

TUGAS AKHIR

**KAJIAN HIDROLOGI DAN ANALISIS PENAMPANG
SUNGAI TENGGANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036

Dela Fitriana

NIM : 30202100064

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG 2025**

Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036

KAJIAN HIDROLOGI DAN ANALISIS PENAMPANG SUNGAI

Dela Fitriana

NIM : 30202100064

TENGGANG



2025

TUGAS AKHIR

KAJIAN HIDROLOGI DAN ANALISIS PENAMPANG

SUNGAI TENGGANG

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh:

Aprita Putri Fadila

NIM: 30202100036

Dela Fitriana

NIM: 30202100064

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2024/2025

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN HIDROLOGI DAN ANALISIS PENAMPANG DI SUNGAI TENGGANG



Aprita Putri Fadila
NIM : 30202100036



Dela Fitriana
NIM : 30202100064

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 21 Januari 2025

Tim Penguji

1. **Ir. Moh. Faiqun Ni'am, M.T., Ph.D**
NIDN: 0612106701
2. **Prof. Dr. Ir. S. Imam Wahyudi, DEA**
NIDN: 0613026601

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 19 / A.2 / SA - T / I / 2025

Pada hari ini tanggal 21 Januari 2025 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama:

Nama : Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T.,Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Aprita Putri Fadila
NIM : 30202100036

Dela Fitriana
NIM : 30202100064

Judul : Kajian Hidrolika Dan Analisis Penampang Sungai Tenggang
Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	02/10/2024	ACC
2	Seminar Proposal	19/11/2024	ACC
3	Pengumpulan data	27/11/2024	ACC
4	Analisis data	30/11/2024	ACC
5	Penyusunan laporan	10/12/2024	ACC
6	Selesai laporan	21/01/2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T., Ph.D

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Kajian Hidrolika Dan Analisis Penampang Sungai Tenggang”

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 21 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,

Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Dela Fitriana

NIM : 30202100064

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Kajian Hidrolika Dan Analisis Penampang Sungai Tenggang”

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036

“Kajian Hidrolika Dan Analisis Penampang Sungai Tenggang”

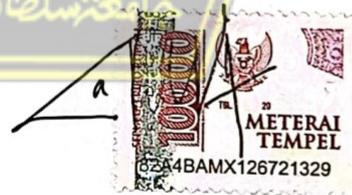
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 21 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Aprita Putri Fadila

NIM : 30202100036

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Dela Fitriana

NIM : 30202100064

JUDUL TUGAS AKHIR :

“Kajian Hidrolika Dan Analisis Penampang Sungai Tenggang”

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 21 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Dela Fitriana

NIM : 30202100064

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

(Q. S. Ali 'Imran:110)

“ Libatkan Allah dalam Segala Urusan, Agar yang Berat menjadi Ringan dan yang Sulit menjadi Mudah”

“ Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

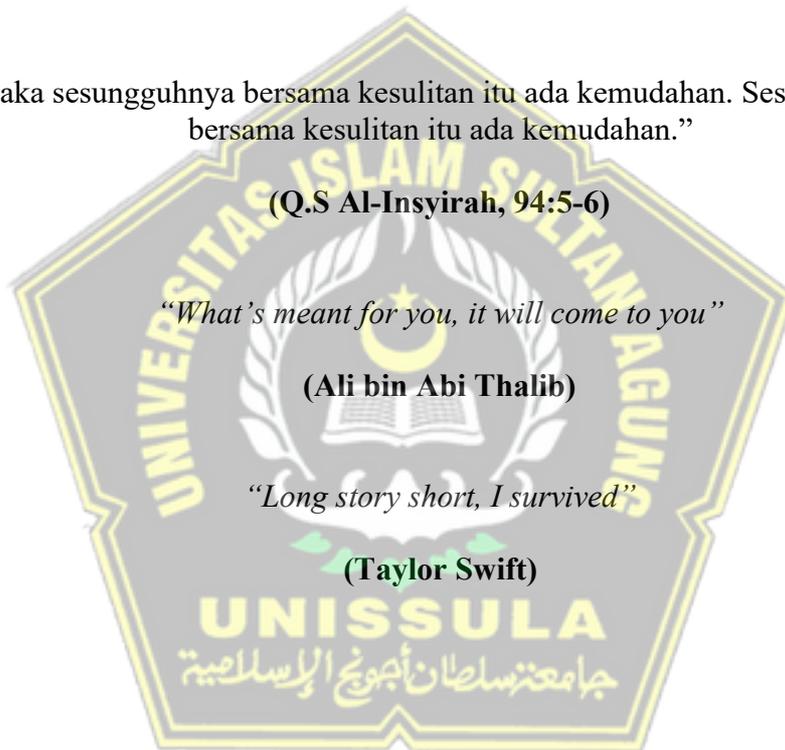
(Q.S Al-Insyirah, 94:5-6)

“What’s meant for you, it will come to you”

(Ali bin Abi Thalib)

“Long story short, I survived”

(Taylor Swift)



Aprita Putri Fadila

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

(Q. S. Ali 'Imran:110)

"Allah tidak pernah mengatakan bahwa hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan pasti akan ada kemudahan." **(QS. Al Insyirah : 5 – 6)**

"Terlambat bukan berarti gagal, cepat bukan berarti hebat. Terlambat bukan menjadi alasan untuk menyerah, setiap orang memiliki proses yang berbeda. Percayalah proses itu yang paling penting, karena Allah telah mempersiapkan hal baik dibalik kata proses yang kamu anggap rumit." **(Edwar Satria)**

"Sukses itu bukan hanya berhasil meraih yang kita rencanakan, sukses juga adalah berhasil bangkit Ketika jatuh, itulah sukses". **(Anies Baswedan)**

"Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar"

(Q.S Ar-Rum : 60)

Dela Fitriana

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua penulis, Bapak Sumijan dan Ibu Musriah yang sangat penulis sayangi. Terimakasih untuk kedua orang tua penulis yang telah berjuang, senantiasa memberikan motivasi, selalu bangga kepada penulis, selalu percaya bahwa putri pertama mereka telah dewasa sehingga dapat menyelesaikan tanggungjawabnya.
2. Terimakasih untuk keluarga penulis, Kakek Darman, Tante Damini, Om Eko dan Adik tercinta Josa Ega yang selalu memberikan semangat untuk terus berjuang.
3. Bapak Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang selalu membimbing dengan sabar dan Ikhlas serta disiplin, terimakasih atas bimbingan yang bapak berikan.
4. Terimakasih untuk teman-teman penulis, Cyntia, Alwi, Maulida, Siti, Iman, dan teman-teman masa kecil penulis yang telah setia memberikan dukungan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Untuk rekan penulis, Dela Fitriana terimakasih telah berjuang bersama dalam kesulitan maupun kesusahan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Terimakasih untuk rekan-rekan Angkatan 2021 yang telah membantu penulis dan senantiasa menyemangati untuk terus berjuang.
7. Terakhir, untuk diri sendiri Aprita Putri Fadila terimakasih telah berjuang hingga akhir, terimakasih untuk tetap percaya diri bahwa anda bisa menyelesaikan skripsi ini hingga akhir.

Aprita Putri Fadila
NIM : 30202100036

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Sukawi. Beliau selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis agar segera menyelesaikan studinya sampai sarjana dan penulis mempersembahkan gelar ini untuknya.
2. Pintu surgaku, Ibu Sukanik. Penulis mengucapkan terimakasih banyak atas dukungan, semangat dan motivasi selama ini. Terimakasih atas nasihat dan saran yang selalu diberikan kepada penulis, terima kasih juga atas kesabarannya dalam segala hal apa pun itu. Ibu sosok wanita kuat dan sabar. Terima kasih sudah menjadi alasan tempatku untuk selalu pulang kerumah, bu.
3. Terimakasih kepada Kakek Suratman dan keluarga besar lainnya yang sudah mendukung penulis sampai sejauh ini.
4. Bapak Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T.,Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan arahan serta ilmu yang bermanfaat.
5. Aprita Putri Fadila selaku rekan dan sahabat yang telah bekerja keras, berjuang bersama-sama untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Kepada kekasih penulis, Dwi Kurniawan yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman Fakultas Teknik Jurusan Sipil angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
8. Terimakasih buat diri penulis sendiri sudah bekerja keras dan bertahan sampai detik ini dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dela Fitriana

NIM : 30202100064

KATA PENGANTAR

Contoh mukadimah dalam kata pengantar yang dapat digunakan. Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “KAJIAN HIDROLIKA DAN ANALISIS PENAMPANG SUNGAI TENGGANG” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, 21 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Lokasi Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengaturan Sungai	5
2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)	6
2.3. Curah Hujan	8
2.4. Analisis Hidrologi.....	9
2.4.1. Curah Hujan Daerah Rata-Rata	11
2.4.2. Analisis Probilitas Frekuensi	14
2.4.3. Kesesuaian Distribusi	17
2.4.4. Uji Sebaran Hujan	18
2.5. Intensitas Curah Hujan.....	19
2.6. Debit Rencana	19
2.7. Analisis Hidrolika	24
2.7.1 Hidrolika.....	24

2.7.2 Software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System)	26
2.8. Penelitian Terdahulu	34
2.8.1. Kajian Hidrolis Analisis Kapasitas Tampung Sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba	34
2.8.2 Analisis Hidrolika Penampang Alami di Sungai Unda Hilir	35
2.8.3. Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Data Curah Hujan di DAS Waru Kabupaten Banggai	35
2.8.4. Peran Serta Masyarakat Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tenggang, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang Tahun 2020	36
2.8.5. Rencana Dan Pengoprasian Sudetan Sungai Tenggang Ke Banjir Kanal Timur Kota Semarang Dengan Aplikasi Kolam Retensi	37
BAB III METODOLOGI	38
3.1. Uraian Umum	38
3.2. Tahapan Persiapan	38
3.3. Metode Pengumpulan Data	38
3.4. Metode Analisis Hidrologi.....	39
3.4.1 Perhitungan data curah hujan rata-rata wilayah	39
3.4.2 Analisa Frekuensi	39
3.4.3 Uji Keselaran Distribusi	39
3.5. Perhitungan Debit Banjir Metode Hidrograf Satuan Sintetik	40
3.6. Analisa Hidrolika Penampang Sungai	40
3.7. Analisa Pengendalian Banjir metode HEC-RAS	40
3.8. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Analisis Curah Hujan	43
4.1.1. Pembagian Wilayah Menggunakan Metode Polygon Thiessen	43
4.1.2 Menghitung Curah Hujan Polygon Thiessen	46
4.1.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana	47
4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan Metode Normal – Gumbel dan Metode Log Pearson III	50
4.1.5 Perhitungan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov Kolmogorof	52
4.2. Analisis Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu	57
4.3.1 Data topografi dan penampang Sungai :	66

4.3.2 Data <i>Boundary Condition</i> Aliran Sungai	69
4.3.3 Hasil Output Software HEC-RAS	70
4.3.4. Hasil Simulasi	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1. Kesimpulan	81
5.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	85



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Kesesuaian Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik .	14
Tabel 2.2 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal.....	15
Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan	43
Tabel 4.2 Lokasi Stasiun Curah Hujan.....	44
Tabel 4.3 Luas Peangaruh Pos Stasiun DAS Sungai Tenggara.....	46
Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata	47
Tabel 4.5 Persyaratan Metode Distribusi	48
Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Hujan dengan Metode Normal	48
Tabel 4.7 Perhitungan Hujan dengan Metode Log Normal.....	49
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan dengan Metode Normal dan Gumbel.....	50
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III	51
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan.....	51
Tabel 4.11 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Gumbel.....	53
Tabel 4.12 Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Gumbel.....	53
Tabel 4.13 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Log Pearson Tipe III	54
Tabel 4.14 Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson Tipe III	55
Tabel 4.15 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Gumbel	55
Tabel 4.16 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	56
Tabel 4.17 Rekapitulasi Chi-Square.....	57
Tabel 4.18 Rekapitulasi Smirnov Kolmogorof.....	57
Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Jam ke-t.....	58
Tabel 4.20 Persentase Intensitas Hujan	59
Tabel 4.21 Distribusi Hujan Tiap Jam.....	59
Tabel 4.22 Distribusi Curah Hujan Efektif.....	60
Tabel 4.23 Hidrograf Untuk Banjir 2 Tahun	61

Tabel 4.24 Hidrograf Untuk Banjir 10 Tahun	63
Tabel 4.25 Rekapitulasi Debit Banjir (Puncak) Rancangan Dengan Metode Homograf Sistetik Satuan Nakayasu.....	65
Tabel 4.26 Rekapitulasi Elevasi Muka Air pada setiap sta sungai tenggang dengan debit periode ulang yang berbeda	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Kota Semarang.....	3
Gambar 2.1 Bentuk DAS Bulu Burung/Memanjang.....	7
Gambar 2.2 Bentuk DAS Radial/Menyebar	7
Gambar 2.3 Bentuk DAS Paralel/Sejajar.....	8
Gambar 2.4 Peta DAS Sungai Tenggang	8
Gambar 2.5 Bagan Aliran Sesaat (<i>Event Flow</i>).....	10
Gambar 2.6 Bagan alir Model Menerus (<i>Continuous flow model</i>)	11
Gambar 2.7 Metode Rerata Aljabar.....	12
Gambar 2.8 Metode Poligon Thiessen.....	13
Gambar 2.9 Metode Isohyet	14
Gambar 2.10 Bentuk Umum HSS Snyder	23
Gambar 2.11 Diagram Alur Pemodelan Hidrolika dengan HEC-RAS	28
Gambar 4.1 DAS Sungai Tenggang	45
Gambar 4.2 Kurva Analisis Perhitungan Curah Hujan Rancangan.....	52
Gambar 4.3 Kurva Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu	65
Gambar 4.4 Proses Mapping Sungai Tenggang	66
Gambar 4.5 Proses Tracking Sungai Tenggang	67
Gambar 4.6 Proses Pembagian <i>Cross Section</i>	67
Gambar 4.7 Data <i>Cross Section</i> bagian Hulu (STA 3836).....	68
Gambar 4.8 Data <i>Cross Section</i> bagian Hilir (STA 40)	68
Gambar 4.9 Perspektif Sungai Tenggang	68
Gambar 4.10 Pengisian Debit Rancangan (<i>Boundary Condition</i>) pada Periode Ulang 5 Tahun.....	69
Gambar 4.11 Pengisian Debit Rancangan (<i>Boundary Condition</i>) pada Periode Ulang 10 Tahun.....	69
Gambar 4.12 Pengisian Debit Rancangan (<i>Boundary Condition</i>) pada Periode Ulang 25 Tahun.....	70
Gambar 4.13 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3836 dengan debit periode ulang 5 tahun	70
Gambar 4.14 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3587 dengan debit periode ulang 5 tahun	71

Gambar 4.15 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 190 dengan debit periode ulang 5 tahun	71
Gambar 4.16 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 40 dengan debit periode ulang 5 tahun	71
Gambar 4.17 Hasil Pemodelan <i>Long Section</i> dengan debit periode ulang 5 tahun	72
Gambar 4.18 Hasil Pemodelan Perspektif dengan debit periode ulang 5 tahun..	72
Gambar 4.19 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3836 dengan debit periode ulang 10 tahun	73
Gambar 4.20 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3587 dengan debit periode ulang 10 tahun	73
Gambar 4.21 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 190 dengan debit periode ulang 10 tahun	73
Gambar 4.22 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 40 dengan debit periode ulang 10 tahun	74
Gambar 4.23 Hasil Pemodelan <i>Long Section</i> dengan debit periode ulang 10 tahun	74
Gambar 4.24 Hasil Pemodelan Perspektif dengan debit periode ulang 10 tahun	75
Gambar 4.25 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3836 dengan debit periode ulang 25 tahun	75
Gambar 4.26 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 3587 dengan debit periode ulang 25 tahun	75
Gambar 4.27 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 190 dengan debit periode ulang 25 tahun	76
Gambar 4.28 Hasil Pemodelan <i>Cross Section</i> STA 40 dengan debit periode ulang 25 tahun	76
Gambar 4.29 Hasil Pemodelan <i>Long Section</i> dengan debit periode ulang 25 tahun	77
Gambar 4.30 Hasil Pemodelan <i>Perspektif</i> dengan debit periode ulang 25 tahun	77

KAJIAN HIDROLIKA DAN ANALISIS PENAMPANG SUNGAI TENGGANG

Oleh :

Aprita Putri Fadila¹⁾, Dela Fitriana¹⁾

Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T., Ph.D.²⁾

ABSTRAKSI

Wilayah Sungai Tenggang mendukung aktivitas masyarakat di sekitarnya dan bertanggung jawab atas pengelolaan aliran air. Namun, perubahan tata guna lahan di daerah tangkapan air dan tingkat curah hujan yang tinggi telah meningkatkan kemungkinan banjir di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hidrologi dan kapasitas penampang Sungai Tenggang dalam menghadapi debit aliran maksimum. Data yang digunakan mencakup debit sungai, curah hujan, dan penampang melintang sungai yang dikumpulkan melalui survei lapangan dan sumber sekunder. Metode penelitian ini mencakup pengumpulan data hidrologi, pengolahan data menggunakan analisis statistik curah hujan dan debit aliran, dan analisis hidraulik.

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa dengan daerah aliran sungai 35,12 km², curah hujan sungai tenggang rata-rata 132 m³/dtk dari tahun 2014–2023. Dengan mempertimbangkan debit rancangan periode untuk kala ulang kedua tahun (Q₂) sebesar 220,63 m³/dtk, kala ulang lima tahun (Q₅) sebesar 273,59 m³/dtk, kala ulang sepuluh tahun (Q₁₀) sebesar 324,44 m³/dtk, kala ulang dua puluh tahun (Q₂₀) sebesar 374,30 m³/dtk, kala ulang dua puluh lima tahun (Q₂₅) sebesar 390,31 m³/dtk, dan kala ulang lima puluh tahun (Q₅₀) sebesar 440,16 m³/dtk. Selanjutnya, untuk menghitung kala ulang 100 tahun (Q₁₀₀), 490,36 meter kubik per hari. Dengan panjang 12,17 km², penampang sungai Tenggang tidak dapat menampung debit kala ulang selama 25 tahun (Q₂₅), menurut simulasi software HEC-RAS. Akibatnya, ada luapan air di sekitar sungai. Untuk mengurangi limpasan langsung ke sungai, peningkatan kapasitas penampang sungai dan normalisasi sungai dengan sheet pile yang disarankan.

Kata kunci: hidrologi, penampang sungai, Sungai Tenggang, debit aliran, normalisasi



HYDRAULIC STUDY AND CROSS-SECTION ANALYSIS OF THE TENGGANG RIVER

By :

Aprita Putri Fadila¹⁾, Dela Fitriana¹⁾

Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T., Ph.D.²⁾

ABSTRACT

The Tenggang River region supports the activities of the surrounding community and is responsible for water flow management. However, land use changes in the catchment area and high rainfall levels have increased the likelihood of flooding in the area. This research aims to analyze the hydrological characteristics and cross-sectional capacity of the Tenggang River in facing maximum flow discharge. The data used includes river discharge, rainfall, and river cross-section, collected through field surveys and secondary sources. The research methods include hydrological data collection, data processing using rainfall and flow discharge statistical analysis, and hydraulic analysis.

Based on the analysis results, it was found that with a watershed area of 35.12 km², the average Tenggang river rainfall is 132 m³/s from 2014-2023. Considering the design discharge period for the two-year return period (Q₂) is 220.63 m³/s, the five-year return period (Q₅) is 273.59 m³/s, the ten-year return period (Q₁₀) is 324.44 m³/s, the twenty-year return period (Q₂₀) is 374.30 m³/s, the twenty-five year return period (Q₂₅) is 390.31 m³/s, and the fifty-year return period (Q₅₀) is 440.16 m³/s. Furthermore, for calculating the 100-year return period (Q₁₀₀), it is 490.36 cubic meters per day. With a length of 12.17 km², the Tenggang river cross-section cannot accommodate the discharge during a 25-year return period (Q₂₅), according to HEC-RAS software simulation. As a result, there is water overflow around the river. To reduce direct runoff into the river, increasing

the river cross-section capacity and normalizing the river with a sheet pile is recommended.

Keywords: hydrology, river cross-section, Tenggong River, flow discharge, normalization



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai tenggang merupakan sungai yang berada di Kecamatan Semarang Timur yang memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat sekitar karena berfungsi sebagai sumber air dan alat transportasi. Seiring berjalannya waktu, Sungai tenggang mengalami berbagai perubahan akibat dari aktivitas manusia disekitarnya dan perubahan iklim yang terjadi di daerah Semarang.

Pada beberapa tahun terakhir, kota Semarang sering mengalami masalah banjir di beberapa wilayah. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti curah hujan yang tinggi, terbatasnya kapasitas penampang air untuk menampung debit air saat hujan terus menerus. Sehingga diperlukan kajian mendalam mengenai aspek hidrologi serta solusi penanganan dalam pengendalian banjir di wilayah ini.

Studi hidrologi merupakan salah satu cara untuk memahami dinamika air yang terjadi di Sungai tenggang. Studi hidrologi memberikan informasi yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Perencanaan dan pengelolaan sumber air harus berbasis ekosistem dan mempertimbangkan antara konservasi lingkungan dan kebutuhan manusia (Suripin 2004). Selain itu, perlu adanya analisis mengenai penampang sungai untuk memudahkan Pembangunan infrastruktur pengendali banjir dan perencanaan tata ruang yang lebih baik untuk mengatasi banjir secara efektif.

Melalui proses kajian hidrologi dan analisis penampang Sungai tenggang diharapkan dapat memberikan gambaran tentang kondisi serta morfologi Sungai. Oleh karena itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk strategi konservensi dan pengelolaan sungai yang efisien untuk mengantisipasi resiko yang ditimbulkan oleh banjir, guna kesejahteraan masyarakat sekitar dan lingkungan di sekitar Sungai tenggang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah curah hujan maksimum yang terjadi pada Sungai tenggang?

2. Bagaimanakah Analisa hidrolograf aliran Sungai tenggang dalam memperkirakan debit banjir dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik?
3. Bagaimanakah pengaruh perubahan penampang Sungai terhadap kapasitas tampung dan pengendalian banjir di Sungai Tenggang?

1.3. Tujuan

Penyusunan tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menghitung curah hujan maksimum Sungai tenggang
2. Mengetahui besarnya debit banjir yang dihasilkan dengan Analisa Hidrograf Satuan Sintetik.
3. Menganalisis luas penampang Sungai pada saat debit banjir maksimum

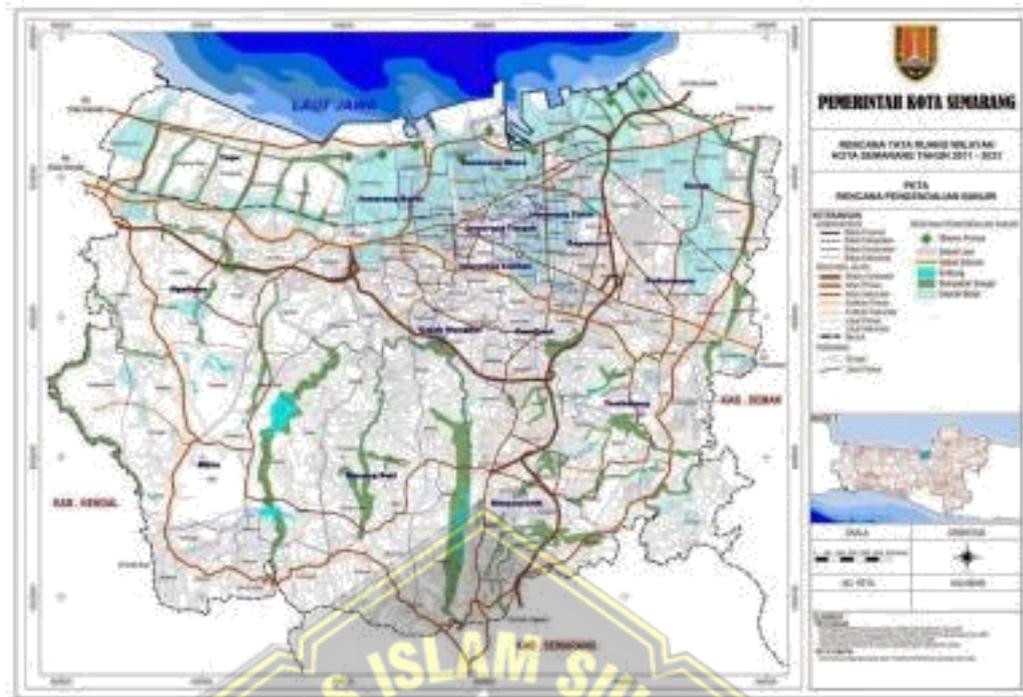
1.4. Batasan Masalah

Pada tugas Akhir ini memiliki pembahasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini berlokasi di Daerah Aliran Sungai Tenggang di kecamatan Semarang Timur.
2. Analisa curah hujan menggunakan metode *polygon Thiessen*
3. Analisa debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) dan model HEC-RAS untuk simulasi banjir.

