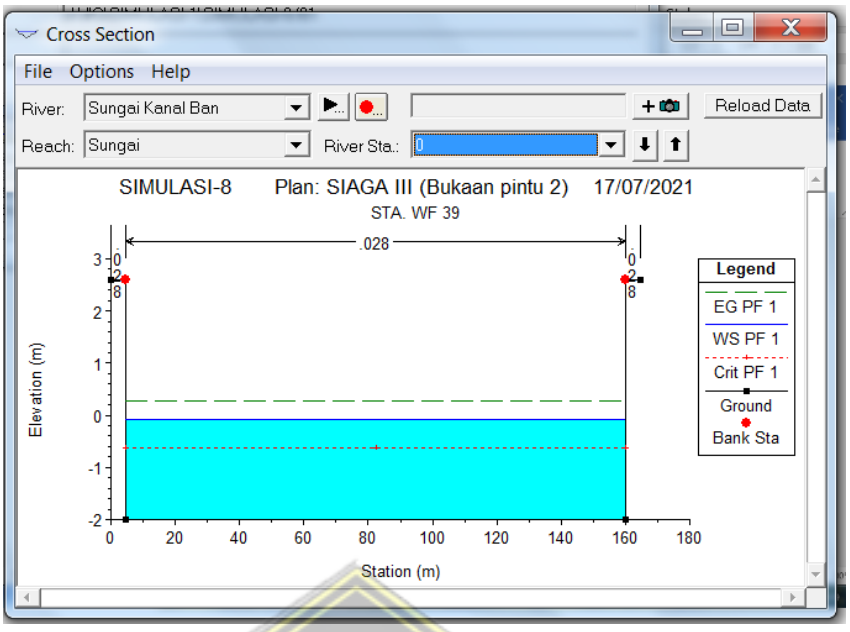


Gambar 4.48 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

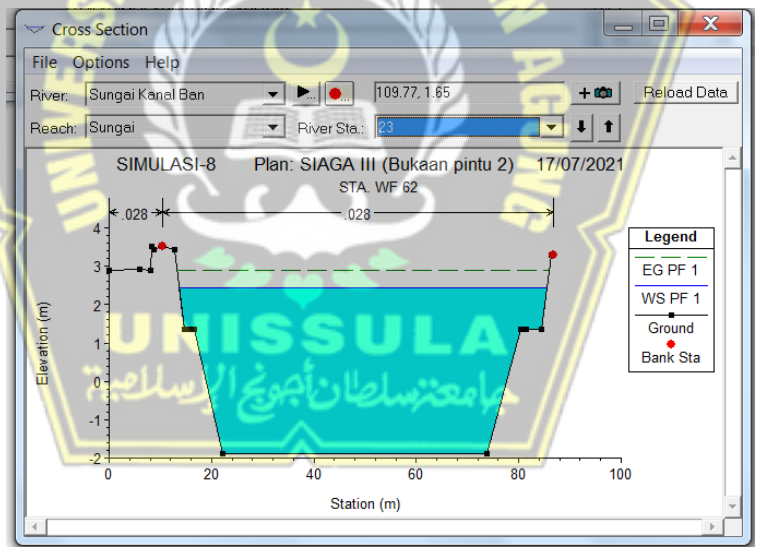


Gambar 4.49 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.49 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 2 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +1.90 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.42 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.50 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl



Gambar 4.51 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 2 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.51 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +2.44 dpl, dan masih dibawah elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17 *Output* Tabel *Cross Section* Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G9

Plan: G9 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	2.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.44	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		264.04	
E.G. Slope (m/m)	0.001284	Area (m2)		264.04	
Q Total (m3/s)	786.68	Flow (m3/s)		786.68	
Top Width (m)	71.76	Top Width (m)		71.76	
Vel Total (m/s)	2.98	Avg. Vel. (m/s)		2.98	
Max Chl Dpth (m)	4.33	Hydr. Depth (m)		3.68	
Conv. Total (m3/s)	21956.8	Conv. (m3/s)		21956.8	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		74.32	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		44.73	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	6.99	509.94	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	8.63	145.52	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.18 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G9 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

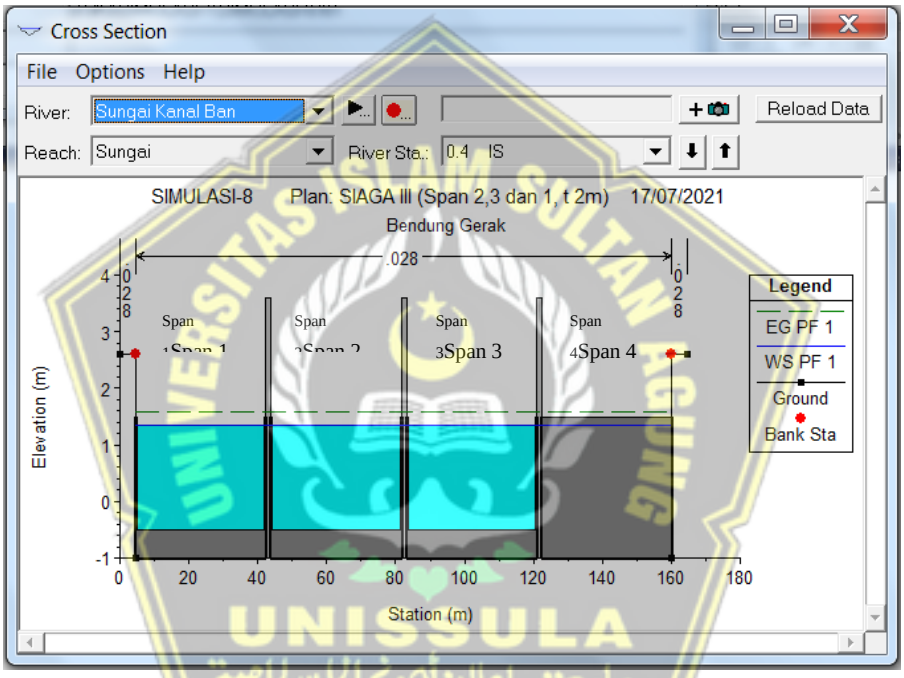
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	786.68	-1.89	2.44		2.89	0.001284	2.98	264.04	71.76	0.50
Sungai	22	PF 1	786.68	-1.91	2.37		2.83	0.001368	3.01	261.48	73.56	0.51
Sungai	21	PF 1	786.68	-1.93	2.30		2.76	0.001381	3.00	261.90	74.45	0.51
Sungai	20	PF 1	786.68	-1.95	2.27		2.67	0.001189	2.82	279.05	78.24	0.48
Sungai	19	PF 1	786.68	-1.97	2.24		2.61	0.001119	2.70	291.63	83.56	0.46
Sungai	18	PF 1	786.68	-2.01	2.21		2.54	0.001000	2.55	307.95	88.31	0.44
Sungai	17	PF 1	786.68	-2.01	2.20		2.48	0.000807	2.35	334.47	92.38	0.39
Sungai	16	PF 1	786.68	-2.03	2.16		2.44	0.000801	2.34	338.78	101.94	0.39
Sungai	15	PF 1	786.68	-2.04	2.16		2.39	0.000643	2.12	373.82	109.67	0.35
Sungai	14	PF 1	786.68	-2.06	2.14		2.36	0.000615	2.08	381.86	111.43	0.35
Sungai	13	PF 1	786.68	-2.08	2.13		2.32	0.000534	1.91	415.56	120.83	0.32
Sungai	12	PF 1	786.68	-2.10	2.12		2.29	0.000501	1.84	431.85	128.10	0.31
Sungai	11	PF 1	786.68	-2.12	2.10		2.26	0.000456	1.77	447.51	130.10	0.29
Sungai	10	PF 1	786.68	-2.14	2.09		2.23	0.000439	1.70	464.95	138.24	0.29
Sungai	9	PF 1	786.68	-2.18	2.07		2.21	0.000405	1.64	485.51	146.25	0.28
Sungai	8	PF 1	786.68	-2.18	2.07		2.19	0.000336	1.52	522.35	154.77	0.26
Sungai	7	PF 1	786.68	-2.19	2.06		2.17	0.000313	1.47	541.54	159.81	0.25
Sungai	6	PF 1	786.68	-2.21	2.05		2.15	0.000290	1.41	563.12	164.76	0.24
Sungai	5	PF 1	786.68	-2.23	2.04		2.13	0.000275	1.37	580.59	168.28	0.23
Sungai	4	PF 1	786.68	-2.25	2.03		2.12	0.000256	1.31	608.34	180.23	0.22
Sungai	3	PF 1	786.68	-2.27	2.02		2.10	0.000244	1.28	623.65	185.30	0.22
Sungai	2	PF 1	786.68	-2.29	2.01		2.09	0.000249	1.26	634.43	195.95	0.22
Sungai	1	PF 1	786.68	-2.31	2.00		2.08	0.000254	1.25	638.33	200.59	0.22
Sungai	0.5	PF 1	786.68	-1.00	1.90	0.37	2.05	0.000608	1.75	450.34	155.50	0.33
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	786.68	-2.00	-0.09	-0.63	0.27	0.002401	2.65	296.88	155.50	0.61

