

PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR KOTA PADANG DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN HEC-RAS 6.4.1

TUGAS AKHIR

Oleh:

RAMA ANGGARA GUWITA

NIM: 2010923025



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG
2026**

PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR KOTA PADANG DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN HEC-RAS 6.4.1

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Program Strata-1 pada Departemen Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Oleh:

RAMA ANGGARA GUWITA

NIM: 2010923025

Pembimbing:

Ir. FEBRUARMAN, M.T



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Andalas

PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR KOTA PADANG DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN HEC-RAS 6.4.1



Oleh:

Nama : RAMA ANGGARA GUWITA

NIM : 2010923025

Pembimbing Utama:

Ir. Februarman, M.T.

NIP. 19640223 199203 1 003

Diketahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil,

Ir. Sabril Haris HG, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197610012000121003

LEMBAR BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR

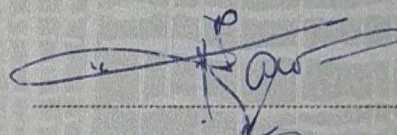
Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Andalas

Pada hari ini, **Rabu 22 Juli 2026** telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir untuk mahasiswa:

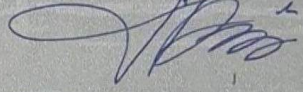
Nama : RAMA ANGGARA GUWITA
NIM : 2010923025
Judul : PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR KOTA PADANG
DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN HECRAS 6.4.1

Tim Penguji:

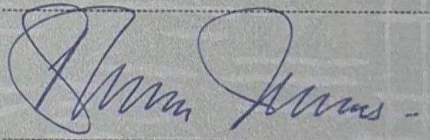
Ketua : Dr. Ir. Darwizal Daoed, M.S.



Anggota : Dwi Jenita Maharani S.T, M.Eng



Ir. Februarman, M.T



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : **Rama Anggara Guwita**
Tempat, Tanggal Lahir : **Padang, 02-02-2002**
NIM : **2010923025**
Alamat : **Jalan Beringin 2 No.8, Kelurahan Lolong Belanti,
Kecamatan Padang Utara, Kota Padang.**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa SKRIPSI yang berjudul :

PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR KOTA PADANG DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN HEC-RAS 6.4.1

yang saya tulis adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat atau saduran dari Skripsi orang lain.

Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (dicabutnya predikat kelulusan dan gelar kesarjanaannya).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 29-07-2026

Yang membuat pernyataan,



Rama Anggara Guwita
NIM:2010923025

PERBAIKAN DARI SIDANG AKHIR

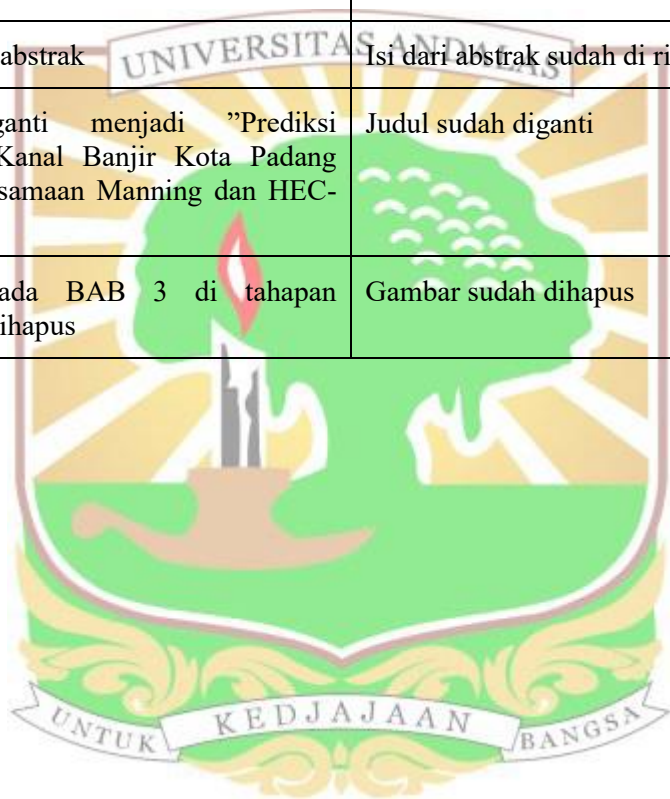
Pada bagian ini dijelaskan perbaikan yang dilakukan pada laporan ini terhadap saran, masukan dan komentar penguji di Sidang Akhir.

Tanggal Sidang Akhir : 22 Juli 2026

Penguji : Dr.Ir. Darwizal Daoed, M.S.
Dwi Jenita Maharani, M.T.

Saran dan perbaikan yang sudah dilakukan:

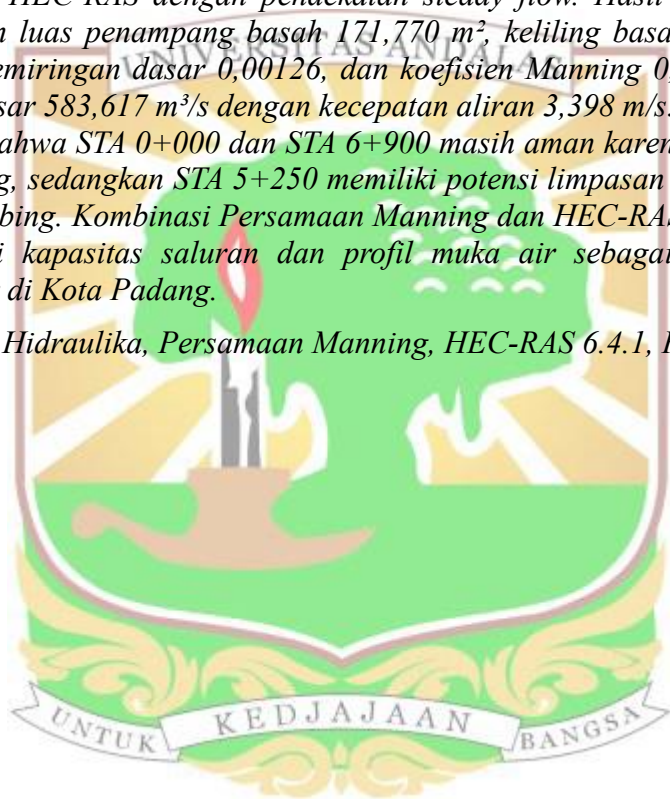
No	Saran	Perbaikan
1	Ringkas isi abstrak	Isi dari abstrak sudah di ringkas
2	Judul diganti menjadi "Prediksi Kapasitas Kanal Banjir Kota Padang dengan Persamaan Manning dan HEC-RAS 6.4.1"	Judul sudah diganti
3	Gambar pada BAB 3 di tahapan penelitian dihapus	Gambar sudah dihapus



ABSTRAK

Kota Padang memiliki curah hujan tinggi sehingga berpotensi mengalami banjir, terutama pada kawasan yang dilalui sungai dan sistem drainase perkotaan. Salah satu lokasi yang sering terdampak adalah Kanal Banjir Batang Arau. Banjir pada 14 Juli 2023 menyebabkan luapan sungai yang menggenangi permukiman di Kelurahan Jati dan Alai Parak Kopi, sehingga diperlukan evaluasi kapasitas penampang sungai untuk mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit banjir. Penelitian ini bertujuan menentukan kapasitas debit Kanal Banjir menggunakan Persamaan Manning serta menganalisis profil muka air dengan perangkat lunak HEC-RAS 6.4.1. Data yang digunakan meliputi penampang melintang, elevasi dasar sungai, koefisien kekasaran Manning, data debit, dan topografi yang diperoleh melalui GPS Geodetik serta pemetaan drone berbasis Digital Elevation Model (DEM). Analisis dilakukan dengan menghitung parameter hidraulika menggunakan Persamaan Manning, kemudian disimulasikan pada HEC-RAS dengan pendekatan steady flow. Hasil penelitian pada STA 0+000 menunjukkan luas penampang basah 171,770 m², keliling basah 56,214 m, jari-jari hidrolis 3,056 m, kemiringan dasar 0,00126, dan koefisien Manning 0,022. Kapasitas debit yang diperoleh sebesar 583,617 m³/s dengan kecepatan aliran 3,398 m/s. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa STA 0+000 dan STA 6+900 masih aman karena muka air berada di bawah elevasi tebing, sedangkan STA 5+250 memiliki potensi limpasan akibat muka air yang mendekati elevasi tebing. Kombinasi Persamaan Manning dan HEC-RAS 6.4.1 terbukti efektif untuk mengevaluasi kapasitas saluran dan profil muka air sebagai dasar perencanaan pengendalian banjir di Kota Padang.

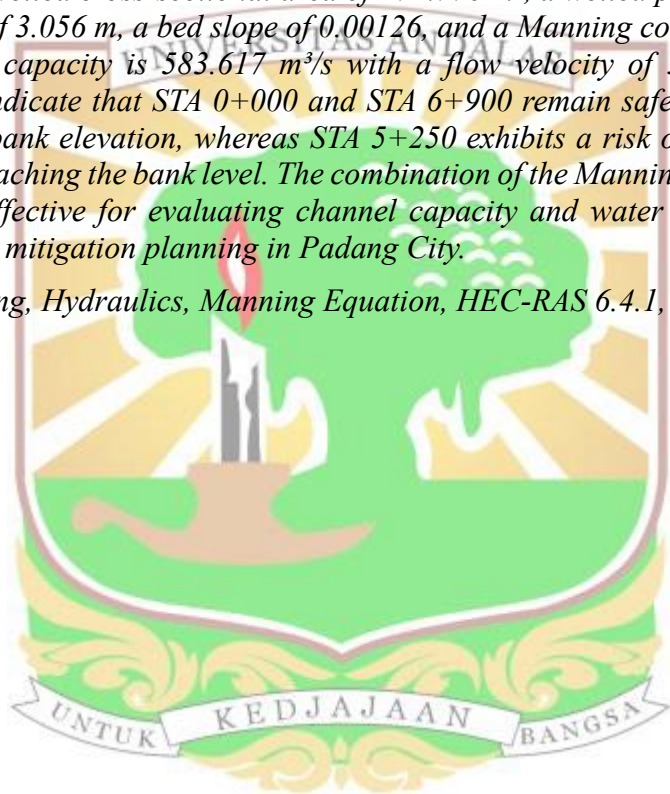
Kata Kunci: Banjir, Hidraulika, Persamaan Manning, HEC-RAS 6.4.1, Kapasitas Kanal.



ABSTRACT

Padang City experiences high rainfall, making it vulnerable to flooding, particularly in areas traversed by rivers and urban drainage systems. One frequently affected location is the Batang Arau Flood Canal. The flood on July 14, 2023, caused river overflows that inundated residential areas in the Jati and Alai Parak Kopi sub-districts, necessitating an evaluation of the river cross-sectional capacity to determine the channel's ability to convey flood discharge. This study aims to determine the discharge capacity of the Flood Canal using the Manning Equation and analyze the water surface profile using HEC-RAS 6.4.1 software. Data used include cross-sections, riverbed elevations, Manning roughness coefficients, discharge data, and topography obtained via Geodetic GPS and drone-based mapping using a Digital Elevation Model (DEM). The analysis was conducted by calculating hydraulic parameters using the Manning Equation, followed by steady-flow simulations in HEC-RAS. The results at STA 0+000 show a wetted cross-sectional area of 171.770 m^2 , a wetted perimeter of 56.214 m , a hydraulic radius of 3.056 m , a bed slope of 0.00126 , and a Manning coefficient of 0.022 . The resulting discharge capacity is $583.617 \text{ m}^3/\text{s}$ with a flow velocity of 3.398 m/s . HEC-RAS simulation results indicate that STA 0+000 and STA 6+900 remain safe as the water surface remains below the bank elevation, whereas STA 5+250 exhibits a risk of overflow due to the water surface approaching the bank level. The combination of the Manning Equation and HEC-RAS 6.4.1 proves effective for evaluating channel capacity and water surface profiles as a foundation for flood mitigation planning in Padang City.

Kata Kunci: *Flooding, Hydraulics, Manning Equation, HEC-RAS 6.4.1, Canal Capacity.*



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR BATANG ARAU DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN MODEL HEC-RAS 6.4.1”**. Tugas Akhir disusun dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk menyelesaikan Pendidikan Program Strata-I di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut serta membantu penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, di antaranya:

Mama dan Papa yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan atas setiap langkah dan usaha penulis, serta segala kasih sayang, doa, pengorbanan, dan dukungan yang tidak pernah putus dalam setiap langkah penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Kepada kakak tercinta, yaitu Indah Pratiwi Guwita yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, doa, serta dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih karena telah memberikan motivasi di saat penulis merasa lelah, dan selalu percaya bahwa penulis mampu menyelesaikan perjalanan ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada perempuan yang selalu menguatkan langkah dan menemani perjalanan ini, Ratumas Suaibatul Aslamia. Terima kasih atas doa, kesabaran, perhatian, serta dukungan yang selalu diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Di setiap rasa lelah, keraguan, dan tantangan yang datang, kehadirannya selalu menjadi alasan penulis untuk terus bangkit dan melangkah maju. Semoga setiap langkah yang kita perjuangkan hari ini menjadi awal dari masa depan yang penuh kebahagiaan.

Bapak Ir. Februarman, M.T selaku pembimbing penulis yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing dan memberikan ilmunya selama pengerjaan Tugas Akhir. Kesabaran, ketelitian, dan ilmu yang telah diberikan menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga segala kebaikan dan dedikasi Bapak mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sebagai koreksi dari kesalahan yang terdapat pada Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembacanya.

Padang, 2026

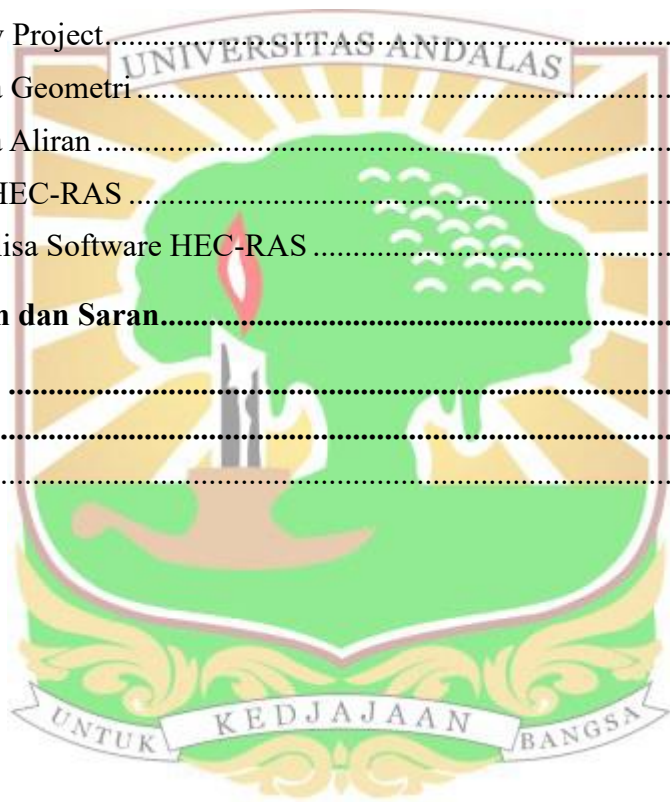
Rama Anggara



DAFTAR ISI

Abstrak	i
Ucapan Terima Kasih	ii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
BAB 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1. Tujuan.....	2
1.2.2. Manfaat Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB 2. Dasar Teori.....	5
2.1. Banjir	5
2.2. Analisa Hidrolika.....	5
2.2.1. Penampang Saluran	5
2.2.2. Jari – Jari Hidraulis.....	7
2.2.3. Kemiringan Sungai.....	7
2.2.4. Kecepatan Aliran	7
2.2.5. Debit Aliran	8
2.3. HEC-RAS	9
2.3.1. Umum	9
2.3.2. Profil Muka Aliran.....	10
2.3.3. Kehilangan Tinggi Energi.....	10
BAB 3. Metodologi Penelitian	12
3.1. Lokasi Penelitian	12
3.2. Diagram Alir	13
3.3. Tahapan Penelitian	14
BAB 4. Hasil dan Pembahasan.....	16