1.5. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Tenggang yang berkoordinat 6.9739° S dan 110.3595° E. Sungai Tenggang melalui kelurahan Gemah- kelurahan Tambakrejo, Semarang, Jawa Tengah.



Gambar 1.1 Peta Kota Semarang

(Sumber : penataanruangjateng.info)

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Pada laporan Tugas Akhir ini memiliki sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, Batasan masalah dan sistematika penyusunan laporan tugas akhir.

BAB II

Dalam Bab ini menjelaskan tentang teori, rumus dan semua yang dibutuhkan penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir sesuai dengan judul yang telah ditentukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

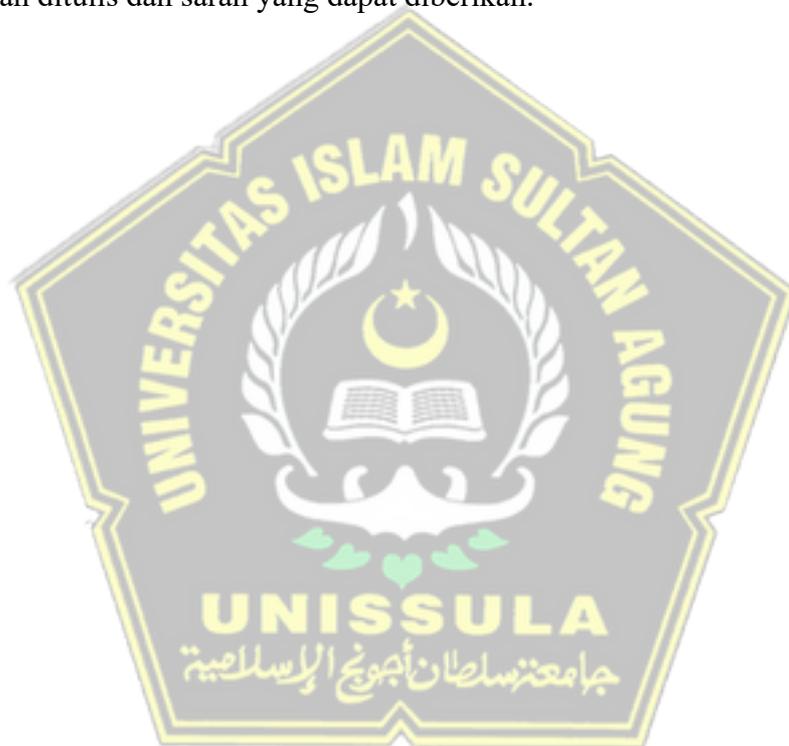
Dalam Bab ini menjelaskan tentang metode pengumpulan data, pengolahan data dan sistematika perencanaan yang akan digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan dari penyusunan Tugas Akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang menjawab tujuan yang telah ditulis dan saran yang dapat diberikan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengaturan Sungai

Sungai adalah saluran drainase yang terbentuk secara ilmiah. Namun, selain berfungsi sebagai saluran drainase dan memiliki air mengalir di dalamnya, sungai terus menggerus tanah dasar sepanjang hidupnya, menyebabkan lembah sungai. volume sedimen yang sangat besar yang diangkut ke hilir oleh aliran sungai akibat keruntuhan tebing sungai di daerah pegunungan. Ini terjadi karena kemiringan sungai yang curam dan daya tarik aliran air yang besar saat sungai mencapai dataran. beban arus sungai akhirnya diendapkan (Sosrodarsono, 1984).

Sungai, salah satu ekosistem perairan terbuka yang paling rentan terhadap pencemaran, biasanya disebabkan oleh keadaan lingkungan dan aktivitas manusia di sekitar sungai (Aprilia dan Zunggal, 2019). Menurut Rafi'i & Maulana (2018), lingkungan perairan terdiri dari unsur biotik dan abiotik yang berinteraksi satu sama lain melalui aliran energi dan daur hara (nutrien). Jika interaksi keduanya terganggu, ekosistem perairan akan berubah atau terganggu, menyebabkan ketidakseimbangan.

Sistem Daerah Aliran Sungai Tenggang, wilayah alirannya berkisar dari Banjir Kanal Timur di sebelah barat hingga Kali Babon di sebelah timur, dan melintasi kawasan daerah industri seperti kawasan Kaligawe, kecamatan Genuk, Gayamsari dan Pedurungan. Biasanya digunakan oleh penduduk setempat sebagai tempat pembuangan air limbah dari aktivitas rumah tangga seperti MCK, industri, dan limpa pertanian. Selain itu, Warsilan (2019) menyatakan bahwa peningkatan aktivitas masyarakat dapat berdampak pada perubahan guna lahan dan pola hidup masyarakat yang lebih beragam. Pola hidup masyarakat yang berubah cenderung menghasilkan limbah domestik, yang pada gilirannya meningkatkan tingkat pencemaran Sungai Tenggang. Pembuangan limbah yang tidak terkendali dari pembangunan di sepanjang sungai menyebabkan kualitas air turun dan tidak sesuai dengan daya dukung sungai (Kospa & Rahmadi, 2019).

Sungai merupakan salah satu tempat berkumpulnya air dari suatu daerah kawasan sehingga air limpasan atau air permukaan yang mengalir ke daerah yang

lebih rendah permukaannya (Asdak, C., 1995). Air sungai yang dipengaruhi oleh aktifitas manusia, terutama yang berada di sekitaran aliran sungai masyarakat harus memiliki kesadaran yang penuh dalam menjaga sungai dan melestarikan sungai supaya kualitas air bisa terjaga dengan baik. Jika sebaliknya, tidak ada kesadaran yang penuh dalam menjaga air sungai dapat dipastikan akan buruk kualitas air nya. buruk nya air Sungai dapat menyebabkan banyaknya hewan yang ada disungai mati dan air sungai akan tercemar oleh limbah yang di sebabkan oleh manusia.

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Pengertian daerah aliran sungai (DAS) merupakan tempat berkumpulnya air hujan yang ditampung oleh sungai. Dalam istilah bahasa inggris yaitu drainage basin, drainage area, dan river basin. Hal ini batasan DAS menggunakan garis bayang pada sepanjang aliran sungai yang berada di pengunungan atau bukit tinggi yang memisahkan pada aliran yang satu dengan aliran yang lainnya.

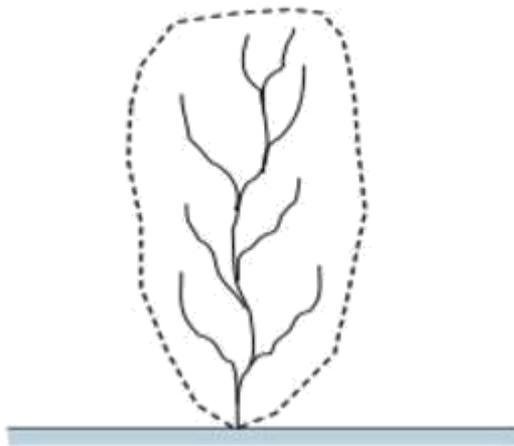
DAS dapat di kelola menjadi sumber daya darat yang berguna bagi masyarakat yang berada disekitarnya. Sehingga dapat di olah menjadi kebutuhan manusia dan menjadi sumber daya yang bisa di gunakan untuk kebutuhan dalam rumah tangga atau kebutuhan sehari-hari.

Mengolah sumber daya sudah di pastikan akan menjadi sumber keharusan yang di mana sumber daya tidak bisa memenuhi kebutuhan manusia terus menerus. Dalam kondisi ini mengolah DAS dapat di manfaatkan dengan sebaik-baiknya dari segi pandang ukuran fisik, ekonomi, dan sosial budaya. Akan tetapi pada kondisi saat ini dimana sumberdaya DAS yang sangat melimpah sebaiknya digunakan secara secukupnya supaya tidak akan terjadi pemborosan.

Pada umumnya bentuk DAS dapat dibagi menjadi empat macam. Dilansir dari Dasar-Dasar Hidrologi (1990), berikut empat bentuk DAS.

1. Bulu burung atau memanjang

Aliran air dari beberapa anak sungai mengalir ke sungai utama. Aliran dari tiap-tiap anak sungai itu tidak saling bertemu pada titik yang sama. Potensi terjadinya banjir di DAS bentuk ini kecil karena aliran airnya tidak langsung bertemu pada satu titik. Namun apabila terjadi banjir, akan berlangsung cukup lama.

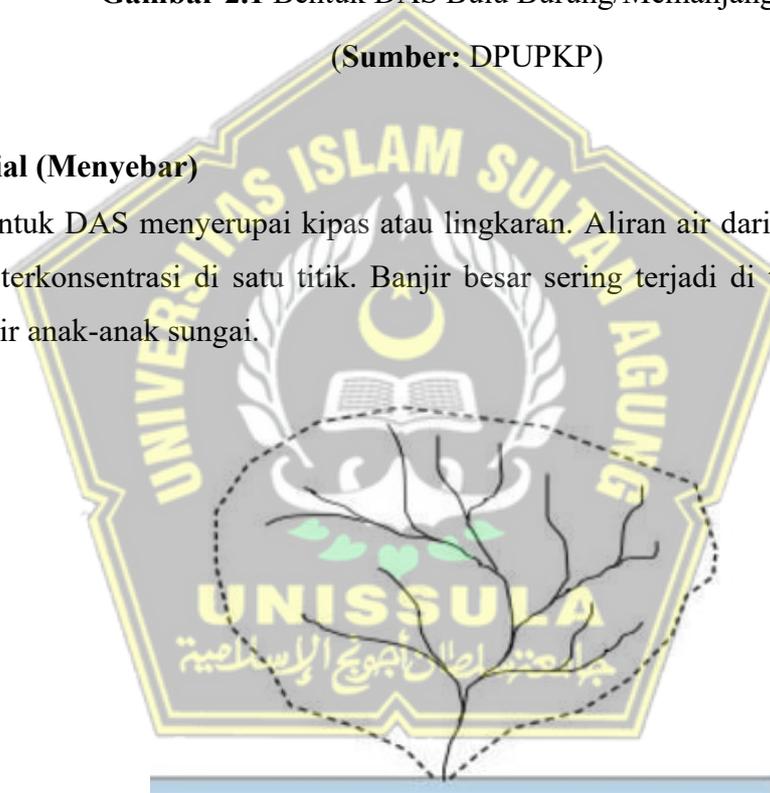


Gambar 2.1 Bentuk DAS Bulu Burung/Memanjang

(Sumber: DPUPKP)

2. Radial (Menyebarkan)

Bentuk DAS menyerupai kipas atau lingkaran. Aliran air dari beberapa anak sungai terkonsentrasi di satu titik. Banjir besar sering terjadi di titik pertemuan aliran air anak-anak sungai.

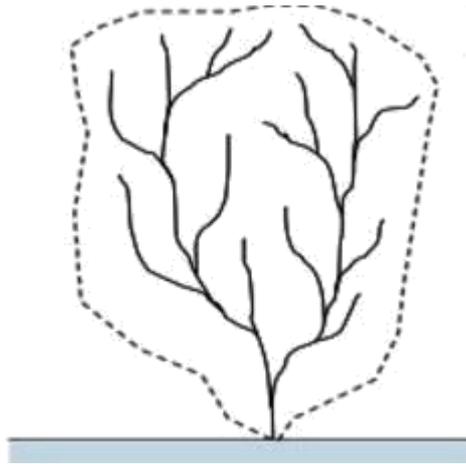


Gambar 2.2 Bentuk DAS Radial/Menyebarkan

(Sumber: DPUPKP)

3. Paralel (Sejajar)

DAS dengan bentuk paralel memiliki dua jalur aliran sungai utama yang kemudian bersatu di hilir. Potensi banjir DAS bentuk paralel tinggi karena aliran air bertemu pada satu titik.



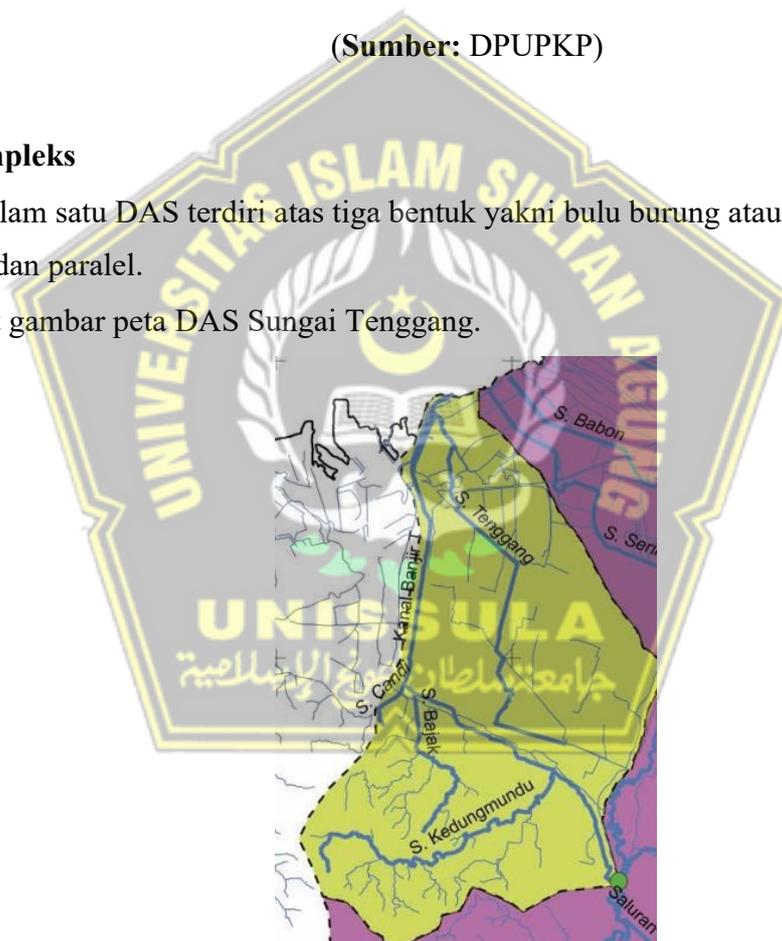
Gambar 2.3 Bentuk DAS Paralel/Sejajar

(Sumber: DPUPKP)

4. Kompleks

Dalam satu DAS terdiri atas tiga bentuk yakni bulu burung atau memanjang, radial, dan paralel.

Berikut gambar peta DAS Sungai Tenggang.



Gambar 2.4 Peta DAS Sungai Tenggang

(Sumber: BBWS)

2.3. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dalam waktu yang tertentu, biasanya di ukur dalam satuan milimeter (mm). Banyaknya

curah hujan yang turun di Indonesia dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lainnya:

1. Medan/bentuk lahan
2. Arah kemiringan lahan
3. Jarak angin yang ditempuh diatas dataran datar
4. Arah angin yang seimbang dengan garis Pantai

Curah hujan yaitu ketinggian air yang berada pada daerah datar yang tidak bisa menguap, tidak menyerap dan tidak mengalir. Arti dari curah hujan 1 (satu) milimeter yaitu luasan dalam satu meter persegi pada tempat yang Tingkat ketinggiannya satu milimeter di tampung air sebanyak satu liter.

Kota Semarang terletak di antara $110^{\circ}25'30''$ sampai dengan $110^{\circ}37'00''$ Bujur Timur dan diantara $60^{\circ}58'00''$ sampai dengan $70^{\circ}01'00''$ Lintang Selatan. Curah hujan tertinggi diantara akhir tahun dan awal tahun, perkiraan pada bulan Desember, Januari, dan Febuari. Terkadang curah hujan yang paling rendah diantara bulan Juli, Agustus, dan September. Hal ini dapat terciptanya pola curah hujan tinggi dan pola curah hujan rendah yang terjadi disetiap tahunnya. Kemungkinan jumlah hujan yang terhitung tiap tahunnya adalah 144 hari.

2.4. Analisis Hidrologi

Berdasarkan analisis hidrologi suatu bagian awal yang merancang bangunan hidraulik. Maksud yang berkaitan di dalamnya yaitu bahwa informasi yang besar dapat diambil dalam analisis hidrologi masukan yang paling penting dapat diambil dalam analisis selanjutnya.

Hal ini dapat dilakukan dalam permodelan hidrologi. Model yang akan dipakai dalam mensimulasikan kondisi aliran yang rendah (*lowflow*) yaitu model yang mampu mensimulasikan transformasi hujan aliran dalam waktu yang cukup panjang, hal ini bukan periode yang digunakan untuk analisis banjir. Model yang dapat dilakukan saat mempelajari karakteristik pengurangan air menggunakan pendekatan kompleksitas sisten yang ada di daerah aliran sungai, maka untuk model yang paling cocok dipakai yaitu Model Sesaat (*Even Model*) dan Model Menerus (*Continuous Model*).

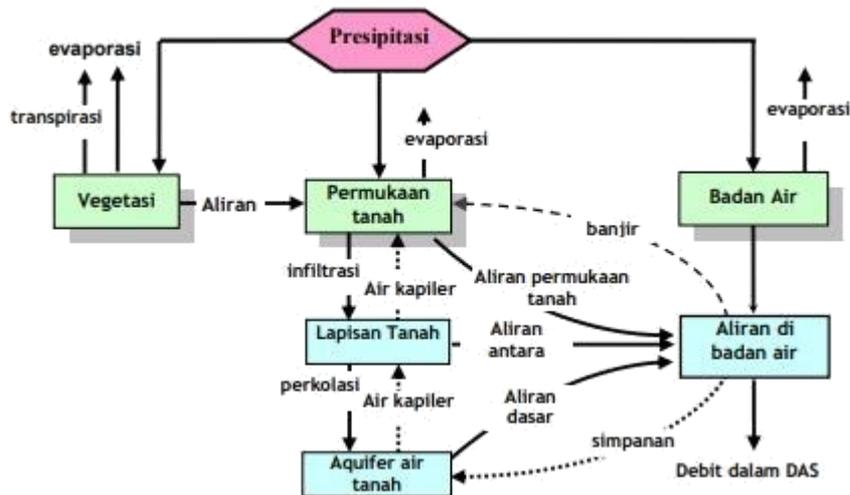
Model hidrologi untuk Model Sesaat (*Even Model*) dapat dipakai untuk mewakili sistem DAS yang dapat diproses untuk menunjukkan model yang sederhana. Dalam proses hidrologi tersebut dapat diperhatikan proses transformasi dalam suatu siklus hidrologi, ada beberapa bagian komponen yang dapat dipisahkan yaitu komponen permukaan (*surface component*), komponen hidrometeorologi, komponen sungai (*stream component*), dan komponen bawah permukaan (*subsurface component*) seperti dalam Gambar 1. (Sri Harto,2000)



Gambar 2.5 Bagan Aliran Sesaat (Event Flow)

(Sumber: Anonim, 2000)

Model Menerus (*Continuous Model*) merupakan model yang dapat mensimulasikan transformasi masukan dalam berupa hujan yang dapat menjadi aliran dalam periode yang cukup lama, yang dapat diprediksi dalam tanggapan DAS baik pada musin hujan ataupun musim kering yang dapat terjadi ketika hujan (Anonim, 2000). Berikut ini Sri Harto (1993) mengungkapkan bahwa hujan adalah komponen yang sangat penting bagi proses terjadinya hidrologi, karena hasil kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini dialihkan kedalam aliran Sungai, baik dalam limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub surface flow*) ataupun dalam aliran air tanah (*groundwater flow/baseflow*).



Gambar 2.6 Bagan alir Model Menerus (Continuous flow model)

(Sumber: Anonim, 2000)

2.4.1. Curah Hujan Daerah Rata-Rata

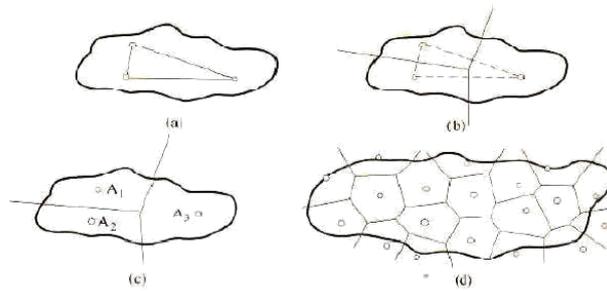
Dalam melakukan pengukuran curah hujan rata-rata di suatu kawasan aliran sungai, agar dapat memasang alat ukur curah hujan. Demikian ada 3 metode untuk mengetahui nilai pada curah hujan yaitu:

a. Metode Rerata Aljabar (Aritmatik)

Metode rerata aljabar merupakan metode yang sederhana dalam menentukan perhitungan hujan rerata pada suatu kawasan. Perhitungan dapat dilakukan dari stasiun kurun waktu yang bersamaan yang dijumlahkan dan setelah itu dibagi dengan jumlah stasiun yang ada. Stasiun hujan yang dapat dilakukan dalam menghitung yang berada pada DAS dan berada pada luar DAS yang memiliki jarak yang paling berdekatan (Triatmodjo, 2008). Berikut rumus untuk menghitung curah hujan rata-rata sebagai berikut yaitu:

$$R_n = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

R_n pada curah hujan rata-rata, P_1 , P_2 , dan P_n adalah stasiun yang melengkapi alat perhitungan atau pengukuran curah hujan, dan n digunakan untuk menghitung banyaknya titik-titik (pos-pos) pengamatan pada stasiun. (Limantara, 2010 dalam Surya, 2020)



Gambar 2.7 Metode Rerata Aljabar

(Sumber: Seyhan (1990: 55))

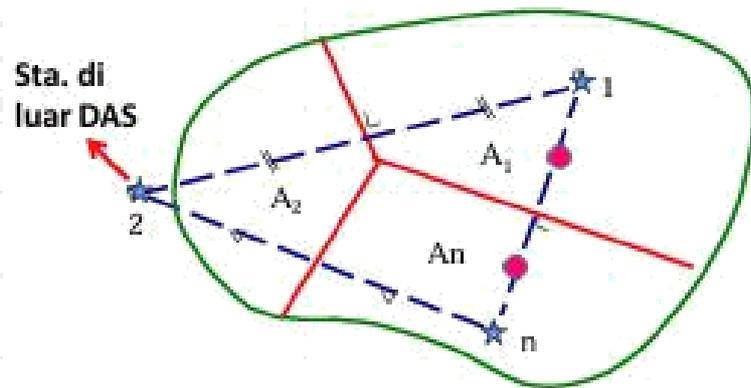
b. Metode Poligon Thiessen

Ada tiga stasiun hujan yang berada di Sungai Tenggang, yaitu Stasiun Karangroto, Stasiun Simongan, dan Stasiun Puncanggading. Menurut Seyhan (1990: 55), metode polygon thiessen merupakan *bisector* tegak lurus yang dapat menggambarkan garis lurus yang dapat dihubungkan penakar hujan yang berada di dekatnya, yang dapat meninggalkan kesendirian penakar yang berada di tengah-tengah pada polygon. Sejumlah hasil polygon dan presipitasi dapat dibagi sama dengan luas total yang dapat dari presipitasi. Dalam metode ini sangat luas dengan jarak penakar yang sama sekali tidak merata, dapat memerlukan banyak stasiun pengamatan di suatu daerah tersebut, dalam memindahkan suatu daerah stasiun pengamatan dapat mengubah banyak seluruh stasiun pada jaringan. Berikut ini adalah rumus untuk perhitungan topografi yaitu:

R : curah hujan Kawasan

R_1, R_2, \dots, R_n : curah hujan pada titik pengamatan dan n yaitu jumlah titik-titik suatu pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n : bagian kawasan yang memiliki setiap titik pada pengamatan.