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada tabel 4.18 diatas dengan Q max = 786.68 m^3/detik diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 2.44 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 1.90 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -0.09 dpl.

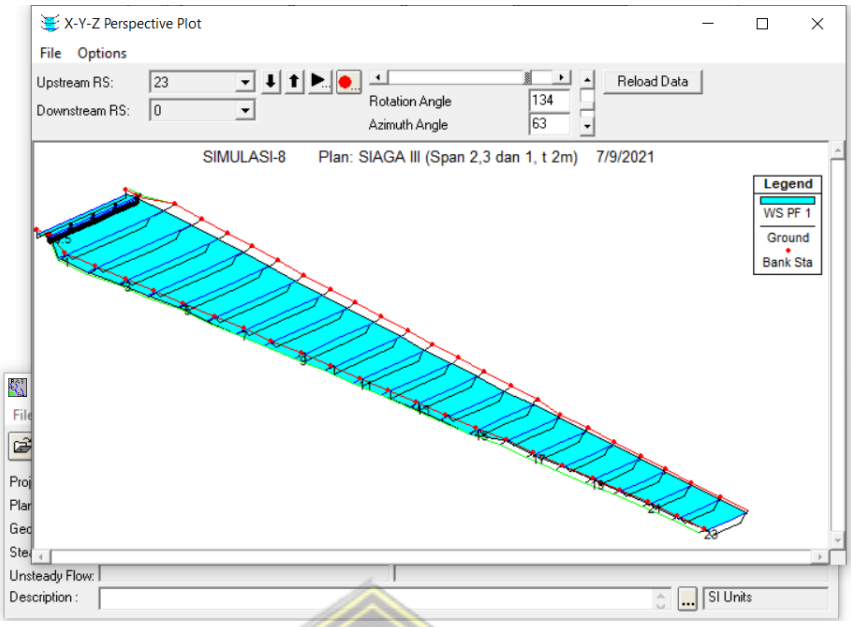
4.2.5.4 Pemodelan Bukaan 3 Pintu/Span (Span 2 ,3 dan 1, Bukaan Tinggi Ht = 2.0 m)

Berikut disampaikan simulasi skenario III (Awas) dengan Qmax 786.68 m^3/detik (Simulasi bukaan 3 pintu/span 2, 3 dan 1, tinggi Ht = 2.0 meter)

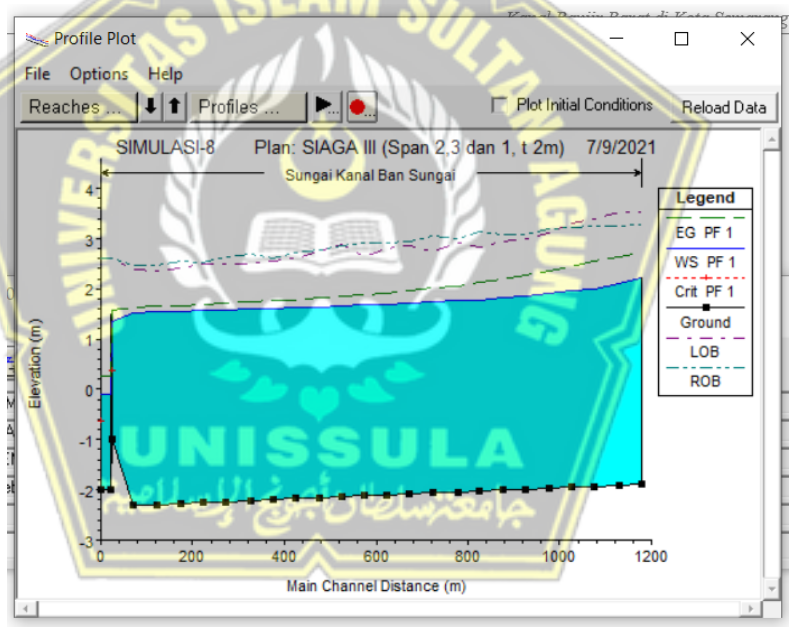


Gambar 4.52 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik
Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +1.35 dpl

Gambar 4.52 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi 3 pintu/span bendung karet dibuka pada elevasi -0.51 dpl, dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +1.35 dpl.