4.1. Kondisi Lokasi Penelitian	16
4.2. Parameter Hidrolika	16
4.2.1. Luas Penampang (A)	25
4.2.2. Keliling Penampang Basah (P).....	25
4.2.3. Jari – Jari Hidrolis (R)	26
4.2.4. Kemiringan Dasar Saluran (S).....	26
4.2.5. Koefisien Kekasaran Manning (n).....	26
4.3. Kecepatan Aliran (v)	27
4.4. Perhitungan Debit dengan Persamaan manning.....	28
4.5. Analisa Kapasitas Penampang Dengan Persamaan Manning Menggunakan Hec-Ras 28	
4.5.1. Creat New Project.....	29
4.5.2. Input Data Geometri	29
4.5.3. Input Data Aliran	31
4.5.4. Running HEC-RAS	33
4.5.5. Hasil Analisa Software HEC-RAS	35
BAB 5. Kesimpulan dan Saran.....	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran.....	47
Daftar Pustaka	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Penampang Ekonomis</i>	6
Tabel 2. 2 <i>Koefisien Kekasaran Manning (PU K. , 2012).....</i>	8
Tabel 4. 1 <i>Koefisien Kekasaran Manning (n).....</i>	27
Tabel 4. 2 <i>Rekapitulasi Hasil STA 0+000.....</i>	36
Tabel 4. 3 <i>Rekapitulasi Hasil STA 5+250.....</i>	37
Tabel 4. 3 <i>Rekapitulasi Hasil STA 6+075.....</i>	38
Tabel 4. 4 <i>Rekapitulasi Hasil STA 6+900.....</i>	39
Tabel 4. 5 <i>Rekapitulasi Tinggi Luapan Air Sungai pada Kondisi Exsisting</i>	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	<i>Meluapnya Kanal Banjir Banda Bakali</i>	2
Gambar 2. 1	<i>Saluran Profil Trapesium</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2	<i>Tampilan Awal Software HEC-RAS</i>	9
Gambar 2. 3	<i>Tampilan Awal Software HEC-RAS</i>	10
Gambar 3. 1	<i>Kanal Banjir Batang Arau</i>	12
Gambar 3. 2	<i>Flowchart Penelitian</i>	13
Gambar 4. 1	<i>Potongan Melintang STA 0+000</i>	20
Gambar 4. 2	<i>Potongan Melintang STA 5+250</i>	23
Gambar 4. 3	<i>Potongan Melintang STA 6+900</i>	24
Gambar 4. 4	<i>Kotak Dialog Ketika Membuat File New Project pada Software HEC-RAS</i>	29
Gambar 4. 5	<i>Geometric Data</i>	29
Gambar 4. 6	<i>New Geometry Data</i>	30
Gambar 4. 7	<i>Input Data Cross Section</i>	31
Gambar 4. 8	<i>Steady Flow Data</i>	31
Gambar 4. 9	<i>Input Data Aliran</i>	32
Gambar 4. 10	<i>Reach Boudary Conditions</i>	32
Gambar 4. 11	<i>Simpan Stady Flow Data</i>	33
Gambar 4. 12	<i>Steady Flow Analysis</i>	33
Gambar 4. 13	<i>New Plan pada Steady Flow Analysis</i>	34
Gambar 4. 14	<i>Compute HEC-RAS</i>	34
Gambar 4. 15	<i>Geometry sungai pada Aplikasi HEC-RAS</i>	35
Gambar 4. 16	<i>View Profiles Long Section pada Aplikasi HEC-RAS</i>	35
Gambar 4. 17	<i>Simulasi HEC-RAS pada STA 0+000</i>	36
Gambar 4. 18	<i>Simulasi HEC-RAS pada STA 5+250</i>	37
Gambar 4. 18	<i>Simulasi HEC-RAS pada STA 6+075</i>	38
Gambar 4. 19	<i>Simulasi HEC-RAS pada STA 6+900</i>	39

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi. Kondisi tersebut seringkali menimbulkan permasalahan banjir, khususnya di kawasan perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan minim daerah resapan. Salah satu penyebab utama terjadinya banjir adalah kapasitas sungai yang tidak mampu menampung debit aliran ketika hujan dengan intensitas besar terjadi.

Normalisasi sungai menjadi salah satu langkah penanganan untuk meningkatkan kapasitas tampung aliran dan mengurangi risiko banjir. Namun, sebelum dilakukan normalisasi, diperlukan suatu analisis teknis mengenai kondisi penampang sungai dan kemampuan hidrauliknya. Saat ini, pemodelan hidraulika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*) banyak digunakan untuk mensimulasikan aliran sungai, mengevaluasi kapasitas penampang, serta merencanakan normalisasi yang tepat.

Intensitas hujan yang cukup tinggi dengan durasi yang cukup lama terjadi di Kota Padang pada tanggal 14 Juli 2023 lalu, sehingga sebagian Sungai tidak mampu menampung debit aliran seperti pada gambar banjir dibawah dan menyebabkan terjadinya banjir disekitar lokasi sungai tersebut. Beberapa titik lokasi yang terdampak dari banjir tersebut ialah bagian cabang drainase dari Kanal Banjir, salah satunya Kelurahan Jati dan Kelurahan Alai Parak Kopi. Tercatat ada beberapa rumah binaan yang terendam oleh air disekitar wilayah tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kebutuhan mendesak untuk melakukan evaluasi terhadap kapasitas saluran eksisting dengan pendekatan yang lebih terintegrasi. Berdasarkan kejadian di atas, maka dilakukan estimasi terhadap elevasi muka air pada kanal banjir guna mengetahui kemampuan saluran dalam menampung debit aliran yang terjadi. Evaluasi ini tidak hanya berfungsi untuk menilai kinerja hidraulik saluran saat ini, tetapi juga untuk mengisi kesenjangan penelitian (*research gap*) terkait kurangnya kajian yang menghubungkan antara kejadian banjir aktual, kondisi penampang eksisting, dan analisis elevasi muka air secara kuantitatif. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar yang

lebih akurat dalam perencanaan normalisasi atau penanganan banjir yang efektif dan berkelanjutan.



*Gambar 1. 1 Meluapnya Kanal Banjir Banda Bakali
(Sumber : Harian Singgalan , 14 Juli 2023)*

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

1.2.1. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan elevasi banjir 14 juli 2023 menggunakan persamaan manning dan model HEC-RAS 64

Menentukan kapasitas debit air yang dapat ditampung oleh Kanal Banjir dengan menggunakan persamaan manning dan mensimulasikan profil muka air pada Kanal Abnjir dengan menggunakan HEC-RAS

1.2.2. Manfaat Penelitian

Berikut beberapa poin manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

- Sebagai bentuk kontribusi pemikiran penulis dalam upaya mengatasi potensi banjir di beberapa wilayah di Kota Padang.
- Memberikan gambaran mengenai kemampuan penampang Kanal Banjir dalam menampung debit banjir sebagai saluran drainase utama.

- Menganalisis kapasitas Kanal Banjir terhadap debit banjir yang terjadi.
- Mengidentifikasi faktor-faktor lain yang berperan dalam menyebabkan banjir di beberapa titik di Kota Padang.
- Menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan evaluasi pengendalian banjir di Kota Padang.

1.3. BATASAN MASALAH

Pada penelitian yang dilakukan oleh penulis, batasan masalah yang akan dikaji adalah sebagai berikut:

- i. Lokasi penelitian tugas akhir ini terletak di Kanal Banjir Batang Arau, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat.
- ii. Penelitian ini difokuskan pada wilayah aliran Kanal Banjir Banda Bakali yang terdampak banjir, dengan studi kasus peristiwa banjir di Kota Padang pada 14 Juli 2023.
- iii. Data yang digunakan meliputi data eksisting seperti data debit dan data penampang Kanal Banjir Banda Bakali.
- iv. Analisis dilakukan dengan penampang saluran dari STA 0+000 hingga STA 6+900 persamaan manning.
- v. Pasang surut air laut tidak diperhitungkan.

1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas akhir ini ditulis secara sistematis yang bertujuan agar pembahasan yang terdapat di dalamnya terfokus kepada batasan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis memaparkan latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai teori-teori yang diperlukan oleh penulis, serta mendukung penulis dalam melakukan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis memaparkan penjelasan mengenai tahapan serta langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian. Selain itu, penulis juga memaparkan data-data yang akan digunakan penulis dalam melakukan penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada bab ini berisi hasil yang didapatkan penulis dari penelitian yang dilakukan. Selain itu, juga dipaparkan pembahasan-pembahasan mengenai hasil penelitian tersebut.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini penulis memaparkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.



BAB 2. DASAR TEORI

2.1. BANJIR

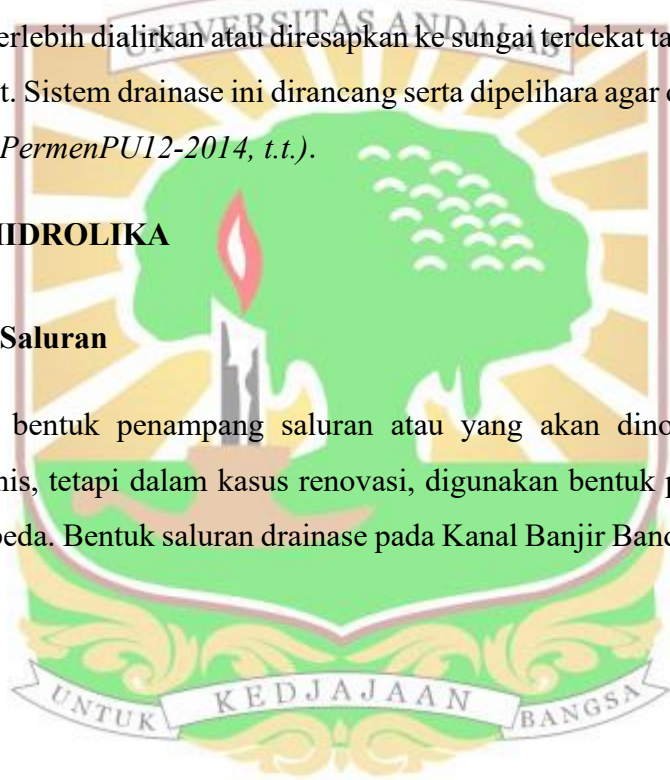
Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedang yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain disebelahnya (Triatmodjo, 2008).

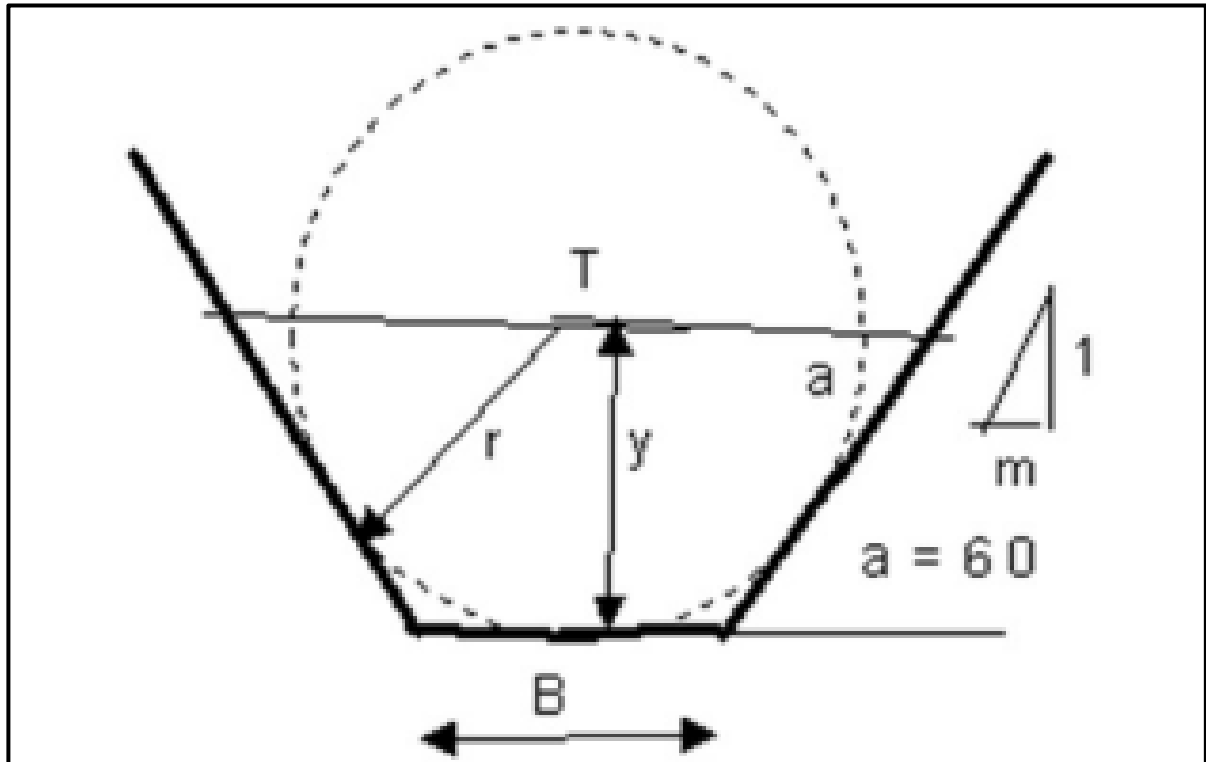
Menurut PUPR, salah satu konsep penting dalam perencanaan drainase di Indonesia adalah Drainase Ramah Lingkungan atau Ekodrainase. Konsep ini berfokus pada pengelolaan air berlebih agar dapat digunakan kembali melalui sistem penampungan buatan maupun badan air alami. Air yang berlebih dialirkan atau diresapkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban aliran sungai tersebut. Sistem drainase ini dirancang serta dipelihara agar dapat berfungsi secara berkesinambungan (*PermenPUI2-2014, t.t.*).

2.2. ANALISA HIDROLIKA

2.2.1. Penampang Saluran

Saat merencanakan bentuk penampang saluran atau yang akan dinormalisasi, digunakan penampang ekonomis, tetapi dalam kasus renovasi, digunakan bentuk profil yang sudah ada dengan dimensi berbeda. Bentuk saluran drainase pada Kanal Banjir Banda Bakali adalah : (PU K. , 2014):





Gambar 2. 1 Saluran Profil Trapesium

(Sumber: Permen PU No. 12/PRT/M/2014)

(1) Profil Trapesium

Penampang ekonomis adalah penampang saluran dengan keliling basah minimum, tetapi memiliki daya tampung yang maksimum (*PermenPU12-2014*, t.t.). Rumusan yang digunakan pada setiap profil penampangnya dapat dilihat pada Tabel Penampang Melintang Ekonomis di bawah.

