

PAPER NAME

Aplikasi HEC-RAS versi 6.1 untuk rekayasa bangunan air.pdf

AUTHOR

Nanang Saiful Rizal

WORD COUNT

13937 Words

CHARACTER COUNT

84369 Characters

PAGE COUNT

98 Pages

FILE SIZE

5.8MB

SUBMISSION DATE

Jan 8, 2023 9:10 AM GMT+7

REPORT DATE

Jan 8, 2023 9:11 AM GMT+7

● 19% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 17% Internet database
- 2% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 10% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 10 words)
- Manually excluded sources

APLIKASI HEC-RAS VERSI 6.1 UNTUK REKAYASA BANGUNAN AIR



22

Aplikasi HEC-RAS Versi 6.1 Untuk Rekayasa Bangunan Air

Dr. Nanang Saiful Rizal S.T., M.T



Untuk Rekayasa Bangunan Air

ISBN: 978-623-96253-5-1

13

Hak Cipta 2022 pada Penulis
Hak penerbitan pada UM JEMBER PRESS. Bagi mereka yang ingin
memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara
apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit
UM JEMBER PRESS.

Penulis:

Dr. Nanang Saiful Rizal S.T., M.T

Lay out

Sutikno, S.T., M.T

Desain sampul:

Abdul Jalil, S.P

13

Penerbit:

UM JEMBER PRESS (Anggota IKAPI)
Gedung A Lt. 1 Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata, No. 49 Sumpersari Jember 68121
Telp. (0331) 336728

E-Mail: press@unmuhjember.ac.idWebsite: <http://press.unmuhjember.ac.id>

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, Februari 2022

Xi + 85., 14.8 x 21 cm

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku **Aplikasi HEC-RAS Versi 6.1 Untuk Rekayasa Bangunan Air**. Penulisan buku ini ditujukan untuk memberikan arahan kepada mahasiswa yang mengalami kendala dalam memahami tugas akhir terkait dengan aplikasi HEC-RAS karena keterbatasan buku referensi yang terkait dengan aplikasi HEC-RAS.

Buku ini tersusun dalam empat bab, yang didalamnya berisi tentang pendahuluan teori serta langkah-langkah untuk menjalankan aplikasi HEC-RAS.

Selanjutnya kami menyadari dalam penulisan buku ini masih terdapat kekurangan, oleh karenanya kami mohon masukan yang bersifat membangun dari berbagai pihak akan begitu bermanfaat guna penyempurnaan dimasa yang akan datang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan penulis khususnya.

Jember, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I DASAR SIMPLE GEOMETRI.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.1.1 Simulasi Aliran.....	1
1.1.2 Program Aplikasi HEC-RAS.....	3
1.1.3 Analisa Hidraulika.....	3
1.1.4 Grafik dan Pelaporan.....	5
1.2 Pengaturan Program.....	6
1.3 Pembuatan File Project.....	8
1.4 Pembuatan Geometri Saluran.....	9
1.4.1 Alur Saluran.....	9
1.4.2 Tampang Lintang.....	11
1.5 Aliran Permanen (<i>Steady Flow</i>).....	15
1.5.1 Hitungan Hidraulika.....	17
1.5.2 Presentasi Hasil Hitungan Di Sebuah Lintang.....	18
1.5.3 Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air Di Sepanjang Alur.....	20
1.5.4 Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran Di Sepanjang Alur.....	20
1.5.5 Presentasi Hasil Hitungan Dalam Bentuk Tabel.....	21
1.6 Aliran Tak Permanen (<i>Unsteady Flow</i>).....	23
1.6.1 Hitungan Hidraulika.....	28
1.6.2 Presentasi Profil Muka Air Di Sebuah Tampang Lintang.....	31
1.6.3 Presentasi Profil Muka Air Di Sepanjang Alur.....	34
1.6.4 Presentasi Profil Variabel Aliran Di Sepanjang Alur.....	35
1.6.5 Presentasi Tampilan Dalam Bentuk Tabel.....	36
BAB II PELIMPAH SAMPING DAN KAWASAN RETENSI.....	38
2.1 Deskripsi Pelimpah Samping dan Kawasan Retensi.....	38
2.2 Peniruan Geometri Pelimpah Samping dan Kawasan Retensi.....	39
2.3 Syarat Batas dan Syarat Awal.....	47
2.4 Hitungan Hidraulika.....	51
2.5 Presentasi Hasil Hitungan.....	52
BAB III KAWASAN RETENSI DAN POMPA.....	55
3.1 Deskripsi Kawasan Retensi Dan Pompa.....	55
3.2 Peniruan Geometri Kawasan Retensi Dan Stasiun Pompa.....	56

3.3 Syarat Batas Dan Syarat Awal	63
3.4 Hitungan Hidraulika Aliran	64
3.5 Presentasi Hasil Hitungan.....	66
BAB IV PINTU AIR	69
4.1 Deskripsi Pintu Air	69
4.2 Peniruan Geometri Pintu Air	70
4.3 Syarat Batas Dan Syarat Awal	77
4.4 Hitungan Hidraulika Aliran	80
4.5 Presentasi Hasil Hitungan.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Layar Penetapan Folder Default Penyimpanan File Project	6
Gambar 1.2 Layar Pengaturan Nilai Default Koefisien Kontraksi dan Ekspansi.....	7
Gambar 1.3 Layar Pengaturan Sistem Satuan.....	8
Gambar 1.4 Layar Pembuatan Project Baru.....	9
Gambar 1.5 Layar Konfirmasi Pembuatan Project Baru	9
Gambar 1.6 Layar Editor Data Geometri.....	10
Gambar 1.7 ¹⁴ Layar Pengisian Nama Saluran (Sungai) Dan Ruas Saluran Pada Layar Editor Data Geometri.....	11
Gambar 1.8 Skema Saluran (Sungai) Barabai.....	11
Gambar 1.9 Layar editor tampang lintang setelah langkah pemberian nama dan deskripsi tampang lintang River Sta 0	12
Gambar 1.10 Tampang Lintang Pada River Sta 0	13
Gambar 1.11 Layar editor data geometri yang menampilkan seluruh ruas saluran dan semua tampang lintang	14
Gambar 1.12 ¹⁴ Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Geometri Saluran Selesai Dituliskan.....	15
Gambar 1.13 Layar Editor Data Aliran Permanen Untuk Pengaturan Syarat Batas Hulu	15
Gambar 1.14 Layar Editor Data Aliran Permanen Untuk Pengaturan Syarat Batas Hilir	16
Gambar 1.15 ¹⁴ Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Aliran Permanen Selesai Dituliskan.....	16
Gambar 1.16 Layar Hitungan Aliran Permanen	17
Gambar 1.17 Layar Hitungan Hidraulika Setelah Hitungan Profil PF 1 Selesai.....	18
Gambar 1.18 Layar Utama HEC-RAS Setelah Hitungan Profil Aliran Permanen Selesai.....	18
Gambar 1.19 ²³ Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Salah Satu Tampang Lintang.....	19
Gambar 1.20 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur.....	20
Gambar 1.21 Profil Kecepatan Aliran Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur	21
Gambar 1.22 Layar Editor Data Hidrograf Debit Untuk Pengaturan Syarat Batas Hulu	24
Gambar 1.23 Plot Data Hidrograf Debit	25

Gambar 1.24 ¹⁸ Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Hidrograf Debit Sebagai Syarat Batas Hulu	25
Gambar 1.25 Layar Editor Pengisian Normal Depth Downstream Boundary	26
Gambar 1.26 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Normal Depth Sebagai Syarat Batas Hilir	26
Gambar 1.27 ¹⁸ Layar Editor Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Debit Awal Di Setiap RS Sebagai Syarat Awal	27
Gambar 1.28 ¹⁴ Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Aliran Tak Permanen Selesai Di Tuliskan.....	28
Gambar 1.29 Layar Penyimpanan File.....	29
Gambar 1.30 Layar Permintaan Identitas Plan	30
Gambar 1.31 Layar Editor Hitungan Aliran Tak Permanen	30
Gambar 1.32 Layar Hitungan Aliran Tak Permanen Setelah Selesai ..	31
Gambar 1.33 Layar Utama HEC-RAS Setelah Hitungan Aliran Tak Permanen Selesai	31
Gambar 1.34 Profil Muka Air Di Salah Satu Tampang Lintang Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen	32
Gambar 1.35 ³⁰ Layar Pilihan Plan	33
Gambar 1.36 Layar Pengaturan Animasi.....	33
Gambar 1.37 Profil Muka Air Di Sepanjang Saluran Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen	35
Gambar 1.38 Profil Kecepatan Aliran Di Sepanjang Alur Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen	36
Gambar 1.39 Tabel Hasil Hitungan Rinci Di Salah Satu Tampang Lintang Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen.....	37
Gambar 1.40 Tabel Resume Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen	37
Gambar 2.1 Pembukaan File Project “Sungai Barabai 2”	40
Gambar 2.2 Pembukaan File Plan “Plan Unsteady Flow” melalui layar editor Unsteady Flow Analysis	40
Gambar 2.3 Layar Penyimpanan File Data Geometri “Geometri Barabai 2” Menjadi “Geo_Kawasan_Retensi”	41
Gambar 2.4 Layar Editor Data Geometri Sungai Pada Pembuatan Model Kawasan Retensi “Retensi Barabai”	42
Gambar 2.5 Layar Editor Data Geometri Kawasan Retensi “Retensi Barabai”	43
Gambar 2.6 Layar Editor Data Lateral Structure Pada Peniruan Geometri Pelimpah Samping RS 139,5.....	45
Gambar 2.7 Layar Editor Lateral Weir Embankment	45

Gambar 2.8 Layar Editor Peniruan Geometri Pelimpah Samping Di Tebing Kanan Sungai Barabai 2 Ruas Hulu 6a	46
Gambar 2.9 Geometri Sungai Barabai Yang Memiliki Sebuah Pelimpah Samping Dan Sebuah Kawasan Retensi	47
Gambar 2.10 Layar Penyimpanan File Data Aliran “Unsteady Barabai” Menjadi “Unsteady_Kawasan_Retensi”	48
Gambar 2.11 Layar Untuk Menambahkan Retensi Barabai Sebagai Lokasi Syarat Batas.....	49
Gambar 2.12 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Penambahan Retensi Barabai Sebagai Lokasi Syarat Batas	49
Gambar 2.13 Hidrograf Lateral Inflow Ke Retensi Barabai	50
Gambar 2.14 Layar Editor Syarat Awal Muka Air Di Retensi Barabai	50
Gambar 2.15 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Semua Data Syarat Batas Dan Syarat Awal Selesai Diinputkan	51
Gambar 2.16 Layar Editor File Plan Hitungan Aliran Tak Permanen Sungai Barabai 2 Pada Kasus “Retensi Barabai”	52
Gambar 2.17 Profil Muka Air Sungai Barabai 2 Ruas Hulu 6a Pada Jam Ke – 24.....	53
Gambar 2.18 Hidrograf Debit Aliran Di Pelimpah Samping Ruas Hulu 6a.....	54
Gambar 2.19 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi Sungai Barabai 2.....	54
Gambar 3.1 Pembukaan File Plan “Plan_Kawasan_Retensi” Melalui Layar Editor Unsteady Flow Analysis	57
Gambar 3.2 Penyimpanan File Data Geometri “Geo_Kawasan_Retensi” Menjadi “Geo Retensi Dan Pompa”	57
Gambar 3.3 Layar Editor Geometri Sungai Pada Pembuatan Model Kawasan Retensi “Geo Retensi Dan Pompa”	58
Gambar 3.4 Layar Editor Data Geometri Kawasan Retensi “Retensi 2”	58
Gambar 3.5 Layar Editor Geometri Penempatan Stasiun Pompa “Pompa Retensi 1” dan “Pompa Retensi 2 “	59
Gambar 3.6 Layar Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 1” isian Pump Connection Data	60
Gambar 3.7 Layar Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 1” isian Pump Group Data.....	61
Gambar 3.8 Layar Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 2” isian Pump Connection Data	61
Gambar 3.9 Layar Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 2” isian Pump Group Data.....	62

Gambar 3.10 Layar Editor Geometri Data “Geo Retensi Dan Pompa”	62
Gambar 3.11 Layar Editor Geometri Data “Geo Retensi Dan Pompa” setelah di Zoom In	63
Gambar 3.12 Penyimpanan file data aliran “Unsteady _Kawasan_Retensi” menjadi “Unsteady Retensi Dan Pompa”	64
Gambar 3.13 Layar Editor Syarat Awal Muka Air Di retensi 2	64
Gambar 3.14 Layar editor file plan untuk mengendalikan hitungan simulasi aliran tak permanen Sungai Barabai pada kasus “Retensi Dan Pompa”	65
Gambar 3. 15 Tampilan Profil Muka Air Sepanjang Sungai Barabai Ruas Hulu 6a pada kondisi Max WS, kasus “Stasiun pompa”	66
Gambar 3.16 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi “Retensi Barabai” pada kasus “Stasiun Pompa”	67
Gambar 3.17 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi “Retensi 2” pada kasus “Stasiun Pompa”	67
Gambar 3.18 Debit Aliran Melalui Pompa Retensi 1	68
Gambar 3.19 Debit Aliran Melalui Pompa Retensi 2	68
Gambar 4.1 Layar Editor Unsteady Flow Analysis Yang Telah Membaca File Plan “Plan Retensi Dan Pompa”	71
Gambar 4.2 Layar Penyimpanan Data Geometri “Geo Retensi Dan Pompa” Menjadi “Pintu Air”	71
Gambar 4.3 Layar Editor Inline Structure Setelah RS 285.5 Dibuat Untuk Penempatan Pintu Air	73
Gambar 4.4 Layar Editor Data Weir/Embankment Struktur Penopang Pintu Air.....	73
Gambar 4.5 Tampang Lintang Weir/Embankment Struktur Penopang Pintu Air.....	74
Gambar 4.6 Layar Editor Data Pintu Air Yang Telah Diisi Dengan Data Pintu Air Kelompok Ke 1 (#5 dan #6)	74
Gambar 4.7 Tampang Lintang Pintu Air Kelompok Ke-1 (pintu #5 dan #6) Setelah Data Geometri Kedua Pintu Dituliskan	75
Gambar 4.8 Tampang Lintang Semua Pintu Air (Pintu #1 sd #10)	75
Gambar 4.9 Data Ineffective Flow Area pada RS 285.7 dan RS 285.3, Sungai Barabai, Ruas HULU 2	76
Gambar 4.10 Tampang Lintang RS 285.7 Di Sisi Hulu Setelah Pendefinisian Ineffective Flow Area.....	77
Gambar 4.11 Tampang Lintang RS 285.3 Di Sisi Hulu Setelah Pendefinisian Ineffective Flow Area.....	77

Gambar 4.12 Penyimpanan File Data Aliran “Unsteady Retensi Dan Pompa” Menjadi “Unsteady Pintu Air”	78
Gambar 4.13 Layar Editor Syarat Batas Pintu Air Group #1 – Group #5	79
Gambar 4.14 Layar Editor Syarat Awal Pada Kasus Pintu Air.....	80
Gambar 4.15 Layar Editor File Plan Untuk Mengendalikan Hitungan Simulasi Aliran Tak Permanen Pada Kasus Pintu Air	81
Gambar 4.16 Layar Hitungan Aliran Tak Permanen Sungai Barabai Pada Kasus “Pintu Air”	81
Gambar 4.17 Profil Muka Air Di Sungai Barabai Ruas Hulu 2 Pada Jam Ke – 4.....	82
Gambar 4.18 Muka Air Di Pintu Air Pada Jam Ke – 4.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Hasil Hitungan Di Sebuah Tampang Lintang	22
Tabel 1.2 Tabel Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur	22
Tabel 4.1 Tabel Hasil Hitungan Di Tampang Lintang RS 288 Pada Kasus "Pintu Air"	83
Tabel 4.2 Tabel Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Pada Kasus "Pintu Air"	84

BAB I

DASAR SIMPLE GEOMETRI

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Simulasi Aliran

6 Simulasi aliran di saluran terbuka (*open channel*) merupakan salah satu cara untuk mempelajari pola aliran di sepanjang saluran tersebut. Simulasi dilakukan secara nyata dengan mengalirkan air ke saluran yang umumnya dibuat dalam skala laboratorium (model fisik) atau secara virtual dengan melakukan serangkaian hitungan hidraulik yang umumnya diwadahi dalam suatu perangkat program aplikasi komputer (model matematik). Melalui model fisik, sejumlah fenomena fisik aliran di saluran atau sungai nyata (prototipe) ditirukan di saluran atau sungai yang dibuat dengan ukuran yang lebih kecil (model). Interpretasi terhadap fenomena yang diamati atau diukur di model akan memberikan petunjuk terhadap fenomena yang (seolah-olah) terjadi di prototipe. Model matematik menirukan fenomena fisik aliran di saluran nyata (prototipe) melalui serangkaian persamaan matematik yang menjabarkan hubungan antar variabel-variabel aliran (variabel geometri, kinematik, dinamik). Apabila pada model fisik dilakukan pengukuran atau pengamatan untuk mendapatkan parameter aliran, pada model matematik parameter aliran diperoleh melalui hitungan atau penyelesaian persamaan matematik.

Langkah-langkah simulasi aliran dengan memakai model fisis atau model matematis pada prinsipnya terdiri dari lima langkah pokok, yaitu: 1) penyiapan tempat, 2) peniruan geometri sungai atau saluran yang dimodelkan, 3) peniruan aliran, 4) pengukuran atau hitungan kecepatan dan kedalaman aliran, dan 5) presentasi dan interpretasi hasil.

• 8 Penyiapan Tempat

Langkah awal dalam simulasi aliran adalah menyiapkan tempat yang akan dipakai untuk membuat model. Pada model fisik, penyiapan tempat mencakup utamanya pembersihan tempat,

penyediaan material, penyiapan peralatan sirkuit hidraulik, serta penyiapan alat ukur. Pada model matematik, penyiapan tempat mencakup penyediaan memori serta folder tempat penyimpanan model, input, dan output.

- **Peniruan Geometri**

Peniruan geometri dimaksudkan untuk memindahkan geometri sungai atau saluran yang sesungguhnya (prototipe) ke sungai atau saluran tiruan (model). Untuk model fisik, peniruan geometri sungai berarti membuat sungai di tempat yang telah disiapkan (umumnya di laboratorium) dengan ukuran yang lebih kecil daripada ukuran sungai sesungguhnya karena keterbatasan tempat. Untuk model matematik, geometri sungai ditirukan dengan mempertahankan ukuran sesuai dengan ukuran sesungguhnya (skala 1:1). Data yang dibutuhkan untuk menirukan geometri ini antara lain adalah peta situasi alur sungai, gambar tampang melintang dan memanjang sungai, serta gambar-gambar bangunan atau struktur hidraulik yang ada di sepanjang alur sungai.

- **Peniruan Aliran**

Setelah bentuk fisik sungai atau saluran pada model selesai dibuat, ke dalamnya dialirkan air dengan debit sesuai dengan besaran debit aliran sesungguhnya. Pada model fisis, debit di model tentu saja dikecilkan sesuai dengan skala model. Umumnya, air dialirkan dari batas hulu dan muka air (kedalaman aliran) diatur di batas hilir model. Pada model matematis, seperti halnya geometri sungai, debit aliran sama dengan debit aliran sesungguhnya di prototipe (skala debit adalah 1:1).

- **Pengukuran Atau Hitungan Kecepatan Dan Kedalaman Air**

Kecepatan dan kedalaman aliran merupakan dua parameter utama aliran yang ingin diketahui dan dikaji. Pada model fisis, kecepatan dan kedalaman aliran diperoleh melalui pengukuran di titik-titik ukur atau stasiun pengukuran. Pada model matematis, kedua besaran tersebut diperoleh melalui hitungan di sejumlah titik yang ditetapkan, yang dikenal sebagai titik hitung atau *computational node*.

8 • Presentasi Dan Interpretasi Hasil

Variabel aliran yang diukur atau dihitung ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel. Grafik dan tabel umumnya sangat membantu dalam interpretasi hasil simulasi.

1.1.2 Program Aplikasi HEC-RAS

9 HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS versi terbaru saat ini adalah versi 6.1. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi: 1) hitungan profil muka air aliran permanen, 2) simulasi aliran tak permanen, 3) hitungan transpor sedimen, dan 4) hitungan kualitas air. 21 Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, routine hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan.

1.1.3 Analisa Hidraulika

3 • Steady Flow Water Surface Component

Modul ini berfungsi untuk menghitung profil muka air aliran permanen berubah beraturan (*steady gradually varied flow*). Program mampu memodelkan jaring sungai, sungai dendritik, maupun sungai tunggal. Regime aliran yang dapat dimodelkan adalah aliran sub-kritik, super-kritik, maupun campuran antara keduanya.

11 Langkah hitungan profil muka air yang dilakukan oleh modul aliran permanen HEC-RAS didasarkan pada penyelesaian persamaan energi (satu-dimensi). Kehilangan energi dianggap diakibatkan oleh gesekan (Persamaan *Manning*) dan kontraksi/ekspansi (koefisien dikalikan beda tinggi kecepatan). Persamaan momentum dipakai manakala dijumpai aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), misalnya campuran regime aliran sub-

kritik dan super-kritik (*hydraulic jump*), aliran melalui jembatan, aliran di percabangan sungai (*stream junctions*).

Modul aliran permanen HEC-RAS mampu memperhitungkan pengaruh berbagai hambatan aliran, seperti jembatan (*bridges*), gorong-gorong (*culverts*), bendung (*weirs*), ataupun hambatan di bantaran sungai. Modul aliran permanen dirancang untuk dipakai pada permasalahan pengelolaan bantaran sungai dan penetapan asuransi risiko banjir berkenaan dengan penetapan bantaran sungai dan dataran banjir. Modul aliran permanen dapat pula dipakai untuk perkiraan perubahan muka air akibat perbaikan alur atau pembangunan tanggul. Fitur spesial modul aliran permanen HEC-RAS mencakup analisis plan ganda, hitungan profil ganda, analisis bukaan gorong-gorong atau pintu ganda, optimasi pemisahan aliran, serta desain dan analisis saluran stabil.

- **3 Unsteady Flow Simulation**

Modul ini mampu menyimulasikan aliran tak permanen satu dimensi pada sungai yang memiliki alur kompleks. Semula, modul aliran tak permanen HEC-RAS hanya dapat diaplikasikan pada aliran sub-kritik, namun sejak diluncurkannya versi 3.1, modul aliran tak permanen HEC-RAS dapat pula menyimulasikan regime aliran campuran (sub-kritik, super-kritik, loncat air, dan *draw-downs*). Bagian program yang menghitung aliran di tampang lintang, jembatan, gorong-gorong, dan berbagai jenis struktur hidraulik lainnya merupakan program yang sama dengan program hitungan yang ada pada modul aliran permanen HEC-RAS. Fitur spesial modul aliran tak permanen mencakup analisis dam-break, limpasan melalui tanggul dan tanggul jebol, pompa, operasi dam navigasi, serta aliran tekan dalam pipa.

- **3 Sediment Transport / Movable Boundary Computations**

Modul ini mampu menyimulasikan transpor sedimen satu dimensi (simulasi perubahan dasar sungai) akibat gerusan atau deposisi dalam waktu yang cukup panjang (umumnya tahunan, namun dapat pula dilakukan simulasi perubahan dasar sungai akibat sejumlah banjir tunggal). Potensi transpor sedimen dihitung

berdasarkan fraksi ukuran butir sedimen sehingga memungkinkan simulasi *armoring* dan *sorting*. Fitur utama modul transpor sedimen mencakup kemampuan untuk memodelkan suatu jaring (*network*) sungai, dredging, berbagai alternatif tanggul, dan pemakaian berbagai persamaan (*empiris*) transpor sedimen.

Modul transpor sedimen dirancang untuk mensimulasikan trend jangka panjang gerusan dan deposisi yang diakibatkan oleh perubahan frekuensi dan durasi debit atau muka air, ataupun perubahan geometri sungai. Modul ini dapat pula dipakai untuk memprediksi deposisi di dalam *reservoir*, desain kontraksi untuk keperluan navigasi, mengkaji pengaruh dredging terhadap laju deposisi, memperkirakan kedalaman gerusan akibat banjir, serta mengkaji sedimentasi di suatu saluran.

- 3 **Water Quality Analysis**

Modul ini dapat dipakai untuk melakukan analisis kualitas air di sungai. HEC-RAS versi 6.1 dapat dipakai untuk melakukan analisis temperatur air serta simulasi transpor beberapa konstituen kualitas air, seperti *Algae*, *Dissolved Oxygen*, *Carbonaceous Biological Oxygen Demand*, *Dissolved Orthophosphate*, *Dissolved Organic Phosphorus*, *Dissolved Ammonium Nitrate*, *Dissolved Nitrite Nitrogen*, *Dissolved Nitrate Nitrogen*, and *Dissoved Organic Nitrogen*. Kemampuan untuk mensimulasikan transpor berbagai konstituen kualitas air lainnya akan ditambahkan pada HEC-RAS versi yang akan datang.

1.1.4 Grafik dan Pelaporan

10 Fasilitas grafik yang disediakan oleh HEC-RAS mencakup grafik X-Y alur sungai, tampang lintang, *rating curves*, hidrograf, dan grafik-grafik lain yang merupakan plot X-Y berbagai variabel hidraulik. HEC-RAS menyediakan pula fitur plot 3D beberapa tampang lintang sekaligus. Hasil keluaran model dapat pula ditampilkan dalam bentuk tabel. Pemakai dapat memilih antara memakai tabel yang telah disediakan oleh HEC-RAS atau membuat/mengedit tabel sesuai kebutuhan. Grafik dan tabel dapat ditampilkan di layar, dicetak, atau dicopy ke *clipboard* untuk dimasukkan ke dalam program aplikasi lain

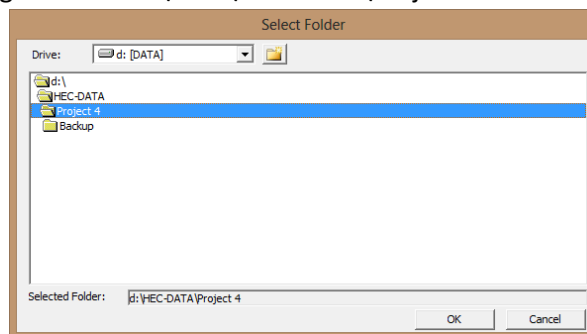
(word processor, spreadsheet). Fasilitas pelaporan pada HEC-RAS dapat berupa pencetakan data masukan dan keluaran hasil pada printer atau plotter.