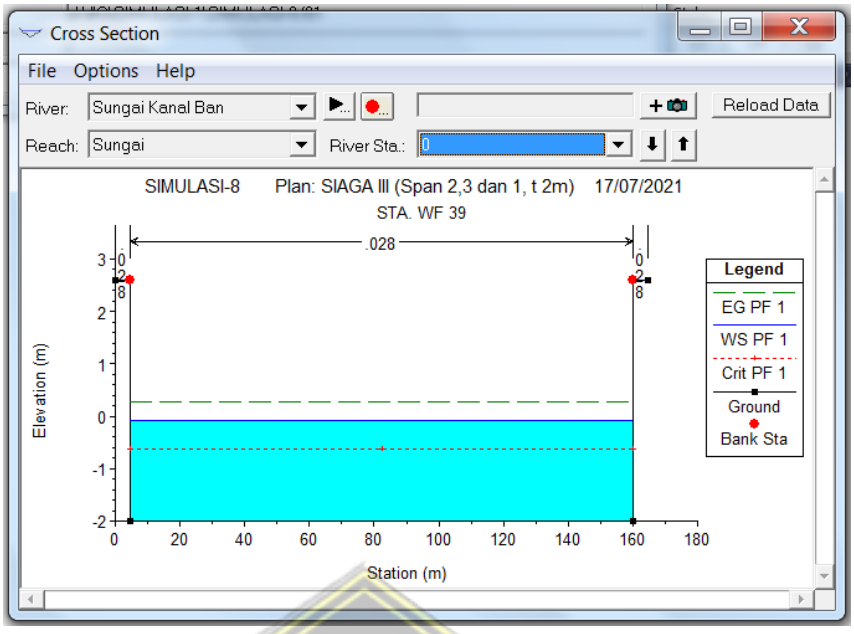


Gambar 4.53 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

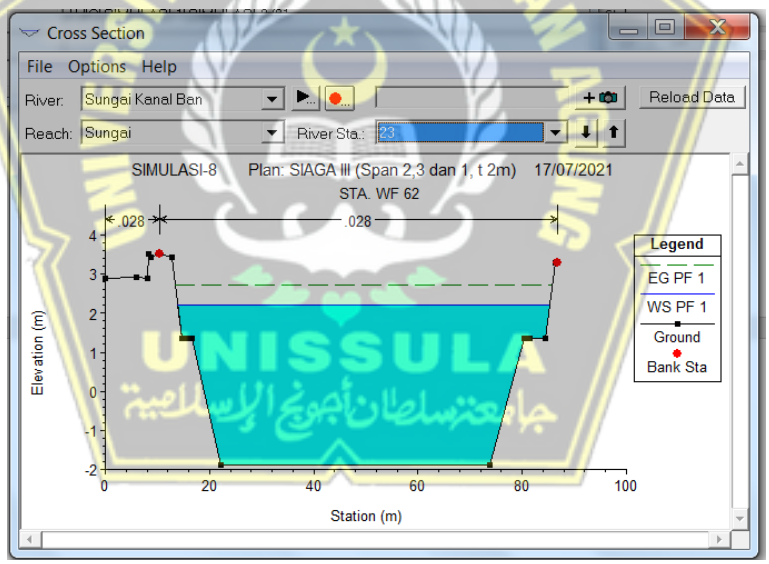


Gambar 4.54 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

Gambar 4.54 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 3 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +1.35 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.21 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.55 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl



Gambar 4.56 Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 3 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik,

Gambar 4.56 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +2.21 dpl, dan masih dibawah elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.19 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G10

Plan: G10 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	2.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.52	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.21	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		247.35	
E.G. Slope (m/m)	0.001577	Area (m2)		247.35	
Q Total (m3/s)	786.68	Flow (m3/s)		786.68	
Top Width (m)	71.30	Top Width (m)		71.30	
Vel Total (m/s)	3.18	Avg. Vel. (m/s)		3.18	
Max Chl Dpth (m)	4.10	Hydr. Depth (m)		3.47	
Conv. Total (m3/s)	19809.5	Conv. (m3/s)		19809.5	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		73.66	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		51.93	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	3.33	451.42	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	7.55	138.31	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.20 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G10 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

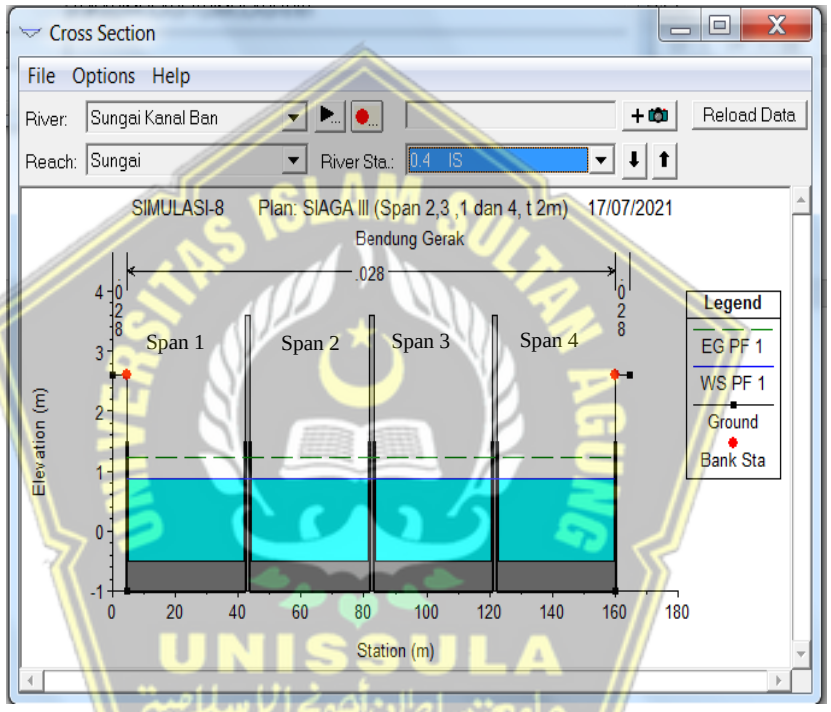
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	786.68	-1.89	2.21		2.72	0.001577	3.18	247.35	71.30	0.55
Sungai	22	PF 1	786.68	-1.91	2.10		2.64	0.001748	3.25	241.98	73.03	0.57
Sungai	21	PF 1	786.68	-1.93	1.99		2.54	0.001831	3.28	239.56	73.85	0.58
Sungai	20	PF 1	786.68	-1.95	1.95		2.44	0.001597	3.09	254.27	77.61	0.55
Sungai	19	PF 1	786.68	-1.97	1.90		2.36	0.001547	2.99	263.48	82.94	0.53
Sungai	18	PF 1	786.68	-2.01	1.85		2.27	0.001404	2.84	276.58	87.32	0.51
Sungai	17	PF 1	786.68	-2.01	1.84		2.18	0.001132	2.62	300.76	91.65	0.46
Sungai	16	PF 1	786.68	-2.03	1.78		2.13	0.001154	2.62	299.96	92.36	0.46
Sungai	15	PF 1	786.68	-2.04	1.77		2.06	0.000929	2.38	330.74	108.75	0.42
Sungai	14	PF 1	786.68	-2.06	1.73		2.01	0.000865	2.34	337.13	107.91	0.41
Sungai	13	PF 1	786.68	-2.08	1.72		1.95	0.000709	2.15	367.98	112.58	0.36
Sungai	12	PF 1	786.68	-2.10	1.70		1.92	0.000663	2.07	380.76	116.84	0.35
Sungai	11	PF 1	786.68	-2.12	1.68		1.88	0.000608	2.00	394.67	120.91	0.34
Sungai	10	PF 1	786.68	-2.14	1.66		1.85	0.000586	1.93	408.34	123.94	0.33
Sungai	9	PF 1	786.68	-2.18	1.64		1.81	0.000537	1.86	425.23	130.70	0.32
Sungai	8	PF 1	786.68	-2.18	1.63		1.78	0.000477	1.73	455.89	144.76	0.30
Sungai	7	PF 1	786.68	-2.19	1.61		1.76	0.000448	1.68	472.00	151.17	0.29
Sungai	6	PF 1	786.68	-2.21	1.60		1.73	0.000417	1.62	490.43	155.95	0.28
Sungai	5	PF 1	786.68	-2.23	1.58		1.71	0.000397	1.57	505.47	158.70	0.27
Sungai	4	PF 1	786.68	-2.25	1.57		1.69	0.000374	1.51	526.97	169.65	0.27
Sungai	3	PF 1	786.68	-2.27	1.56		1.67	0.000357	1.47	539.23	173.12	0.26
Sungai	2	PF 1	786.68	-2.29	1.54		1.65	0.000370	1.46	543.90	182.14	0.26
Sungai	1	PF 1	786.68	-2.31	1.52		1.63	0.000384	1.46	544.11	185.92	0.27
Sungai	0.5	PF 1	786.68	-1.00	1.35	0.37	1.58	0.001212	2.15	365.22	155.50	0.45
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	786.68	-2.00	-0.09	-0.63	0.27	0.002401	2.65	296.88	155.50	0.61