Tabel 2. 1 Penampang Ekonomis

(Sumber: Permen PU No. 12/PRT/M/2014)

Penampang Melintang Saluran	Luas Penampang Basah, A	Keliling Basah, P	Jari-Jari Hidraulis, R	Lebar Atas Muka Air, T	Kedalaman Hidraulis, D	Section Factor, Z
Trapesium	$y^2\sqrt{3}$	$2y\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y\sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{2}y^{2,5}$
Segiempat	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2,5}$
Segitiga	y^2	$2y\sqrt{2}$	$\frac{1}{4}y\sqrt{2}$	$2y$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}y^{2,5}$
Setengah Lingkaran	$\frac{p}{2y^2}$	py	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{p}{4y}$	$\frac{p}{4y^{2,5}}$

2.2.2. Jari – Jari Hidraulis

Jari-jari hidraulis didapatkan dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$R = \frac{A}{P} \quad (1)$$

dimana:

R = Jari-jari hidraulis (m)

A = Luas penampang (m^2)

P = Keliling penampang basah (m)

2.2.3. Kemiringan Sungai

Kemiringan Sungai didapatkan dengan rumus berikut:

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (2)$$

dimana:

S = Kemiringan Sungai

L = Panjang Sungai

ΔH = Beda Elevasi



2.2.4. Kecepatan Aliran

Untuk menghitung kecepatan rata-rata aliran, dipakai beberapa pendekatan empiris (Suripin, 2004). Rumus rumus yang digunakan sebagai berikut:

a. Rumus Chezy (1769)

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot S_o} \quad (3)$$

dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/detik)

S_o = Kemiringan dasar saluran

C = Faktor tahanan aliran yang disebut koefisien Chezy.

b. Rumus Manning (1889)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/detik)

R = Jari-jari hidraulis (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning, untuk melihat nilai koefisien kekasaran Manning dapat dilihat di tabel dibawah ini:

Tabel 2. 2 Koefisien Kekasaran Manning

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi Tuang Dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran Beton	0,013
Bata Dilapis Mortar	0,015
Pasangan Batu Disemen	0,025
Saluran Tanah Bersih	0,022
Saluran Tanah	0,033
Saluran dengan Dasar Batu dan Tebing Rumput	0,040
Saluran pada Galian Batu Padas	0,040

(Sumber: "Hidraulika", Prof.Dr.Ir. Bambang Triatmodjo,CES,DEA di dalam Permen PU No. 12/PRT/M/2014)

2.2.5. Debit Aliran

Persamaan Kontinuitas sebagai berikut:

$$Q = A \cdot V \quad (5)$$

dimana:

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan rata-rata aliran di saluran (m/detik)

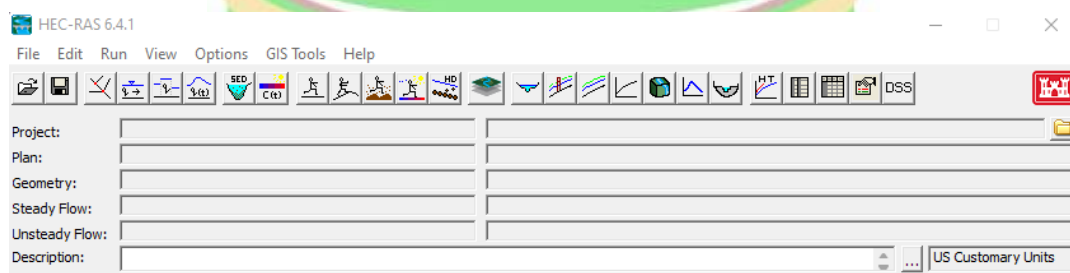
2.3. HEC-RAS

2.3.1. Umum

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran dan untuk perhitungan hidrolika, yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute For Water Resources (IWR) dibawah Us Army Corps Of Engineers (USACE). HEC-RAS digunakan dalam melakukan pemodelan aliran berjenis tunak (steady) dan aliran tidak tunak (unsteady) 2 dimensi, yaitu pemodelan dalam bentuk bidang datar. Atau kombinasi untuk melakukan simulasi genangan banjir, transportasi sedimen serta simulasi analisa kualitas air (Gary W. Brunner, 2020). HEC-RAS memiliki 4 komponen model, yaitu:

- 1) menghitung profil muka air aliran permanen,
- 2) simulasi aliran tak permanen,
- 3) menghitung transport sedimen, dan
- 4) menghitung kualitas air. Pada studi ini akan dibahas hitungan profil muka air aliran permanen.

Versi terbaru saat ini dari aplikasi HEC-RAS adalah versi 6.4.1, versi ini mendukung perhitungan profil muka air aliran seragam atau *steady flow*.



Gambar 2. 2 Tampilan Awal Software HEC-RAS

Terdapat beberapa langkah penting dalam memodelkan analisa hidrolika dengan memakai aplikasi HEC-RAS:

1. Memulai proyek baru
2. Memasukkan data geometri

3. Memasukkan data aliran
4. Melakukan perhitungan hidrolika
5. Menampilkan dan mencetak hasil perhitungan.

2.3.2. Profil Muka Aliran

Pada aliran permanen HEC-RAS menghitung profil muka air di sepanjang sungai.

Persamaan :

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 + \frac{v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_e \quad (6)$$

Keterangan :

Y_1, Y_2 = kedalaman aliran

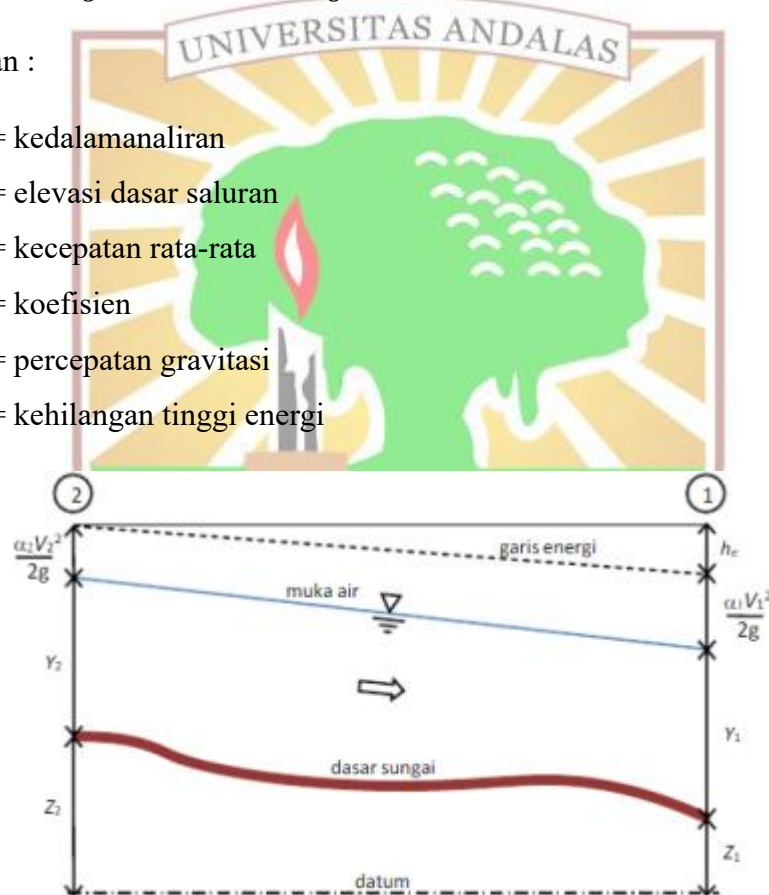
Z_1, Z_2 = elevasi dasar saluran

v_1, v_2 = kecepatan rata-rata

α_1, α_2 = koefisien

g = percepatan gravitasi

h_e = kehilangan tinggi energi



Gambar 2. 3 Tampilan Awal Software HEC-RAS

Sumber : (HEC-RAS River Analysis System HEC-RAS User's Manual, t.t.)

2.3.3. Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan energi terdapat 2 tampang yaitu kehilangan energi karena gesekan dan perubahan tampang, dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$H_e = L\overline{Sf} + C \left| \frac{\alpha_2 + v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 + v_1^2}{2g} \right| \quad (7)$$

Panjang ruas sungai antara dua tampang dinyatakan dengan

$$L = \frac{L_{lob}\overline{Q_{lob}} + L_{ch}\overline{Q_{ch}} + L_{rob}\overline{Q_{rob}}}{\overline{Q_{lob}} + \overline{Q_{ch}} + \overline{Q_{rob}}} \quad (8)$$

Keterangan :

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} = Panjang ruas sungai sisi kiri, alur utama, dan sisi kanan

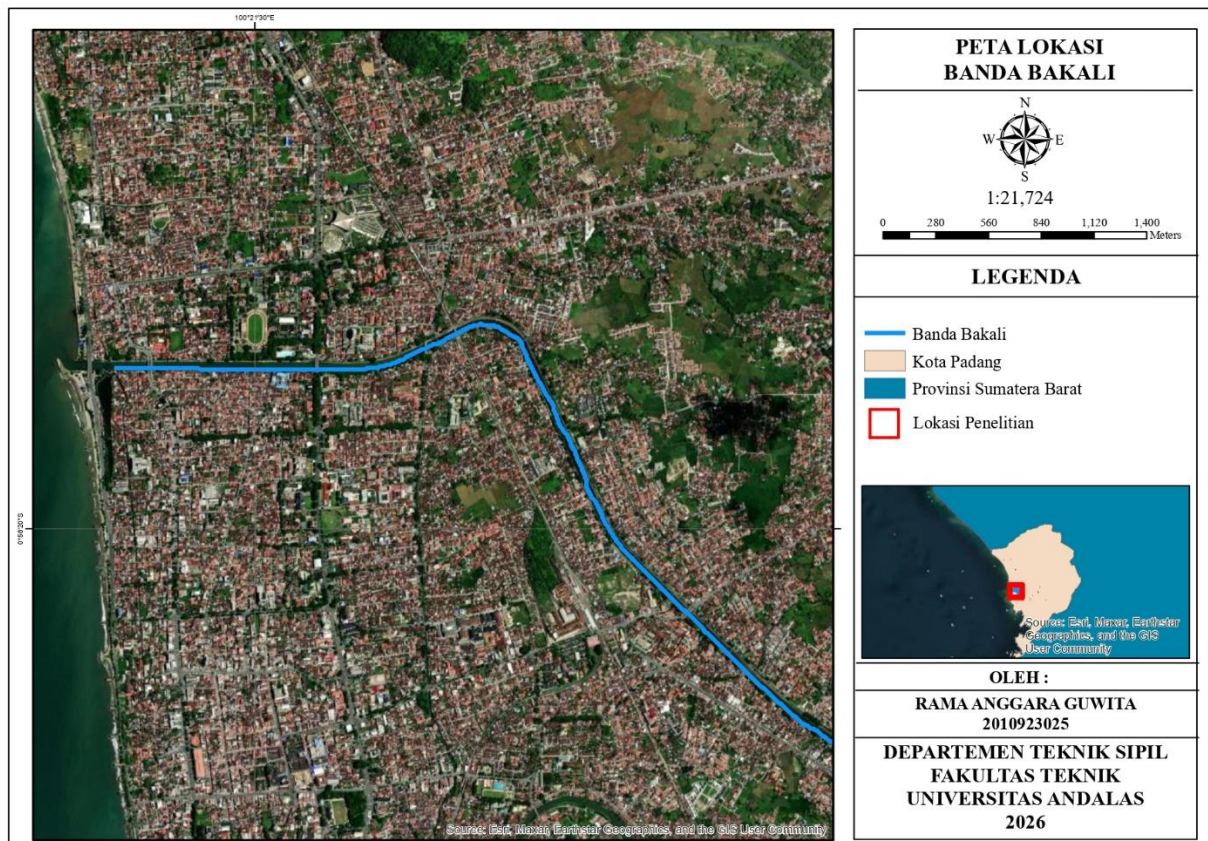
Q_{lob} , Q_{ch} , Q_{rob} = debit yang mengalir sungai sisi kiri, alur utama, dan sisi kanan



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

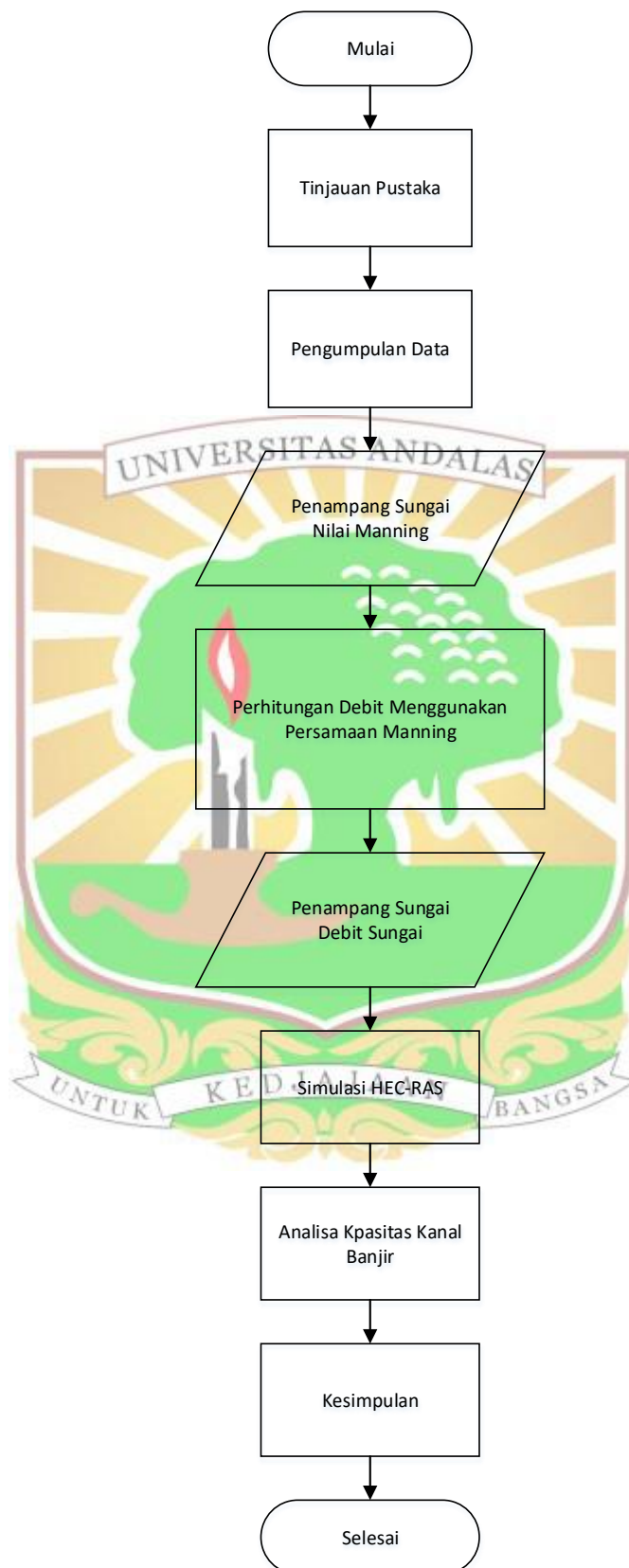
3.1. LOKASI PENELITIAN

Penulis melakukan penelitian pada Kanal Banjir Banda Bakali yang terletak di Kelurahan Jati, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, Indonesia.



Gambar 3. 1 Kanal Banjir Batang Arau

3.2. DIAGRAM ALIR



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian

3.3. TAHAPAN PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

- Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan, dengan memperoleh informasi berupa debit aliran, jarak, serta elevasi sungai yang dicatat dalam bentuk koordinat.

a) Data Debit Puncak

Data debit puncak merupakan laju aliran air maksimum yang terjadi pada suatu titik waktu tertentu dalam suatu peristiwa hidrologis, seperti hujan lebat atau banjir, diukur dalam satuan volume per waktu. Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa debit Sungai Batang Arau yang masuk menuju percabangan dengan Kanal Banjir Banda Bakali yaitu 1732,85 m³/s. Untuk menentukan debit air yang masuk menuju Sungai Batang Arau, diperlukan data kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali sebagai alternatif pengaliran dari Sungai Batang Arau tersebut, sehingga didapatkan kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali sebesar 1025,08 m³/s. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui debit puncak yang masuk menuju Sungai Batang Arau yang merupakan pengurangan dari debit Sungai Batang Arau di percabangan dengan kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali adalah 707,77 m³/s (Zabihullah, 2024).

b) Data Cross-Section

Data cross section (atau potongan melintang) merupakan grafis yang menggambarkan dimensi, bentuk, elevasi, dan karakteristik geometris pada titik-titik sepanjang garis potongan. Pengambilan Data Cross-Section ini dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan alat GPS Geodetic sebanyak 10 data cross section.

c). Data DEM

DEM (Digital Elevation Model) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat.

2. Analisa Hidrolika

Setelah seluruh data yang diperlukan terkumpul, dilakukan perhitungan serta pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Aplikasi ini dikembangkan oleh *U.S. Army Corps of Engineers* dan dirancang untuk menganalisis hidrolika dua

dimensi pada sistem jaringan saluran, baik alami maupun buatan. Data yang menjadi masukan dalam HEC-RAS meliputi penampang lintang sungai, alur sungai, data debit aliran, data geometrik, serta koefisien Manning. Pada penelitian ini digunakan HEC-RAS versi 6.4.1.

3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil simulasi pada aplikasi HEC-RAS.

4. Perhitungan Normalisasi

Perhitungan normalisasi dapat dilakukan berdasarkan hasil simulasi aliran menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.4.1, sedangkan penampang Sungai rencana ditentukan melalui pendekatan penampang ekonomis.



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. KONDISI LOKASI PENELITIAN

Kanal Banjir Banda Bakali yang terletak di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu sungai percabangan dari Batang Arau dengan dimensi yang relatif besar, ditandai dengan lebar rata-rata alur alami sekitar 20 m. Alur sungai ini berada sangat dekat dengan kawasan pemukiman masyarakat. Kondisi sungai yang cukup baik, ditandai oleh masih bertahannya bentuk sungai buatan yang menghasilkan sungai dengan mengalirkan debit air secara optimal.