1.2 Pengaturan Program

Menu Options menyediakan fasilitas untuk melakukan pengaturan beberapa parameter dalam HEC-RAS sesuai dengan kebutuhan pemakai. Pengaturan di sini dimaksudkan untuk mengubah nilai atau definisi bawaan HEC-RAS (nilai default). Pengaturan ini tidak mutlak harus dilakukan, namun apabila dilakukan akan memudahkan pemakai dalam melakukan pemodelan dengan HEC-RAS. Pengaturan yang sebaiknya dilakukan antara lain **Program Setup | Default Project Folder, Default Project Parameters | Expansion and Contraction Coef ...**, serta **Unit System (US Customary/SI) ...**

- **Default Project Folder**

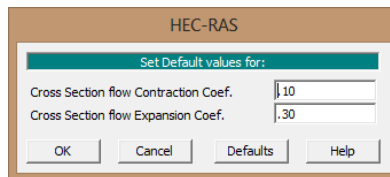
Opsi ini dipakai untuk mengatur folder default yang dipakai untuk menyimpan *file project*. Pilih menu **Options | Program Setup | Default Project Folder ...**. Folder penyimpanan *file Project* dapat ditentukan, misal folder D:\Data\HEC-DATA\Project4 seperti tampak pada Gambar 1.1. Setelah pengaturan tersebut, maka jika pemakai akan membuka suatu *file Project* dengan mengklik menu **File | Open Project** dan mengklik papan menu **Default Project Folder** yang ada di kanan atas window, maka pemakai akan dibawa langsung ke folder D:\Data\HEC-DATA\Project4.



Gambar 1.1 Layar Penetapan Folder Default Penyimpanan *File Project*

- **Contraction and Expansion Coefficients**

Nilai default koefisien persempitan (kontraksi) pelebaran (ekspansi) tampang saluran berturut-turut adalah 0.1 dan 0.3. Kedua nilai tersebut umumnya berlaku pada perubahan tampang saluran secara gradual. Jika perubahan tampang saluran pada kasus yang sedang dimodelkan memakai sebagian besar adalah perubahan mendadak, maka nilai default kedua koefisien tersebut lebih baik diubah, misal koefisien kontraksi menjadi 0.3 dan koefisien ekspansi menjadi 0.8. Untuk mengubah nilai default kedua koefisien ini, klik pada menu **Options | Default Parameters | Expansion and Contraction Coef ...** seperti tampak pada Gambar 1.2. Tentu saja, nilai-nilai tersebut dapat ditetapkan atau diubah di setiap perubahan tampang pada saat memakai memasukkan data geometri saluran (hal ini akan dipaparkan pada seksi yang membahas contoh pemakaian HEC-RAS).

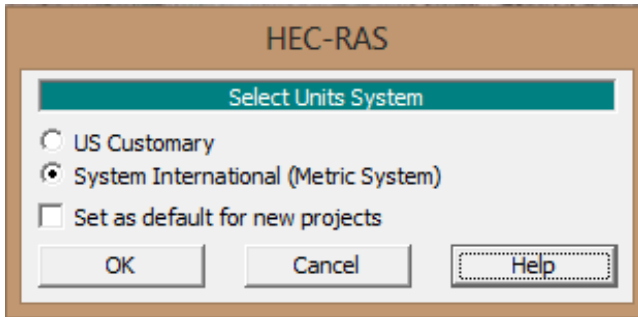


Gambar 1.2 Layar Pengaturan Nilai Default Koefisien Kontraksi dan Ekspansi

- **Unit System**

Sistem satuan yang dipakai dalam HEC-RAS dapat mengikuti sistem Amerika (*US Customary*) atau sistem internasional (SI). Default satuan adalah *US Customary*. Untuk mengubahnya, klik pada menu **Options | Unit System (US Customary/SI) ... | System International (Metric System)**. Agar sistem satuan SI menjadi sistem satuan default setiap kali membuat project baru, klik **Set as default for new projects** (lihat Gambar 1.3), yaitu baris ketiga di bawah **System International (Metric System)**. Pengubahan sistem satuan yang telah ditetapkan pada suatu project, dari *US*

Customary ke SI atau sebaliknya, selalu dapat dilakukan dengan memakai menu **Options | Convert Project Units**.

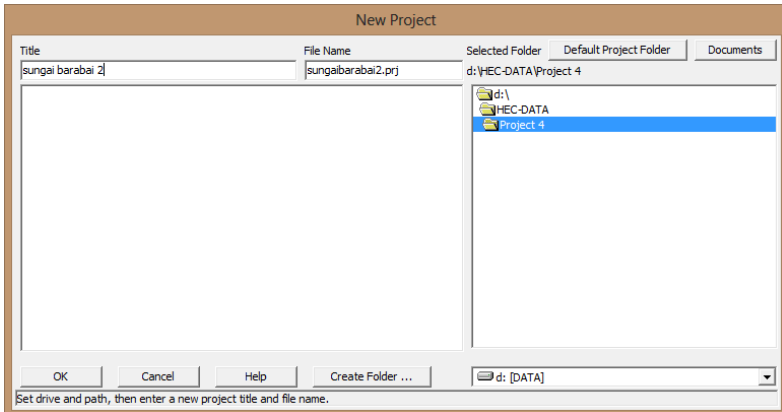


Gambar 1.3 Layar Pengaturan Sistem Satuan

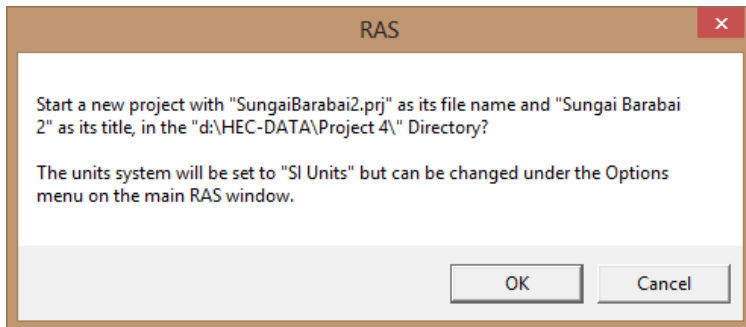
1.3 Pembuatan File Project

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 nama *File Project* tersebut untuk menamai semua file yang berkaitan dengan model tersebut. Ikuti langkah-langkah di bawah ini.

- a. Pilih menu **File | New Project ...**
- b. Klik tombol **Default Project Folder** di kanan atas, klik tombol **Create Folder ...** di sisi bawah layar, dan tuliskan nama folder "Project4".
- c. Tuliskan judul project "Sungai Barabai2" pada tempat yang telah disediakan di bawah **Title**. Perhatikan nama *file project* yang dituliskan secara otomatis oleh HEC-RAS di bawah **File Name**, yaitu "SungaiBarabai2.prj".
- d. Nama file project otomatis menjadi "SungaiBarabai2.prj" di tempat *File Name* (Gambar 1.4). Ingat, nama file project harus memiliki ekstensi .prj. Klik tombol **OK**. Layar konfirmasi (Gambar 1.5) akan muncul.
- e. Klik tombol **OK** pada layar konfirmasi tersebut.



Gambar 1.4 Layar Pembuatan Project Baru



Gambar 1.5 Layar Konfirmasi Pembuatan Project Baru

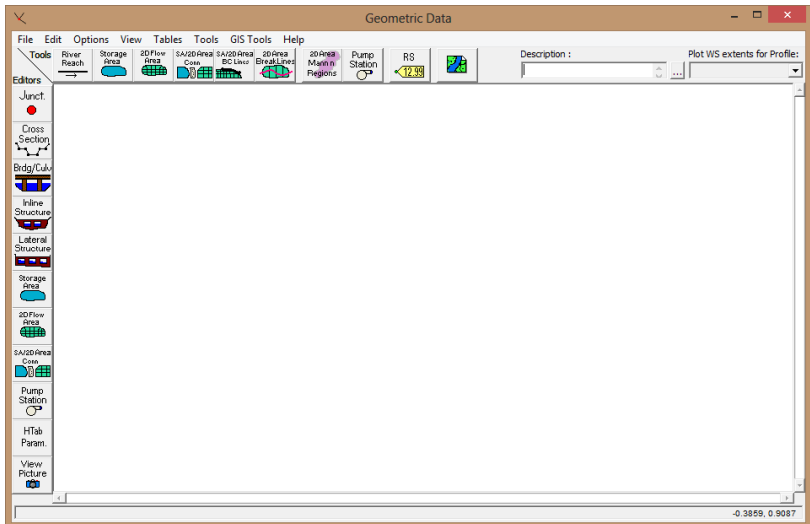
1.4 Pembuatan Geometri Saluran

15 parameter geometri saluran yang dibutuhkan oleh HEC-RAS adalah alur, tampang panjang dan lintang, kekasaran dasar (koefisien *Manning*), serta kehilangan energi di tempat perubahan tampang saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi). HEC-RAS juga membutuhkan geometri struktur hidraulik yang ada di sepanjang saluran, misal jembatan, pintu air, bendung, peluap, dan sejenisnya. Pada contoh kasus Sungai Barabai ini, tidak ada satu pun struktur hidraulik di sepanjang saluran.

1.4.1 Alur Saluran

Cara peniruan geometri saluran mengikuti langkah-langkah dibawah ini.

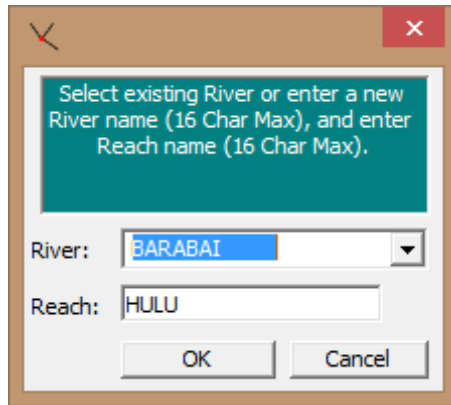
- a. Aktifkan layar editor data geometri (Gambar 1.6) dengan memilih menu **Edit | Geometric Data ...** atau mengklik tombol **Edit/Enter geometric data** (ikon ke-3 dari kiri pada papan tombol atas).



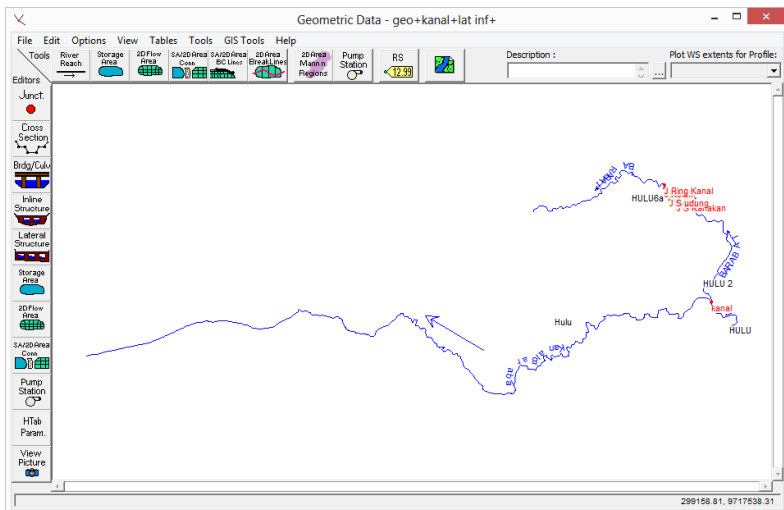
Gambar 1.6 Layar Editor Data Geometri

- b. Klik tombol **River Reach** (ikon kiri-atas) dan buat skema saluran dengan cara mengklikkan titik-titik sepanjang alur saluran pada layar editor data geometri. Alur saluran harus dibuat **dari hulu ke hilir**, tidak boleh dibalik. Klik kan kursor di sisi tengah atas layar editor geometri data untuk menandai ujung hulu saluran, kemudian klik dua kali di sisi tengah bawah editor untuk menandai ujung hilir saluran sekaligus mengakhiri pembuatan skema alur.
- c. Pada layar yang muncul (Gambar 1.7), isikan “BARABAI” sebagai nama River dan “HULU” sebagai nama Reach. Klik tombol **OK**.
- d. Setelah langkah di atas, pada layar editor data geometri tampak sebuah denah alur saluran (“BARABAI”) yang memiliki satu ruas (“HULU”), seperti tampak pada Gambar 1.8. Anak panah menunjukkan arah aliran dari hulu ke hilir. Skema alur dibuat dengan bantuan peta situasi alur sungai sebagai latar belakang (background) pada layar editor data geometri. Sisipkan peta situasi alur saluran dengan mengklik tombol **Add/Edit background pictures for the schematic**.

e. Lakukan langkah-langkah seperti diatas untuk alur lainnya.



Gambar 1.7 Layar Pengisian Nama Saluran (Sungai) Dan Ruas Saluran Pada Layar Editor Data Geometri



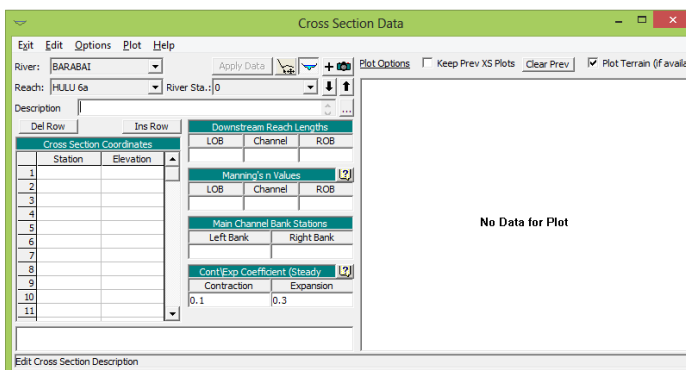
Gambar 1.8 Skema Saluran (Sungai) Barabai

1.4.2 Tampang Lintang

Langkah selanjutnya dalam peniruan geometri saluran adalah penulisan data tampang lintang.

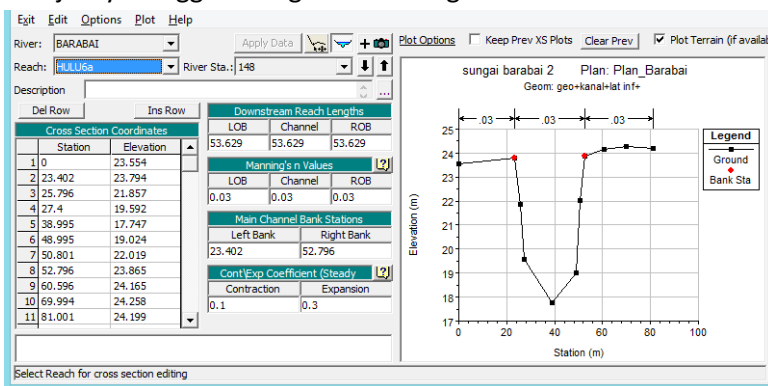
- a. Aktifkan layar editor tampang lintang dengan mengklik tombol **Cross Section** (ikon ke-2 dari atas pada papan tombol kiri).

- b. Tuliskan data tampang lintang (*cross section*), urut dari tampang di ujung hilir sampai ke ujung hulu. Untuk menuliskan data tampang lintang, pilih menu **Options | Add a new Cross Section ...**, tuliskan nomor tampang lintang "0". Setiap tampang lintang diidentifikasi sebagai **River Sta** yang diberi nomor urut, dimulai dari hilir dan bertambah besar ke arah hulu. Urutan nomor ini tidak boleh dibalik, tetapi urutan penulisan tampang lintang boleh sembarang, tidak harus urut dari hilir ke hulu. Pengguna boleh membuat tampang lintang urut dari hulu ke hilir atau tidak urut (sembarang, acak), sepanjang nomor tampang lintang urut, nomor kecil ke nomor besar dari hilir ke hulu.
- c. Pada isian **Description**, isikan keterangan mengenai tampang lintang (*River Sta*) sesuai letak atau bisa juga dikosongkan, layar editor tampang lintang akan tampak seperti Gambar 1.9.
- d. Tuliskan koordinat titik-titik tampang lintang, urut dari titik paling kiri ke kanan; **Station** adalah jarak titik diukur dari kiri dan **Elevation** adalah elevasi titik. Untuk **River Sta "0"**, data koordinat (**Station, Elevation**) didapatkan dari hasil pengukuran langsung dilapangan. Satuan panjang pada data geometri tampang lintang saluran adalah meter (karena project ini memakai sistem satuan SI).



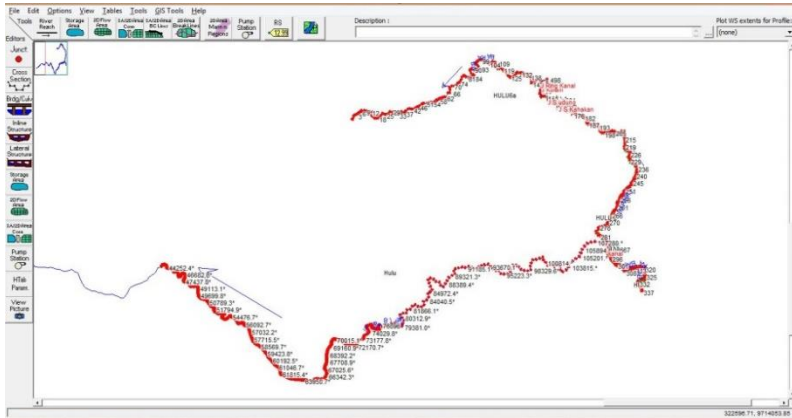
Gambar 1.9 Layar editor tampang lintang setelah langkah pemberian nama dan deskripsi tampang lintang River Sta 0

- e. Data selanjutnya adalah jarak tampang "0" ke tampang selanjutnya (**Downstream Reach Lengths**), yaitu jarak antar bantaran kiri (*left overbank*, **LOB**), jarak antar alur utama (*main channel*, **Channel**), dan jarak antar bantaran kanan (*right overbank*, **ROB**). Karena tampang "0" merupakan tampang paling hilir, maka isian ini dapat dibiarkan kosong atau diisi dengan angka nol.
- f. Nilai koefisien kekasaran dasar, **Manning's n Values** disesuaikan dengan kondisi langsung dilapangan yang disesuaikan dengan tabel **Manning's n Values** untuk semua bagian tampang: **LOB**, **Channel**, dan **ROB**.
- g. Isian selanjutnya, **Main Channel Bank Stations**, adalah titik batas antara LOB dan Channel serta antara Channel dan ROB, sehingga untuk isian ini diberi titik paling kiri, "23,402", untuk **Left Bank** dan titik paling kanan, "52,796", untuk **Right Bank**.
- h. 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**.
- i. Di bagian bawah, dapat diisikan catatan atau informasi tambahan berkenaan dengan tampang ini. Kali ini, isian ini dibiarkan kosong.
- j. Klik tombol **Apply Data** untuk menyimpan data ke dalam HEC-RAS. Di sisi kanan layar akan ditampilkan gambar tampang lintang seperti ditampilkan pada Gambar 1.10.
- k. Lakukan langkah-langkah seperti diatas untuk tampang lintang selanjutnya hingga ke bagian hulu sungai.



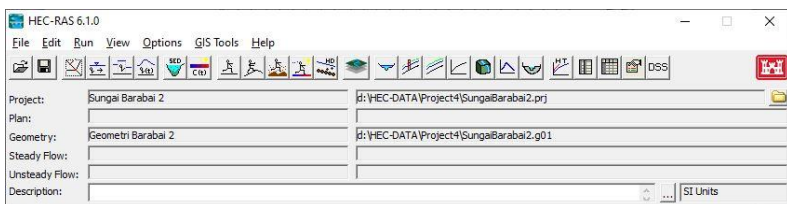
Gambar 1.10 Tampang Lintang Pada River Sta 0

- l. Pilih menu **Exit | Exit Cross Section Editor** untuk kembali ke layar editor data geometri. Pada gambar alur saluran, sekarang tampak tambahan informasi keberadaan seluruh River Sta dengan tambahan data tampang lintangnya (Gambar 1.11).



Gambar 1.11 Layar editor data geometri yang menampilkan seluruh ruas saluran dan semua tampang lintang

- m. ² Data geometri saluran disimpan ke dalam disk dengan memilih menu **File | Save Geometry Data**. Isikan pada **Title** “Geometri Barabai 2” sebagai judul data geometri tersebut. ² Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, yaitu D:\HEC-DATA\Project4\SungaiBarabai2, kemudian klik tombol **OK**. Pemakai dapat menutup layar editor data geometri dengan memilih menu **File | Exit Geometry Data Editor**. Pada layar komputer akan tampak layar utama HEC-RAS seperti tampak pada Gambar 1.12. File data geometri dinamai “SungaiBarabai2.g01” secara otomatis oleh HEC-RAS.



Gambar 1.12 Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Geometri Saluran Selesai Dituliskan

1.5 Aliran Permanen (*Steady Flow*)

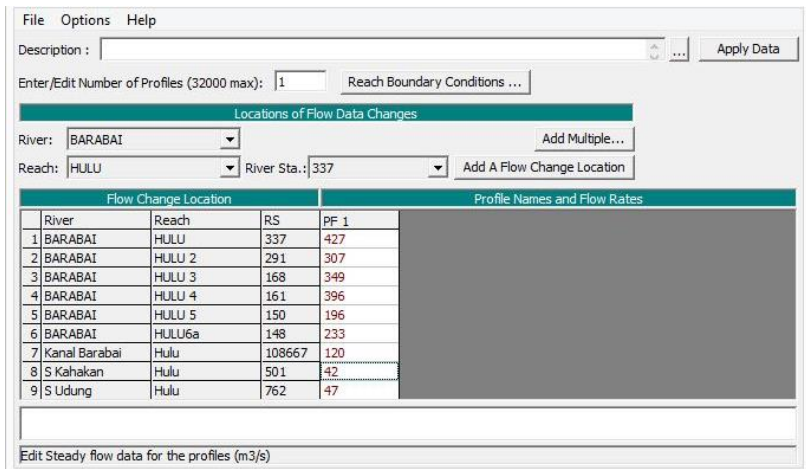
Data aliran yang diperlukan dalam hitungan aliran permanen (*steady flow*) adalah debit di batas hulu serta elevasi muka air di batas hilir. Langkah-langkah memasukkan data aliran dan syarat batas dipaparkan di bawah ini.

a. Aktifkan layar editor data aliran permanen dengan memilih menu **Edit | Steady Flow Data...** atau mengklik tombol **Edit/Enter steady flow data** (ikon ke-4 dari kiri pada papan tombol).

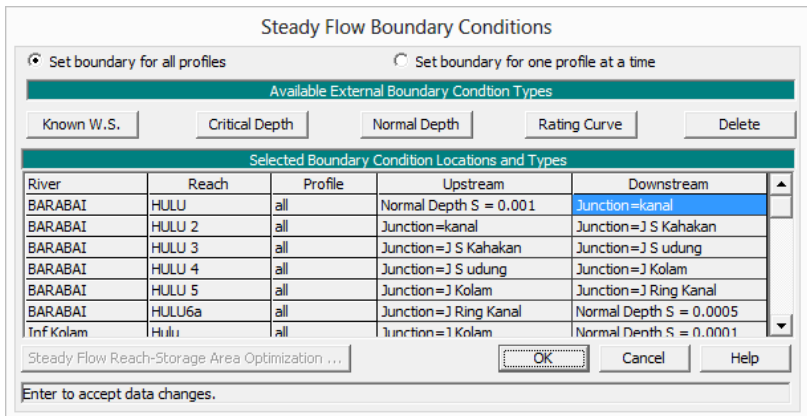
b. Pada **Enter/Edit Number of Profiles** isikan angka 1 mengingat ada satu profil muka air yang akan dihitung. Tekan Enter. Perhatikan di bagian **Profile Names and Flow Rates** akan muncul **PF1**.

c. Isikan besaran debit di batas hulu pada **PF1** (Gambar 1.13) setiap river dan reachnya. Satuan debit adalah m³/s.

d. Klik tombol **Reach Boundary Conditions ...** Kemudian arahkan cursor pada posisi **Downstream**, klik **normal depth** untuk menggunakan kemiringan rata-rata sungai. Lakukan langkah yang sama pada posisi **Upstream** (Gambar 1.14).

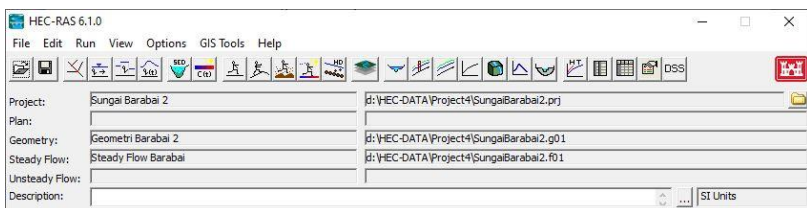


Gambar 1.13 Layar Editor Data Aliran Permanen Untuk Pengaturan Syarat Batas Hulu



Gambar 1.14 Layar Editor Data Aliran Permanen Untuk Pengaturan Syarat Batas Hilir

- e. Klik tombol **Apply Data** dan simpan data aliran permanen ke dalam disk dengan memilih menu **File | Save Flow Data**.
- f. Isikan pada **Title** “Steady Flow Barabai” sebagai judul data aliran permanen. Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, yaitu D:\HEC-DATA\Project 4\SungaiBarabai2, kemudian klik tombol **OK**.
- g. Pemakai dapat menutup layar editor data aliran permanen dengan memilih menu **File | Exit Flow Data Editor**. Pada layar komputer akan tampak layar utama HEC-RAS seperti tampak pada Gambar 1.15. File data aliran permanen dinamai “SungaiBarabai2.f01” secara otomatis oleh HEC-RAS.

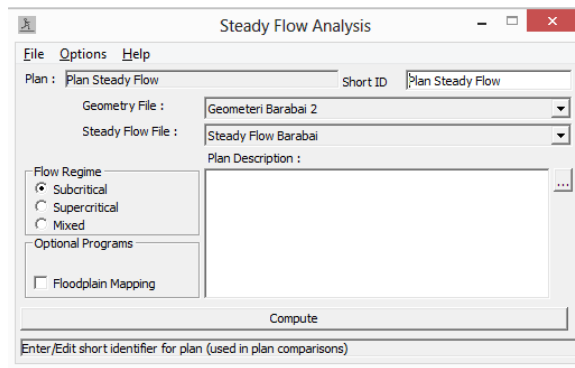


Gambar 1.15 Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Aliran Permanen Selesai Dituliskan

1.5.1 Hitungan Hidraulika

Hitungan hidraulika lebih dikenal dengan istilah *me-run* program HEC-RAS, walaupun istilah tersebut tidak tepat. Pemakai *me-run* program sejak saat pengaktifan HEC-RAS. Langkah-langkah hitungan hidraulika dipaparkan di bawah ini.

- a. Aktifkan layar hitungan aliran permanen dengan memilih menu **Run | Steady Flow Analysis** ... atau mengklik tombol **Perform a steady flow analysis**.
- b. Buat file Plan baru dengan memilih menu **File | New Plan** dan isikan pada **Title** "Plan Steady Flow" sebagai judul plan. Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, yaitu D:\HEC-DATA\Project4\SungaiBarabai2, kemudian klik **OK** File data aliran permanen dinamai "SungaiBarabai2.p01" secara otomatis oleh HEC-RAS.
- c. Isikan "Plan Steady Flow" pada layar yang muncul, yang meminta **short plan identifier**.
- d. Biarkan pilihan yang lain apa adanya, yaitu "Geometri Barabai 2" untuk **Geometry File**, "Steady Flow Barabai" untuk **Steady Flow File**, dan **Subcritical** untuk **Flow Regime**.
- e. Tampilan layar hitungan aliran permanen setelah langkah ini ditunjukkan pada Gambar 1.16.

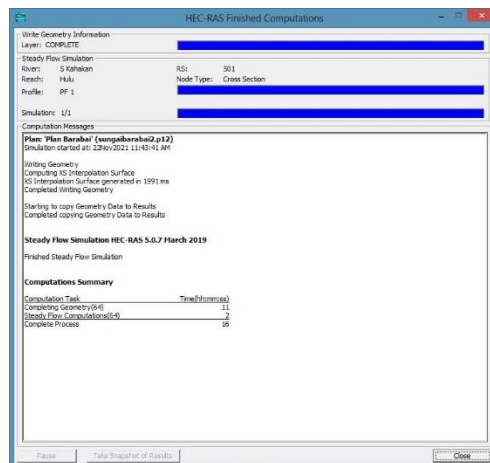


Gambar 1.16 Layar Hitungan Aliran Permanen

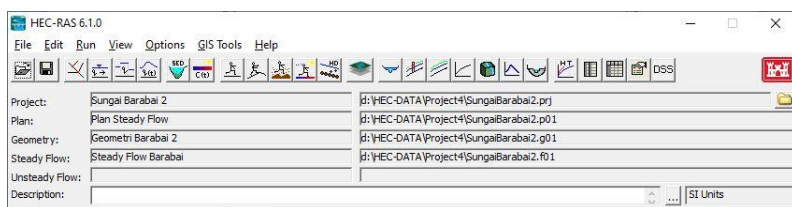
- f. Aktifkan modul hitungan hidraulika dengan mengklik tombol **Compute**. HEC-RAS akan melakukan hitungan profil muka air **PF1**.

Dalam beberapa saat, hitungan selesai seperti ditunjukkan pada layar hitungan pada Gambar 17.

- g. Tutup layar hitungan dengan mengklik tombol **Close**; tutup pula layar **Steady Flow Analysis** dengan memilih menu **File | Exit** atau mengklik tombol **X** di pojok kanan atas layar. Pada layar komputer tampak layar utama HEC-RAS setelah hitungan profil aliran permanen selesai, seperti tampak pada Gambar 1.18.



Gambar 1.17 Layar Hitungan Hidraulika Setelah Hitungan Profil PF 1 Selesai

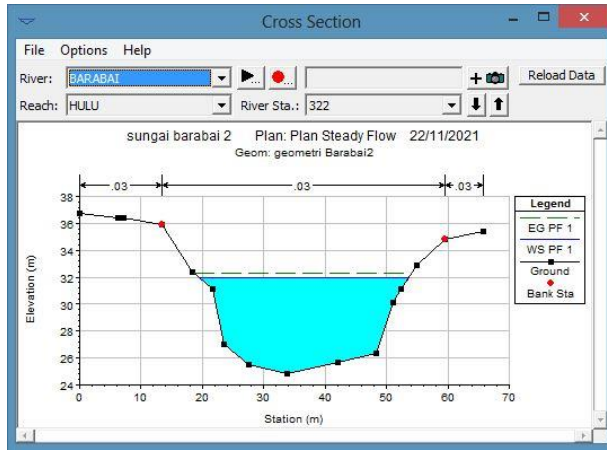


Gambar 1.18 Layar Utama HEC-RAS Setelah Hitungan Profil Aliran Permanen Selesai

1.5.2 Presentasi Hasil Hitungan Di Sebuah Lintang

- a. Pilih menu **View | Cross-Sections ...** atau klik tombol **View Cross Sections** (ikon ke-15 dari kiri pada papan tombol) untuk

menampilkan grafik tampang lintang seperti tampak pada Gambar 1.19.

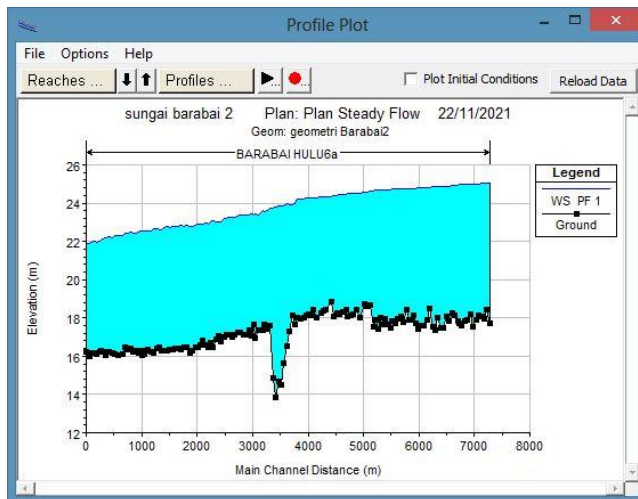


Gambar 1.19 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Salah Satu Tampang Lintang

- b. 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 hulu.
- c. Pemakai dapat memilih untuk tidak menampilkan tampang lintang hasil interpolasi. Ini dilakukan dengan mematikan **View Interpolated XS's** pada menu **Option**.
- d. Pengguna dapat mengontrol tampilan layar tampilan *Cross Section* melalui berbagai pilihan yang ada pada Menu **Option**, antara lain profil PF1 , variabel (muka air, kedalaman kritis, garis energi, dsb), judul gambar, label, ukuran karakter, dsb. Pemakai disarankan untuk berlatih dan mencoba berbagai pilihan pada menu **Option** tersebut.
- e. Grafik hasil hitungan dapat direkam ke dalam *clipboard* untuk disisipkan ke dalam program aplikasi prosesor dokumen, misal MSWord. Pilih menu **File | Copy Plot to Clipboard**. Grafik disisipkan ke dalam dokumen MSWord melalui perintah **Edit | Paste**.

1.5.3 Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air Di Sepanjang Alur

- Pilih menu **View | Water Surface Profiles ...** atau klik tombol **View cross sections** (ikon ke-16 dari kiri pada papan tombol) untuk menampilkan grafik profil muka air di sepanjang alur (tampang panjang) seperti tampak pada Gambar 1.20.
- Pemakai dapat memilih profil yang ditampilkan, PF1, dengan mengklik tombol **Profiles ...** dan mengaktifkan profile yang ingin ditampilkan.
- Kontrol terhadap tampilan grafik profil muka air dapat diatur melalui menu **Options**. Pemakai disarankan mencoba mengubah tampilan grafik dengan mengubah parameter tampilan sesuai pilihan yang ada pada menu **Options** tersebut.

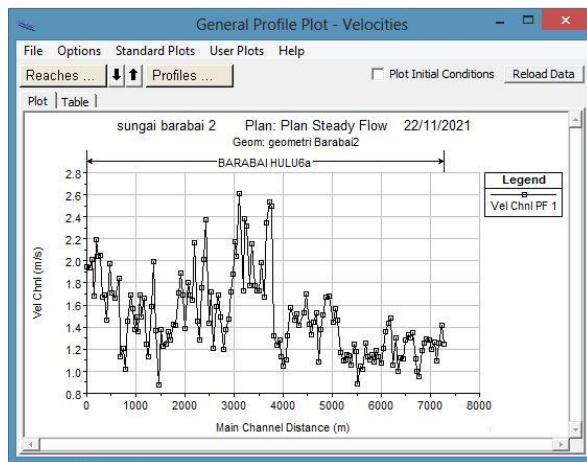


Gambar 1.20 Profil Muka Air Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur

1.5.4 Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran Di Sepanjang Alur

- Pilih menu **View | General Profile Plot ...** atau mengklik tombol **View General Profile Plot** (ikon ke-17 dari kiri pada papan tombol). Tampilan yang muncul adalah grafik profil kecepatan aliran di sepanjang alur seperti tampak pada Gambar 1.21.

- b. Seperti tampilan grafik-grafik sebelumnya, pemakai dapat mengontrol tampilan grafik melalui pilihan-pilihan yang disediakan pada menu **Options**.
- c. Pemakai dapat pula memilih profil yang ditampilkan, PF1, dengan mengklik tombol **Profiles** ... dan mengaktifkan profile yang ingin ditampilkan.
- d. Selain profil kecepatan aliran, pemakai dapat menampilkan profil debit aliran, luas tampang aliran, dan berbagai parameter lain dengan memilihnya melalui menu **Standard Plots**.



Gambar 1.21 Profil Kecepatan Aliran Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur

1.5.5 Presentasi Hasil Hitungan Dalam Bentuk Tabel

Presentasi hasil hitungan dalam bentuk tabel dapat dilakukan untuk menampilkan rincian nilai-nilai parameter hidraulika di sebuah tampang lintang, 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. Di bawah ini dipaparkan langkah-langkah untuk menampilkan hasil hitungan dalam bentuk tabel.

- Pilih menu **View | Detailed Output Tables ...** atau mengklik tombol **View detailed output at XS's, ...** (ikon ke-4 dari kanan pada papan tombol). Layar tabel hasil hitungan pada sebuah tampang lintang akan muncul seperti tampak pada Tabel 1.1.
- Pemakai 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 disisipkan ke dalam program aplikasi lain, misal ke dalam MSWord.
- Selain tabel hasil hitungan di sebuah tampang lintang, tabel hasil hitungan di seluruh alur (tampang panjang) saluran dapat pula ditampilkan dengan memilih menu **View | Profile Summary Table ...** atau dengan mengklik tombol **View summary output tables by profile** seperti tampak pada Tabel 1.2.
- Pengguna dapat memilih salah satu dari beberapa jenis tabel yang disediakan pada menu **Std. Tables**.

Tabel 1.1 Tabel Hasil Hitungan Di Sebuah Tampang Lintang

Cross Section Output					
Plan: Plan Steady Flow BARABAI HJLU RS: 322 Profile: PF 1					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	32.30	Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.030
W.S. Elev (m)	32.00	Reach Len. (m)	50.14	50.14	50.14
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		177.56	
E.G. Slope (m/m)	0.000713	Area (m2)		177.56	
Q Total (m3/s)	427.00	Flow (m3/s)		427.00	
Top Width (m)	34.30	Top Width (m)		34.30	
Vel Total (m/s)	2.40	Avg. Vel. (m/s)		2.40	
Max Ch Depth (m)	7.19	Hydrl. Depth (m)		5.18	
Conv. Total (m3/s)	15989.3	Conv. (m3/s)		15989.3	
Length Wtd. (m)	50.14	Wetted Per. (m)		39.99	
Min Ch El (m)	24.82	Shear (N/m2)		31.05	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		74.68	
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	7.46	297.04	3.91
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	6.48	67.78	4.99

Tabel 1.2 Tabel Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Max Ch D (m)	W.S. Elev. (m)	Ch W.S. Elev. (m)	E.S. Elev. (m)	[E.S. Slope] (m/m)	Vel Chv (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Fraude # Cr
MEKUNGA 140	PF 1	233.00	17.75	25.04	25.14	0.000069	1.26	223.95	83.90	0.17		
MEKUNGA 147	PF 1	233.00	18.46	25.03	25.12	0.000235	1.42	197.83	82.61	0.19		
MEKUNGA 148	PF 1	233.00	17.89	25.03	25.11	0.000170	1.26	224.69	86.40	0.17		
MEKUNGA 149	PF 1	233.00	18.10	25.04	25.09	0.000126	1.10	264.28	89.80	0.15		
MEKUNGA 144	PF 1	233.00	18.12	25.01	25.08	0.000186	1.26	226.27	85.30	0.18		
MEKUNGA 145	PF 1	233.00	17.92	25.01	25.07	0.000157	1.26	225.62	85.82	0.18		
MEKUNGA 142	PF 1	233.00	17.57	24.99	25.06	0.000181	1.26	212.51	87.51	0.17		
MEKUNGA 141	PF 1	233.00	18.31	24.98	25.05	0.000194	1.26	233.28	85.32	0.18		
MEKUNGA 140	PF 1	233.00	17.87	24.97	25.04	0.000170	1.26	218.87	86.39	0.17		
MEKUNGA 139	PF 1	233.00	17.87	24.97	25.03	0.000169	1.10	224.28	88.61	0.18		
MEKUNGA 138	PF 1	233.00	17.59	24.98	25.02	0.000109	0.99	273.83	90.78	0.14		
MEKUNGA 137	PF 1	233.00	17.74	24.97	25.01	0.000121	1.00	219.22	74.12	0.14		
MEKUNGA 136	PF 1	233.00	17.84	24.93	25.01	0.000170	1.12	225.94	72.26	0.17		
MEKUNGA 135	PF 1	233.00	18.13	24.91	24.99	0.000287	1.38	195.82	85.74	0.21		
MEKUNGA 134	PF 1	233.00	18.23	24.90	24.98	0.000246	1.26	202.80	84.42	0.20		
MEKUNGA 133	PF 1	233.00	17.84	24.89	24.97	0.000249	1.33	200.29	80.09	0.20		
MEKUNGA 132	PF 1	233.00	18.67	24.88	24.95	0.000186	1.26	228.56	83.60	0.17		
MEKUNGA 131	PF 1	233.00	17.46	24.89	24.94	0.000247	1.14	209.63	82.26	0.18		
MEKUNGA 130	PF 1	233.00	17.46	24.88	24.93	0.000126	1.12	254.74	79.60	0.15		
MEKUNGA 129	PF 1	233.00	18.03	24.88	24.92	0.000101	1.00	233.62	90.01	0.15		
MEKUNGA 128	PF 1	233.00	17.38	24.84	24.91	0.000179	1.30	226.05	74.40	0.17		
MEKUNGA 127	PF 1	233.00	17.57	24.85	24.90	0.000169	1.00	225.27	87.00	0.14		
MEKUNGA 126	PF 1	233.00	18.50	24.85	24.88	0.000268	1.46	198.75	74.40	0.21		
MEKUNGA 125	PF 1	233.00	17.87	24.79	24.87	0.000249	1.44	208.74	79.00	0.20		
MEKUNGA 124	PF 1	233.00	17.87	24.78	24.86	0.000211	1.26	222.00	81.20	0.18		
MEKUNGA 123	PF 1	233.00	17.62	24.78	24.84	0.000150	1.20	243.19	83.00	0.16		
MEKUNGA 122	PF 1	233.00	17.42	24.78	24.83	0.000113	1.00	250.24	86.40	0.14		
MEKUNGA 121	PF 1	233.00	17.74	24.77	24.83	0.000133	1.13	239.49	85.01	0.15		
MEKUNGA 120	PF 1	233.00	18.14	24.76	24.82	0.000155	1.10	245.69	81.20	0.17		
MEKUNGA 119	PF 1	233.00	17.91	24.76	24.81	0.000148	1.08	247.77	82.26	0.14		
MEKUNGA 118	PF 1	233.00	17.88	24.75	24.81	0.000140	1.15	236.86	81.40	0.16		
MEKUNGA 117	PF 1	233.00	18.42	24.73	24.81	0.000133	1.20	197.84	89.80	0.15		
MEKUNGA 116	PF 1	233.00	17.80	24.74	24.79	0.000132	1.13	262.08	83.00	0.15		
MEKUNGA 115	PF 1	233.00	18.67	24.72	24.79	0.000181	1.25	241.68	89.00	0.17		

- f. Pengguna dapat membuat tabel sendiri. Pilih menu **Options | Define Table ...** untuk menyusun butir-butir parameter aliran yang ingin ditampilkan dalam tabel.
- g. Pengaturan tampilan tabel seperti pemilihan profil, PF1, dapat dilakukan melalui menu **Options | Profiles** Perekaman tabel ke dalam *clipboard* juga dapat dilakukan, yaitu melalui menu **File | Copy to Clipboard.**

1.6 Aliran Tak Permanen (*Unsteady Flow*)

17 Apabila kecepatan, kedalaman, dan debit aliran tidak berubah terhadap waktu dalam kasus aliran permanen, maka ketiga parameter tersebut merupakan fungsi waktu dalam kasus aliran tak permanen (*unsteady flow*). Dalam konteks penelusuran aliran tak permanen, perubahan tersebut dapat dibangkitkan oleh perubahan debit atau muka air di batas model. Paragraf-paragraf di bawah ini memaparkan langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat ketiga file aliran tersebut.

2. Aktifkan layar editor data aliran tak permanen dengan memilih menu **Edit | Unsteady Flow Data ...** atau mengklik tombol **Edit/Enter unsteady flow data** (ikon ke-6 dari kiri pada papan tombol).
5. Klik tombol **Flow Hydrograph** (Gambar 1.22) sebagai pilihan boundary condition type pada semua RS. Layar editor hidrograf debit akan aktif. Masukkan nilai-nilai koordinat hidrograf (t, Q)

dalam satuan jam dan m³/s sesuai dengan perhitungan debit banjir rencana.

- c. 5 Klik tombol **Plot Data** yang ada di bagian bawah layar editor hidrograf aliran untuk menampilkan hidrograf debit (lihat Gambar 1.23).

Flow Hydrograph

River: BARABAI Reach: HULU RS: 337

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

Enter Table Data time interval: 1 Hour

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 06NOV2021 Time: 0000

Fixed Start Time: Date: 06NOV2021 Time: 0000

No. Ordinates

Hydrograph Data			
No.	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m ³ /s)
1	05Nov2021 2400	00:00:00	10.38
2	06Nov2021 0100	01:00:00	20.26
3	06Nov2021 0200	02:00:00	65.12
4	06Nov2021 0300	03:00:00	163.8
5	06Nov2021 0400	04:00:00	332.58
6	06Nov2021 0500	05:00:00	580.1
7	06Nov2021 0600	06:00:00	608.54
8	06Nov2021 0700	07:00:00	608.1
9	06Nov2021 0800	08:00:00	593.05
10	06Nov2021 0900	09:00:00	567.35
11	06Nov2021 1000	10:00:00	531
12	06Nov2021 1100	11:00:00	482.09
13	06Nov2021 1200	12:00:00	418.14
14	06Nov2021 1300	13:00:00	363
15	06Nov2021 1400	14:00:00	319.89

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: TW C

Gambar 1.22 Layar Editor Data Hidrograf Debit Untuk Pengaturan Syarat Batas Hulu



Gambar 1.23 Plot Data Hidrograf Debit

- d. Tutup layar tampilan plot hidrograf dengan mengklik tanda silang di pojok kanan atas. Klik tombol **OK** untuk menutup layar editor hidrograf debit dan kembali ke layar editor data aliran tak permanen seperti Gambar 1.24.

Unsteady Flow Data - Unsteady Barabai

File Options Help

Description: [] Apply Data

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

Boundary Condition Types

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA/2D Area Conn ... Add Pump Station ...

Select Location in Table, then select Boundary Condition Type

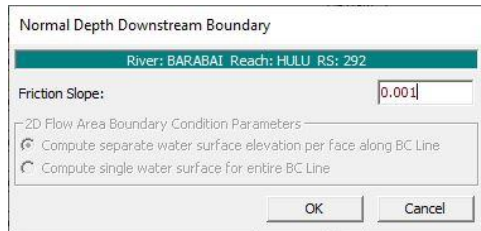
River	Reach	RS	Boundary Condition
1 BARABAI	HULU	337	Flow Hydrograph
2 BARABAI	HULU	292	
3 BARABAI	HULU 2	291	Flow Hydrograph
4 BARABAI	HULU 2	169	
5 BARABAI	HULU 3	168	Flow Hydrograph
6 BARABAI	HULU 3	162	
7 BARABAI	HULU 4	161	Flow Hydrograph
8 BARABAI	HULU 4	151	
9 BARABAI	HULU 5	150	Flow Hydrograph
10 BARABAI	HULU 5	149	
11 BARABAI	HULLU6a	148	Flow Hydrograph
12 BARABAI	HULLU6a	0	
13 Kanal Barabai	Hulu	10867	Flow Hydrograph
14 Kanal Barabai	Hulu	43582	
15 S Kahakan	Hulu	501	Flow Hydrograph
16 S Kahakan	Hulu	5	
17 S Lidung	Hulu	762	Flow Hydrograph
18 S Lidung	Hulu	13	

Storage/2D Flow Areas | Boundary Condition

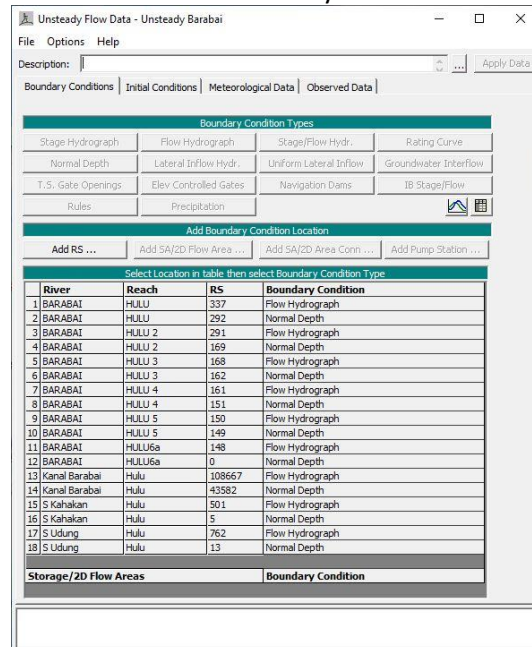
Gambar 1.24 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Hidrograf Debit Sebagai Syarat Batas Hulu

- e. Kini tiba giliran untuk mengatur syarat batas hilir di setiap RS. Bawa kursor ke kotak di kanan setiap RS dan klik kotak tersebut.

- f. Klik tombol **Normal Depth** sebagai syarat batas hilir di setiap RS. Layar editor akan muncul. Ketikkan nilai (0,001) untuk **Normal Depth** dari hasil kemiringan rata-rata sungai untuk setiap RS (Lihat Gambar 1.25) kemudian klik **OK**. Layar data aliran tak permanen akan tampak seperti Gambar 1.26.



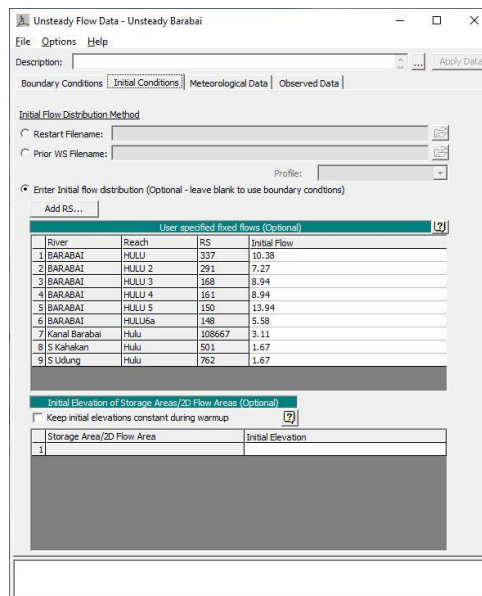
Gambar 1.25 Layar Editor Pengisian Normal Depth Downstream Boundary



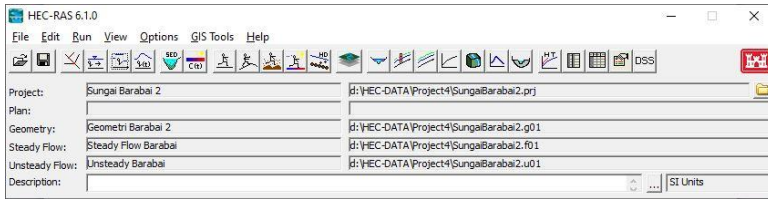
Gambar 1.26 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Normal Depth Sebagai Syarat Batas Hilir

- g. Klik tombol **Initial Conditions** (tombol di kanan tombol **Boundary Conditions**) untuk mengaktifkan layar editor pengaturan syarat awal. Tuliskan angka pada kotak di bawah tulisan **Initial Flow** sesuai

- masing-masing hulu. Angka ini adalah nilai debit pada setiap hulu pada saat awal hitungan.
- h. Klik tombol **Apply Data** di pojok kanan atas layar editor aliran tak permanen. Setelah langkah ini, layar editor aliran tak permanen tampak seperti Gambar 1.27.
 - i. Simpan data aliran tak permanen dengan memilih menu **File | Save Unsteady Flow Data**. Isikan pada Title “Unsteady Barabai” sebagai judul data aliran tak permanen. Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, yaitu D:\HEC-DATA\Project4\SungaiBarabai2. Pengguna dapat menutup layar editor data aliran tak permanen dengan memilih menu **File | Exit**. Pada layar komputer akan tampak layar utama HEC-RAS seperti tampak pada Gambar 1.28. File data aliran tak permanen dinamai “SungaiBarabai2.u01” secara otomatis oleh HEC-RAS.



Gambar 1.27 Layar Editor Aliran Tak Permanen Setelah Pengisian Data Debit Awal Di Setiap RS Sebagai Syarat Awal



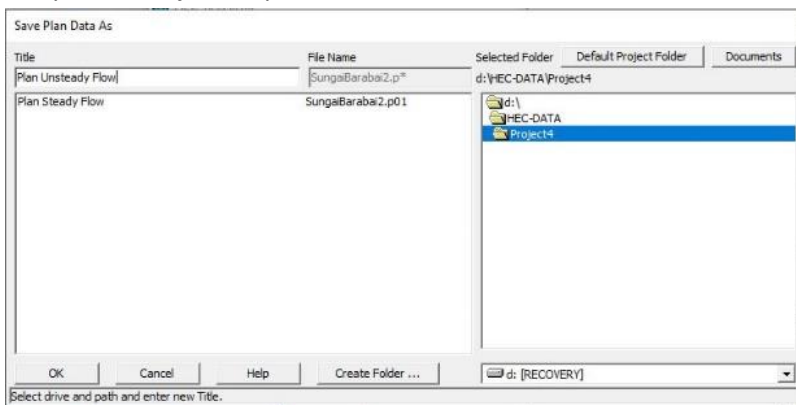
Gambar 1.28 Layar Utama HEC-RAS Setelah Data Aliran Tak Permanen Selesai Di Tuliskan

1.6.1 Hitungan Hidraulika

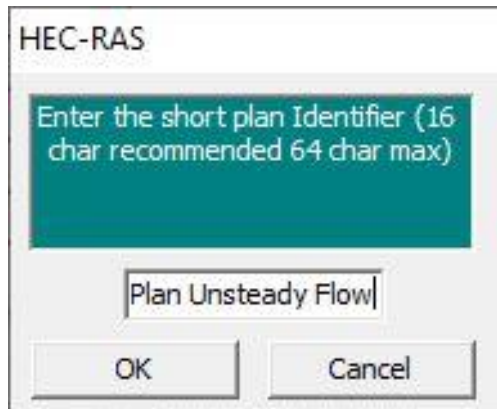
Langkah-langkah untuk melakukan hitungan penelusuran aliran tak permanen dipaparkan pada paragraf-paragraf di bawah ini.