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan pemodelan software *HEC RAS* pada tabel 4.20 diatas dengan pemodelan menggunakan Qmax = 786.68 m3/detik diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 2.21 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 1.35 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = -0.09 dpl.

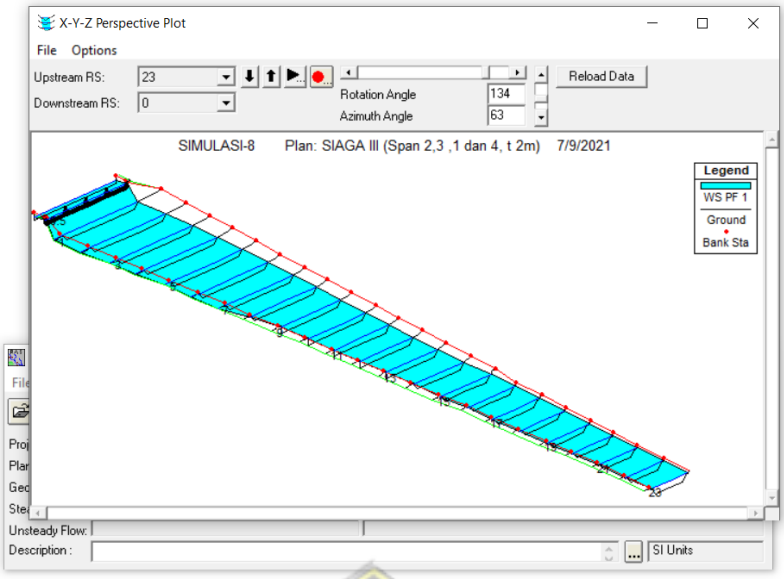
4.2.5.5 Pemodelan Bukaan 4 Pintu/Span (Span 2 ,3, 1 dan 4 Bukaan Tinggi H = 2.0 m)

Berikut disampaikan simulasi skenario III (Awas) dengan Qmax 786.68 m^3/detik (Simulasi bukaan pintu/span 2, 3,1 dan 4, tinggi Ht = 2.0 meter)

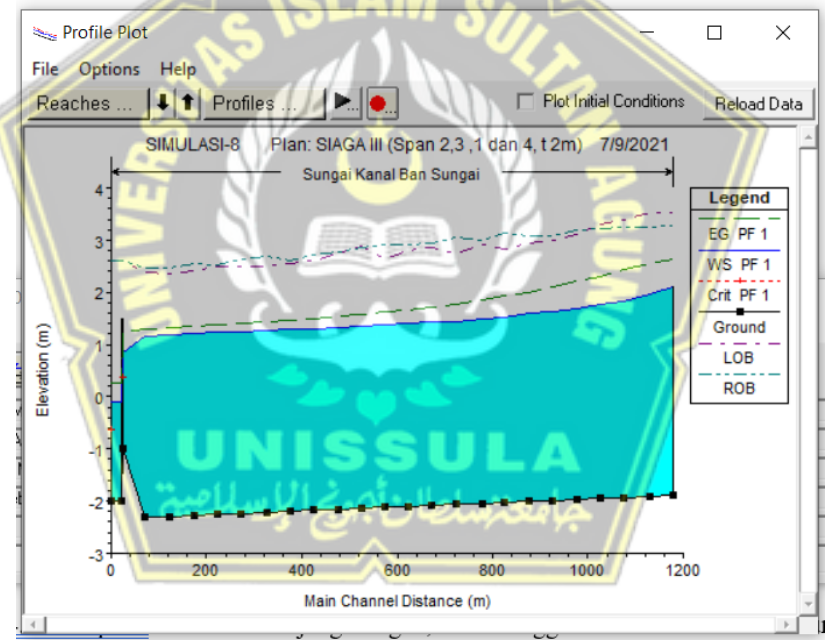


Gambar 4.57 Tampilan Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik
Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +0.86 dpl

Gambar 4.57 mempresentasikan secara grafis tampilan muka air di Bendung dari hasil pemodelan *HEC-RAS* menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik pada kondisi 3 pintu/span bendung karet dibuka pada elevasi -0.51 dpl, dibuka dengan H = 2.0 meter. Tinggi muka air pada tampungan (bendung) berada pada elevasi +0.86 dpl.