Berdasarkan data yang tersedia, panjang sungai mencapai 6,900 km dengan jumlah penampang melintang (*cross section*) yang dianalisis sebanyak 3 jenis penampang yaitu STA 0+000, STA 5+250, dan STA 6+900, yang menunjukkan adanya kejadian banjir luapan. Kemiringan sungai dapat dihitung dari perbedaan elevasi dan panjang sungai dari STA 0+000 hingga STA 6+900, dengan nilai.

$$L = 6900 \text{ m}$$

$$\Delta H = \text{Elevasi STA } 0 + 000 - \text{Elevasi STA } 6 + 900$$

$$\Delta H = 5,380 - (-3,339)$$

$$\Delta H = 8,719 \text{ m}$$

Dimana :

L = Panjang Sungai

ΔH = Beda Elevasi

4.2. PARAMETER HIDROLIKA

Hasil analisis parameter hidrolik pada Kanal Banjir Batang Arau diperoleh melalui pendekatan perhitungan menggunakan persamaan Manning serta simulasi numerik dengan model HEC-RAS 6.4.1. Parameter utama yang dianalisis meliputi luas penampang (A), keliling penampang basah (P), jari-jari hidrolis (R), kemiringan dasar saluran, koefisien kekasaran Manning (n),

serta kecepatan aliran (v). Studi menunjukkan bahwa nilai parameter tersebut saling terkait secara non-linear, di mana perubahan kecil pada koefisien kekasaran dapat memengaruhi tinggi muka air dan kapasitas tampung sungai secara signifikan, berikut tampilan potongan melintang dan parameter hidrolik yang dijadikan patokan dalam perhitungan debit banjir menggunakan persamaan manning.

Acuan penampang yang digunakan pada perhitungan debit adalah *cross section* STA 0+000 dikarenakan perhitungan debit yang diambil adalah pada bagian hulu sungai yang akan mengalir pada bagian hilir sungai.

5. Pengumpulan Data

- Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan, dengan memperoleh informasi berupa debit aliran, jarak, serta elevasi sungai yang dicatat dalam bentuk koordinat.

c) Data Debit Puncak

Data debit puncak merupakan laju aliran air maksimum yang terjadi pada suatu titik waktu tertentu dalam suatu peristiwa hidrologis, seperti hujan lebat atau banjir, diukur dalam satuan volume per waktu. Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa debit Sungai Batang Arau yang masuk menuju percabangan dengan Kanal Banjir Banda Bakali yaitu 1732,85 m³/s. Untuk menentukan debit air yang masuk menuju Sungai Batang Arau, diperlukan data kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali sebagai alternatif pengaliran dari Sungai Batang Arau tersebut, sehingga didapatkan kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali sebesar 1025,08 m³/s. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui debit puncak yang masuk menuju Sungai Batang Arau yang merupakan pengurangan dari debit Sungai Batang Arau di percabangan dengan kapasitas Kanal Banjir Banda Bakali adalah 707,77 m³/s (Zabihullah, 2024).

d) Data Cross-Section

Data cross section (atau potongan melintang) merupakan grafis yang menggambarkan dimensi, bentuk, elevasi, dan karakteristik geometris pada titik-titik sepanjang garis potongan. Pengambilan Data Cross-Section ini dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan alat GPS Geodetic sebanyak 10 data cross section.



Gambar 3. 3 GPS Geodetic
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

c). Data DEM

DEM (Digital Elevation Model) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Abdi Hernanda, 2021).



Gambar 3. 4 Drone
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

6. Analisa Hidrolika

Setelah seluruh data yang diperlukan terkumpul, dilakukan perhitungan serta pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Aplikasi ini dikembangkan

oleh *U.S. Army Corps of Engineers* dan dirancang untuk menganalisis hidrolika dua dimensi pada sistem jaringan saluran, baik alami maupun buatan. Data yang menjadi masukan dalam HEC-RAS meliputi penampang lintang sungai, alur sungai, data debit aliran, data geometrik, serta koefisien Manning. Pada penelitian ini digunakan HEC-RAS versi 6.4.1.

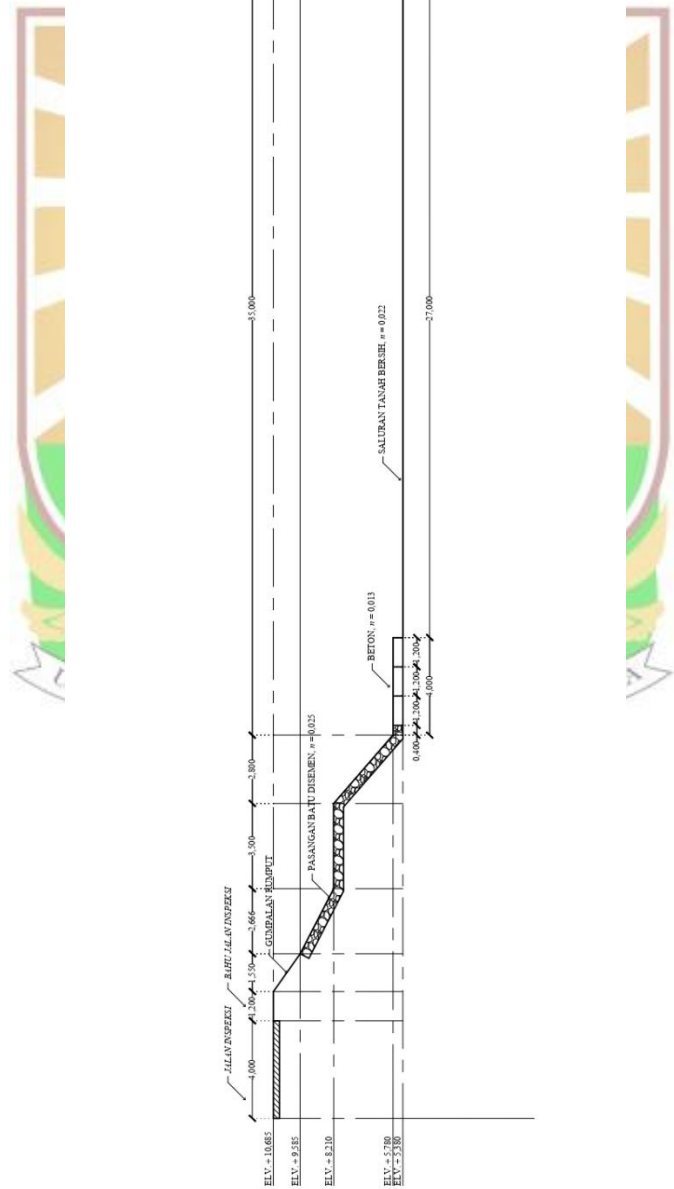
7. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil simulasi pada aplikasi HEC-RAS.

8. Perhitungan Normalisasi

Perhitungan normalisasi dapat dilakukan berdasarkan hasil simulasi aliran menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.4.1, sedangkan penampang Sungai rencana ditentukan melalui pendekatan penampang ekonomis.





Gambar 4. 1 Potongan Melintang STA 0+000



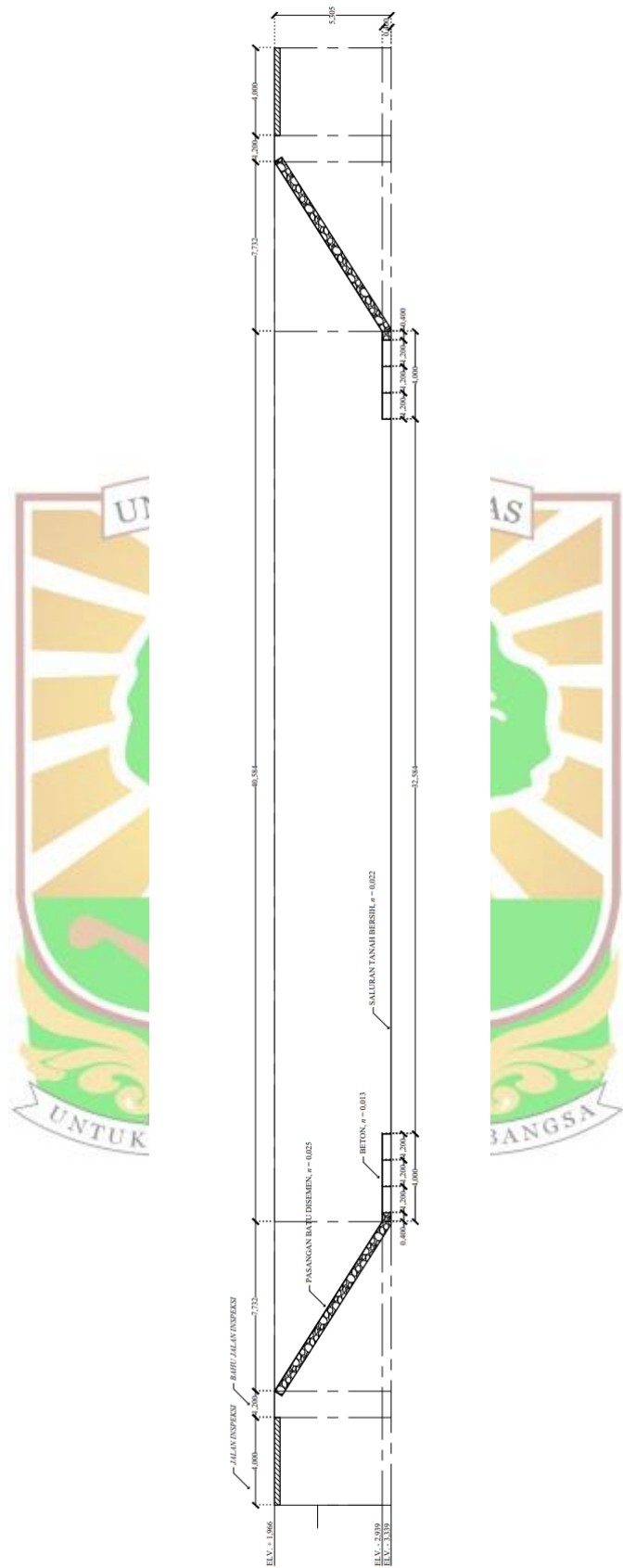
Gambar 4. 2 Potongan Melintang STA 0+000





Gambar 4. 4 Potongan Melintang STA 5+250





Gambar 4. 5 Potongan Melintang STA 6+900



Gambar 4. 6 Potongan Melintang STA 6+900

4.2.1. Luas Penampang (A)

Luas penampang aliran (A) merupakan luas daerah basah yang dilalui oleh aliran air pada suatu penampang melintang sungai. Nilai A sangat berpengaruh terhadap debit aliran karena berbanding lurus dalam persamaan Manning. Untuk penampang berbentuk trapesium, luas penampang dapat dihitung dari gambar potongan melintang pada bagian hulu yaitu STA 0+000 yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

$$A \text{ (STA 0+000)} = 171,770 \text{ m}^2$$

$$A \text{ (STA 5+250)} = 250,024 \text{ m}^2$$

$$A \text{ (STA 6+900)} = 250,024 \text{ m}^2$$

4.2.2. Keliling Penampang Basah (P)

Keliling basah (P) adalah panjang bagian penampang yang bersentuhan langsung dengan air. Parameter ini menunjukkan besarnya bidang gesekan antara aliran dan dinding saluran. Nilai P memengaruhi besar kecilnya tahanan aliran, sehingga berperan dalam menentukan efisiensi aliran. Untuk penampang trapesium, keliling basah dapat dihitung dari gambar potongan melintang pada **Gambar 4.1**.

$$P \text{ (STA 0+000)} = 56,214 \text{ m}$$

$$P \text{ (STA 5+250)} = 59,697 \text{ m}$$

$$P (STA 6+900) = 59,698 \text{ m}$$

4.2.3. Jari – Jari Hidrolis (R)

Jari-jari hidrolis (R) merupakan perbandingan antara luas penampang aliran dan keliling basah, Parameter ini menggambarkan efisiensi penampang dalam mengalirkan air. Semakin besar nilai R, maka semakin efisien aliran karena tahanan relatif lebih kecil. Jari – jari hidrolis dinyatakan pada persamaan.

- $R_{STA (0 + 000)} = \frac{A}{P}$

$$R_{STA (0 + 000)} = \frac{171,770}{56,214}$$

$$R_{STA (0 + 000)} = 3,056 \text{ m}$$

- $R_{STA (5 + 250)} = \frac{A}{P}$

$$R_{STA (5 + 250)} = \frac{250,024}{59,697}$$

$$R_{STA (5 + 250)} = 4,188 \text{ m}$$

- $R_{STA (6 + 900)} = \frac{A}{P}$

$$R_{STA (6 + 900)} = \frac{250,024}{59,698}$$

$$R_{STA (6 + 900)} = 4,188 \text{ m}$$

4.2.4. Kemiringan Dasar Saluran (S)

Kemiringan dasar saluran (S) adalah perbandingan antara selisih elevasi dasar saluran terhadap panjang aliran. Kemiringan ini memengaruhi kecepatan aliran, di mana semakin besar kemiringan, semakin besar energi aliran. Secara matematis dinyatakan dalam persamaan ()

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

$$S = \frac{8,719}{6900}$$

$$S = 0,00126$$

4.2.5. Koefisien Kekasaran Manning (n)

Koefisien kekasaran Manning (n) merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kekasaran permukaan saluran yang memengaruhi hambatan aliran. Nilai n ditentukan berdasarkan kondisi

fisik saluran seperti material dasar, vegetasi, dan kondisi permukaan. Semakin besar nilai n , maka tahanan aliran semakin besar dan kecepatan aliran semakin kecil. Adapun hasil perhitungan n dari banjir kanal Batang Arau pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Koefisien Kekasaran Manning (n)

No	Material Penyusun	n	Keliling Penampang Basah (P)	$(n_i^{3/2} \cdot P_i)$
1	Pasangan Batu Disemen	0.025	21.214	0.084
2	Beton	0.013	8.000	0.012
3	Saluran Tanah Bersih	0.022	27.000	0.088
Jumlah			56.214	0.184
$n_{co} = (\sum (n_i^{3/2} \cdot P_i) / \sum(P))^{2/3}$			0.022	

4.3. KECEPATAN ALIRAN (V)

Kecepatan aliran (v) merupakan parameter hasil yang menunjukkan laju aliran air dalam saluran. Nilai kecepatan aliran dipengaruhi oleh jari-jari hidrolis, kemiringan saluran, dan koefisien kekasaran. Semakin besar nilai R dan S , maka kecepatan aliran akan meningkat, sedangkan semakin besar nilai n akan menurunkan kecepatan aliran. Dalam persamaan Manning, kecepatan aliran dihitung dengan persamaan.

- $$v (STA 0 + 000) = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 0 + 000) = \frac{1}{0,022} \times 3,056^{\frac{2}{3}} \times 00126^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 0 + 000) = 3,398 \text{ m/s}$$

- $$v (STA 5 + 250) = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 5 + 250) = \frac{1}{0,022} \times 4,188^{\frac{2}{3}} \times 00126^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 5 + 250) = 4,214 \text{ m/s}$$

- $$v (STA 6 + 900) = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 6 + 900) = \frac{1}{0,022} \times 4,214^{\frac{2}{3}} \times 00126^{\frac{1}{2}}$$

$$v (STA 6 + 900) = 4,214 \text{ m/s}$$

Kecepatan tersebut dihitung dari dasar saluran hingga batas atas tanggul pada bagian kanan dan kiri saluran.

4.4. PERHITUNGAN DEBIT DENGAN PERSAMAAN MANNING

Perhitungan debit aliran pada penelitian ini dilakukan menggunakan persamaan Manning untuk mengetahui kapasitas Sungai Batang Arau dalam mengalirkan debit aliran. Penggunaan persamaan Manning dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya dalam menghitung debit aliran secara sederhana dan efisien dengan mempertimbangkan parameter hidrolis utama seperti luas penampang basah (A), jari-jari hidrolis (R), kemiringan dasar saluran (S), dan koefisien kekasaran Manning (n), yang telah ditentukan pada sub bab sebelumnya.

Debit aliran (Q) merupakan volume air yang mengalir melalui suatu penampang dalam satu satuan waktu dan dinyatakan dalam $m^3/detik$. Debit aliran dihitung berdasarkan hubungan antara luas penampang dan kecepatan aliran, yaitu pada persamaan.