- a. Aktifkan layar hitungan aliran tak permanen dengan memilih menu **Run | Unsteady Flow Analysis ...** atau mengklik tombol **Perform an unsteady flow analysis**.
- b. Pada layar hitungan aliran tak permanen, biarkan pilihan **Geometry File** seperti apa adanya, yaitu “Geometri Barabai 2”, karena Project hanya memiliki satu file data geometri. Pada **Unsteady Flow File**, pilih syarat batas yang pertama, yaitu “Unsteady Barabai”. Untuk memunculkan pilihan ini, klik pada tanda segitiga hitam yang ada di ujung kanan kotak pilihan.
- c. Klik pada tiga kotak pilihan yang ada di kelompok **Programs to Run**, yaitu **Geometry Preprocessor**, **Unsteady Flow Simulation**, **Floodplain Mapping** dan **Post Processor**.
- d. Pada kelompok **Plan Description**, pengguna dapat menuliskan keterangan mengenai Plan ini. Pada kelompok **Simulation Time Window**, tuliskan tanggal dan pukul awal dan akhir simulasi. Tuliskan “06NOV2021” dan “0000” berturut-turut pada **Starting Date** dan **Starting Time** sebagai waktu awal simulasi. Untuk waktu akhir simulasi, tuliskan “06NOV2021” dan “2400” berturut-turut pada **Ending Date** dan **Ending Time**.
- e. Pada kelompok **Computation Setting**, pilih “1 Minute” sebagai selang waktu hitungan. Biarkan pilihan yang lain seperti apa adanya, yaitu **Hydrograph Output Interval** “1 Hour”, **Mapping Output Interval** “1 Hour” dan **Detailed Output Interval** “1 Hour”. Dengan pilihan ini, walaupun selang waktu hitungan adalah 1

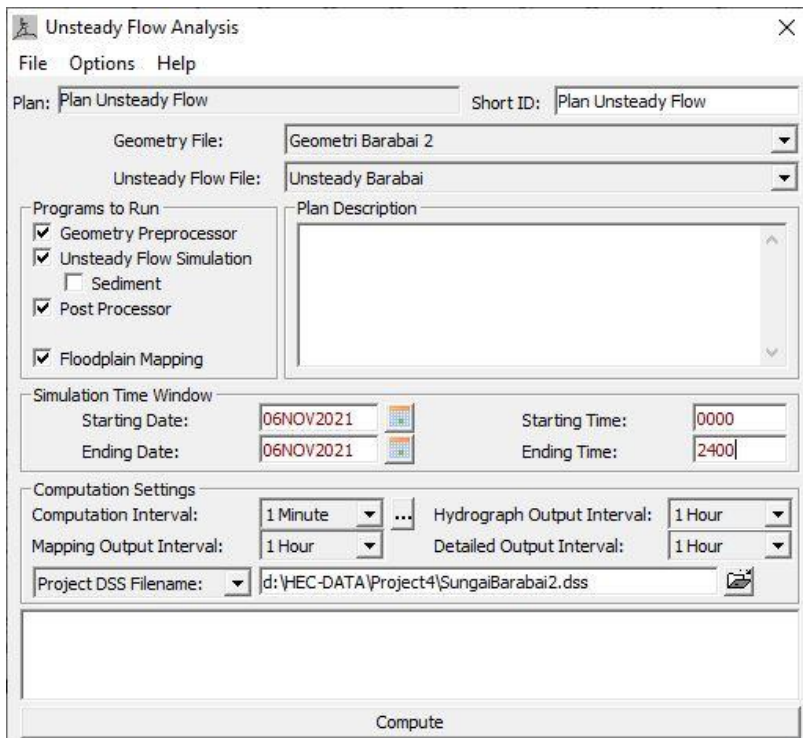
- menit, namun hasil hitungan akan disimpan setiap selang 1 jam, baik hasil hitungan koordinat hidrograf maupun hasil rinci hitungan.
- f. Simpan data hitungan ke dalam *file plan* dengan memilih menu **File** | **Save Plan As** Tuliskan "*Plan Unsteady Flow*" sebagai judul plan seperti tampak pada Gambar 1.29. ² Pastikan bahwa pilihan folder tetap sesuai dengan folder file Project, yaitu D:\HEC-DATA\Project4\SungaiBarabai2 , kemudian klik tombol **OK**.
 - g. Tuliskan "*Plan Unsteady Flow*" sebagai identitas file plan ini pada layar permintaan *short identifier* yang muncul (lihat Gambar 1.30). Klik tombol **OK**. Tampilan layar hitungan aliran tak permanen setelah langkah ini ditunjukkan pada Gambar 1.31.
 - h. Aktifkan modul hitungan hidraulika aliran tak permanen dengan mengklik tombol **Compute**. HEC-RAS akan melakukan hitungan profil muka air dengan syarat batas hidrograf debit di batas hulu dan kemiringan rata-rata di batas hilir. Sesuai dengan pilihan **Programs to Run** yang telah diaktifkan (lihat Gambar 1.31), maka HEC-RAS melakukan tiga hitungan, yaitu hitungan geometri saluran (*geometry preprocessor*), hitungan simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow simulation*), dan hitungan untuk keperluan tampilan hasil (*post processor*). Dalam beberapa saat, hitungan selesai seperti ditunjukkan pada Gambar 1.32.



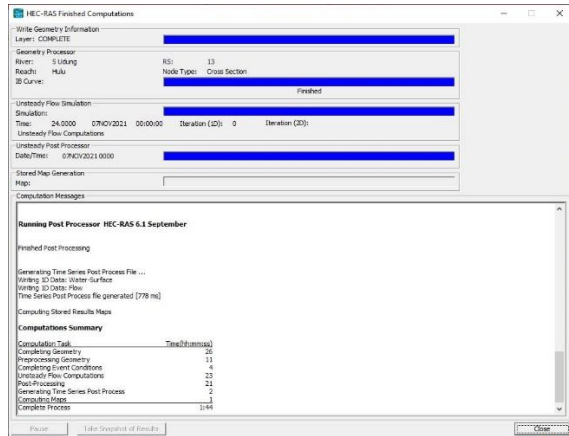
Gambar 1.29 Layar Penyimpanan File



Gambar 1.30 Layar Permintaan Identitas Plan

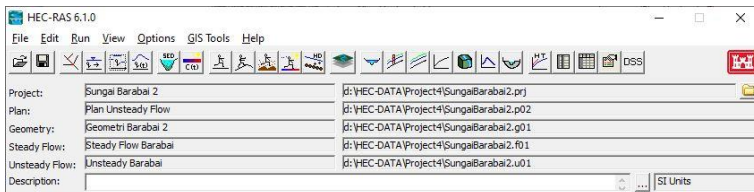


Gambar 1.31 Layar Editor Hitungan Aliran Tak Permanen



Gambar 1.32 Layar Hitungan Aliran Tak Permanen Setelah Selesai

- i. ⁵ Tutup layar hitungan **HEC-RAS Finished Computations** dengan mengklik tombol **Close**; tutup pula layar **Unsteady Flow Analysis** dengan memilih menu **File | Exit** atau mengklik tombol **X** di pojok kanan atas layar. Pada layar komputer tampak layar utama HEC-RAS setelah hitungan profil aliran tak permanen selesai, seperti tampak pada Gambar 1.33.



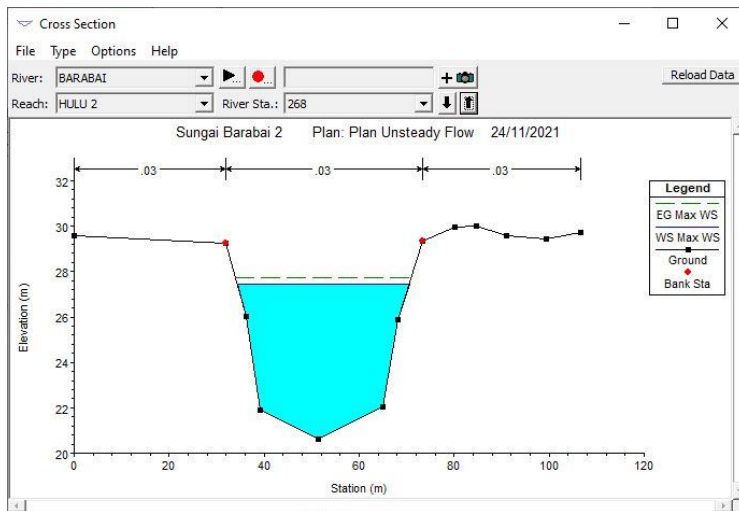
Gambar 1.33 Layar Utama HEC-RAS Setelah Hitungan Aliran Tak Permanen Selesai

1.6.2 Presentasi Profil Muka Air Di Sebuah Tampang Lintang

Cara penampilan profil muka air di sebuah tampang lintang dalam bentuk grafik dipaparkan pada paragraf-paragraf di bawah ini.

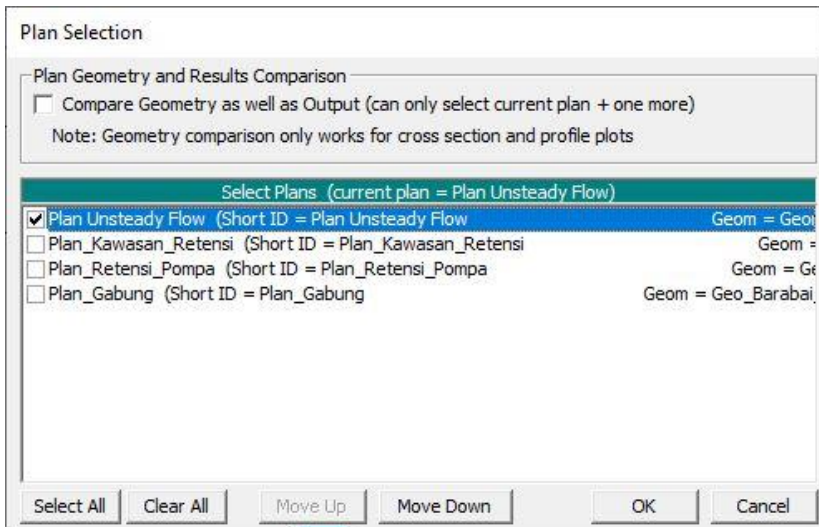
- a. Pilih menu **View | Cross Sections ...** atau klik tombol **View Cross Sections** (ikon ke-15 dari kiri pada papan tombol) untuk menampilkan hasil hitungan pada satu tampang lintang seperti

tampak pada Gambar 1.34. Pada gambar tersebut, ditampilkan profil muka air maximum dan muka air pada jam pertama (06 November 2021) di RS 268 hasil hitungan dengan syarat batas hidrograf debit dan kemiringan rata-rata sungai “Plan Unsteady Flow”.



Gambar 1.34 Profil Muka Air Di Salah Satu Tampang Lintang Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen

- b. Profil yang lain dapat ditampilkan dengan cara sebagai berikut ini (lihat Gambar 1.35). Pilih menu **Options | Plans ...** untuk memilih plan. Klik pada kotak di kiri setiap plan yang dipilih. Untuk memilih semua plan, klik tombol **Select All**. Pilih menu **Options | Profiles ...** untuk memilih profil. Bawa kursor ke profil yang tersedia di sisi kiri (**Avail Profiles**) dan klik pada anak panah untuk memilihnya. Untuk memilih semua profil, klik tombol **Select All**. Untuk menghapuskan pilihan profil, klik tombol **Clear All**.
- c. Animasi diaktifkan dengan mengklik tombol yang bertanda segitiga. Kecepatan animasi dapat diatur dengan mengklik tombol bertanda ... dan menggeser sliding bar (lihat Gambar 1.36). Geser ke kanan untuk memperlambat gerak animasi.



Gambar 1.35 Layar Pilihan Plan



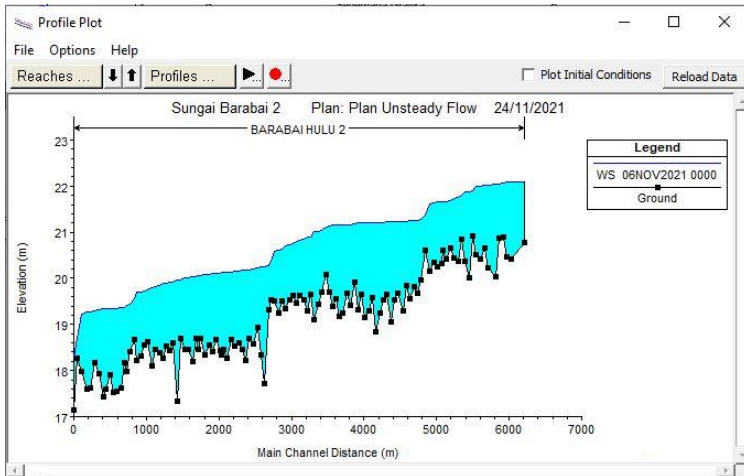
Gambar 1.36 Layar Pengaturan Animasi

- d. Menu **Options** menyediakan beberapa pilihan grafik tampilan hasil hitungan. Pengguna sangat disarankan untuk mencoba berbagai pilihan yang disediakan pada menu ini.
- e. Hasil hitungan di tampang lintang yang lain dapat ditampilkan dengan mengklik tombol anak panah di samping nomor *river station* ke bawah untuk berpindah ke *river station* hilir dan mengklik tombol anak panah ke atas untuk berpindah ke *river station* hulu.
- f. Grafik hasil hitungan dapat direkam ke dalam *clipboard* untuk disisipkan ke dalam program aplikasi prosesor dokumen, misal MSWord. Pilih menu **File | Copy Plot to Clipboard**. Grafik disisipkan ke dalam dokumen MSWord melalui perintah **Edit | Paste**.

1.6.3 Presentasi Profil Muka Air Di Sepanjang Alur

Langkah untuk menampilkan profil muka air di sepanjang alur (tampang memanjang) dalam bentuk grafik dipaparkan pada paragraf-paragraf di bawah ini.

- a. Pilih menu **View | Water Surface Profiles ...** atau klik tombol **View cross sections** (ikon ke- 16 dari kiri pada papan tombol) untuk menampilkan grafik profil muka air di sepanjang alur (tampang panjang) seperti tampak pada Gambar 1.37.
- b. Profil yang ditampilkan dapat dipilih dengan mengaktifkan layar pengaturan animasi dengan memilih menu **Options | Animate ...** atau mengklik tombol bertanda segitiga. Profil dapat ditampilkan satu per satu dengan mengklik segitiga kecil atau digerakkan menerus dengan mengklik segitiga besar. Kecepatan animasi diatur dengan mengklik tombol bertanda ... untuk menampilkan layar pengaturan kecepatan gerak animasi dan menggeser sliding bar ke kanan (lihat Gambar 1.36).
- c. Seperti halnya tampilan grafik di sebuah tampang lintang, berbagai pilihan tampilan profil muka air di sepanjang alur saluran dapat diatur melalui menu **Options**. Pengguna sangat disarankan untuk mencoba berbagai pilihan yang ada dalam menu ini.
- d. Grafik profil muka air di sepanjang alur dapat direkam ke dalam clipboard untuk disisipkan ke dalam program aplikasi prosesor dokumen, misal MSWord. Pilih menu **File | Copy Plot to Clipboard**. Grafik disisipkan ke dalam dokumen MSWord melalui perintah **Edit | Paste**.

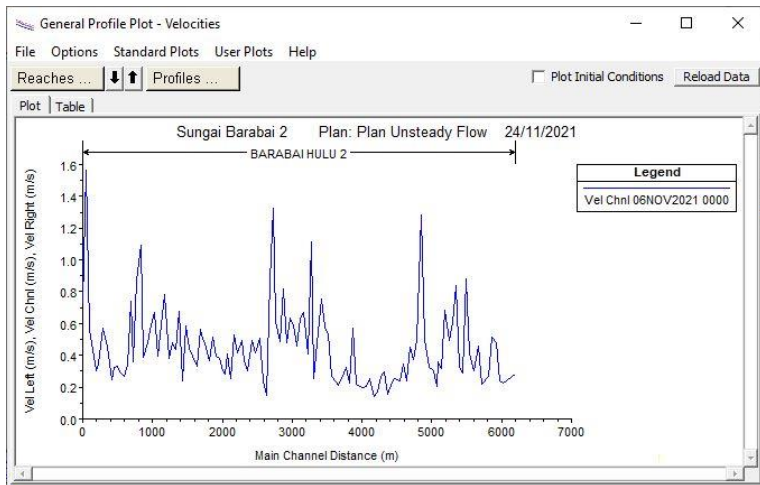


Gambar 1.37 Profil Muka Air Di Sepanjang Saluran Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen

1.6.4 Presentasi Profil Variabel Aliran Di Sepanjang Alur

Selain profil muka air, HEC-RAS dapat menampilkan profil berbagai variabel aliran yang lain seperti: kecepatan aliran, luas tampang, Angka Froude, dan masih banyak lagi pilihan.

- Pilih menu **View | General Profile Plot ...** atau mengklik tombol **View General Profile Plot** (ikon ke-17 dari kiri pada papan tombol). Tampilan yang muncul adalah grafik profil kecepatan aliran di sepanjang alur seperti tampak pada Gambar 1.38.
- Pengguna dapat mengubah variabel aliran yang ditampilkan dengan memilihnya melalui menu **Standard Plots** atau menu **Options | Plot Variables ...**
- Menu **Options** menyediakan berbagai pengaturan tampilan seperti plan, ruas, atau profil yang ditampilkan; menu ini juga menyediakan pilihan label, jenis font, jenis garis, serta pilihan-pilihan yang lain. Pengguna sangat disarankan untuk mencoba berbagai pilihan atau pengaturan tersebut.



Gambar 1.38 Profil Kecepatan Aliran Di Sepanjang Alur Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen

1.6.5 Presentasi Tampilan Dalam Bentuk Tabel

Tampilan hasil hitungan dalam bentuk tabel berguna untuk membaca hasil hitungan aliran tak permanen secara rinci. Tampilan tabel dapat merujuk pada salah satu tampang lintang atau merujuk pada seluruh tampang lintang.

- Pilih menu **View | Detailed Output Tables ...** atau klik tombol **View detaild output at XS, Culverts, Bridges, Weirs, etc ...** (ikon ke-4 dari kanan pada papan tombol) untuk menampilkan hasil hitungan secara rinci pada salah satu tampang lintang seperti ditunjukkan pada Gambar 1.39.
- Pengguna dapat mengubah berbagai parameter tampilan dengan mengklik tombol yang ada di layar atau memilih menu **Type** atau **Options**.
- Selain tampilan rinci di salah satu tampang lintang, pengguna dapat pula menampilkan resume hasil hitungan di seluruh tampang lintang dengan memilih menu **View | Profile Summary Table ...** atau mengklik tombol **View summary output tables by profile** seperti ditunjukkan pada Gambar 1.40.
- Berbagai pengaturan parameter atau format tampilan dapat dilakukan melalui tombol yang disediakan pada layar tampilan atau

melalui menu **Options**. Pengguna sangat disarankan untuk mencoba berbagai pengaturan ini.

Plan: Plan Unsteady Flow BARABAI HULU 2 RS: 268 Profile: Max WS					
Element	Left OB	Channel	Right OB		
E.G. Elev (m)	27.73				
Vel Head (m)	0.27				
W.S. Elev (m)	27.46				
Crit W.S. (m)					
E.G. Slope (m/m)	0.000650				
Q Total (m3/s)	424.01				
Top Width (m)	36.24				
Vel Total (m/s)	2.30				
Max Chl Dpth (m)	6.86				
Conv. Total (m3/s)	16632.7				
Length Wtd. (m)	54.17				
Min Ch El (m)	20.60				
Alpha	1.00				
Frcn Loss (m)	0.03				
C & E Loss (m)					
Element					
Wt. n-Val.					
Reach Len. (m)	54.17	54.17	54.17		
Flow Area (m2)		184.10			
Area (m2)		184.10			
Flow (m3/s)		424.01			
Top Width (m)		36.24			
Avg. Vel. (m/s)		2.30			
Hydr. Depth (m)		5.08			
Conv. (m3/s)		16632.7			
Wetted Per. (m)		41.26			
Shear (N/m2)		28.44			
Stream Power (N/m s)		65.49			
Cum Volume (1000 m3)	51.53	898.70	15.57		
Cum SA (1000 m2)	105.02	163.38	46.51		

Gambar 1.39 Tabel Hasil Hitungan Rinci Di Salah Satu Tampang Lintang Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen

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)	Frc
HULU 2	291	06NOV2021.0000	7.27	20.78	22.09		22.10	0.000078	0.28	25.61	26.41	
HULU 2	290	06NOV2021.0000	7.27	20.41	22.08		22.09	0.000038	0.22	32.73	28.08	
HULU 2	289	06NOV2021.0000	7.27	20.47	22.08		22.09	0.000049	0.24	30.35	28.77	
HULU 2	288	06NOV2021.0000	7.27	20.89	22.06		22.07	0.000342	0.48	15.27	22.13	
HULU 2	287	06NOV2021.0000	7.27	20.88	22.04		22.05	0.000460	0.51	14.20	23.27	
HULU 2	286	06NOV2021.0000	7.27	20.03	22.03		22.04	0.000059	0.27	27.33	25.28	
HULU 2	285	06NOV2021.0000	7.27	20.24	22.03		22.03	0.000040	0.22	33.22	30.84	
HULU 2	284	06NOV2021.0000	7.27	20.67	22.01		22.02	0.000325	0.46	15.86	23.61	
HULU 2	283	06NOV2021.0000	7.27	20.42	22.00		22.01	0.000096	0.30	24.00	26.43	
HULU 2	282	06NOV2021.0000	7.27	20.52	21.99		22.00	0.000227	0.42	17.42	22.77	
HULU 2	281	06NOV2021.0000	7.27	20.93	21.90		21.94	0.001825	0.88	8.26	16.87	
HULU 2	280	06NOV2021.0000	7.27	20.02	21.88		21.89	0.000067	0.29	24.98	22.17	

Gambar 1.40 Tabel Resume Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Hasil Hitungan Aliran Tak Permanen

BAB II

PELIMPAH SAMPING DAN KAWASAN RETENSI

2.1 Deskripsi Pelimpah Samping dan Kawasan Retensi

Ada kalanya, suatu aliran di sungai meluber keluar badan sungai melewati tinggi tebing sungai atau tanggul dan menggenangi kawasan di sepanjang alur sungai. Pada beberapa kasus, aliran di sungai saat banjir memang dibuat untuk meluap di tempat yang telah ditetapkan, yaitu melewati pelimpah samping (*side spillway*), dan mengalir menuju kawasan retensi. Kawasan retensi adalah kawasan tempat air “menetap” untuk sementara waktu guna mengurangi beban di ruas sebelah hilir pada kawasan retensi. Air di kawasan retensi akan mengalir kembali ke sungai saat air di sungai telah surut dengan cara gravitasi atau dengan cara dipompa. HEC-RAS memodelkan kasus seperti ini melalui penggunaan *lateral structure* untuk memodelkan aliran yang meluber melalui tanggul atau pelimpah samping dan untuk memodelkan kawasan genangan atau kawasan retensi.

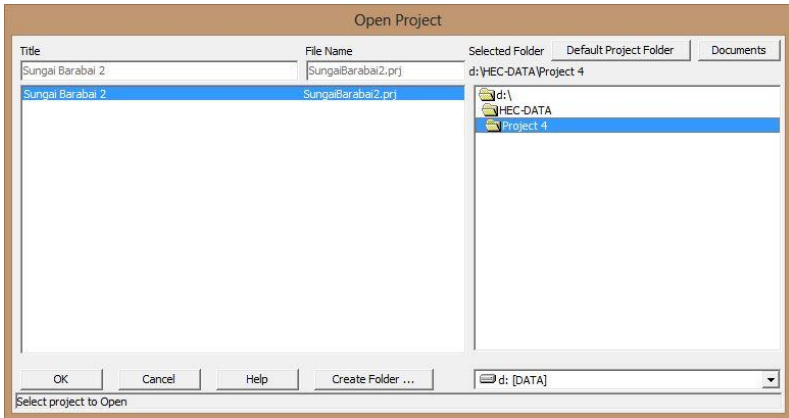
Di sisi kanan Sungai Barabai ruas Hulu6a (lihat project “Sungai Barabai 2” yang disimpan dengan nama file SungaiBarabai2.prj. dirancang kawasan retensi yang menerima aliran dari Sungai Barabai melalui pelimpah samping. Kawasan retensi di sisi kanan Barabai Hulu 6a diberi nama Retensi Barabai. Geometri sungai pada kasus ini didasarkan pada geometri “Geometri Barabai 2” pada project “Sungai Barabai 2”. Geometri masing-masing pelimpah samping, serta geometri kawasan retensi dipaparkan di bawah ini. Retensi Barabai di sisi kanan Sungai Barabai Ruas Hulu 6a :

- Pelimpah samping RS 139,5 berada 5 m dari RS 140, mercu peluap pada elevasi +18 m, panjang peluap 30 m, sayap kiri dan kanan masing-masing pada elevasi +25,25 m dan 22,8m dengan panjang 2 m.
- Koefisien pelimpah (ambang lebar) 1.5.
- Kawasan retensi memiliki luas 200 ha dan lahan pada elevasi +18 m.

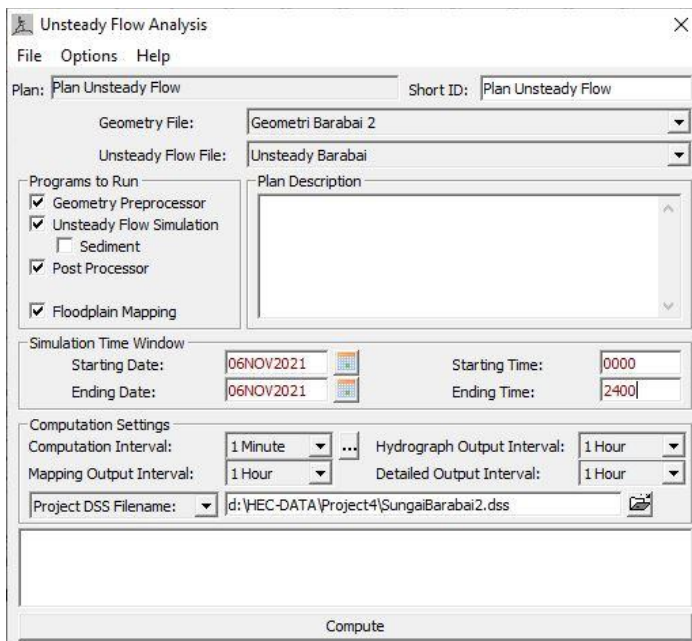
2.2 Peniruan Geometri Pelimpah Samping dan Kawasan Retensi

Geometri sungai yang digunakan dalam simulasi ini mengacu pada geometri sungai “Geometri Barabai 2”, kecuali penambahan pelimpah samping di Ruas Hulu 6a, serta kawasan retensi. Peniruan geometri diawali dengan peniruan geometri kawasan retensi, kemudian disusul dengan peniruan geometri pelimpah samping. Langkah peniruan geometri dipaparkan pada paragraf-paragraf di bawah ini.

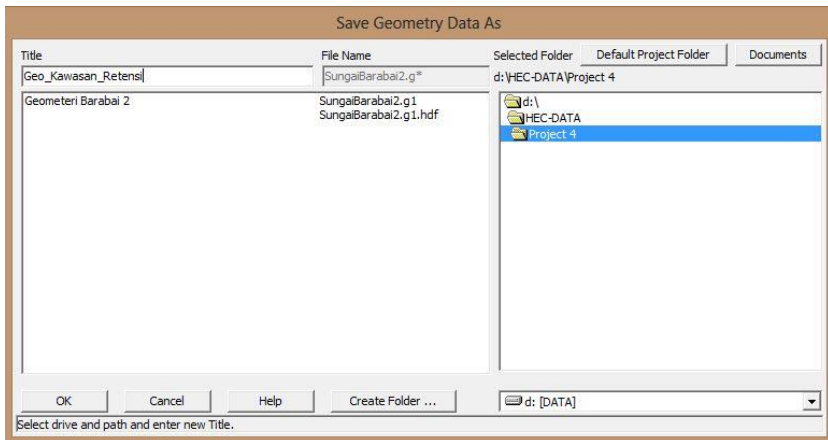
- a. Buka project “Sungai Barabai 2” dengan memilih menu **File | Open Project...** pada layar utama HEC-RAS. Pilih file “SungaiBarabai2.prj” (Gambar 2.1).
- b. Aktifkan layar editor *Unsteady Flow Analysis* dan buka file plan “Plan Unsteady Flow”. Dengan cara ini, maka HEC-RAS akan membaca file geometri “Geometri Barabai 2” dan juga file data aliran “Unsteady Barabai” (Gambar 2.2).
- c. Aktifkan layar editor data geometri, kemudian simpan ulang geometri “Geometri Barabai 2” ke dalam file geometri baru. Pilih menu **File | Save Geometri Data As ...** dan tuliskan “Geo_Kawasan_Retensi” sebagai nama geometri yang baru (Gambar 2.3).
- d. Kembali ke layar editor data geometri untuk memulai peniruan geometri kawasan retensi dan pelimpah samping. Peniruan geometri kawasan retensi dilakukan lebih dulu, kemudian disusul dengan peniruan geometri pelimpah samping. Kawasan retensi dimodelkan sebagai *storage area*, sedangkan pelimpah samping dimodelkan sebagai *lateral structure*.



Gambar 2.1 Pembukaan *File Project* “Sungai Barabai 2”



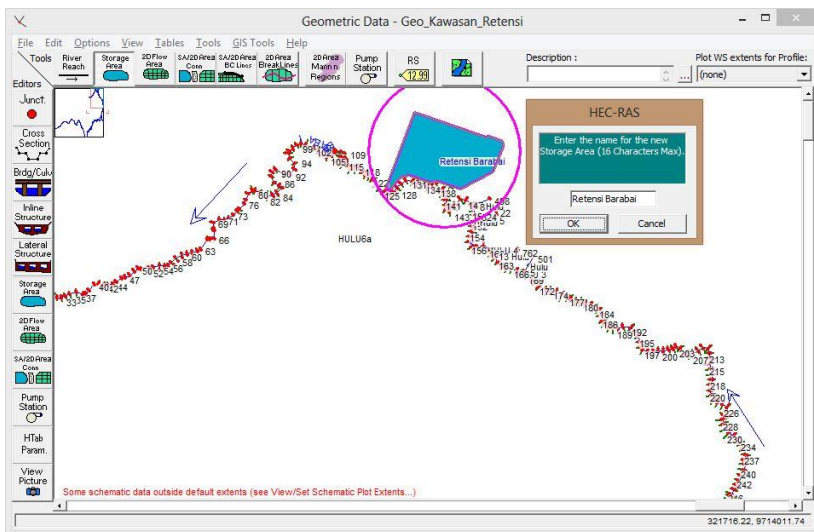
Gambar 2.2 Pembukaan File Plan “*Plan Unsteady Flow*” melalui layar editor *Unsteady Flow Analysis*



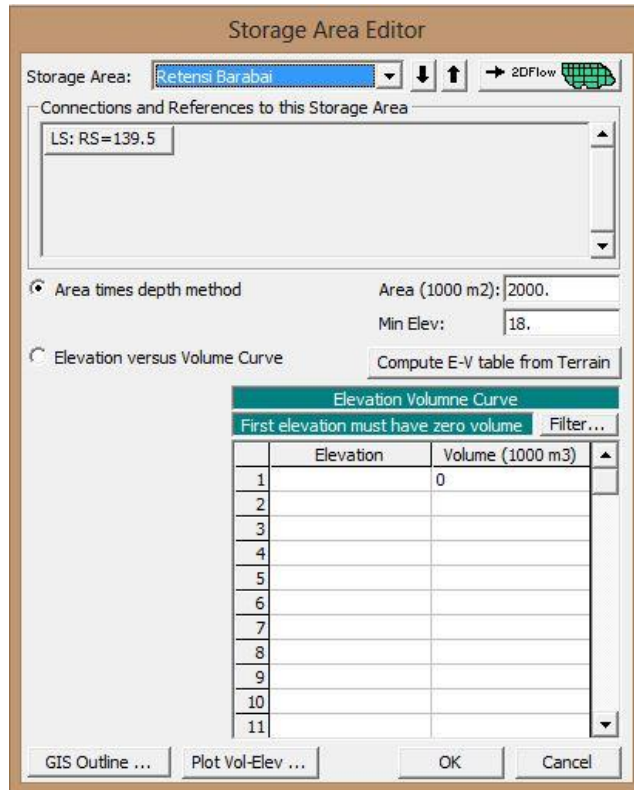
Gambar 2.3 Layar Penyimpanan File Data Geometri “Geometri Barabai 2” Menjadi “Geo_Kawasan_Retensi”

- e. Pada layar editor data geometri, tambahkan *storage area* pada sisi kanan ruas Hulu 6a (2.4). *Storage area* ini sebagai permodelan kawasan retensi “Retensi Barabai”. Di lapangan, *storage area* disesuaikan dengan data topografi lahan di sekitar sungai. Luas genangan dan volume tampungan merupakan fungsi elevasi lahan, yang umumnya disimulasikan kedalam sebuah kurva karakteristik tampungan. Namun di sini, *storage area* dianggap sebagai suatu wadah/tampungan yang memiliki luas genangan tetap (konstan) dan volume tampungan sama dengan luas genangan dikalikan dengan kedalaman genangan.
- f. Penambahan *storage area* pada geometri sungai dilakukan dengan cara memilih menu **Add a storage area to the schematic** (ikon kedua pada papan tombol atas), kemudian gambarkan *storage area* pada sisi kanan Sungai Barabai 2 ruas Hulu 6a menggunakan kursor. Klik beberapa titik mengelilingi kawasan retensi. Kemudian klik dua kali pada titik terakhir. Titik terakhir tidak perlu berhimpit dengan titik pertama karena HEC-RAS mengenali poligon yang dibentuk oleh titik-titik ini sebagai *storage area*.
- g. Setelah titik terakhir dibuat, akan muncul tampilan layar yang meminta untuk mengisikan nama *storage area*. Beri nama “Retensi Barabai” (Gambar 2.5).

- h. Aktifkan layar editor data *storage area* dengan mengklik tombol **Edit storage areas** (ikon nomor 6 pada papan tombol kiri layar editor geometri). Pilih Storage Area “Retensi Barabai”, kemudian klik pada opsi **Area times depth method** dan isikan “2000” pada Area (1000 m^2) dan “18” pada Min Elev (Gambar 2.6). Isian ini menunjukkan bahwa luas genangan adalah konstan $2000,000 \text{ m}^2$ (200 ha), elevasi minimum lahan +18 m, dan volume genangan adalah luas genangan dikalikan dengan kedalaman genangan (selisih elevasi muka air dan elevasi minimum lahan).



Gambar 2.4 Layar Editor Data Geometri Sungai Pada Pembuatan Model Kawasan Retensi “Retensi Barabai”



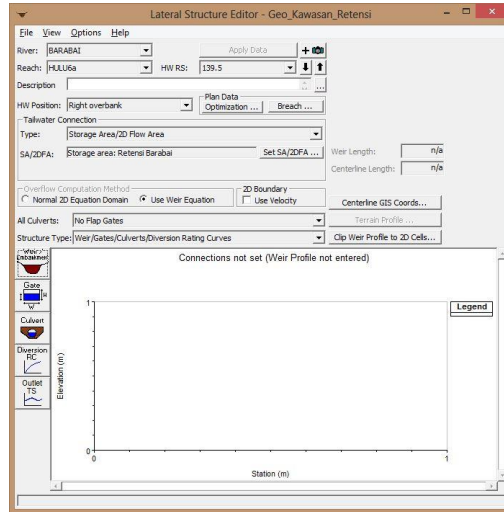
Gambar 2.5 Layer Editor Data Geometri Kawasan Retensi “Retensi Barabai”

Sesuai dengan gambar 2.5, kawasan retensi telah berhasil dimodelkan. Namun, kawasan retensi ini belum berhubungan dengan Sungai Barabai 2. Untuk menunjukkan bahwa kawasan retensi “Retensi Barabai” menampung luapan aliran dari Sungai Barabai 2 ruas hulu 6a, sebuah pelimpah samping (*lateral structure*) ditempatkan di sisi kanan Sungai Barabai 2 ruas hulu 6a.

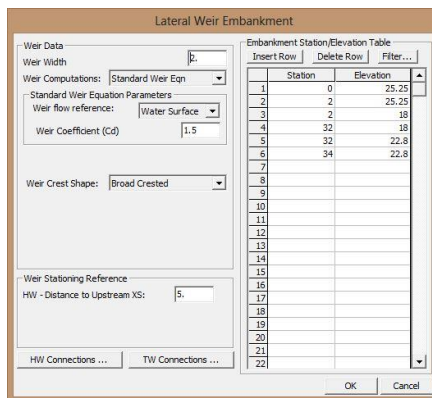
- a. Pada layar editor data geometri sungai “Retensi Barabai”, klik **Lateral Structure** (ikon kelima dari atas pada papan tombol kiri). Pada layar editor data *lateral structure* yang muncul, pilih River: “Barabai” dan Reach: “Hulu 6a”. Kemudian pilih menu **Options | Add a Lateral Structures ...**, tuliskan “139,5” sebagai nama *lateral structure* pelimpah samping yang berada di tebing kanan Sungai

- Barabai 2 (lihat Gambar 2.6). Dengan nama ini, maka pelimpah samping akan ditempatkan di hulu RS 140.
- b. Lakukan pengaturan isian pada layar editor *lateral structure* untuk menghubungkan pelimpah samping RS 139,5 ke kawasan retensi “Retensi Barabai” (Gambar 2.6).
- Pada isian *HW Position*, pilih “*Right Overbank*” untuk menempatkan pelimpah samping di tebing kanan sungai.
 - Pada isian *Tailwater Connection*, pilih Type: “*Storage Area*” dan SA: *Storage area*: “Retensi Barabai”.
 - Pada isian *All Culverts*, biarkan saja pada posisi isian “*No Flap Gates*”. Pada kasus ini, tidak ada gorong-gorong pada pelimpah samping.
 - Pada kolom isian *Structure Type*, pilih “*Weir/Gates/Culverts/Diversion Rating Curves*”.
- c. Klik ikon **Weir/Embankment** (ikon paling atas di papan tombol kiri editor *lateral structure*) untuk menirukan geometri pelimpah samping (Gambar 2.7).
- Isikan *Weir Width*: “2” (lebar mercu tanggul). Lebar ini untuk keperluan tampilan dan tidak berpengaruh terhadap hitungan aliran melewati pelimpah samping.
 - *Weir Coefficient (Cd)*: “1.5”. Koefisien merupakan koefisien peluap melalui mercu pelimpah samping, mercu ambang lebar.
 - *HW Distance to Upstream XS*: “5”. Jarak merupakan jarak awal pelimpah samping ke tampang lintang (RS) di sisi hulu, RS 140.
 - Data (*Station, Elevation*) pada tabel *Weir Station and Elevation* diisi dengan koordinat titik-titik sudut pelimpah samping, yaitu (0,25.25), (2,25.25), (2,18), (32,18), (32,22.8), dan (34,22.8).
 - Pilihan untuk isian yang lain sesuai yang ditampilkan pada gambar atas pada Gambar 2.7.
 - Klik **OK** untuk menutup layar editor *Lateral Weir Embankment* dan kembali ke layar *Lateral Structure Editor*. Kemudian klik ikon **Apply Data** di kanan atas layar tampilan.

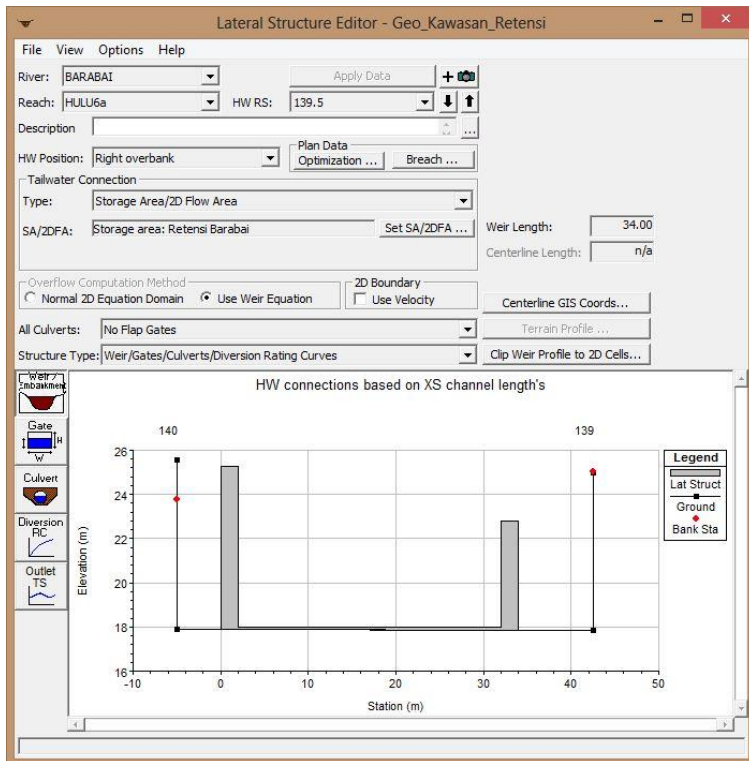
- Setelah langkah di atas selesai, *layar Lateral Structure Editor* akan menampilkan tampak samping pelimpah samping (Gambar 2.8).



Gambar 2.6 Layar Editor Data Lateral Structure Pada Peniruan Geometri Pelimpah Samping RS 139,5



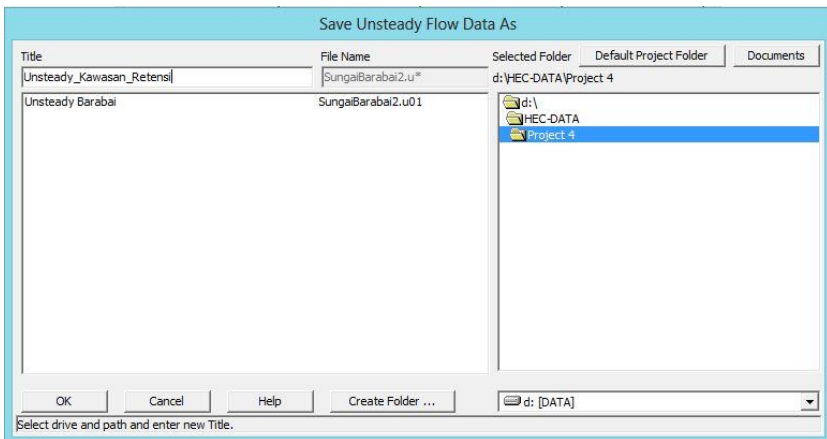
Gambar 2.7 Layar Editor Lateral Weir Embankment



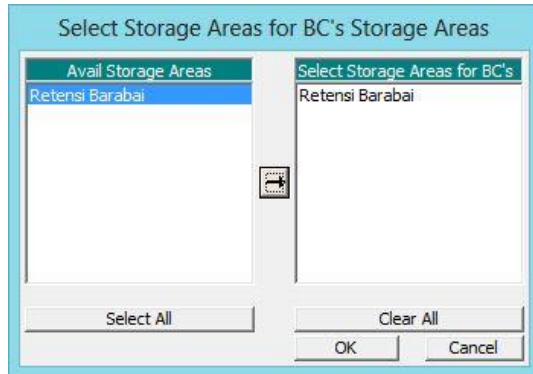
Gambar 2.8 Layar Editor Peniruan Geometri Pelimpah Samping Di Tebing Kanan Sungai Barabai 2 Ruas Hulu 6a

- d. Kembali ke layar editor data geometri lalu simpan file geometri melalui menu **File | Save Geometry Data**. Tampilan layar editor geometri data tampak seperti pada Gambar 2.9.
- e. Peniruan geometri Sungai Barabai 2 yang memiliki sebuah pelimpah samping dan sebuah kawasan retensi telah selesai dilakukan.
- f. Tutup layar editor geometri data dan kembali ke layar utama HEC-RAS.

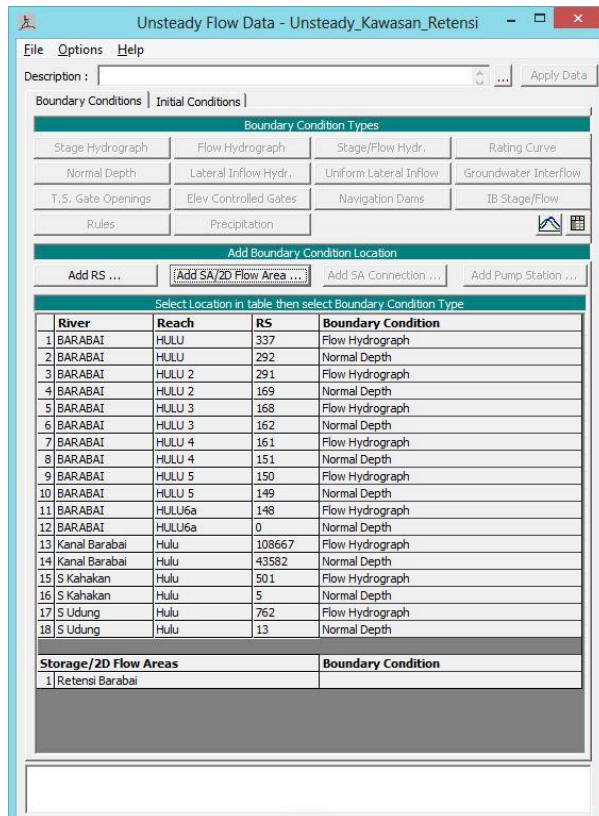
- d. Tambahkan syarat batas debit aliran ke kawasan retensi dengan memilih *Lateral Inflow Hydr.* Isikan hidrograf debit *lateral inflow* (t, Q) ke Retensi Barabai sesuai dengan perhitungan debit. Klik Plot Data untuk menampilkan hidrograf (Gambar 2.13).
- e. Klik *Initial Conditions* untuk menampilkan layar editor syarat awal. Isikan elevasi muka air pada awal simulasi di kawasan retensi, yaitu +18.5 m (Gambar 2.14). Elavasi muka air ini menandakan bahwa kedalaman air di kawasan retensi adalah 0.5 m pada awal simulasi.
- f. Setelah langkah di atas selesai, semua data aliran yang dibutuhkan sebagai syarat batas dan syarat awal telah dimasukkan kedalam HEC-RAS. Simpan file data aliran dengan melalui menu **File | Save Unsteady Flow Data** pada layar editor data aliran tak permanen (Gambar 2.15).



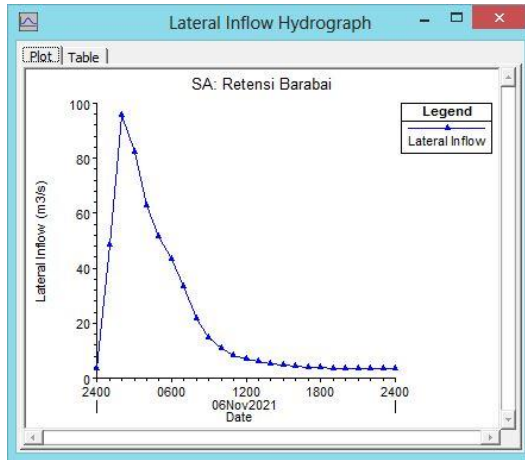
Gambar 2.10 Layar Penyimpanan File Data Aliran “Unsteady Barabai” Menjadi “Unsteady_Kawasan_Retensi”



Gambar 2.11 Layer Untuk Menambahkan Retensi Barabai Sebagai Lokasi Syarat Batas



Gambar 2.12 Layer Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Penambahan Retensi Barabai Sebagai Lokasi Syarat Batas



Gambar 2.13 Hidrograf Lateral Inflow Ke Retensi Barabai

Unsteady Flow Data - Unsteady_Kawasan_Retensi

Boundary Conditions Initial Conditions

Initial Flow Distribution Method

Use a Restart File Filename: _____

Enter Initial flow distribution (Optional - leave blank to use boundary conditions)

Add RS...

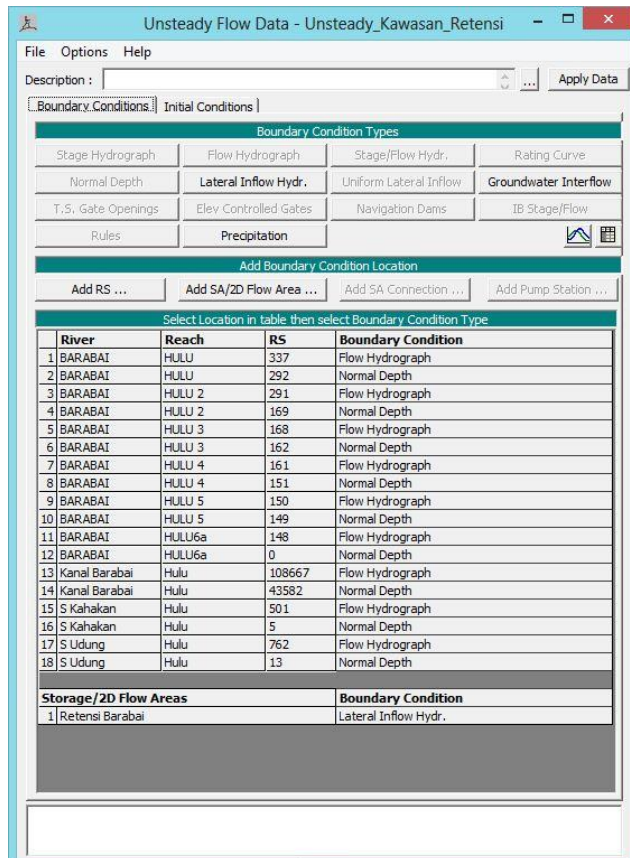
User specified fixed flows (Optional)			
River	Reach	RS	Initial Flow
1 BARABAI	HULLU	337	10.38
2 BARABAI	HULLU 2	291	7.27
3 BARABAI	HULLU 3	168	8.94
4 BARABAI	HULLU 4	161	8.94
5 BARABAI	HULLU 5	150	13.94
6 BARABAI	HULLU6a	148	5.58
7 Kanal Barabai	Hulu	108667	3.11
8 S Kahakan	Hulu	501	1.67
9 S Udung	Hulu	762	1.67

Initial Elevation of Storage Areas/2D Flow Areas (Optional) Import Min SA Elevation(s)

Keep initial elevations constant during warmup

Storage Area/2D Flow Area	Initial Elevation
1 SA: Retensi Barabai	18.5

Gambar 2.14 Layer Editor Syarat Awal Muka Air Di Retensi Barabai



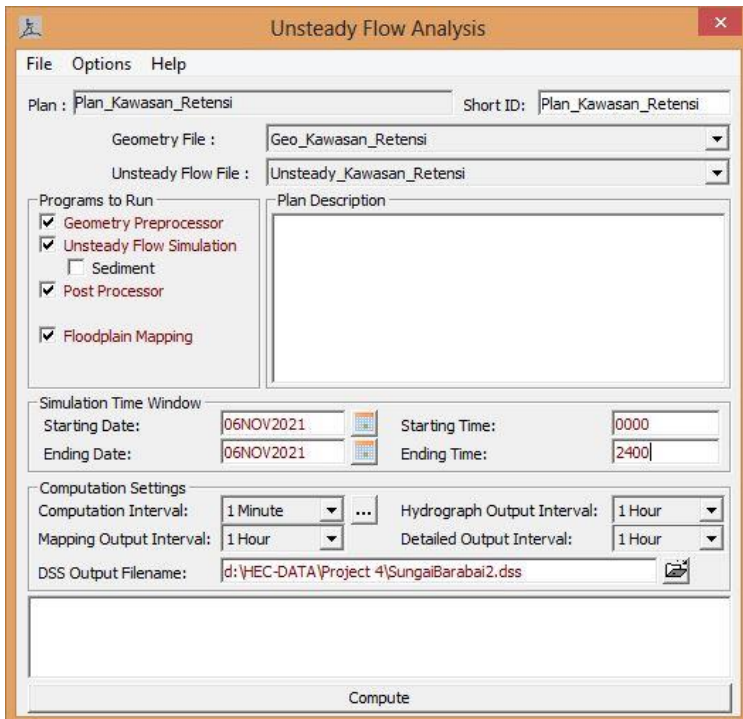
Gambar 2.15 Layar Editor Data Aliran Tak Permanen Setelah Semua Data Syarat Batas Dan Syarat Awal Selesai Diinputkan

2.4 Hitungan Hidraulika

Langkah-langkah hitungan simulasi dapat dilihat pada paragraf-paragraf di bawah ini.

- Aktifkan layar hitungan hidraulika tak permanen melalui menu **Run | Unsteady Flow Analysis ...** pada layar utama HEC-RAS.
- Buat file plan baru dengan judul "Plan_Kawasan_Retensi" dan *short identifier* "Plan_Kawasan_Retensi" yang memiliki Geometry File "Geo_Kawasan_Retensi" dan *Unsteady Flow File* "Unsteady_Kawasan_Retensi". atur parameter yang lain seperti tampak pada Gambar 2.16.
- Simpan file plan melalui menu **File | Save Plan.**

- d. Kemudian lakukan hitungan aliran tak permanen dengan mengklik tombol *Compute*. Setelah selesai dengan sukses (semua baris pita pada layar hitungan aliran tak permanen akan berwarna biru), tutup layar hitungan aliran tak permanen.

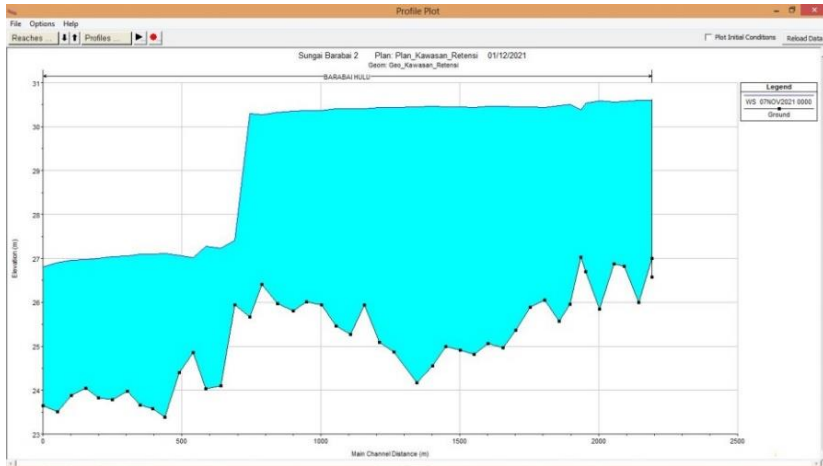


Gambar 2.16 Layar Editor File Plan Hitungan Aliran Tak Permanen Sungai Barabai 2 Pada Kasus “Retensi Barabai”

2.5 Presentasi Hasil Hitungan

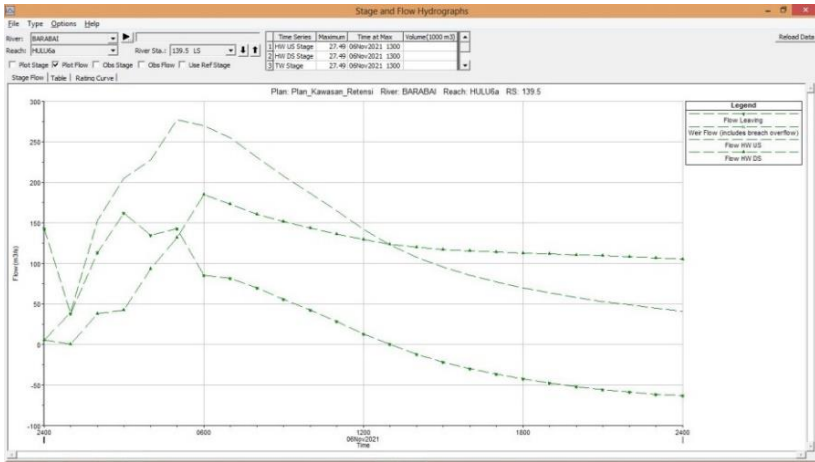
Paragraf-paragraf di bawah ini menjelaskan cara untuk menampilkan hasil dari hitungan tersebut.

- a. Pada tampilan utama HEC-RAS, klik **View | Water Surface Profil ...**. Langkah ini dipakai untuk melihat profil muka air di sepanjang alur Sungai Barabai 2, ruas Hulu 6a, tempat pelimpah samping berada (Gambar 2.17).

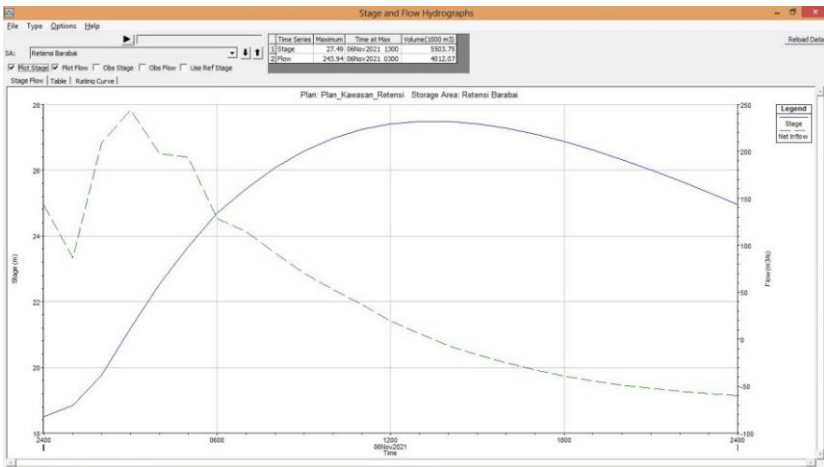


Gambar 2.17 Profil Muka Air Sungai Barabai 2 Ruas Hulu 6a Pada Jam Ke – 24

- b. Hidrograf debit aliran melewati pelimpah samping dapat dilihat melalui menu **View | Stage and Flow Hydrograph** Pada layar tampilan yang muncul, pilih menu **Type | Lateral Structures**. Aktifkan tampilan **Plot Flow** untuk menampilkan hanya hidrograf debit aliran saja supaya tampilan lebih mudah dipahami (Gambar 2.18).
- c. Pada tampilan hidrograf debit aliran melalui pelimpah samping (Gambar 2.18), terdapat beberapa hidrograf seperti hidrograf debit aliran sebelum pelimpah samping, hidrograf debit aliran setelah pelimpah samping, dan hidrograf debit aliran melewati pelimpah samping. Pada hidrograf, nilai debit aliran positif menunjukkan debit aliran keluar alur sungai.
- d. Hidrograf muka air dan debit aliran di kawasan retensi dapat dilihat melalui menu **View | Stage and Flow Hydrograph**, pilih menu **Type | Storage Areas** (Gambar 2.19). Aktifkan **Plot Stage** dan **Plot Flow** untuk menampilkan hidrograf muka air dan hidrograf debit aliran secara bersamaan.
- e. Hidrograf debit aliran di kawasan retensi yang bernilai positif menandakan debit aliran menuju ke kawasan retensi dan yang bernilai negatif adalah debit aliran keluar kawasan retensi.



Gambar 2.18 Hidrograf Debit Aliran Di Pelimpah Samping Ruas Hulu 6a



Gambar 2.19 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi Sungai Barabai 2

BAB III

KAWASAN RETENSI DAN POMPA

3.1 Deskripsi Kawasan Retensi Dan Pompa

Pada kasus kawasan retensi dan pompa perlu dibuat lagi satu kawasan retensi yang nantinya digunakan sebagai penghubung. "Retensi Barabai" dihubungkan dengan sebuah kawasan retensi baru dengan sebuah stasiun pompa. Kemudian kawasan retensi ke dua dihubungkan dengan Sungai Barabai, ruas Hulu 6a, dengan sebuah stasiun pompa. Geometri kawasan retensi 2 dan karakteristik stasiun pompa dijelaskan pada paragraf di bawah ini.

a. Kawasan Retensi 2

- Berada di sebelah sisi kanan Kawasan Retensi Barabai,
- Luas Kawasan Retensi 2 yaitu 200 Ha (200000 m²),
- Elevasi lahan pada ketinggian 18 m.

b. Stasiun Pompa Retensi 1

- Menghubungkan kawasan retensi Barabai ke kawasan retensi 2,
- ada 6 pompa yang memiliki kapasitas masing-masing 0.2 m³/s, 5 pompa bekerja, 1 pompa sebagai cadangan,
- pompa mulai bekerja pada saat muka air pada Kawasan Retensi 2 naik mencapai +19.6 m dan berhenti bekerja pada saat muka air di Kawasan Retensi 2 turun ke +19.4 m,
- kurva karakteristik pompa menunjukkan hubungan antara head dalam satuan meter dan debit dalam satuan m³/s sebagai berikut: (1,0.22), (2, 0.17), (3,0.14), (4,0.12), dan (5,0.10),
- elevasi pipa tertinggi pada sistem pompa adalah +22 m.

c. Stasiun Pompa Retensi 2

- Menghubungkan kawasan retensi Barabai 2 ke Sungai Barabai, ruas hulu 6a, di RS 108,
- ada 3 pompa yang memiliki kapasitas masing-masing 0.2 m³/s, 2 pompa bekerja, 1 pompa sebagai cadangan,

- pompa mulai bekerja pada saat muka air pada Kawasan Retensi 2 naik mencapai +19 m dan berhenti bekerja pada saat muka air di Kawasan Retensi 2 turun ke +18.7 m,
- kurva karakteristik pompa sama dengan kurva karakteristik pompa di stasiun 1,
- elevasi pipa tertinggi pada sistem pompa adalah +22 m.

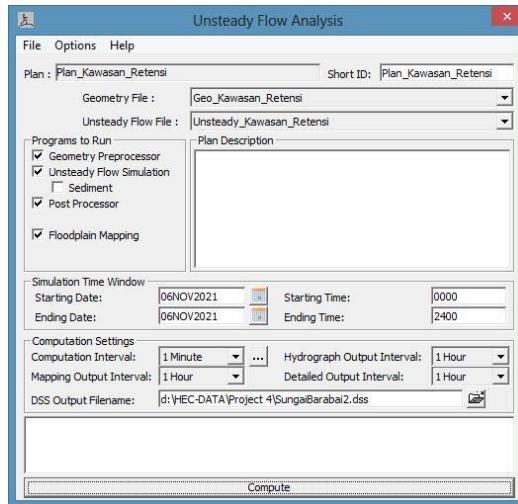
3.2 Peniruan Geometri Kawasan Retensi Dan Stasiun Pompa

Geometri kasus ini mirip dengan kasus “Geo_Kawasan_Retensi” yang telah dibahas pada Bab 2. Oleh karena itu, geometri “Geo_Kawasan_Retensi” dapat digunakan sebagai acuan awal peniruan geometri kawasan retensi dengan pompa ini. Pada geometri ini, ditambahkan kawasan retensi 2 dan stasiun pompa.

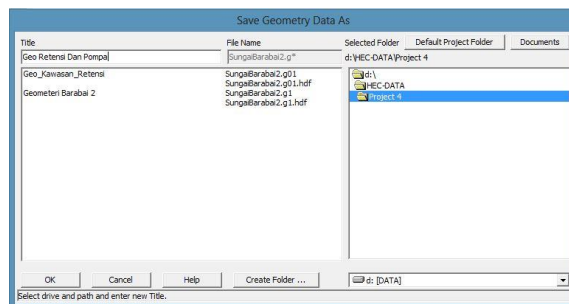
- Aktifkan layar editor *Unsteady Flow Analysis* dan bukalah file plan “Plan_Kawasan_Retensi”. Dengan cara ini, maka HEC-RAS akan membaca file geometri “Geo_Kawasan_Retensi” dan file data aliran “Unsteady_Kawasan_Retensi” (Gambar 3.1).
- Aktifkan layar editor data geometri, kemudian simpan ulang geometri “Geo_Kawasan_Retensi” ke dalam file geometri baru dengan cara pilih menu **File | Save Geometri Data As ...** dan tuliskan “Geo Retensi Dan Pompa” sebagai nama geometri yang baru (Gambar 3.2).
- Setelah menyimpan data file geometri baru, kemudian kembali ke layar editor data geometri untuk memulai peniruan geometri kawasan retensi 2, stasiun pompa retensi 1, dan stasiun pompa retensi 2. Peniruan geometri kawasan retensi 2 dilakukan terlebih dahulu, kemudian disusul dengan peniruan geometri stasiun pompa.
- Untuk menambahkan kawasan retensi 2, pilih menu **Add a storage area to the schematic** (ikon kedua pada papan tombol atas), kemudian gambarkan *storage area* di sisi kanan Retensi Barabai dengan menggunakan kursor. Klik beberapa titik hingga membentuk kawasan retensi 2. Klik dua kali pada titik terakhir. Titik terakhir tidak perlu berhimpitan dengan titik pertama karena HEC-

RAS mengenali poligon yang dibentuk oleh titik-titik ini sebagai *storage area*.

- e. Setelah titik terakhir, akan muncul layar yang meminta isian nama *storage area*. Beri nama “Retensi 2” (Gambar 3.3).



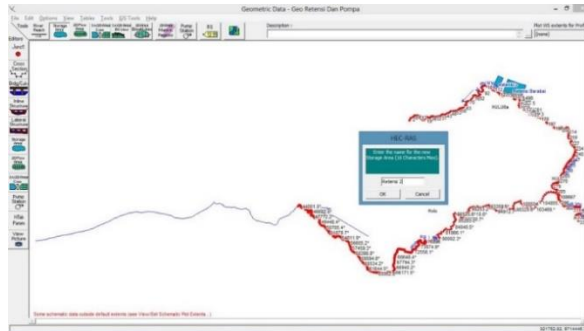
Gambar 3.1 Pembukaan File Plan “Plan_Kawasan_Retensi” Melalui Layar Editor *Unsteady Flow Analysis*



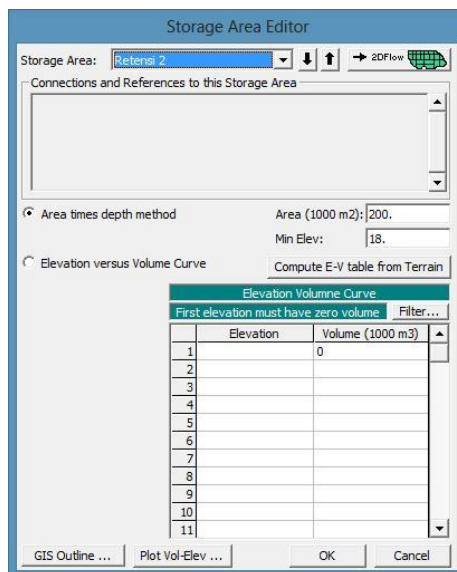
Gambar 3.2 Penyimpanan File Data Geometri “Geo_Kawasan_Retensi” Menjadi “Geo Retensi Dan Pompa”

- f. Aktifkan layar editor data *storage area* dengan mengklik tombol **Edit storage areas** (ikon nomor 6 pada papan tombol kiri layar editor geometri). Pilih Storage Area “Retensi Barabai”, kemudian klik pada opsi **Area times depth method** lalu isikan “200” pada Area

(1000 m²) dan “18” pada Min Elev (Gambar 3.4). Isian ini menunjukkan bahwa luas genangan adalah konstan 200,000 m² (20 ha), lalu elevasi minimum lahan adalah +18 m, dan volume genangan adalah luas genangan dikalikan dengan kedalaman genangan (selisih elevasi muka air dan elevasi minimum lahan).

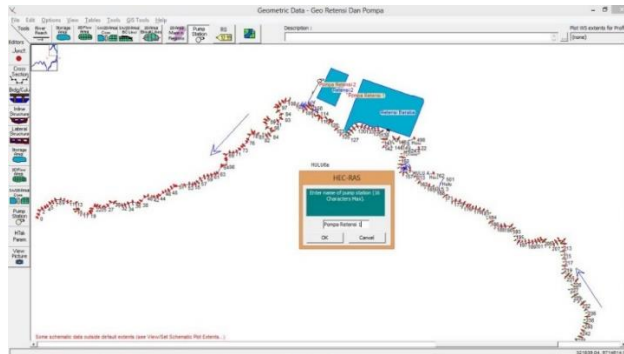


Gambar 3.3 Layar Editor Geometri Sungai Pada Pembuatan Model Kawasan Retensi “Geo Retensi Dan Pompa”



Gambar 3.4 Layar Editor Data Geometri Kawasan Retensi “Retensi 2”

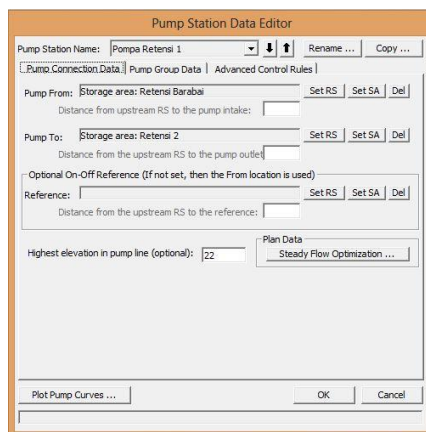
- g. Tambahkan pompa dengan cara klik menu **Add a pump station to the geometry** (ikon ke-8 pada papan tombol atas) lalu letakkan pompa diantara Retensi Barabai dan Retensi 2, kemudian akan muncul layar untuk mengisi nama dan isikan dengan “Pompa Retensi 1”. Begitu juga untuk “Pompa Retensi 2” lakukan hal yang sama dan diletakkan di antara Retensi 2 dan Sungai Barabai Ruas Hulu 6a (Gambar 3.5).



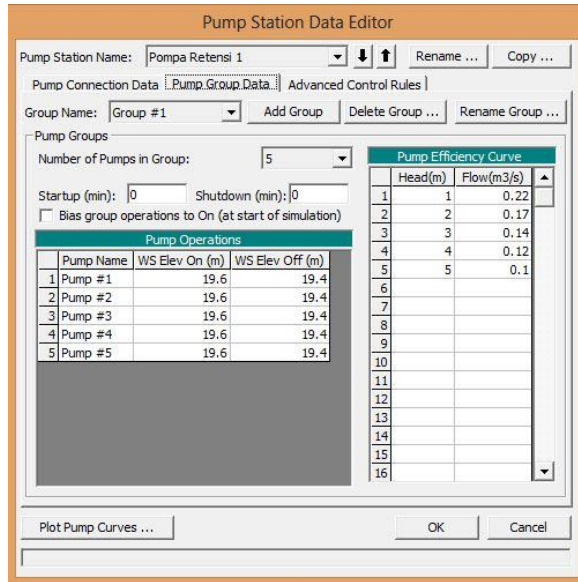
Gambar 3.5 Layar Editor Geometri Penempatan Stasiun Pompa “Pompa Retensi 1” dan “Pompa Retensi 2”

- h. Atur spesifikasi dan operasi pompa dengan cara menekan ikon **Pump Station** (ikon ke-9 pada papan tombol kiri) atau dengan mengklik langsung pada ikon pompa, misal Pompa Retensi 1. Pada layar editor data stasiun pompa (*Pump Station Data Editor*), pilih “Pompa Retensi 1”.
1. Pada kelompok isian data **Pump Connection Data**, lakukan pengaturan sebagai berikut (Gambar 3.6):
 - Untuk kolom isian *Pump From* pilih “Storage Area:Retensi Barabai” dengan cara mengklik Set SA dan kemudian pilih “Retensi Barabai”,
 - Kemudian untuk kolom isian *Pump To* pilih “Retensi 2” dengan cara yang sama seperti diatas,
 - isikan *Highest elevation in pump line* (optional): “22”, yang menunjukkan bahwa elevasi untuk pipa tertinggi pada sistem pompa adalah 22 m.

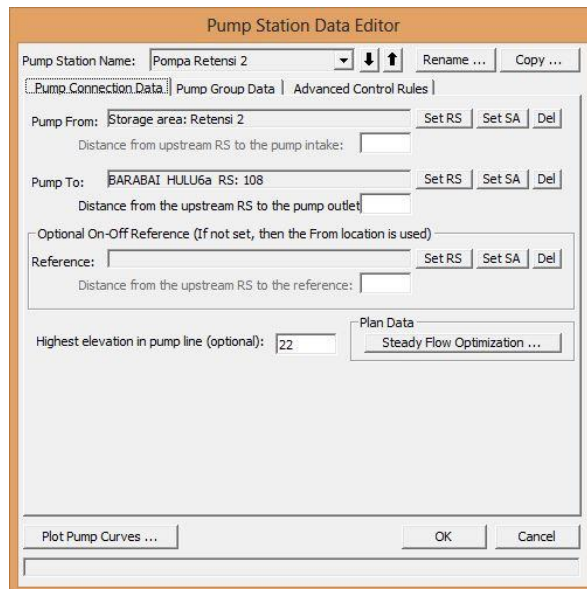
2. Pada kelompok isian data **Pump Group Data**, lakukan pengaturan sebagai berikut (Gambar 3.7):
 - Pada *Pump Groups* untuk *Number of Pumps in Group* isikan: “5” yang menunjukkan bahwa 5 pompa bekerja, 1 pompa sebagai cadangan.
 - Untuk *Pump Operations WS Elev On* (m) isikan: “16.6” dan *WS Elev Off* (m): “16.4”,
 - Sedangkan untuk *Pump Efficiency Curve (Head,Flow)* isikan: “(1,0.22), (2,0.17), (3,0.14), (4,0.12), (5,0.10)”.
- i. Lakukan langkah-langkah di atas untuk mengatur spesifikasi dan operasi Pompa Retensi 2. Pompa ini mengalirkan air dari Retensi 2 ke Sungai Barabai Ruas Hulu 6a, RS 180. Pengaturan spesifikasi dan operasi Pompa Retensi 2 dilihat pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.
- j. Simpan file data geometri melalui menu **File | Save Geometry Data**. Layar editor data geometri setelah peniruan geometri selesai ditampilkan pada Gambar 3.10.
- k. Untuk melihat lebih jelas peniruan geometri dengan stasiun pompa bisa dengan klik kanan lalu pilih *Zoom In* seperti pada gambar 3.11.



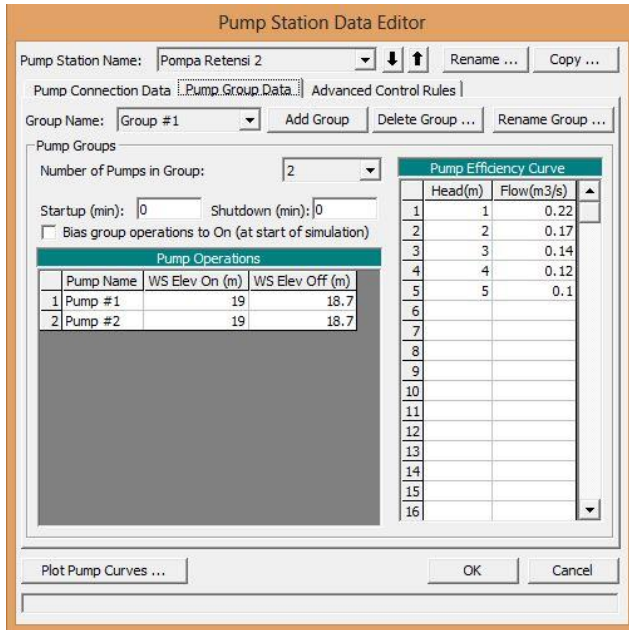
Gambar 3.6 Layar Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 1” isian Pump Connection Data



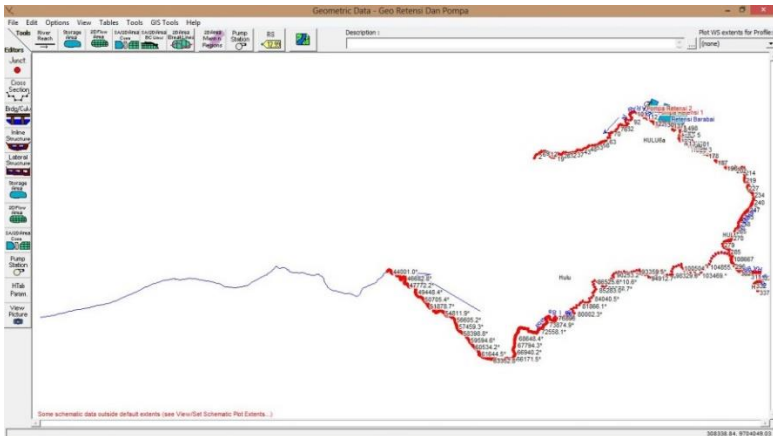
Gambar 3.7 Layer Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 1” isian *Pump Group Data*



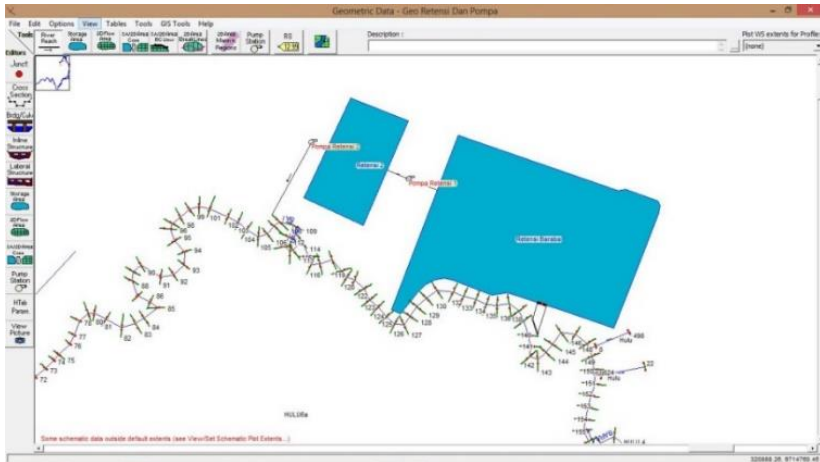
Gambar 3.8 Layer Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 2” isian *Pump Connection Data*



Gambar 3.9 Layer Editor Data Stasiun Pompa untuk “Pompa Retensi 2” isian *Pump Group Data*



Gambar 3.10 Layer Editor Geometri Data “Geo Retensi Dan Pompa”

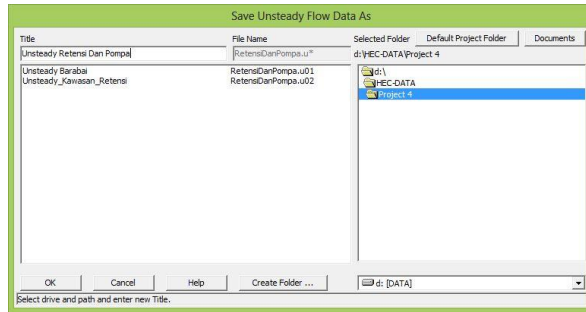


Gambar 3.11 Layar Editor Geometri Data “Geo Retensi Dan Pompa” setelah di Zoom In

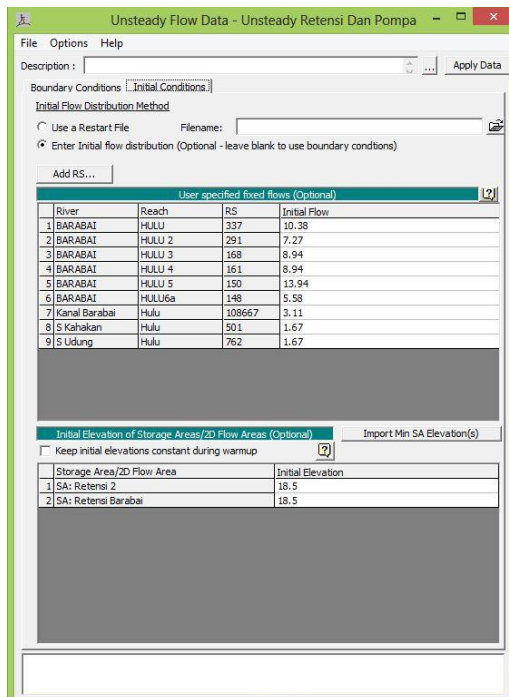
3.3 Syarat Batas Dan Syarat Awal

Dibandingkan dengan kasus “Unsteady_Kawasan_Retensi”, maka kasus “Unsteady Retensi Dan Pompa” ini memiliki syarat batas (*boundary condition*) yang sama, sedangkan syarat awal (*initial condition*) berbeda. Pada kasus “Unsteady Retensi Dan Pompa” ini, ada tambahan syarat awal muka air di kawasan retensi “Retensi 2”.

- a. Buka data aliran “Unsteady_Kawasan_Retensi”, kemudian simpan ulang dengan nama yang lain dengan cara klik menu **File | Save Unsteady Flow Data As** lalu Beri nama “Unsteady Retensi Dan Pompa” sebagai nama file data aliran kasus kawasan retensi dan stasiun pompa ini (Gambar 3.12).
- b. Klik **Initial Conditions**, kemudian isikan nilai syarat awal di kawasan retensi “Retensi 2”: 18.5, yang menandakan bahwa elevasi muka air pada awal simulasi adalah +18.5 m (Gambar 3.13).
- c. Simpan file data aliran dengan cara klik menu **File | Save Unsteady Flow Data**.



Gambar 3.12 Penyimpanan file data aliran “Unsteady_Kawasan_Retensi” menjadi “Unsteady Retensi Dan Pompa”



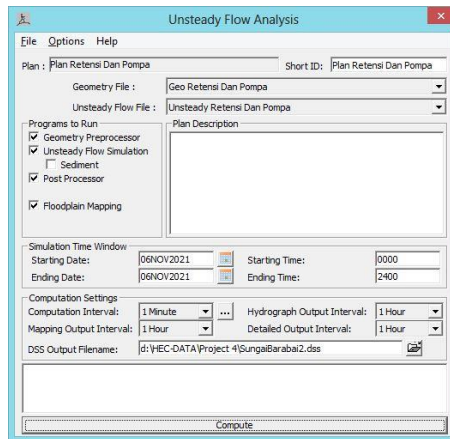
Gambar 3.13 Layar Editor Syarat Awal Muka Air Di retensi 2

3.4 Hitungan Hidraulika Aliran

Untuk hitungan hidraulika simulasi aliran dilakukan dengan cara mengklik ikon **Perform an unsteady flow simulation** (ikon ke-10 pada papan tombol atas layar utama HEC-RAS) atau dapat juga melalui menu **Run | Unsteady Flow Analysis** Kombinasi antara file data

geometri dan file data aliran yang digunakan dalam simulasi diatur dan disimpan dalam file plan.

- a. Aktifkan layar *Unsteady Flow Analysis* dengan cara mengklik ikon **Perform an unsteady flow simulation** pada layar utama HEC-RAS atau dapat juga melalui menu **Run | Unsteady Flow Analysis ...**
- b. Buat file Plan baru dengan judul “Plan Retensi Dan Pompa” menggunakan file data geometri “Geo Retensi Dan Pompa” dan file data aliran “Unsteady Retensi Dan Pompa”. Pengaturan parameter kendali simulasi ini selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.14.
- c. Kemudian simpan file plan dengan cara klik menu **File | Save Plan**.
- d. Lakukan hitungan aliran tak permanen dengan mengklik tombol **Compute**. Setelah selesai dengan sukses (semua baris pita pada layar hitungan aliran tak permanen akan berwarna biru), tutup layar hitungan aliran tak permanen. Periksa catatan peringatan dan kesalahan dengan mengklik tombol **Summary of errors, warnings, and notes ...** dari menu utama HEC-RAS untuk melihat apakah ada kesalahan yang ditemukan dalam hitungan.

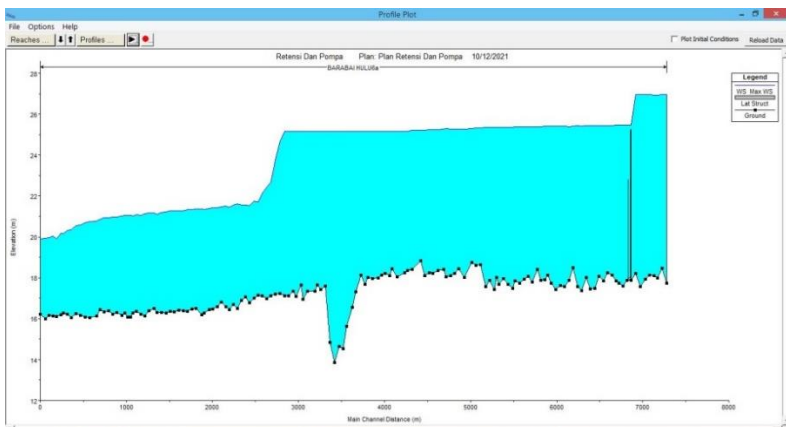


Gambar 3.14 Layar editor file plan untuk mengendalikan hitungan simulasi aliran tak permanen Sungai Barabai pada kasus “Retensi Dan Pompa”

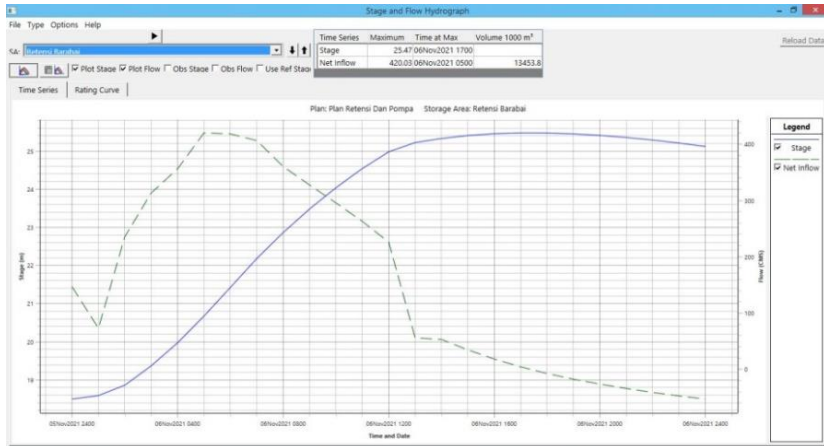
3.5 Presentasi Hasil Hitungan

Pada kasus “Retensi Dan Pompa” untuk hasil hitungan aliran tak permanen dapat dilihat pada paragraf di bawah ini yang memaparkan cara menampilkan hasil-hasil hitungan tersebut.

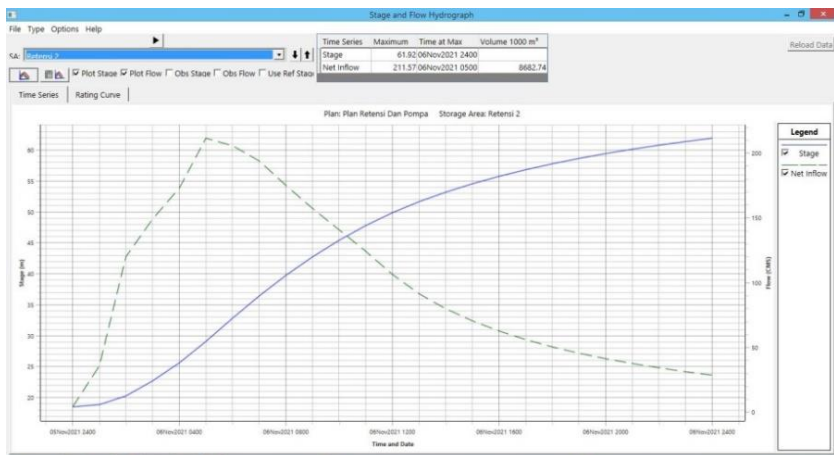
- Pada tampilan utama HEC-RAS, klik **View | Water Surface Profil ...**. Langkah ini digunakan untuk melihat profil muka air di sepanjang alur Sungai Barabai, ruas Hulu 6a (Gambar 3.15).
- Hidrograf muka air dan debit aliran di kawasan retensi dapat dilihat dengan cara klik menu **View | Stage and Flow Hydrograph ...**, pilih menu **Type | Storage Areas**. Aktifkan *Plot Stage* dan *Plot Flow* untuk menampilkan hidrograf muka air dan hidrograf debit aliran secara bersamaan (Gambar 3.16 dan 3.17).
- Hidrograf debit aliran di kawasan retensi yang bernilai positif menunjukkan debit aliran menuju ke kawasan retensi dan yang bernilai negatif adalah debit yang keluar dari kawasan retensi.
- Hidrograf debit aliran melalui pompa dapat ditampilkan melalui menu **View | Stage and Flow Hydrograph ...**, pilih menu **Type | Pump Stations**. Aktifkan *Plot Flow* untuk menampilkan hidrograf debit aliran (Gambar 3.18 dan 3.19).



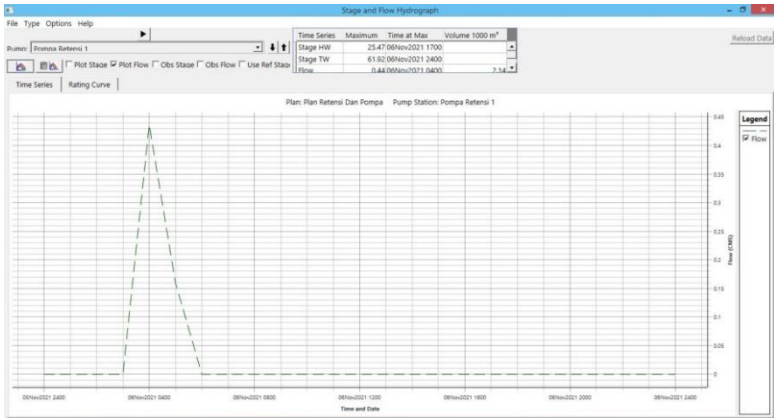
Gambar 3. 15 Tampilan Profil Muka Air Sepanjang Sungai Barabai Ruas Hulu 6a pada kondisi Max WS, kasus “Stasiun pompa”



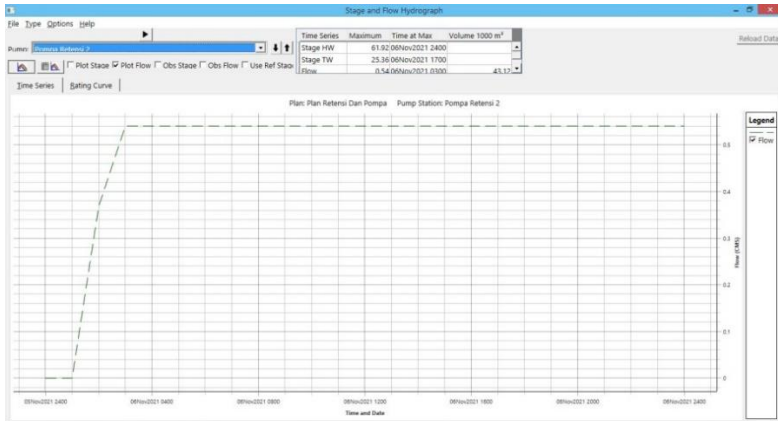
Gambar 3.16 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi “Retensi Barabai” pada kasus “Stasiun Pompa”



Gambar 3.17 Hidrograf Muka Air Dan Debit Aliran Di Kawasan Retensi “Retensi 2” pada kasus “Stasiun Pompa”



Gambar 3.18 Debit Aliran Melalui Pompa Retensi 1



Gambar 3.19 Debit Aliran Melalui Pompa Retensi 2

BAB IV

PINTU AIR

4.1 Deskripsi Pintu Air

Pintu air merupakan bagian dari struktur melintang sungai (*inline structure*) ataupun struktur sejajar sungai (*lateral structure*). Deskripsi pintu air dipaparkan pada paragraf-paragraf dibawah ini.

1. Struktur Penopang Pintu Air (Bendung):

- posisi di tengah antara RS 285.3 dan RS 285.7, kedua RS ini dibuat sesuai dengan ukuran RS eksisting yang disesuaikan untuk penambahan pintu air,
- elevasi dasar +20 m, elevasi mercu +27.51 m, lebar mercu 5 m,
- kemiringan lereng (horizontal:vertikal) sisi hulu 0.5:1, hilir 0.5:1,
- jenis pintu air adalah pintu geser (*Sluice Gate*)
- jumlah pintu 10 buah, masing-masing berukuran lebar 4 m dan tinggi 6.5 m,
- dasar pintu air pada elevasi +20.4 m,
- koefisien debit aliran melalui pintu adalah 0.6,
- koefisien peluap melalui bendung ambang lebar (mercu bendung dan dasar pintu air) adalah 1.5.

2. Operasi Buka-Tutup Pintu Air Mengikuti Aturan Sebagai Berikut:

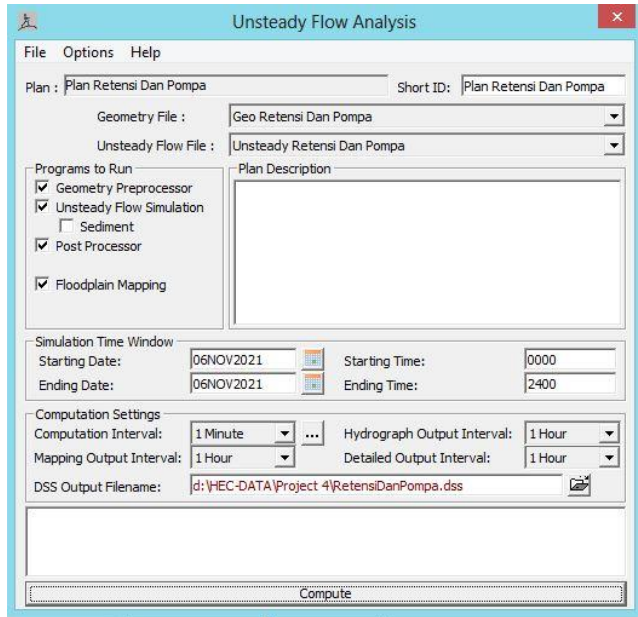
- operasi pintu dikelompokkan menjadi 5×2 pintu dengan pasangan dan urutan sebagai berikut: #5-#6, #4-#7, #3-#8, #2-#9 dan #1-#10,
- kecepatan buka-tutup adalah 0.1 m/menit,
- pada awal simulasi, pintu #5-#6 dibuka 1 m, pintu #4-#7, pintu #3-#8, pintu #2-#9 dan #1-#10 ditutup,
- pintu #5-#6 ditambah bukaannya jika elevasi muka air di hulu pintu melewati +22 m dan ditutup jika muka air di hulu pintu lebih rendah daripada +21 m sampai bukaan minimum 1 m,
- pintu #4-#7 dibuka jika elevasi muka air di hulu pintu melewati +22.5 m dan ditutup sepenuhnya jika muka air di hulu pintu lebih rendah daripada +21.5 m,

- pintu #3-#8 dibuka jika elevasi muka air di hulu pintu melewati +23 m dan ditutup sepenuhnya jika muka air di hulu pintu lebih rendah daripada +22 m.
- ⁴ pintu #2-#9 dibuka jika elevasi muka air di hulu pintu melewati +23.5 m dan ditutup sepenuhnya jika muka air di hulu pintu lebih rendah daripada +22.5 m.
- pintu #1-#10 dibuka jika elevasi muka air di hulu pintu melewati +24 m dan ditutup sepenuhnya jika muka air di hulu pintu lebih rendah daripada +23 m.

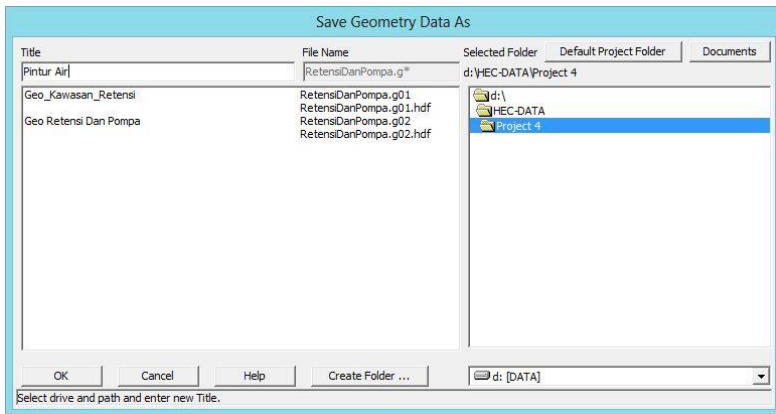
4.2 Peniruan Geometri Pintu Air

Peniruan Geometri pada kasus pintu air ini sama dengan geometri sungai pada kasus “Geo Retensi Dan Pompa”. Oleh karena itu, peniruan geometri pintu air dapat dilakukan dengan menggunakan geometri “Geo Retensi Dan Pompa”. Paragraf-paragraf di bawah ini memaparkan langkah-langkah peniruan geometri pintu air di Sungai Barabai 2.

- a. Buka project “Retensi Dan Pompa”.
- b. ⁵ Aktifkan layar editor simulasi aliran tak permanen dengan cara klik menu **Run | Unsteady Flow Analysis...** dari layar utama HEC-RAS, kemudian buka file plan “Plan Retensi Dan Pompa”. File plan ini akan membaca file data geometri “Geo Retensi Dan Pompa” dan file data aliran tak permanen “Unsteady Retensi Dan Pompa” (Gambar 4.1). Tutup file plan “Plan Retensi Dan Pompa” agar layar utama HEC-RAS bersih untuk memudahkan langkah-langkah kerja pemodelan pada kasus pintu air ini.
- c. ¹ Aktifkan layar editor data geometri dengan cara klik menu **Edit | Geometric Data** dari layar utama HEC-RAS. Simpan file data geometri “Geo Retensi Dan Pompa” kedalam file data geometri yang baru dengan judul dan nama yang berbeda. Dari layar editor data geometri, pilih menu **File | Save Geometry Data As ...** dan tuliskan “Pintu air” sebagai judul file data geometri sungai yang baru (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 Layar Editor *Unsteady Flow Analysis* Yang Telah Membaca File Plan “Plan Retensi Dan Pompa”

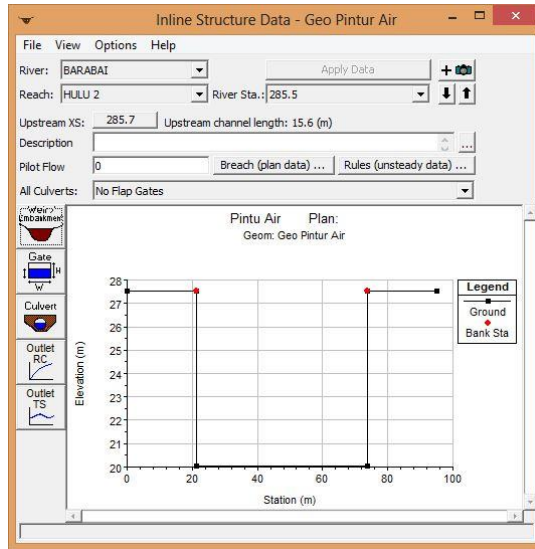


Gambar 4.2 Layar Penyimpanan Data Geometri “Geo Retensi Dan Pompa” Menjadi “Pintu Air”

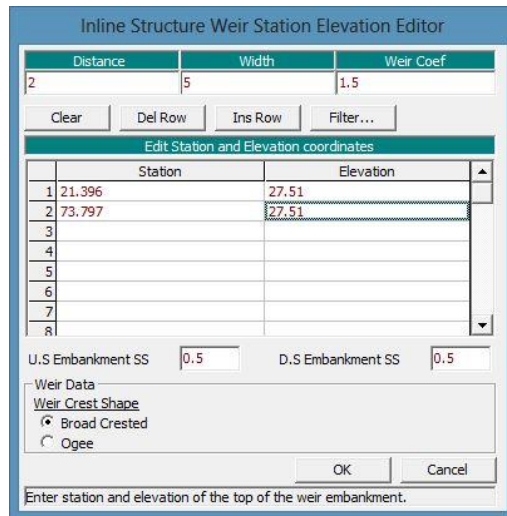
- d. Pada layar editor inline structure, kolom pilihan River: “BARABAI” dan Reach: “HULU 2”. Pilih menu **Options | Add an Inline Structure ...**, tuliskan nomor tampang lintang “285.5” dan klik tombol **OK**.

Sebuah tampang lintang baru, RS 285.5, akan tampil pada layar editor data *inline structure* (Gambar 4.3).

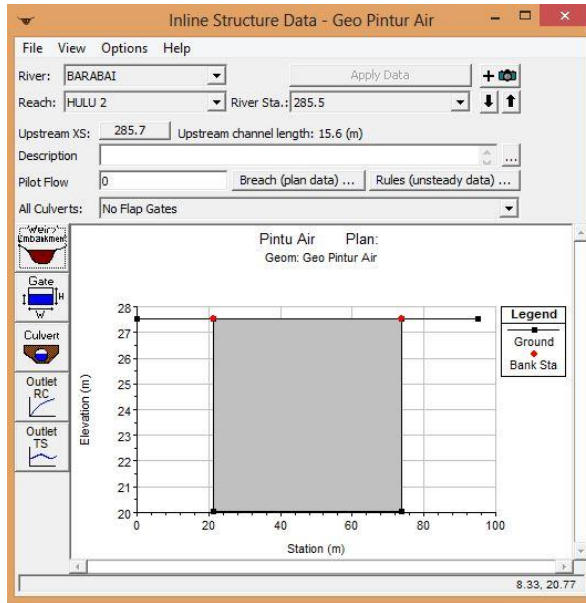
- e. Klik tombol **Weir/Embankment** (ikon pertama pada papan tombol kiri). Kemudian isikan data geometri bendung sebagai struktur dasar tempat pintu air akan diletakkan. Isikan *Distance* "2", *Width* "5", dan *Weir Coef* "1.4", setelah itu isikan nilai *Station* dan *Elevation* titik-titik sudut bendung (21.396,27.51) dan (73.797,27.51), maupun kemiringan sisi hulu dan hilir bendung seperti yang disajikan pada (Gambar 4.4). Klik tombol **OK** untuk menutup layar editor bendung dan kembali ke layar editor data *inline structure*. (Gambar 4.5).
- f. Klik tombol **Gate** (ikon kedua pada papan tombol kiri) untuk mengaktifkan layar editor pintu air. Isikan data geometri pintu air kelompok pertama (Group #1), yaitu pintu air #5 dan #6 (Gambar 4.6). Setelah selesai klik tombol **OK** untuk kembali ke layar editor data *inline structure* (Gambar 4.7).
- g. Klik kembali tombol **Gate** untuk menuju ke layar editor pintu air. Selanjutnya, masukkan data geometri pintu air kelompok yang kedua (Group #2) dengan cara mengklik ikon **Copy Gate Group** dan mengganti data *Station* dengan posisi pintu air #4 dan #7, yaitu "40.1" dan "55.1".
- h. Klik kembali ikon **Copy Gate Group** dan ganti data *Station* dengan posisi pintu air selanjutnya.
- i. Setelah semua selesai diisikan, klik tombol **OK** untuk menutup layar editor data pintu air dan kembali ke layar editor data *inline structure*. Layar editor data *inline structure* sekarang menampilkan tampang lintang untuk semua pintu air (Gambar 4.8).
- j. Tutup layar editor data *inline structure* dengan cara memilih menu **File | Exit** kemudian simpan file data geometri melalui menu **File | Save Geometry Data** pada layar editor data geometri.



Gambar 4.3 Layer Editor Inline Structure Setelah RS 285.5 Dibuat Untuk Penempatan Pintur Air



Gambar 4.4 Layer Editor Data Weir/Embankment Struktur Penopang Pintur Air

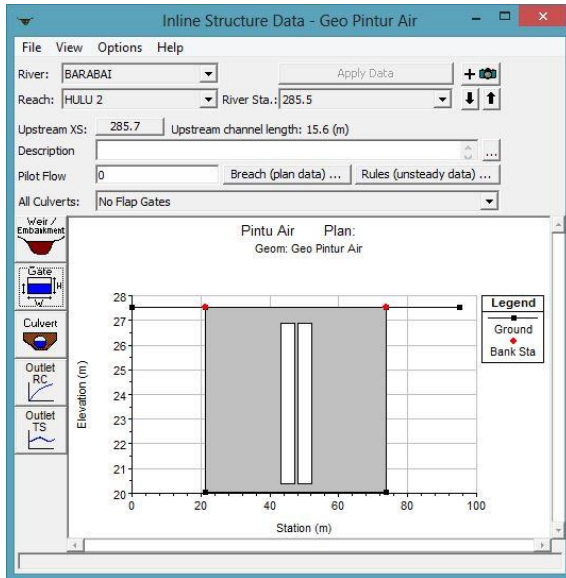


Gambar 4.5 Tampang Lintang *Weir/Embankment* Struktur Penopang Pintu Air

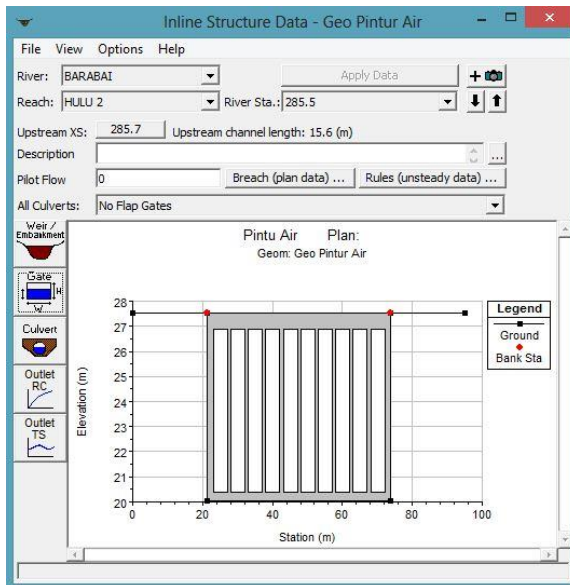
Opening Name	Station	GIS Sta
1 Opening #5	45.1	
2 Opening #6	50.1	
3		
4		
5		
6		
7		

Length:	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Gambar 4.6 Layar Editor Data Pintu Air Yang Telah Diisi Dengan Data Pintu Air Kelompok Ke 1 (#5 dan #6)



Gambar 4.7 Tampang Lintang Pintu Air Kelompok Ke-1 (pintu #5 dan #6) Setelah Data Geometri Kedua Pintu Dituliskan



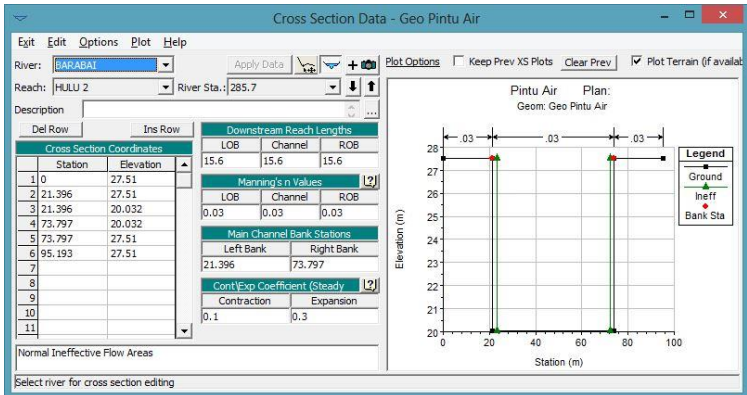
Gambar 4.8 Tampang Lintang Semua Pintu Air (Pintu #1 sd #10)

Memperhatikan semua tampang lintang pintu air pada Gambar 4.8, dapat dilihat bahwa di sisi luar pintu air merupakan *ineffective flow area*. Maka dari itu, tampang lintang di sisi hulu (RS 285.7) dan hilir (RS 285.3) pintu air ini perlu ditambahkan *ineffective flow area*.

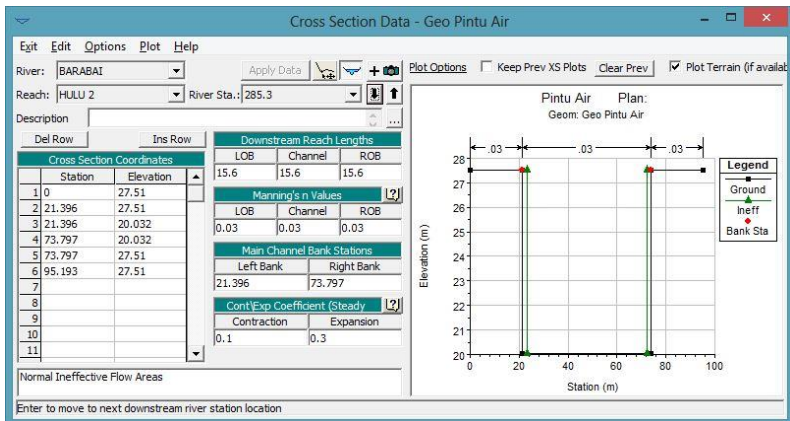
- a. Dari layar editor data geometri, aktifkan layar editor data tampang lintang dengan cara mengklik tombol **Cross Section** (ikon kedua pada papan tombol kiri).
- b. Pada layar editor data tampang lintang, aktifkan River: "BARABAI", Reach: "HULU 2", dan River Sta.: "285.7". Pilih menu **Options | Ineffective Flow Areas ...** dan masukkan data seperti yang disajikan pada Gambar 4.9. Kemudian klik tombol **OK** untuk kembali ke layar editor data tampang lintang dan klik tombol **Apply Data**.
- c. Ulangi langkah di atas untuk mendefinisikan *ineffective flow area* pada RS 285.3. Gambar 4.10 dan 4.11 menampilkan kedua tampang lintang setelah pendefinisian *ineffective flow area*.
- d. Tutup layar editor data tampang lintang untuk kembali ke layar editor data geometri. Simpan data geometri pintu air melalui menu **File | Save Geometry Data**.