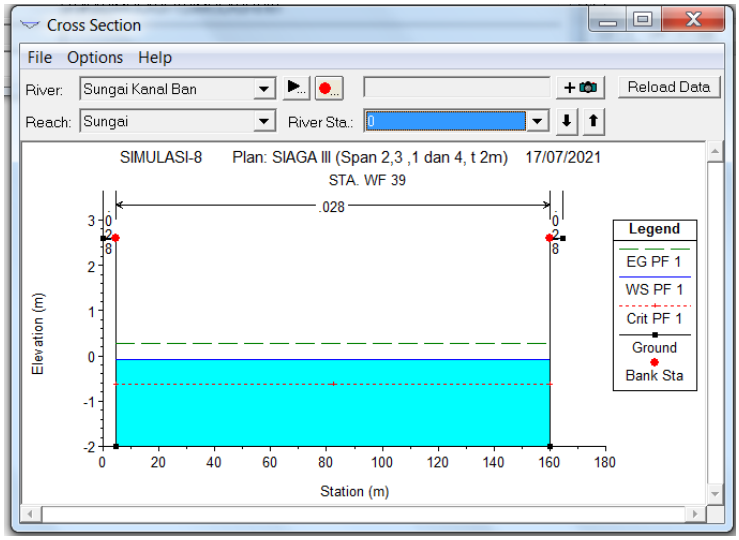


Gambar 4.58 Tampilan Perspektif, Muka Air di Sepanjang Sungai
Dalam Posisi Bendung Terbuka 1 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik

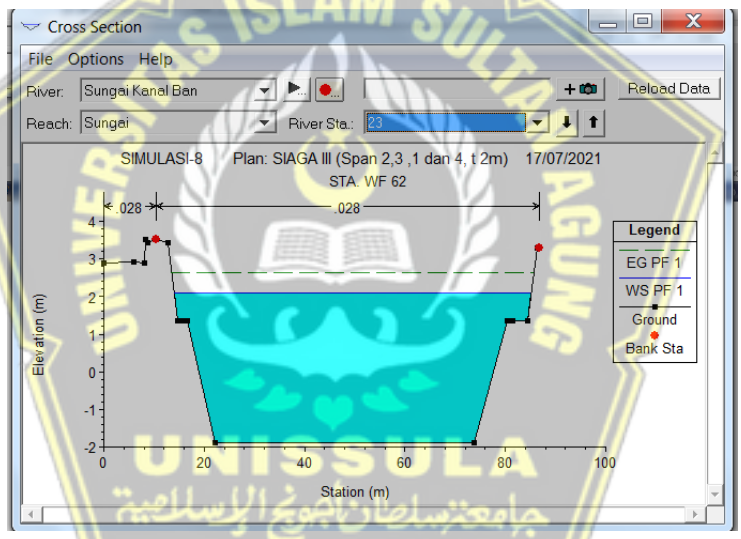


Gambar 4.59 Tampilan Profil Memanjang, Muka Air di Bendung Gerak (Bendung Karet)
Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik
Elevasi Pintu -0.51 dpl, Elevasi Muka Air di Bendung +0.86 dpl, Elvasi Muka Air Hulu

Gambar 4.59 mempresentasikan tampilan profil memanjang sungai dari hasil pemodelan *HEC-RAS* pada kondisi bendung karet dibuka 3 pintu/span dengan H= 2.0 meter. Dengan pemodelan menggunakan debit Qmax 786.68 m^3/detik tinggi muka air pada tampungan bendung berada pada elevasi +0.86 dpl, tinggi muka air pada daerah hulu +2.09 dpl , dan tinggi muka air dibagian hilir bendung pada elevasi -0.09 dpl.



Gambar 4.60 Tampilan Tinggi Muka Air di Hilir Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik, Elevasi Muka Air di Hilir River Stasiun 0 = -0.09 dpl



Gambar 4.61Tampilan Tinggi Muka Air di Hulu Bendung Gerak (Bendung Karet) Dalam Posisi Bendung Terbuka 4 Pintu/Span, Dengan Qmax 786.68 m^3/detik, Elevasi Muka Air di Hulu River Stasiun 32 = +2.09 dpl

Gambar 4.61 mempresentasikan hasil dari pemodelan *HEC-RAS*, merupakan tinggi muka air pada kondisi WS Max. Yang dimaksud dengan WS Max *(Water Surface Maximum)* adalah kondisi muka air banjir yang terjadi secara maksimum. Tinggi muka air pada penampang *cross section* sungai di lokasi hulu River Sta 32 berada pada elevasi +2.09 dpl, dan masih dibawah elevasi tanggul.

Berikut disampaikan data *output* hasil analisis hidraulika dengan *HEC-RAS* secara tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 4.21 *Output* Tabel *Cross Section* Simulasi Pada *HEC-RAS*

Cross Section Output

File Type Options Help

River: Sungai Kanal Ban Profile: PF 1

Reach Sungai RS: 23 Plan: G11

Plan: G11 Sungai Kanal Ban Sungai RS: 23 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	2.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.55	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	2.09	Reach Len. (m)	49.93	48.94	47.95
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		239.06	
E.G. Slope (m/m)	0.001756	Area (m2)		239.06	
Q Total (m3/s)	786.68	Flow (m3/s)		786.68	
Top Width (m)	71.07	Top Width (m)		71.07	
Vel Total (m/s)	3.29	Avg. Vel. (m/s)		3.29	
Max Chl Dpth (m)	3.98	Hydr. Depth (m)		3.36	
Conv. Total (m3/s)	18771.7	Conv. (m3/s)		18771.7	
Length Wtd. (m)	48.94	Wetted Per. (m)		73.33	
Min Ch El (m)	-1.89	Shear (N/m2)		56.15	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4151.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	1.54	411.57	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	3.46	130.83	