- $Q_{STA (0 + 000)} = v \times A$

$$Q_{STA (0 + 000)} = 3,398 \times 171,770$$

$$Q_{STA (0 + 000)} = 583,617 \text{ } m^3/s$$

- $Q_{STA (5 + 250)} = v \times A$

$$Q_{STA (5 + 250)} = 4,214 \times 250,024$$

$$Q_{STA (5 + 250)} = 1053,510 \text{ } m^3/s$$

- $Q_{STA (6 + 900)} = v \times A$

$$Q_{STA (6 + 900)} = 4,214 \times 250,024$$

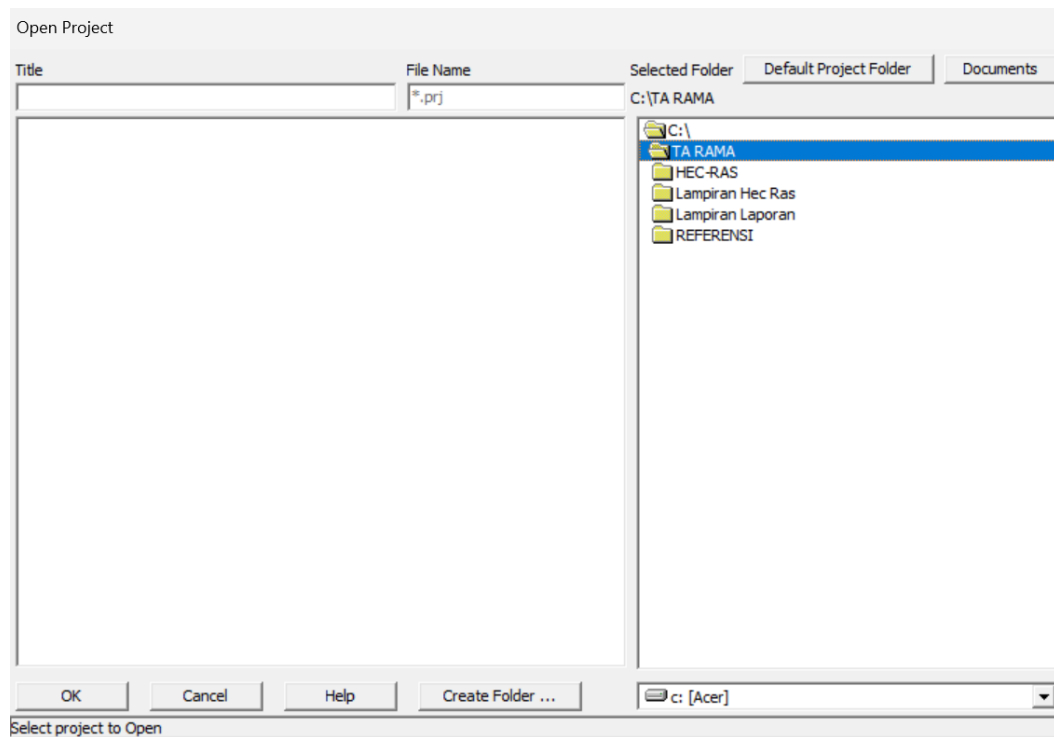
$$Q_{STA (6 + 900)} = 1053,497 \text{ } m^3/s$$

4.5. ANALISA KAPASITAS PENAMPANG DENGAN PERSAMAAN MANNING MENGGUNAKAN HEC-RAS

Penentuan profil muka air dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 6.4.1, yang digunakan untuk pemodelan aliran sungai. Dalam penelitian ini, simulasi dilakukan pada kondisi aliran tetap (*steady flow*). Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengoperasian HEC-RAS 6.4.1 adalah sebagai berikut:

4.5.1. Creat New Project

Tahap awal dalam penggunaan perangkat lunak HEC-RAS adalah membuat *project* baru (*New Project*) melalui menu *File*. Pembuatan *project* ini bertujuan sebagai wadah untuk menyimpan seluruh data dan hasil pemodelan dalam satu berkas.

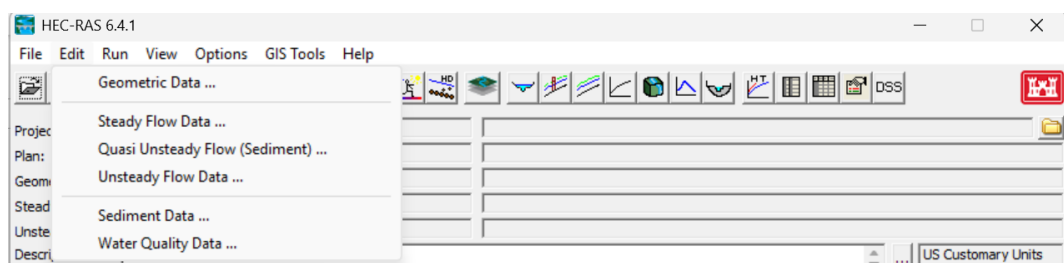


Gambar 4. 7 Kotak Dialog Ketika Membuat File New Project pada Software HEC-RAS

4.5.2. Input Data Geometri

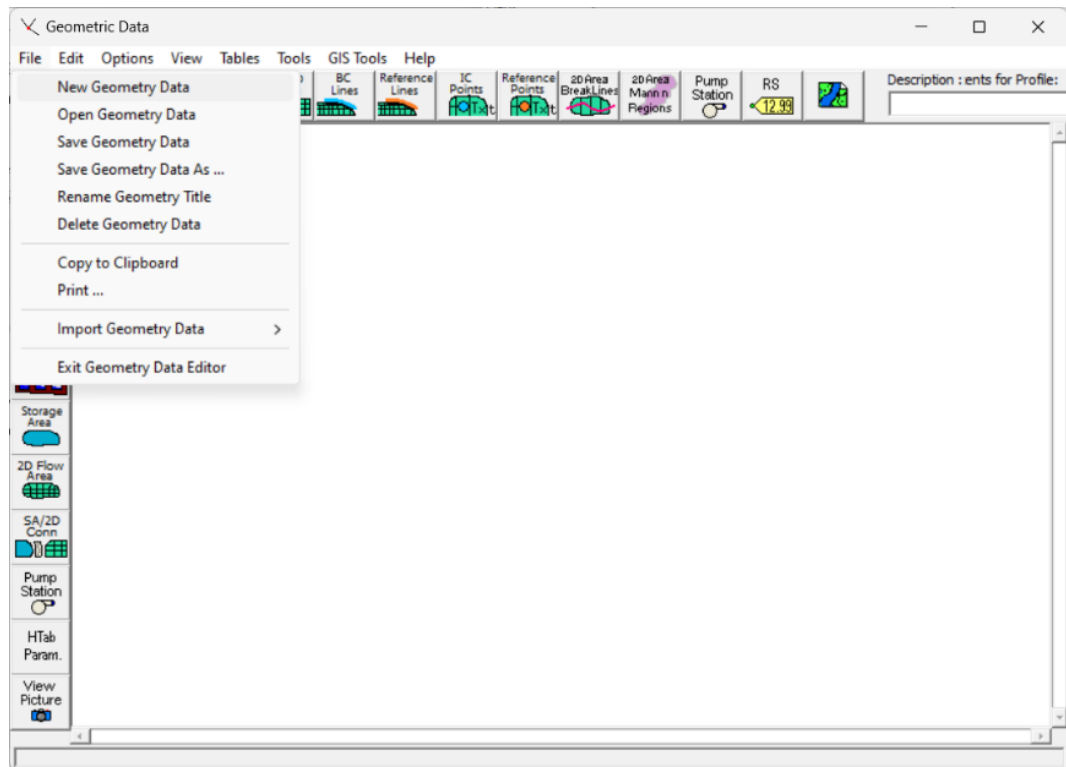
Setelah *project* berhasil dibuat, tahapan berikutnya adalah memasukkan data geometri sungai ke dalam perangkat lunak HEC-RAS sebagai dasar dalam proses pemodelan.

A. Buka aplikasi HEC-RAS, pilih *edit* pada *toolbar* — *Geometric Data*.



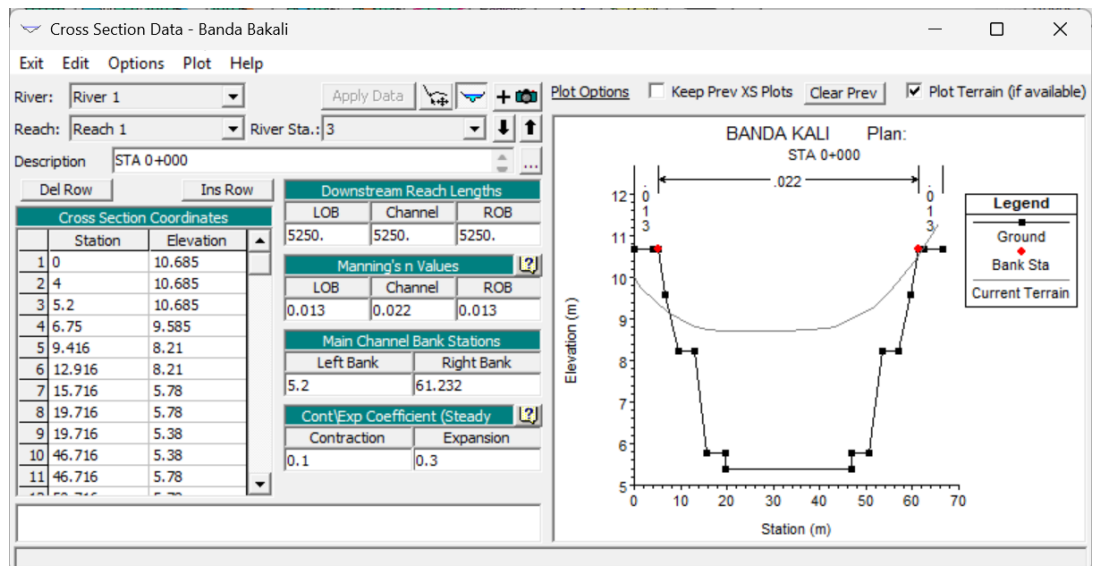
Gambar 4. 8 Geometric Data

B. Selanjutnya pilih menu *File — New Geometry Data*.



Gambar 4. 9 *New Geometry Data*

C. Selanjutnya, pada menu *Geometric Data*, pilih opsi *Cross Section*, kemudian input data penampang melintang yang telah diperoleh. Setelah itu, masukkan nilai koefisien Manning untuk saluran, sehingga tampilan penampang melintang (*cross section*) dapat ditampilkan.

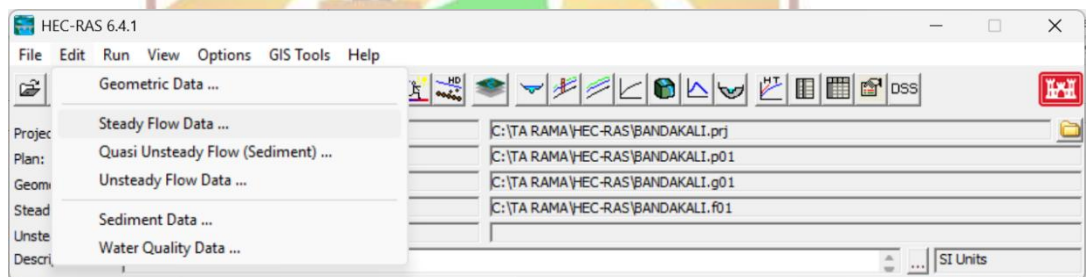


Gambar 4. 10 Input Data Cross Section

4.5.3. Input Data Aliran

Tahap berikutnya adalah memasukkan data aliran yang dibutuhkan untuk analisis aliran tetap (*steady flow*), dengan tahapan sebagai berikut:

- A. Pilih menu *Edit — Steady Flow Data*.



Gambar 4. 11 Steady Flow Data

- B. Pada jendela *Steady Flow Data*, masukkan nilai 2 pada kolom *Enter/Edit Number of Profiles*, yang menunjukkan jumlah profil muka air yang dianalisis dalam penelitian ini. Selanjutnya, input nilai debit sesuai dengan data yang digunakan.

Steady Flow Data - STEADY MANNING

File Options Help

Description :

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates
River	Reach	RS	Debit
1 River 1	Reach 1	3	583.617

Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)

Gambar 4. 12 Input Data Aliran

- C. Selanjutnya klik *Reach Boudary Conditions*, pada *Downstream* klik *Critical Depth* karena kita akan mengetahui titik bajir, lalu *Ok*.

Steady Flow Boundary Conditions

☒ Set boundary for all profiles ☐ Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Selected Boundary Condition Locations and Types

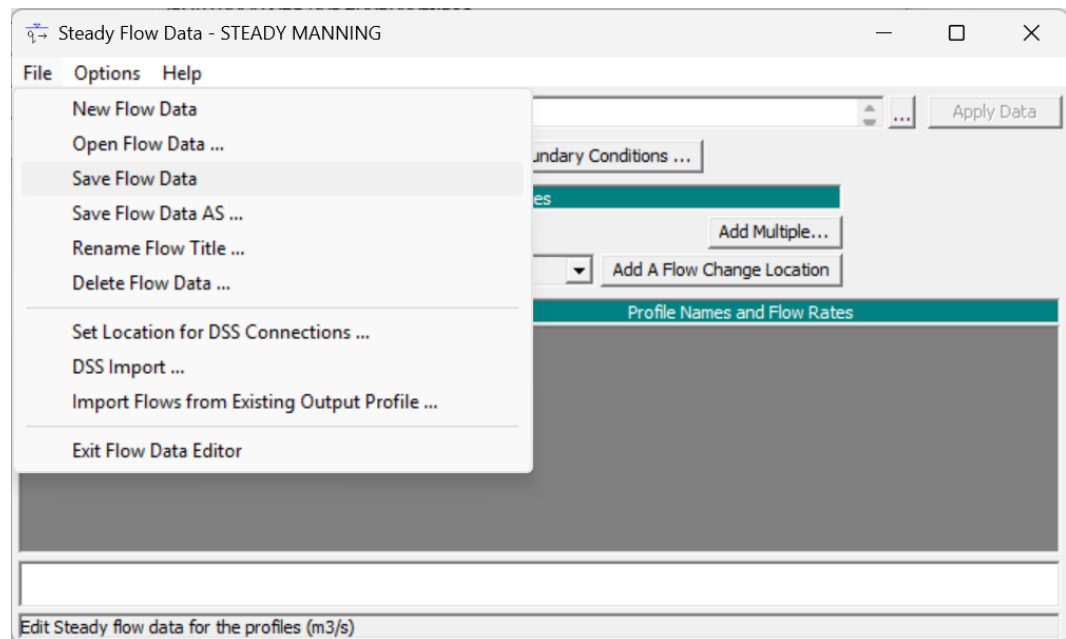
River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Sungai	Reach 1	all	Critical Depth	Critical Depth

Select boundary condition Location in table and then select

Select Boundary condition for the upstream side of selected reach.

Gambar 4. 13 Reach Boudary Conditions

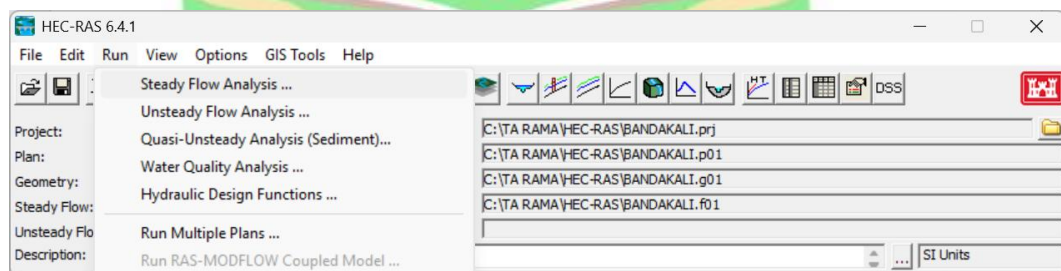
- D. Setelah itu *Apply Data*. *Save Flow Data* dengan cara pilih menu *File — Save Flow Data*.



Gambar 4. 14 *Simpan Steady Flow Data*

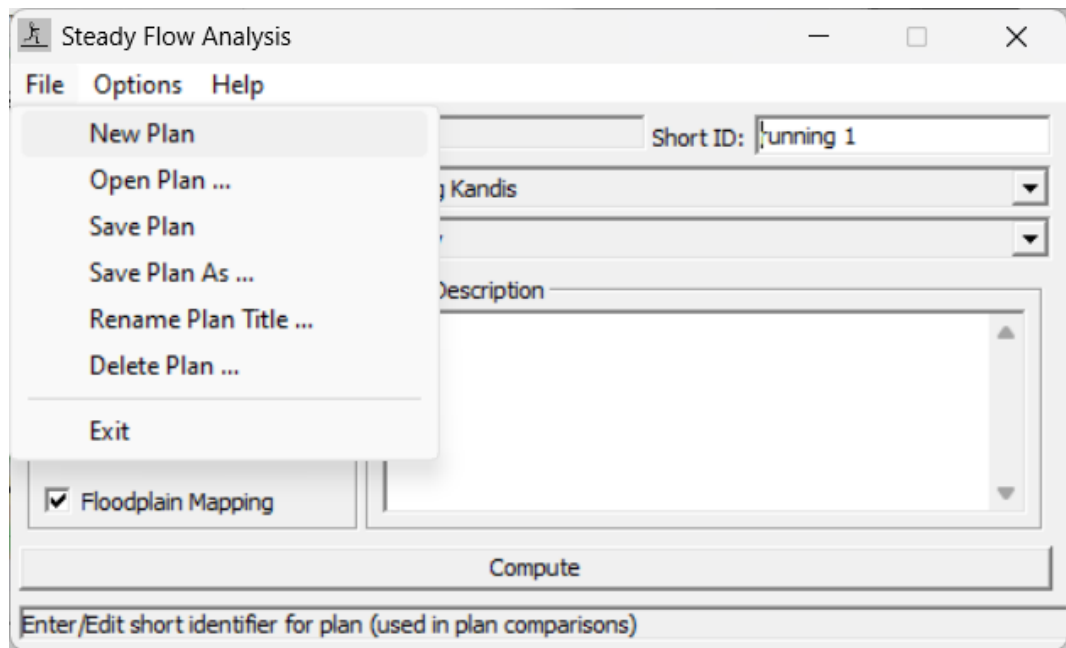
4.5.4. Running HEC-RAS

A. Pilih menu *Run — Steady Flow Analysis*.



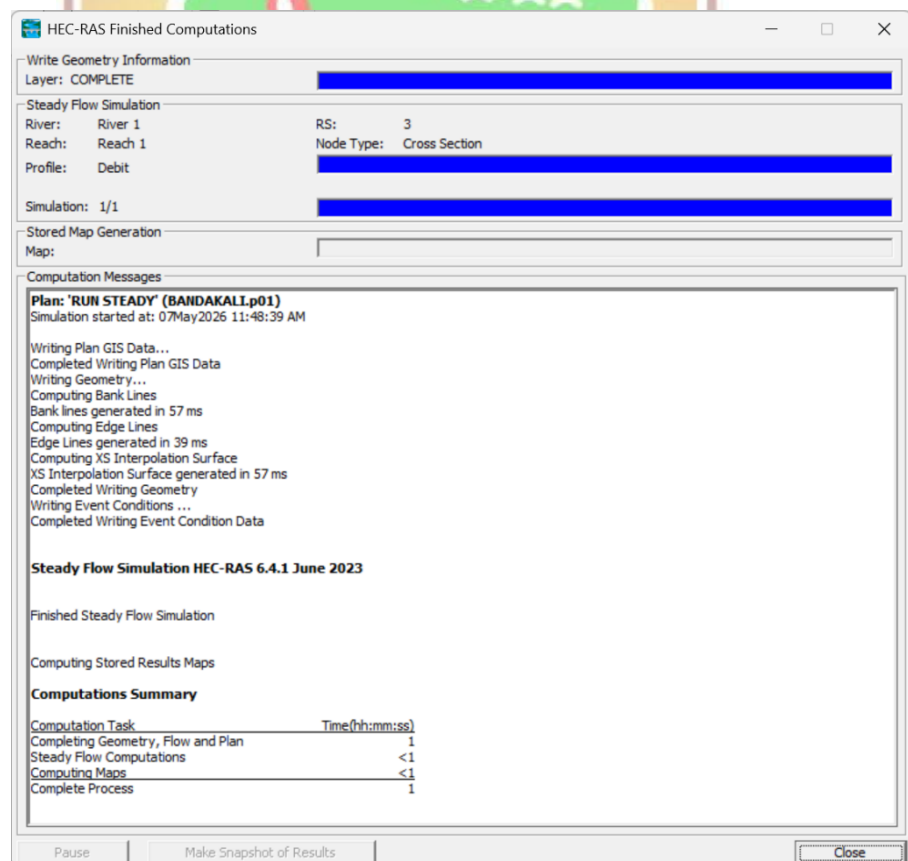
Gambar 4. 15 *Steady Flow Analysis*

B. Pada kotak dialog *Steady Flow Analysis*, klik menu *File — New Plan*.



Gambar 4. 16 *New Plan pada Steady Flow Analysis*

C. Selanjutnya klik *Compute*, maka HEC-RAS akan memproses data yang telah dibuat.



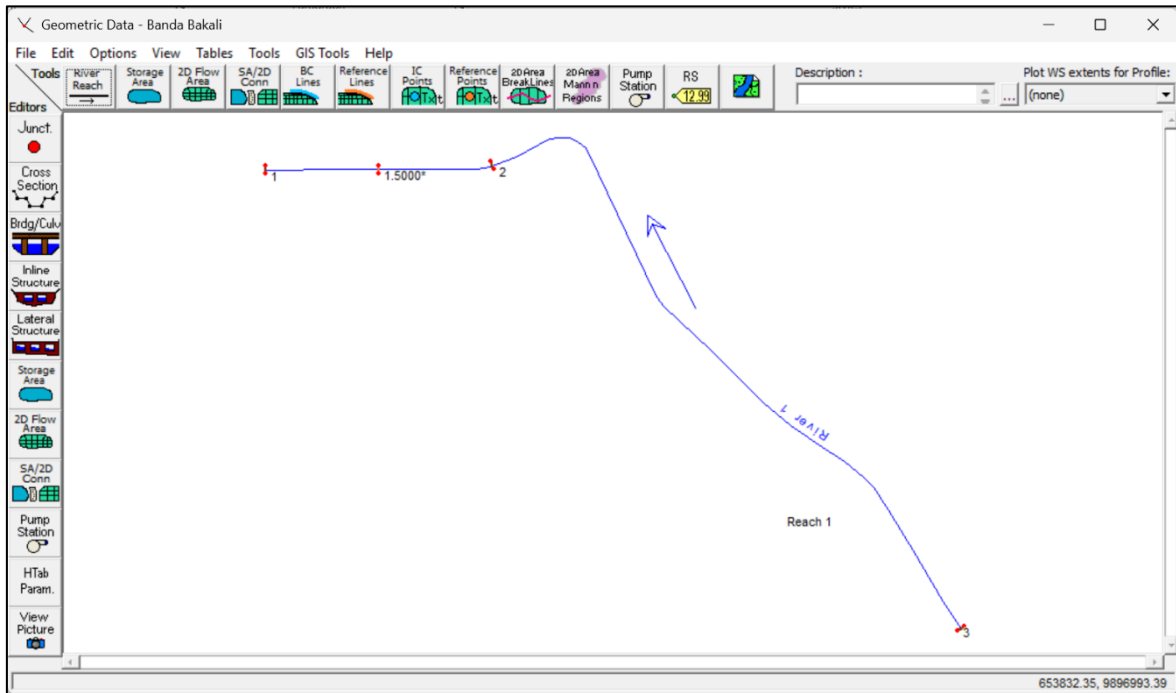
Gambar 4. 17 *Compute HEC-RAS*

4.5.5. Hasil Analisa Software HEC-RAS

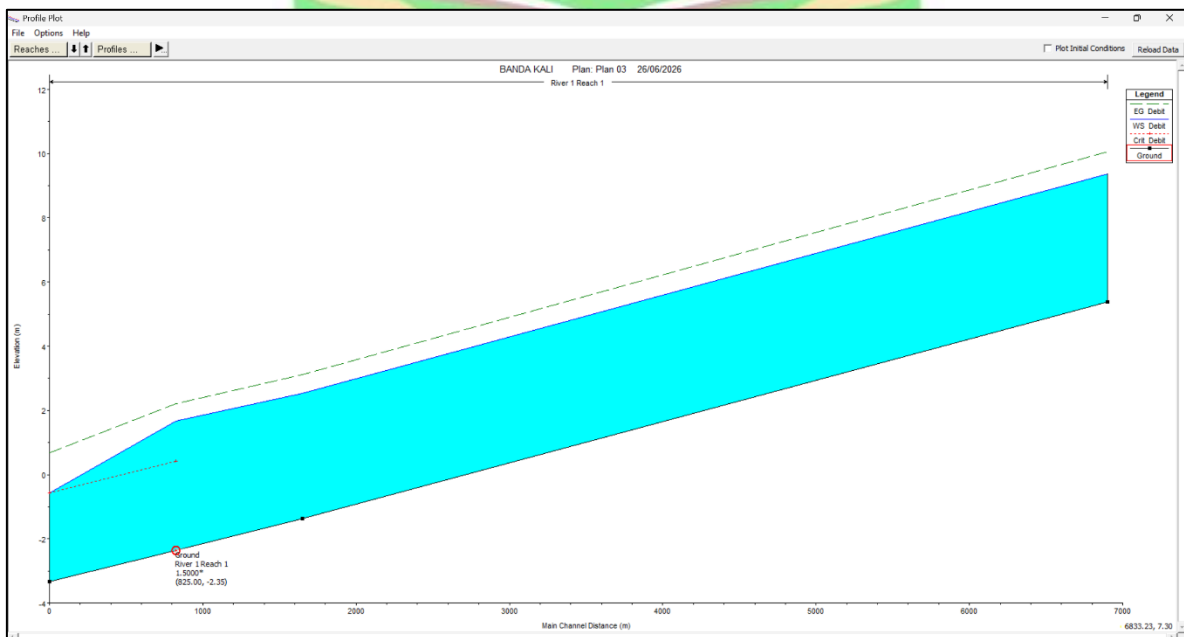
Hasil analisis untuk tinggi muka air banjir pada aplikasi HEC-RAS didapatkan dari data penampang sungai dan data debit persamaan manning. Untuk arah aliran dari hulu ke hilir dapat dilihat sebagai berikut:

- Debit 583.62 m³/s

A. Long Section



Gambar 4. 18 Geometry sungai pada Aplikasi HEC-RAS

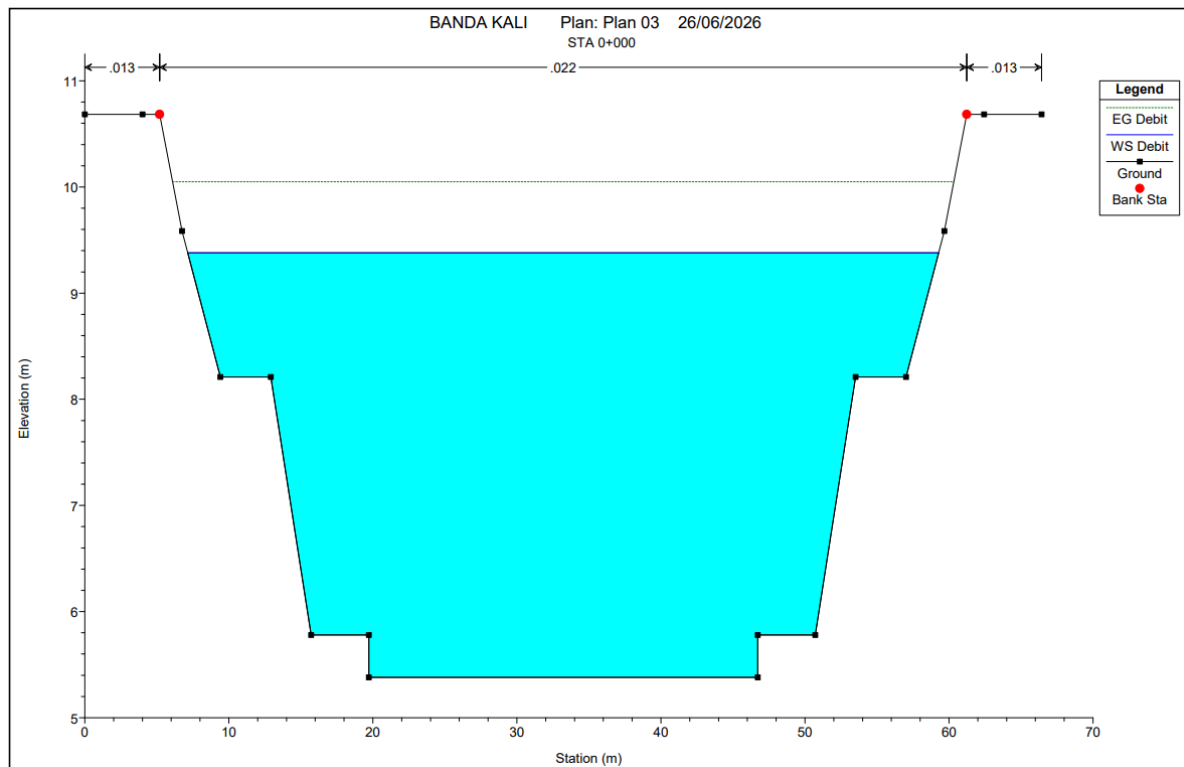


Gambar 4. 19 View Profiles Long Section pada Aplikasi HEC-RAS

B. Cross Section

- STA 0 + 000

Pada gambar di bawah, STA 0 + 000, tidak terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



Gambar 4. 20 Simulasi HEC-RAS pada STA 0+000

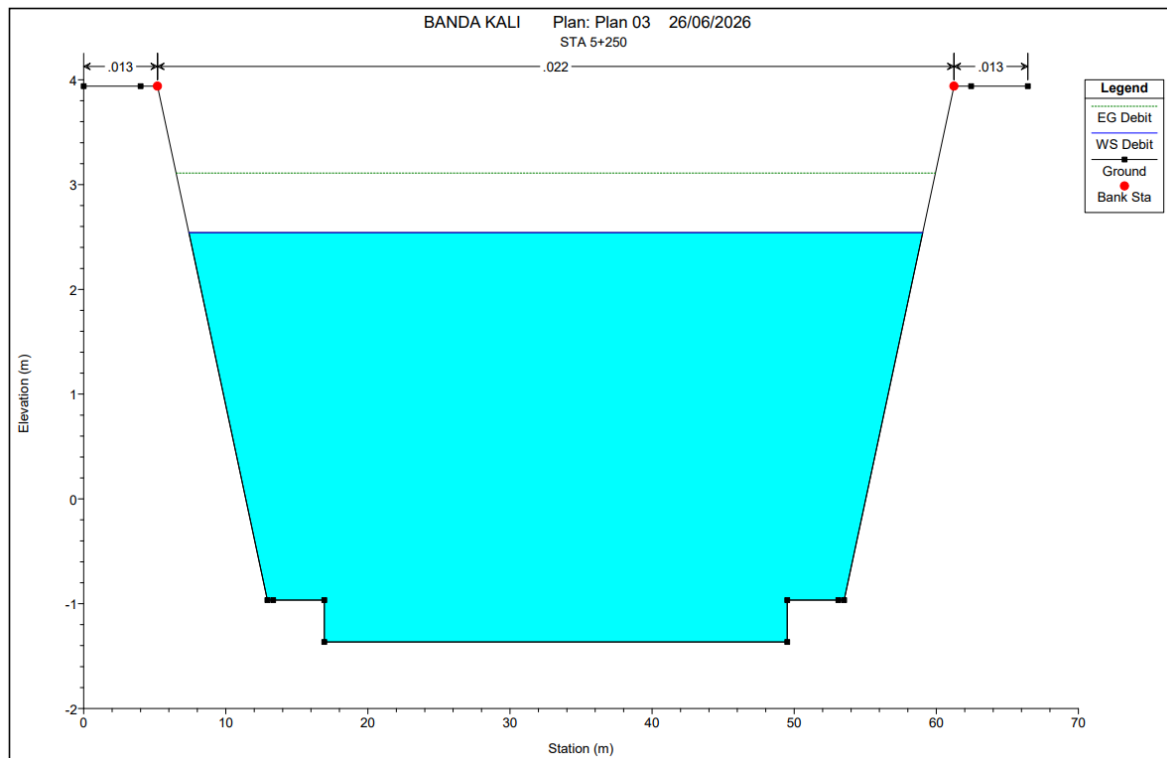
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil STA 0+000

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 0+000	583.62	-3.34	1.97	1.97	2.40	Tidak Banjir	Tidak Banjir

= Tidak Terjadi Banjir

- STA 5+250

Pada gambar di bawah , STA 5+250 , tidak terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



Gambar 4. 21 Simulasi HEC-RAS pada STA 5+250

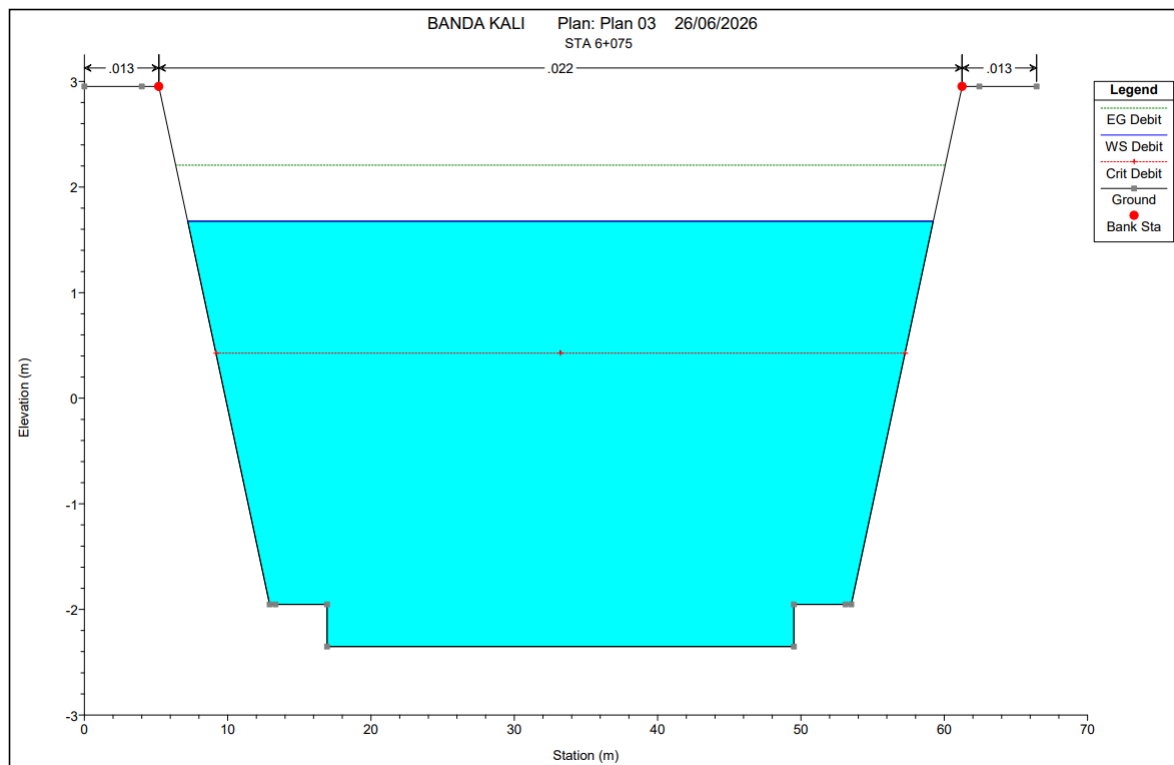
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil STA 5+250

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 5+250	583.62	-2.35	2.95	2.95	3.48		

= Terjadi Luapan

- STA 6+075

Pada gambar di bawah , STA 6+075 , tidak terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



Gambar 4. 22 Simulasi HEC-RAS pada STA 6+075

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil STA 6+075

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 6+075	583.62	-1.36	3.94	3.94	3.38		

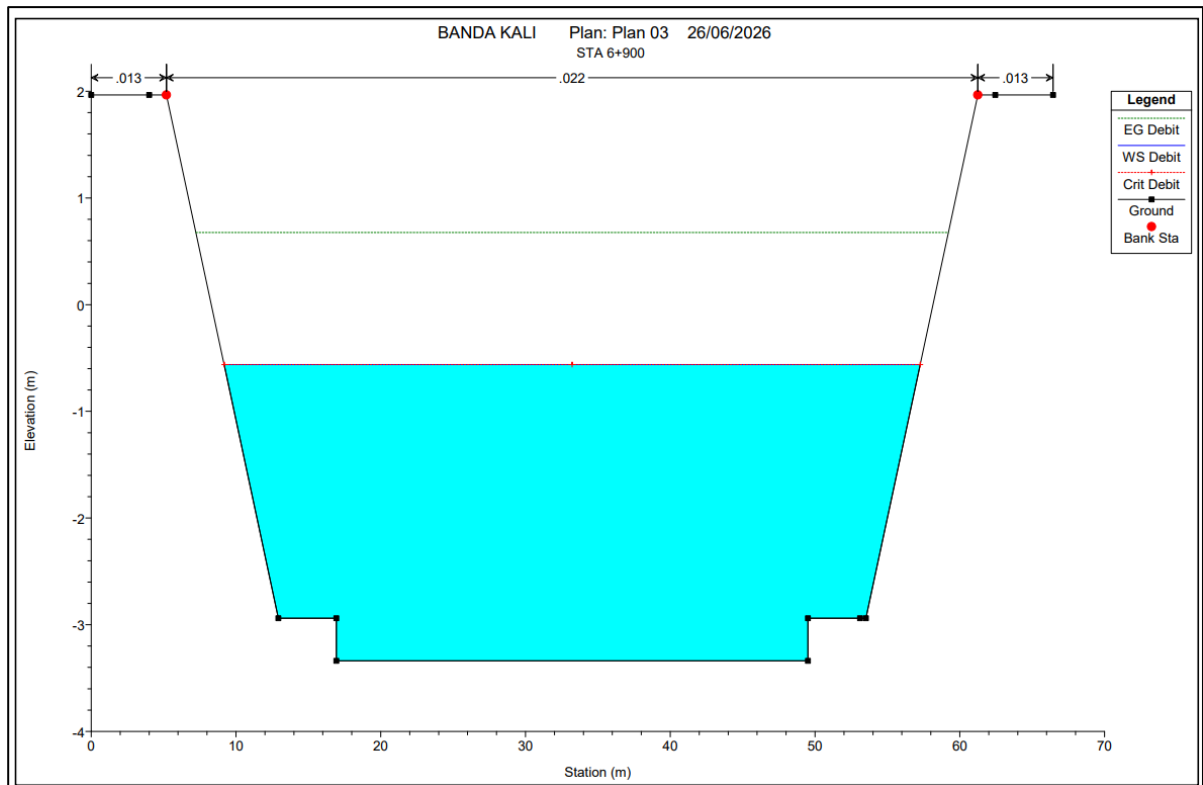


=

Terjadi Luapan

- STA 6+900

Pada gambar di bawah, STA 6+900, tidak terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



Gambar 4. 23 simulasi HEC-RAS pada STA 6+900

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil STA 6+900

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 6+900	583.62	5.38	10.69	10.69	3.09	Tidak Banjir	Tidak Banjir



=

Terjadi Luapan

Untuk melihat elevasi muka air dan ketinggian dari masing-masing stasiong dapat dilihat pada tabel yang dilampirkan berikut ini:

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Tinggi Luapan Air Sungai pada Kondisi Exsisting

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 0+000	583.62	-3.34	1.97	1.97	2.40	Tidak Banjir	Tidak Banjir
STA 5+250	583.62	-2.35	2.95	2.95	3.48	Tidak Banjir	Tidak Banjir
STA 6+075	583.62	-1.36	3.94	3.94	3.38	Tidak Banjir	Tidak Banjir
STA 6+900	583.62	5.38	10.69	10.69	3.09	Tidak Banjir	Tidak Banjir

Keterangan

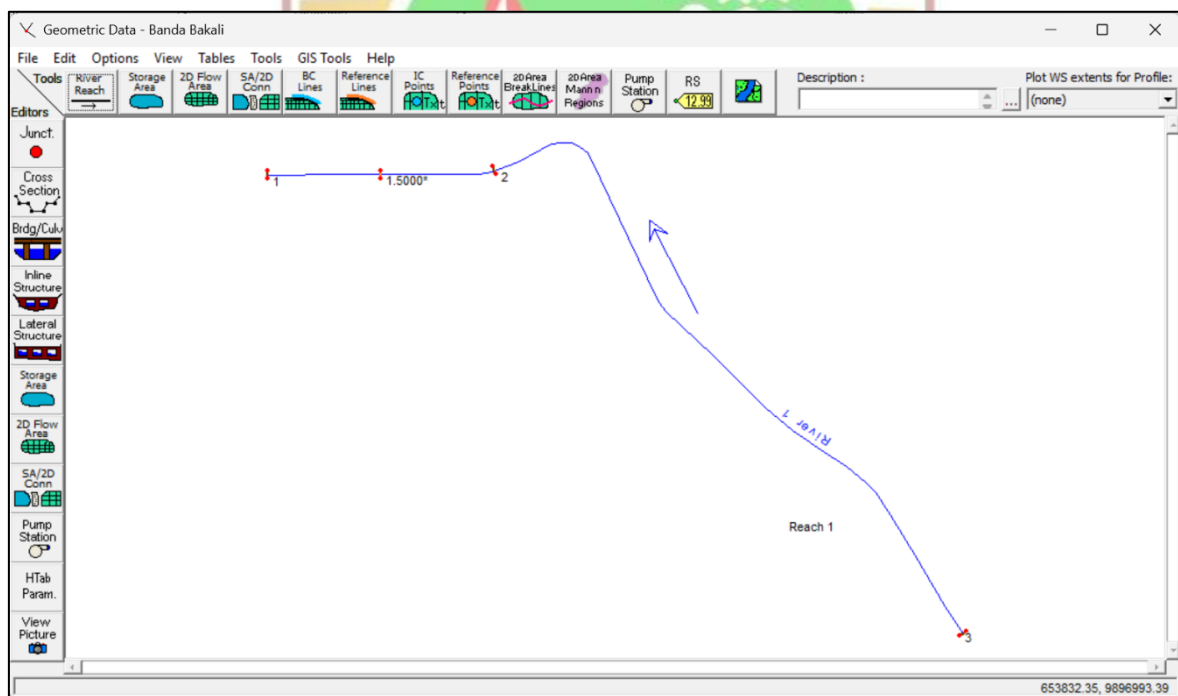
:

=

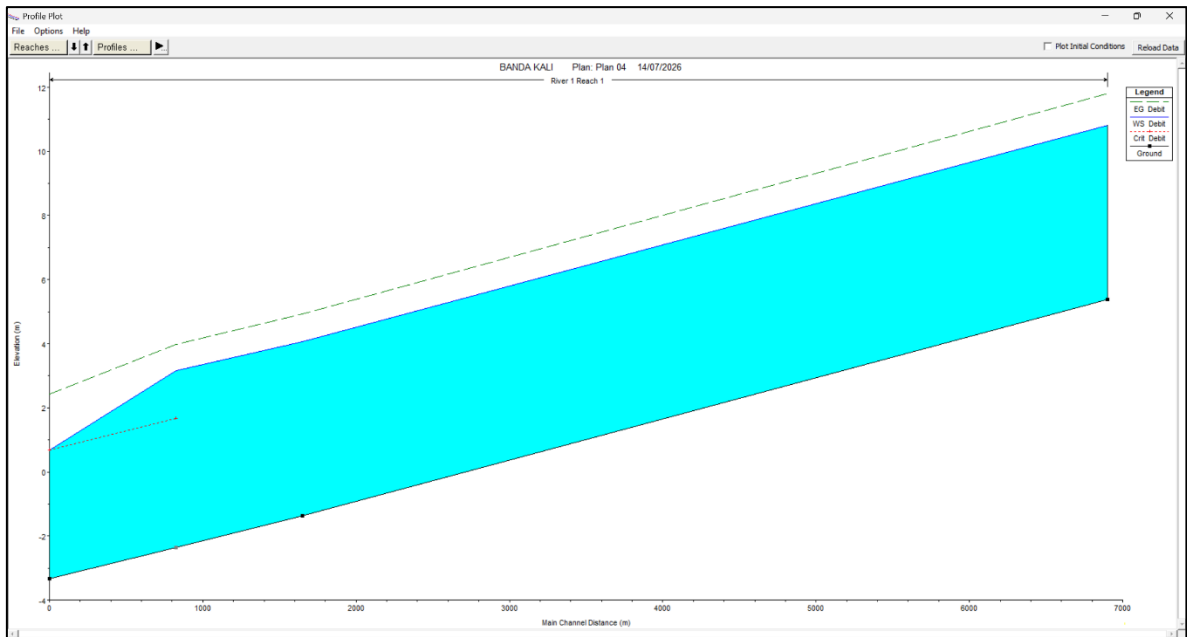
Terjadi Luapan

- Debit 1053,497 m³/s

A. Long Section



Gambar 4. 24 Geometry sungai pada Aplikasi HEC-RAS

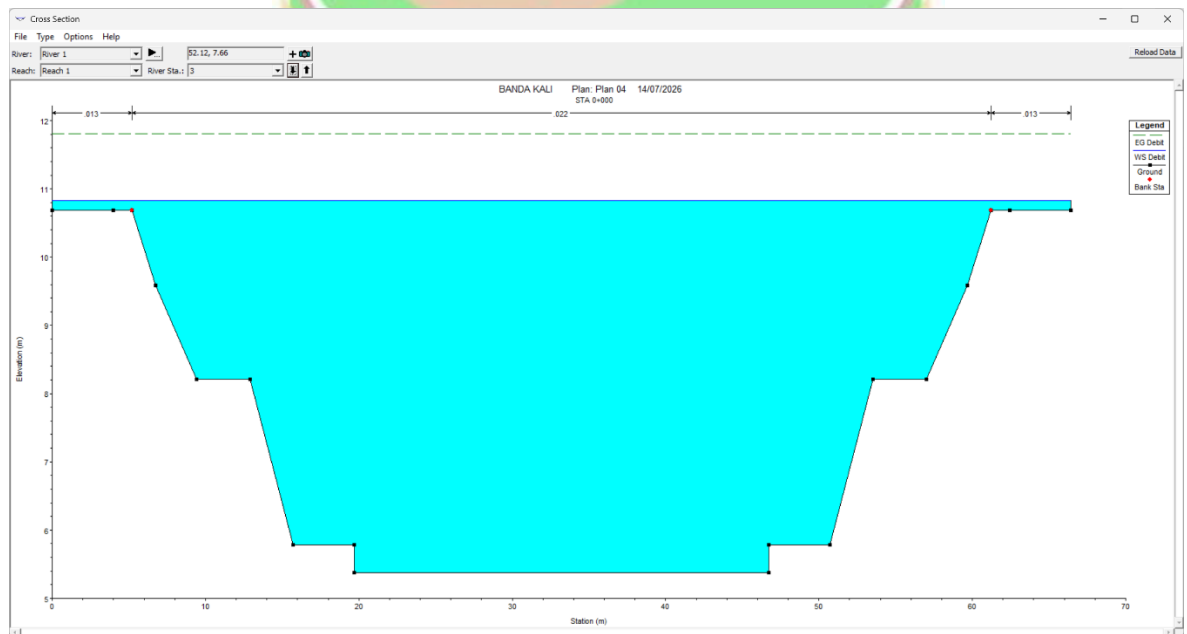


Gambar 4. 25 View Profiles Long Section pada Aplikasi HEC-RAS

B. Cross Section

- STA 0 + 000

Pada gambar di bawah, STA 0 + 000, terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