	Left	Right
Station	23.1	72.1
Elevation	27.51	27.51
Permanent	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 4.9 Data *Ineffective Flow Area* pada RS 285.7 dan RS 285.3, Sungai Barabai, Ruas HULU 2



Gambar 4.10 Tampang Lintang RS 285.7 Di Sisi Hulu Setelah Pendefinisian *Ineffective Flow Area*



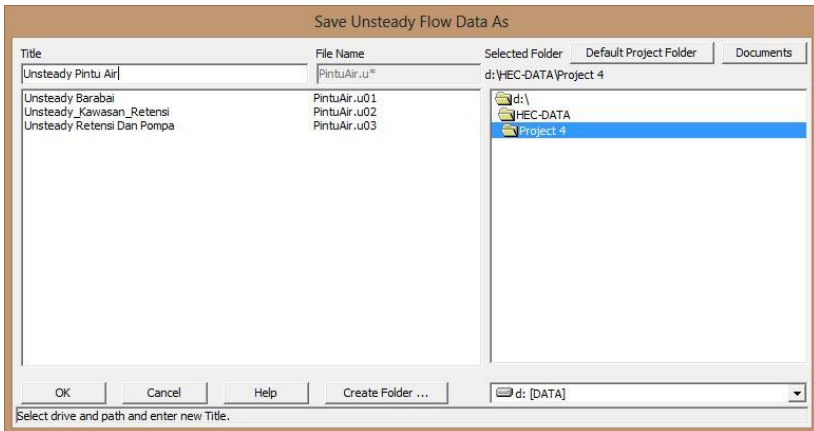
Gambar 4.11 Tampang Lintang RS 285.3 Di Sisi Hulu Setelah Pendefinisian *Ineffective Flow Area*

4.3 Syarat Batas Dan Syarat Awal

Langkah-langkah untuk syarat batas dan syarat awal pada kasus pintu air ini dapat dilihat sebagai berikut :

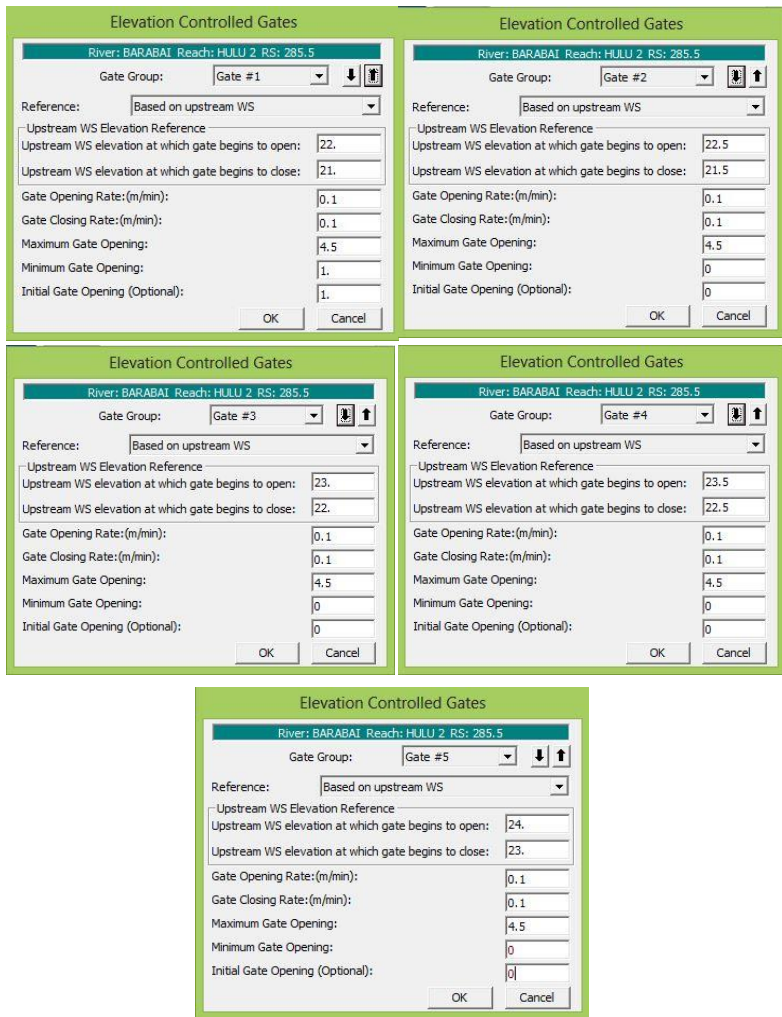
- 5 a. Aktifkan layar editor data aliran tak permanen (*Unsteady Flow Data*) dengan cara memilih menu **Edit | Unsteady Flow Data ...** atau dengan cara mengklik tombol **Edit/Enter unsteady flow data** dari layar utama HEC-RAS.

- b. Simpan file “Unsteady Retensi Dan Pompa” ke dalam file yang bernama lain. Pilih menu **File | Save Unsteady Flow Data As ...**, beri judul file data aliran dengan nama “Unsteady Pintu Air”, kemudian klik tombol **OK** (lihat Gambar 4.12).

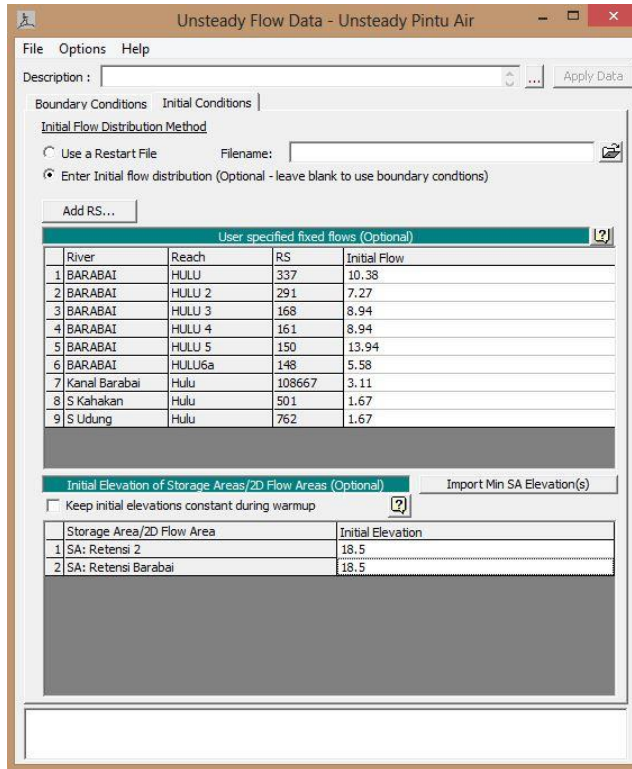


Gambar 4.12 Penyimpanan File Data Aliran “Unsteady Retensi Dan Pompa” Menjadi “Unsteady Pintu Air”

- c. Dengan kursor berada pada posisi di *Boundary Condition Type* untuk “RS 285.5 IS”, klik tombol **Elev Controlled Gate** kemudian isikan dengan data seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.13.
- d. Pastikan lagi bahwa data syarat awal telah terisi angka seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.14.
- e. Simpan file data aliran dengan cara memilih menu **File | Save Unsteady Flow Data**.



Gambar 4.13 Layer Editor Syarat Batas Pintu Air Group #1 – Group #5



Gambar 4.14 Layar Editor Syarat Awal Pada Kasus Pintu Air

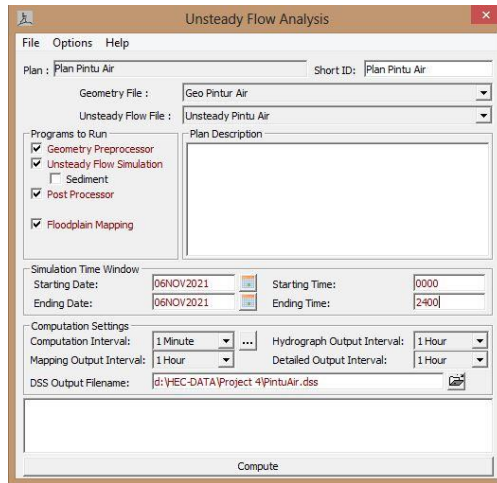
4.4 Hitungan Hidraulika Aliran

Sama seperti kasus “Retensi Dan Pompa”, kendali hitungan hidraulika aliran tak permanen dilakukan dengan cara klik file Plan pada layar *Unsteady Flow Analysis*.

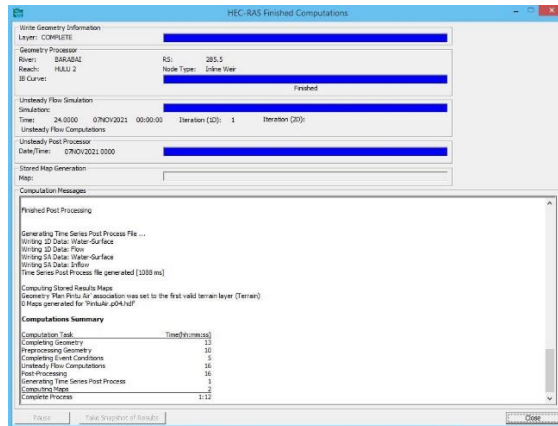
- a. Aktifkan ⁹ layar hitungan aliran tak permanen dengan cara memilih menu **Run | Unsteady Flow Analysis ...** dari menu utama HEC-RAS. Buat file plan baru dengan cara memilih Geometry File “Geo Pintu air”, *Unsteady Flow File* “Unsteady Pintu Air”. Kemudian ganti isian pada *Computation Interval* dari “10” menjadi “1” untuk menurunkan interval waktu hitungan dari 10 menit menjadi 1 menit. Untuk isian lainnya dapat dilihat pada Gambar 4.15.
- b. Lakukan hitungan aliran tak permanen dengan cara mengklik tombol *Compute* pada layar hitungan aliran tak permanen “Unsteady Pintu Air”. Jika semua perhitungan aliran tak permanen

telah berhasil maka semua garis akan berwarna biru seperti pada Gambar 4.16.

- c. Tutup layar hitungan aliran tak permanen dengan mengklik tombol Close. Tutup layar *Unsteady Flow Analysis* melalui menu **File | Exit**.



Gambar 4.15 Layar Editor File Plan Untuk Mengendalikan Hitungan Simulasi Aliran Tak Permanen Pada Kasus Pintu Air

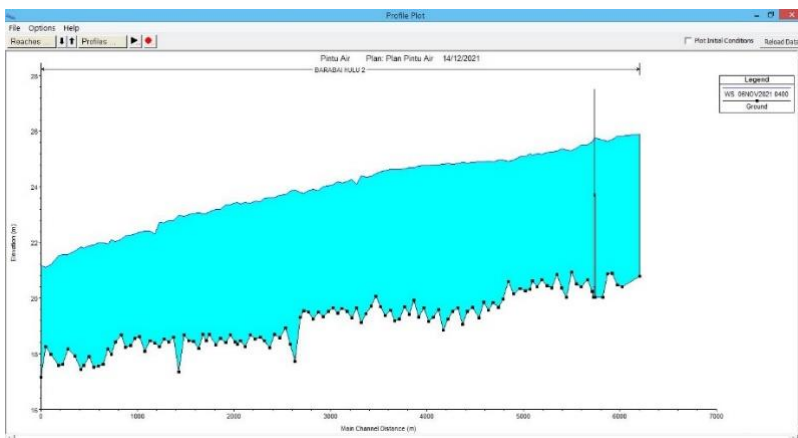


Gambar 4.16 Layar Hitungan Aliran Tak Permanen Sungai Barabai Pada Kasus “Pintu Air”

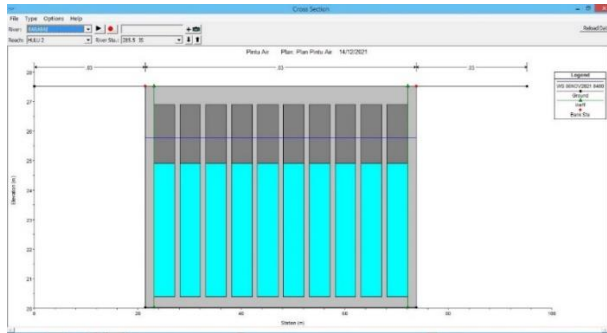
4.5 Presentasi Hasil Hitungan

Tampilan hasil hitungan pada kasus ini adalah profil muka air serta muka air di lokasi pintu air RS 285.5 dipaparkan sebagai berikut:

- Dari layar utama HEC-RAS, pilih menu **View | Water Surface Profiles ...**, kemudian klik tombol **Reaches** dan pilih “Sungai Tirtabarua Kanal Banjir”, setelah itu klik tombol **Profiles** dan pilih profil 06NOV2021 untuk menampilkan profil seperti pada Gambar 4.17.
- Dari layar utama HEC-RAS, pilih menu **View | Cross Sections** dan pilih River: “BARABAI”, Reach: “HULU 2”, dan River Sta: “285.5 IS”. Kode IS ini ditambahkan pada RS 285.5 oleh HEC-RAS, yang menandakan bahwa tampang lintang pada RS tersebut merupakan lokasi *inline structure*. Pada gambar 4.18 menampilkan tampang lintang di pintu air RS 285.5.
- Kedua tampilan hasil dari simulasi menunjukkan jika aliran di HULU 2 melewati bendung, meskipun semua pintu sudah dalam posisi terbuka penuh. Hal ini menandakan bahwa pintu air tidak mampu mengalirkan debit banjir di Sungai Barabai.



Gambar 4.17 Profil Muka Air Di Sungai Barabai Ruas Hulu 2 Pada Jam Ke – 4



Gambar 4.18 Muka Air Di Pintu Air Pada Jam Ke – 4

- d. Pilih menu **View | Detailed Output Tables ...** atau dapat juga dengan klik tombol **View detailed output at XS's, ...** (ikon ke-4 dari kanan pada papan tombol). Layar tabel hasil hitungan tampang lintang akan muncul seperti tampak pada Tabel 4.1.
- e. Selain tabel hasil hitungan di sebuah tampang lintang, tabel hasil hitungan di seluruh alur (tampang panjang) sungai dapat juga ditampilkan dengan cara memilih menu **View | Profile Summary Table ...** atau dapat juga dengan klik tombol **View summary output tables by profile** seperti tampak pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Hitungan Di Tampang Lintang RS 288 Pada Kasus “Pintu Air”

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	BARABAI	Profile:	Max WS		
Reach:	HULU 2	RS:	288	Plant: Plan Pintu Air	
Plan: Plan Pintu Air BARABAI HULU 2 RS: 288 Profile: Max WS					
E.G. Elev (m)	28.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. m-Val.	0.030	0.030	
W.S. Elev (m)	28.25	Reach Len. (m)	50.36	50.36	50.36
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	5.53	217.85	
E.G. Slope (m/m)	0.000472	Area (m2)	5.53	217.85	
Q Total (m3/s)	425.33	Flow (m3/s)	2.17	423.16	
Top Width (m)	58.38	Top Width (m)	13.83	44.55	
Vel Total (m/s)	1.90	Avg. Vel. (m/s)	0.39	1.94	
Max Ch Dpth (m)	7.36	Hydr. Depth (m)	0.40	4.89	
Conv. Total (m3/s)	19587.0	Conv. (m3/s)	100.0	19487.0	
Length Wtd. (m)	50.36	Wetted Per. (m)	13.85	49.55	
Min Ch El (m)	20.89	Shear (N/m2)	1.85	20.33	
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	0.72	39.49	
Fric'n Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	59.69	1141.45	33.95
C.R.E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	118.21	207.50	62.24
Errors, Warnings and Notes					
Enter to move to next upstream river station location					

Tabel 4.2 Tabel Hasil Hitungan Di Sepanjang Alur Pada Kasus “Pintu Air”

Profile Output Table - Standard Table 1													
HEC-RAS Plan: Plan Pintu Air River: BARABAI Reach: HULU Profile: Max WS													
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
HULU	337	Max WS	603.08	26.58	38.63		38.74	0.000094	1.49	444.40	55.60	0.15	
HULU	336	Max WS	603.08	26.99	38.62		38.72	0.000086	1.43	473.59	57.90	0.14	
HULU	335	Max WS	603.08	26.00	38.65		38.73	0.000079	1.28	521.98	67.00	0.13	
HULU	334	Max WS	603.07	26.83	38.63		38.72	0.000085	1.35	482.48	56.80	0.14	
HULU	333	Max WS	603.07	26.88	38.62		38.72	0.000115	1.43	440.97	57.60	0.15	
HULU	332	Max WS	603.06	25.84	38.65		38.72	0.000079	1.16	523.28	61.81	0.12	
HULU	331	Max WS	603.06	26.70	38.65		38.71	0.000066	1.07	592.22	83.60	0.12	
HULU	330	Max WS	603.06	27.03	38.65		38.71	0.000111	1.11	547.04	111.48	0.15	
HULU	329	Max WS	603.05	25.96	38.66		38.71	0.000067	1.01	596.05	75.67	0.12	
HULU	328	Max WS	603.05	25.56	38.66		38.71	0.000071	0.99	606.79	83.60	0.12	
HULU	327	Max WS	603.04	26.05	38.65		38.70	0.000075	0.99	610.78	97.74	0.12	
HULU	326	Max WS	603.04	25.88	38.66		38.70	0.000047	0.89	696.85	101.40	0.10	
HULU	325	Max WS	603.03	25.37	38.65		38.70	0.000051	0.95	682.04	103.60	0.10	
HULU	324	Max WS	603.02	24.97	38.64		38.69	0.000070	1.04	583.29	78.24	0.12	
HULU	323	Max WS	603.02	25.06	38.62		38.69	0.000065	1.14	552.12	73.40	0.11	
HULU	322	Max WS	603.01	24.82	38.61		38.68	0.000080	1.25	514.26	65.80	0.13	
HULU	321	Max WS	603.01	24.91	38.62		38.68	0.000049	1.06	601.25	66.40	0.10	
HULU	320	Max WS	603.01	25.00	38.64		38.68	0.000033	0.90	743.38	83.40	0.09	
HULU	319	Max WS	603.00	24.55	38.65		38.67	0.000019	0.68	965.78	107.60	0.07	
HULU	318	Max WS	603.00	24.17	38.64		38.67	0.000028	0.85	803.41	90.41	0.08	
HULU	317	Max WS	602.99	24.87	38.61		38.67	0.000057	1.13	562.90	65.80	0.11	
HULU	316	Max WS	602.99	25.09	38.64		38.67	0.000030	0.81	818.44	108.20	0.08	
HULU	315	Max WS	602.98	25.94	38.63		38.67	0.000034	0.87	771.67	100.01	0.09	
HULU	314	Max WS	602.98	25.27	38.62		38.66	0.000038	0.93	747.28	95.99	0.09	
HULU	313	Max WS	602.97	25.47	38.62		38.66	0.000037	0.94	734.53	89.80	0.09	
HULU	312	Max WS	602.97	25.94	38.62		38.66	0.000035	0.90	771.30	97.99	0.09	
HULU	311	Max WS	602.96	26.01	38.61		38.65	0.000040	0.92	727.55	95.80	0.09	
HULU	310	Max WS	602.96	25.80	38.61		38.65	0.000050	0.98	683.28	97.60	0.10	
HULU	309	Max WS	602.96	25.96	38.58		38.65	0.000083	1.16	519.22	61.82	0.13	
HULU	308	Max WS	602.95	26.41	38.55		38.65	0.000121	1.35	448.16	52.81	0.15	
HULU	307	Max WS	602.95	25.66	38.59		38.64	0.000069	1.03	602.49	96.44	0.11	
HULU	306	Max WS	601.74	25.94	27.97	30.44	45.98	0.260032	18.80	32.02	26.97	5.51	
HULU	305	Max WS	602.93	24.10	30.35		30.91	0.001420	3.30	182.93	38.61	0.48	
HULU	304	Max WS	602.95	24.02	30.60		30.84	0.000556	2.16	279.06	58.66	0.32	

Total flow in cross section.

DAFTAR PUSTAKA

Hydrologic Engineering Center, 2021, *HEC-RAS River Analysis System, Applications Guide, Version 6.0, May 2021*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.

Hydrologic Engineering Center, 2021, *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Version 6.0, May 2021*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.

Hydrologic Engineering Center, 2021, *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 6.1, May 2021*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., lahir di Lumajang 5 April 1978. Pendidikan SD Curah Petung 01, SMPN 3 dan SMAN 2 ditempuh di Kota Kelahiran dan pada tahun 1995 melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang diselesaikan pada tahun 1999. Pada tahun 2004 melanjutkan studi S2 dengan Beasiswa Dirjen DIKTI Kemendikbud RI di Program Studi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, yang diselesaikan pada tahun 2006. Sejak tahun 2001 diterima sebagai staff pengajar di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Jember. Jabatan yang pernah diemban diantaranya sebagai Kepala Laboratorium Teknik Sipil, Ketua Prodi Teknik Sipil dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jember. Pada tahun 2020 berhasil menyelesaikan program Doktor di Program Studi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang.

Disamping mengajar di Prodi S-1 Teknik Sipil, saat ini menjabat Dekan Fakultas Teknik Unmuh Jember juga aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta membimbing mahasiswa dalam program kreativitas mahasiswa (PKM) dan Pekan Ilmiah Nasional (PIMNAS). Beberapa kegiatan penelitian yang telah dilakukan adalah Penelitian Dosen Pemula, Penelitian Hibah Bersaing, Penelitian Strategis Nasional dan Penelitian MP3EI. Dalam kegiatan pengabdian diantaranya dalam program Ipteks bagi Masyarakat (IbM), Ipteks bagi Inovasi dan Kreatifitas Kampus (IbIKK), Program Hi Link, KKN Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (PPM) dan Iptekda LIPI. Sejak tahun 2015 menjadi Reviewer Nasional DIKTI dalam program penelitian dan pengabdian masyarakat.

Selain itu juga terlibat dalam kegiatan profesi diantaranya: IATPI, HATHI, ASTTI dan asosiasi profesi lainnya. Beberapa pengalaman profesional diantaranya sebagai Engineer di Konsultan Asing NIPPON KOEI CO., LTD dan Kontraktor PT. Brantas Abipraya (Persero) Jakarta dalam perencanaan bendungan dan perbaikan sungai.



● **19% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 17% Internet database
- Crossref database
- 10% Submitted Works database
- 2% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	repository.unika.ac.id Internet	2%
2	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet	2%
3	eprints.umm.ac.id Internet	2%
4	jurnal.uns.ac.id Internet	1%
5	doku.pub Internet	1%
6	Sultan Agung Islamic University on 2020-02-24 Submitted works	1%
7	digilib.uns.ac.id Internet	1%
8	sinta.unud.ac.id Internet	1%

9	core.ac.uk Internet	<1%
10	Politeknik Negeri Bandung on 2019-08-01 Submitted works	<1%
11	media.neliti.com Internet	<1%
12	Sriwijaya University on 2022-07-04 Submitted works	<1%
13	Universitas Muhammadiyah Sinjai on 2022-05-13 Submitted works	<1%
14	digilib.polban.ac.id Internet	<1%
15	journals.itb.ac.id Internet	<1%
16	Asril Zevri. "ANALISIS TINGGI MUKA AIR BANJIR DAS BANGKATAN SE... Crossref	<1%
17	Sriwijaya University on 2019-09-03 Submitted works	<1%
18	Universitas Bengkulu on 2022-05-17 Submitted works	<1%
19	Sriwijaya University on 2022-07-04 Submitted works	<1%
20	repository.unhas.ac.id Internet	<1%

21	Politeknik Negeri Bandung on 2018-08-10	<1%
	Submitted works	
22	play.google.com	<1%
	Internet	
23	e-journals.unmul.ac.id	<1%
	Internet	
24	Universitas Jember on 2021-12-30	<1%
	Submitted works	
25	dspace.uui.ac.id	<1%
	Internet	
26	Sriwijaya University on 2022-02-04	<1%
	Submitted works	
27	eprints.unpam.ac.id	<1%
	Internet	
28	Universitas Pancasila on 2022-07-16	<1%
	Submitted works	
29	Politeknik Negeri Bandung on 2018-08-09	<1%
	Submitted works	
30	Universitas Brawijaya on 2016-04-13	<1%
	Submitted works	
31	digilib.stiestekom.ac.id	<1%
	Internet	
32	rumusrumus.com	<1%
	Internet	

33	jurnal.untan.ac.id	<1%
	Internet	
<hr/>		
34	Vrije Universiteit Amsterdam	<1%
	Submitted works	

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Manually excluded sources
- Quoted material
- Small Matches (Less than 10 words)

EXCLUDED SOURCES

id.scribd.com	72%
Internet	
istiaro.staff.ugm.ac.id	71%
Internet	
es.scribd.com	48%
Internet	
scribd.com	47%
Internet	
pdfcoffee.com	45%
Internet	
pt.scribd.com	44%
Internet	
idoc.pub	44%
Internet	
dokumen.tips	44%
Internet	
slideshare.net	41%
Internet	

pt.slideshare.net	40%
Internet	
es.slideshare.net	40%
Internet	
de.slideshare.net	38%
Internet	
123dok.com	36%
Internet	
nuryanto.staff.gunadarma.ac.id	32%
Internet	
mahasiswateknik99.blogspot.com	27%
Internet	
adoc.pub	26%
Internet	
de.scribd.com	25%
Internet	
fr.scribd.com	25%
Internet	
repository.ub.ac.id	24%
Internet	
docu.tips	20%
Internet	
docplayer.info	18%
Internet	

repository.its.ac.id	17%
Internet	
docshare.tips	12%
Internet	
text-id.123dok.com	11%
Internet	
id.123dok.com	9%
Internet	
Politeknik Negeri Bandung on 2018-08-09	9%
Submitted works	
vdocuments.site	8%
Internet	
vdocuments.mx	7%
Internet	
Universitas Mercu Buana on 2018-01-11	6%
Submitted works	
researchgate.net	5%
Internet	
coursehero.com	5%
Internet	
repository.upi.edu	5%
Internet	
erepo.unud.ac.id	4%
Internet	

LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-10-07	4%
Submitted works	
<hr/>	
publikasi.mercubuana.ac.id	4%
Internet	
<hr/>	
repository.usu.ac.id	4%
Internet	
<hr/>	
jurnal.ubl.ac.id	3%
Internet	
<hr/>	
fahmymedia.blogspot.com	3%
Internet	
<hr/>	
repository.unibos.ac.id	2%
Internet	