Errors, Warnings and Notes

Select Profile

Tabel 4.22 Tabel Hasil Analisa Hidrolika Keseluruhan Stasiun Pada *HEC-RAS*

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: G11 River: Sungai Kanal Ban Reach: Sungai Profile: PF 1 Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sungai	23	PF 1	786.68	-1.89	2.09		2.64	0.001756	3.29	239.06	71.07	0.57
Sungai	22	PF 1	786.68	-1.91	1.96		2.55	0.002004	3.39	231.75	72.74	0.61
Sungai	21	PF 1	786.68	-1.93	1.82		2.43	0.002178	3.47	226.85	73.51	0.63
Sungai	20	PF 1	786.68	-1.95	1.76		2.31	0.001926	3.28	239.73	77.23	0.59
Sungai	19	PF 1	786.68	-1.97	1.69		2.21	0.001920	3.19	246.29	82.56	0.59
Sungai	18	PF 1	786.68	-2.01	1.63		2.10	0.001777	3.06	256.81	86.68	0.57
Sungai	17	PF 1	786.68	-2.01	1.60		2.00	0.001440	2.82	279.04	91.18	0.51
Sungai	16	PF 1	786.68	-2.03	1.51		1.93	0.001513	2.85	275.66	91.84	0.53
Sungai	15	PF 1	786.68	-2.04	1.50		1.84	0.001224	2.60	303.14	99.49	0.47
Sungai	14	PF 1	786.68	-2.06	1.44		1.78	0.001115	2.56	307.49	95.93	0.46
Sungai	13	PF 1	786.68	-2.08	1.43		1.71	0.000892	2.34	336.68	99.49	0.41
Sungai	12	PF 1	786.68	-2.10	1.40		1.66	0.000831	2.26	348.61	103.07	0.39
Sungai	11	PF 1	786.68	-2.12	1.37		1.62	0.000776	2.18	360.45	106.66	0.38
Sungai	10	PF 1	786.68	-2.14	1.35		1.58	0.000727	2.11	372.41	110.32	0.37
Sungai	9	PF 1	786.68	-2.18	1.32		1.53	0.000671	2.03	386.62	114.22	0.35
Sungai	8	PF 1	786.68	-2.18	1.31		1.49	0.000608	1.91	412.37	127.58	0.34
Sungai	7	PF 1	786.68	-2.19	1.29		1.46	0.000572	1.85	424.81	136.84	0.33
Sungai	6	PF 1	786.68	-2.21	1.27		1.43	0.000532	1.79	440.79	144.26	0.32
Sungai	5	PF 1	786.68	-2.23	1.25		1.40	0.000503	1.74	454.29	146.93	0.31
Sungai	4	PF 1	786.68	-2.25	1.23		1.37	0.000471	1.68	471.76	155.71	0.30
Sungai	3	PF 1	786.68	-2.27	1.21		1.35	0.000438	1.64	482.94	155.52	0.29
Sungai	2	PF 1	786.68	-2.29	1.19		1.33	0.000449	1.64	484.49	160.29	0.29
Sungai	1	PF 1	786.68	-2.31	1.17		1.30	0.000452	1.64	483.54	158.95	0.29
Sungai	0.5	PF 1	786.68	-1.00	0.86	0.37	1.24	0.002615	2.72	289.29	155.50	0.64
Sungai	0.4		Inl Struct									
Sungai	0	PF 1	786.68	-2.00	-0.09	-0.63	0.27	0.002401	2.65	296.88	155.50	0.61

Total flow in cross section.

Berdasarkan hasil dari simulasi dengan software HEC RAS pada tabel 4.22 diatas dengan Q max = 786.68 m3/detik diperoleh muka air hulu pada River Stasiun 23 = 2.09 dpl, muka air di atas bendung pada River Stasiun 0.5 = 0.86 dpl, dan di hilir bendung River Stasiun 0 = - 0.09 dpl

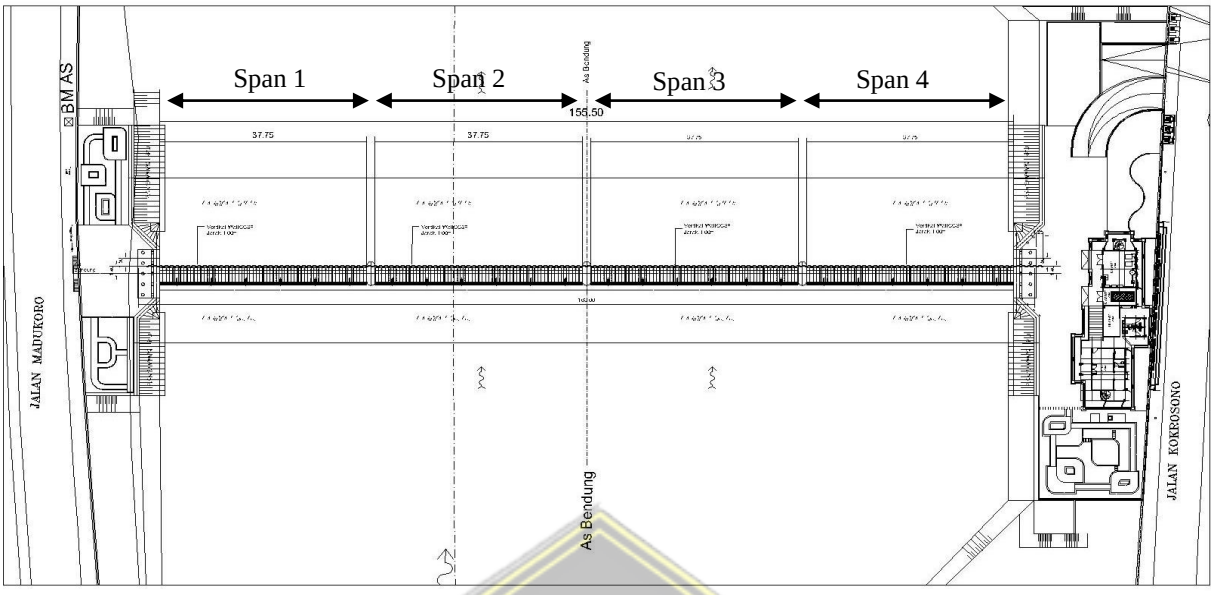
4.3 Operasi Pintu/Span Bendung Gerak Kanal Banjir Barat

Dalam upaya penanggulangan/pengendalian dampak banjir Sungai Kanal Banjir Barat, maka diperlukan kinerja operasi pintu/span bendung gerak agar banjir yang terjadi tidak berdampak buruk pada penduduk/masyarakat di sekitar bangunan itu. Operasi pintu berkaitan dengan pembukaan maupun penutupan pintu/span.

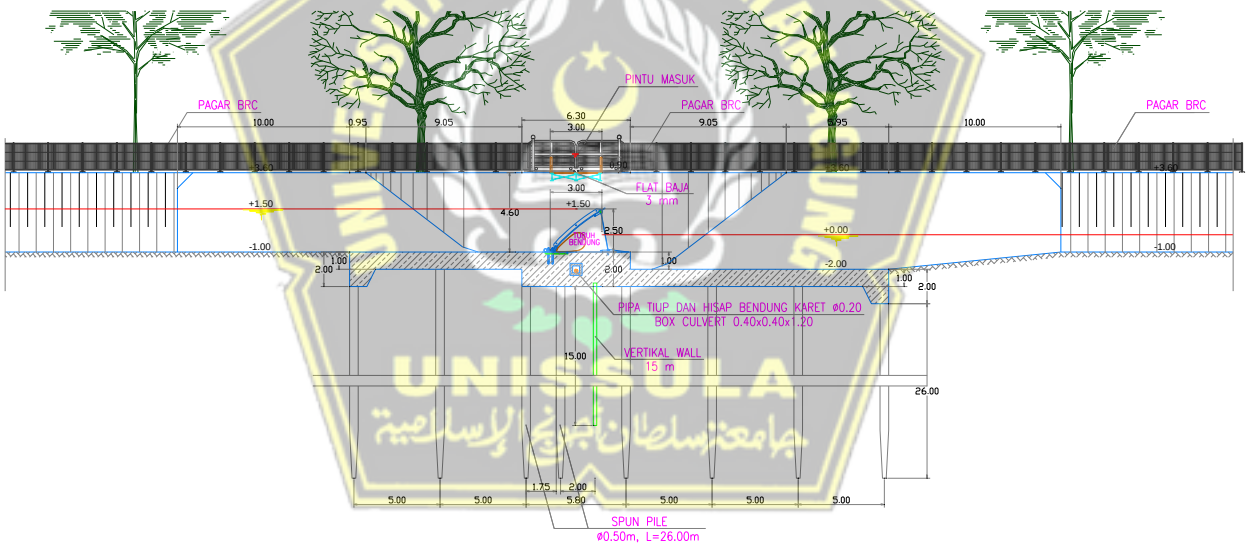
4.3.1 Data Teknis Bendung Gerak

Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KKB) memiliki 4 (empat) span panel, berdasarkan analisis hidrolik dan elevasi pasang surut, diperoleh elevasi mercu bendung dan elevasi lantai permukaan adapun data teknis sebagai berikut :