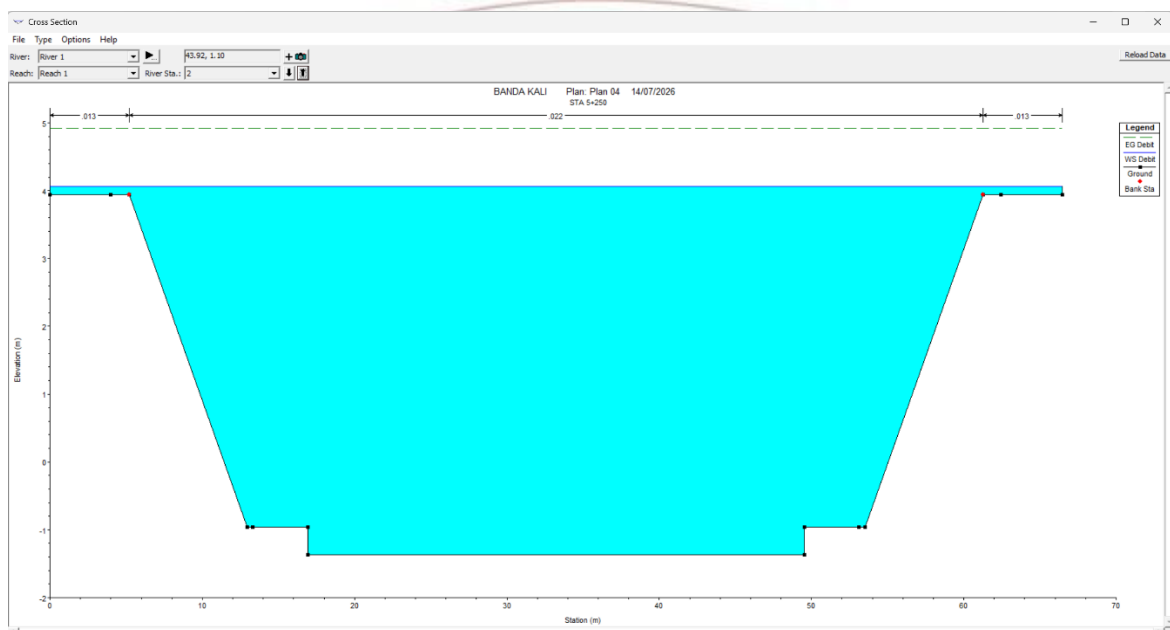
Gambar 4. 26 Simulasi HEC-RAS pada STA 0+000

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil STA 0+000

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 0+000	1053.50	5.38	10.69	10.69	3.63	0.14	0.14

- STA 5+250

Pada gambar di bawah , STA 5+250 , terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



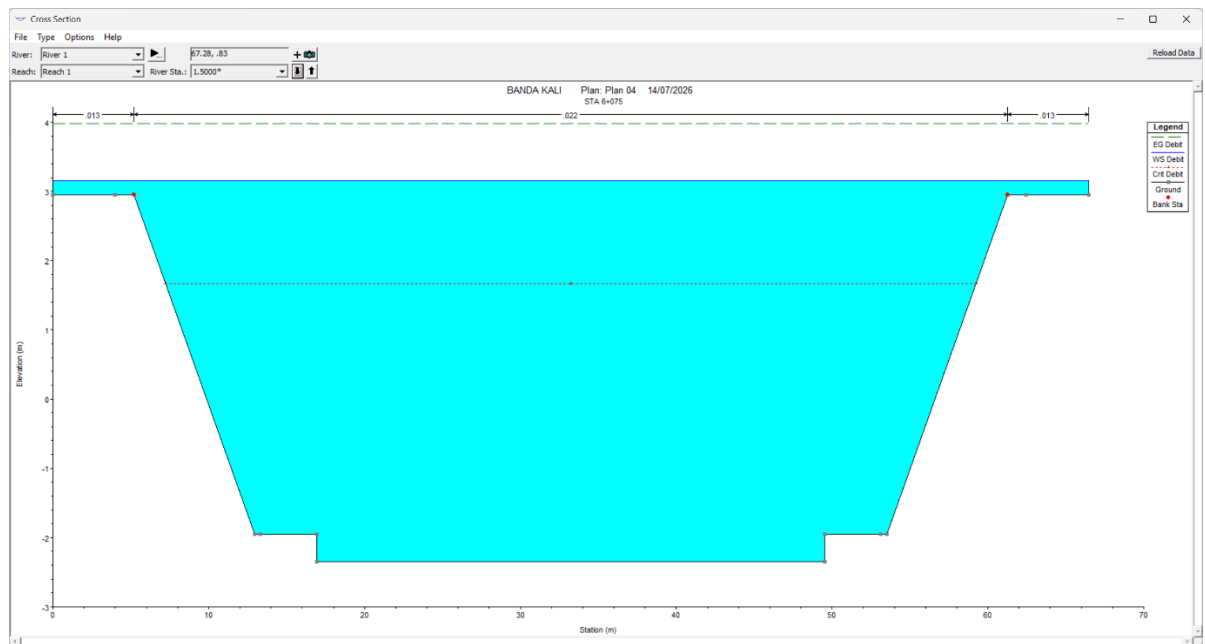
Gambar 4. 27 Simulasi HEC-RAS pada STA 5+250

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil STA 5+250

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 5+250	1053.50	-1.36	3.94	3.94	3.88	0.12	0.12

- STA 6+075

Pada gambar di bawah , STA 6+075 , terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



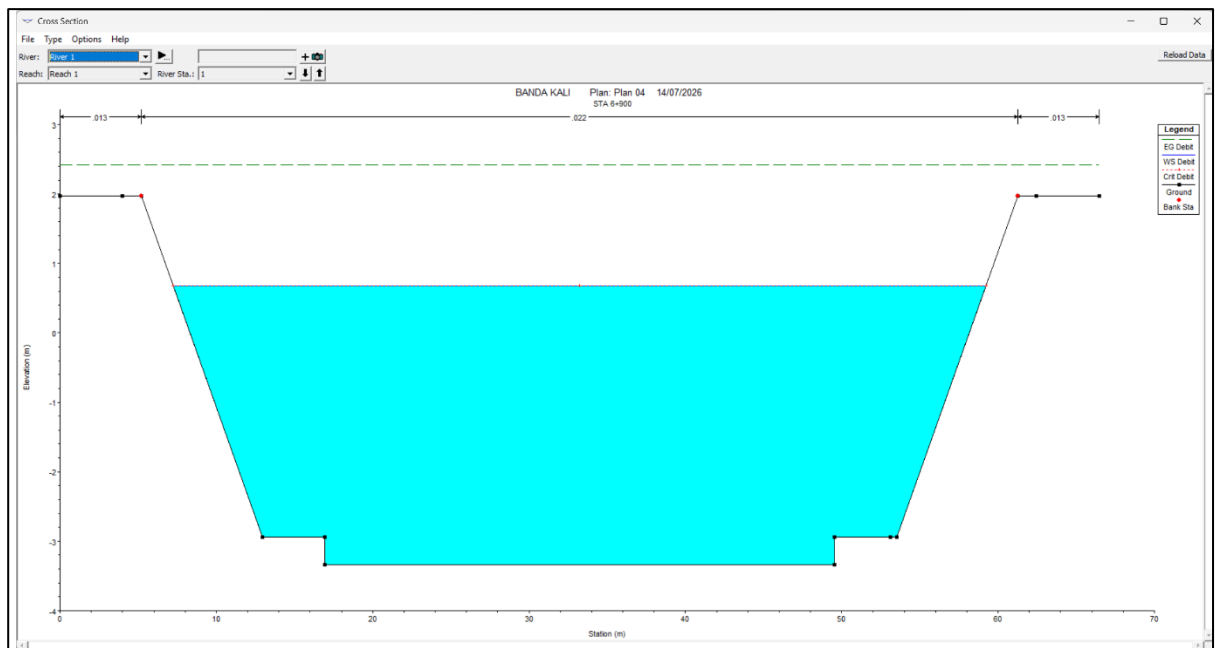
Gambar 4. 28 Simulasi HEC-RAS pada STA 6+075

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil STA 6+075

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 6+075	1053.50	-2.35	2.95	2.95	3.96	0.2	0.2

- STA 6+900

Pada gambar di bawah, STA 6+900, tidak terjadi banjir pada bagian kiri dan kanan sungai yang dilihat dari titik merah pada gambar *cross section*.



Gambar 4. 29 imulasi HEC-RAS pada STA 6+900

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil STA 6+900

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 6+900	1053.50	-3.34	1.97	1.97	3.47	Tidak Banjir	Tidak Banjir

Untuk melihat elevasi muka air dan ketinggian dari masing-masing stasioning dapat dilihat pada tabel yang dilampirkan berikut ini:

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Tinggi Luapan Air Sungai pada Kondisi Exsisting

Stationing	Debit Rencana (m ³ /s)	Elevasi Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing (m)		Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Luapan (m)	
			Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
STA 0+000	1053.50	5.38	10.69	10.69	3.63	0.14	0.14
STA 5+250	1053.50	-1.36	3.94	3.94	3.88	0.12	0.12
STA 6+075	1053.50	-2.35	2.95	2.95	3.96	0.2	0.2
STA 6+900	1053.50	-3.34	1.97	1.97	3.47	Tidak Banjir	Tidak Banjir

Keterangan

:

=

Terjadi Luapan

Hasil perhitungan menggunakan Persamaan Manning menunjukkan bahwa kapasitas aliran Sungai Batang Arau sebesar 583,62 m³/s. Nilai ini merepresentasikan kemampuan penampang sungai eksisting dalam mengalirkan debit berdasarkan kondisi geometri, kemiringan dasar sungai, dan koefisien kekasaran Manning. Selanjutnya, dilakukan pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS dengan beberapa variasi debit untuk memperoleh debit yang paling sesuai dengan hasil perhitungan teoritis. Berdasarkan hasil *running* HEC-RAS, diperoleh bahwa debit 583,62 m³/s menunjukkan kesesuaian terbaik pada penampang STA 5+250 hingga STA 6+900. Pada ruas tersebut, elevasi muka air hasil simulasi berada sangat dekat dengan elevasi tebing sungai tanpa menyebabkan limpasan yang signifikan, sehingga penampang ini dapat dianggap sebagai penampang pengendali (control section) yang merepresentasikan kapasitas hidraulika Sungai Batang Arau.

Sementara itu, hasil analisis hidrologi menghasilkan debit banjir rencana sebesar 1.053,50 m³/s. Jika dibandingkan dengan kapasitas sungai eksisting, terdapat selisih debit sebesar 469,88 m³/s, atau sekitar 80,5% lebih besar daripada kapasitas saluran. Kondisi ini menunjukkan bahwa debit banjir rencana telah melampaui kemampuan penampang sungai dalam mengalirkan aliran secara aman.

Perbedaan kapasitas sungai dan debit banjir rencana tersebut mengindikasikan bahwa pada saat debit mencapai 1.053,50 m³/s, beberapa penampang Sungai Batang Arau tidak lagi mampu menampung aliran sehingga muka air berpotensi melampaui elevasi tebing dan menyebabkan limpasan. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa ruas STA 5+250 hingga STA 6+900, yang sebelumnya masih mampu mengalirkan debit 583,62 m³/s, menjadi segmen kritis ketika debit ditingkatkan hingga 1.053,50 m³/s. Hal ini menunjukkan bahwa ruas tersebut merupakan bagian sungai yang paling menentukan kapasitas hidraulika keseluruhan, karena menjadi lokasi pertama yang mendekati kondisi penuh dan berpotensi mengalami luapan.

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kapasitas Sungai Batang Arau saat ini belum mampu mengalirkan debit banjir rencana secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan kapasitas sungai melalui normalisasi, pelebaran atau pendalaman penampang, serta pengendalian sedimen dan vegetasi agar kapasitas hidraulika sungai meningkat dan risiko banjir dapat diminimalkan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai prediksi kapasitas Kanal Banjir Batang Arau dengan menggunakan persamaan Manning dan model HEC-RAS 6.4.1, dapat disimpulkan bahwa analisis kapasitas hidraulika saluran dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, yaitu luas penampang basah, keliling basah, jari-jari hidrolis, kemiringan dasar saluran, koefisien kekasaran Manning, dan kecepatan aliran. Hasil perhitungan menggunakan persamaan Manning pada penampang acuan STA 0+000 menunjukkan nilai luas penampang basah sebesar 171,770 m², keliling basah sebesar 56,214 m, jari-jari hidrolis sebesar 3,056 m, kemiringan dasar saluran sebesar 0,00126, serta koefisien kekasaran Manning gabungan sebesar 0,022. Berdasarkan parameter tersebut diperoleh nilai kecepatan aliran sebesar 3,398 m/s dengan kapasitas debit aliran sebesar 583,617 m³/s, yang menggambarkan kemampuan teoritis penampang kanal dalam mengalirkan debit berdasarkan kondisi geometrik dan karakteristik saluran eksisting.

Hasil pemodelan menggunakan HEC-RAS 6.4.1 menunjukkan bahwa simulasi aliran dengan debit yang diperoleh dari persamaan Manning dapat memberikan gambaran profil muka air pada setiap penampang sungai. Berdasarkan hasil analisis, pada STA 0+000 dan STA 6+900 elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai sehingga tidak terjadi limpasan banjir. Sementara itu, pada STA 5+250 kondisi elevasi muka air berada mendekati elevasi tebing sungai sehingga menjadi lokasi yang memiliki potensi lebih besar terhadap terjadinya luapan apabila terjadi peningkatan debit aliran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi elevasi muka air pada setiap penampang memiliki pengaruh terhadap kemampuan saluran dalam menampung debit banjir.

Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan, penggunaan persamaan Manning dan pemodelan HEC-RAS 6.4.1 dapat saling melengkapi dalam mengevaluasi kapasitas Kanal Banjir Batang Arau. Persamaan Manning memberikan hasil estimasi kapasitas debit berdasarkan karakteristik penampang saluran, sedangkan HEC-RAS memberikan analisis yang lebih detail mengenai kondisi muka air sepanjang aliran dengan mempertimbangkan perubahan geometri dan kondisi hidraulika pada setiap lokasi tinjauan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi eksisting kanal pada lokasi penelitian masih mampu mengalirkan debit analisis sebesar 583,617 m³/s, namun terdapat segmen tertentu yang perlu

menjadi perhatian dalam upaya pengendalian banjir. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi teknis dalam perencanaan normalisasi sungai, peningkatan kapasitas saluran, serta pengelolaan sistem pengendalian banjir yang lebih efektif dan berkelanjutan di Kota Padang.

5.2. SARAN

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan meningkatkan beberapa hal sebagai berikut:

- Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencakup wilayah Kanal Banjir Banda Bakali secara lebih menyeluruh dan tidak terbatas hanya pada lokasi tinjauan penelitian ini, sehingga kondisi banjir di sepanjang sungai dapat diketahui serta dapat dievaluasi kebutuhan normalisasi pada tiap segmennya.
- Pada penelitian berikutnya disarankan menggunakan aplikasi pendukung seperti GIS, ArcGIS, HEC-HMS, maupun perangkat lunak lainnya agar hasil analisis dan data yang diperoleh menjadi lebih akurat serta mendekati kondisi aktual di lapangan.
- Pada penelitian ini simulasi aliran dilakukan menggunakan kondisi steady flow. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode unsteady flow agar perubahan muka air terhadap waktu, terutama saat debit puncak terjadi, dapat dianalisis dengan lebih detail dan realistis.
- Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengoptimalkan pemanfaatan fitur-fitur pada HEC-RAS, seperti analisis *sediment transport* dan *water quality*, sehingga kajian hidraulika sungai dapat dilakukan secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Hernanda. (2021). *Analisis Digital Elevation Model (Dem) Pada Kawasan Baturaja Permai Kecamatan Baturaja Timur*.
- Gary W. Brunner. (2020). *HEC-RAS River Analysis System HEC-RAS Hydraulic Reference Manual*.
- HEC-RAS River Analysis System HEC-RAS User's Manual*. (t.t.).
- PermenPUI2-2014*. (t.t.).
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*.
- Zabihullah, A. F. (2024). *Evaluasi Penampang Sungai Banda Bakali Sebagai Drainase Primer Di Kota Padang Dengan Studi Kasus: Banjir Pada Tanggal 14 Juli 2023*.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Alamat: Gedung Departemen Teknik Sipil, Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163

Telepon: 0751-72664; Fax: 0751-72566

Laman: <http://sipil.ft.unand.ac.id>

Email: tekniksipil@eng.unand.ac.id

**HASIL PEMERIKSAAN KESAMAAN
TUGAS AKHIR (TA) / TESIS / DISERTASI**

Departemen Teknik Sipil Universitas Andalas telah melakukan pemeriksaan 'kesamaan' (*similarity*) dengan menggunakan aplikasi Turnitin terhadap laporan Tugas Akhir / Tesis/ Disertasi dari mahasiswa Teknik Sipil Universitas Andalas berikut:

Nama : Rama Anggara Guwita

NIM : 2010923025

Judul TA/Tesis : PREDIKSI KAPASITAS KANAL BANJIR BATANG ARAU
DENGAN PERSAMAAN MANNING DAN MODEL
HEC-RAS 6.4.1

Turnitin Submission ID : 2998755491

Index Similarity : **28%**

Angka *index similarity* diatas sudah memenuhi persyaratan kesamaan yang ditetapkan oleh Universitas Andalas.

Padang, 16/07/2026

Diperiksa oleh:

Ayu Marta Mulya

Diketahui,

Dosen Pembimbing / Promotor

Ir. Februarman, M.T

NIP. 196402231992031003