Gambar 2.8 Metode Poligon Thiessen

(Sumber: Mata Kuliah BAD)

c. Metode Isohyet (Garis)

Metode Isohyet merupakan garis yang bisa di hubungkan dengan titik kedalaman hujan yang sama persis. Metode Isohyet yaitu metode yang sangat teliti dalam menghitung suatu kedalaman hujan merata di kawasan tersebut, akan tetapi cara ini sangat membutuhkan tenaga dan pikiran yang lebih banyak dalam menyelesaikannya yang di bandingkan dengan metode lainnya (Akmal, 2010).

$$\bar{d} = \frac{d_1 A_1 + d_2 A_2 + \dots + d_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

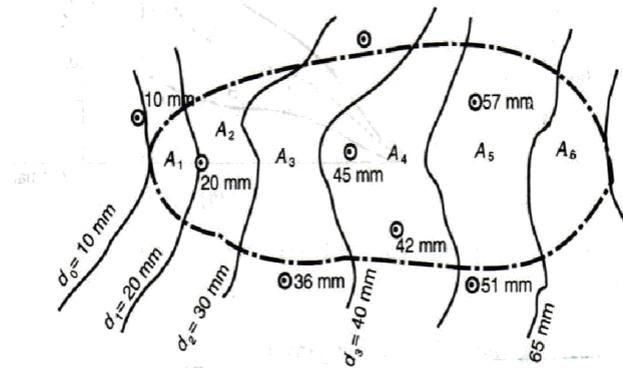
d_1 : ketinggian curah hujan di suatu Kawasan

A : Luas Kawasan

d_0, d_1, \dots, d_n : ketinggian curah hujan yang berada pada isohyet 1, 2, \dots , n

A_1, A_2, \dots, A_n : luas yang berada pada areal yang membatasi pada isohyet

n : banyaknya titik-titik penakar



Gambar 2.9 Metode Isohyet

(Sumber: Isrok Istriyanti, 2013)

2.4.2. Analisis Probabilitas Frekuensi

Melalui penerapan distribusi, analisis frekuensi data hidrologi berfungsi untuk mengetahui besaran peristiwa ekstrim yang terkait dengan frekuensi kejadiannya. Frekuensi hujan adalah tingkat kemungkinan hujan yang sama atau lebih besar. Menurut Suripin (2004), asumsi bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur tidak penting dalam hal ini.

Beberapa parameter yang diperlukan untuk analisis data adalah rata-rata, deviasi standar, koefisien skewness (kemencengan), dan koefisien kurtosis. Semua parameter ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

Tabel 2.1 Tinjauan Kesesuaian Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s \approx 1,14$ $C_k \approx 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = CV^3 + 3CV$ $C_k = CV^8 + 6CV^6 + 15CV^4 + 16CV^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

a. Metode Distribusi Normal

Untuk menghitung Distribusi Normal, yang juga dikenal sebagai Distribusi Gauss, parameter berikut dapat digunakan rumus:

Persamaan dasar yang dapat digunakan dalam perhitungan Distribusi Normal yaitu :

$$X_{TR} = \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

X_{TR} : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T
: Nilai rata-rata hitung variat

S : Deviasi standar nilai *variati*

K : Faktor frekuensi adalah fungsi dari peluang atau periodeulang dan jenis model distribusi peluang matematik yang digunakan dalam analisis peluang.

Tabel 2.2 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal

Peride Ulang (Tahun)					
2	5	10	25	50	100
0.00	0.84	1.28	1.71	2.05	2.33

b. Metode Distribusi Gumbel

Dalam bentuk persamaan dasar yang dapat digunakan dalam perhitungan

Distribusi *Gumbel* yaitu :

$$X = \bar{X} + k \cdot S \dots\dots\dots(2.5) \quad Y_{Tr} = -\ln(-\ln(1 - \frac{Y_{Tr}}{100})) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$k = \frac{Y_{Tr} - \bar{Y}}{S} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

\bar{X} : Curah hujan periode ulang
: Nilai rata-rata X hasil dari pengamatan

S : Deviasi standar nilai X hasil dari pengamatan

K : Faktor sifat dari Distribusi Pearson Tipe III yang merupakan fungsi dari besarnya CS dan peluang

- Y_n : *Reduced mean* pada jumlah sample dan data n
- S_n : *Reduced standard deviation* yang terdapat pada jumlah sample
- Y_{Tr} : *Reduced variate*

c. Metode Distribusi Probabilitas Log Normal

Dalam bentuk persamaan dasar yang dapat digunakan dalam perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal yaitu :

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln X_i)^2 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

Log X: Nilai logaritmik variat X pada periode ulang atau peluang tertentu

\bar{X} : Rata-rata nilai logaritmik X hasil dari pengamatan

S : Deviasi standar nilai logaritmik X hasil dari pengamatan

K: Faktor sifat dari Distribusi Probabilitas Log Normal.

d. Metode Distribusi Probabilitas Log Person Type III

Menurut Soemarno (1995 dalam Sudarmin, 2017), metode distribusi log normal adalah hasil dari transformasi metode distribusi normal, yang menggabungkan varian X menjadi logaritmik varian X. Jika data yang digunakan adalah sampel, perhitungan rencana didasarkan pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III :

1. Nilai rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots \dots \dots (2.9)$$

2. Deviasi standar :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.10)$$

3. Koefisien kemencengan :

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-2) S^3} \dots \dots \dots (2.11)$$

4. Koefisien kurtosis :

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(-1)(-2)(-3) \frac{S^4}{4}} \dots \dots \dots (2.12)$$

5. Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung logaritma curah hujan dengan waktu balik :

$$X_t = X + K \cdot S \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

X_t : Menghitung logaritma curah hujan periode ulang T per tahun (mm/hari)

X : Nilai rata-rata

S: Standar deviasi

N: Jumlah pengamatan

C_s : Koefisien kemencengan

2.4.3. Kesesuaian Distribusi

Pengujian parameter kecocokan distribusi frekuensi digunakan untuk mengevaluasi kecocokan (goodness of fit) distribusi frekuensi data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau menunjukkan distribusi frekuensi tersebut. Parameter yang biasa diuji adalah:

- *Chi-Kuadrat*
- *Smirnov-Kolmogorov*

1. Uji *Chi-Kuadrat (Chi-Square)*

Uji kecocokan Chi-Square mengambil keputusan dengan menggunakan parameter X^2 , sehingga disebut sebagai uji Chi Square. Menurut buku Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 1 (Soewarno, 1995) rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung parameter X^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana :

χ^2 : Parameter *Chi-Kuadrat* yang terhitung

G : Jumlah sub grup

O_i : Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke – i

E_i : Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke - i

Prosedur uji *Chi-Kuadrat* yaitu sebagai berikut :

- a. Data pengamatan harus diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya.

- b. Kemudian, kelompokkan data menjadi sub grup G. Banyaknya sub grup dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$G = I + 3.322 \log n \dots\dots\dots(2.16)$$

- c. Menentukan derajat kebebasan $dk = G - R - I$, dengan nilai $R = 2$ untuk distribusi normal dan binomial dan $R = 1$ untuk distribusi *Poisson*.

- d. Jumlahkan data pengamatan untuk setiap subgrup sebesar O_i ,

- e. Jumlahkan data menggunakan persamaan distribusi sebesar E_i ,

- f. Tiap-tiap sub-grup hitung nilai :

$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ dan $(-)^2$ (2.17)
Jumlah seluruh G sub grup nilai $(-)^2$ untuk menghitung nilai *Chi-* _____

Kuadrat X_h^2 (2.18)

- g. Menghitung distribusi yang dapat diterima bila $X_h^2 < X^2$ (2.19)

Dimana :

X_{h2} : Parameter *Chi-Kuadrat* yang terhitung

X_2 : Nilai kritis berdasarkan derajat kepercayaan dan derajat kebebasan

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Menurut Soewarno menyatakan bahwa uji kecocokan Smirnov Kolmogorov tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, sehingga disebut sebagai uji kecocokan nonparametrik. Sebagai contoh, rumus perhitungan uji Smirnov Kolomogorov adalah sebagai berikut :

$$D = \max | P_e - P_t | \dots\dots\dots(2.20)$$

P_e : Potensi empiris data hujan/debit

P_t : Peluang teoritis dari data perhitungan berdasarkan persamaan distribusi.

2.4.4. Uji Sebaran Hujan

Uji sebaran hujan, juga dikenal sebagai pola distribusi hujan, adalah pola sebaran hujan di mana hujan biasanya dicatat pada interval waktu tertentu, biasanya

dalam satuan waktu seperti jam-jaman, menit, atau hari. Untuk mengetahui distribusi hujan selama hujan, pencatatan dilakukan dengan interval waktu tertentu.

2.5. Intensitas Curah Hujan

Dalam tahapan analisis data curah hujan harian dapat diubah dengan menggunakan intensitas hujan. Mengelolah data dapat dilaksanakan menggunakan metode statistic yang pada umumnya menggunakan aplikasi hidrologi. Data yang dapat dipakai seharusnya menggunakan data hujan jangka, yaitu misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit, dan sampai berjam-jam lamanya. Jika tidak diketahui dalam data yang terdapat pada durasi hujan sebaiknya dilakukan kedekatan pada empiris yang berpedoman pada durasi 60 menit dan curah hujan harian akan terjadi ditiap tahunnya. Ada cara lain yang wajar yang dapat dilakukan yaitu membawa pola intensitas hujan yang berada pada kota lain yang memiliki keadaan hamper sama.

Intensitas curah hujan yaitu ketinggian atau kedalaman air hujan dapat di hitung per satuan waktu. Dalam Metode Mononobe dapat dilakukan untuk perhitungan intensitas curah hujan, dikarenakan data curah hujan yang terdapat yaitu curah hujan harian (Joesron Loebis, 1992). Berikut rumus yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{T_c} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

I : Intensitas curah hujan

R₂₄ : Curah hujan maksimum dalam waktu 24 jam

T_c : Waktu konsentrasi dalam per jam

2.6. Debit Rencana

Dalam menghitung debit rencana dapat dilakukan dalam beberapa metode untuk membandingkan agar yang di dapatkan debit banjir akan sesuai dengan situasi daerah aliran sungai tersebut. Berikut ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut :

a. Metode Hasper

Metode Hasper merupakan daerah luasan DAS yang kurang dari 300 km². Dalam menghitung rencana debit banjir dapat menggunakan rumus yaitu :

$$Q_t = C \cdot \beta \cdot q \cdot A \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

Koefisien run off (c)

$$= \frac{1+0,012 \cdot 0,70}{1+0,075 \cdot 0,70} \dots\dots\dots(2.23)$$

Koefisien reduksi (β)

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{+3,70 \cdot 10^{-0,40}}{2} + \dots\dots\dots(2.24)$$

Waktu konsentrasi (Tc)

$$T_c = 0,10 \cdot L^{0,80} \cdot I^{-0,30} \dots\dots\dots(2.25)$$

Hujan maksimum (q)

$$q = \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

Q_t : Debit rencana banjir

R_t : hujan dalam periode ulang T per tahun

q : Debit per satuan luas

b. Metode Melchior

Metode Melchior merupakan daerah luasan DAS yang lebih dari 100 km². Dalam menghitung debit rencana banjir dapat menggunakan rumus yaitu :

$$Q_t = C \cdot \beta \cdot q \cdot A \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

$$\beta = \frac{180+0,750}{150+} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$T = \frac{3600}{1000} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$v = \frac{13+0,4 \cdot A}{1000} = 0,52 \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

Q_t : Debit rencana banjir

C : Koefisien air limpasan

- β : Koefisien pengurangan luas Kawasan
- q : intensitas hujan maksimum
- A : Luas daerah aliran Sungai
- T : Waktu dalam konsentrasi
- V : Kecepatan pada aliran

c. Metode Hidrograf Satuan Sintetik

1. Metode HSS Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dikembangkan dalam beberapa aliran sungai yang berada di Jepang (Soemarto, 1987), dalam perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat di ambil dalam persamaan yaitu :

$$= \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana :

$$T_p = T_g + 0,8 \times T_r \dots\dots\dots(2.33)$$

$$T_g = 0,4 + 0,0058 \times L \quad (L \text{ lebih dari } 15 \text{ km}) \dots\dots\dots(2.34)$$

$$T_0 = C \times T_g \dots\dots\dots(2.35)$$

$$T_r = 0,75 T_g \dots\dots\dots(2.36)$$

Dimana :

Qp : Debit banjir

A : Luas daerah aliran Sungai

Ro : Curah hujan efektif

Tp : Waktu permukaan sampai dengan 0,3 kali debit puncak per jam

Tg : Waktu Konsentrasi per jam

Tr : Satuan waktu dalam curah hujan

C : koefisien karakteristik daerah aliran Sungai

2. Metode HSS Snyder

Untuk menghitung debit banjir dengan HSS Snyder, terlebih dahulu perlu mengetahui debit aliran dasar, juga dikenal sebagai aliran dasar, dan titik berat DAS. Parameter yang dibuat menggunakan dalam metode

hidrograf satuan sintetis Snyder, empat parameter waktu kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar hujan efektif dihubungkan dengan geometri fisik DAS dengan hubungan berikut.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A}{\dots\dots\dots(2.37)} \dots\dots\dots(2.38) \\
 &= \frac{3}{5} \dots\dots\dots(2.39) \\
 &= \dots\dots\dots(2.40)
 \end{aligned}$$

Apabila durasi hujan efektif tertidak sama dengan durasi standar T_D , yaitu :

$$T_{pR} : t_p + 0,25 (t_r - t_D) \dots\dots\dots(2.41)$$

$$Q_{pR} : Q_{p t_p / t_p R} \dots\dots\dots(2.42)$$

Dimana :

t_D : Durasi standar dari hujan efektif per jam

t_r : Durasi hujan efektif per jam

t_p : Waktu dari titik berat durasi hujan efektif T_D puncak hidrograf per satuan jam

t_{pR} : Waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf per satuan jam

T : Waktu dasar hidrograf per satuan

hari Q_p : Debit puncak untuk durasi T_d

Q_{pR} : Debit puncak untuk durasi t_r

L : Panjang sungai utama dalam titik kontrol per km

L_c : Jarak antar titik kontrol ke titik terdekat dalam titik berat DAS per km

A : Luas DAS per km^2

C_t : Koefisien yang tergantung kemiringan DAS, dari 1,4 sampai dengan 1,7

C_p : Koefisien tergantung pada karakteristik DAS, antara 0,15 sampai dengan 0,19

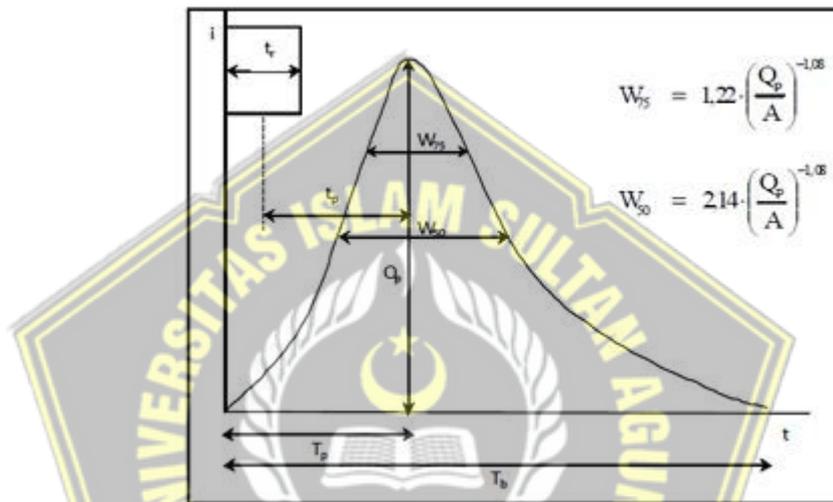
Untuk menggambarkan hidrograf satuan, rumus-rumus di atas dapat digunakan:

$$\frac{0,23}{0,13} \frac{1,08}{1,08}$$

.....(2.43)

.....(2.44)

Dengan W50 dan W75, lebar unit hidrograf adalah 50% dan 75% dari debit puncak, masing-masing yang ditunjukkan dalam jam. Sebagai referensi, lebar W50 dan W75 dibuat dengan perbandingan 1:2, dengan sisi pendek berada di sebelah kiri hidrograf satuan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Triatmodjo, 2006).



Gambar 2.10 Bentuk Umum HSS Snyder

(Sumber: Triatmodjo, 2006)

3. Metode Hidrograf Satuan Sintetis GAMA I

Untuk menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) GAMA I untuk menghitung debit banjir rencana, parameter DAS harus diketahui. Parameter-parameter ini berasal dari analisis peta topografi. Berikut rumus HSS Gama I sebagai berikut yaitu :

$$Q(t) = \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana :

- H(t) : Debit pada waktu t
- Q0 : Debit puncak
- T : Waktu puncak

t : Waktu setelah curah hujan
dan β : Parameter yang ditentukan berdasarkan karakteristik DAS

2.7. Analisis Hidrolika

2.7.1 Hidrolika

1. Penghantar Aliran (*Flow Conveyance*)

Air mengalir dari hulu ke hilir (kecuali ada gaya yang menggerakkan aliran ke arah sebaliknya) hingga mencapai suatu elevasi permukaan, seperti permukaan danau atau laut. Aliran di sungai menunjukkan kecenderungan ini.

2. Elemen Geometri

Kedalaman hidrolik penampang aliran adalah luas penampang dibagi lebar permukaan. Jari jari hidrolik (R) adalah panjang penampang dibagi keliling basah.

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.46)$$

Untuk perhitungan aliran kritis, perkalian dari luas penampang aliran (A) dan akar kedalaman hidrolik (\sqrt{R}), yang diwakili oleh Z , adalah faktor penampang. Untuk perhitungan aliran seragam, perkalian dari luas penampang aliran dan pangkat $2/3$ dari jari-jari hidrolik adalah faktor penampang.

$$V = 1.49 R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.47)$$

dengan kecepatan V , jari-jari hidrolik R , koefisien *manning* n , dan kemiringan saluran s .

3. Debit Aliran (*Discharge*)

Volume air yang mengalir melalui suatu penampang dalam satuan waktu disebut debit aliran, dan simbol atau tanda yang digunakan adalah Q .

$$Q = AV \quad (2.48)$$

Dengan Q adalah debit, A adalah luas penampang dan V adalah kecepatan.

4. Kecepatan (*Velocity*)

Kecepatan aliran (*v*) suatu penampang aliran berbeda tergantung pada lokasinya. Ketika cairan bersentuhan dengan batasnya (di dinding saluran atau di dasar saluran), kecepatannya nol.

$$v = \dots\dots\dots(2.49)$$

Dengan *V* adalah kecepatan, *Q* adalah debit dan *A* adalah luas penampang.

5. Kriteria Aliran

Jika variabel aliran, seperti kecepatan *V*, tekanan *p*, rapat massa *r*, tampang aliran *A*, dan debit *Q*, tidak berubah dengan waktu di suatu titik pada zat cair, disebut aliran mantap (*steady flow*). Sebaliknya, aliran yang berubah menurut waktu disebut aliran tak mantap (*unsteady flow*).

Jenis aliran lain adalah aliran seragam. Kecepatan aliran di sepanjang saluran disebut sebagai "seragam" ketika kecepatan aliran tetap, tidak tergantung pada tempat atau tidak berubah menurut tempatnya, $\frac{\partial v_s}{\partial x} = 0$. Sebaliknya, ketika kecepatan aliran berubah menurut tempatnya, disebut aliran tidak seragam, $\frac{\partial v_s}{\partial x} \neq 0$. Aliran beraturan adalah gabungan dari aliran tetap dan seragam.

6. Sifat Aliran

Hasil eksperimen Reynold menunjukkan bahwa apabila angka Reynold kurang dari 2000, aliran biasanya laminar, dan apabila angka Reynold lebih dari 4000, aliran biasanya turbulen. Namun, apabila angka Reynold berkisar antara 2000 dan 4000, aliran dapat laminar atau turbulen, tergantung pada variabel lain yang mempengaruhi.

$Re = \frac{\rho V R}{\mu}$ (2.50) dengan angka Reynold *Re*, kecepatan *V*, jari-jari hidrolis *R*, dan viskositas μ .

7. Tipe Aliran

Tipe aliran tersebut adalah aliran sub-kritis (*subcritical flow*) jika harga *Fr* kurang dari 1. Sebaliknya, jika harga *Fr* lebih dari 1, jenis aliran tersebut adalah aliran super kritis (*supercritical flow*).

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gD}} \dots\dots\dots(2.51)$$

Atau
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}} \quad (2.52)$$

dengan Fr merupakan angka *froude*, v merupakan kecepatan, g merupakan grafitasi, L merupakan panjang karakteristik, dan D merupakan kedalaman hidrolis.

8. Kemiringan Kritis

Menurut Triatmodjo (2008b), kemiringan dasar saluran yang diperlukan untuk menghasilkan aliran seragam pada kedalaman kritis disebut kemiringan kritis I_c . Apabila kemiringan dasar lebih besar dari kemiringan kritis ($I_0 > I_c$), aliran adalah subkritis. Sebaliknya, jika kemiringan dasar lebih kecil dari kemiringan kritis ($I_0 < I_c$), aliran adalah superkritis.

$$I_c = \frac{g}{4.49 R^{1/3}} \quad (2.53)$$

dengan I_c sebagai kemiringan kritis, g sebagai grafitasi, D sebagai kedalaman hidrolis, dan R sebagai jari-jari hidrolis.

9. Energi dalam Saluran Terbuka

Persamaan Bernoulli menunjukkan bahwa jumlah energi tinggi di hulu dan hilir penampang akan sama.

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + y_1 = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + y_2 \quad (2.54)$$

2.7.2 Software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System)

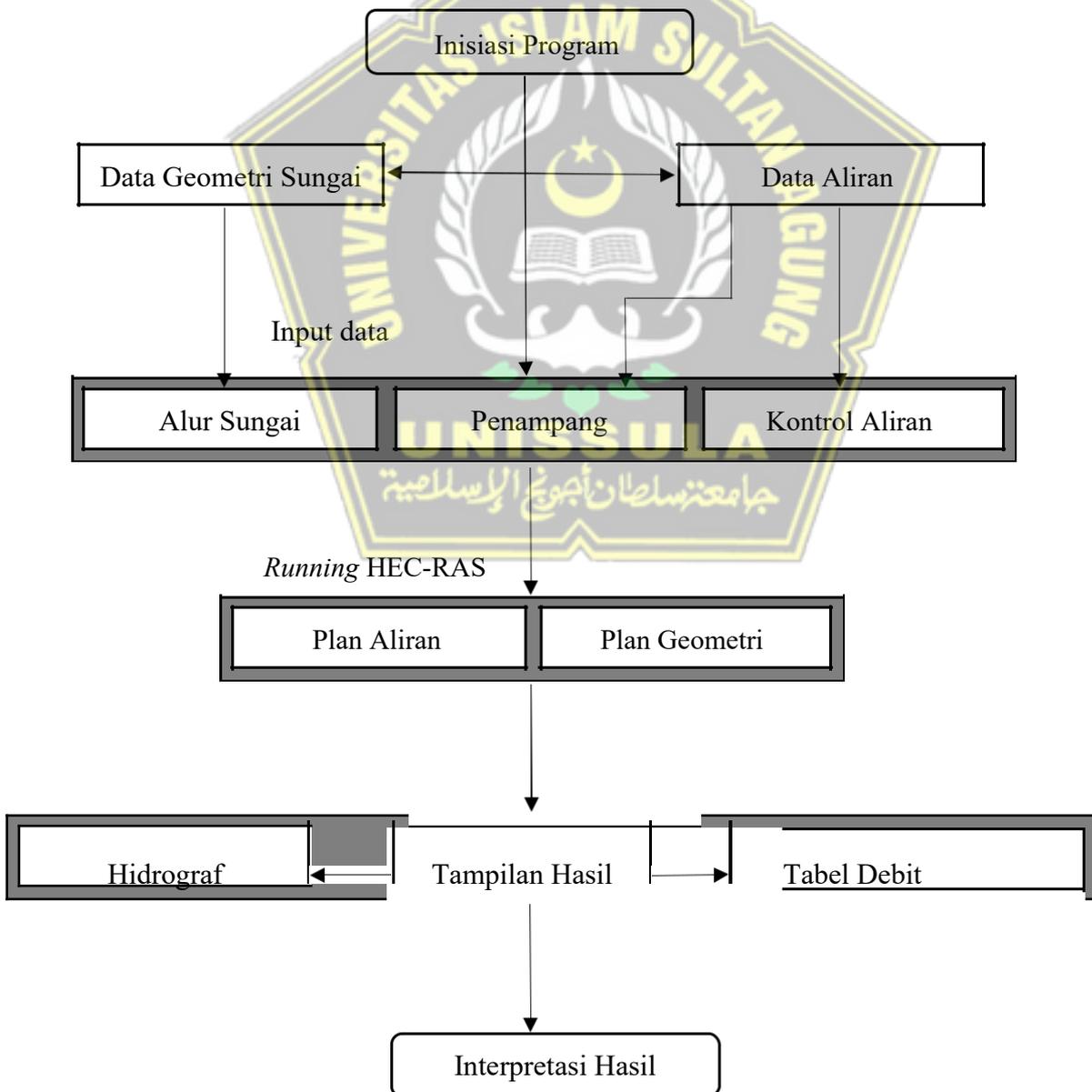
Untuk memodelkan aliran sungai, program HEC-RAS digunakan. *Hydrologic Engineering Center* (HEC), satu divisi di *Institute for Water Resources* (IWR), diawasi oleh *US Army Corps of Engineers* (USACE) dalam pembuatan Sistem Analisis Sungai (RAS). HEC-RAS adalah model satu dimensi aliran permanen dan tak permanen. Ini terdiri dari empat model satu dimensi :

1. Profil muka air aliran permanen,
2. Simulasi aliran tak permanen,
3. Hitungan transpor sedimen, dan
4. Hitungan kualitas air.

Analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, dan pelaporan digabungkan dalam HEC-RAS, sebuah program aplikasi (Wigati and Soedarsono, 2016). Tujuan analisis HEC-RAS adalah untuk menyediakan data tentang profil aliran geometri sungai.

Data yang diperlukan untuk menganalisis penampang sungai menggunakan program HEC -RAS adalah sebagai berikut :

1. Penampang memanjang Sungai Tenggara
2. Penampang melintang Sungai Tenggara
3. Data debit yang melalui Sungai Tenggara
4. Angka koefisien kekasaran *manning*
5. Geometri aliran Sungai Tenggara



Gambar 2.11 Diagram Alur Pemodelan Hidrolika dengan HEC-RAS

(Sumber: Istiarto, 2014)

HEC-RAS adalah aplikasi satu dimensi yang dapat memodelkan aliran air di sungai, baik aliran permanen maupun tidak permanen. Aplikasi ini terdiri dari empat bagian:

1. Menghitung profil muka air/aliran permanen;
2. Menghitung aliran takupermanen;
3. Menghitung transport sedimen; dan
4. Menghitung kualitas air.

HEC-RAS adalah program aplikasi yang menggabungkan fitur gangguan grafis, analisis hidraulik, manajemen, penyimpanan, dan pelaporan data.

1. Tampilan Layar Utama

Pada umumnya, saat memulai suatu program, layar utama akan muncul, yang terdiri dari beberapa menu: File, Edit, Run, View, Option, dan Help. Ini hampir mirip dengan aplikasi biasa, di mana pengguna dapat mengakses submenu tertentu. Misalnya, dalam menu File, ada opsi/submenu New Project.

2. Pembuatan File Project

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum memulai analisis HEC-RAS. Pertama, file proyek harus dibuat. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Pilih menu File dan pilih proyek baru.
2. Di bagian kanan atas, klik opsi folder proyek standar.
3. Isi nama folder sesuai keinginan.
4. Tuliskan judul proyek ke tempat yang telah ditentukan di bawah judul.
5. Ubahlah nama file proyek ke tempat yang telah ditentukan.

Lalu klik OK. Akan muncul layar konfirmasi. Klik OK sekali lagi pada layar konfirmasi.

3. Geometri Saluran

Untuk aplikasi HEC-RAS, parameter geometri berikut diperlukan: ualur, tampang melintang dan memanjang, kekasaran dasar (Manning numbers), dan kehilangan energi pada perubahan penampang.

Geometri struktur hidraulik yang tersebar di sepanjang saluran Langkah-langkah yang diperlukan untuk meniru geometri saluran adalah sebagai berikut:

1. Pilih menu Edit Geometric Data atau klik menu Edit-Enter Geometric Data.
2. Pada menu River Reach, buat skema saluran dengan mengklik titik-titik di sepanjang alur saluran pada layar editor data geometri. Alurusaluran harus dimulai dari hulu ke hilir.
3. Setelah langkah sebelumnya, sebuah denah alur saluran dengan satu ruas muncul di layar editor data geometri. Peta situasi alur sungai biasanya digunakan sebagai latar belakang pada layar editor data geometri untuk membuat skema alur. Klik tombol Add-Edit Background Pictures untuk peta situasional saluran.

4. Penampang Melintang

Peniruan geometri penampang saluran dengan memasukkan data tampang melintang saluran adalah langkah berikutnya.

1. Untuk melakukan ini, klik menu **Cross Section** dan lihat layar editor tampang melintang.
2. Temukan data tampang melintang berurutan mulai dari ujung hilir hingga ujung hulu dengan memilih menu *Options* dan memilih "Tambah Sudut Baru". Setiap tampang adalah Sungai Sta. dengan nomor, dimulai dari hilir dan berkembang ke hulu.
3. Beri keterangan tentang tampang melintang di kolom isian *Description*.
4. Selanjutnya, Anda harus menentukan koordinat titik-titik lintang, berurutan dari titik paling kiri ke kanan, jarak stasiun dari kiri ke kanan, dan elevasi titik tersebut.
5. Koefisien kekasaran dasar (*Manning's n Values*) adalah 0,02 untuk setiap bagian tampang.

6. Mengisi Stasiun *Bank Main Channel*, ada titik batas antara LOB dan *Channel*, adalah data berikutnya.
7. Anda dapat menulis catatan atau informasi tambahan tentang tampang ini di bagian bawah isian.
8. Tekan Tombol *Apply Data* untuk menyimpan data, dan gambar tampang lintang yang sesuai dengan data yang diisikan akan ditampilkan secara otomatis di sisi kanan.
9. Dalam contoh ini, setiap ruas memiliki tampang yang sama, sehingga data dua tampang dapat digunakan untuk menggambarkan ruas tersebut pada ujung kedua ruas.
10. Selain itu, pada kolom deskripsi, tampang lintang diisi.
11. Isikan jarak antara tampang ruas hulu "1000" dan tampang sebelah hilirnya.
12. Tekan tombol *Apply Data* pada tampang bagian hulu, seperti pada tahap pengisian koefisien kekasaran dasar.

5. Menginterpolasi Penampang Melintang

Data penampang melintang di kedua sisi ruas saluran cukup menunjukkan geometri ruas saluran sederhana ini, tetapi data ini tidak cukup untuk perhitungan analisis penelitian. seperti yang terlihat dalam

Untuk menghitung profil muka air, diperlukan beberapa tampang plintang dengan jarak antar tampang yang cukup dekat. Untuk mencapai hal ini, penampang melintang di ujung kedua ruas saluran harus diinterpolasi.

Untuk melakukan interpolasi penampang melintang, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Pada layar editor data geometri, pilih menu ***Tools—XS Interpolation—Within a Reach.***
2. Isi angka "20" di kolom "Jarak Maksimal antara XS", yang berarti jarak antar penampang melintang adalah 20 meter.
3. Tekan tombol pengaturan XS.
4. Tekan Close.

5. Dalam gambar alur saluran, beberapa sungai baru ditampilkan dengan tanda bintang (*) yang menunjukkan bahwa itu adalah hasil dari interpolasi.
6. Jangan lupa untuk memilih menu File untuk menyimpan hasil data geometri.

Save Geometry Data. Kemudian pilih menu "File-Exit" untuk keluar dari editor data geometri.

6. Peniruan Hidrolika

Langkah-langkah untuk memasukkan data aliran dan batas syarata adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan layar editor data aliran dengan menekan menu **Edit-Steady Flow Data**, atau dapat juga diakses melalui menu **Edit-Enter Steady Flow Data**.
2. Karena ada dua profil muka air yang akan dihitung, masukkan angka "2" ke dalam kolom isian "Enter/Edit", lalu tekan Enter.
3. Selanjutnya, masukkan data debit di bats hulu PF1 pada "4" dan PF2 pada "6", masing-masing dengan satuan m³/s.
4. Tekan tombol **Reach Boundary Conditions**, dengan kursor di bawah. Klik tombol **Known W.S.**, isikan elevasi muka air "1" untuk setiap besaran debit. Klik OK, dan **Known WS** muncul di isian di bawah. Tekan OK untuk kembali ke layar editor.
5. Klik tombol **Apply Data** dan pilih menu File untuk menyimpan aliran data tambahan ke *disk*.

7. Perhitungan Hidrolika

Untuk melakukan perhitungan hidrolika pada program HEC-RAS, istilah "me-run program" sebenarnya tidak tepat karena sejak awal dimulai, program ini dapat disebut "me-run program". Ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan.

Program HEC-RAS melakukan perhitungan hidrolika:

1. Menekan menu Run – Steady Flow Analysis atau klik tombol Perform a Steady Flow Analysis untuk membuka layar perhitungan aliran.
2. Buat file rencana baru dengan memilih menu File—New Plan. Isi judul rencana dengan "Perhitungan profil aliran pemanen".

3. Tampilan layar perhitungan hidrolika aliran permanen akan tampak seperti gambar di bawah ini.
4. Tekan tombol *Compute* untuk mengaktifkan modul perhitungan hidrolika. Program Perhitungan akan dilakukan secara otomatis oleh HEC-RAS sesuai dengan data peniruan hidrolika yang telah diisikan pada langkah sebelumnya. Setelah perhitungan selesai, tekan tombol *Close*. Selain itu, Anda dapat memilih menu *File* dan memilih "Keluar" atau menekan tombol silang (X) di pojok kanan atas layar. kembali ke layar HEC-RAS utama.

8. Presentasi Hasil Hitungan HEC-RAS

Dalam program HEC-RAS, hasil hitungan ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel. Presentasi dalam bentuk tabel menampilkan penampang lintang, penampang memanjang, kurva ukur debit, dan gambar persepektif alur.

alternatifnya, hidrograf. Untuk menampilkan hasil perhitungan dengan berbagai jenis tampilan, ikuti langkah-langkah berikut.

A. Presentasi Perhitungan pada Penampang Melintang

1. Pilih menu *View—Cross-Sections*, atau tekan tombol *View Cross Sections* untuk membuka layar grafik penampang melintang, seperti yang ditunjukkan di bawah ini.
2. Pada layar *Cross Section*, pilih titik penampang yang ingin ditampilkan. Anda dapat berpindah ke stasiun sungai hilir dengan mengklik anak panah ke bawah atau sebaliknya untuk pindah ke stasiun sungai hulu.
3. Pengguna dapat mengubah tampilan layar Segitiga melalui menu **Opsi. Menu** ini memungkinkan pengaturan seperti profil, variabel (seperti muka air, kedalaman kritis, garis energi, dsb), judul gambar, label, ukuran karakter, dan atribut lainnya.
4. Anda dapat menyimpan grafik dan tabel hasil perhitungan pada program HEC-RAS ke dalam program prosesor dokumen, seperti *MSWord*. Anda dapat melakukan ini dengan memilih menu *File - Copy Plot to Clipboard*, dan pada *MSWord*, pilih menu *Edit - Paste* untuk menyisipkan grafik.

B. Menampilkan Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Alur

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Tekan menu *View—Profiles of the Water Surface...* atau klik tombol *View cross sections*.
2. Pengguna dapat memilih profil yang ingin ditampilkan dengan mengklik tombol *Profiles* dan mengaktifkan profil yang diinginkan.
3. Menu *Options* juga dapat digunakan untuk mengubah tampilan grafik sesuai dengan keinginan.

C. Menampilkan Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran Langkah-langkah berikut diambil untuk menampilkan hasil hitungan profil variabel aliran:

1. Pilih menu *View – Plot Profil Umum*. Anda juga dapat memunculkan grafik profil kecepatan aliran di sepanjang alur dengan mengklik tombol *View General Profile Plot*.
2. Tekan tombol Profil untuk mengaktifkan profil yang diinginkan....
3. Pengguna dapat mengontrol tampilan grafik yang diinginkan, seperti yang dilakukan pada grafik sebelumnya, dengan menggunakan menu *Options*.
4. Dengan memilih menu *Plots Standar*, pengguna juga dapat melihat profil debit aliran, luas penampang, dan parameter lainnya.

D. Menampilkan Hasil Perhitungan Dalam Tabel

Anda dapat menampilkan rincian nilai parameter hidrolika dalam penampang melintang alur dengan menampilkan hasil perhitungan dalam tabel.

Dalam bentuk tabel. Pada tahap awal permodelan alur pada sistem sungai yang kompleks, tabel ini berguna untuk mengoreksi apabila ada kesalahan yang menyebabkan proses perhitungan berhenti.

Untuk menampilkan hasil hitungan dalam bentuk tabel, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Pilih menu *View—Table Detailed Output*, atau Anda dapat melakukannya dengan mengklik tombol *View Detailed Output* di XS.
2. Dengan mengklik tombol *Profiles* atau RS, pengguna juga dapat memilih penampang yang ingin ditampilkan.
3. Anda dapat menyalin tabel ke clipboard atau menyimpannya ke dalam aplikasi lain dengan memilih menu *"File"—Copy to Clipboard*.
4. Anda dapat memilih menu *View—Profile Summary Table* dan menampilkan tabel hasil hitungan pada seluruh alur (bagian panjang) atau dengan mengklik tombol *View summary output tables by profile*.
5. Anda dapat mengatur tabel dengan mengklik menu *Opsi—Profil...*, Selain itu, Anda dapat menyalin tabel ke dalam clipboard dengan memilih menu *"File"* dan menyalin ke *clipboard*.

2.8. Penelitian Terdahulu

Studi sebelumnya membentuk fondasi penting untuk memulai penelitian. Dengan demikian, mereka dapat menggunakannya untuk mempelajari penelitian yang akan dilakukan. Dalam beberapa penelitian sebelumnya terkait analisis penampang sungai yang telah dilakukan dengan berbagai metode, seperti berikut yaitu :

2.8.1. Kajian Hidrolis Analisis Kapasitas Tampungan Sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba

Penelitian oleh A.Rezky Saputra L pada tahun 2023 yang berjudul “**Kajian Hidrolis Analisis Kapasitas Tampungan Sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba**” menyimpulkan bahwa menghitung kapasitas sungai, yaitu berapa banyak air yang dapat ditampungnya. Mereka menemukan bahwa sungai dapat menampung sekitar **924,22 meter kubik per detik**. Untuk memvisualisasikan ini, anggap itu sebagai kolam renang besar yang dapat terisi dengan sangat cepat. Jika terlalu banyak air masuk, itu akan meluap, seperti kolam yang terlalu penuh. Penelitian ini menyoroti bahwa beberapa daerah di Bulukumba berisiko banjir. Sepuluh kabupaten diidentifikasi memiliki risiko banjir sedang hingga tinggi. Ini

berarti bahwa orang yang tinggal di daerah ini perlu berhati-hati dan siap menghadapi kemungkinan banjir.

Penelitian ini mendorong masyarakat setempat untuk tetap waspada dan siap menghadapi banjir dan bahaya terkait cuaca lainnya. Mereka dapat menggunakan aplikasi cuaca untuk mendapatkan pembaruan tentang hujan dan badai. Ini mirip dengan bagaimana kita memeriksa cuaca sebelum pergi keluar untuk memastikan kita berpakaian dengan tepat. Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan pentingnya memahami perilaku Sungai Balantieng. Dengan mempelajari sungai, masyarakat dapat lebih mempersiapkan diri menghadapi banjir dan mengelola sumber daya airnya secara efektif. Pengetahuan ini sangat penting untuk melindungi kehidupan dan properti di wilayah tersebut.

2.8.2 Analisis Hidrolika Penampang Alami di Sungai Unda Hilir

Penelitian oleh Putu Gita Widiarsini pada tahun 2021 yang berjudul “**Analisis Hidrolika Penampang Alami di Sungai Unda Hilir**” menyimpulkan bahwa para peneliti melihat banjir yang bisa terjadi setiap 50 tahun sekali, yang merupakan cara untuk memprediksi berapa banyak air yang mungkin mengalir selama banjir besar. Mereka menemukan bahwa selama banjir seperti itu, air bisa mengalir dengan kecepatan 350,3 meter kubik per detik. Jumlah air ini dapat menyebabkan sungai meluap di daerah tertentu (dari UD 3 hingga UD 11), dengan ketinggian air naik antara 1,5 meter dan 3,0 meter pada jarak 1052,34 meter hilir. Kawasan ini terletak di dekat jembatan bernama By Pass Ida Bagus Mantra.

Untuk mencegah banjir, para peneliti berencana membangun penghalang (disebut “tanggul”) yang akan tingginya antara 2,0 meter dan 2,5 meter di area yang sama (UD 3 hingga UD 11). Setelah menjalankan simulasi dengan perangkat lunak HEC-RAS, mereka menemukan bahwa penghalang ini akan berhasil menghentikan luapan air, yang berarti mereka akan efektif dalam mengendalikan banjir.

2.8.3. Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Data Curah Hujan di DAS Waru Kabupaten Banggai

Penelitian oleh V.W. Andiese pada tahun 2022 yang berjudul “**Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Data Curah Hujan di DAS Waru Kabupaten**

Banggai” menyimpulkan bahwa data meteorologi mengacu pada informasi tentang cuaca, seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan curah hujan. Data ini membantu dalam merencanakan bagaimana menggunakan sumber daya air secara efektif, seperti untuk pertanian atau air minum. Memiliki data curah hujan yang lengkap dan jangka panjang sangat penting karena membantu memprediksi berapa banyak air yang akan tersedia di masa depan. Misalnya, jika kita tahu biasanya hujan banyak di bulan tertentu, kita dapat merencanakan untuk menyimpan air itu selama bulan-bulan kering.

Penelitian ini berfokus pada daerah aliran sungai Waru di Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah, Indonesia. Daerah ini mengalami banjir berulang pada tahun 2019 dan 2020. Banjir terjadi karena daerah aliran sungai tidak mampu menangani hujan lebat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dua set data banjir yang berbeda yaitu satu set menggunakan data curah hujan asli, yang memiliki beberapa bagian yang hilang. Set lainnya menggunakan data curah hujan yang telah diisi menggunakan metode khusus.

2.8.4. Peran Serta Masyarakat Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tenggang, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang Tahun 2020

Penelitian oleh Angger Ari Praditya pada tahun 2020 yang berjudul **“Peran Serta Masyarakat Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tenggang, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang Tahun 2020”** Banjir adalah bencana alam. Ini berarti itu adalah peristiwa serius yang disebabkan oleh alam yang dapat membahayakan orang dan rumah mereka.

Banjir bisa terjadi karena berbagai alasan. Alasan-alasan ini bisa alami, seperti hujan lebat, atau tidak alami, seperti perencanaan kota yang buruk.

Salah satu daerah spesifik yang disebutkan adalah Sungai Tenggang di Kecamatan Gayamsari, khususnya di Desa Tambakrejo. Ini berarti bahwa orang-orang yang tinggal di dekat sungai ini mengalami banjir. Warga yang tinggal di dekat Sungai Tenggang harus memiliki cara sendiri untuk menghadapi banjir. Ini berarti mereka harus siap dan tahu apa yang harus dilakukan ketika banjir terjadi.

Tingkat partisipasi masyarakat sangat penting. Jika lebih banyak orang terlibat, itu dapat mengarah pada keberhasilan yang lebih baik dalam mengelola banjir.

Singkatnya, penelitian ini menyoroti pentingnya tindakan pemerintah dan keterlibatan masyarakat dalam mengelola bencana banjir di Semarang. Dengan bekerja sama, mereka dapat membantu mengurangi dampak banjir dan melindungi orang-orang yang tinggal di daerah yang terkena dampak.

2.8.5. Rencana Dan Pengoperasian Sudetan Sungai Tenggang Ke Banjir Kanal Timur Kota Semarang Dengan Aplikasi Kolam Retensi

Penelitian oleh Angger Ari Praditya pada tahun 2018 yang berjudul “**Rencana Dan Pengoperasian Sudetan Sungai Tenggang Ke Banjir Kanal Timur Kota Semarang Dengan Aplikasi Kolam Retensi**” Sungai Tenggang, yang terletak di Semarang, sering mengalami banjir, terutama di bagian bawahnya. Banjir dapat terjadi ketika ada terlalu banyak hujan, dan sungai tidak dapat menahan semua air. Hal ini dapat menyebabkan air meluap dan menimbulkan masalah bagi orang yang tinggal di dekatnya.

Perencanaan dan pengoperasian sudetan dan kolam retensi yang tepat sangat penting untuk mencegah banjir. Jika kita tidak mengelola air dengan benar, itu dapat menyebabkan masalah serius bagi orang yang tinggal di dekat sungai, seperti kerusakan rumah dan jalan..

Singkatnya, untuk mengendalikan banjir di bagian bawah Sungai Tenggang, kita perlu membuat sistem yang mencakup kolam retensi dan sudetan. Sistem ini akan membantu menahan kelebihan air dan mengarahkannya dengan aman ke Kanal Banjir Timur. Dengan melakukan ini, kita dapat melindungi masyarakat dari bahaya banjir dan memastikan bahwa semua orang tetap aman.

BAB III

METODOLOGI

3.1. Uraian Umum

Kajian ini dirancang untuk menganalisis penampang Sungai Tenggang dengan tujuan mengevaluasi kapasitas hidrolis Sungai Tenggang dalam menampung debit air, mengidentifikasi wilayah yang rentan terkena limpasan serta memberikan rekomendasi pengolahan banjir yang terjadi. Metode penelitian ini melibatkan *survey* lapangan untuk memperoleh data primer dan sekunder. Lingkup kegiatan yang dilakukan pada penulisan ini sebagai berikut :

1. Persiapan
2. Pengumpulan Data
3. Studi Pustaka
4. Analisa Hidrologi
5. Kesimpulan dan Rekomendasi

3.2. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum melakukan kegiatan pengumpulan data utama. Tahapan ini meliputi beberapa langkah berikut :

1. Mengidentifikasi masalah serta perumusan tujuan yang akan dibahas
2. Melakukan kajian literatur dan mencari data yang dibutuhkan
3. Melakukan *survey* langsung ke lokasi Sungai Tenggang Semarang

3.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah yang penting untuk memperoleh data yang valid mengenai objek penelitian yang akan dianalisa serta harus dilakukan secara teliti dan terstruktur sehingga mengetahui kondisi yang sebenarnya terjadi (arikunto 2010). Pada kajian Analisa penampang Sungai Tenggang menggunakan metode pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi pemerintahan wilayah kota Semarang yaitu Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) dan Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya

Air Penata Ruang Provinsi Jawa Tengah (PUSDATARU). Data- data yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Data stasiun curah hujan 10 tahun kebelakang
2. Peta DAS Sungai Tenggang
3. Data penampang Sungai tenggang
4. Data Hidrologi

3.4. Metode Analisis Hidrologi

Tahapan Analisa data pada penelitian ini dilakukan dengan mengintergrasi data hidrologi yaitu data curah hujan untuk menyalurkan debit air saat musim penghujan. Pada tugas akhir ini menggunakan metode Poligon Thiessen dan Hidrograf Satuan Sintentik (HSS) diterapkan guna menilai resiko banjir pada Sungai Tenggang sesuai **rumus 2.2.**

3.4.1 Perhitungan data curah hujan rata-rata wilayah

Data curah hujan yang diperoleh dari tiga stasiun curah hujan terdekat di sekitar DAS yaitu stasiun Karangroto, Puncang Gading dan Simongan akan dianalisis dengan metode polygon Thiessen sesuai **rumus 2.2.** untuk kemudian dicari nilai maksimumnya untuk masing-masing tahun.

3.4.2 Analisa Frekuensi

Pada tahap ini didapatkan dari parameter-parameter statistik, setelah melakukan perhitungan kemudian menentukan distribusi yang sesuai atau mendekati untuk mendapatkan hujan rencana. Analisa frekuensi merupakan kajian dengan besaran tertentu yang terjadi sekali atau beberapa kali dalam periode tertentu. Ada beberapa parameter distribusi yang dapat digunakan yaitu Metode Distribusi Gumbel, metode distribusi Normal, metode Distribusi log Normal, dan Metode Distribusi Log-Pearson III.

3.4.3 Uji Keselaran Distribusi

Pada tahapan ini dilakukan untuk menentukan distribusi frekuensi yang dipilih apakah tepat dan sesuai dengan distribusi statistik sampel data yang

dianalisis. Adapun beberapa metode umum yang digunakan pada uji keselarasan yaitu metode *Chi Square* pada rumus 2.10 dan *Klmogorov-Sminov* pada rumus 2.20 (Kamiana, 2011).

3.5. Perhitungan Debit Banjir Metode Hidrograf Satuan Sintetik

Pada perhitungan Analisa distribusi curah hujan rencana, maka distribusi yang dipilih haruslah sesuai, oleh karena itu dilakukan uji keselarasan distribusi. Selanjutnya, setelah memperoleh data curah hujan rencana, kemudian dilakukan Analisa debit banjir rencana. Kajian hidrologi yang digunakan untuk menganalisis debit banjir Sungai tenggang yaitu dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu. Hidrograf satuan sintesis Nakayasu dikembangkan dari beberapa Sungai di Jepang (Soemarto,1987). Metode ini efektif untuk memperkirakan hidrograf aliran berdasarkan data curah hujan pada DAS. Metode HSS Nakayasu bertujuan untuk menganalisa debit banjir rencana dalam periode ulang tertentu untuk mengidentifikasi potensi resiko banjir di wilayah DAS Sungai Tenggang.

3.6. Analisa Hidrolika Penampang Sungai

Analisis hidrolika penampang sungai merupakan proses yang melibatkan berbagai langkah yang dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana aliran air bergerak melalui penampang melintang sungai, terutama selama kondisi debit banjir tertinggi. Metode hidrolika digunakan untuk menentukan kapasitas penampang sungai untuk menampung aliran air yang tinggi tanpa meluap. Dengan menggunakan metode ini, dapat dipahami bagaimana aliran air bergerak melalui penampang sungai dan membuat solusi yang efektif untuk mengelola banjir dan tetap memiliki kapasitasnya. Program bantu HEC-RAS digunakan untuk melakukan analisis hidrolika berdasarkan debit banjir periode ulang.

3.7. Analisa Pengendalian Banjir metode HEC-RAS

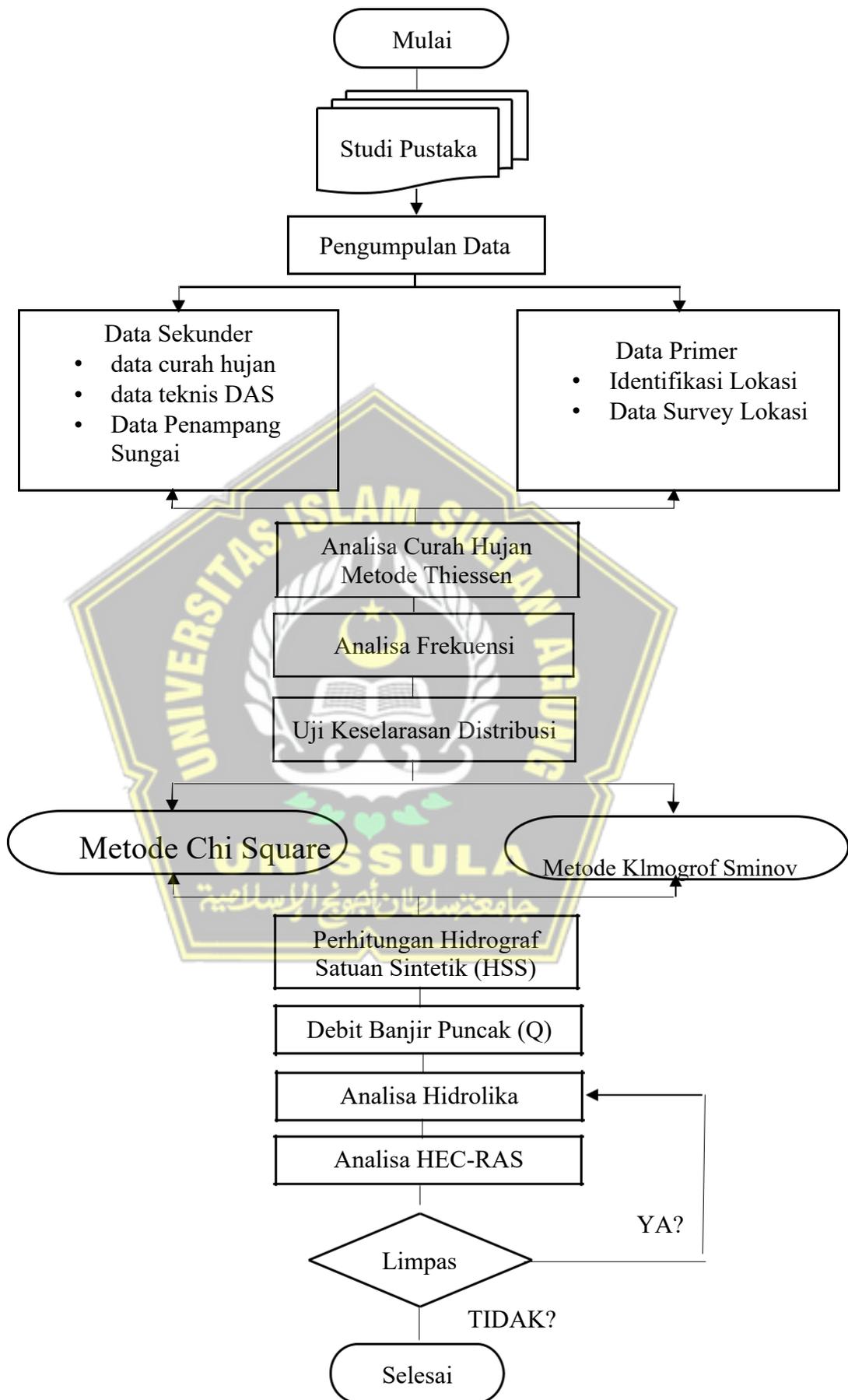
Metode Analisa ini merupakan simulasi menggunakan bantuan program HEC-RAS. Analisa HEC-RAS merupakan bentuk tiruan dari apa yang sebenarnya terjadi

dilapangan. Aplikasi ini dapat digunakan dengan memasukan data penampang Sungai, elevasi dan lain-lain yang diperlukan maka akan otomatis terprogram. Penggunaan metode HEC-RAS sangat membantu serta mempermudah mengetahui debit rancangan, kenaikan muka air serta daerah mana saja yang akan terkena limpasan air yang terjadi di DAS Sungai tenggang

3.8. Diagram Alir (*Flowchart*)

Diagram alir, juga dikenal sebagai *flowchart* adalah representasi grafis yang menunjukkan langkah-langkah, urutan, dan keputusan yang diambil dalam suatu proses atau alur kerja. Untuk menunjukkan aliran proses secara jelas dan terstruktur, diagram alir menggunakan simbol standar yang dihubungkan dengan garis atau panah.





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Curah Hujan

Dalam penelitian ini, data curah hujan sangat penting untuk setiap analisis hidrologi, terutama untuk menghitung debit banjir rencana baik. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa data curah hujan tidak ada atau tidak cukup untuk digunakan dalam perhitungan debit banjir. Untuk mencapai tujuan ini, analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan Metode *Polygon Thiessen*.

Dalam penelitian ini data sekunder curah hujan yang tersedia adalah :

- Stasiun Simongan
- Stasiun Puncang Gading
- Stasiun Karang Roto

Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Ketersediaan Data	Pelaksana
1	Simongan	2014 - 2023	BMKG
2	Puncang gading	2014 - 2023	BBWS Pamali Juana
3	Karang roto	2014 - 2023	Balai PSDA Bodri Kuto

4.1.1. Pembagian Wilayah Menggunakan Metode Polygon Thiessen

Dalam penelian ini, proses penghitungan dengan menggunakan *Polygon Thiessen* adalah sebagai berikut: pertama, menentukan titik koordinat masing-masing stasiun curah hujan; kedua, menentukan tarik garis lurus yang menghubungkan masing-masing stasiun curah hujan.

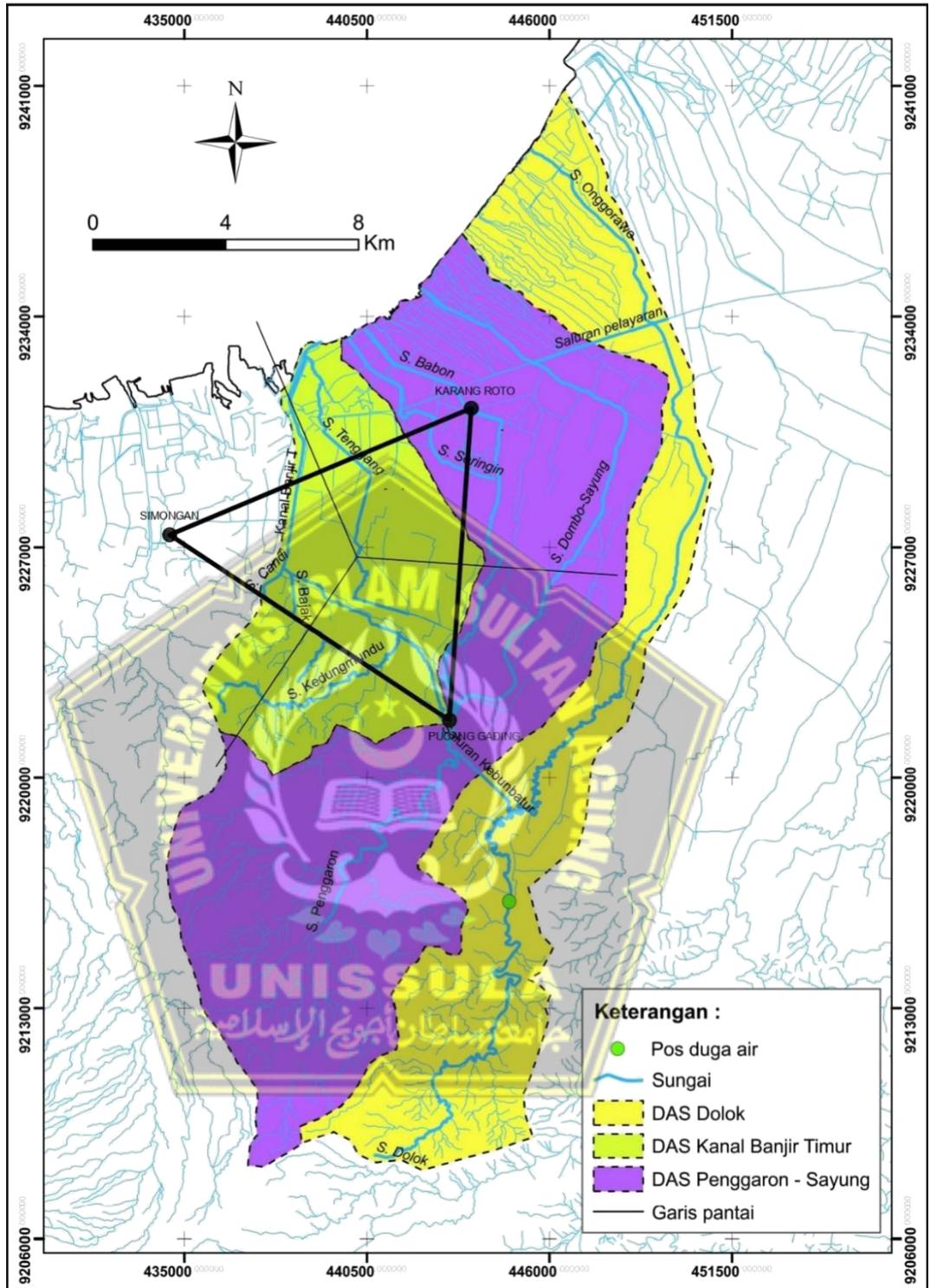
- a. Menentukan lokasi masing-masing stasiun curah hujan dan tarik garis lurus yang menghubungkan mereka.
- b. Temukan titik pusat masing-masing garis.
- c. Garis tegak lurus ditarik dari titik Tengah.

d. Selanjutnya, luas wilayah penyebaran hujan dapat dihitung dengan menggunakan *software Autoked*.

Tabel 4.2 Lokasi Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun	Lokasi
1	Simongan	Bendung Simongan, Kec. Semarang Barat, Kota Semarang
2	Puncang gading	Desa Batursari, Kec. Mranggen, Kab. Demak
3	Karang roto	Desa Karangroto, Kec. Genuk, Kab. Semarang





Gambar 4.1 DAS Sungai Tenggang

4.1.2 Menghitung Curah Hujan Polygon Thiessen

Metode perhitungan *Polygon Thiessen* untuk analisis hujan rencana Metode ini menghitung nilai curah hujan rata-rata dengan menjumlahkan semua penakar yang memiliki daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis sumbu tegak lurus di antara dua pos penakar.

Berikut contoh untuk menghitung curah hujan kawasan sebagai berikut :

- Curah hujan bulan Januari tahun 2014.
 - Stasiun Simongan (P1) = 125 mm/hari
 - Stasiun Pucang Gading (P2) = 217 mm/hari
 - Stasiun Karang Roto (P3) = 135 mm/hari

Tabel 4.3 Luas Peangaruh Pos Stasiun DAS Sungai Tenggang

STASIUN	LUAS PENGARUH CURAH HUJAN (KM2)
simongan	0,00
pucang gading	13,855
karang roto	3,662
total area	17,52

- Luas Area Tangkapan Curah Hujan
 - Stasiun Simongan (A1) = 0 km²
 - Stasiun Pucang Gading (A2) = 13,85 km²
 - Stasiun Karang Roto (A3) = 3,662 km²

Maka :

$$= \frac{1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 3}{1 + 2 + 3}$$

$$= \frac{(125 \cdot 0,0) + (217 \cdot 13,85) + (135 \cdot 3,662)}{0 + 13,85 + 3,662}$$

d = 200 mm

Dengan cara menghitung nilai curah hujan per tiap tahun dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

No.	Tahun	Pos Simongan	Pos Puncang gading	Pos Karang roto	Rata-Rata
1	2014	125	217	135	200
2	2015	177	203	130	188
3	2016	98	217	110	195
4	2017	126	165	100	151
5	2018	123	154	98	150
6	2019	105	72	116	81
7	2020	114	95	93	95
8	2021	174	95	137	104
9	2022	95	107	147	115
10	2023	180	105	125	109
Jumlah		1317	1430	1191	1388
Rata-Rata		131.7	143.0	119.1	139

Maka, Curah hujan maksimum adalah 200 mm.

4.1.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan rencana yaitu sebagai berikut :

1. Metode Normal dan Gumbel
2. Metode Log Normal
3. Metode Log Pearson III

Untuk menggunakan metode, terlebih dahulu dipelajari beberapa faktor yang diperoleh dari data sebelumnya sebagai persyaratan untuk menggunakan metode distribusi. Faktor-faktor ini adalah sebagai berikut :

- Standar Deviasi (SD)

$$= \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 / n} - 1$$
- Koefisien Skweness (Cs)

$$= \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot (s^3)}$$
- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$= \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot (s^4)}$$

- Koefisien Variasi (Cv)

Tabel 4. menunjukkan beberapa parameter yang diperlukan untuk penggunaan metode distribusi tertentu. Nilai Cs dan Ck yang diperlukan untuk penggunaan empat jenis metode distribusi ditunjukkan dalam tabel tersebut.

Tabel 4.5 Persyaratan Metode Distribusi

No.	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck \approx 3$
2	Gumbel	$Cs \approx 1,139$
		$Ck \approx 5,402$
3	Log Normal	$Cs \approx 1,137$
		$Ck \approx 5,383$
4	Log Pearson III	$Cs \neq 0$
		$Ck \approx 0,3$

(sumber : Sutiono, 1996)

Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Hujan dengan Metode Normal

No.	Tahun	X terurut	$(X_i - X_{\text{rerata}})$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^2$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^3$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^4$
1	2014	199,856	61,062	3728,547	227671,869	13902060,170
2	2015	187,738	48,944	2395,466	117242,500	5738258,320
3	2016	194,629	55,835	3117,542	174067,833	9719069,683
4	2017	151,410	12,616	159,166	2008,053	25333,800
5	2018	150,201	11,407	130,120	1484,284	16931,265
6	2019	81,199	-57,595	3317,154	-191050,660	11003513,737
7	2020	94,582	-44,212	1954,717	-86422,330	3820920,117
8	2021	103,781	-35,013	1225,903	-42922,399	1502837,381
9	2022	115,363	-23,431	549,014	-12863,965	301416,113
10	2023	109,181	-29,613	876,903	-25967,310	768957,996
Jumlah :		1387,940	0,000	17454,532	163247,876	46799298,580

(sumber : perhitungan)

$$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{44,0385}{10-1}}$$

$$= 2,212$$

Tabel 4.7 Perhitungan Hujan dengan Metode Log Normal

No.	Xi	Log Xi	(Log Xi - rerata Log X)	(Log Xi - rerata Log X) ²	(Log Xi - rerata Log X) ³	(Log Xi - rerata Log X) ⁴
1	199,86	2,3007	0,17852	0,03187	0,00569	0,00102
2	187,74	2,2736	0,15135	0,02291	0,00347	0,00052
3	194,63	2,2892	0,16701	0,02789	0,00466	0,00078
4	151,41	2,1802	0,05796	0,00336	0,00019	0,00001
5	150,20	2,1767	0,05447	0,00297	0,00016	0,00001
6	81,20	1,9096	-0,21265	0,04522	-0,00962	0,00204
7	94,58	1,9758	-0,14639	0,02143	-0,00314	0,00046
8	103,78	2,0161	-0,10608	0,01125	-0,00119	0,00013
9	115,36	2,0621	-0,06013	0,00362	-0,00022	0,00001
10	109,18	2,0381	-0,08405	0,00706	-0,00059	0,00005
TOTAL	1387,9404	21,2220	0,00000	0,17758	-0,00059	0,00503

(sumber : perhitungan)

$$Sd = 0,1405$$

$$Cs = -0,0294$$

$$Ck = 2,5646$$

Perhitungan standar deviasi Log Xi (Sd Log Xi)

$$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,00706}{10-1}}$$

$$= 0,009$$

4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan Metode Normal – Gumbel dan Metode Log Pearson III

Curah hujan rancangan adalah prediksi atau probabilitas besaran curah hujan harian maksimum yang akan terjadi pada kala ulang tertentu. Hasil rekapitulasi hasil perhitungan distribusi curah hujan rancangan dengan metode Gumbel dan Log Pearson III, yang dihitung menggunakan rumus empiris yang ada saat ini, ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan dengan Metode Normal dan Gumbel

T	Y_T	Sd	Y_n	S_n	K	X (mm/hari)
2	0,3665	44,0385	0,4952	0,9497	-0,1355	132,8267
5	1,4999	44,0385	0,4952	0,9497	1,0580	185,3848
10	2,2504	44,0385	0,4952	0,9497	1,8481	220,1829
20	2,9702	44,0385	0,4952	0,9497	2,6061	253,5620
25	3,1985	44,0385	0,4952	0,9497	2,8465	264,1503
50	3,9019	44,0385	0,4952	0,9497	3,5872	296,7679
100	4,6001	44,0385	0,4952	0,9497	4,3224	329,1446

(sumber : perhitungan)

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rancangan dengan metode Normal dan Gumbel adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S_d &= 44,0385 \\ C_s &= 0,2654706 \\ C_k &= 2,4687517 \\ C_v &= 0,3172941 \end{aligned}$$

Dari tabel untuk $n=10$ didapat : $Y_n = 0,4952$

$$S_n = 0,9497$$

Untuk Periode ulang 2 tahun :

- 1

$$= - \left\{ - \frac{2-1}{2} \right\}$$

$$= 0,5$$

Maka : $X_2 = 132,8267 + \frac{0,5 - 0,4952}{0,007} \times 44,0385 = 1330,49 \text{ mm}$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III

T	P(%)	Cs	X (mm)
2	50	-0,0294	132,3051
5	20	-0,0294	176,7955
10	10	-0,0294	204,3734
20	5	-0,0294	232,3828
25	4	-0,0294	238,4294
50	2	-0,0294	262,1393
100	1	-0,0294	285,0143

(sumber : perhitungan)

Keterangan :

G = nilai hubungan Cs dengan T atau dengan P%

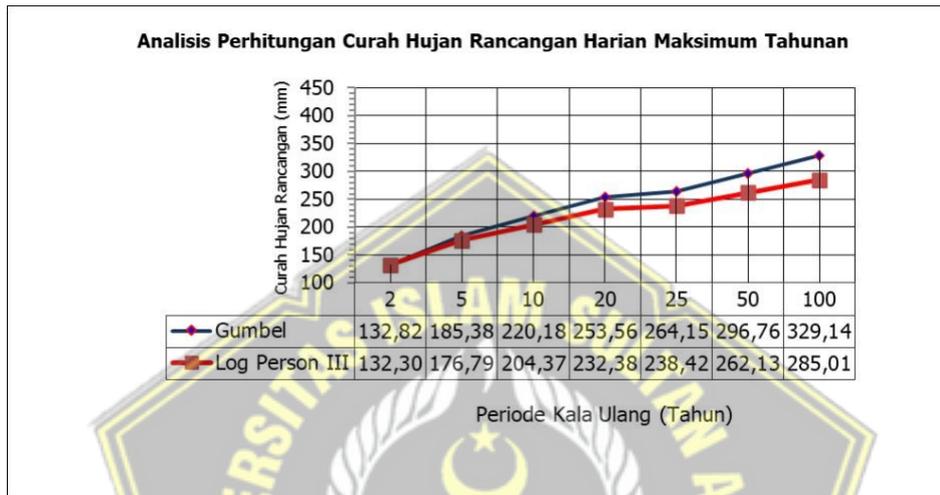
X = curah hujan rancangan dengan metode *Log Pearson Tipe III*

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Harian Rancangan

No.	Kala Ulang (tahun)	Pola Distribusi	
		Gumbel I (mm)	Log Person III (mm)
1	2	132,8267	132,3051
2	5	185,3848	176,7955
3	10	220,1829	204,3734

4	20	253,5620	232,3828
5	25	264,1503	238,4294
6	50	296,7679	262,1393
7	100	329,1446	285,0143

(sumber : perhitungan)



Gambar 4.2 Kurva Analisis Perhitungan Curah Hujan

Rancangan (sumber : perhitungan)

4.1.5 Perhitungan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov Kolmogorof

a. Uji Chi-Square

Perhitungan Uji Chi-Square distribusi Gumbel

Pembagian kelas :

$$N = 10$$

$$\begin{aligned} \text{Kelas} &= 1 + 3,322 \log N \\ &= 1 + 3,322 \log 10 \\ &= 4,3220 = 4 \text{ kelas} \end{aligned}$$

Peluang batas :

$$P = 1/\text{kelas}$$

$$P = 1/4 = 0,25 = 25\%$$

$$K = \underline{\quad} - \underline{\quad}$$

$$X = X_a + (K \times S_d)$$

Perhitungan ditabelkan :

Tabel 4.11 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Gumbel

P(%)	Y _T	S _d	Y _n	S _n	K	X (mm)
25	1,2459	44,0385	0,4952	0,9497	0,7905	173,6047
50	0,3665	44,0385	0,4952	0,9497	-0,1355	132,8267
75	-0,3266	44,0385	0,4952	0,9497	-0,8654	100,6848

(sumber : Perhitungan)

Sehingga batas :

Sub kelas 1

$$x < 100,685$$

Sub kelas 2

$$100,685 < x < 132,827$$

Sub kelas 3

$$132,827 < x < 173,605$$

Sub kelas 2

$$x > 173,605$$

Perhitungan Uji *Chi-Square* untuk distribusi Gumbel ditabelkan :

Tabel 4. 12 Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Gumbel

No.	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF
	OF	EF	OF	EF		
1	X	< 100,685	2,000	2,500	0,250	0,100
2	100,685	< X < 132,827	3,000	2,500	0,250	0,100
3	132,827	< X < 173,605	2,000	2,500	0,250	0,100
4	X	> 173,605	3,000	2,500	0,250	0,100
Jumlah :			10,000	10,000	1,000	0,400

(sumber : Perhitungan)

$$^2 \text{ hitung} = 0,400$$

Jumlah kelas = 4

$$DK = K - (P + 1)$$

$$= 4 - (2 + 1) = 1$$

Untuk DK = 1 dan a = 5%

$$= 3,841$$

Karena $z < z_{\alpha/2}$ maka Distribusi frekuensi diterima

Perhitungan Uji Chi-Square Log Pearson Tipe III

Pembagian kelas :

$$N=10$$

$$\text{Kelas} = 1 + 3,322 \log N$$

$$= 1 + 3,322 \log 10$$

$$= 4,3220 = 4 \text{ kelas}$$

Peluang batas :

$$P = 1/\text{kelas}$$

$$P=1/4=0,25=25\%$$

Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4. 13 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Log Pearson Tipe III

P(%)	Cs	K	Log X	X (mm)
25	-0,0294	0,8918	2,2475	176,7955
50	-0,0294	0,2943	2,1635	145,7275
75	-0,0294	-0,3007	2,0800	120,2164

(sumber : Perhitungan)

Sehingga batas :

Sub kelas 1 $x < 120,216$

Sub kelas 2 $120,216 < x < 145,727$

Sub kelas 3 $145,727 < x < 176,796$

Sub kelas 2 $x > 176,796$

Perhitungan Uji *Chi-Square* Untuk Distribusi Log Pearson

Tabel 4. 14 Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Nilai Batas Sub Kelas			Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
	OF	EF					
1	X < 120,216	5,000	2,500	6,250	2,500		
2	120,216 < X < 145,727	0,000	2,500	6,250	2,500		
3	145,727 < X < 176,796	2,000	2,500	0,250	0,100		
4	X > 176,796	3,000	2,500	0,250	0,100		
Jumlah :				10,000	10,000	13,000	5,200

(sumber : Perhitungan)

$$^2 \text{ hitung} = 5,200$$

$$\text{Jumlah kelas} = 4$$

$$DK = K - (P + 1)$$

$$= 4 - (2 + 1) = 1$$

Untuk $DK = 1$ dan $\alpha = 5\%$

$^2 > 3,841$ Karena $^2 < 3,841$ maka Distribusi frekuensi diterima

b. Uji Smirnov-Kolmogorof

Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Gumbel Tipe I

Tabel 4.15 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Gumbel

No.	Tahun	X	m	$S_n(X)$	Y_T	Tr	Pr	Px(X)	D
									$ P_x(X) - S_n(X) $
1	2014	199,86	1	0,0909	1,3866	0,9091	0,1111	0,8889	0,0202
2	2015	187,74	2	0,1818	1,1114	0,8182	0,2222	0,7778	0,0404
3	2016	194,63	3	0,2727	1,2679	0,7273	0,3333	0,6667	0,0606
4	2017	151,41	4	0,3636	0,2865	0,6364	0,4444	0,5556	0,0808
5	2018	150,20	5	0,4545	0,2590	0,5455	0,5556	0,4444	0,1010
6	2019	81,20	6	0,5455	-1,3078	0,4545	0,6667	0,3333	0,1212
7	2020	94,58	7	0,6364	-1,0039	0,3636	0,7778	0,2222	0,1414
8	2021	103,78	8	0,7273	-0,7951	0,2727	0,8889	0,1111	0,1616
9	2022	115,36	9	0,8182	-0,5321	0,1818	1,0000	0,0000	0,1818
10	2023	109,18	10	0,9091	-0,6724	0,0909	1,1111	-0,1111	0,2020
									D Maks. 0,2020

(sumber : Perhitungan)

$$\text{Rerata } x = 138,7940$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = 44,0385$$

$$D \text{ maks} = 0,2020$$

$$N = 10$$

$$A = 5 \%$$

$$D \text{ Kritis} = 0,4090$$

Karena $D \text{ maks} < D \text{ kritis}$ maka **Distribusi frekuensi diterima** Perhitungan Uji *Smirnov-Kolmogorof* Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Tabel 4.16 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

No	X	Log X	Cs	m	S _n (X)	Pr	Px (X)	D
								$\frac{ F_x - S_n(X) }{n}$
1	199,856	2,301	1,271	1,000	0,091	0,027	0,973	0,8825
2	187,738	2,274	1,077	2,000	0,182	0,027	0,973	0,7915
3	194,629	2,289	1,189	3,000	0,273	0,027	0,973	0,7007
4	151,410	2,180	0,413	4,000	0,364	0,015	0,985	0,6217
5	150,201	2,177	0,388	5,000	0,455	0,015	0,985	0,5308
6	81,199	1,910	-1,514	6,000	0,545	0,015	0,985	0,4393
7	94,582	1,976	-1,042	7,000	0,636	0,015	0,985	0,3484
8	103,781	2,016	-0,755	8,000	0,727	0,015	0,985	0,2576
9	115,363	2,062	-0,428	9,000	0,818	0,018	0,982	0,1637
10	109,181	2,038	-0,598	10,000	0,909	0,022	0,978	0,0691
D Maks.								0,8825

(sumber : Perhitungan)

$$\text{Rerata log } 1 = 2,1222$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = 0,1405$$

$$D \text{ maks} = 0,8825$$

$$N = 10$$

$$A = 5 \%$$

$$D \text{ Kritis} = 0,4090$$

Karena $D \text{ maks} < D \text{ kritis}$ maka **Distribusi frekuensi ditolak**

Rekapitulasi hasil Uji *Chi-Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorof* terhadap metode distribusi Gumbel dan Log Pearson III dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 4.17 Rekapitulasi *Chi-Square*

No.	Metode Distribusi	Nilai X2hitung	Nilai X2Kritis	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	0,4000	3,8410	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson Tipe III	5,2000	3,8410	Tidak Memenuhi

(sumber : Perhitungan)

Tabel 4.18 Rekapitulasi *Smirnov Kolmogorof*

No.	Metode Distribusi	Nilai X2hitung	Nilai X2Kritis	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	0,2020	0,4090	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson Tipe III	0,8825	0,4090	Tidak Memenuhi

(sumber : Perhitungan)

Maka berdasarkan hasil rekapitulasi diatas, pada Uji *Chi-Square* kedua jenis distribusi tersebut telah memenuhi syarat. Sedangkan untuk Uji *Smirnov Kolmogorof* jenis distribusi Log Pearson Tipe III tidak memenuhi syarat. Maka dapat disimpulkan bahwa perhitungan probabilitas rata-rata hujan harian maksimum menggunakan metode distribusi Gumbel.

4.2. Analisis Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu

➤ Analisa hidrograf banjir rancangan :

1. Sebaran hujan jam-jaman metode monobe yaitu :

$$RT = \frac{I \cdot (T)^{2,48}}{R_{24}}$$

Keterangan :

RT = intensitas rata-rata hujan dalam T jam (mm/hari)

R24 = curah hujan efektif dalam 1 hari (mm)

T = waktu mulai hujan

T = waktu konsentrasi hujan (diasumsi selama 6 jam)

Rata-Rata Hujan Sampai Jam ke - T

$RT = Ro \cdot (t/T)^{2/3}$
 untuk waktu hujan harian terpusat adalah 6 jam
 $RT = Ro \cdot (6/T)^{2/3}$
 untuk :

t = 1	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/1)^{2/3}$	=	0,550R ₂₄
t = 2	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/2)^{2/3}$	=	0,347R ₂₄
t = 3	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/3)^{2/3}$	=	0,265R ₂₄
t = 4	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/4)^{2/3}$	=	0,218R ₂₄
t = 5	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/5)^{2/3}$	=	0,188R ₂₄
t = 6	-----▶	$Rt = (R /6) \cdot (6/5)^{2/3}$	=	0,167R ₂₄

Curah Hujan pada Jam ke - t

$Rt = t.Rt - (t-1) R (t-1)$
 untuk :

t = 1	-----▶	$Rt = 1 \times 0.55 R - (1-1) \cdot 0$	=	0,550R ₂₄
t = 2	-----▶	$Rt = 2 \times 0.35 R - (2-1) \cdot (0.55 R)$	=	0,143R ₂₄
t = 3	-----▶	$Rt = 3 \times 0.27 R - (3-1) \cdot (0.35 R)$	=	0,100R ₂₄
t = 4	-----▶	$Rt = 4 \times 0.22 R - (4-1) \cdot (0.26 R)$	=	0,080R ₂₄
t = 5	-----▶	$Rt = 5 \times 0.19 R - (5-1) \cdot (0.22 R)$	=	0,067R ₂₄
t = 6	-----▶	$Rt = 5 \times 0.17 R - (6-1) \cdot (0.19 R)$	=	0,059R ₂₄

(sumber : Perhitungan)

Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Jam ke-t

Jam ke	Rata-rata Hujan Sampai Jam ke T (Rt)	CH Pada Jam ke - T (RT)
[1]	[2]	[3]
1	0,55 R ₂₄	0,550
2	0,35 R ₂₄	0,143
3	0,26 R ₂₄	0,100
4	0,22 R ₂₄	0,080
5	0,19 R ₂₄	0,067
6	0,17 R ₂₄	0,059

(sumber : Perhitungan)

2. Curah Hujan Jam-jaman

$$RT = (t.RT) - (T-1).(Rt-1)$$

Keterangan :

Rt = Prosentase Intensitas Hujan

Tabel 4.20 Persentase Intensitas Hujan

t (jam)	RT	Rt	Prosentase
[1]	[2]	[3]	[4]
1,	0,550	0,550	55,03%
2,	0,347	0,143	14,30%
3,	0,265	0,100	10,03%
4,	0,218	0,080	7,99%
5,	0,188	0,067	6,75%
6,	0,167	0,059	5,90%

sumber : hasil perhitungan

100,00%

➤ Perhitungan distribusi tiap jam

$$R = ER \times Rt \times 0,001$$

Keterangan :

R = Curah Hujan tiap jam

ER = Hujan Efektif

Rt = Prosentase (ratio)

Tabel 4.21 Distribusi Hujan Tiap Jam

Waktu (jam)	Ratio (%)	Kumulatif (%)	Curah Hujan Tiap Jam						
			2 th	5 th	10 th	20 th	25 th	50 th	100 th
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1	55,03	55,03	31,24	45,84	58,16	70,31	74,23	86,44	98,76
2	14,30	69,34	8,12	11,91	15,12	18,28	19,29	22,47	25,67
3	10,03	79,37	5,70	8,36	10,60	12,82	13,53	15,76	18,01
4	7,99	87,36	4,53	6,65	8,44	10,21	10,77	12,55	14,33
5	6,75	94,10	3,83	5,62	7,13	8,62	9,10	10,59	12,11
6	5,90	100,00	3,35	4,91	6,23	7,53	7,95	9,26	10,58
PROBABILITAS HUJAN HARIAN			132,83	185,38	220,18	253,56	264,15	296,77	329,14
KOEFSISIEN PENGALIRAN			0,43	0,45	0,48	0,50	0,51	0,53	0,55
HUJAN EFEKTIF			56,76	83,30	105,69	127,77	134,88	157,06	179,46

(sumber : Perhitungan)

Tabel 4.22 Distribusi Curah Hujan Efektif

no	nama	curah hujan rencana						
		2th	5th	10th	20th	25th	50th	100th
1	Probabilitas hujan	132,826689	185,384829	220,18289	253,5620281	264,15034	296,7679	329,14462
2	harian koefisien	0,43	0,52	0,56	0,59	0,59	0,62	0,64
3	pengaliran hujan efektif	56,761384	95,5218047	122,24839	148,4660627	156,8825	183,07001	209,40515

(sumber : Perhitungan)

Rumus Metode Nakayasu

$$Qp = \frac{C \cdot A \cdot H \cdot t^a}{L}$$

Dimana :

Qp = Debit puncak banjir (m^3/dt)

C = Koefisien Pengaliran

A = Luas daerah aliran Sungai (km^2)

H = Hujan satuan (mm)

t = Waktu puncak (jam)

a = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

L = Panjang Sungai utama (km)

A = Koefisien karakteristik DAS

➤ Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Kala Ulang 2 tahun

Luas DAS = 17,52 km^2

L = 12,17 km

a = 3,00

Mencari nilai waktu konsentrasi (tg)

Tg = 0,4 + 0,058L.....(4.55)

= 0,4 + 0,058(12,17)

Tg = 1,21 jam

Mencari nilai satuan waktu dari curah hujan (Tr)

Tr = (1-0,25)Tg.....(4.56)

= (0.75) (1,21)

$$T_r = 0,91 \text{ jam}$$

Mencari waktu pemulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (T_p)

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \dots \dots \dots (4.57)$$

$$= 0,65 + 0,8$$

$$(0,91) T_p = 1,93 \text{ jam}$$

Mencari waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali puncak banjir ($T_{a,3}$)

$$T_{a,3} = a T_g \dots \dots \dots (4.58)$$

$$= (3) (1,21)$$

$$T_{a,3} = 3,62$$

Mencari nilai hidrograf untuk tiap interval tertentu :

$$Q_p = \frac{C_p + C_b}{C_p + C_b}$$

$$Q_p = 1,16 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dan berikut ini yaitu contoh tabel dari Hidrograf untuk banjir 2 tahun.

Tabel 4.23 Hidrograf Untuk Banjir 2 Tahun

Waktu	Hidrograf satuan	R1 31,24	R2 8,12	R3 5,70	R4 4,53	R5 3,83	R6 3,35	Debit Banjir
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	0,2383	7,44	-	-	-	-	-	7,44
2,00	1,1321	35,36	1,93	-	-	-	-	37,30
3,00	0,8120	25,36	9,19	1,36	-	-	-	35,91
4,00	0,5824	18,19	6,59	6,45	1,08	-	-	32,31
5,00	0,4177	13,05	4,73	4,62	5,13	0,91	-	28,45
6,00	0,3147	9,83	3,39	3,32	3,68	4,33	0,80	25,35
7,00	0,2022	6,32	2,56	2,38	2,64	3,11	3,79	20,79
8,00	0,1712	5,35	1,64	1,79	1,89	2,23	2,72	15,62
9,00	0,1450	4,53	1,39	1,15	1,43	1,60	1,95	12,05
10,00	0,1228	3,84	1,18	0,98	0,92	1,21	1,40	9,51
11,00	0,1040	3,25	1,00	0,83	0,78	0,77	1,05	7,68
12,00	0,0881	2,75	0,84	0,70	0,66	0,66	0,68	6,29
13,00	0,0746	2,33	0,72	0,59	0,56	0,56	0,57	5,32
14,00	0,0632	1,97	0,61	0,50	0,47	0,47	0,49	4,51
15,00	0,0535	1,67	0,51	0,42	0,40	0,40	0,41	3,82
16,00	0,0453	1,42	0,43	0,36	0,34	0,34	0,35	3,23
17,00	0,0384	1,20	0,37	0,30	0,29	0,29	0,29	2,74
18,00	0,0325	1,02	0,31	0,26	0,24	0,24	0,25	2,32
19,00	0,0275	0,86	0,26	0,22	0,21	0,20	0,21	1,96
20,00	0,0233	0,73	0,22	0,19	0,17	0,17	0,18	1,66
21,00	0,0197	0,62	0,19	0,16	0,15	0,15	0,15	1,41
22,00	0,0167	0,52	0,16	0,13	0,12	0,12	0,13	1,19
23,00	0,0142	0,44	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	1,01

24,00	0,0120	0,37	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,86
25,00	0,0102	0,32	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,72
26,00	0,0086	0,27	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,61
27,00	0,0073	0,23	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,52
28,00	0,0062	0,19	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,44
29,00	0,0052	0,16	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,37
30,00	0,0044	0,14	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,32
31,00	0,0037	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,27
32,00	0,0032	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,23
33,00	0,0027	0,08	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,19
34,00	0,0023	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,16
35,00	0,0019	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,14
36,00	0,0016	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
37,00	0,0014	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10
38,00	0,0012	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
39,00	0,0010	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
40,00	0,0008	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
41,00	0,0007	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
42,00	0,0006	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
43,00	0,0005	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
44,00	0,0004	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
45,00	0,0004	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
46,00	0,0003	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
47,00	0,0003	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
48,00	0,0002	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
49,00	0,0002	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
50,00	0,0002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
51,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
52,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
53,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
54,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
55,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56,00	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

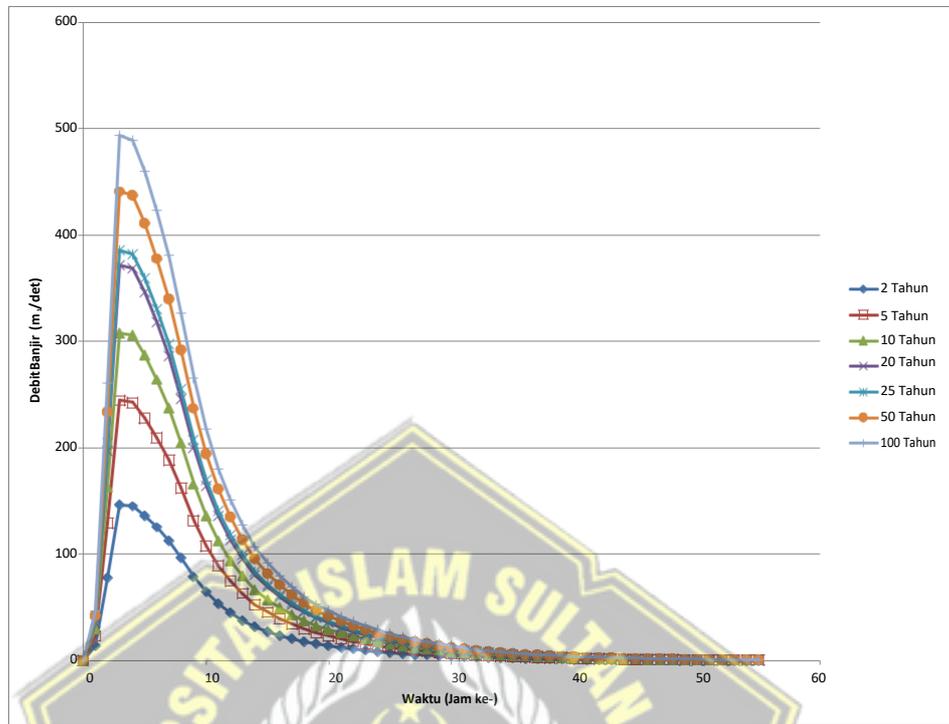
Tabel 4.24 Hidrograf Untuk Banjir 25 Tahun

Waktu	Hidrograf satuan	R1 74,23	R2 19,29	R3 13,53	R4 10,77	R5 9,10	R6 7,95	Debit Banjir
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,24	17,69	-					17,69
2,00	1,13	84,03	4,60	-				88,63
3,00	0,81	60,27	21,84	3,23	-			85,34
4,00	0,58	43,23	15,67	15,32	2,57	-		76,78
5,00	0,42	31,01	11,24	10,99	12,20	2,17	-	67,60
6,00	0,31	23,36	8,06	7,88	8,75	10,30	1,90	60,25
7,00	0,20	15,01	6,07	5,65	6,27	7,39	9,00	49,40
8,00	0,17	12,71	3,90	4,26	4,50	5,30	6,46	37,13
9,00	0,15	10,77	3,30	2,74	3,39	3,80	4,63	28,63
10,00	0,12	9,12	2,80	2,32	2,18	2,86	3,32	22,60
11,00	0,10	7,72	2,37	1,96	1,85	1,84	2,50	18,24
12,00	0,09	6,54	2,01	1,66	1,56	1,56	1,61	14,94
13,00	0,07	5,54	1,70	1,41	1,32	1,32	1,36	12,65
14,00	0,06	4,69	1,44	1,19	1,12	1,12	1,15	10,71
15,00	0,05	3,97	1,22	1,01	0,95	0,95	0,98	9,07
16,00	0,05	3,36	1,03	0,86	0,80	0,80	0,83	7,68
17,00	0,04	2,85	0,87	0,72	0,68	0,68	0,70	6,51
18,00	0,03	2,41	0,74	0,61	0,58	0,57	0,59	5,51
19,00	0,03	2,04	0,63	0,52	0,49	0,49	0,50	4,67
20,00	0,02	1,73	0,53	0,44	0,41	0,41	0,43	3,95
21,00	0,02	1,47	0,45	0,37	0,35	0,35	0,36	3,35
22,00	0,02	1,24	0,38	0,32	0,30	0,30	0,31	2,84
23,00	0,01	1,05	0,32	0,27	0,25	0,25	0,26	2,40
24,00	0,01	0,89	0,27	0,23	0,21	0,21	0,22	2,03
25,00	0,01	0,75	0,23	0,19	0,18	0,18	0,19	1,72
26,00	0,01	0,64	0,20	0,16	0,15	0,15	0,16	1,46
27,00	0,01	0,54	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	1,24
28,00	0,01	0,46	0,14	0,12	0,11	0,11	0,11	1,05
29,00	0,01	0,39	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,89
30,00	0,00	0,33	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,75
31,00	0,00	0,28	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,64
32,00	0,00	0,24	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,54
33,00	0,00	0,20	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,46
34,00	0,00	0,17	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,39
35,00	0,00	0,14	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,33

36,00	0,00	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,28
37,00	0,00	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,23
38,00	0,00	0,09	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,20
39,00	0,00	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17
40,00	0,00	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,14
41,00	0,00	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
42,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10
43,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
44,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
45,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
46,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
47,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
48,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
49,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
50,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
51,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
52,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
53,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
54,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
55,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
57,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
58,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
59,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
61,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berikut ini merupakan hasil analisis perhitungan debit rancangan dengan metode HSS Nakayasu :



Gambar 4.3 Kurva Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Tabel 4.25 Rekapitulasi Debit Banjir (Puncak) Rancangan Dengan Metode Homograf Sistetik Satuan Nakayasu

Kala Ulang (tahun)	Debit Banjir Rancangan ³ (m ³ /detik)
2	37,30
5	54,73
10	69,45
20	83,96
25	88,63
50	103,20
100	117,92

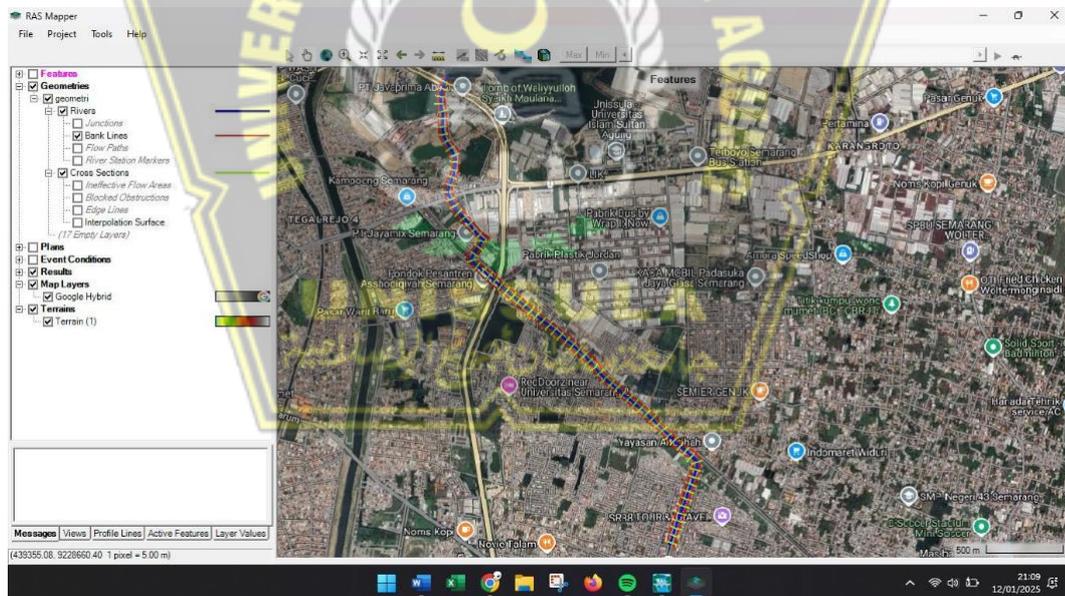
(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.3. Analisis Penampang Sungai dengan HEC RAS dan Simulasi Banjir 1D

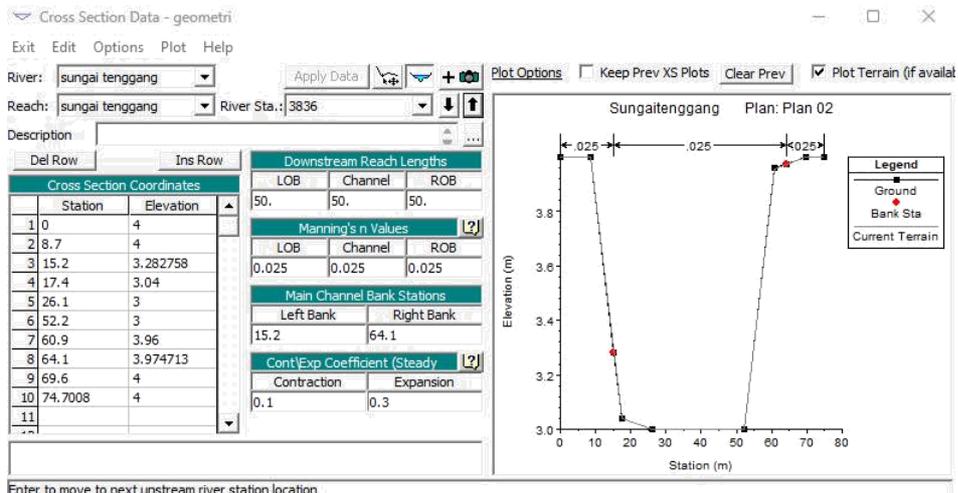
Analisis kapasitas penampang sungai dengan *software* HEC-RAS dan simulasi aliran 1D dengan debit banjir dengan menggunakan periode ulang 5 tahun (Q5th), 10 tahun (Q10th), dan 25 tahun (Q25th).

4.3.1 Data topografi dan penampang Sungai :

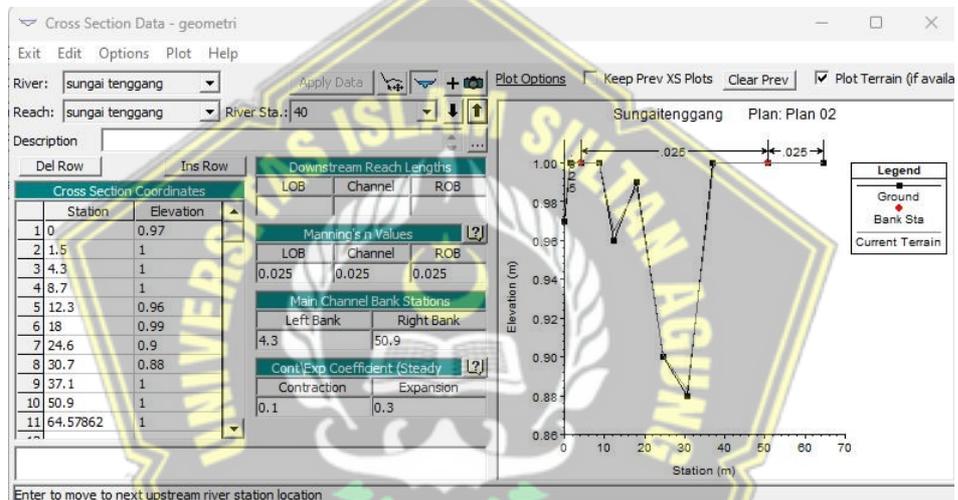
Data topografi menggunakan data DEMNAS yang dididapatkan dari laman Geoportal Indonesia. Data DEMNAS ini diolah dan diinputkan ke dalam RAS Mapper di HEC RAS agar dapat dilakukan proses tracking dan pembuatan dimensi sungai. Data DEMNAS yang telah diinputkan ke dalam RAS Mapper di HEC RAS disebut sebagai terrain. Terrain ini menggambarkan elevasi medan pada lokasi studi yang akan dianalisis. Sehingga, pada terrain ini dapat diperoleh dimensi sungai Tenggara. Dalam proses ini memasukkan data terrain untuk tracking Sungai Tenggara, membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama kemudian membuat cross section seperti gambar dibawah ini.



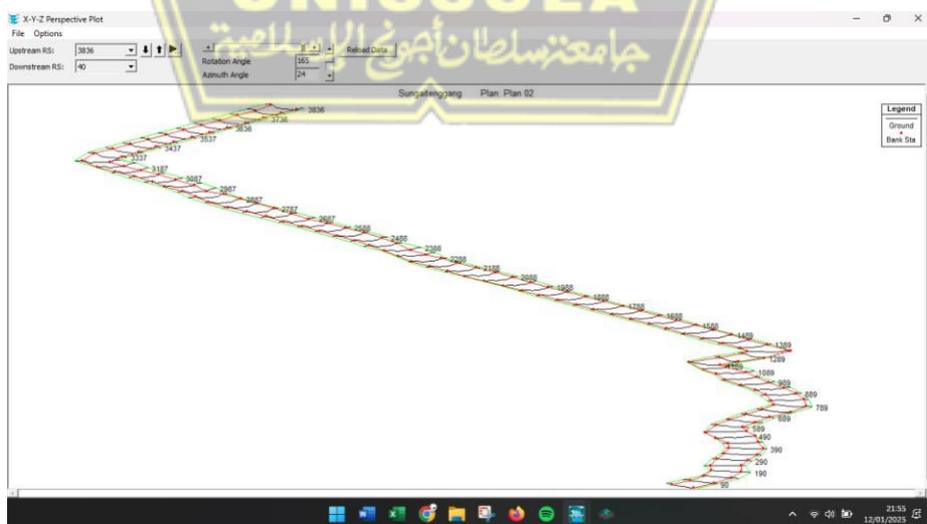
Gambar 4.4 Proses Mapping Sungai Tenggara



Gambar 4.7 Data Cross Section bagian Hulu (STA 3836)



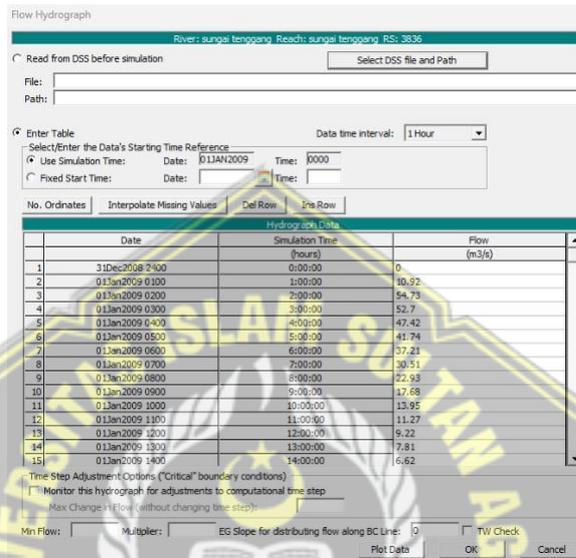
Gambar 4.8 Data Cross Section bagian Hilir (STA 40)



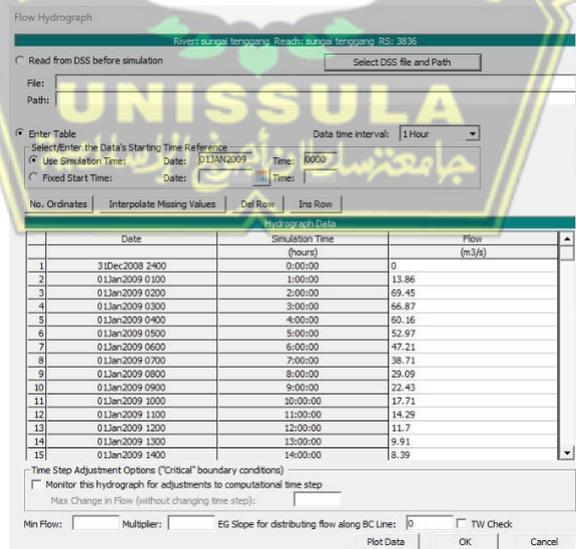
Gambar 4.9 Perspektif Sungai Tenggang

4.3.2 Data *Boundary Condition* Aliran Sungai

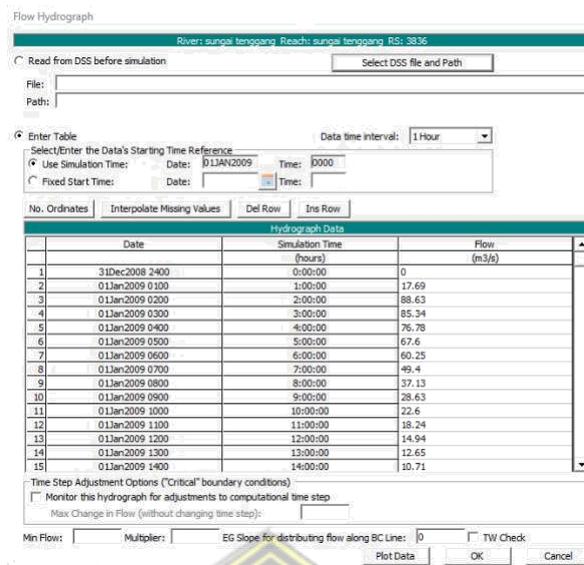
Data *boundary condition* merupakan data input yang berupa kondisi aliran dalam sungai tersebut seperti data debit hidrograf, tinggi muka air, serta kemiringan muka air. Dalam analisis penampang sungai ini, menggunakan debit periode ulang 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun yang telah dihitung menggunakan HSS Nakayasu.



Gambar 4.10 Pengisian Debit Rancangan (Boundary Condition) pada Periode Ulang 5 Tahun



Gambar 4.11 Pengisian Debit Rancangan (Boundary Condition) pada Periode Ulang 10 Tahun



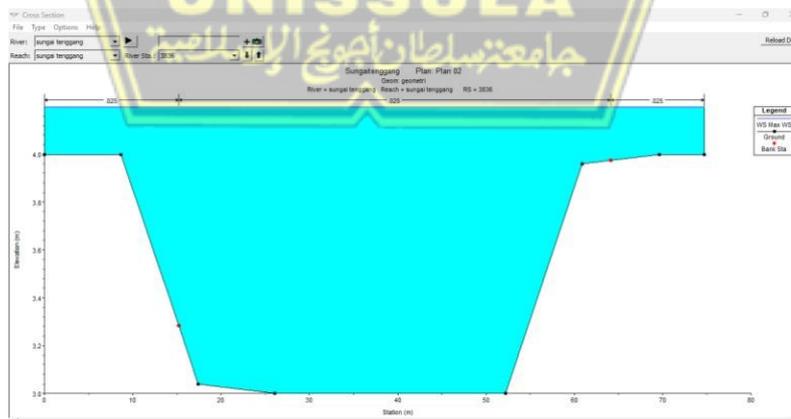
Gambar 4.12 Pengisian Debit Rancangan (*Boundary Condition*) pada Periode Ulang 25 Tahun

4.3.3 Hasil Output Software HEC-RAS

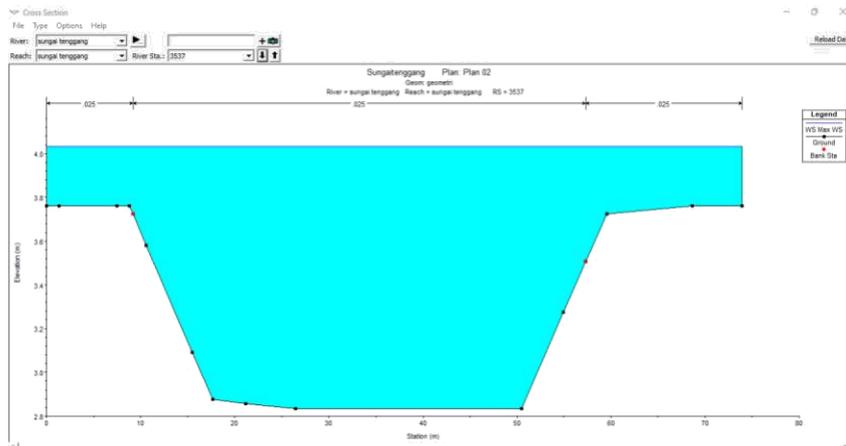
Analisis hidraulika digunakan untuk mengetahui elevasi muka air banjir terhadap elevasi tanggul sungai pada debit banjir rancangan periode ulang 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk mempermudah dalam analisis penampung Sungai Tenggara.

1. Hasil Output Pada Debit Rancangan 5 Tahun

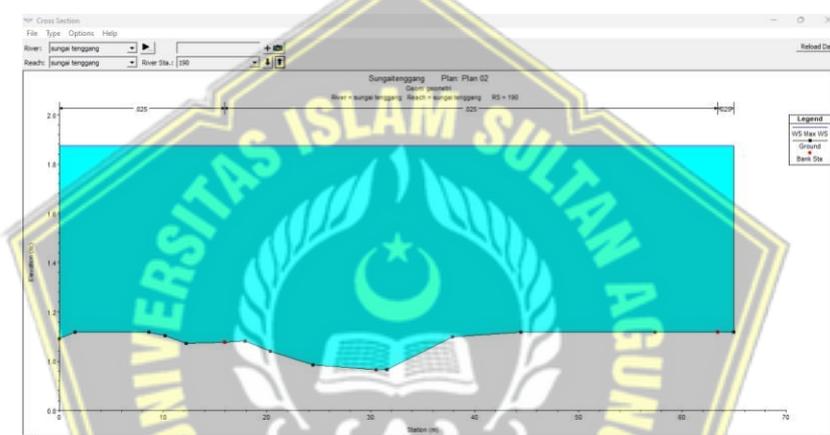
Berikut hasil running output dari simulasi banjir dengan HEC RAS pada Debit banjir rancangan 5 tahun sebesar 54,73 m³/s di Sungai Tenggara



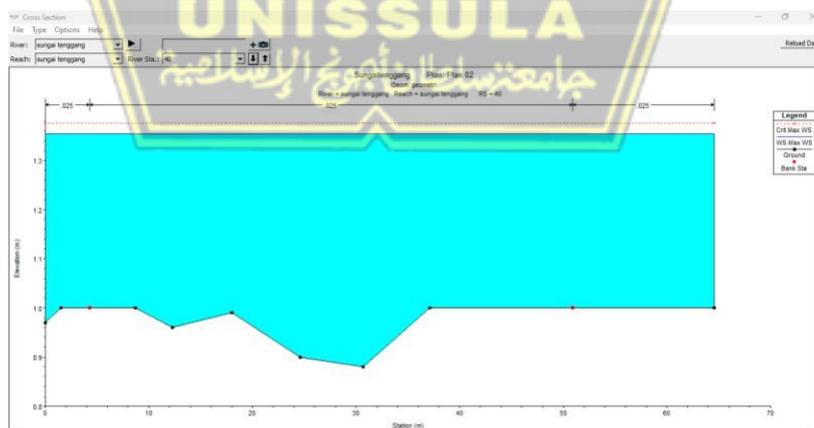
Gambar 4.13 Hasil Pemodelan Cross Section STA 3836 dengan debit periode ulang 5 tahun



Gambar 4.14 Hasil Pemodelan Cross Section STA 3587 dengan debit periode ulang 5 tahun

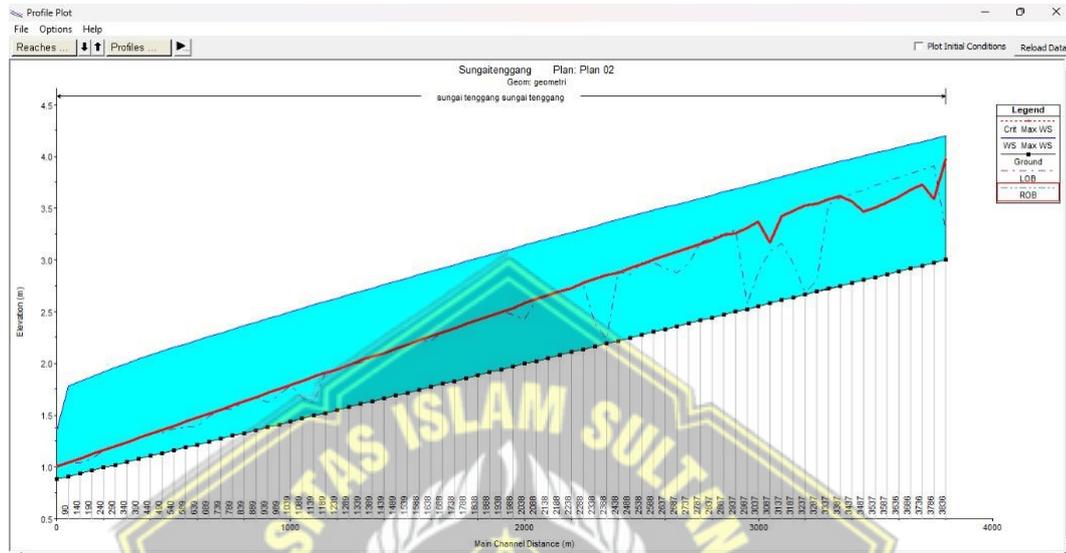


Gambar 4.15 Hasil Pemodelan Cross Section STA 190 dengan debit periode ulang 5 tahun

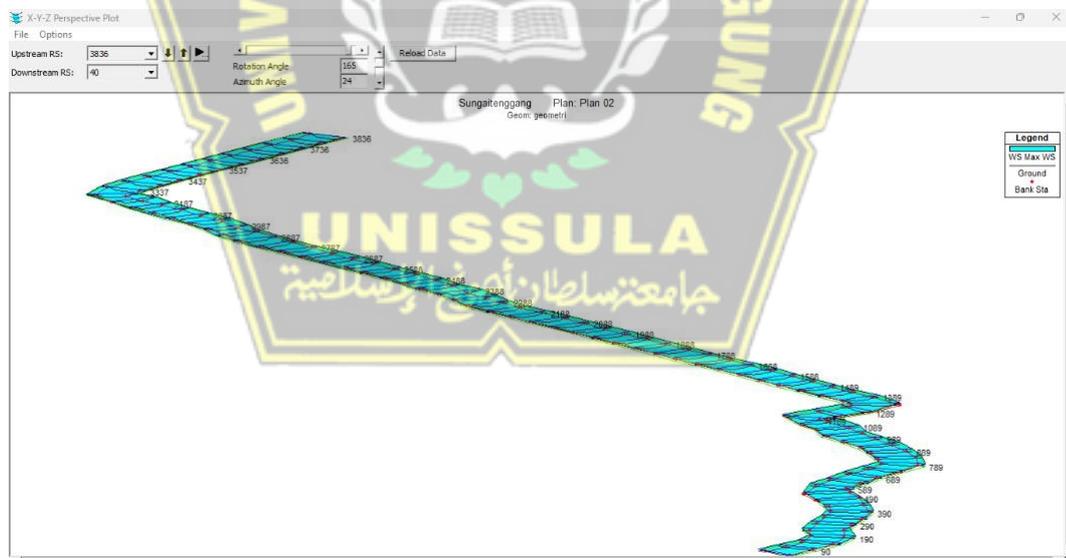


Gambar 4.16 Hasil Pemodelan Cross Section STA 40 dengan debit periode ulang 5 tahun

Berdasarkan profil melintang/ cross section pada pemodelan Unsteady diatas dapat diketahui bahwa debit aliran air kala ulang 5 tahun melebihi batas penampang Sungai Tenggang sehingga mengakibatkan naiknya tinggi muka air melebihi batas penampang/tanggul Sungai. Berikut merupakan hasil pemodelan long section serta perspektif dengan debit aliran air kala ulang 5 tahun



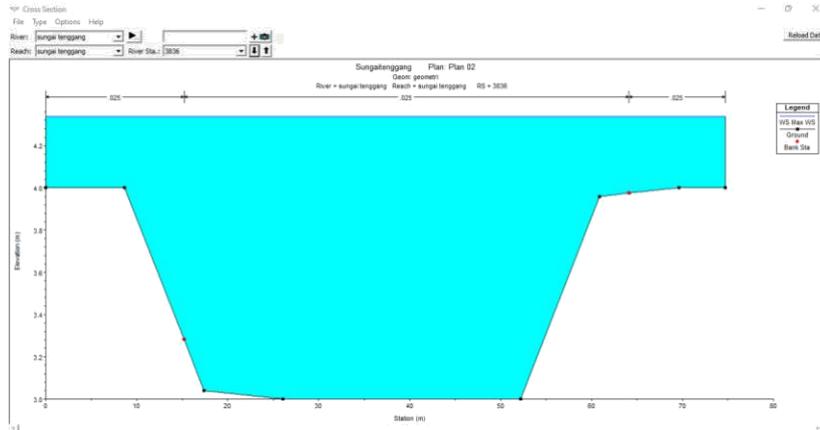
Gambar 4.17 Hasil Pemodelan Long Section dengan debit periode ulang 5 tahun



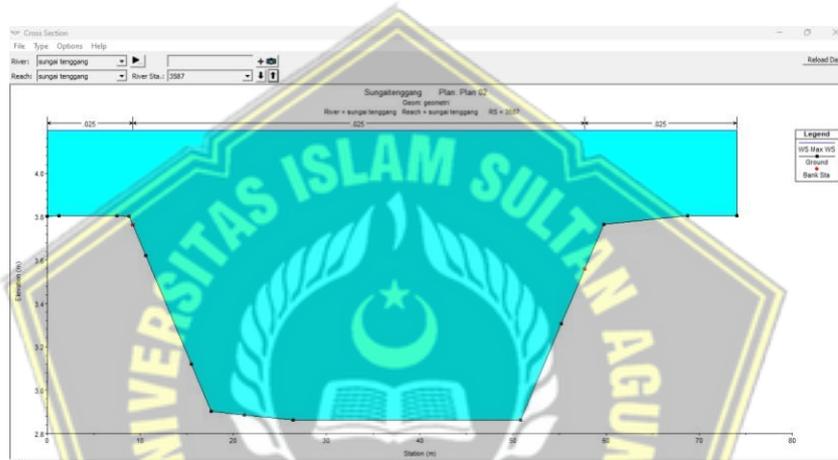
Gambar 4.18 Hasil Pemodelan Perspektif dengan debit periode ulang 5 tahun

2. Hasil Output Pada Debit Rancangan 10 Tahun

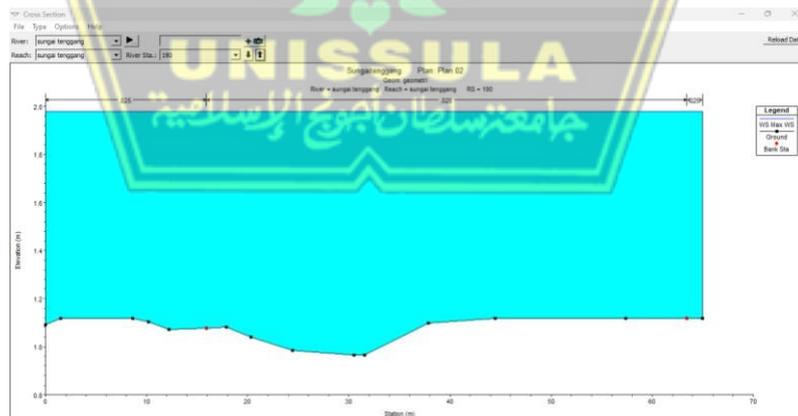
Berikut hasil running output dari simulasi banjir dengan HEC RAS pada Debit banjir rancangan 10 tahun sebesar 64,45 m³/s di Sungai Tenggang



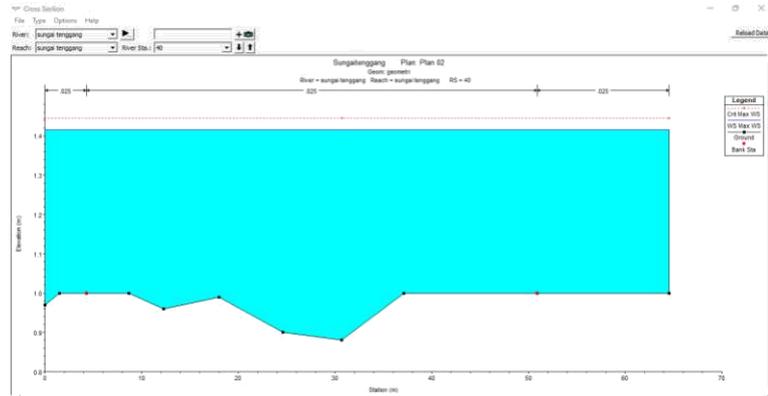
Gambar 4.19 Hasil Pemodelan Cross Section STA 3836 dengan debit periode ulang 10 tahun



Gambar 4.20 Hasil Pemodelan Cross Section STA 3587 dengan debit periode ulang 10 tahun

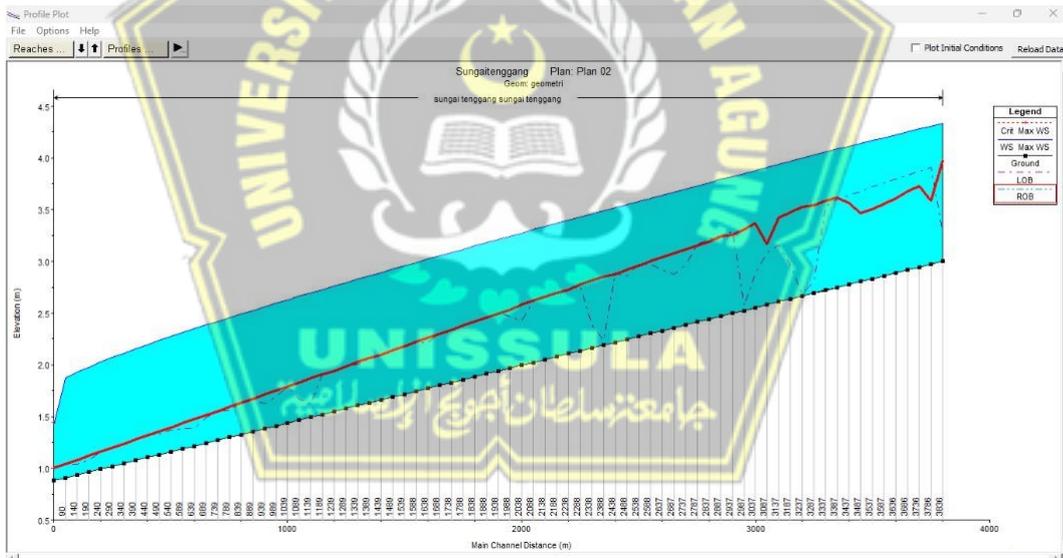


Gambar 4.21 Hasil Pemodelan Cross Section STA 190 dengan debit periode ulang 10 tahun

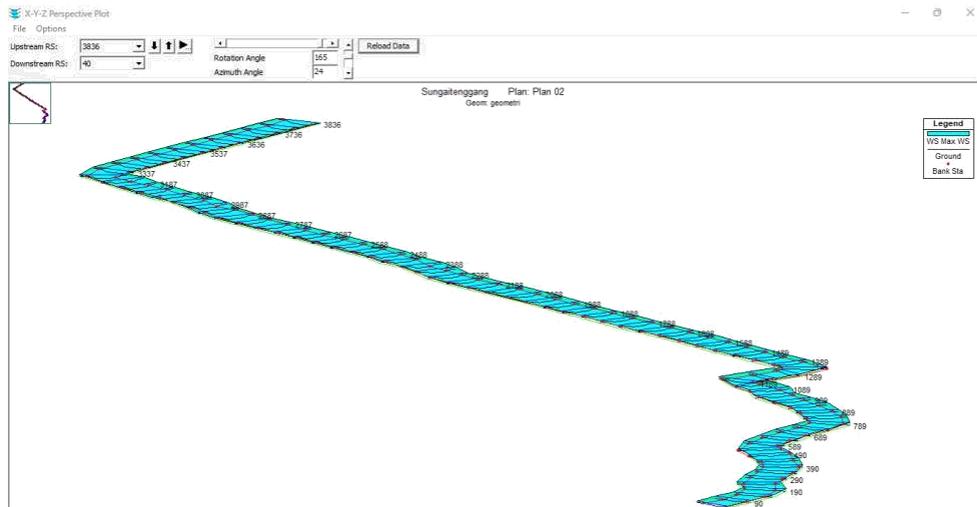


Gambar 4.22 Hasil Pemodelan Cross Section STA 40 dengan debit periode ulang 10 tahun

Berdasarkan profil melintang/ cross section pada pemodelan Unsteady diatas dapat diketahui bahwa debit aliran air kala ulang 10 tahun melebihi batas penampang Sungai Tenggang sehingga mengakibatkan naiknya tinggi muka air melebihi batas penampang/tanggul Sungai. Berikut merupakan hasil pemodelan long section serta perspektif dengan debit aliran air kala ulang 10 tahun



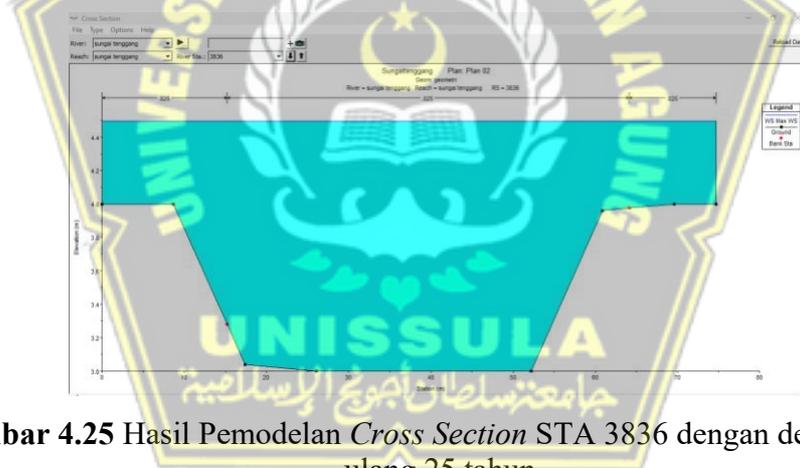
Gambar 4.23 Hasil Pemodelan Long Section dengan debit periode ulang 10 tahun



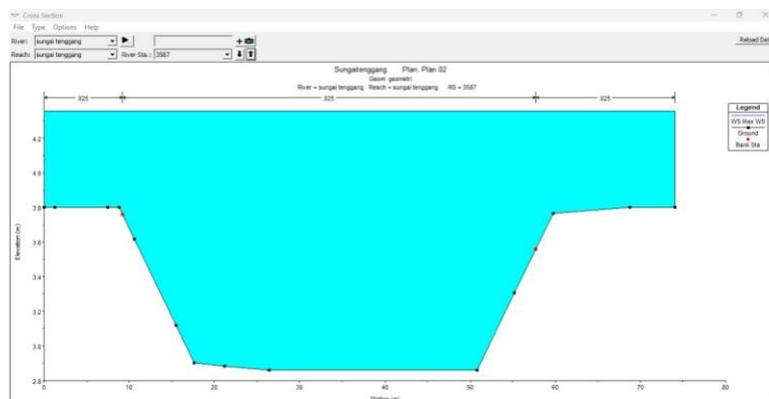
Gambar 4.24 Hasil Pemodelan Perspektif dengan debit periode ulang 10 tahun

3. Hasil Output Pada Debit Rancangan 25 Tahun

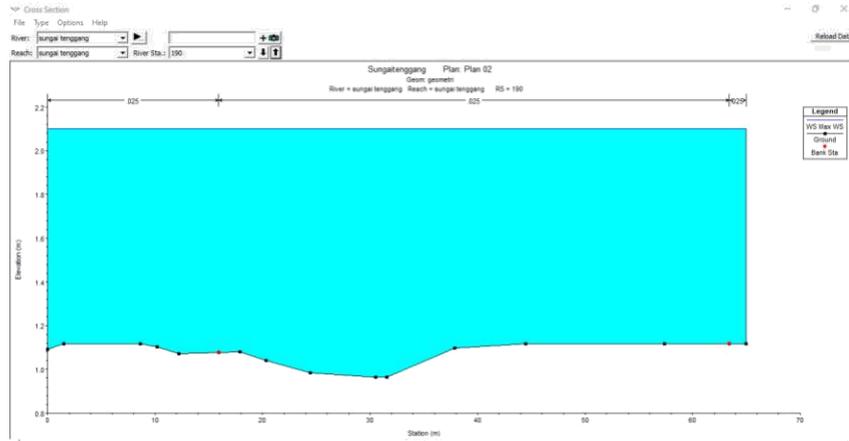
Berikut hasil running output dari simulasi banjir dengan HEC RAS pada Debit banjir rancangan 25 tahun sebesar 85,63 m³/s di Sungai Tenggang



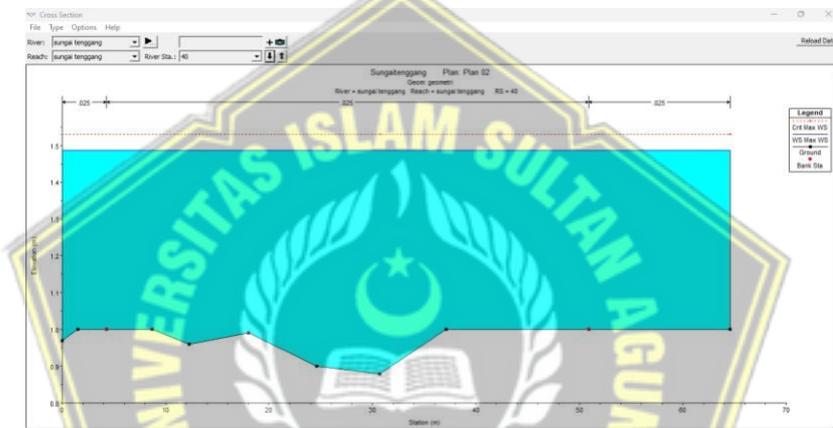
Gambar 4.25 Hasil Pemodelan *Cross Section* STA 3836 dengan debit periode ulang 25 tahun



Gambar 4.26 Hasil Pemodelan *Cross Section* STA 3587 dengan debit periode ulang 25 tahun

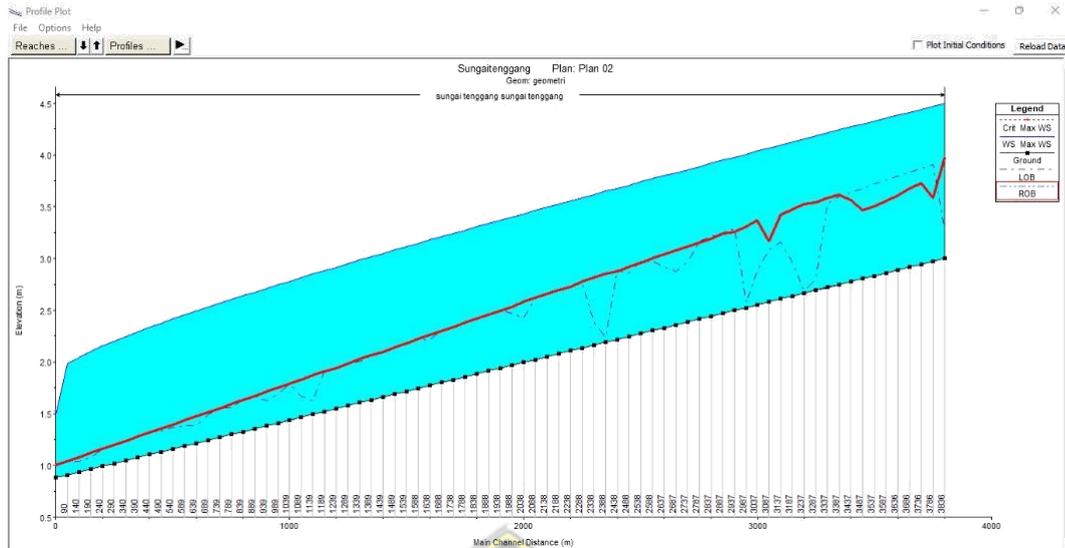


Gambar 4.27 Hasil Pemodelan *Cross Section* STA 190 dengan debit periode ulang 25 tahun



Gambar 4.28 Hasil Pemodelan *Cross Section* STA 40 dengan debit periode ulang 25 tahun

Berdasarkan profil melintang/ cross section pada pemodelan Unsteady diatas dapat diketahui bahwa debit aliran air kala ulang 25 tahun melebihi batas penampang Sungai Tenggang sehingga mengakibatkan naiknya tinggi muka air melebihi batas penampang/tanggul Sungai. Berikut merupakan hasil pemodelan long section serta perspektif dengan debit aliran air kala ulang 25 tahun



Gambar 4.29 Hasil Pemodelan *Long Section* dengan debit periode ulang 25 tahun



Gambar 4.30 Hasil Pemodelan Perspektif dengan debit periode ulang 25 tahun

4.3.4 Hasil Simulasi

Pada simulasi tersebut dapat diketahui bahwa aliran air menggunakan debit kala ulang (Q_{25}) meluap melebihi kapasitas tanggul akan terjadi banjir. Pada STA 3836-40 aliran air yang dihasilkan tinggi sehingga memerlukan adanya normalisasi di daerah aliran Sungai Tenggang. Berikut adalah data tinggi muka air pada setiap debit periode ulang pada Sungai Tenggang

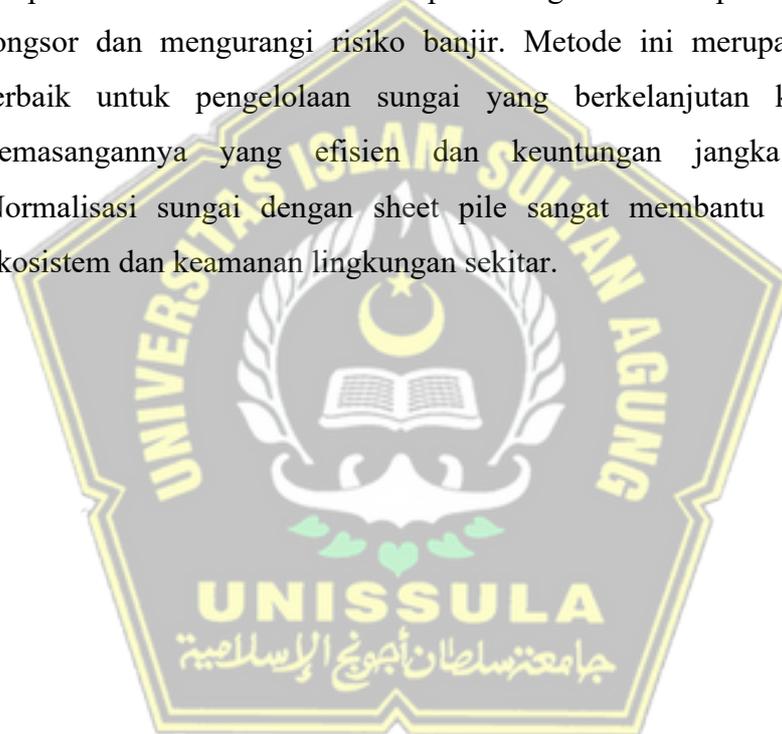
Tabel 4.26 Rekapitulasi Elevasi Muka Air pada setiap sta sungai tenggang dengan debit periode ulang yang berbeda

no	River Sta	Elevasi Tanggul	Elev Muka Air			Tinggi Luapan		
			Q5	Q10	Q25	Q5	Q10	Q25
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	3836	4.00	4.20	4.34	4.50	0.20	0.34	0.50
2	3786	3.96	4.17	4.31	4.47	0.21	0.35	0.51
3	3736	3.92	4.14	4.28	4.44	0.22	0.36	0.52
4	3686	3.88	4.11	4.25	4.41	0.23	0.37	0.53
5	3636	3.84	4.09	4.22	4.38	0.25	0.38	0.54
6	3587	2.86	4.06	4.2	4.36	1.20	1.34	1.50
7	3537	3.76	4.03	4.17	4.33	0.27	0.41	0.57
8	3487	3.72	4.00	4.14	4.30	0.28	0.42	0.58
9	3437	3.68	3.98	4.11	4.27	0.30	0.43	0.59
10	3387	3.65	3.95	4.09	4.24	0.31	0.45	0.60
11	3337	3.61	3.92	4.06	4.22	0.32	0.46	0.62
12	3287	3.57	3.89	4.03	4.19	0.32	0.46	0.62
13	3237	3.53	3.87	4	4.16	0.34	0.47	0.63
14	3187	3.49	3.83	3.97	4.13	0.34	0.48	0.64
15	3137	3.45	3.80	3.94	4.10	0.35	0.49	0.65
16	3087	3.41	3.77	3.91	4.07	0.36	0.50	0.66
17	3037	3.37	3.75	3.88	4.04	0.38	0.51	0.67
18	2987	3.33	3.72	3.85	4.01	0.39	0.52	0.68
19	2937	3.29	3.69	3.82	3.98	0.40	0.53	0.69
20	2887	3.25	3.66	3.79	3.95	0.41	0.54	0.70
21	2837	3.21	3.63	3.76	3.92	0.42	0.55	0.71
22	2787	3.17	3.60	3.73	3.89	0.43	0.56	0.72
23	2737	3.13	3.57	3.7	3.86	0.44	0.57	0.73
24	2687	3.09	3.54	3.67	3.83	0.45	0.58	0.74
25	2637	3.05	3.51	3.64	3.80	0.46	0.59	0.75
26	2588	3.01	3.48	3.61	3.77	0.47	0.60	0.76
27	2538	2.97	3.45	3.58	3.74	0.48	0.61	0.77
28	2488	2.93	3.42	3.55	3.71	0.49	0.62	0.78
29	2438	2.90	3.39	3.52	3.68	0.50	0.63	0.79
30	2388	2.86	3.36	3.49	3.65	0.51	0.64	0.80
31	2338	2.82	3.33	3.46	3.62	0.51	0.64	0.80
32	2288	2.78	3.30	3.43	3.59	0.52	0.65	0.81
33	2238	2.74	3.27	3.4	3.56	0.53	0.66	0.82
34	2188	2.70	3.23	3.37	3.53	0.53	0.67	0.83
35	2138	2.66	3.20	3.34	3.49	0.54	0.68	0.83
36	2088	2.62	3.17	3.31	3.46	0.55	0.69	0.84

no	River Sta	Elevasi Tanggul (m)	Elev Muka Air			Tinggi Luapan		
			Q5 (m)	Q10 (m)	Q25 (m)	Q5 (m)	Q10 (m)	Q25 (m)
			37	2038	2.58	3.14	3.27	3.43
38	1988	2.54	3.11	3.24	3.40	0.57	0.70	0.86
39	1938	2.50	3.08	3.21	3.37	0.58	0.71	0.87
40	1888	2.46	3.05	3.18	3.34	0.59	0.72	0.88
41	1838	2.42	3.02	3.15	3.31	0.60	0.73	0.89
42	1788	2.38	2.98	3.12	3.27	0.60	0.74	0.89
43	1738	2.34	2.95	3.09	3.24	0.61	0.75	0.90
44	1688	2.30	2.92	3.05	3.21	0.62	0.75	0.91
45	1638	2.26	2.89	3.02	3.18	0.63	0.76	0.92
46	1588	2.22	2.86	2.99	3.15	0.64	0.77	0.93
47	1539	2.18	2.82	2.96	3.11	0.64	0.78	0.93
48	1489	2.15	2.79	2.92	3.08	0.65	0.78	0.94
49	1439	2.11	2.76	2.89	3.05	0.66	0.79	0.95
50	1389	2.07	2.73	2.86	3.02	0.66	0.79	0.95
51	1339	2.03	2.70	2.83	2.98	0.67	0.80	0.95
52	1289	1.99	2.66	2.79	2.95	0.67	0.80	0.96
53	1239	1.95	2.63	2.76	2.92	0.68	0.81	0.97
54	1189	1.91	2.60	2.73	2.88	0.69	0.82	0.97
55	1139	1.87	2.56	2.7	2.85	0.69	0.83	0.98
56	1089	1.83	2.53	2.66	2.81	0.70	0.83	0.98
57	1039	1.79	2.50	2.63	2.78	0.71	0.84	0.99
58	989	1.75	2.46	2.59	2.75	0.71	0.84	1.00
59	939	1.71	2.43	2.56	2.71	0.72	0.85	1.00
60	889	1.67	2.40	2.53	2.68	0.73	0.86	1.01
61	839	1.63	2.36	2.49	2.64	0.73	0.86	1.01
62	789	1.59	2.33	2.46	2.60	0.74	0.87	1.01
63	739	1.55	2.29	2.42	2.57	0.74	0.87	1.02
64	689	1.51	2.26	2.38	2.53	0.75	0.87	1.02
65	639	1.47	2.22	2.35	2.49	0.75	0.88	1.02
66	589	1.43	2.19	2.31	2.46	0.76	0.88	1.03
67	540	1.40	2.15	2.27	2.42	0.76	0.88	1.03
68	490	1.36	2.12	2.24	2.38	0.77	0.89	1.03
69	440	1.32	2.08	2.2	2.33	0.76	0.88	1.01
70	390	1.28	2.04	2.16	2.29	0.76	0.88	1.01
71	340	1.24	2.00	2.11	2.25	0.76	0.87	1.01
72	290	1.20	1.96	2.07	2.20	0.76	0.87	1.00
73	240	1.16	1.92	2.03	2.15	0.76	0.87	0.99
74	190	1.12	1.87	1.98	2.10	0.75	0.86	0.98
75	140	1.08	1.83	1.93	2.04	0.75	0.85	0.96
76	90	1.04	1.78	1.87	1.98	0.74	0.83	0.94

no	River Sta	Elevasi Tanggul	Elev Muka Air			Tinggi Luapan		
			Q5	Q10	Q25	Q5	Q10	Q25
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
77	40	1.00	1.35	1.41	1.49	0.35	0.41	0.49

Upaya normalisasi Sungai dilakukan untuk mengantisipasi debit banjir yang besar saat musim penghujan dan mengakibatkan banjir yang cukup parah. Normalisasi memiliki beberapa metode salah satunya yaitu dengan sheet pile. Metode sheet pile untuk normalisasi sungai merupakan langkah penting dalam mengatasi erosi tebing sungai dan menjaga aliran air tetap terkendali. Kekuatan sheet pile sebagai struktur penahan mencegah longsor dan mengurangi risiko banjir. Metode ini merupakan alternatif terbaik untuk pengelolaan sungai yang berkelanjutan karena proses pemasangannya yang efisien dan keuntungan jangka panjangnya. Normalisasi sungai dengan sheet pile sangat membantu keseimbangan ekosistem dan keamanan lingkungan sekitar.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Sebagai dasar untuk perencanaan sistem pengendalian banjir dengan objek studi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Tenggara, hasil analisis hidrologi dan HEC-RAS dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan curah hujan rata-rata DAS Sungai Tenggara dalam 10 tahun terakhir (2014 – 2023) didapatkan sebesar 200 mm. Hasil ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melanjutkan analisis debit rancangan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu.
2. Dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 17,51 km², debit yang dihasilkan pada kala ulang 2 (Q2) tahun sebesar 37,30 m³/dtk, pada kala ulang 5 tahun (Q5) sebesar 54,73 m³/dtk. Pada kala ulang 10 tahun (Q10) sebesar 69,45 m³/dtk, pada kala ulang 20 tahun (Q20) sebesar 83,96 m³/dtk, pada kala ulang 25 tahun (Q25) sebesar 88,63 m³/dtk, Pada kala ulang 50 tahun (Q50) sebesar 103,20 m³/dtk, Kemudian untuk perhitungan kala ulang 100 tahun (Q100) sebesar 117,92 m³/dtk.
3. Hasil simulasi HEC-RAS sepanjang 12,17 km yang dikaji pada Sungai Tenggara, debit puncak dengan kala ulang (Q25) elevasi muka air Sungai diatas elevasi tanggul. Hal ini menunjukkan bahwa air sungai meluap (overtopping).

5.2. Saran

Dengan mempertimbangkan hasil analisis hidrologi dan HEC-RAS yang menghasilkan jumlah debit dan curah hujan, maka rekomendasi berikut dapat dibuat:

1. Analisis hidrologi dan HEC-RAS adalah dua komponen penting dalam perencanaan sistem pengendalian banjir, sehingga analisis data, baik yang diperoleh secara langsung maupun yang sekunder, harus dilakukan dengan cermat dan tepat agar pengambilan keputusan tentang

perencanaan manajemen pelaksanaan hingga pemeliharaan dapat dilakukan dengan tepat dan terarah.

2. Untuk menyelesaikan masalah banjir di Sungai Tenggang, orang harus memahami sistem DAS Sungai Tenggang secara keseluruhan dan mengikuti prinsip satu sungai, satu sistem, dan satu manajemen.
3. Pemeliharaan alur sungai atau normalisasi alur sungai harus dipertimbangkan oleh pengelola atau penanggung jawab pengendalian banjir. Tanggul sungai harus ditinggikan setinggi kurang lebih 1 meter hingga lebih tinggi dari tinggi muka air maksimum yang direncanakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Andiese, V. W., Oktavia, S. R., Rustiati, N. B., Amaliyah, T., & Djupanda, N. (2022). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Data Curah Hujan di DAS Waru Kabupaten Banggai. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 35-44.
- Andayani, R., & Umari, Z. F. (2022). Debit Banjir Rancangan DAS Selabung dengan HSS Nakayasu. *Jurnal Deformasi*, 7(1), 21-31.
- Arsidina, B. (2018). *Rencana Dan Pengoperasian Sudetan Sungai Tenggang Ke Banjir Kanal Timur Kota Semarang Dengan Aplikasi Kolam Retensi* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Chalid Jul Alif. (2018). *Aplikasi HEC RAS untuk analisa banjir di Sungai Mujur Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang* [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik.
- Asyifa, A., & Mubarak, B. (2022). Banjir Rancangan Dan Pengaruhnya Terhadap Kenaikan Muka Air Banjir Dengan Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0. *Jurnal Karkasa*, 8(2), 1-7.
- Damayanti, A. C., Limantara, L. M., & Haribowo, R. (2022). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS Limantara pada DAS Manikin di Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 313-313.
- Fuady, Z. (2013). Tinjauan daerah aliran sungai sebagai sistem ekologi dan manajemen daerah aliran sungai. *Jurnal Lentera*, 6(1).
- Id'fi, G. (2020). ANALISA MODEL HIDROGRAF BANJIR KALI NGOTOK DEN-GAN METODE SCS, SNYDER DAN NAKAYASU.
- Junaidi, F. F. (2014). *Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampere sampai dengan pulau kemaro)* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Nursaini, D., & Harahap, A. (2022). Kualitas air sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 312-321.

- PS, M. M. A., Gultom, R. A. P., Suripin, S., & Kurniani, D. (2014). Perencanaan Sistem Drainase Kali Tenggang Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 240-248.
- Rifa'i, M. C. (2018). Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Banjir Pada DAS Batang Arau Padang. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 12(1).
- Saputra, A. B., & Nusantara, D. A. D. (2021). Kajian Normalisasi Terhadap Kapasitas Sungai Gude Desa Pulolor Berbasis HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 177-188.
- Syahputra, I. (2015). Kajian hidrologi dan analisa kapasitas tampang Sungai Krueng Langsa berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(1), 15-28.
- Syofyan, Z. (2022). Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 124-136.
- Widiarsini, P. G., Pariartha, G. S., & Yekti, M. I. (2021). Analisis Hidrolika Penampang Alami Di Sungai Unda Hilir. *Jurnal Spektran*, 9(1).