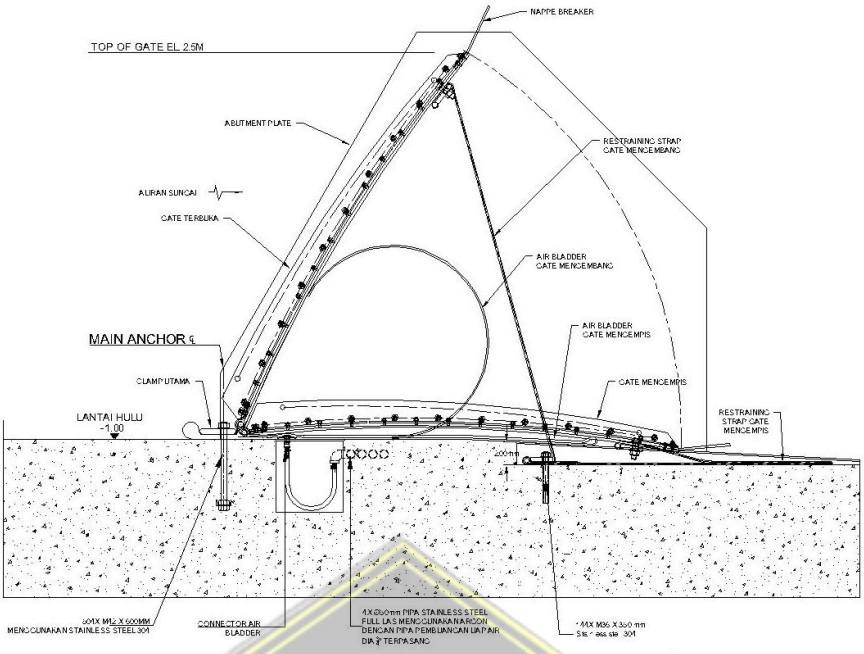
- Elevasi Mercu Bendung : + 1.5 mdpl
- Elevasi Lantai dasar Hilir : - 1.0 mdpl
- Elevasi Pasang maksimum : + 1.2 mdpl
- Elevasi Permukaan Tanggul : + 2.6 mdpl
- Lebar Bendung : 155,50 yang terdiri dari
  - Span : 4 x 37,75 m = 149,40 m
  - Pilar : 3 x 1.50 m = 4,50 m
- Berfungsi penampung air berkapasitas 700.000 m^3



Gambar 4.62 Skema Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB)



Gambar 4.63 *Cross Section* Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB)



Gambar 4.64 *Cross Section* Bendung Gerak Kanal Banjir Barat (KBB)

4.3.2 Penentuan Bukaan Pintu Bendung Gerak Berdasarkan Debit Banjir

Dari sisi operasi bukaan pintu Bendung Gerak Kanal Banjir Barat besarnya kondisi peringatan debit banjir untuk membuka pintu adalah dari debit limpasan bendung simongan. Berikut ini adalah rekapitulasi bukaan pintu Bendung Gerak berdasarkan debit banjir limpasan bendung Simongan yang akan disampaikan 3 (tiga) skenario adalah sebagai berikut :

Rencana simulasi bukaan pintu :

1) **Skenario 1**) Kondisi banjir dengan Q max 220,71 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu/span 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas
2) **Skenario 2**) Kondisi banjir dengan Q max 339,81 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas
3) **Skenario 3**) Kondisi banjir dengan Q max 786,86 m3/s dari Bendung Simongan di perlukan berapa bukaan pintu di bendung gerak dengan percobaan dibuka pintu 1, 2 ,3 dan 4 sampai kondisi yang di syaratkan agar air tidak limpas

Tabel 4.23 Bukan Pintu/Span Bendung Gerak Berdasarkan Debit Limpasan Bendung Simongan dengan Simulasi Dengan Software *HEC-RAS*

Debit Banjir Limpasan Bendung Simongan		**Jumlah Pintu di Buka**			**Elevasi MA Bendung Gerak**	**Elevasi MA Hulu Bendung**
		Utama	**Nafigasi**	**Tinggi Bukaan**		
Kategori	**m^3/detik**	**Unit**	**Unit**	**(m)**	**(m)**	**(m)**
Skenario 1 (Siap)	220.71	4	1	0	2.22	2.26
		4	1	2	-0.41	0.34
Skenario II (Siaga I)	339.81	4	1	0	2.46	2.52
		4	1	2	-0.22	0.79
		4	2	2	-0.22	0.79
Skenario III (Awas)	786.68	4	1	0	3.12	3.30
		4	1	2	2.49	2.82
		4	2	2	1.90	2.44
		4	3	2	1.35	2.21
		4	4	2	0.86	2.09

Sumber : Hasil Model HEC RAS

Berikut disampaikan hasil simulasi pemodelan operasional pintu Bendung Gerak (Bendung Karet) Kanal Banjir Barat, dalam lampiran

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa dengan *software HEC-RAS* pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat yang sudah dilakukan dengan rumusan masalah pada penelitian ini,

1. Pengoprasian pintu/span harus memenuhi peraturan operasi berikut :
   - Dalam metode pengoprasian pintu/span dibutuhkan peran operator pintu/span dalam melaksanakan dan memahami tugas dan wewenangnya secara baik. Operator pintu/span harus memperoleh informasi hidrologi, terutama informasi banjir tentang cepatnya peningkatan debit banjir dari Bendung Simongan.
   - Tinggi pelimpah maksimal di atas ambang bendung karet adalah 50 cm
   - Urutan pengoperasian pintu bendung (mengembang / *inflate*)

     Proses ini dilakukan dengan menutup pintu 2 dan 3 terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan menutup pintu 1 dan 4. Adapun tujuan pengoperasian adalah agar air sungai dapat mengalir lurus ke arah hilir, sehingga tidak menyebabkan gerusan pada tebing sungai.
   - Membuka pintu bendung (mengempiskan / *deflate*)

     Proses ini dilakukan dengan membuka pintu 1 dan pintu 2 terlebih dahulu kemudian dilanjukan dengan membuka pintu 2 dan 3. Tujuan pembukaan pintu yang dilakukan dengan urutan tersebut sama dengan proses penutupan pintu yaitu agar aliran air sungai dapat mengalir lurus ke arah hilir sehingga tidak menyebabkan gerusan pada tebing sungai.
2. Simulasi bukaan pintu menggunakan program HEC RAS, dengan percobaan tiap skenario, dilakukan dengan percobaan bukaan pintu tinggi 2.0 meter.
   a) Skenario 1 (Siaga I/Siap), simulasi bukaan pintu/span menggunakan Qmax 220.71 m^3/detik, dengan hasil tanpa bukaan pintu/span elvasi muka air di bendung = 2.22 meter dan elevasi muka air di hulu bendung = 2.26 meter, dan hasil dengan bukaan pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi -0.41 meter, muka air di hulu = elevasi 0.34. Jadi pada skenario I (Siaga/Siap) cukup di butuhkan dengan 1 (satu) bukaan pintu/span.

b) Skenario II (Siaga II/Siaga), simulasi bukaan pintu/span menggunakan Qmax 339.81 m^3/detik, dengan hasil tanpa bukaan pintu/span elvasi muka air di bendung = 2.46 meter dan elevasi muka air di hulu bendung = 2.52 meter, hasil dengan bukaan 1 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi -0.22 meter, muka air di hulu = elevasi 0.79 meter, hasil dengan bukaan 2 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi -0.22 meter, muka air di hulu = elevasi 0.79 meter. Jadi pada skenario II (Siaga II/Siaga) cukup di butuhkan dengan 1 (satu) bukaan pintu/span.

c) Skenario III (Siaga III/Awas), simulasi bukaan pintu/span menggunakan Qmax 786.68 m^3/detik, dengan hasil tanpa bukaan pintu/span elvasi muka air di bendung = 3.12 meter dan elevasi muka air di hulu bendung = 3.30 meter, hasil dengan bukaan 1 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi 2.49 meter, muka air di hulu = elevasi 2.82 meter, hasil dengan bukaan 2 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi 1.90 meter, muka air di hulu = elevasi 2.44 meter, hasil dengan bukaan 3 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi 1.35 meter, muka air di hulu = elevasi 2.21 meter, dan hasil dengan bukaan 4 pintu/span setinggi 2.0 meter muka air di bendung gerak = elevasi 0.86 meter, muka air di hulu = elevasi 2.09 meter. Jadi pada skenario III (Siaga III/Awas) di butuhkan 4 (empat) bukaan pintu/span.

3. Jika terjadi debit banjir di atas debit rencana maka air akan di kontrol di bendung Jatibarang dan air akan di lepas setelah hujan selesai.

5.2 Saran

Berdasarkan Analisa perhitungan hidraulika dengan simulasi dengan software *HEC-RAS*, yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah pada kajian ini, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlunya pemeliharaan berkala untuk pintu/span agar debit yang dikeluarkan tetap terjaga yang dikeluarkan tetap terjaga dan agar diketahui kerusakan yang terjadi.
2. Pengerukan sedimen dan pembersihan sampah terapung yang berada di hulu dan hilir bendung secara berkala.
3. Operasional dan perawatan pintu-pintu inlet *(flape gate)* di hulu dari sedimentasi dan sampah.

4. Pemeliharaan dan perawatan alat dan perlengkapan penunjang bendung gerak dilakukan dengan sebaiknya.
5. Pemeliharan dan perawatan pintu drenase yang berada di Kanal Banjir Barat

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

DAFTAR PUSTAKA

Anna, A. N., & Cholil, M, 2011, **Analisis Fluktuasi Hujan dan Morfologi Sungai Terhadap Konsentrasi Banjir Daerah Surakarta.**

Istiarto, 2014, **Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras**

Prakasa, R. J., Anggoro, R., Kadir, A., & Falah, A, 2013, **Analisis Kapasitas Penampang Banjir Kanal Barat Kota Semarang Untuk Perencanaan Pengendalian Banjir,** JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, 2(1), 290–308.

Putra, A. S, 2014, **Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering)**. Journal of Civil and Environmental Engineering, 2(3).

Rafiuddin, A. Z., Priyantoro, D., & Sisinggih, D, 2016, **Pengaturan Operasi Pintu Bendung Gerak Sembayat di Kabupaten Gresik Untuk Mengendalikan Tinggi Muka Air Hulu**, Jurnal Pengairan Universitas Brawijaya.

Reseda, A., Darsono, S., & Suharyanto, S, 2012, **Kajian Efektifitas Pengendalian Banjir di DAS Garang**, Magister Teknik Sipil.

Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E, 2014, **Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari**, Jurnal Teknik Pengairan, 5(1), 19–28.

Salim, M. A., & Siswanto, A. B, 2018, **Penanganan Bendung Guntur Dengan Konstruksi Bendung Karet Berpelindung Baja (Obermeyer Crest Gate)**, Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1(1).

Seckin, G., & Atabay, S, 2005, **Experimental Backwater Analysis Around Bridge Waterways**, Canadian Journal of Civil Engineering, 32(6), 1015–1029.

Supriyadi, B, 2008, **Kajian Waterfront di Semarang**.

Umar, S. N, 2013. **Studi Experimen Distribusi Kecepatan Aliran Sungai. Jurnal Teknik Sipil Konsentrasi Keairan, Makassar.**

Wahyudi, P., Bisri, M., & Sisinggih, D. (2016). **Analisis Pengendalian Sedimentasi Muara Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang**, Jurnal Teknik Pengairan, 6(2), 239–250.

Widyanti, P., Kismartini, K., & Maesaroh, M, 2014, **Implementasi Kebijakan Penanggulangan Banjir (Studi Kasus Proyek Normalisasi Banjir Kanal Barat dan**

Kali Garang Kota Semarang), Journal of Public Policy and Management Review, 3(3), 123–131.

WILAYAH, D. P. D. A. N. P, 2004, **Perencanaan Bendung Karet Isi Udara.**

Windarto, J., Pawitan, H., Suripin, S., & JP, M. J, 2008, **Model Prediksi Tiggi Muka Air Sungai Kali Garang Semarang dengan Jaringan Syaraf Tiruan**, Teknik, 29(3), 189–195.

Yusniati, H., & Yusuf, M, 2018, **Analisis Hidrologi Sungai Ponre-Ponre Kabupaten Bone**, Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika, 14 (1).

Nurcahyani, Intan, 2019, **Analisis Backwater Pada Bendung Gerak Kanal Banjir Barat Di Kota Semarang**, Magister Teknik Sipil

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية