

TUGAS AKHIR

PEMODELAN BANJIR SUNGAI CIBEUREUM RUAS CB.64 - CB.97 MENGGUNAKAN HEC-RAS 6.5 (*FLOOD MODELLING OF THE CIBEUREUM RIVER, SECTION CB.64 - CB.97 USING HEC-RAS 6.5*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Satria Dhimas Wijaya

21511236

**PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026**

TUGAS AKHIR

PEMODELAN BANJIR SUNGAI CIBEUREUM RUAS CB.64 - CB.97 MENGGUNAKAN HEC-RAS 6.5 (FLOOD MODELLING OF THE CIBEUREUM RIVER, SECTION CB.64 - CB.97 USING HEC-RAS 6.5)

Disusun Oleh

Satria Dhimas Wijaya
21511236

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 6 Mei 2026

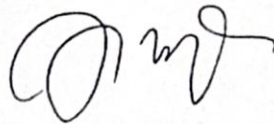
Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

 25/5/2026

Shofwatul Fadilah, S.T.P., M.Eng.
NIK: 215111308

Penguji I



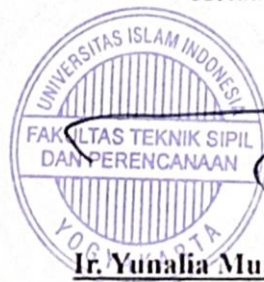
Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng.
NIK: 215111305

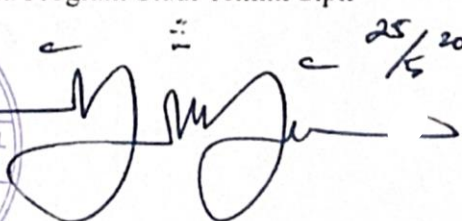
Penguji II

 25/5-26

Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng.
NIK: 165110105

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



 25/5/2026
Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D. (Eng.) IPM
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan penuh tanggung jawab, saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini saya susun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, merupakan hasil karya asli dan mandiri yang saya kerjakan sendiri. Segala bentuk kutipan atau referensi yang berasal dari karya pihak lain telah dicantumkan secara lengkap dan sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi dari laporan ini bukan merupakan hasil karya saya sendiri, atau terdapat unsur plagiarisme, saya siap menerima segala konsekuensi dan sanksi yang berlaku, termasuk pencabutan gelar akademik, sesuai dengan ketentuan hukum dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 Mei 2026
Yang membuat pernyataan,


Satria Dhimas Wijaya
(21511236)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “*Pemodelan Banjir Sungai Cibeureum Ruas CB.64-CB.97 Menggunakan Software HEC-RAS 6.5*”. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan strata satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam proses penyusunannya, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun berkat dukungan dan dorongan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi yang tulus kepada:

1. Ibu Shofwatul Fadilah, S.T.P., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan koreksi sehingga tugas akhir ini menjadi lebih baik.
2. Ibu Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun selama proses pengujian, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan penulisan serta isi tugas akhir ini.
3. Ibu Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan arahan, koreksi dan evaluasi yang bermanfaat dalam meningkatkan kualitas penulisan dan kejelasan pembahasan, sehingga tugas akhir ini dapat tersusun dengan lebih baik.
4. Ibu Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D. (Eng.) IPM., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Papih Caskim Cahya Indra dan Mamih Kurniah, selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga penulis bersemangat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis berterima kasih

tiada akhir atas semua doa, motivasi, dan ketulusan dalam membesarkan dan mendidik sehingga penulis menjadi seperti sekarang.

6. Desfilia Salsabila yang telah memotivasi dan menjadi tempat berdiskusi dikala penulis membutuhkan tempat bertukar pikiran selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan “ES CEH”, “PH KOOR”, “HMTS 2023-2024”, dan “JAMET SIPIL” yang telah menemani masa perkuliahan penulis dan tempat berbagi cerita.
8. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil FTSP UII angkatan 2021 yang telah menjadi rekan dan teman selama menjalani masa kuliah.
9. Seluruh pihak yang telah mendukung terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan naskah penelitian ini.

Yogyakarta, 25 Mei 2026

Penulis

Satrja Dhimas Wijaya
(21511236)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Keaslian Penelitian	9
2.4 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Banjir	13
3.2 Sungai	14
3.3 Analisis Hidrologi	15
3.3.1 Uji kepenggahan data Metode RAPS	16
3.3.1 Hujan wilayah Metode Poligon Thiessen	17
3.3.2 Analisis frekuensi	19

3.3.3 Uji kebenaran sebaran	29
3.3.4 Hujan efektif	32
3.3.5 Intensitas hujan	34
3.3.6 Distribusi hujan jam-jaman	34
3.3.7 Debit banjir rancangan kala ulang	35
3.4 Analisis Hidraulika	38
3.5 Metode Pengendalian Banjir dengan Normalisasi	40
BAB IV METODE PENELITIAN	44
4.1 Lokasi Penelitian	44
4.2 Metode Pengambilan Data	45
4.3 Pengolahan Data	49
4.4 Bagan Alir Penelitian	58
4.5 Bagan Alir Pemodelan HEC-RAS	60
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	62
5.1 Analisis Hidrologi	62
5.1.1 Uji kepanggahan metode RAPS	62
5.1.2 Hujan wilayah dengan Poligon Thiessen	64
5.1.3 Analisis frekuensi	67
5.1.4 Uji kebenaran sebaran	70
5.1.5 Hujan kala ulang	76
5.1.6 Hujan efektif	77
5.1.7 Distribusi hujan jam-jaman menggunakan <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	81
5.1.8 Debit banjir rancangan dengan HSS Nakayasu	84
5.2 Analisis Hidraulika dengan HEC-RAS	93
5.2.1 Analisis kapasitas penampang sungai eksisting menggunakan HEC-RAS	93
5.2.2 Analisis kapasitas penampang sungai rencana menggunakan HEC-RAS	103
5.3 Pembahasan	138
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	146

6.1	Kesimpulan	146
6.2	Saran	146
DAFTAR PUSTAKA		148
LAMPIRAN		152

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Banjir di Sidareja	14
Gambar 3.2 Sketsa Pola Aliran Sungai di Indonesia.	15
Gambar 3.3 Metode Poligon Thiessen	19
Gambar 3.4 Hidrograf dengan <i>Alternating Block Methode</i> (ABM)	35
Gambar 3.5 Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu	37
Gambar 3.6 Tampang Ekonomis Trapesium	41
Gambar 3.7 Tampang Ekonomis Trapesium 2 Pias	42
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian DAS Cibeureum	44
Gambar 4.2 Potongan Memanjang Sungai Cibeureum Ruas CB.64-CB.97	48
Gambar 4.3 <i>New Project</i>	50
Gambar 4.4 <i>Create Folder</i>	50
Gambar 4.5 Judul <i>Project</i>	51
Gambar 4.6 <i>Geometric Data</i>	51
Gambar 4.7 Penamaan Sungai	52
Gambar 4.8 Arah Aliran	52
Gambar 4.9 <i>Add New Cross Section</i>	53
Gambar 4.10 Data yang Diinput pada <i>Cross Section</i> HEC-RAS	54
Gambar 4.11 Tampilan Setelah <i>Save Geometri Data</i> pada HEC-RAS	55
Gambar 4.12 Tampilan <i>Option Unsteady Flow Data</i> pada HEC-RAS	55
Gambar 4.13 <i>Input Data Normal Depth</i> pada HEC-RAS	56
Gambar 4.14 Tampilan <i>Save Flow Data</i> pada HEC-RAS	56
Gambar 4.15 Tampilan <i>Run Unsteady Flow Analysis</i> pada HEC-RAS	57
Gambar 4.16 Tampilan Saat <i>Running Program</i> HEC-RAS	57
Gambar 4.17 Bagan Alir Penelitian	59
Gambar 4.18 Bagan Alir Pemodelan HEC-RAS	61
Gambar 5.1 Poligon Thiessen	65
Gambar 5.2 Tata Guna Lahan pada Tahun 2021	78
Gambar 5.6 Grafik HSS Nakayasu	85

Gambar 5.7 Hidrograf Debit Banjir Rencana HSS Nakayasu	92
Gambar 5.8 <i>Profile Plot</i> Kondisi Eksisting (Q_2)	94
Gambar 5.9 Dokumentasi Lapangan Sta.23	96
Gambar 5.10 Kondisi Eksisting <i>Cross Section</i> Sta. 2	97
Gambar 5.11 Dokumentasi Lapangan di Titik Jembatan Sta.23,5	99
Gambar 5.12 Kondisi Eksisting Jembatan Sta.23,5	100
Gambar 5.13 Sketsa Skenario Penampang	103
Gambar 5.14 Sketsa Pengendalian Skenario 1	104
Gambar 5.15 <i>Profile Plot</i> Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 1	105
Gambar 5.16 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 1 <i>Cross Section</i> Sta. 23	107
Gambar 5.17 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 1 Jembatan Hulu pada <i>Cross Section</i> Sta. 23,5	109
Gambar 5.18 Sketsa Skenario 2	112
Gambar 5.19 <i>Profile Plot</i> Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 2	113
Gambar 5.20 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 2 <i>Cross Section</i> Sta. 23	115
Gambar 5.21 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 2 Jembatan Hulu pada <i>Cross Section</i> Sta. 23,5	117
Gambar 5.22 Sketsa Skenario 3	120
Gambar 5.23 <i>Profile Plot</i> Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 3	122
Gambar 5.24 Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 3 <i>Cross Section</i> Sta. 23	124
Gambar 5.25 Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 3 Jembatan Hulu pada <i>Cross Section</i> Sta. 23,5	126
Gambar 5.26 Sketsa Skenario 4	129
Gambar 5.27 <i>Profile Plot</i> Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 4	131
Gambar 5.28 Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 4 <i>Cross Section</i> Sta. 23	133
Gambar 5.29 Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 4 Jembatan Hulu pada <i>Cross Section</i> Sta. 23,5	135

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3.1 Nilai $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ _{kritis} dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ _{kritis}	17
Tabel 3.2 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi	21
Tabel 3.3 Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i>	22
Tabel 3.4 <i>Reduce Mean</i> (y_n)	23
Tabel 3.5 <i>Reduce Variate</i> (y_T)	23
Tabel 3.6 <i>Reduce Standar Deviation</i> (S_n)	24
Tabel 3.7 Koefisien Variasi (C_v)	25
Tabel 3.8 Koefisien Kemencengan/skewness (C_s)	26
Tabel 3.9 Nilai Distribusi Uji Chi-Kuadrat	30
Tabel 3.10 Nilai Distribusi Uji Smirnov-Kolmogorov	32
Tabel 3.11 Klasifikasi Tanah	33
Tabel 3.12 Klasifikasi <i>Hydrologic Soil Group</i>	33
Tabel 3.13 Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan	34
Tabel 3.14 Kala Ulang Banjir Rancangan untuk Bangunan di Sungai	37
Tabel 3.15 Nilai Koefisien <i>Manning</i>	40
Tabel 3.16 Jenis Saluran Terbuka	43
Tabel 4.1 Wawancara dan Dokumentasi	46
Tabel 5.1 Contoh Perhitungan $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ _{hitung} dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ _{hitung}	62
Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Uji Kepanggahan	63
Tabel 5.3 Perhitungan Bobot Luas Stasiun 2013-2023	66
Tabel 5.4 Rekapitulasi Curah Hujan Rata-rata Kawasan 2013-2023	66
Tabel 5.5 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum pada Tahun 2014	66
Tabel 5.6 Rekapitulasi Analisis Data Statistik DAS Cibeureum	68

Tabel 5.7	Pemilihan Jenis Distribusi	70
Tabel 5.8	Rekapitulasi Nilai Distribusi (x^2_{hitung})	71
Tabel 5.9	Rekapitulasi Nilai Uji Chi-Kuadrat	71
Tabel 5.10	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	71
Tabel 5.11	Nilai D_{kritis}	74
Tabel 5.12	Rekapitulasi Analisis Data Statistik DAS Cibeureum (log)	75
Tabel 5.13	Rekapitulasi Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III	76
Tabel 5.14	Rekapitulasi Hujan Rancangan Kala Ulang	76
Tabel 5.15	Tata Guna Lahan DAS Cibeureum	79
Tabel 5.16	Klasifikasi Jenis Tanah DAS Cibeureum	79
Tabel 5.17	Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan	80
Tabel 5.18	Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan	80
Tabel 5.19	Hujan Efektif	81
Tabel 5.20	Hujan Jam-jaman Kala Ulang 2 Tahun	82
Tabel 5.21	Hujan Jam-jaman Kala Ulang 10 Tahun	82
Tabel 5.22	Hujan Jam-jaman Kala Ulang 25 Tahun	82
Tabel 5.23	Rekapitulasi Hitungan Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu	85
Tabel 5.24	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 2 Tahun HSS Nakayasu	89
Tabel 5.25	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 10 Tahun HSS Nakayasu	90
Tabel 5.26	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 25 Tahun HSS Nakayasu	91
Tabel 5.27	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 25 Tahun HSS Nakayasu	92
Tabel 5.28	Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Eksisting	102
Tabel 5.29	Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 1	111
Tabel 5.30	Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 2	119
Tabel 5.31	Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 3	128

Tabel 5.32 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian	
Skenario 4	137
Tabel 5.33 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 1	141
Tabel 5.34 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 2	142
Tabel 5.35 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 3	143
Tabel 5.36 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 4	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Stasiun Sidareja, Manganti dan Karangsari tahun 2013-2023	153
Lampiran 2 <i>cross section</i> CB.64 (hulu), CB.23 (jembatan), CB.96 (hilir).	181

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ABM	= <i>Alternating Block Method</i>
α	= Koefisien karakteristik DAS
AMC	= <i>Antecedent Moisture Condition</i>
BBWS	= Balai Besar Wilayah Sungai
CN	= <i>Curve Number</i> (angka kurva untuk menentukan limpasan)
C_v	= Koefisien variasi
C_s	= Koefisien kemencengan (<i>skewness</i>)
C_k	= Koefisien kurtosis
D	= Nilai maksimum selisih distribusi kumulatif teoritis dan empiris (uji Smirnov-Kolmogorov)
DAS	= Daerah Aliran Sungai
DEM	= <i>Digital Elevation Model</i>
E_f	= Frekuensi teoritis berdasarkan distribusi
GIS	= <i>Geographic Information System</i>
HEC-RAS	= <i>Hydrologic Engineering Center–River Analysis System</i>
HSS	= Hidrograf Satuan Sintetik
I	= Intensitas curah hujan selama durasi t (mm/jam)
$I_1, I_2, \dots, I_n$	= Intensitas hujan pada interval waktu ke-n
IDF	= <i>Intensity-Duration-Frequency</i>
L	= Panjang sungai utama dari hulu ke outlet (km)
n	= Jumlah data
N	= Jumlah subkelompok data
O_f	= Frekuensi aktual
P	= Curah hujan total (mm)
$\bar{p}$	= Curah hujan rata-rata wilayah (mm)
$P_1, P_2, \dots, P_n$	= Curah hujan di titik pengamatan (mm)
Q	= Debit aliran / debit banjir (m ³ /detik)
QGIS	= Perangkat lunak SIG berbasis <i>open source</i>

R^2	= Koefisien determinasi
R_{24}	= Curah hujan maksimum 24 jam (mm)
S_d	= Standar deviasi
SCS	= <i>Soil Conservation Service</i>
sk^*	= Jumlah kumulatif selisih terhadap rata-rata (metode RAPS)
sk^{**}	= Nilai baku dari sk^*
STA	= Stasiun / titik pengamatan
Sub DAS	= Sub Daerah Aliran Sungai
t	= Durasi hujan (jam)
T_c	= Waktu konsentrasi (jam)
t_g	= Waktu konsentrasi menurut metode tertentu (jam)
$T_{0,3}$	= Waktu dari debit puncak hingga turun 30% (jam)
T_p	= Waktu menuju debit puncak (jam)
t_r	= Durasi hujan efektif (jam)X
X	= Nilai logaritmik rata-rata curah hujan
$X_1, X_2, \dots, X_n$	= Data curah hujan (mm)
x_t	= Curah hujan pada kala ulang T (mm)
X_{TR}	= Log curah hujan kala ulang
$\bar{x}$	= Rata-rata curah hujan (mm/tahun)
χ^2	= Nilai chi-square
Y_t	= Faktor reduksi Gumbel
Y_n	= Rata-rata reduksi

\

ABSTRAK

Sungai Cibeureum pada ruas CB.64–CB.97 di Kabupaten Cilacap memiliki potensi banjir yang tinggi akibat keterbatasan kapasitas penampang dalam menampung debit aliran, terutama saat terjadi hujan berintensitas besar. Kejadian banjir pada 5 Desember 2024 menunjukkan bahwa sungai meluap dan menyebabkan genangan setinggi 60–100 cm yang berdampak pada kerugian fisik dan nonfisik serta mengganggu aktivitas masyarakat. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas eksisting sungai belum mampu mengalirkan debit banjir secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan analisis hidrologi dan hidraulika untuk mengetahui karakteristik banjir serta menentukan metode pengendalian yang efektif pada ruas Sungai Cibeureum yang ditinjau.

Analisis dalam penelitian ini menggunakan data hidrologi berupa curah hujan untuk menentukan debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang. Perhitungan debit banjir dilakukan untuk kala ulang 2 tahun (Q_2), 10 tahun (Q_{10}), dan 25 tahun (Q_{25}). Hasil analisis hidrologi menunjukkan bahwa debit banjir rancangan sebesar 71,552 m³/detik untuk Q_2 , 225,197 m³/detik untuk Q_{10} , dan 323,949 m³/detik untuk Q_{25} , dengan waktu menuju debit puncak sekitar 3 jam. Hasil pemodelan kondisi eksisting menggunakan kala ulang 2 tahun (Q_2) menunjukkan bahwa kapasitas penampang sungai pada beberapa titik belum mampu menampung debit banjir secara optimal, dengan kondisi kritis terjadi pada Sta.23 di bawah jembatan Sta.23,5. Hasil kalibrasi menunjukkan selisih muka air antara hasil simulasi dan kondisi lapangan sebesar $\pm 0,6$ m yang masih dapat diterima.

Upaya pengendalian banjir dilakukan melalui beberapa skenario penampang sungai yang mengacu pada kriteria teknis Permen PUPR No. 12 Tahun 2014. Berdasarkan hasil simulasi, skenario 1 untuk debit Q_{10} dipilih karena mampu meningkatkan kapasitas aliran secara efisien tanpa perubahan geometri yang signifikan, sedangkan skenario 3 untuk debit Q_{25} dipilih karena memberikan kapasitas yang lebih besar melalui penyesuaian penampang yang lebih menyeluruh.

Kata kunci: banjir, debit banjir rancangan, HEC-RAS, normalisasi, tanggul.

ABSTRACT

The Cibeureum River along the CB.64–CB.97 section in Cilacap Regency has a high risk of flooding due to the limited cross-sectional capacity to accommodate flow discharge, especially during heavy rainfall. The flood event on December 5, 2024, demonstrated that the river overflowed, causing water levels of 60–100 cm, resulting in both physical and non-physical losses and disrupting community activities. These conditions indicate that the river's existing capacity is insufficient to optimally discharge flood flows. Therefore, hydrological and hydraulic analyses are required to determine flood characteristics and identify effective control methods for the examined section of the Cibeureum River.

The analysis in this study uses hydrological data in the form of rainfall to determine design flood discharge for various return periods. Flood discharge calculations were performed for return periods of 2 years (Q_2), 10 years (Q_{10}), and 25 years (Q_{25}). The results of the hydrological analysis indicate that the design flood discharge is 71,552 m³/s for Q_2 , 225,197 m³/s for Q_{10} , and 323,949 m³/s for Q_{25} , with a time to peak discharge of approximately 3 hours. Modeling results of the existing conditions using a 2-year return period (Q_2) indicate that the river cross-sectional capacity at several points is not yet capable of optimally accommodating flood discharge, with critical conditions occurring at Station 23 downstream of the Station 23.5 bridge. Calibration results show a water level difference of ± 0.6 m between the simulation results and field conditions, which is still acceptable.

Flood control measures were implemented through several river cross-section scenarios based on the technical criteria of Ministry of Public Works and Public Housing Regulation No. 12 of 2014. Based on the simulation results, Scenario 1 for the Q_{10} flow rate was selected because it can increase flow capacity efficiently without significant changes to the geometry, while Scenario 3 for the Q_{25} flow rate was selected because it provides greater capacity through more comprehensive cross-section adjustments.

Keywords: *flood, design flood discharge, HEC-RAS, normalization, embankment.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir didefinisikan sebagai terjadinya genangan di suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah (Rahayu dkk, 2009). Menurut Maryono (2020), terdapat lima faktor penyebab banjir di Indonesia, yaitu curah hujan, sedimentasi sungai, kesalahan dalam perencanaan dan pembangunan alur sungai, kesalahan tata ruang dan pembangunan, serta kerusakan pada sistem retensi Daerah Aliran Sungai (DAS). Umumnya, banjir di Indonesia diakibatkan oleh pengelolaan sungai yang kurang optimal. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38, 2011). Menurut Katusiime dan Schütt (2020), sungai memiliki berbagai fungsi yang harus dipertahankan melalui pengelolaan sungai yang terpadu seperti mengalirkan air sungai menuju hilir. Salah satu contoh sungai yang sering banjir di Indonesia adalah Sungai Cibeureum (Maulana dan Rosalina, 2022).

Sungai Cibeureum merupakan salah satu sungai yang pengelolaannya di bawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy. Sungai Cibeureum merupakan sungai yang memiliki panjang sekitar 40 km yang terletak di Kabupaten Cilacap. Sungai Cibeureum merupakan salah satu penyebab utama banjir di kawasan Sidareja. Pada tanggal 5 Desember 2024 terjadi hujan deras mengguyur kawasan Cilacap Barat yang mengakibatkan Sungai Cibeureum meluap dan terjadilah banjir di wilayah tersebut. Ketinggian banjir mencapai sekitar 60 cm hingga 100 cm yang menyebabkan warga mengungsi ke Aula Koramil Sidareja (Anggraeni, 2024).

Sungai Cibeureum di Kabupaten Cilacap yang berada dalam kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy sering menimbulkan banjir di wilayah Kecamatan Sidareja, sehingga penelitian memfokuskan kajian pada ruas CB.64–

CB.97 sebagai titik kritis banjir untuk menganalisis kondisi eksisting sungai sebagai dasar penentuan penanganan yang tepat (Edi, 2026).

Oleh karena itu, untuk menentukan jenis penanggulangan banjir yang tepat, digunakan simulasi banjir di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 menggunakan *software* seperti HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*). HEC-RAS adalah sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *U.S. Army Corps of Engineers* untuk melakukan simulasi aliran sungai dan perhitungan banjir. Penggunaan HEC-RAS dalam simulasi banjir memberikan keuntungan berupa kemudahan dalam pemodelan dan analisis serta kemampuannya untuk memprediksi dan memodelkan berbagai jenis kejadian banjir berdasarkan data hidrologi dan topografi yang tersedia. Dengan demikian, dapat ditentukan solusi penanganan banjir yang optimal dengan kala ulang tertentu ini besaran debit banjir dalam penelitian ini ditentukan dengan Hidograf Satuan Sintesis, seperti HSS Nakayasu. Dari pemodelan HEC-RAS diharapkan dapat diketahui titik banjir eksisting sehingga dari penelitian ini dapat ditentukan metode pengendalian banjir yang tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa nilai debit banjir rancangan kala ulang tertentu pada Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97?
2. Bagaimana kondisi banjir eksisting di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 menggunakan pemodelan HEC-RAS 6.5?
3. Bagaimana metode pengendalian banjir yang tepat untuk Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 berdasarkan hasil pemodelan HEC-RAS 6.5?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Menentukan nilai debit banjir rancangan kala ulang tertentu di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97.
2. Mengetahui titik banjir eksisting di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS 6.5.

3. Mengetahui metode pengendalian banjir yang tepat di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS 6.5.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa:

1. Memberikan informasi akurat tentang debit banjir rancangan kala ulang tertentu di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97.
2. Mengetahui kondisi banjir eksisting di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 menggunakan pemodelan HEC-RAS 6.5.
3. Memberikan rekomendasi metode pengendalian banjir yang tepat di Sungai Cibeureum ruas CB.64-CB.97 berdasarkan hasil pemodelan HEC-RAS 6.5.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan data curah hujan historis dari Pos Curah Hujan (PCH) Sidareja, Manganti, dan Karang Sari untuk periode 2013-2023.
2. Penelitian ini menggunakan metode Poligon Thiessen dengan data curah hujan kawasan tahun 2013, 2017, dan 2023
3. Penelitian ini menggunakan data tata guna lahan tahun 2021.
4. Penelitian ini menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu untuk menghitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 2 tahun (Q_2) sebagai kondisi eksisting, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) dan 25 tahun (Q_{25}) untuk normalisasi.
5. Penelitian ini terbatas pada Sungai Cibeureum, tepatnya di titik *cross section* CB. 64 hingga CB. 97, yang merupakan wilayah rawan banjir di Kabupaten Cilacap.
6. Simulasi aliran sungai dan perhitungan banjir dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 6.5.
7. Penelitian ini tidak membahas pemodelan detail alternatif solusi struktural, melainkan berfokus pada metode pengendalian banjir yang relevan berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika.

8. Analisis tidak mencakup penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) maupun aspek ekonomi konstruksi, sehingga kajian difokuskan pada aspek teknis hidrologi dan hidraulika.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah sebuah usaha untuk menilai atau menganalisis kembali berbagai karya yang telah dipublikasikan oleh akademisi atau peneliti lain mengenai topik yang akan dibahas (Taylor dan Procter, 2010). Tinjauan pustaka merupakan proses untuk merangkum berbagai hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk memperoleh pemahaman mengenai topik atau isu yang akan diteliti serta untuk mengatasi berbagai tantangan yang muncul saat memulai penelitian (Feur, Shaveldon dan Towne, 2001). Selain itu, tinjauan pustaka tidak hanya sekadar merangkum kesimpulan dari berbagai literatur yang telah dibaca tentang topik yang relevan, tetapi juga mencakup tulisan yang dapat memperlihatkan tema serta teori-teori yang berhubungan. Dengan demikian, ketika menyusun tinjauan pustaka, peneliti tidak hanya berupaya menyusun daftar publikasi yang berkaitan, tetapi juga mampu merangkum dan mengevaluasi penelitian tersebut sesuai dengan tema penelitian yang akan diteliti (Taylor dan Procter, 2010).

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebagaimana tersebut di bawah ini:

1. *Improving flood inundation mapping accuracy using HEC-RAS modeling: A case study of the Neches River tidal floodplain in Texas* (Darius, dkk 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan peta genangan banjir untuk berbagai kondisi hidrologi dan hidraulik dengan menggunakan model Sistem Analisis Sungai (HEC-RAS) Pusat Rekayasa Hidrologi satu dimensi (1D) dan gabungan 1D/dua dimensi (2D) yang mencakup data batimetri saluran utama. Metode penelitian ini mengembangkan model HEC-RAS 1D dan 1D/2D yang digabungkan dalam kondisi hidrologi dan hidrolik yang berbeda untuk

menyediakan perspektif yang lebih realistis terhadap kemungkinan ancaman banjir dan meningkatkan akurasi pemetaan genangan banjir untuk mitigasi bencana banjir di dataran banjir pasang surut Sungai Neches. Hasil dari penelitian ini model HEC-RAS 1D/2D yang digabungkan menunjukkan hasil yang masuk akal dan memberikan pendekatan model yang efektif untuk lebih baik memperkirakan banjir untuk wilayah serupa dengan ketersediaan data terbatas.

2. Evaluasi Dampak Banjir Akibat Perubahan Alur Sungai Citanduy Hulu Di Desa Tanjungkerta, Tasikmalaya, Jawa Barat (Maulana dan Rosalina, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas penampang akibat penyudetan Sungai Citanduy Hulu. Metode penelitian ini adalah metode hidrologi, yaitu analisis curah hujan rata-rata DAS, analisis curah hujan rencana, analisis intensitas curah hujan, perhitungan distribusi hujan rencana, hidrograf debit banjir rencana, dan penentuan metode hidrograf debit banjir. Hasil dari penelitian ini yaitu Pemendekan alur sungai akibat penyodetan mengurangi luas alur sungai pada kondisi *bankfull*. Setelah penyodetan, kondisi Sungai Citanduy menunjukkan terjadinya banjir pada penampang sungai antara Sta. 400 dan 1035 dengan *overflow* pada debit kala ulang 2 tahun. Ketika dianalisis melalui debit kala ulang 25 tahun, kedalaman banjir yang terjadi bervariasi antara ± 40 hingga 80 cm.
3. Kajian Intrusi Air Laut Akibat *Backwater* di Muara Sungai Citanduy (Hariati dkk, 2022). Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan sejauh mana intrusi air laut merambat ke arah hulu sebagai dampak dari peningkatan muka laut di wilayah muara Sungai Citanduy. Proses analisis dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak HEC-RAS untuk memodelkan profil muka air serta arus balik yang terjadi di sepanjang sungai tersebut. Berdasarkan hasil simulasi, Panjang intrusi air laut pada kondisi normal diperkirakan mencapai 2, 57 km pada tahun 2017 dan meningkat menjadi 3, 5 km pada tahun 2050. Sementara itu, pada kondisi debit minimum, Panjang intrusi diperkirakan sebesar 2, 03 km di tahun 2017 dan 2, 57 km di tahun 2050. Adapun dalam

kondisi maksimum sama dengan kondisi normal yaitu 2, 57 di tahun 2017 dan 3, 5 km pada tahun 2050.

4. Pemodelan HEC-RAS 2D untuk Pemetaan Genangan Banjir: Studi Kasus Cekungan Sungai Krishna (Vashist dan Singh, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mitigasi banjir dan pembagian sumber daya. Studi ini menggunakan model HEC-RAS 2D untuk memetaan genangan banjir di Cekungan Sungai Krishna. Metode penelitian ini adalah Pemodelan hidraulik dan pemetaan genangan dilakukan menggunakan *RAS Mapper*, alat pemetaan dan integrasi data spasial dalam HEC-RAS. Hasil penelitiannya berupa Model 2D dikembangkan menggunakan HEC-RAS dan kedalaman genangan air banjir, kecepatan dan elevasi permukaan air di atas permukaan medan yang mendasarinya pada hasil simulasi.
5. Pemodelan Sungai Untuk Prediksi Peta Genangan Banjir Menggunakan Pemodelan Hidrolik 2D-HEC-RAS dengan Integrasi GIS (Adane dan Brook Abate, 2022). Penelitian ini memiliki tujuan memodelkan proses aliran dan menghasilkan peta banjir pada daerah rawan banjir di daerah tangkapan air penelitian. Metode penelitian ini adalah menggunakan metode Alat yang diciptakan untuk menganalisis sistem sungai hidrolik adalah model hidrolik HEC-RAS. Input utama HEC-RAS untuk melakukan analisis hidrolik adalah data geometri dan aliran. Data geometri dasar ini mencakup karakteristik fisik sungai seperti panjang saluran, tepian, tepian banjir, dan penampang sungai. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa Peta genangan banjir dan kerusakan yang terjadi di area banjir dimodelkan dengan analisis aliran tak tetap 2D di HEC-RAS *Mapper*. Alat utama yang digunakan adalah model HEC-RAS tak tetap dua dimensi dan ArcGIS untuk pemrosesan data spasial dan HEC-GeoRAS untuk menghubungkan HEC-RAS dan ArcGIS. Ditemukan bahwa area pertanian seluas 75 hektar dan 122 hektar terendam banjir dengan periode ulang 2 tahun dan 100 tahun.
6. Penilaian Banjir Melalui Metode Campuran Terpadu di *Western Downstream Area of Citanduy River Basin* (Syafitri, 2023). Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan distribusi terbaru dari bahaya banjir di Kabupaten

Pangandaran, khususnya di daerah Mangunjaya, Padaherang, dan Kalipucang, yang berada di sekitar Sungai Citanduy. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran terintegrasi, yang meliputi penentuan bobot AHP berdasarkan wawancara dengan ahli, klasifikasi penggunaan lahan menggunakan algoritma *random forest*, pemetaan bahaya banjir, serta analisis kejadian banjir di masa lalu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan adalah faktor utama yang mempengaruhi bahaya banjir di Kabupaten Pangandaran, dengan bobot 0,53, diikuti oleh elevasi, penggunaan lahan, jarak dari sungai, dan kemiringan lereng. Peta bahaya banjir menunjukkan area dengan bahaya rendah sangat kecil, sedangkan area dengan bahaya tinggi dan sangat tinggi sebagian besar terletak di dekat Sungai Citanduy. Banjir di Mangunjaya disebabkan oleh aliran air dari hulu, di Padaherang oleh perbedaan elevasi dan di Kalipucang oleh pengendapan dan pasang surut. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung perencanaan mitigasi bencana yang lebih baik.

7. Analisis Kapasitas Sungai Cibeureum Sebagai Upaya Mengatasi Banjir di Kecamatan Sidareja Kabupaten Cilacap (Pamuji dkk, 2025). Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas Sungai Cibeureum sebagai upaya pengendalian banjir. Penelitian ini menggunakan metode Analisis hidrologi diawali dengan perhitungan curah hujan maksimum rata-rata dengan metode Polygon Thiessen, dilanjutkan analisis frekuensi menggunakan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, dan Gumbell Type I, kemudian diuji menggunakan uji Chi-Kuadrat. Debit banjir rencana dihitung menggunakan dua metode, yaitu metode Rasional dan Nakayasu. Analisis hidraulika dilakukan dengan simulasi perangkat lunak HEC-RAS 6.7 Beta 3. Hasil penelitiannya menunjukkan debit rencana periode ulang 2 tahun 263,113 m³/s (Rasional) dan 375,293 m³/s (Nakayasu). Metode nakayasu dipilih karena lebih sesuai terhadap karakteristik banjir. Simulasi HEC-RAS menunjukkan limpasan terjadi di semua penampang yang ditinjau. Normalisasi melalui pengerukan, pelebaran, dan peninggian tanggul dinilai efektif menurunkan elevasi muka air.

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian berjudul "Pemodelan Banjir Sungai Cibeureum Ruas CB. 64-CB. 97 Menggunakan *Software* HEC-RAS 6.5" menunjukkan keaslian dalam berbagai aspek. Dalam penelitian ini, perangkat lunak HEC-RAS digunakan untuk menganalisis potensi banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibeureum dengan fokus pada periode ulang 10 tahun menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu. HSS Nakayasu adalah metode empiris yang umum digunakan untuk memperkirakan respon hidrologi suatu DAS terhadap curah hujan. Data yang dihasilkan dari perhitungan HSS Nakayasu dimasukkan ke dalam perangkat lunak HEC-RAS yang digunakan untuk melakukan simulasi aliran dan pemodelan banjir di sepanjang Sungai Cibeureum. Hasil yang ingin dicapai dari simulasi aliran ini adalah untuk mengetahui potensi banjir serta merancang solusi pengendalian yang lebih efektif untuk wilayah tersebut.

2.4 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Berikut ini adalah rangkuman dari penelitian terdahulu yang ditampilkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil
1.	(Darius dkk, 2024)	<i>Improving flood inundation mapping accuracy using HEC-RAS modeling: A case study of the Neches River tidal floodplain in Texas.</i>	Mengembangkan peta genangan banjir untuk berbagai kondisi hidrologi dan hidraulik dengan menggunakan model Sistem Analisis Sungai (HEC-RAS) Pusat Rekayasa Hidrologi satu dimensi (1D) dan gabungan 1D/dua dimensi (2D) yang mencakup data batimetri saluran utama	Mengembangkan model HEC-RAS 1D dan 1D/2D yang digabungkan dalam kondisi hidrologi dan hidrolis yang berbeda untuk menyediakan perspektif yang lebih realistis terhadap kemungkinan ancaman banjir	Secara keseluruhan, model HEC-RAS 1D/2D yang digabungkan menunjukkan hasil yang masuk akal dan memberikan pendekatan model yang efektif untuk lebih baik memperkirakan banjir untuk wilayah serupa dengan ketersediaan data terbatas.
2.	(Maulana, dan Rosalina, 2022)	Evaluasi Dampak Banjir Akibat Perubahan Alur Sungai Citanduy Hulu Di Desa Tanjungkerta, Tasikmalaya, Jawa Barat.	Mengevaluasi kapasitas penampang akibat penyudutan Sungai Citanduy Hulu.	Metode hidrologi, yaitu analisis curah hujan rata-rata DAS, analisis curah hujan rencana, analisis intensitas curah hujan, perhitungan distribusi hujan rencana, hidrograf debit banjir rencana, dan penentuan metode hidrograf debit banjir.	Pemendekan jalur sungai karena pengalihan mengurangi area jalur sungai pada keadaan bankfull. Pasca pengalihan, kondisi Sungai Citanduy menunjukkan terjadinya genangan air pada penampang sungai antara Sta. 400 dan 1035, dengan limpasan pada debit periode ulang 2 tahun. Ketika dianalisis dengan debit periode ulang 25 tahun, kedalaman genangan air yang terjadi bervariasi antara ±40 hingga 80 cm.
3.	(Hriati , dkk 2022)	Kajian Intrusi Air Laut akibat <i>Backwater</i> di Muara Sungai Citanduy.	Menentukan jarak pergerakan intrusi air laut menuju arah hulu sebagai akibat dari naiknya muka air laut di kawasan muara Sungai Citanduy.	Metode yang digunakan adalah pendekatan melalui analisis profil muka air serta arus balik di Sungai Citanduy dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS.	Pada kondisi normal, estimasi panjang intrusi air laut diperkirakan mencapai 2,57 km pada tahun 2017 dan meningkat menjadi 3,5 km pada tahun 2050. Sementara itu, pada kondisi debit minimum, nilai intrusi yang dihitung berada pada kisaran 2,03 km untuk tahun 2017 dan 2,57 km untuk tahun 2050.

Lanjutan Tabel 2.2 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil
4.	(Vashist, dan Singh, 2023)	Pemodelan HEC-RAS 2D untuk Pemetaan Genangan Banjir: Studi Kasus Cekungan Sungai Krishna.	Mitigasi banjir dan pembagian sumber daya. Studi ini menggunakan model HEC-RAS 2D untuk memetaan genangan banjir di Cekungan Sungai Krishna.	Pemodelan hidraulik dan pemetaan genangan dilakukan menggunakan RAS Mapper, alat pemetaan dan integrasi data spasial dalam HEC-RAS.	Model 2D dikembangkan menggunakan HEC-RAS dan kedalaman genangan air banjir, kecepatan, dan elevasi permukaan air (WSE) di atas permukaan medan yang mendasarinya pada hasil simulasi.
5.	(Adane dan Abate, 2022)	Pemodelan Sungai Untuk Prediksi Peta Genangan Banjir Menggunakan Pemodelan Hidrolik 2D-HEC-RAS Dengan Integrasi GIS	Memodelkan proses aliran dan menghasilkan peta banjir pada daerah rawan banjir di daerah tangkapan air penelitian.	Menggunakan metode Alat yang diciptakan untuk menganalisis sistem sungai hidrolik adalah model hidrolik HEC-RAS. Input utama HEC-RAS untuk melakukan analisis hidrolik adalah data geometri dan aliran. Data geometri dasar ini mencakup karakteristik fisik sungai seperti panjang saluran, tepian, tepian banjir, dan penampang sungai.	Peta genangan banjir dan kerusakan yang terjadi di area banjir dimodelkan dengan analisis aliran tak tetap 2D di HEC-RAS <i>Mapper</i> . Alat utama yang digunakan adalah model HEC-RAS tak tetap dua dimensi dan ArcGIS untuk pemrosesan data spasial dan HEC-GeoRAS untuk menghubungkan HEC-RAS dan ArcGIS. Ditemukan bahwa area pertanian seluas 75 hektar dan 122 hektar terendam banjir dengan periode ulang 2 tahun dan 100 tahun.
6.	(Syafitri 2023)	Penilaian Banjir Melalui Metode Campuran Terpadu di <i>Western Downstream Area of Citanduy River Basin</i> .	Menggambarkan distribusi terbaru dari bahaya banjir di Kabupaten Pangandaran, khususnya di daerah Mangunjaya, Padaherang, dan Kalipucang, yang berada di sekitar Sungai Citanduy	Menggunakan pendekatan metode campuran terintegrasi, yang meliputi penentuan bobot AHP berdasarkan wawancara dengan ahli, klasifikasi penggunaan lahan menggunakan algoritma <i>random forest</i> , pemetaan bahaya banjir, serta analisis kejadian banjir di masa lalu	Curah hujan adalah faktor utama yang mempengaruhi bahaya banjir di Kabupaten Pangandaran, dengan bobot 0,53, diikuti oleh elevasi, penggunaan lahan, jarak dari sungai, dan kemiringan lereng. Peta bahaya banjir menunjukkan area dengan bahaya rendah sangat kecil, sedangkan area dengan bahaya tinggi dan sangat tinggi sebagian besar terletak di dekat Sungai Citanduy. Banjir di Mangunjaya disebabkan oleh aliran air dari hulu, di Padaherang oleh perbedaan elevasi, dan di Kalipucang oleh pengendapan dan pasang surut. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung perencanaan mitigasi bencana yang lebih baik.

Lanjutan Tabel 2.1 Rangkuman Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil
7.	(Pamuji, dkk 2025)	Analisis Kapasitas Sungai Cibeureum Sebagai Upaya Mengatasi Banjir di Kecamatan Sidareja Kabupaten Cilacap.	Menganalisis kapasitas Sungai Cibeureum sebagai upaya pengendalian banjir.	Penelitian ini menggunakan metode Analisis hidrologi diawali dengan perhitungan curah hujan maksimum rata-rata dengan metode Polygon Thiessen, dilanjutkan analisis frekuensi menggunakan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, dan Gumbell Type I, kemudian diuji menggunakan uji Chi-Kuadrat. Debit banjir rencana dihitung menggunakan dua metode, yaitu metode Rasional dan Nakayasu. Analisis hidraulika dilakukan dengan simulasi perangkat lunak HEC-RAS 6.7 Beta 3.	Hasil penelitiannya menunjukkan debit rencana periode ulang 2 tahun 263,113 m ³ /s (Rasional) dan 375,293 m ³ /s (Nakayasu). Metode nakayasu dipilih karena lebih sesuai terhadap karakteristik banjir. Simulasi HEC-RAS menunjukkan limpasan terjadi di semua penampang yang ditinjau. Normalisasi melalui pengerukan, pelebaran, dan peninggian tanggul dinilai efektif menurunkan elevasi muka air.
8.	(Wijaya, 2026)	Pemodelan Banjir Sungai Cibeureum Ruas CB.64 - CB.97 Menggunakan HEC-RAS 6.5	1. Mengetahui hasil analisis hidrologi debit banjir rancangan kala ulang tertentu di Sungai Cibeureum. 2. Mengetahui titik banjir eksisting di Sungai Cibeureum dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS. 3. Mengetahui metode pengendalian banjir yang tepat di Sungai Cibeureum dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS.	Metode yang digunakan yaitu menggunakan data primer berupa survei lokasi dan wawancara dan data sekunder berupa data hidrologi yaitu data curah hujan historis tahun 2013-2023 dan data hidraulika berupa <i>cross section</i> Sungai Cibeureum CB.64-CB.97 yang kemudian dimodelkan menggunakan HEC-RAS 6.5.	Hasil analisis hidrologi menunjukkan debit banjir rancangan Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97 sebesar 71,552 m ³ /detik (Q ₂), 225,197 m ³ /detik (Q ₁₀), dan 323,949 m ³ /detik (Q ₂₅) dengan waktu puncak ±3 jam. Hasil pemodelan hidraulika pada kondisi eksisting memperlihatkan titik rawan banjir di CB.23 di bawah jembatan Sta. 23 dengan elevasi muka air mencapai +5,32 m dan tinggi aliran ±4,2 m sehingga <i>freeboard</i> 1 meter tidak terpenuhi. Hasil analisis skenario menunjukkan bahwa skenario 1 untuk debit Q ₁₀ dan skenario 3 untuk debit memberikan kapasitas aliran terbesar, distribusi kecepatan paling merata, dan luas penampang efektif optimal.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Banjir

Banjir di definisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi (Rahayu, dkk 2009). Banjir merupakan bencana musiman yang kerap terjadi dan menimbulkan kerugian signifikan baik terhadap kehidupan manusia maupun aspek ekonomi (IDEP, 2007). Menurut Pusat Kritis Kesehatan Kemenkes RI (2018), terdapat lima jenis banjir yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

1. Banjir bandang

Banjir bandang dapat menimbulkan kerusakan yang signifikan. Jenis banjir ini umumnya terjadi akibat kerusakan tutupan lahan seperti hutan yang gundul dan sering ditemukan di wilayah pegunungan yang memiliki kemiringan lereng curam.

2. Banjir air

Banjir air merupakan salah satu jenis banjir yang paling sering terjadi. Peristiwa ini umumnya disebabkan oleh meluapnya aliran sungai, danau, atau saluran drainase akibat volume air yang melebihi kapasitas tampungannya.

3. Banjir lumpur

Banjir lumpur hampir sama dengan banjir bandang, tetapi perbedaannya banjir lumpur datang dari dalam bumi dan naik ke daratan. Banjir lumpur mengandung gas berbahaya yang membahayakan makhluk hidup lainnya.

4. Banjir rob (banjir air laut pasang)

Banjir yang disebabkan oleh pasangannya air laut. Biasanya terjadi di sekitar pesisir Pantai.

Adapun ilustrasi mengenai kejadian banjir, dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Banjir di Sidareja

Sumber: Zakaria, 2016

3.2 Sungai

Sungai adalah sayatan di permukaan bumi, reservoir dan saluran alami, dan jalan bagi air dan arus mengalir dari hulu cekungan ke tempat-tempat yang lebih rendah dan terakhir ke laut (Soewarno, 1995). Indonesia memiliki beberapa pola aliran sungai, diantaranya pola aliran yang dibedakan menurut jenis batuan dan sedimennya. Pola aliran antara lain:

1. Pola Radial

Pola ini biasanya ditemukan di lereng gunung berapi atau daerah dengan topografi berbentuk kubah.

2. Pola Rektangular

Pola ini banyak dijumpai pada daerah pegunungan kapur, misalnya Gunungkidul.

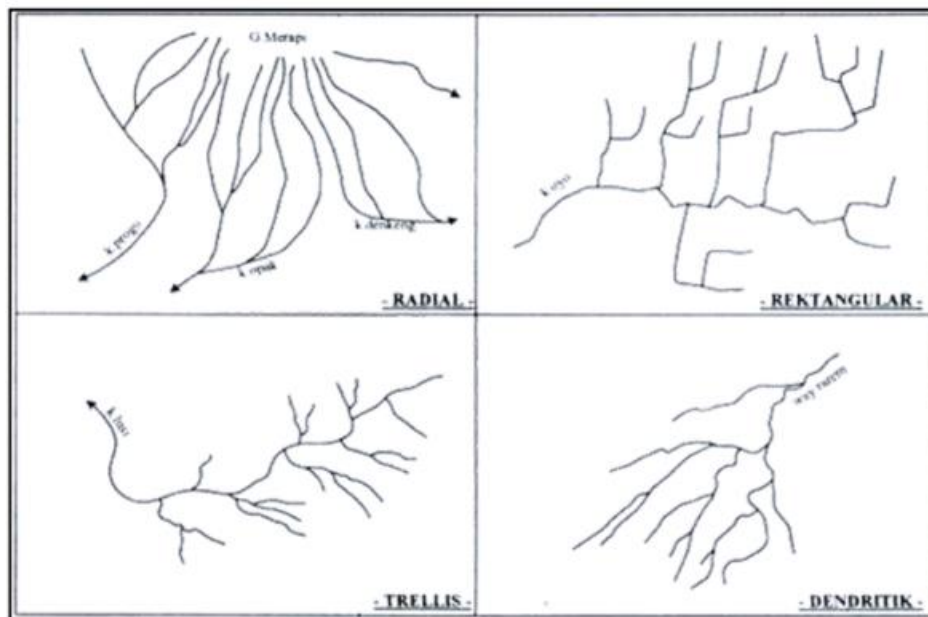
3. Pola Trellis

Pola ini biasanya dijumpai pada daerah pegunungan dengan lipatan-lipatan yang juga terdapat lapisan sedimen.

4. Pola Dendritik

Pola aliran sungai ini banyak dijumpai di daerah dengan komposisi batuan penyusun yang sejenis dan penyebarannya luas.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola aliran sungai, dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Sketsa Pola Aliran Sungai di Indonesia.

(Sumber: Soewarno, 1991)

3.3 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang yang mempelajari bagaimana air di bumi muncul, bergerak, menyebar, memiliki sifat, dan bagaimana berhubungan dengan lingkungannya, terutama makhluk hidup. Perencanaan dan pengelolaan struktur air, penyediaan air untuk berbagai kebutuhan, pembangkitan listrik dari tenaga air, pengendalian banjir, serta pengendalian erosi dan pengendapan adalah beberapa kegiatan di mana ilmu hidrologi digunakan. Indarto (2016) mengatakan bahwa hidrologi adalah bidang ilmu bumi (*Geoscience* atau *Science de la Terre*) yang secara khusus mengkaji siklus hidrologi atau siklus air yang terdapat di permukaan bumi dan berbagai macam konsekuensi yang terkait dengannya. Analisis hidrologi merupakan salah satu aspek dari analisis awal dalam perancangan infrastruktur air. Analisis ini dimanfaatkan untuk menghitung aliran rencana dalam proses perancangan infrastruktur air. Informasi yang dibutuhkan dalam analisis ini meliputi data penggunaan area tangkapan (*catchment area*) serta data curah hujan.

3.3.1 Uji kepenggahan data Metode RAPS

Metode ini dilakukan dengan cara menghitung total penyimpangan dari nilai rata-rata. Jika $\frac{Q}{n}$ yang diperoleh lebih rendah dibandingkan nilai kritis untuk tahun dan tingkat kepercayaan yang relevan, maka data akan dianggap valid (Soewarno, 1995). Berikut adalah langkah-langkah untuk menghitung uji validitas data menggunakan metode RAPS:

1. Menghitung hujan tahunan
2. Menghitung rerata hujan tahunan

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3.1)$$

dengan:

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm/tahun),

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1,

n = jumlah data hujan.

3. Menghitung sk^*

$$sk^* = \text{Komulatif } (\bar{x} - x_i) \quad (3.2)$$

dengan:

sk^* = kumulatif selisih antara data curah hujan ke-1 dan rata-rata curah hujan.

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm/tahun),

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1.

4. Menghitung sk^{**}

$$sk^{**} = \frac{sk^*}{S_d} \quad (3.3)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n}} \quad (3.4)$$

dengan:

sk^{**} = skor standar dari kumulatif selisih sk^* ,

S_d = standar deviasi dari data curah hujan,

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm/tahun),

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1.

5. Menghitung Q_{maks} dan R_{maks}

$$Q_{maks} = \text{maks } (sk^{**}) \quad (3.5)$$

$$R_{\text{maks}} = \text{maks}(sk^{**}) - \text{min}(sk^{**}) \quad (3.6)$$

dengan:

Q_{maks} = nilai maksimum dari skor standar sk^{**} ,

R_{maks} = rentang antara nilai maksimum dan minimum dari skor standar sk^{**} .

6. Membandingkan $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ hitung dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ hitung dengan menggunakan Tabel 3.1. Data dikatakan pangkah apabila memenuhi syarat ($\frac{Q}{\sqrt{n}} \text{ hitung} < \frac{Q}{\sqrt{n}} \text{ kritis}$) dan ($\frac{R}{\sqrt{n}} \text{ hitung} < \frac{R}{\sqrt{n}} \text{ kritis}$).

Tabel 3.1 Nilai $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ kritis dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ kritis

N	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86

Sumber: Harto (2000)

3.3.1 Hujan wilayah Metode Poligon Thiessen

Metode ini menghitung bobot dari setiap stasiun yang merepresentasikan area sekitarnya. Di dalam suatu kawasan di DAS, diasumsikan bahwa hujan yang terjadi sama dengan yang tercatat di stasiun terdekat, sehingga data curah hujan dari suatu stasiun menjadi representasi untuk stasiun tersebut. Pendekatan ini diterapkan ketika sebaran stasiun hujan di wilayah yang diperiksa tidak merata. Perhitungan rata-rata curah hujan dilakukan dengan mempertimbangkan wilayah pengaruh dari masing-masing stasiun (Triatmodjo, 2013). Metode Poligon Thiessen sangat sesuai untuk menentukan rata-rata hujan ketika jumlah pos hujan tidak banyak dan distribusi hujannya tidak merata. Metode ini memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode Aritmatika, namun ketelitian hasil akan dipengaruhi

oleh pemilihan titik pengamatan. Proses pembuatan Poligon Thiessen adalah sebagai berikut.

1. Stasiun pengukur curah hujan ditampilkan pada peta DAS yang telah diperiksa termasuk stasiun hujan yang berada di luar DAS namun letaknya dekat dengan DAS. Temukan nilai maksimum curah hujan harian dari setiap stasiun hujan.
2. Setiap stasiun dihubungkan menggunakan garis lurus (digambarkan sebagai garis putus-putus) sehingga membentuk formasi segitiga dengan panjang sisi yang idealnya mendekati kesamaan.
3. Garis tebal ditarik di sepanjang sisi-sisi segitiga sebagaimana terlihat pada garis yang penuh.
4. Poligon yang terbentuk dari lingkaran berat akan mengelilingi masing-masing stasiun, di mana setiap stasiun mewakili luasan wilayah yang tercakup oleh poligon tersebut. Apabila stasiun berada di dekat tepi DAS, maka garis batas DAS digunakan sebagai penutup poligon pada sisi tersebut.
5. Luas masing-masing poligon dihitung kemudian dikalikan dengan data curah hujan yang tercatat pada stasiun yang berada di dalam wilayah tersebut.
6. Jumlah total hasil perhitungan pada poin e untuk seluruh stasiun kemudian dibagi dengan luas total wilayah kajian sehingga diperoleh nilai rata-rata curah hujan di area tersebut. Secara sistematis, hal ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\bar{p} = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 \dots + A_nx_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (3.7)$$

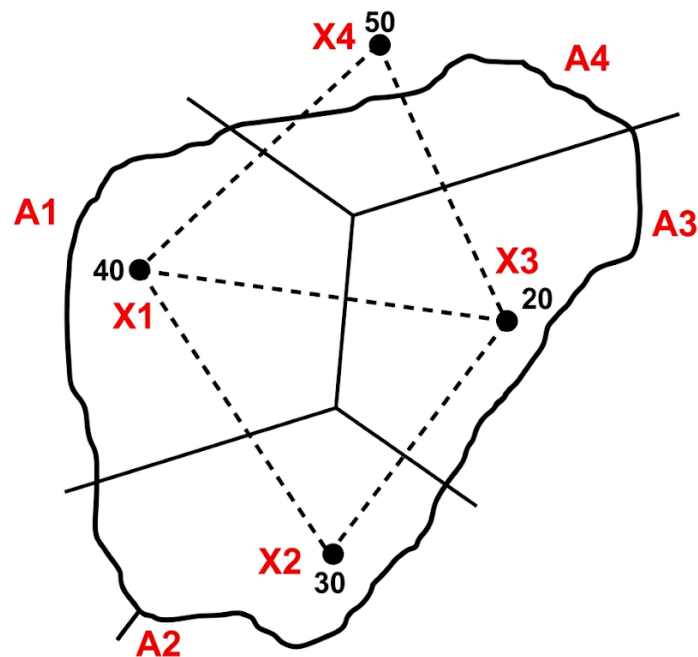
dengan:

$\bar{p}$ = hujan rata-rata kawasan (mm),

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ = tinggi curah hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n, (mm),

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah yang mewakili stasiun (km²).

Berikut adalah pola Poligon Thiessen yang disajikan dalam Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Metode Poligon Thiessen

(Sumber: Triatmodjo, 2013)

3.3.2 Analisis frekuensi

Analisis frekuensi merupakan prakiraan dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit / curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi (Soewarno, 1995). Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas/kemungkinan. Dalam analisis frekuensi, perlu dicari beberapa hal sebagai berikut:

1. Parameter statik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (S_d), koefisien variasi (C_v), koefisien kemiringan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k).

a. Curah hujan rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3.8)$$

dengan:

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm),

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1,

n = jumlah data hujan.

b. Standar deviasi

Standar deviasi adalah besar perbedaan dari nilai sampel terhadap nilai rata-rata.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.9)$$

dengan:

S_d = standar deviasi curah hujan,

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1,

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm),

n = jumlah data.

c. Koefisien variasi (C_v)

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran.

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{x}} \quad (3.10)$$

dengan:

C_v = koefisien variasi curah hujan,

S_d = standar deviasi curah hujan,

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm).

d. Koefisien kemencengan/skewness (C_s).

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) S_d^3} \quad (3.11)$$

dengan:

C_s = koefisien skewness,

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1,

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm),

n = jumlah data,

S_d = standar deviasi curah hujan.

e. Koefisien *kurtosis* (C_k)

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S_d^4} \quad (3.12)$$

dengan:

C_k = koefisien kurtosis,

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-1,

$\bar{x}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm),

n = jumlah data,

S_d = standar deviasi curah hujan.

2. Pemilihan jenis distribusi

Pemilihan distribusi mempunyai beberapa metode yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Dalam menentukan jenis distribusi yang tepat, perlu dipastikan bahwa data memenuhi syarat parameter statistik yang berlaku untuk masing-masing distribusi tersebut seperti nilai *skewness* dan kurtosis yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

No.	Distribusi	Syarat
1.	Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
2.	Distribusi Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$
3.	Distribusi Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
4.	Distribusi Log Pearson III	$C_s \neq 0$

Sumber: Triatmodjo (2008)

a. Distribusi Normal

Dalam studi hidrologi, Distribusi Normal sering diterapkan untuk menentukan frekuensi curah hujan, analisis statistik dari curah hujan tahunan, serta rata-rata debit tahunan. Sebaran normal, yang juga dikenal sebagai

Kurva *Gauss* merupakan istilah yang digunakan. Rumus yang dipakai untuk melakukan perhitungan adalah seperti yang tertera di bawah ini.

$$X_t = \bar{X} + k_t \cdot S_d \quad (3.13)$$

dengan:

X_t = besarnya curah hujan dengan periode ulang t tahun (mm),

$\bar{X}$ = nilai rerata data curah hujan (mm),

k_t = faktor frekuensi,

S_d = standar deviasi.

Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	Kt
1	2	0,5	0
2	5	0,2	0,84
3	10	0,1	1,28
4	20	0,05	1,64
5	50	0,02	2,05
6	100	0,01	2,33

Sumber: Suripin (2004)

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal merupakan transformasi dari distribusi normal yang diperoleh dengan mengubah variabel X ke dalam bentuk logaritmik. Perhitungan menggunakan metode ini mengacu pada rumus yang disajikan berikut.

$$Y_t = \bar{Y} + k_t \cdot S_d \quad (3.14)$$

dengan:

Y_t = besar curah hujan yang terjadi kala ulang t tahun (mm),

$\bar{Y}$ = nilai rerata data curah hujan (mm),

k_t = faktor frekuensi,

S_d = standar deviasi.

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan dalam analisis nilai ekstrem seperti menilai frekuensi terjadinya banjir. Dalam penentuan curah hujan rencana

menggunakan pendekatan distribusi ini, perhitungan dilakukan berdasarkan rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n}(Y_T - Y_n) \quad (3.15)$$

dengan:

X_T = besarnya curah hujan dengan periode ulang t tahun (mm),

Y_n = *reduce mean* tergantung pada jumlah data n,

S_n = *reduce standar deviation* tergantung pada jumlah data n,

Y_T = *reduce variate* yang dihitung dengan persamaan:

Berikut merupakan nilai *reduce mean*, *reduce variate* dan *reduce standar deviation* yang disajikan dalam Tabel 3.4 sampai dengan 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.4 Reduce Mean (y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5383	0,8396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,0558	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,561	0,5611

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 3.5 Reduce Variate (y_T)

Periode Ulang (Tahun)	Reduce Variate
2	0,366
5	1,499
10	2,250
20	2,960
25	3,198
50	3,901
100	4,600
200	5,296
500	6,214
1000	6,919
5000	8,539
10000	9,921

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 3.6 Reduce Standar Deviation (s_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin (2004)

d. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III sering dimanfaatkan dalam studi hidrologi, khususnya untuk menganalisis data ekstrem seperti nilai maksimum (banjir) dan minimum (debit terendah). Struktur Distribusi Log Pearson III adalah hasil dari mengubah Distribusi Log Pearson III dengan cara mengubah varian menjadi nilai logaritmik. Rumus yang diterapkan dalam perhitungan dengan metode ini adalah sebagai berikut.

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + k_t \cdot s_d \quad (3.16)$$

dengan:

X_T = Nilai logaritma hujan rencana periode ulang T

$\bar{X}$ = nilai rerata data curah hujan (mm),

k_t = faktor frekuensi,

s_d = standar deviasi.

Berikut merupakan nilai koefisien variasi (C_v) dan Koefisien kemencengan/skewness (C_s) di dalam Distribusi Log Pearson III yang disajikan dalam Tabel 3.7 dan 3.8 dibawah ini.

Tabel 3.7 Koefisien Variasi (C_v)

Koefisien Variasi (C_v)	Peluang Kumulatif P (%)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,05	-0,025	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,457
0,1	-0,05	0,8222	1,3078	1,7247	2,213	2,5489
0,15	-0,074	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,2	-0,097	0,7926	1,32	1,7911	2,364	2,7716
0,25	-0,119	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,3	-0,141	0,7647	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,35	-0,16	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,089
0,4	-0,179	0,71	1,3037	1,8746	2,6212	3,187
0,45	-0,196	0,687	1,292	1,8848	2,6731	3,2799
0,5	-0,211	0,6626	1,2778	1,8909	2,7202	3,3673
0,55	-0,225	0,6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,6	-0,238	0,6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,65	-0,219	0,5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,393
0,7	-0,258	0,5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,3663
0,75	-0,267	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8	-0,274	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,85	-0,28	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9	-0,285	0,4686	1,106	1,8212	2,9071	3,8137
0,95	-0,29	0,4466	1,081	1,8021	2,9103	3,8762
1	-0,293	0,4254	1,056	1,7815	2,9098	3,9035

Tabel 3.8 Koefisien Kemencengan/skewness (C_s)

Koefisien Kemencengan (C_s)	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,67	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)														
	99,00	95,00	90,00	80,00	60,00	50,00	40,00	20,00	10,00	5,00	4,00	2,00	1,00	0,50	0,10
3,00	-0,67	-0,67	-0,66	-0,64	-0,48	-0,40	-0,12	0,42	1,18	2,10	2,28	3,15	4,05	4,97	7,25
2,50	-0,80	-0,79	-0,77	-0,71	-0,48	-0,36	-0,07	0,52	1,25	2,09	2,26	3,05	3,85	4,65	6,60
2,20	-0,91	-0,88	-0,84	-0,75	-0,47	-0,33	-0,03	0,57	1,28	2,08	2,24	2,97	3,71	4,44	6,20
2,00	-0,99	-0,95	-0,90	-0,78	-0,46	-0,31	0,00	0,61	1,30	2,07	2,22	2,91	3,61	4,30	5,91
1,80	-1,09	-1,02	-0,95	-0,80	-0,45	-0,28	0,03	0,64	1,32	2,05	2,19	2,85	3,50	4,15	5,66
1,60	-1,20	-1,09	-0,99	-0,82	-0,44	-0,25	0,06	0,68	1,33	2,02	2,16	2,78	3,39	3,99	5,39
1,40	-1,32	-1,17	-1,04	-0,83	-0,43	-0,23	0,09	0,71	1,34	2,00	2,13	2,71	3,27	3,83	5,11
1,20	-1,45	-1,24	-1,09	-0,84	-0,41	-0,20	0,11	0,73	1,34	1,96	2,09	2,63	3,15	3,66	4,82
1,00	-1,59	-1,32	-1,13	-0,85	-0,39	-0,16	0,14	0,76	1,34	1,93	2,04	2,54	3,02	3,49	4,54
0,90	-1,66	-1,35	-1,15	-0,85	-0,38	-0,15	0,16	0,77	1,34	1,91	2,02	2,50	2,96	3,40	4,40
0,80	-1,73	-1,39	-1,12	-0,86	-0,37	-0,13	0,17	0,78	1,34	1,89	2,00	2,45	2,89	3,31	4,25
0,70	-1,81	-1,42	-1,18	-0,86	-0,36	-0,12	0,19	0,79	1,33	1,86	1,97	2,41	2,82	3,22	4,11
0,60	-1,88	-1,46	-1,20	-0,86	-0,35	-0,10	0,20	0,80	1,33	1,84	1,94	2,36	2,76	3,13	3,96
0,50	-1,96	-1,49	-1,22	-0,86	-0,34	-0,08	0,21	0,81	1,32	1,81	1,91	2,31	2,69	3,04	3,82
0,40	-2,03	-1,52	-1,23	-0,86	-0,33	-0,07	0,23	0,82	1,32	1,79	1,88	2,26	2,62	2,95	3,67
0,30	-2,10	-1,56	-1,25	-0,85	-0,32	-0,05	0,24	0,82	1,31	1,76	1,85	2,21	2,54	2,86	3,53
0,20	-2,18	-1,59	-1,26	-0,85	-0,31	-0,03	0,26	0,83	1,30	1,73	1,82	2,16	2,47	2,76	3,38
0,10	-2,25	-1,62	-1,27	-0,85	-0,29	-0,02	0,27	0,84	1,29	1,70	1,79	2,11	2,40	2,67	3,24
0,00	-2,33	-1,65	-1,28	-0,84	-0,28	0,00	0,28	0,84	1,28	1,67	1,75	2,05	2,33	2,58	3,09
-0,10	-2,40	-1,67	-1,29	-0,84	-0,27	0,02	0,29	0,84	1,27	1,64	1,72	2,00	2,25	2,48	2,95
-0,20	-2,47	-1,70	-1,30	-0,83	-0,26	0,03	0,31	0,85	1,26	1,61	1,68	1,95	2,18	2,39	2,81

Lanjutan Tabel 3.8 Koefisien Kemencengan/skewness (C_s)

Koefisien Kemencengan (C_s)	Waktu Balik (Tahun)														
	1,01	1,05	1,11	1,25	1,67	2	2,5	5	10	20	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)														
	99,00	95,00	90,00	80,00	60,00	50,00	40,00	20,00	10,00	5,00	4,00	2,00	1,00	0,50	0,10
-0,30	-2,54	-1,73	-1,31	-0,82	-0,24	0,05	0,32	0,85	1,25	1,58	1,64	1,89	2,10	2,29	2,68
-0,40	-2,62	-1,75	-1,32	-0,82	-0,23	0,07	0,33	0,86	1,23	1,54	1,61	1,83	2,03	2,20	2,54
-0,50	-2,69	-1,77	-1,32	-0,81	-0,21	0,08	0,34	0,86	1,22	1,51	1,57	1,78	1,96	2,11	2,40
-0,60	-2,76	-1,80	-1,33	-0,80	-0,20	0,10	0,35	0,86	1,20	1,47	1,53	1,72	1,88	2,02	2,28
-0,70	-2,82	-1,82	-1,33	-0,79	-0,19	0,12	0,36	0,86	1,18	1,44	1,49	1,66	1,81	1,93	2,15
-0,80	-2,89	-1,84	-1,34	-0,78	-0,17	0,13	0,37	0,86	1,17	1,40	1,45	1,61	1,73	1,84	2,04
-0,90	-2,96	-1,86	-1,34	-0,77	-0,16	0,15	0,38	0,85	1,15	1,36	1,41	1,55	1,66	1,75	1,91
-1,00	-3,02	-1,88	-1,34	-0,76	-0,14	0,16	0,39	0,85	1,13	1,33	1,37	1,49	1,59	1,66	1,80
-1,20	-3,15	-1,91	-1,34	-0,73	-0,11	0,20	0,41	0,84	1,09	1,25	1,28	1,38	1,45	1,50	1,63
-1,40	-3,27	-1,94	-1,34	-0,71	-0,09	0,23	0,43	0,83	1,04	1,17	1,20	1,27	1,32	1,35	1,47
-1,60	-3,39	-1,96	-1,33	-0,68	-0,06	0,25	0,44	0,82	0,99	1,10	1,12	1,17	1,20	1,22	1,28
-1,80	-3,50	-1,98	-1,32	-0,64	-0,03	0,28	0,45	0,80	0,95	1,02	1,04	1,07	1,09	1,10	1,13
-2,00	-3,61	-2,00	-1,30	-0,60	0,01	0,31	0,46	0,78	0,90	0,95	0,96	0,98	0,99	1,00	1,00
-2,20	-3,71	-2,01	-1,28	-0,57	0,03	0,33	0,47	0,75	0,84	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
-2,50	-3,85	-2,01	-1,25	-0,52	0,07	0,36	0,48	0,71	0,77	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80
-3,00	-4,05	-2,00	-1,18	-0,42	0,12	0,40	0,48	0,64	0,66	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67

Sumber: Soewarno (1995)

3.3.3 Uji kebenaran sebaran

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk menilai apakah data yang tersedia memenuhi kriteria sebagai data perencanaan. Terdapat dua metode umum yang digunakan dalam pengujian ini yaitu Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Secara umum pengujian dilakukan dengan memplot data pada kertas probabilitas untuk melihat apakah data membentuk garis lurus atau dengan membandingkan kurva frekuensi empiris dengan kurva distribusi teoritis (Soewarno, 1995).

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut atau dengan membandingkan nilai *Chi-Square Test* (χ^2) dengan nilai *Chi-Square Test* kritis. Uji Chi-Kuadrat menggunakan rumus (Soewarno, 1995):

$$X^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (3.17)$$

dengan:

X^2 = nilai Chi-Kuadrat terhitung,

E_f = frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya,

O_f = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama,

n = jumlah data.

Suatu dikatakan selaras jika nilai $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{kritis}}$. Nilai χ^2_{kritis} dapat dilihat di Tabel 3.9. Dari hasil pengamatan yang didapat, dicari penyimpangannya dengan Chi-Kuadrat kritis paling kecil. Untuk suatu nilai nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$D_k = k_t - (p + 1) \quad (3.18)$$

dengan:

D_k = derajat kebebasan,

k_t = faktor frekuensi,

p = nilai distribusi.

Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut:

- Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1%-5% maka tidak mungkin mengambil keputusan, perlu penambahan data.

Berikut nilai distribusi uji chi-kuadrat yang disajikan dalam Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Nilai Distribusi Uji Chi-Kuadrat

D_k	0,99	0,95	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01
1	0	0,004	0,016	0,102	0,455	1,32	2,71	3,84	6,63
2	0,02	0,103	0,211	0,575	1,386	2,77	4,61	5,99	9,21
3	0,115	0,352	0,584	1,212	2,366	4,11	6,25	7,81	11,34
4	0,297	0,711	1,064	1,923	3,357	5,39	7,78	9,49	13,28
5	0,554	1,145	1,61	2,675	4,351	6,63	9,24	11,07	15,09
6	0,872	1,635	2,204	3,455	5,348	7,84	10,64	12,59	16,81
7	1,239	2,167	2,833	4,255	6,346	9,04	12,02	14,07	18,48
8	1,647	2,733	3,489	5,071	7,344	10,22	13,36	15,51	20,09
9	2,088	3,325	4,168	5,899	8,343	11,39	14,68	16,92	21,67
10	2,558	3,94	4,865	6,737	9,342	12,55	15,99	18,31	23,21
11	3,053	4,575	5,578	7,584	10,341	13,7	17,28	19,68	24,72
12	3,571	5,226	6,304	8,438	11,34	14,85	18,55	21,03	26,22
13	4,107	5,892	7,042	9,299	12,34	15,99	19,81	22,36	27,69
14	4,66	6,571	7,79	10,165	13,339	17,14	21,06	23,68	29,14
15	5,229	7,261	8,547	11,037	14,339	18,28	22,31	25	30,58
16	5,812	7,962	9,312	11,912	15,338	19,41	23,54	26,3	32
17	6,408	8,672	10,085	12,792	16,338	20,56	24,77	27,59	33,41
18	7,015	9,39	10,865	13,675	17,338	21,69	25,99	28,87	34,81
19	7,633	10,117	11,651	14,562	18,338	22,82	27,2	30,14	36,19
20	8,26	10,851	12,443	15,452	19,337	23,93	28,41	31,41	37,57
24	10,856	13,848	15,659	19,675	23,337	28,87	33,2	36,42	42,98
30	13,787	16,791	18,493	23,684	27,336	33,67	37,48	41,34	48,6
40	20,707	24,433	26,509	32,491	36,415	43,77	47,27	51,81	59,34
50	27,707	34,764	42,924	49,333	56,33	63,17	67,5	79,08	86,66
60	37,485	43,188	46,459	52,294	59,335	66,98	74,4	79,08	88,38

Sumber: Suripin (2014)

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov yang juga dikenal sebagai uji kesesuaian nonparametrik, dilakukan tanpa menggunakan fungsi distribusi tertentu. Jika

nilai D_{max} yang ditemukan di kertas probabilitas lebih kecil dari Δ_{kritis} , maka distribusi teori yang digunakan untuk menetapkan persamaan distribusi bisa diterima. Namun, jika D_{max} lebih besar dari D_{kritis} , maka distribusi teori yang dipakai untuk menentukan persamaan distribusi tidak bisa diterima (Soewarno, 1995).

$$\alpha = \frac{p_{max}}{p(x)} - \frac{p(x_i)}{D_{kritis}} \quad (3.19)$$

dengan:

α = derajat kebebasan,

p_{max} = peluang kumulatif maksimum,

$p(x)$ = peluang kumulatif teoritis keseluruhan,

$p(x_i)$ = peluang kumulatif teoritis data ke-i,

D_{kritis} = selisih nilai kritis.

Langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut.

- a. Urutkan data dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$x_1 = p'(x_1),$$

$$x_2 = p'(x_2),$$

$$x_m = p'(x_m),$$

$$x_n = p'(x_n).$$

- b. Berdasarkan tabel nilai distribusi.

Adapun nilai distribusi Uji Smirnov-kolmogorov yang disajikan dalam Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Nilai Distribusi Uji Smirnov-Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,34
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,16	0,19	0,21	0,26
45	0,16	0,18	0,2	0,25
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$\frac{1,07}{n^{0.5}}$	$\frac{1,22}{n^{0.5}}$	$\frac{1,36}{n^{0.5}}$	$\frac{1,63}{n^{0.5}}$

Sumber: Suripin (2014)

3.3.4 Hujan efektif

Kehilangan ini mencakup air yang hilang akibat infiltrasi, penahanan dalam cekungan di permukaan tanah serta evaporasi. Hujan yang jatuh ke tanah berfungsi sebagai waktu yang berbentuk histogram yang sangat krusial dalam menganalisis hubungan antara hujan dan limpasan.

3.3.4.1 *The Soil Conservation Service* (SCS)

Metode untuk menghitung hujan efektif dalam bentuk persamaan berikut:

$$\Sigma p_e = \frac{(\Sigma p - 0,2s)^2}{\Sigma p + 0,8s} \quad (3.20)$$

dengan:

Σp_e = kedalaman hujan efektif (mm),

Σp = kedalaman hujan (mm),

s = retensi potensial maksimum air oleh tanah yang sebagian besar karena infiltrasi.

Persamaan (3.22) merupakan persamaan dasar untuk menghitung hujan efektif. Retensi potensial maksimum mempunyai bentuk berikut:

$$s = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (3.21)$$

Dengan CN adalah *Curve Number* yang merupakan fungsi dari karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, kelembapan dan cara pengerjaan tanah.

3.3.4.2 CN (*Curve Number*)

Curve Number (CN) adalah parameter yang digunakan dalam pemodelan hidrologi, yang dikembangkan oleh *Soil Conservation Service* (SCS) (USDA SCS, 1972). CN menggambarkan sifat fisik dari Daerah Aliran Sungai (DAS), dengan rentang nilai antara 1 hingga 100. Penentuan nilai CN memperhitungkan jenis tanah yang dikelompokkan dalam HSG pada baris, serta penggunaan lahan yang tercatat dalam kolom. Klasifikasi tekstur tanah, kelompok tanah hidrologi (HSG), dan nilai CN berdasarkan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.11, Tabel 3.12, dan Tabel 3.13.

Tabel 3.11 Klasifikasi Tanah

Tekstur	Jenis Tanah
Kasar	Pasir, pasir berlempung
Agak Kasar	Lempung berpasir
Sedang	Lempung, debu, lempung berdebu, lempung berpasir sangat halus
Agak Halus	Lempung berliat, lempung liat berdebu, lempung liat berpasir
Halus	Liat, liat berdebu, liat berpasir
Sangat Halus	Liat (tipe mineral 2:1)

Sumber: Tarigan (2016)

Tabel 3.12 Klasifikasi *Hydrologic Soil Group*

Kelompok Tanah	Keterangan
A	Potensial Air Larian paling kecil. Termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.
B	Potensi Air Larian Kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. Tekstur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang.
C	Potensi Air Larian Sedang. Tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah.
D	Potensi Air Larian Tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal, dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi sangat rendah.

Sumber: USDA SCS (1972)

Tabel 3.13 Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan

No	Tutupan Lahan	<i>Hydrologic Soil Group</i>			
		A	B	C	D
1	Air tawar	100	100	100	100
2	Hutan	57	73	82	86
3	Kebun	57	73	82	86
4	Padang rumput	72	82	87	89
5	Pemukiman	61	75	83	87
6	Rawa	100	100	100	100
7	Sawah	62	71	78	81
8	Sawah tadah hujan	72	81	88	91
9	Semak	48	67	77	83
10	Tanah ladang	66	77	85	89

Sumber: Ramadan (2020)

3.3.5 Intensitas hujan

Intensitas curah hujan adalah ukuran kedalaman hujan yang terjadi dalam satuan waktu tertentu, yang menggambarkan seberapa banyak air hujan yang turun dalam periode waktu yang singkat. Semakin pendek durasi hujan, semakin tinggi intensitas curah hujan yang terjadi. Untuk menghitung intensitas curah hujan, salah satu metode yang digunakan adalah metode Mononobe. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.22)$$

dengan:

I = Intensitas curah hujan (dalam mm/jam),

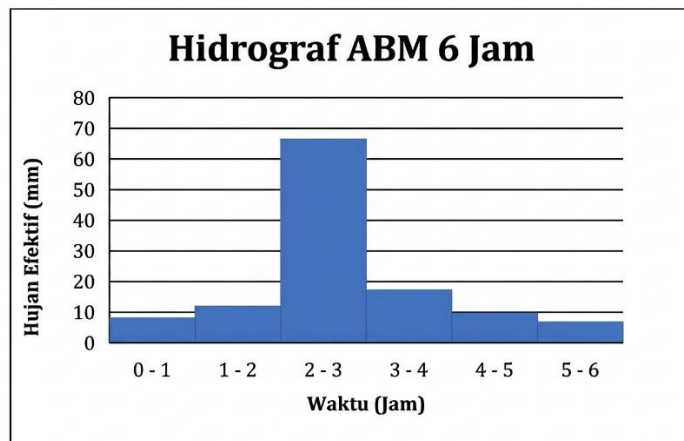
t = Waktu konsentrasi yang dihitung berdasarkan karakteristik daerah aliran sungai (jam),

R_{24} = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang.

3.3.6 Distribusi hujan jam-jaman

Secara umum, data hujan yang diperoleh dari stasiun meteorologi adalah catatan curah hujan harian yang berarti data tersebut merupakan jumlah total yang dicatat selama 24 jam. Distribusi hujan per jam dihitung dengan menggunakan Metode *Alternating Block Methode* (ABM). Metode ini adalah teknik mudah untuk menghasilkan hidrograf rencana berdasarkan kurva IDF (Ttriatmodjo, 2008).

Adapun untuk *Alternating Block Methode* (ABM) ditunjukkan dalam Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Hidrograf dengan *Alternating Block Methode* (ABM)
(Sumber: Nurhaliza,dkk 2025)

3.3.7 Debit banjir rancangan kala ulang

Debit banjir rancangan merupakan komponen fundamental dalam perencanaan dan perancangan bangunan hidraulik karena digunakan sebagai dasar penentuan dimensi dan kapasitas struktur agar mampu berfungsi secara aman terhadap kejadian banjir (Chow, 1988). Debit banjir rancangan merupakan komponen fundamental dalam perencanaan dan perancangan bangunan hidraulik karena digunakan sebagai dasar penentuan dimensi dan kapasitas struktur agar mampu berfungsi secara aman terhadap kejadian banjir (Chow, 1988). Dalam upaya memperoleh besaran debit banjir tersebut, diperlukan suatu pendekatan hidrologi yang mampu menggambarkan respon DAS terhadap hujan, salah satunya melalui analisis hidrograf satuan. Hidrograf satuan dapat diperoleh baik dari data banjir terukur maupun melalui pendekatan hidrograf satuan sintetis. Berbagai metode hidrograf satuan sintetis telah dikembangkan antara lain metode HSS Nakayasu yang disusun berdasarkan karakteristik fisik DAS dan hasil empiris dari sejumlah daerah pengamatan (Triatmodjo, 2008).

Metode Nakayasu dikembangkan di Jepang oleh Dr. Nakayasu pada tahun 1940. Metode Nakayasu merupakan salah satu metode yang sering digunakan pada DAS di Indonesia.

1. Menghitung debit puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A.R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (3.23)$$

2. Menghitung waktu puncak (T_p)

$$T_p = t_g + 0,8T_r \quad (3.24)$$

3. Menghitung waktu konsentrasi (T_g)

$$T_g = 0,4 + 0,58L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (3.25)$$

$$T_g = 0,21L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (3.26)$$

4. Menghitung waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.27)$$

5. Menghitung waktu satuan hujan

$$T_r = 0,75t_g \quad (3.28)$$

dengan:

Q_p = debit puncak banjir (m^3/detik),

R_e = hujan satuan (mm),

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam),

T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam),

T_g = waktu konsentrasi (jam),

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak (jam),

A = luas daerah pengaliran sampai *outlet* (km^2),

α = koefisien karakteristik DAS, biasanya diambil nilai 2 (dua), dan

L = Panjang sungai utama (km).

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.29)$$

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \quad (3.30)$$

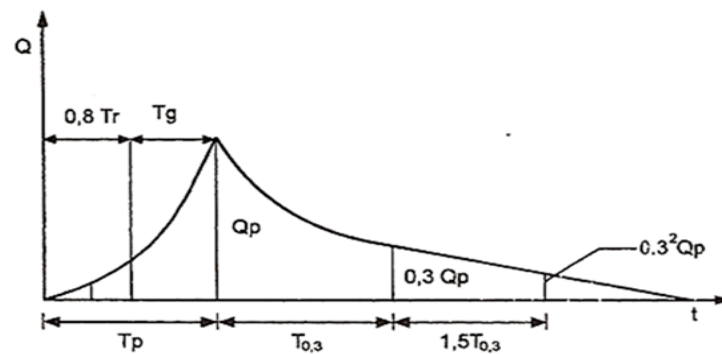
3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p 0,3^{\{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})\}/(1,5 T_{0,3})} \quad (3.31)$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p 0,3^{\{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})\}/(2 T_{0,3})} \quad (3.32)$$

Berikut merupakan gambar metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu dalam Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

Berikut ini adalah Tabel kala ulang banjir rancangan untuk sungai yang disajikan dalam Tabel 3.14 berikut.

Tabel 3.14 Kala Ulang Banjir Rancangan untuk Bangunan di Sungai

Jenis Bangunan	Kala Ulang Banjir Rancangan (tahun)
Bendung sungai besar sekali	100
Bendung sungai sedang	50
Bendung sungai kecil	25
Tanggul sungai besar/daerah penting	25
Tanggul sungai besar/daerah kurang penting	10
Jembatan penting	25
Jembatan jalan tidak penting	10

(Sumber: Doelchomid, 1987)

3.4 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika merupakan kajian yang mempelajari perilaku aliran fluida dalam saluran, baik saluran terbuka maupun tertutup dengan memperhatikan parameter seperti debit, kecepatan, kedalaman aliran, kemiringan dasar, dan kekasaran saluran. Analisis ini digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dimensi saluran agar mampu mengalirkan debit rencana secara aman, stabil dan efisien tanpa menimbulkan limpasan (Triatmodjo, 2008).

3.4.1 HEC-RAS

HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center–River Analysis System*) merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* di bawah *US Army Corps of Engineers* melalui *Institute for Water Resources* untuk menganalisis karakteristik aliran pada sistem sungai. Program ini dirancang sebagai model satu dimensi yang mampu merepresentasikan kondisi aliran baik tetap (*steady flow*) maupun berubah terhadap waktu (*unsteady flow*), sehingga banyak digunakan dalam studi hidraulika sungai dan pengendalian banjir. Secara konseptual, HEC-RAS memiliki beberapa komponen utama dalam pemodelannya (Istiarto, 2012).

Pertama, perhitungan profil muka air untuk aliran permanen dilakukan dengan pendekatan persamaan energi satu dimensi. Dalam hal ini, kehilangan energi sepanjang aliran diasumsikan berasal dari gesekan yang dihitung menggunakan persamaan *Manning*, serta akibat perubahan geometri seperti kontraksi dan ekspansi aliran. Pada kondisi tertentu, khususnya ketika terjadi perubahan aliran secara cepat seperti loncat air (*hydraulic jump*), pertemuan aliran di percabangan sungai, atau aliran melalui bangunan seperti jembatan, analisis juga melibatkan persamaan momentum. Percabangan sungai dalam model ini dapat berupa pertemuan beberapa anak sungai menjadi satu aliran utama maupun pemisahan satu aliran menjadi beberapa cabang.

Kedua, simulasi aliran tak permanen memungkinkan analisis dinamika aliran yang berubah terhadap waktu pada sistem sungai dengan kondisi geometrik yang kompleks. Fitur ini telah berkembang sehingga tidak hanya terbatas pada aliran

subkritis, tetapi juga mampu menangani kondisi aliran campuran, termasuk superkritis, loncat air, serta fenomena penurunan muka air (*drawdown*).

Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran *manning*) sebagai dasar bagi pembagian penampang. setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan *Manning* berikut.

$$Q = A \times V \quad (3.33)$$

$$A = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times V^{\frac{1}{2}} \quad (3.34)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.35)$$

dengan:

- Q = debit (m^3/detik),
- A = luas penampang Saluran (m^2),
- V = kecepatan aliran (m/detik),
- R = radius hidraulik tiap bagian tampang.
- n = nilai koefisien *manning*.

Berdasarkan rumus diatas, diketahui bahwa kapasitas penampang dipengaruhi oleh koefisien *manning*. Koefisien *manning* (n) merupakan parameter yang menggambarkan hambatan aliran akibat kondisi permukaan saluran yang selanjutnya mempengaruhi karakteristik aliran seperti kecepatan dan kedalaman aliran. Hal ini dapat dilihat dari koefisien *manning* yang telah ditetapkan seperti terlihat pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3.15 Nilai Koefisien *Manning*

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga N		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas kotoran	0,01	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran /gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluran pembuang dan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah lurus dan seragam			
	Bersih baru	0,016	0,018	0,02
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,03
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran alam			
	Bersih lurus	0,025	0,03	0,033
	Bersih berkelok-kelok	0,033	0,04	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,05	0,07	0,08
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,03	0,035
	Saluran belukar	0,035	0,05	0,07

Sumber: Chow (1959)

Selanjutnya HEC-RAS akan menghitung profil muka air. Konsep dasar penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi adalah sebagai berikut.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a \times v_2^2}{2 \times g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a \times v_1^2}{2 \times g} + h_e \quad (3.36)$$

dimana:

Z = fungsi titik diatas garis referensi,

Y = fungsi tekanan di suatu titik,

v = kecepatan aliran,

a = koefisien kecepatan,

h_e = *energy head loss*.

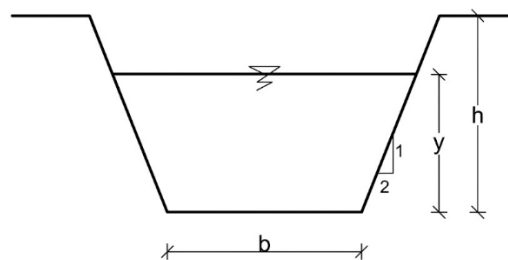
3.5 Metode Pengendalian Banjir dengan Normalisasi

Normalisasi sungai merupakan salah satu bentuk rekayasa teknik yang bertujuan memperbaiki kondisi aliran melalui penataan ulang geometri sungai, seperti pelurusan alur, perkuatan tebing, serta stabilisasi dasar sungai, sehingga kapasitas pengaliran meningkat dan aliran tetap berada dalam badan sungai tanpa

menimbulkan limpasan. Kapasitas aliran sungai dipengaruhi oleh bentuk penampang, kemiringan dasar, dan kekasaran saluran, sehingga perubahan dimensi penampang menjadi pendekatan utama dalam pengendalian banjir (Triatmodjo, 2008). Pada akhirnya keberhasilan normalisasi sangat ditentukan oleh ketepatan desain penampang saluran.

3.5.1 Dimensi penampang sungai

Penampang saluran sungai umumnya dipilih berdasarkan kondisi lapangan dan kebutuhan perencanaan. Bentuk ini digunakan untuk menyesuaikan kapasitas aliran serta kemudahan dalam perancangan. Saluran pada sungai umumnya menggunakan tampang ekonomis trapesium. Saluran ini berfungsi untuk menampung dan mengalirkan limpasan air hujan dengan debit yang tinggi (Afriyani dkk, 2023). Bentuk tampang ekonomis trapesium disajikan dalam Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Tampang Ekonomis Trapesium

Sumber: Afriyani dkk, (2023)

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan penampang trapesium.

1. Luas penampang (A)

$$A = (B + mh)h \quad (3.37)$$

Keterangan:

A = luas penampang (m²),

B = lebar dasar saluran (m),

m = kemiringan talud,

h = tinggi air (m).

2. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (3.38)$$

Jika diketahui P, maka:

$$B = P - 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (3.39)$$

Keterangan:

P = keliling basah (m).

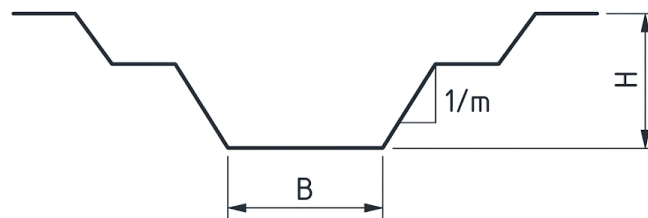
3. Jari-jari hidraulik (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.40)$$

Keterangan:

R = jari-jari hidraulik (m)

Namun, berbeda dengan kondisi pada sungai alami yang memiliki bentuk dan geometri yang beragam sehingga perlu dibagi beberapa bagian/pias untuk menghitung luas penampangnya, seperti pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Tampang Ekonomis Trapesium 2 Pias

Sumber: Satria, (2026)

Bagian-bagian tersebut dikelompokkan menjadi tiga alur yaitu alur bantaran kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan alur bantaran kanan (*right overbank*). Alur kiri ataupun kanan dapat terdiri dari beberapa bagian, sedangkan alur utama umumnya terdiri dari satu bagian tampang. Sejalan dengan hal tersebut, apabila kapasitas penampang hasil normalisasi masih belum mampu menampung debit banjir rencana, maka diperlukan perencanaan tanggul sebagai struktur pengaman tambahan.

3.5.2 Perencanaan tanggul

Perencanaan tanggul dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter utama, antara lain debit banjir rencana, elevasi muka air banjir, tinggi jagaan (*freeboard*), lebar puncak, kemiringan lereng, serta kondisi tanah dasar dan stabilitas struktur (Kementerian PUPR, 2015) yang selanjutnya disajikan secara sistematis dalam Tabel 3.16 berikut.

Tabel 3.16 Jenis Saluran Terbuka

Jenis Saluran	Ruang Bebas		Kecepatan Maksimal dan Minimal yang Diizinkan	Kemiringan Talud	
				Material tanah pada galian	Kemiringan Talud
Saluran Tanah (tidak dilapisi)	Min, $F=\sqrt{cy}$		Min V = 0,60 m/detik Merujuk ke Tabel 2 untuk kecepatan maksimum yang diizinkan	Batu/Rock	1H:0,25V
	USBR			Tanah keras	1H:1H to 1H:2V
	Q (m ³ /detik)	F(m)		Lempung keras	1H:1V to 1H:2V
	<0,5	0,40		Pasir lempung	1H:1,5V to 1H:2,5V
	0,5–1,5	0,50		Pasir lumpur	1H:2V to 1H:3V
1,5–5,0	0,60	Tanah lembek	1H:3H to 1H:4H		
5,0–10,0	0,75	Tanah yang Dipadatkan			
10–15	0,85		Kedalaman air+ruang bebas, D, (m)	Min. Kemiringan Talud	
>15	1,00		Df≤1,0	IV:1H	
			1,0<D<2,0	1V:1,5H	
			Df>2,0	1V:2H	
Saluran Dilapisi (Beton)	Min, $F=\sqrt{cy}$		Min V = 0,60–1,0 m/detik Max V = 3,0 m/detik	Kedalaman air, y(m) <0,4 m 0,4<y≤0,75	Min. Kemiringan talud Vertikal 1:1
	USBR				
	Q (m ³ /detik)	F(m)			
	0,5–1,5	0,20			
	1,5–5,0	0,20			
	5,0–10,0	0,25			
10–15	0,30				
>15	0,40				
	0,50				
Pasangan Batu Kali	Sama dengan beton		Min V = 0,60 m/detik Max V = 2,0 m/detik		Sama dengan beton

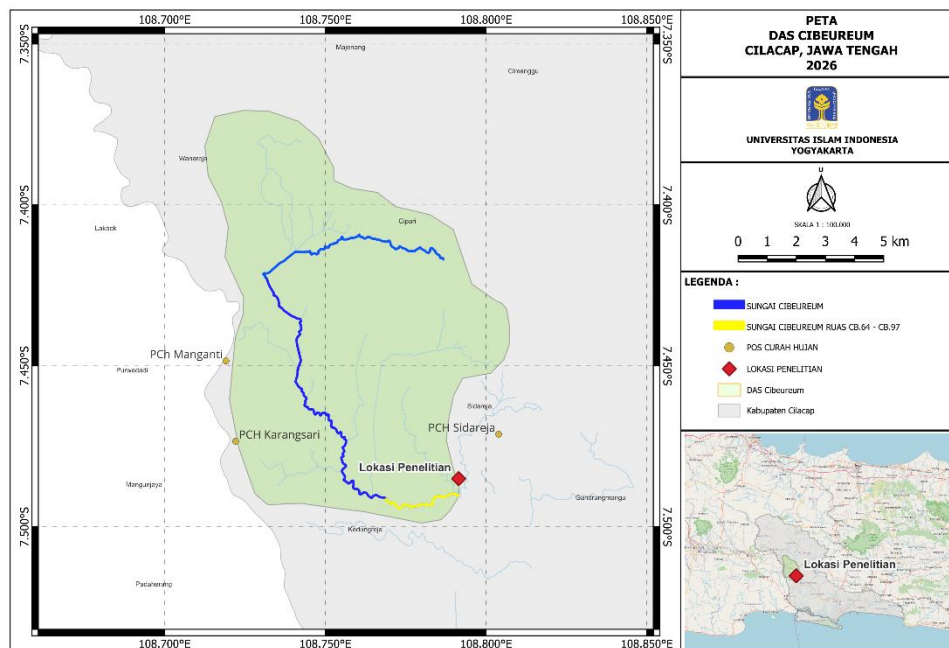
Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 12 (2014)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah DAS Cibeureum, Sidareja, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. DAS Cibeureum memiliki tiga Pos Curah Hujan (PCH) untuk pengukuran curah hujan, yaitu Stasiun Sidareja, Stasiun Karangsari, dan Stasiun Manganti. Lokasi penelitian secara rinci dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian DAS Cibeureum

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2026)

4.2 Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder.

4.2.1 Data primer

Data primer diperoleh melalui wawancara masyarakat di Sidareja. Hasil wawancara menunjukkan banjir terjadi berulang saat musim hujan dengan tinggi genangan rata-rata ± 60 cm akibat curah hujan tinggi. Observasi lapangan juga mengidentifikasi jembatan sebagai faktor penghambat aliran karena adanya penyempitan penampang. Berikut data primer yang didapat dari wawancara dengan masyarakat sekitar yang disajikan dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Wawancara dan Dokumentasi

No.	Narasumber	Tanggal Wawancara	Dokumentasi		Topik Pembahasan	Hasil Wawancara
1.	Pak Darsun	25 Desember 2024			Kalibrasi banjir	Menyampaikan bahwa banjir terjadi akibat aliran dari hulu yang membawa material seperti kayu pada saat hujan lebat, sehingga aliran tersumbat dan menyebabkan genangan dengan ketinggian sekitar ± 60 cm.
2.	Pak Waluyo	24 Desember 2025			Luas genangan banjir	Mengungkapkan bahwa banjir sering menggenangi jalan di sekitar area terminal sehingga menghambat mobilitas dan aktivitas transportasi warga.
3.	Pak Sukarso	24 Desember 2025			Luas genangan banjir	Menjelaskan bahwa banjir sering menggenangi rumah warga, terutama yang berada di sekitar jembatan bagian hulu akibat meningkatnya muka air sungai.

Sumber: Dokumentasi pribadi, (2026)

4.2.2 Data sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup berbagai informasi yang diperoleh dari sumber yang telah ada sebelumnya seperti data dari instansi terkait seperti BBWS Citanduy.

1. Data curah hujan

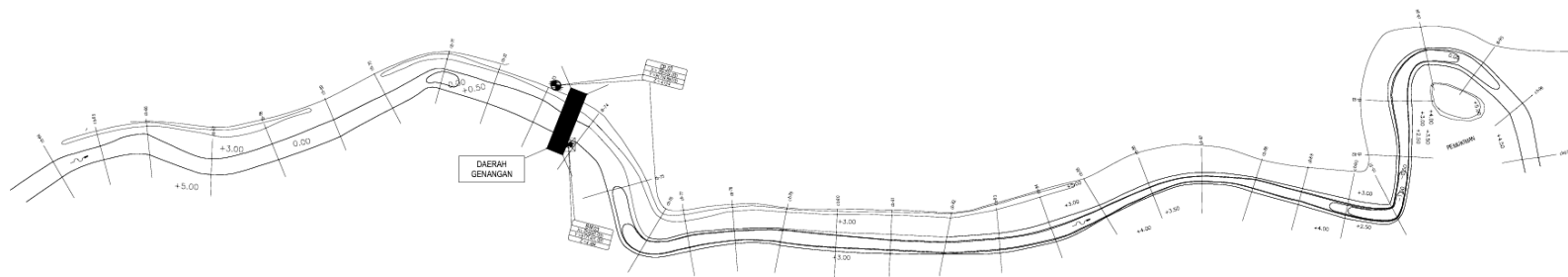
Data curah hujan yang digunakan berupa data harian selama periode tahun 2013–2023 yang diperoleh dari Pos Curah Hujan Karangsari, Manganti dan Sidareja. Data ini digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi, meliputi uji konsistensi data dengan metode RAPS, penentuan hujan wilayah, serta analisis frekuensi untuk memperoleh hujan rancangan pada berbagai kala ulang.

2. Data penampang melintang (*cross section*)

Data penampang melintang (*cross section*) Sungai Cibeureum pada ruas CB.64–CB.97 digunakan sebagai dasar dalam pemodelan hidraulika. Data ini meliputi elevasi dasar sungai, bentuk geometri penampang, lebar sungai, serta kondisi tebing.

3. Data penampang memanjang (*long section*)

Data potongan memanjang Sungai Cibeureum pada ruas CB.64 sampai CB.97 digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan perubahan elevasi dasar sungai sepanjang alur sungai. Data ini meliputi jarak antarstasiun, elevasi dasar sungai, kemiringan dasar sungai, serta perubahan tinggi muka air pada setiap titik pengamatan. Data ini disajikan dalam Gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Potongan Memanjang Sungai Cibeureum Ruas CB.64-CB.97
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2026)

4.3 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Uji kepanggaan

Dalam penelitian ini, Metode RAPS diterapkan untuk menguji konsistensi data curah hujan yang diperoleh dari tiga stasiun hujan: Karangsari, Manganti dan Sidareja.

2. Analisis hujan rerata wilayah (DAS Cibeureum)

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menentukan nilai curah hujan rata-rata wilayah adalah Metode Poligon Thiessen.

3. Analisis frekuensi

Analisis frekuensi dengan Metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III.

4. Uji kebenaran sebaran

Uji kecocokan diperlukan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang ada sudah sesuai dengan jenis sebaran yang dipilih. Dalam tugas akhir ini digunakan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

5. Analisis hujan efektif

Analisis hujan efektif menggunakan Metode SCS CN (*Soil Conservation Service Curve Number*) untuk menghitung limpasan permukaan atau *runoff* yang terjadi.

6. Distribusi hujan jam-jaman

Distribusi hujan jam-jaman dilakukan dengan metode *Alternating Block Methode* (ABM) selama 6 jam dengan cara membuat hidrograf rencana dari kurva IDF.

7. Analisis banjir rancangan kala ulang

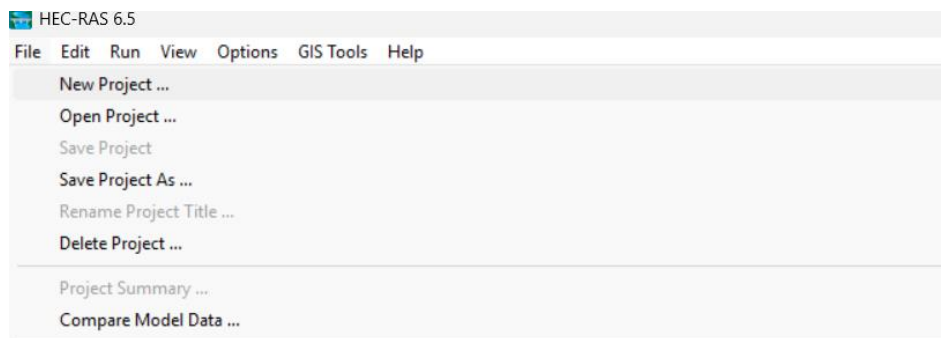
Dalam tugas akhir ini digunakan Hidograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu dengan kala ulang 2 tahun (Q_2) sebagai eksisting sedangkan kala ulang 10 tahun (Q_{10}) dan 25 (Q_{25}) tahun sebagai scenario pengendalian banjir.

8. Pemodelan Banjir

Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk menganalisis profil muka air pada kondisi eksisting dan saat debit banjir terjadi.

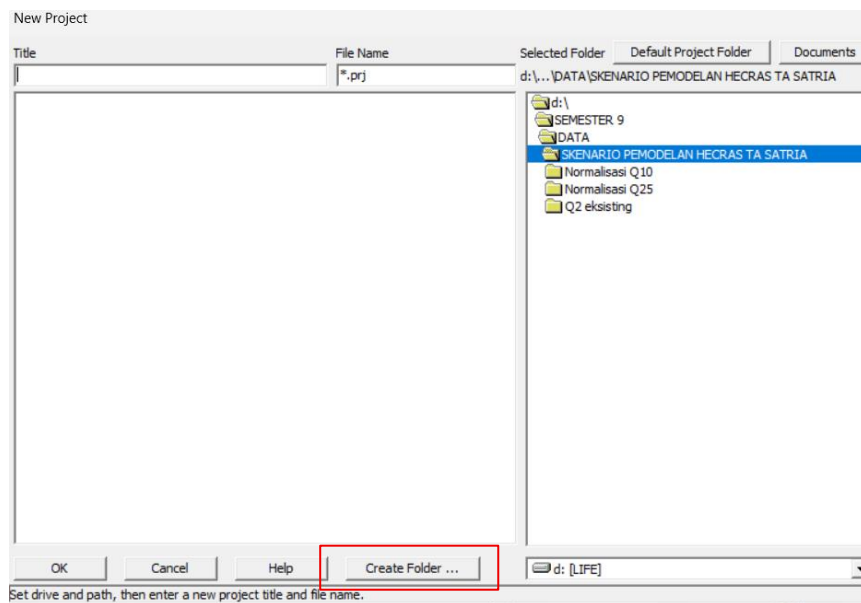
Tahapan untuk melakukan pemodelan dalam *HEC-RAS* adalah sebagai berikut:

- a. Untuk membuka aplikasi HEC-RAS, menu *File* dipilih kemudian opsi *New Project* dipilih untuk membuat proyek baru.



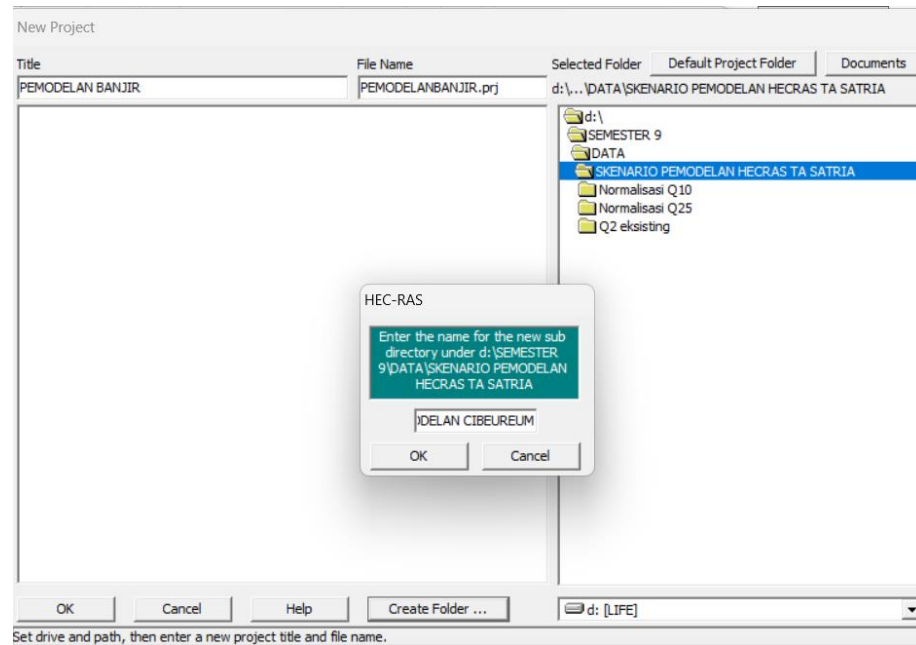
Gambar 4.3 New Project

- b. *Folder* dibuat dan nama *folder* kemudian diketik sesuai kebutuhan proyek.



Gambar 4.4 Create Folder

- c. Judul proyek diketik pada kolom yang tersedia, kemudian tombol OK diklik untuk menyimpan.



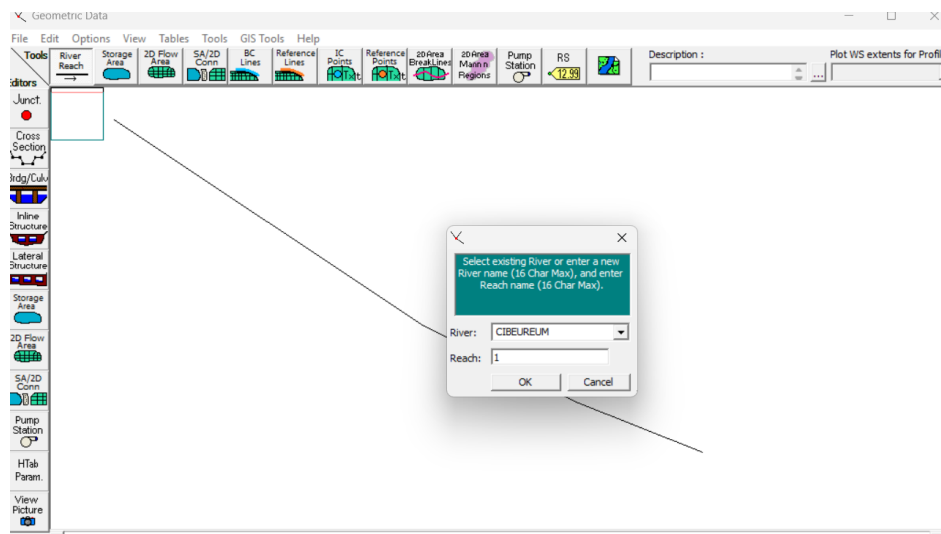
Gambar 4.5 Judul Project

- d. Setelah file proyek dibuat, layar editor data geometri dibuka dengan memilih menu Edit, kemudian opsi *Geometric Data* dipilih.



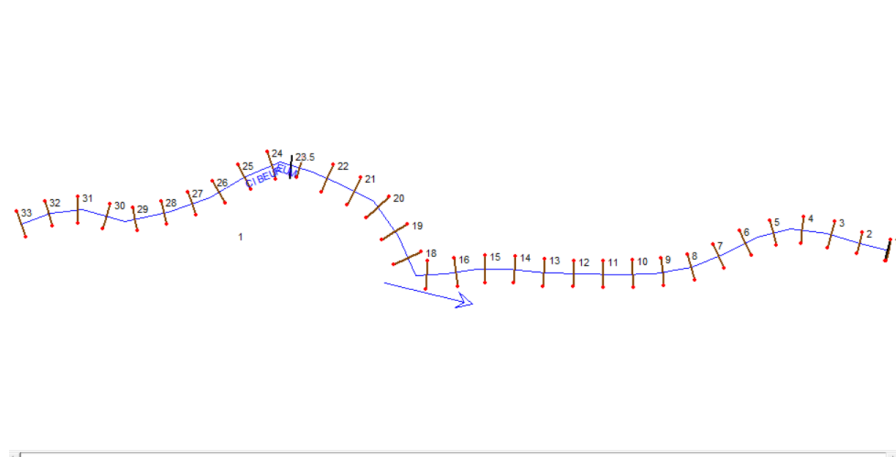
Gambar 4.6 Geometric Data

- e. Tombol jalur sungai diklik dan layar editor dipilih untuk membuat rencana saluran. Ujung saluran kemudian ditandai dengan mengklik kursor pada layar editor, garis ditarik mengikuti alur yang direncanakan, dan klik dua kali dilakukan untuk menandai ujung hilir saluran, karena bentuk alur saluran diasumsikan lurus.



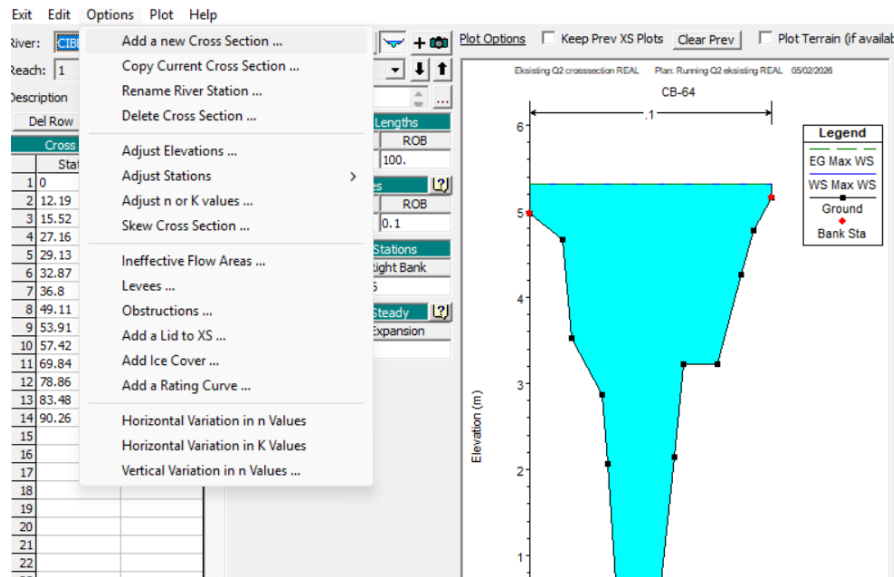
Gambar 4.7 Penamaan Sungai

- f. Denah alur saluran ditampilkan pada layar editor setelah langkah sebelumnya dilakukan dan anak panah ditunjukkan sebagai arah aliran dari hulu ke hilir.



Gambar 4.8 Arah Aliran

- g. Untuk menambahkan data penampang melintang saluran, tombol *Cross Section* diklik, kemudian pada menu *Options* dipilih dan *Add New Cross Section* ditambahkan untuk menginput data tampang lintang.



Gambar 4.9 Add New Cross Section

- h. Karena penomoran dimulai dari hilir 0 dan bertambah ke arah hulu, data lintasan diinput dari hilir pada Sta. 0+97 sedangkan stasiun sungai diisikan Sta. 0+64.
- i. Koordinat titik *cross section* dituliskan mulai dari titik paling kiri hingga titik paling kanan. Nilai *station* merupakan jarak kumulatif antar titik elevasi penampang yang dimulai dari titik tertinggi sedangkan elevasi menunjukkan tinggi tiap titik pada stasiun tersebut. Data koordinat untuk stasiun sungai 0 ditunjukkan pada Gambar 4.9.
- j. Data berikutnya adalah panjang jarak bawah sungai (*downstream reach lengths*), yaitu jarak antara setiap penampang melintang dengan penampang sebelumnya. Parameter yang diinput meliputi LOB (*left overbank*), *main channel* dan ROB (*right overbank*). Karena Sta. 0+97 berada di hilir, maka nilai yang diisikan adalah 0.
- k. Nilai koefisien kekasaran dasar atau nilai *Manning's n* diperoleh dari tabel koefisien kekasaran *Manning* sesuai dengan kondisi saluran.

- l. Stasiun *bank* utama kanal ditentukan sebagai batas tanggul atau batas antara saluran utama (*main channel*) dengan daerah *overbank* pada penampang.
- m. Nilai *default* pada HEC-RAS untuk *contraction* dan *expansion* adalah 0,1 untuk masing-masing parameter *cont/exp*.
- n. Untuk menyimpan data ke dalam HEC-RAS, tombol *Apply Data* diklik pada sisi kanan layar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.

river: CIBEUREUM Apply Data

reach: 1 River Sta.: 33

Description: CB-64

Cross Section Coordinates	
Station	Elevation
1 0	4.97
2 12.19	4.67
3 15.52	3.53
4 27.16	2.87
5 29.13	2.07
6 32.87	0.3
7 36.8	-0.11
8 49.11	0.67
9 53.91	2.14
10 57.42	3.23
11 69.84	3.23
12 78.86	4.26
13 83.48	4.78
14 90.26	5.16
15	
16	
17	

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
100.	100.	100.

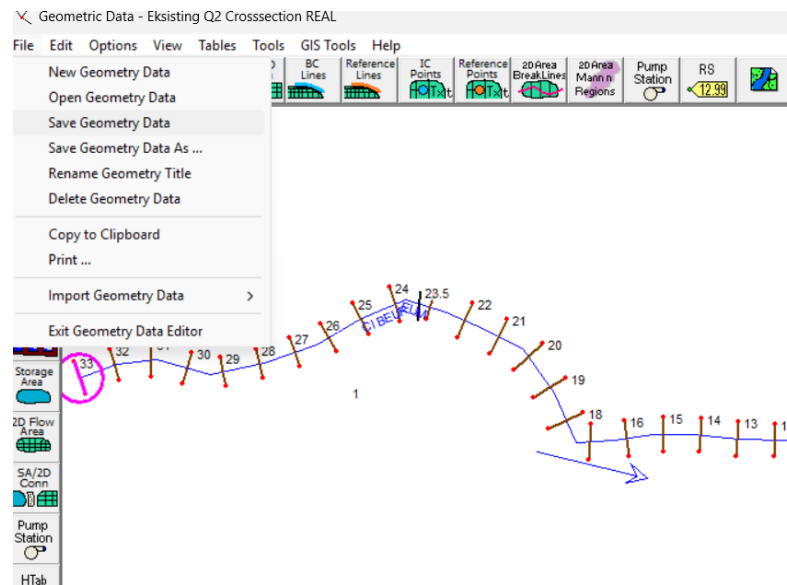
Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.1	0.1	0.1

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0	90.26

Cont/Exp Coefficient (Steady)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

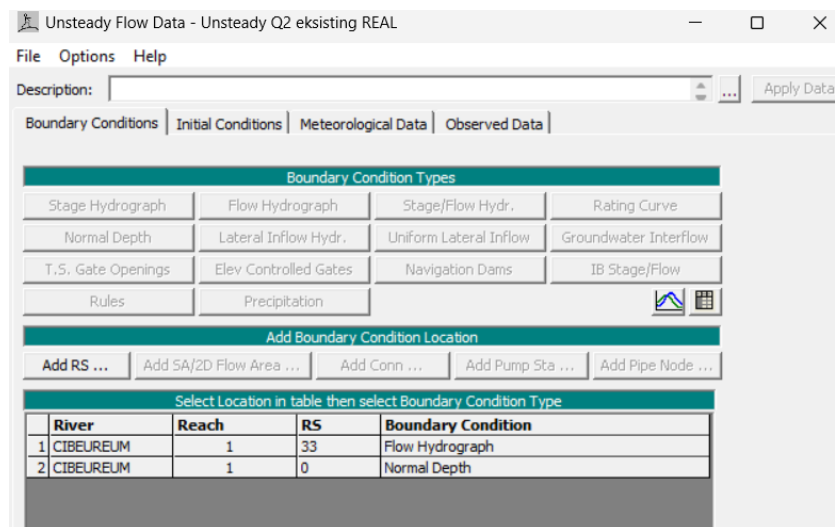
Gambar 4.10 Data yang Diinput pada *Cross Section* HEC-RAS

- o. Langkah yang sama dilakukan untuk stasiun lainnya. Setelah seluruh data terinput, data geometri saluran disimpan dengan memilih menu *File* kemudian *Save Geometric Data*, judul data geometri diisi, dan tombol OK diklik. Gambar 4.11 menunjukkan tampilan utama HEC-RAS.



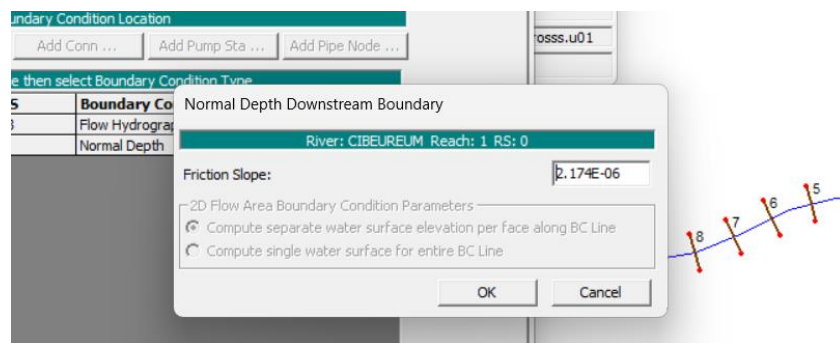
Gambar 4.11 Tampilan Setelah *Save Geometri Data* pada *HEC-RAS*

- p. Layar editor data aliran diaktifkan dengan memilih menu *Edit*, kemudian opsi *Steady Flow Data* dipilih.



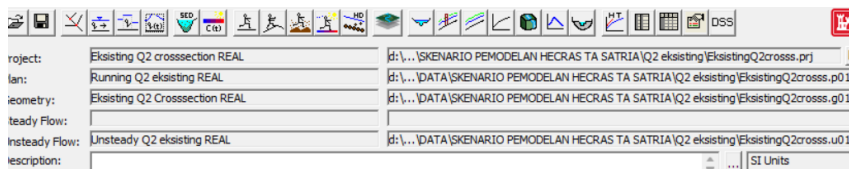
Gambar 4.12 Tampilan *Option Unsteady Flow Data* pada *HEC-RAS*

- q. Karena hanya terdapat satu profil muka air, angka 1 diisikan pada saat mengetik atau mengedit nomor profil.
- r. Pada bagian bawah, tombol *Reach Boundary Conditions* diklik, kemudian kemiringan dasar saluran diisikan, dan tombol OK diklik.



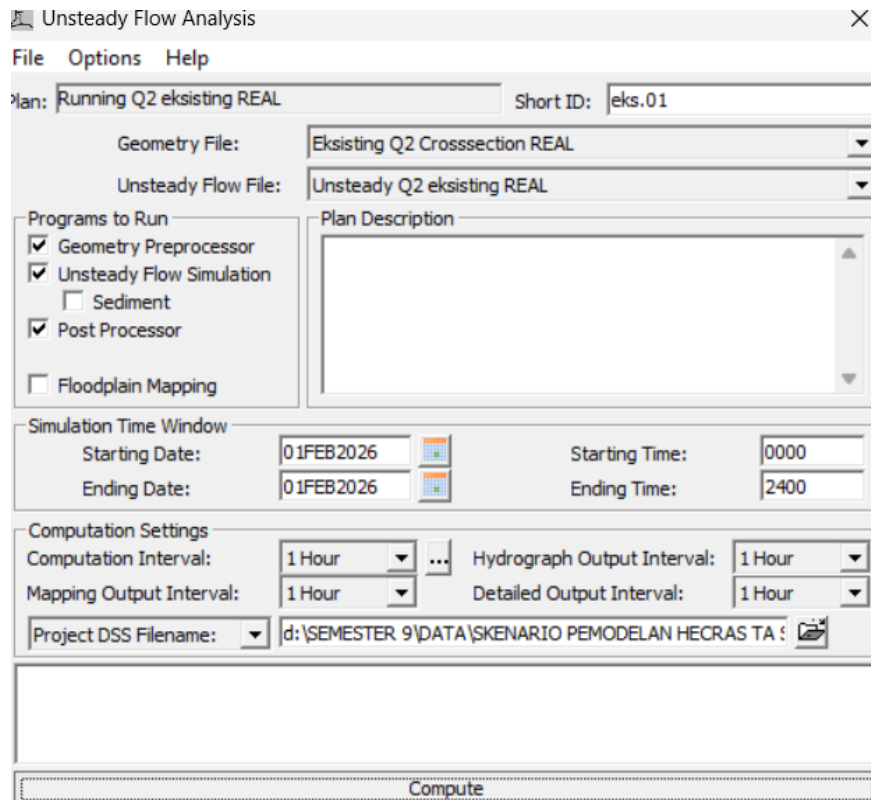
Gambar 4.13 Input Data Normal Depth pada HEC-RAS

- s. Pada menu utama *Steady Flow*, tombol *Apply Data* diklik, kemudian menu *File* dipilih untuk menyimpan data aliran. Judul diisikan sebagai nama *file* dan dipastikan bahwa *folder* penyimpanan sesuai dengan *folder* proyek sebelumnya. Gambar 4.14 menunjukkan tampilan utama HEC-RAS.



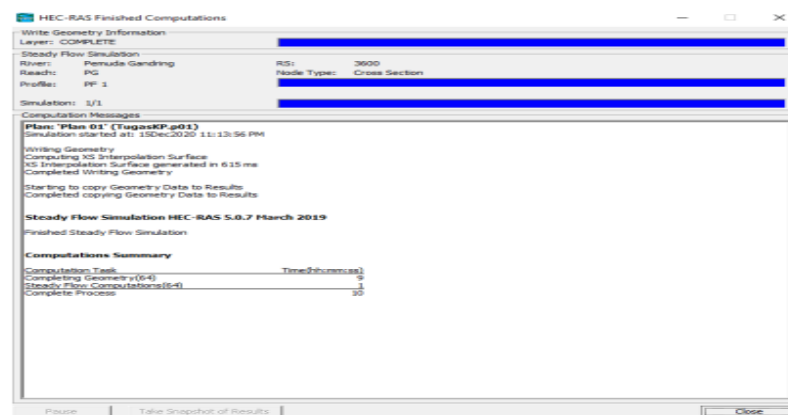
Gambar 4.14 Tampilan Save Flow Data pada HEC-RAS

- t. Untuk menjalankan HEC-RAS, menu *Run* dipilih.



Gambar 4.15 Tampilan *Run Unsteady Flow Analysis* pada HEC-RAS

- u. Setelah tombol *Compute* diklik, proses perhitungan pada HEC-RAS dijalankan secara otomatis. Gambar 4.16 menunjukkan bahwa proses perhitungan selesai dalam beberapa saat.



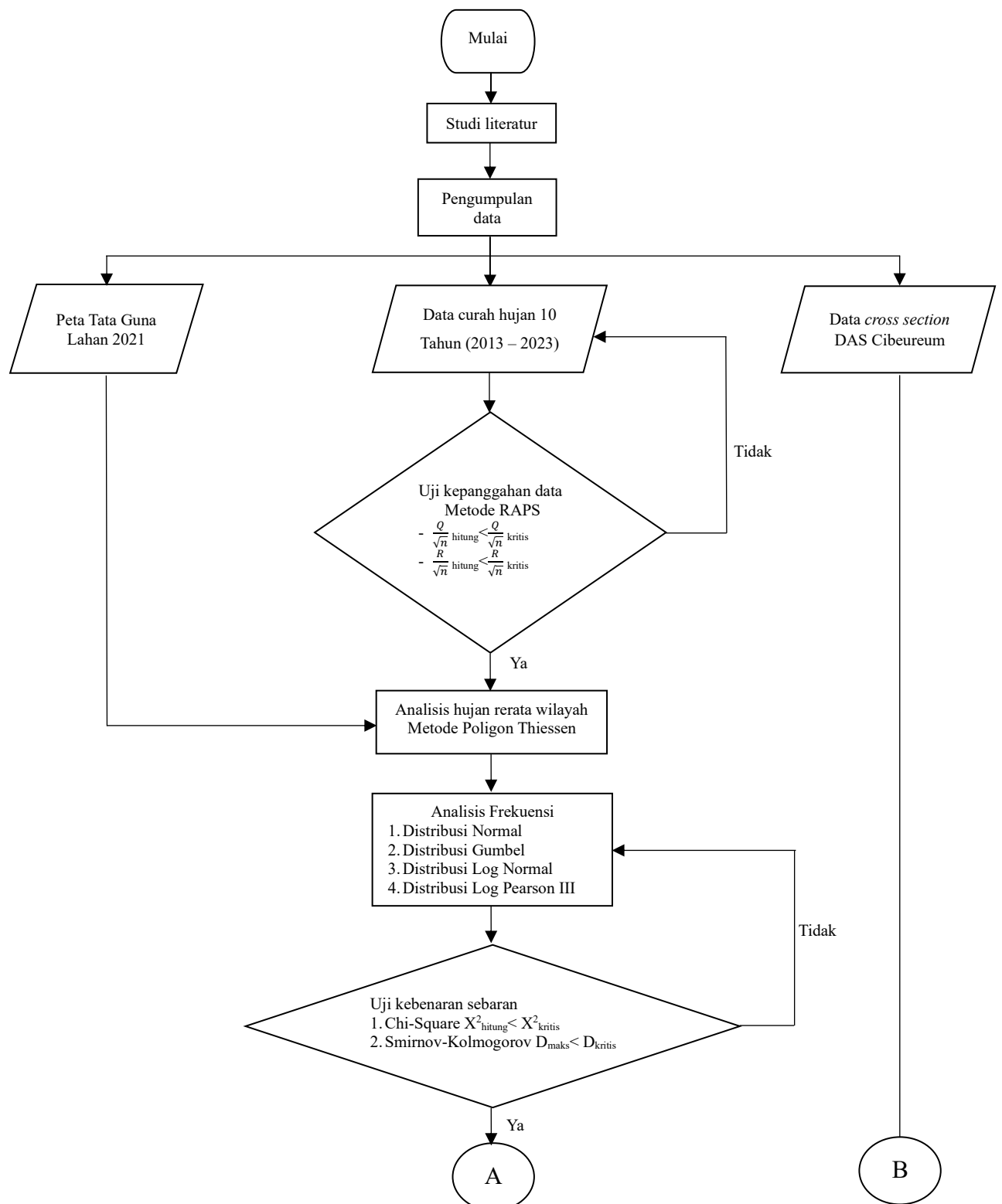
Gambar 4.16 Tampilan Saat *Running Program* HEC-RAS

9. Perencanaan Pengendalian Banjir

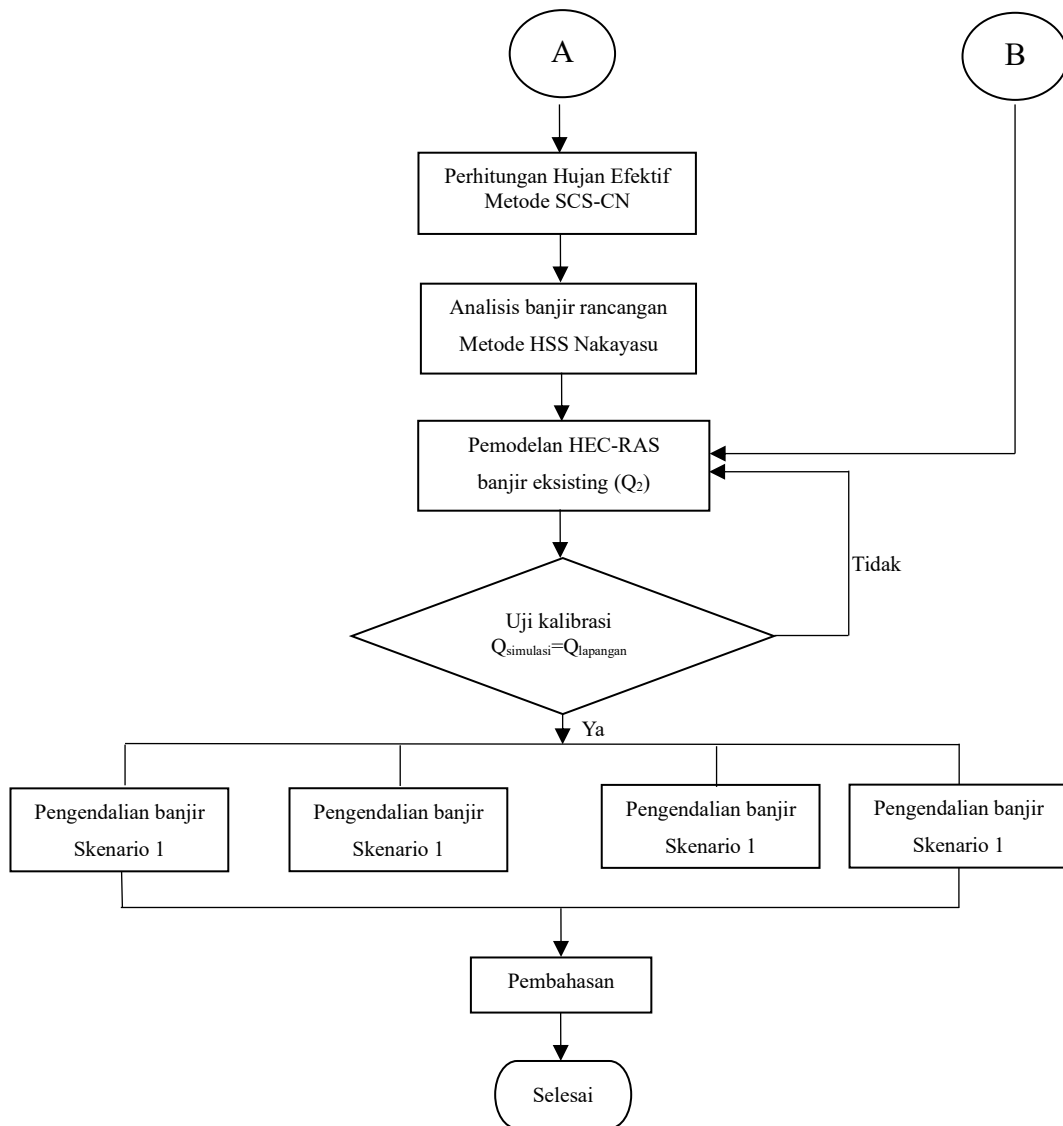
Berdasarkan hasil pemodelan, dilakukan perencanaan pengendalian banjir melalui normalisasi penampang dan perencanaan tanggul dengan 4 skenario. Setiap skenario dievaluasi untuk menentukan alternatif yang paling efektif dalam meningkatkan kapasitas aliran dan menjaga muka air tetap dalam batas aman sesuai persyaratan *freeboard* 1 m.

4.4 Bagan Alir Penelitian

Landasan utama dalam penelitian adalah kerangka alur pemikiran yang terstruktur, sehingga penulisan memiliki arah yang jelas dan tujuan yang ingin dicapai dapat terwujud. Kerangka alur pemikiran ini divisualisasikan dalam bentuk bagan alir penelitian, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.17.



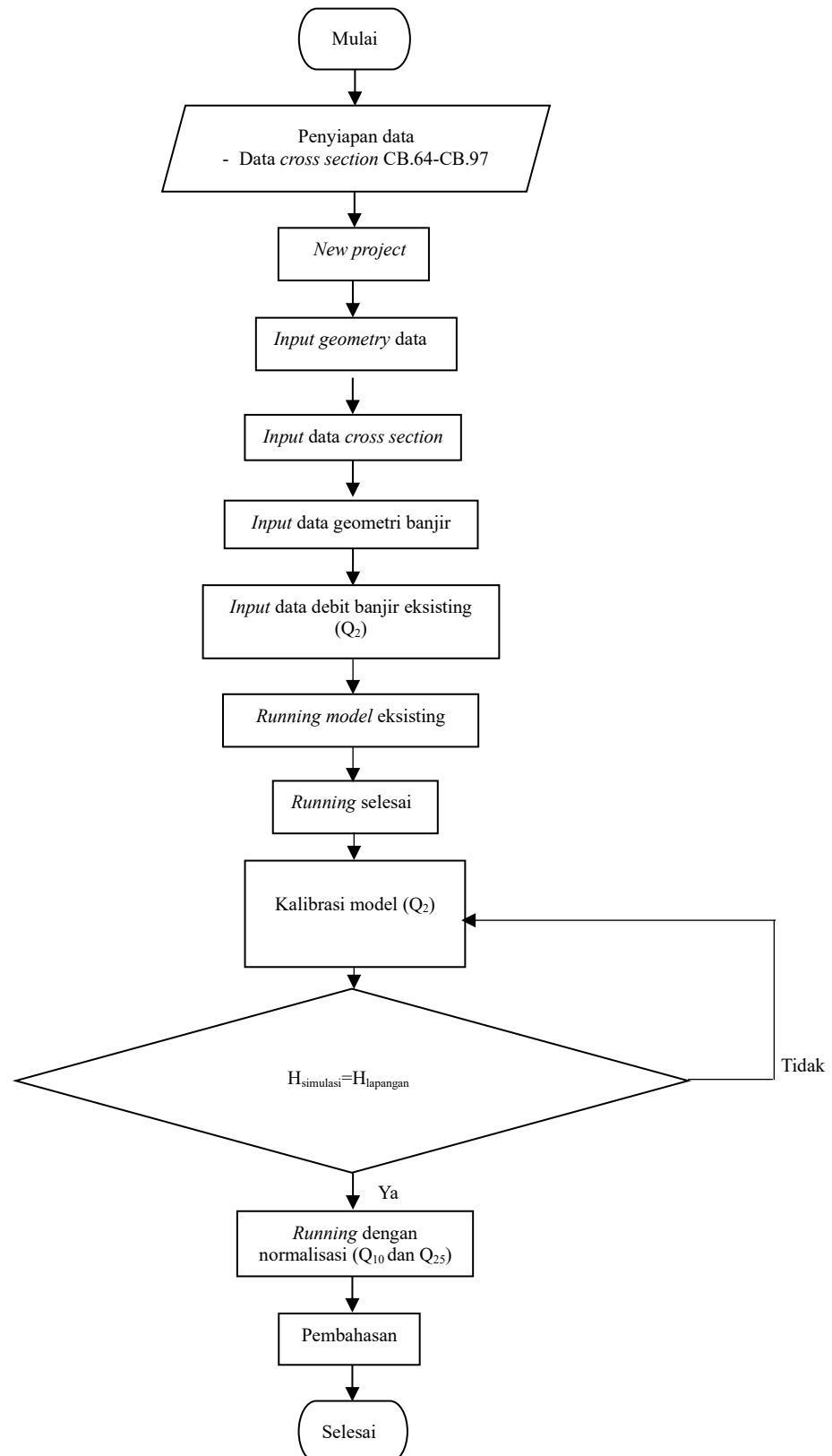
Gambar 4.17 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.17 Bagan Alir Penelitian

4.5 Bagan Alir Pemodelan HEC-RAS

Dalam proses analisis menggunakan program HEC-RAS 6.5 ada beberapa langkah yang harus dilakukan seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 4.18 sebagai berikut.



Gambar 4.18 Bagan Alir Pemodelan HEC-RAS

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hidrologi

5.1.1 Uji kepanggahan metode RAPS

Pengujian kepanggahan dalam penelitian ini dilakukan pada beberapa Pos Curah Hujan (PCH) yaitu PCH Sidareja, PCH Manganti dan PCH Karangsari. Setiap data dari stasiun tersebut kemudian diuji untuk menentukan apakah dapat diterima atau dianggap pangkah, data dinyatakan pangkah apabila memenuhi syarat yaitu $(\frac{Q}{\sqrt{n}} \text{ hitung} < \frac{Q}{\sqrt{n}} \text{ kritis})$ dan $(\frac{R}{\sqrt{n}} \text{ hitung} < \frac{R}{\sqrt{n}} \text{ kritis})$.

Berikut ini merupakan rekapitulasi data uji kepanggahan dengan metode RAPS dari setiap stasiun di Sungai Cibeureum yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Contoh Perhitungan $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ hitung dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ hitung

No	Tahun	Data Curah Hujan (y_i)	$(y_i-\bar{y})$	SK*	$(y_i-\bar{y})^2$	SK**	SK**
1	2013	3151	522	522	272104,496	0,612	0,612
2	2014	3610	981	1502	961647,678	1,762	1,762
3	2015	1488	-1141	361	1302710,950	0,423	0,423
4	2016	3782	1153	1514	1328570,587	1,775	1,775
5	2017	2810	181	1694	32629,496	1,987	1,987
6	2018	1820	-809	885	655069,496	1,038	1,038
7	2019	1733	-896	-12	803467,769	-0,014	0,014
8	2020	3263	634	622	401495,041	0,729	0,729
9	2021	2325	-304	318	92637,223	0,373	0,373
10	2022	3495	866	1183	749326,314	1,388	1,388
11	2023	1446	-1183	0	1400349,496	0,000	0,000
Jumlah (Σx_i)		28923	Total		8000008,545		
Rata-rata ($\bar{y}$)		2629,363			Min	-0,014	0,0000
D _y		852,803			Max	1,987	1,987
$\frac{Q}{\sqrt{n}}$ hitung		0,598					
$\frac{R}{\sqrt{n}}$ hitung		0,603					

Sebagai contoh perhitungan data uji kepanggahan dengan metode RAPS diwaliki stasiun Sidareja sebagai berikut.

$$\begin{aligned} R &= \text{maks}(sk^{**}) - \text{min}(sk^{**}) \\ &= 1,987 - (-0,014) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{R}{\sqrt{n}} \text{ hitung} &= \frac{R}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{2}{\sqrt{11}} \\ &= 0,603 \end{aligned}$$

$$R_{\text{kritis}} = 1,295 \text{ (interpolasi)}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{maks}(sk^{**}) \\ &= 1,986 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{Q}{\sqrt{n}} \text{ hitung} &= \frac{Q}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{1,9866}{\sqrt{11}} \\ &= 0,599 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{kritis}} = 1,148 \text{ (interpolasi)}$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi data uji kepanggahan dengan metode RAPS dari setiap stasiun di Sungai Cibeureum yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

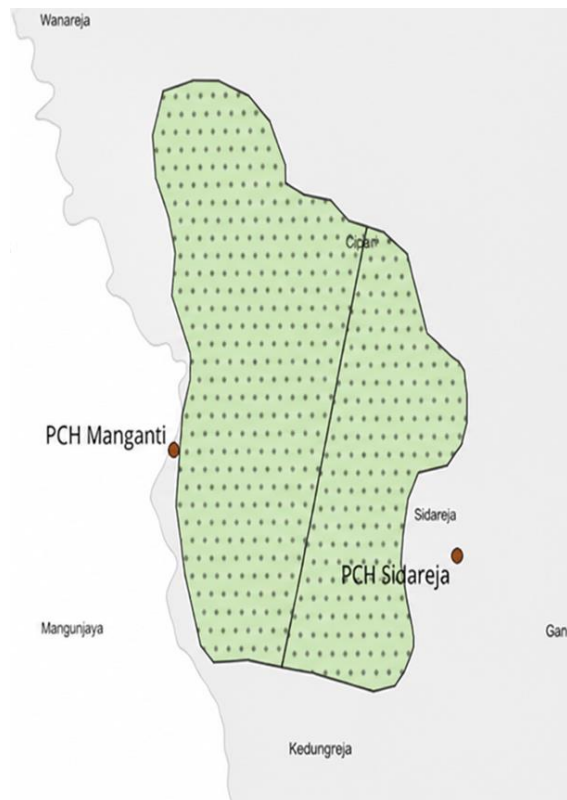
Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Uji Kepanggahan

Stasiun	$\frac{R}{\sqrt{n}}$ hitung	$\frac{R}{\sqrt{n}}$ kritis	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$ hitung	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$ kritis	Hasil
Sidareja	0,603	1,295	0,599	1,148	Diterima
Manganti	0,843	1,22	0,629	1,140	Diterima
Karangsari	0,973	1,235	0,711	1,116	Diterima

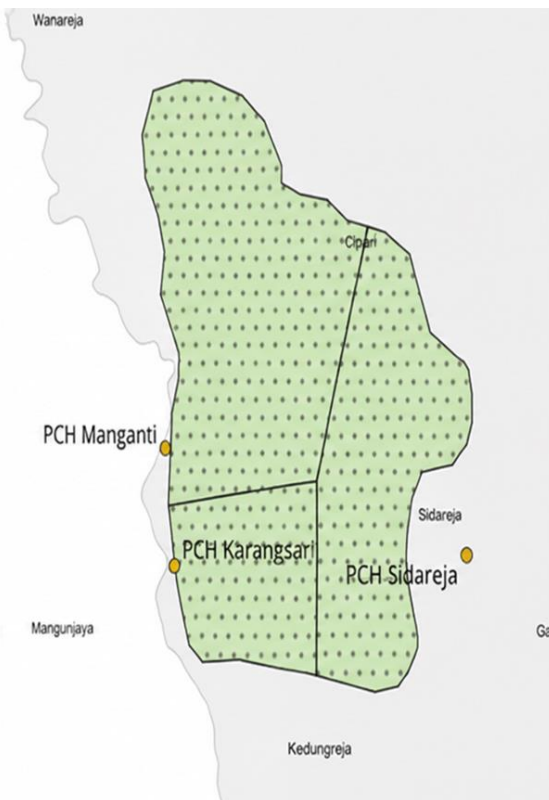
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ hitung dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ hitung pada setiap stasiun lebih kecil dibandingkan dengan nilai $\frac{Q}{\sqrt{n}}$ kritis dan $\frac{R}{\sqrt{n}}$ kritis, maka dari itu nilai dinyatakan diterima atau panggah.

5.1.2 Hujan wilayah dengan Poligon Thiessen

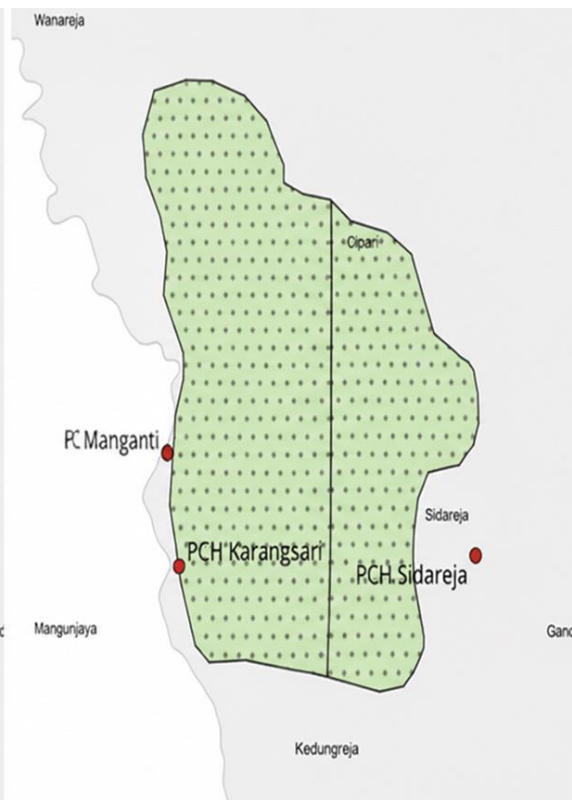
Berdasarkan peta curah hujan wilayah yang dihitung menggunakan metode Poligon Thiessen, diperoleh luas pengaruh hujan pada setiap stasiun untuk periode data tahun 2013 hingga 2023 sesuai Gambar 5.1. Setiap poligon merepresentasikan wilayah yang curah hujannya dianggap paling terwakili oleh stasiun hujan di dalamnya. Luasan masing-masing poligon kemudian dihitung untuk memperoleh bobot yang digunakan dalam perhitungan hujan kawasan dengan metode Poligon Thiessen. Perbedaan peta poligon untuk periode 2013-2016, 2017-2018 dan 2019-2023 disebabkan oleh perubahan distribusi curah hujan yang memengaruhi wilayah pengaruh setiap stasiun hujan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti penambahan atau pengurangan jumlah stasiun hujan yang tercatat pada setiap periode. Adapun rekapitulasi perhitungan bobot luas stasiun ditampilkan pada Tabel 5.3. Adapun hasil rekapitulasi hujan maksimum tahunan dapat dilihat pada Tabel 5.4.



a) 2013-2016



b) 2017-2018



c) 2019-2023

Gambar 5.1 Poligon Thiessen

Tabel 5.3 Perhitungan Bobot Luas Stasiun 2013-2023

DAS	Tahun	Stasiun	Luas (km ²)	Luas DAS (km ²)
Cibeureum	2013-2016	Sidareja	34,75	96,51
		Manganti	61,76	
		Karangsari	-	
	2017-2018	Sidareja	32,03	
		Manganti	47,68	
		Karangsari	16,81	
	2019-2023	Sidareja	37,98	
		Manganti	-	
		Karangsari	58,53	

Tabel 5.4 Rekapitulasi Curah Hujan Rata-rata Kawasan 2013-2023

Tahun	Hujan Areal Maksimum (mm)
2013	92,577
2014	116,522
2015	94,071
2016	114,835
2017	78,880
2018	76,403
2019	33,900
2020	51,957
2021	30,016
2022	53,010
2023	71,714

Berikut merupakan perhitungan curah hujan rata-rata kawasan yang diwakili oleh curah hujan terbesar, yaitu curah hujan maksimum pada 19 Desember 2014. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 5.5 yang menunjukkan nilai bobot tiap stasiun hujan dan kontribusinya dalam menentukan curah hujan rata-rata kawasan dengan metode Poligon Thiessen.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum pada Tahun 2014

Tahun	Tanggal	Stasiun Sidareja	Stasiun Manganti	Stasiun Karangsari	Hujan areal (mm)
2014	19 Desember	137	105	-	116,522

$$\begin{aligned}
 \bar{p} &= \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + \dots + A_nx_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \\
 &= \frac{(137 \times 34,75) + (105 \times 61,76)}{(34,75 + 61,76)} \\
 &= 116,522 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dilakukan perhitungan yang sama pada setiap stasiun dengan curah hujan maksimum mulai dari tahun 2013 sampai dengan Tahun 2023, maka diperoleh rekapitulasi curah hujan rata-rata kawasan maksimum dari setiap tahunnya.

5.1.3 Analisis frekuensi

Hasil dari pengujian ini memberikan gambaran tentang pola kejadian ekstrem dan probabilitasnya yang menjadi dasar dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air termasuk analisis banjir. Beberapa distribusi yang sering diaplikasikan dalam konteks ini antara lain Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Tipe III.

5.1.3.1 Perhitungan parameter statistik

Berdasarkan perhitungan parameter statistik didapatkan hasil rekapitulasi data statistik DAS Cibeureum yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Analisis Data Statistik DAS Cibeureum

No	x_i	$(x_i - x_{rerata})$	$(x_i - x_{rerata})^2$	$(x_i - x_{rerata})^3$	$(x_i - x_{rerata})^4$	Rata-rata	n	C_s	Standar Deviasi	C_v	C_k
1	116,521	42,532	1809,000	76941,048	3272483,518	73,989	11	-0,045	29,542	0,399	1,562
2	114,835	40,845	1668,375	68146,071	2783477,836						
3	94,071	20,081	403,282	8098,690	162637,130						
4	92,576	18,587	345,477	6421,384	119354,332						
5	78,880	4,890	23,918	116,978	572,105						
6	76,403	2,413	5,825	14,060	33,937						
7	71,713	-2,276	5,180	-11,789	26,833						
8	53,009	-20,979	440,156	-9234,447	193737,895						
9	51,957	-22,032	485,428	-10695,182	235641,039						
10	33,900	-40,089	1607,164	-64430,332	2582976,749						
11	30,016	-43,973	1933,670	-85030,280	3739080,495						
Total	813,884	0,000	8727,480	-9663,799	13090021,873						

Dalam perhitungan data parameter statistik dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Curah hujan rata-rata ($\bar{x}$)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{813,884}{11} \\ &= 73,989 \text{ mm/tahun}\end{aligned}$$

2. Standar deviasi (S_d)

$$\begin{aligned}S_d &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(8727,480)^2}{11-1}} \\ &= 29,542 \text{ mm}\end{aligned}$$

3. Koefisien variasi (C_v)

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{S_d}{\bar{x}} \\ &= \frac{29,542}{73,989} \\ &= 0,399\end{aligned}$$

4. Koefisien kemencengan/skewness (C_s)

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) S_d^3} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (-9663,799)^3}{(11-1)(11-2) 29,542^3} \\ &= -0,045\end{aligned}$$

5. Koefisien kurtosis (C_k)

$$\begin{aligned}C_k &= \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S_d^4} \\ &= \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1684329,644)}{29,542^4} \\ &= 1,992\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai koefisien *skewness* (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan jenis distribusi yang sesuai.

5.1.3.2 Pemilihan jenis distribusi

Syarat-syarat dalam pemilihan jenis distribusi berdasarkan parameter koefisien statistik seperti *skewness* (kemencengan) dan *kurtosis* mengacu pada Tabel 3.2 dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Pemilihan Jenis Distribusi

No	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan		Syarat Mengacu pada Tabel 3.2		Keterangan
1	Gumbel	$C_s =$	-0,0458	$C_s =$	1,396	Tidak diterima
		$C_k =$	1,562	$C_k =$	5,400	
2	Normal	$C_s =$	-0,0458	$C_s =$	0,000	Tidak diterima
		$C_k =$	1,562	$C_k =$	3,000	
3	Log Normal	$C_s =$	-0,045	$C_s =$	1,261	Tidak diterima
		$C_k =$	1,562	$C_k =$	5,956	
4	Log Pearson Tipe III	$C_s =$	-0,045	$C_s \neq$	0,000	Diterima

Berdasarkan Tabel 5.7, distribusi Log Pearson Tipe III menunjukkan tingkat kecocokan terbaik sehingga layak digunakan dalam perencanaan. Kelayakan tersebut diverifikasi melalui uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov dengan membandingkan frekuensi teoritis hasil distribusi terhadap frekuensi data pengamatan.

5.1.4 Uji kebenaran sebaran

Untuk menguji kecocokan suatu distribusi sebaran, digunakan metode uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov.

5.1.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Pengujian Chi-Kuadrat dimulai dengan menetapkan jumlah kelas pada data frekuensi kebebasan. Berdasarkan perhitungan Chi-Kuadrat didapatkan rekapitulasi data yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai Distribusi (χ^2_{hitung})

Kelas	Probabilitas			E_f	O_f	$O_f - E_f$	$(O_f - E_f)^2$	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
1	17,430	< P <	42,602	2,479	3	0,521	0,271	0,271
2	42,602	< P <	67,774	2,479	4	1,521	2,312	2,312
3	67,774	< P <	92,946	2,479	2	-0,479	0,230	0,230
4	92,946	< P <	118,118	2,479	2	-0,479	0,230	0,230
	N			11	11	1,082	1,227	3,043

Berikut ini adalah tahapan perhitungan uji Chi-Kuadrat pada DAS Cibeureum.

$$\text{Jumlah data } (n) = 11$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor frekuensi } (k_t) &= 1 + (3,3 \log n) \\ &= 1 + (3,3 \log 11) \\ &= 4,4365 \end{aligned}$$

$$x_{max} = 116,521$$

$$x_{min} = 30,016$$

$$\text{Nilai distribusi } (p) = 2 \text{ (untuk distribusi normal)}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat kebebasan } D_k &= k_t - (p + 1) \\ &= 4,437 - (2 + 1) \\ &= 1,437 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat kepercayaan } (\alpha) = 5\% \text{ atau } 0,05 \text{ dan } 1\% \text{ atau } 0,01$$

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi kelas } (E_f) &= \frac{n}{k_t} \\ &= \frac{11}{4,437} \\ &= 2,479 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{x_{max} - x_{min}}{k_t - 1} \\ &= \frac{116,521 - 30,016}{4,437 - 1} \\ &= 25,172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{awal} &= x_{min} - (0,5 \times \Delta x) \\ &= 30,016 - (0,5 \times 25,172) \\ &= 17,430 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan nilai x^2_{hitung} sebesar 17,430. Kemudian menentukan nilai x^2_{kritis} , penentuan nilai tersebut dengan mempertimbangkan nilai derajat kebebasan (D_k) sebesar 1 dan nilai derajat kepercayaan (α) sebesar 0,05, untuk nilai x^2_{kritis} dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Nilai Uji Chi-Kuadrat

Derajat Kebebasan (D_k)	Derajat Kepercayaan (α)	x^2_{hitung}	x^2_{kritis}	Status
5	0,05	3,043	3,84	Diterima
1	0,05	3,043	6,63	Diterima

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh nilai x^2_{hitung} sebesar 3,043 yang lebih kecil dibandingkan dengan x^2_{kritis} derajat kebebasan 5% sebesar 3,84. Oleh karena itu, data log curah hujan dapat diterima dan dinyatakan sesuai dengan distribusi yang diuji.

5.1.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Langkah awal pengujian dilakukan dengan mengurutkan data kedalaman hujan dari yang terkecil ke terbesar sehingga diperoleh peluang empiris. Hasil uji smirnov-kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji *Smirnov-Kolmogorov*

No	$p_{(xi)}$	$p_{(x<)}$	$p'_{(xi)}$	$p'_{(x<)}$	D
1	0,083	0,917	0,100	0,900	-0,017
2	0,167	0,833	0,200	0,800	-0,033
3	0,250	0,750	0,300	0,700	-0,050
4	0,333	0,667	0,400	0,600	-0,067
5	0,417	0,583	0,500	0,500	-0,083
6	0,500	0,500	0,600	0,400	-0,100
7	0,583	0,417	0,700	0,300	-0,117
8	0,667	0,333	0,800	0,200	-0,133
9	0,750	0,250	0,900	0,100	-0,150
10	0,833	0,167	1,000	0,000	-0,167
11	0,917	0,083	1,100	-0,100	-0,183
				D_{max}	-0,017

Berikut merupakan tahapan perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov yang dilakukan. Langkah perhitungannya sebagai berikut.

Jumlah data (n)= 11

$$\begin{aligned}
 p_{(xi)} &= \frac{m}{n+1} \\
 &= \frac{1}{11+1} \\
 &= 0,08339
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{(x<)} &= 1 - p_{(xi)} \\
 &= 1 - 0,0833 \\
 &= 0,917
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p'_{(xi)} &= \frac{m}{n-1} \\
 &= \frac{1}{11-1} \\
 &= 0,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p'_{(x<)} &= 1 - p'_{(xi)} \\
 &= 1 - 0,1 \\
 &= 0,9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= p'_{(x<)} - p_{(x<)} \\
 &= -0,017
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 5.10 maka dapat ditentukan nilai D_{kritis} dengan menyesuaikan jumlah datanya dan derajat kepercayaan sebesar 0,05 kemudian dilakukan interpolasi. Nilai D_{kritis} dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Nilai D_{kritis}

Jumlah data (n)	Derajat kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,050	0,010
10	0,320	0,370	0,410	0,490
15	0,270	0,300	0,340	0,400
11	0,31	0,356	0,396	0,472

Setelah mendapatkan nilai D_{kritis} dari Tabel 5.11, kemudian bandingkan dengan nilai D_{max} . Syarat data dapat diterima apabila $D_{max} < D_{kritis}$. Nilai D_{max} sebesar $-0,0167 < \text{nilai } D_{kritis}$ sebesar 0,396, maka data memenuhi syarat. Setelah dilakukan uji sebaran Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, data diubah menjadi bentuk logaritma agar distribusinya lebih mendekati normal dan variasinya lebih stabil yang dilihat dalam Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Analisis Data Statistik DAS Cibeureum (log)

No	$\text{Log } x_i$	$\text{Log } (x_i - x_{rerata})$	$\text{Log } (x_i - x_{rerata})^2$	$\text{Log } (x_i - x_{rerata})^3$	$\text{Log } (x_i - x_{rerata})^4$	Rata-rata	n	C_s	Standar Deviasi	C_v	C_k
1	1,477	-0,354	0,1256	-0,044	0,015	1,8318	11	-0,690	0,198	0,108	1,803
2	1,530	-0,301	0,091	-0,027	0,008						
3	1,715	-0,116	0,013	-0,001	0,000						
4	1,724	-0,107	0,011	-0,001	0,000						
5	1,855	0,023	0,000	0,000	0,000						
6	1,883	0,051	0,002	0,000	0,000						
7	1,897	0,065	0,004	0,000	0,000						
8	1,966	0,134	0,018	0,002	0,000						
9	1,973	0,141	0,020	0,002	0,000						
10	2,060	0,228	0,052	0,011	0,002						
11	2,066	0,234	0,055	0,012	0,003						
Total	20,149	0,000	0,394	-0,044	0,030						

5.1.5 Hujan kala ulang

Berdasarkan data statistik Log Pearson Tipe III, maka diperoleh rekapitulasi nilai faktor frekuensi (k) distribusi Log Pearson Tipe III dan rekapitulasi hujan kala ulang yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III

C _s	Periode Ulang (Tahun)						
	2	5	10	20	25	50	100
-0,60	0,100	0,860	1,200	1,470	1,530	1,720	1,880
-0,70	0,120	0,860	1,180	1,440	1,490	1,660	1,810
-0,690	0,114	0,857	1,185	1,441	1,492	1,669	1,813

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hujan Rancangan Kala Ulang

No	T (Tahun)	Log X _{rt} (mm)	S	K Log Pearson III	Log X _t (mm)	X _t (mm)
1	2	1,831	0,198	0,114	1,854	71,531
2	5			0,857	2,002	100,459
3	10			1,185	2,067	116,699
4	20			1,441	2,117	131,185
5	25			1,492	2,128	134,304
6	50			1,669	2,163	145,605
7	100			1,813	2,191	155,564

Tabel 5.13 perhitungan nilai K dan Tabel 5.14 perhitungan hujan kala ulang masing-masing dihitung untuk tiap kala ulangannya, sebagai contoh perhitungan diwakili kala ulang 2 tahun sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 K &= y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1) \\
 &= 0,1 + \frac{(0,690 - 0,6)}{(0,70 - 0,6)} (-0,12 - (-0,10)) \\
 &= 0,114
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X_t &= \text{Log } X_{rt} + (S \times K) \\
 &= 1,831 + (0,198 \times (0,114)) \\
 &= 1,854 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_t &= 10^{\text{Log } X_t} \\
 &= 10^{1,854} \\
 &= 71,531 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, nilai hujan rancangan (X_t) sebesar 71,531 mm, yang merepresentasikan hujan rencana yang relatif sering terjadi dan menjadi acuan awal dalam analisis debit banjir rencana.

5.1.6 Hujan efektif

Dalam penelitian ini, penentuan hujan efektif dilakukan menggunakan metode *Soil Conservation Service (SCS) Curve Number (CN)*. Nilai CN ditentukan berdasarkan penggunaan lahan, jenis tanah dan kondisi kelembapan awal tanah (AMC). Hasil perhitungan luas masing-masing penggunaan lahan digunakan sebagai dasar dalam penentuan nilai CN sesuai dengan kelompok tanah yang ada di lokasi penelitian. Berikut adalah data tata guna lahan DAS Cibeureum pada tahun 2021 yang tersedia dalam Gambar 5.2 dan Tabel 5.15 dibawah ini.

Tabel 5.15 Tata Guna Lahan DAS Cibeureum

No	Kode	Luas (km ²)
1	Sawah	25,311204
2	Kebun	25,091889
3	Pemukiman	45,206169
Total		95,61

Berdasarkan hasil analisis tata guna lahan pada wilayah DAS Cibeureum yang ditunjukkan pada Tabel 5.15 diatas, didapatkan total penggunaan lahan sebesar 95,61 km². Langkah selanjutnya adalah menentukan kondisi jenis tanah yang berpengaruh terhadap kemampuan infiltrasi dan besarnya limpasan permukaan yang terdapat dalam Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Klasifikasi Jenis Tanah DAS Cibeureum

Kelompok tanah	Keterangan	Laju infiltrasi (mm/jam)
A	Potensial air larian paling kecil. Termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.	8 – 12
B	Potensial air larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A, tekstur halus sampai sedang, laju infiltrasi sedang.	4 – 8
C	Potensial air larian sedang. Tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah.	1 – 4
D	Potensial air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal, dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi sangat rendah.	0 – 1

Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, kelompok tanah B memiliki tingkat infiltrasi sedang dan potensi limpasan permukaan yang kecil. Dengan mempertimbangkan jenis tanah tersebut serta hasil analisis tata guna lahan yang telah diperoleh sebelumnya, maka penentuan nilai *Curve Number* (CN) dilakukan dengan mengacu pada tabel standar *Soil Conservation Service* (SCS), U.S. *Department of Agriculture* (USDA, 1986). Nilai CN untuk masing-masing jenis tata guna lahan disajikan pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan

No	Tutupan Lahan	Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
1	Air tawar	100	100	100	100
2	Hutan	57	73	82	86
3	Kebun	57	73	82	86
4	Padang rumput	72	82	87	89
5	Pemukiman	61	75	83	87
6	Rawa	100	100	100	100
7	Sawah	62	71	78	81
8	Sawah tadah hujan	72	81	88	91
9	Semak	48	67	77	83
10	Tanah ladang	66	77	85	89

Berdasarkan tabel nilai *Curve Number* (CN) yang telah disusun dari kombinasi tata guna lahan dan jenis tanah di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibereum, selanjutnya dilakukan rekapitulasi nilai CN untuk memperoleh nilai CN_{komposit} yang mewakili karakteristik hidrologi DAS secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Nilai CN Berdasarkan Tata Guna Lahan

Kode	Tata guna lahan	Luas (km ²)	CN grade	Persentase	Nilai CN
1	Sawah	25,311	71	26,473	18,796
2	Kebun	25,091	73	26,244	19,158
3	Pemukiman	45,206	75	47,282	35,462
Total		95,61	B	100	73,416

Dari hasil rekapitulasi yang telah dilakukan, diperoleh nilai *Curve Number* (CN) untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibeureum sebesar 73,416. Nilai tersebut menunjukkan tingkat limpasan permukaan yang tergolong sedang, dimana sebagian air hujan masih dapat meresap ke dalam tanah, terutama pada area dengan tutupan lahan seperti kebun dan pertanian. Penjumlahan nilai CN komposit dilakukan dengan menjumlahkan seluruh kontribusi CN dari masing-masing tata guna lahan.

$$\begin{aligned}
 CN_{\text{komposit}} &= \frac{\sum (CN_i \times A_i)}{\sum A_i} \\
 &= \left(\frac{A_{\text{sawah}}}{A_{\text{total}}} \times CN_{\text{sawah}} \right) + \left(\frac{A_{\text{kebun}}}{A_{\text{total}}} \times CN_{\text{kebun}} \right) \\
 &\quad + \left(\frac{A_{\text{pemukiman}}}{A_{\text{total}}} \times CN_{\text{pemukiman}} \right) \\
 &= 18,796 + 19,158 + 35,462 \\
 &= 73,416
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai CN tersebut, langkah selanjutnya adalah menentukan besarnya nilai S (*maximum potential retention*) dengan menggunakan rumus dari metode *Soil Conservation Service* (SCS) yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S &= 25,4 \times \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \\ &= 25,4 \times \left(\frac{1000}{73,416} - 10 \right) \\ &= 91,972 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai S sebesar 91,972 mm. Berikut merupakan langkah perhitungan hujan efektif, sebagai contoh perhitungan diwakili dengan kala ulang 2 tahun sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \Sigma p_e &= \frac{(\Sigma p - 0,2S)^2}{\Sigma p + 0,8S} \\ &= \frac{(73,416 - 0,2 \times 91,972)^2}{73,416 + 0,8 \times 91,972} \\ &= 17,144 \text{ mm} \end{aligned}$$

Adapun hasil dari perhitungan hujan efektif (P_e) untuk kala ulang 2, 10, dan 25 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Hujan Efektif

Kala ulang (T)	Retensi maksimum (S)	Hujan efektif (P_e)
2	91,9728	17,1448
10		55,1374
25		79,5699

Berdasarkan hasil perhitungan hujan efektif (P_e), diperoleh nilai hujan efektif berkisar antara 17,144 mm untuk kala ulang 2 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar hujan rancangan yang terjadi, maka volume air yang menjadi limpasan permukaan juga semakin meningkat. Dengan nilai retensi maksimum (S) yang tetap sebesar 91,972 mm, dapat disimpulkan bahwa kapasitas tanah dalam menyerap air bersifat terbatas, sehingga pada hujan dengan kala ulang yang besar, sebagian besar curah hujan akan menjadi limpasan permukaan.

5.1.7 Distribusi hujan jam-jaman menggunakan *Alternating Block Method* (ABM)

Perhitungan distribusi curah hujan per jam untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibeureum dengan periode ulang 2 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun dilakukan menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM) dengan durasi 6 jam yang

(Triatmodjo, 2008) dan hasilnya disajikan pada Tabel 5.20, Tabel 5.21, dan Tabel 5.22.

Tabel 5.20 Hujan Jam-jaman Kala Ulang 2 Tahun

t (jam)	I (mm/jam)	P_e (mm)	ΔP_e (mm)	ABM (mm)
1	9,44	9,44	9,44	1,16
2	5,94	11,89	2,45	1,72
3	4,54	13,61	1,72	9,44
4	3,74	14,98	1,37	2,45
5	3,23	16,13	1,16	1,37
6	2,86	17,14	1,01	1,01

Tabel 5.21 Hujan Jam-jaman Kala Ulang 10 Tahun

t (jam)	I (mm/jam)	P_e (mm)	ΔP_e (mm)	ABM (mm)
1	30,34	30,34	30,34	3,72
2	19,12	38,23	7,89	5,53
3	14,59	43,76	5,53	30,34
4	12,04	48,17	4,40	7,89
5	10,38	51,89	3,72	4,40
6	9,19	55,14	3,25	3,25

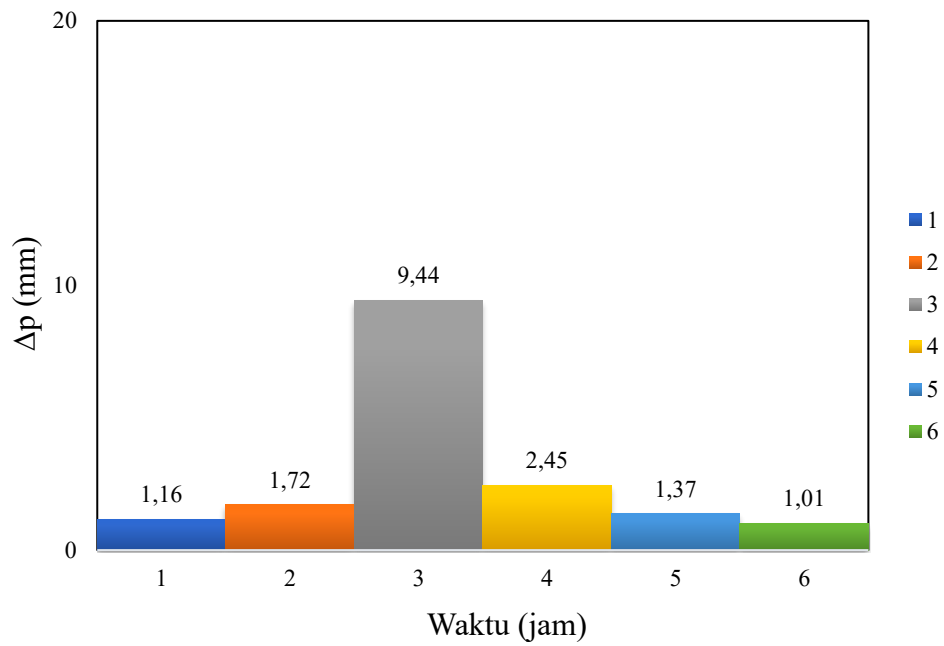
Tabel 5.22 Hujan Jam-jaman Kala Ulang 25 Tahun

t (jam)	I (mm/jam)	P_e (mm)	ΔP_e (mm)	ABM (mm)
1	43,79	43,79	43,79	5,37
2	27,59	55,17	11,38	7,98
3	21,05	63,15	7,98	43,79
4	17,38	69,51	6,36	11,38
5	14,98	74,88	5,37	6,36
6	13,26	79,57	4,69	4,69

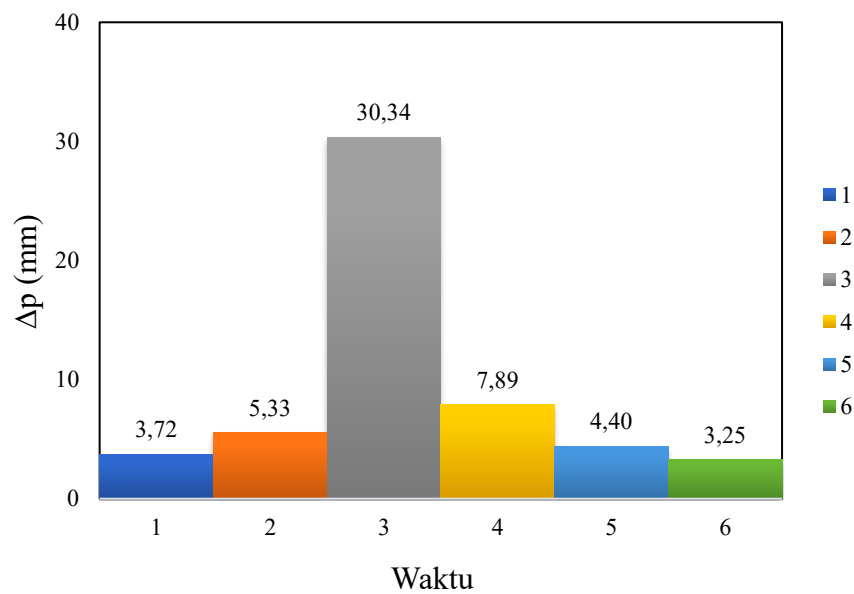
Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan pada masing-masing kala ulang, perhitungan intensitas curah hujan diwakili dengan kala ulang 2 tahun jam ke-1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= \frac{17,145}{6} \left(\frac{6}{1} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 9,44 \text{ mm/jam.}
 \end{aligned}$$

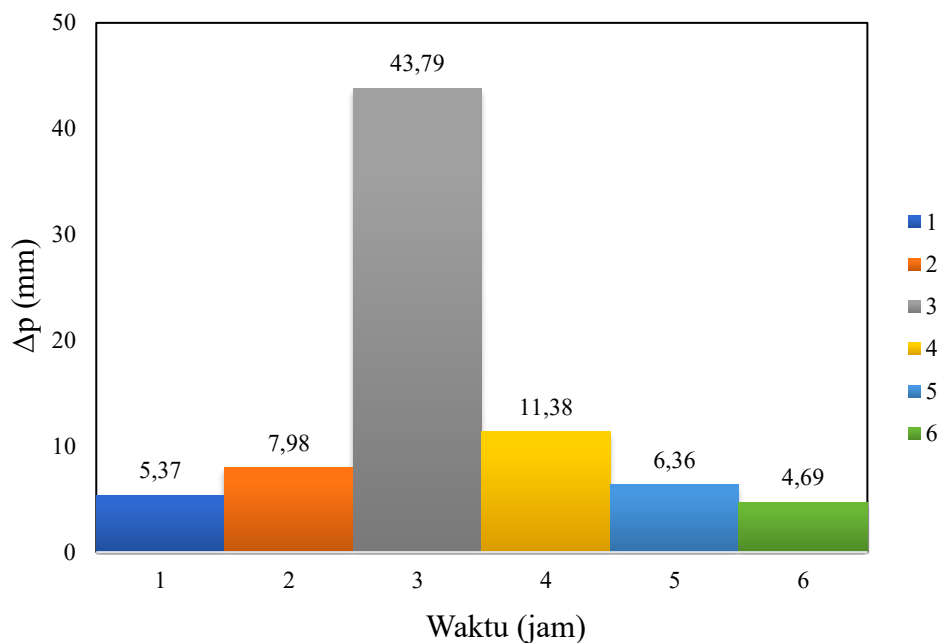
Berdasarkan hasil perhitungan distribusi hujan jam-jaman setiap kala ulangannya, maka dilakukan penyusunan distribusi hujan pada Grafik ABM kala ulang 2 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun yang ditampilkan pada Gambar 5.3, Gambar 5.4, dan Gambar 5.5.



Gambar 5.3 Grafik ABM Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 5.4 Grafik ABM Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 5.5 Grafik ABM Kala Ulang 25 Tahun

Berdasarkan analisis distribusi hujan per jam menggunakan Metode *Alternating Block Method* (ABM), ditemukan pola sebaran intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun, 10 tahun dan 25 tahun dengan durasi hujan 6 jam. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa intensitas hujan tertinggi pada setiap periode ulang terjadi pada jam ketiga yang mengindikasikan bahwa puncak curah hujan terjadi di tengah durasi hujan.

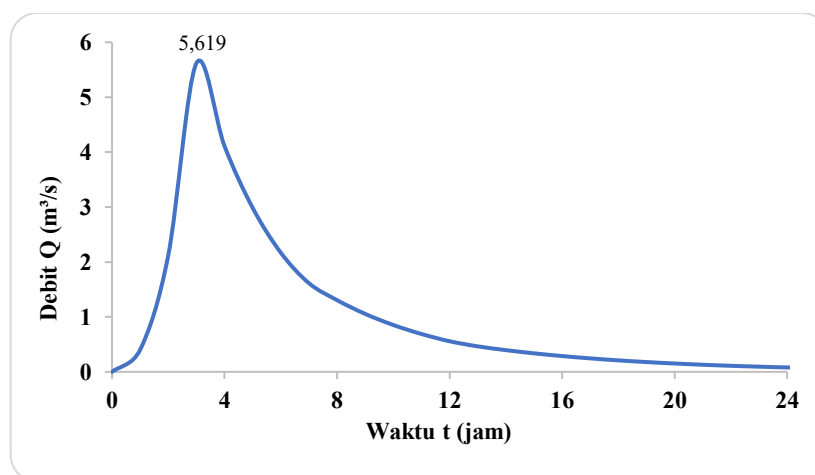
5.1.8 Debit banjir rancangan dengan HSS Nakayasu

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu yang digunakan untuk menentukan debit puncak dan karakteristik respon hidrologi daerah aliran sungai. Rekapitulasi lengkapnya disajikan pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hitungan Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu

T (jam)	Q_{awal} (m^3/detik)	Q_{koreksi} (m^3/detik)
0	0,000	0,000
1	0,405	0,402
2	2,138	2,123
3	5,659	5,619
4	4,138	4,109
5	3,007	2,986
6	2,185	2,170
7	1,626	1,615
8	1,314	1,305
9	1,062	1,055
10	0,859	0,853
11	0,694	0,689
12	0,561	0,557
13	0,467	0,464
14	0,398	0,396
15	0,340	0,337
16	0,289	0,287
17	0,247	0,245
18	0,210	0,209
19	0,179	0,178
20	0,153	0,152
21	0,130	0,129
22	0,111	0,110
23	0,095	0,094
24	0,081	0,080
Jumlah	26,745	26,558
Volume hujan	96283,790	95609,262
Kedalaman hujan	1,007	1,000

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh debit puncak sebesar 5,619 m^3/detik yang terjadi pada waktu puncak 3 jam setelah hujan efektif dimulai. Hubungan antara waktu dan debit aliran tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik hidrograf satuan Nakayasu seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6 berikut.

**Gambar 5.6 Grafik HSS Nakayasu**

Langkah selanjutnya adalah menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Berikut merupakan perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas sungai (A)} &= 95,609 \text{ km}^2 \\
 \text{Panjang sungai (L)} &= 23 \text{ km} \\
 \text{Koefisien } (\alpha) &= 2 \text{ (kondisi sedang)} \\
 \text{Waktu keterlambatan } (t_g) &= 0,21L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \\
 &= 0,21 \times 23000^{0,7} \\
 &= 1,886 \text{ jam} \\
 \text{Tenggang waktu puncak } (t_r) &= 0,75t_g \\
 &= 0,75 \times 1,886 \\
 &= 1,4 \text{ jam} \\
 \text{Waktu puncak } (T_p) &= t_g + 0,8T_r \\
 &= 1,886 + 0,8 \times 1,4 \\
 &= 3,006 \text{ jam} \\
 T_{0,3} &= \alpha \times t_g \\
 &= 2 \times 1,886 \\
 &= 3,771 \text{ jam} \\
 \text{Debit puncak } (Q_p) &= \frac{1}{3,6} \left(\frac{A.R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \\
 &= \frac{1}{3,6} \left(\frac{95,61 \times 1}{0,3 \times 3,006 + 3,771} \right) \\
 &= 5,684 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan parameter hidrograf satuan di atas, nilai debit puncak dan parameter waktu selanjutnya digunakan untuk menyusun ordinat hidrograf dengan metode HSS Nakayasu. Perhitungan debit dilakukan pada kurva naik hingga mencapai waktu puncak dan dilanjutkan pada kurva turun setelah melewati waktu puncak. Nilai debit pada setiap interval waktu dihitung sebagai berikut.

1. Pada kurva naik ($0 < t < 3,006$)

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \\ &= 5,684 \left(\frac{3,006}{3,006}\right)^{2,4} \\ &= 5,684 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Pada kurva turun ($3,006 < t < 6,777$)

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_p 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \\ &= 5,684 \times 0,3^{(6,777-3,006)/3,771} \\ &= 1,705 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p 0,3^{\{(t-T) + (0,5 T_{0,3})\}/(1,5 T_{0,3})} \\ &= 5,684 \times 0,3^{\{(12,433-3,006) + (1,886)\}/(5,657)} \\ &= 0,512 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p 0,3^{\{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})\}/(2 T_{0,3})} \\ &= 5,684 \times 0,3^{\{(13-3,006)+(1,886)\}/(5,657)} \\ &= 0,467 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Perhitungan debit banjir rencana untuk hujan jam-jaman dengan metode HSS Nakayasu dihitung dengan periode kala ulang 2, 10 dan 25 tahun. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk periode 2 tahun pada jam ke-5.

$$\begin{aligned} Q_{(t)} &= \sum_{i=1}^n P_e(i) \times UH(t-i+1) \\ &= (1,157 \times 2,986) + (1,720 \times 4,109) + (9,435 \times 5,619) + (2,452 \\ &\quad \times 2,123) + (1,157 \times 0,402) + (1,01 \times 0,000) \\ &= 69,210 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{baseflow} &= 0,475 \times A^{0,644} \times D_d^{0,943} \\ &= 0,475 \times 95,609^{0,644} \times 0,241^{0,943} \\ &= 2,342 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{total} &= Q_{(t)} + baseflow \\ &= 69,210 + 2,342 \\ &= 71,552 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode hidrograf satuan, diperoleh debit total sebesar $Q_{\text{total}} = 71,552 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit total ini selanjutnya digunakan sebagai debit banjir eksisting periode ulang 2 tahun (Q_2). Selain itu, hasil analisis juga mencakup debit banjir untuk periode ulang yang lebih besar, yaitu Q_{10} (periode ulang 10 tahun) dan Q_{25} (periode ulang 25 tahun) yang menunjukkan peningkatan debit seiring dengan bertambahnya kala ulang. Nilai Q_{10} dan Q_{25} tersebut digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas penampang sungai dan bangunan pengendali banjir. Rekapitulasi debit banjir rancangan disajikan dalam Tabel 5.24 sampai dengan Tabel 5.26 dan hidrograf banjir HSS Nakayasu dalam Gambar 5.7 berikut.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 2 Tahun HSS Nakayasu

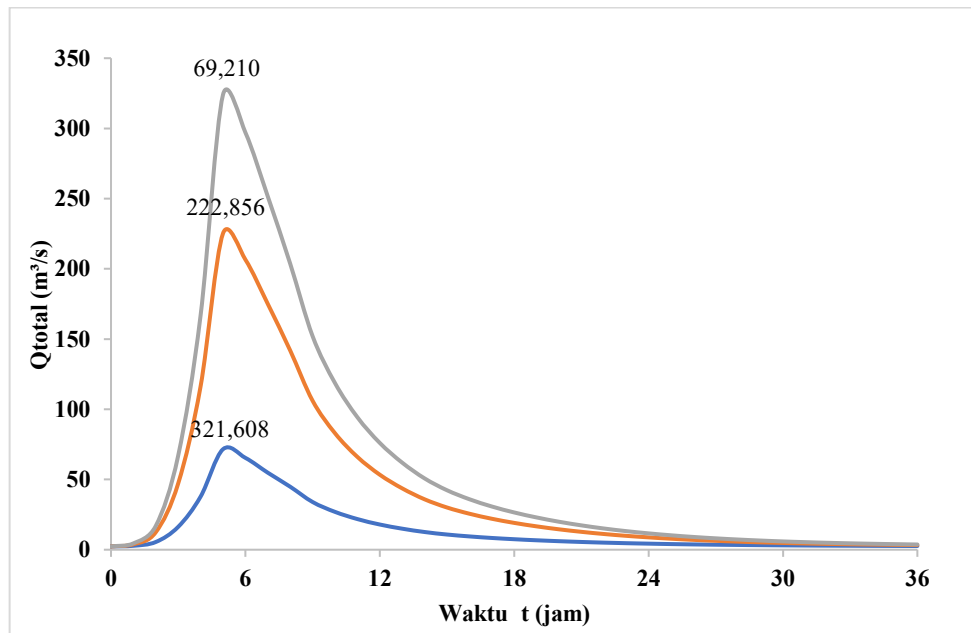
Waktu (jam)	Q_i (m ³ /detik)	$P_c = 17,144$						HLL (m ³ /detik)	Baseflow	Q_{total}
		1,157	1,720	9,435	2,452	1,157	1,01			
0	0,000	0,000						0,000	2,342	2,342
1	0,402	0,465	0,000					0,465	2,342	2,807
2	2,123	2,456	0,692	0,000				3,148	2,342	5,489
3	5,619	6,499	3,653	3,796	0,000			13,948	2,342	16,289
4	4,109	4,752	9,666	20,035	0,987	0,000		35,440	2,342	37,782
5	2,986	3,453	7,068	53,017	5,208	0,465	0,000	69,210	2,342	71,552
6	2,170	2,509	5,136	38,764	13,780	2,456	0,407	63,052	2,342	65,394
7	1,615	1,867	3,732	28,169	10,076	6,499	2,147	52,490	2,342	54,831
8	1,305	1,509	2,777	20,470	7,322	4,752	5,680	42,511	2,342	44,852
9	1,055	1,220	2,245	15,233	5,321	3,453	4,153	31,625	2,342	33,966
10	0,853	0,986	1,815	12,313	3,959	2,509	3,018	24,600	2,342	26,942
11	0,689	0,797	1,467	9,952	3,200	1,867	2,193	19,477	2,342	21,818
12	0,557	0,644	1,185	8,044	2,587	1,509	1,632	15,602	2,342	17,943
13	0,464	0,537	0,958	6,502	2,091	1,220	1,319	12,627	2,342	14,968
14	0,396	0,457	0,798	5,255	1,690	0,986	1,066	10,253	2,342	12,595
15	0,337	0,390	0,680	4,378	1,366	0,797	0,862	8,473	2,342	10,815
16	0,287	0,332	0,580	3,732	1,138	0,644	0,697	7,123	2,342	9,465
17	0,245	0,283	0,494	3,181	0,970	0,537	0,563	6,029	2,342	8,370
18	0,209	0,242	0,422	2,712	0,827	0,457	0,469	5,128	2,342	7,470
19	0,178	0,206	0,359	2,312	0,705	0,390	0,400	4,372	2,342	6,713
20	0,152	0,176	0,306	1,971	0,601	0,332	0,341	3,727	2,342	6,068
21	0,129	0,150	0,261	1,680	0,512	0,283	0,291	3,177	2,342	5,518
22	0,110	0,128	0,223	1,432	0,437	0,242	0,248	2,708	2,342	5,050
23	0,094	0,109	0,190	1,221	0,372	0,206	0,211	2,309	2,342	4,650
24	0,080	0,093	0,162	1,041	0,317	0,176	0,180	1,968	2,342	4,309

Tabel 5.25 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 10 Tahun HSS Nakayasu

Waktu (jam)	Q_i (m ³ /detik)	$P_e = 55,137$						HLL (m ³ /detik)	Baseflow	Q_{total}
		3,719	5,532	30,343	7,887	4,404	3,251			
0	0,000	0,000						0,000	2,342	2,342
1	0,402	1,496	0,000					1,496	2,342	3,838
2	2,123	7,898	2,226	0,000				10,124	2,342	12,465
3	5,619	20,899	11,748	12,208	0,000			44,855	2,342	47,197
4	4,109	15,281	31,087	64,433	3,173	0,000		113,975	2,342	116,316
5	2,986	11,104	22,730	170,502	16,748	1,772	0,000	222,856	2,342	225,197
6	2,170	8,069	16,518	124,666	44,317	9,353	1,308	204,230	2,342	206,572
7	1,615	6,005	12,003	90,592	32,403	24,749	6,904	172,656	2,342	174,997
8	1,305	4,854	8,932	65,832	23,547	18,095	18,268	139,528	2,342	141,870
9	1,055	3,923	7,220	48,990	17,111	13,150	13,357	103,750	2,342	106,092
10	0,853	3,171	5,836	39,597	12,733	9,556	9,706	80,599	2,342	82,941
11	0,689	2,563	4,717	32,006	10,292	7,111	7,053	63,742	2,342	66,084
12	0,557	2,072	3,812	25,870	8,319	5,748	5,249	51,069	2,342	53,411
13	0,464	1,726	3,082	20,910	6,724	4,646	4,243	41,330	2,342	43,671
14	0,396	1,471	2,567	16,901	5,435	3,755	3,429	33,558	2,342	35,900
15	0,337	1,254	2,188	14,079	4,393	3,035	2,772	27,721	2,342	30,063
16	0,287	1,069	1,865	12,002	3,659	2,453	2,240	23,289	2,342	25,631
17	0,245	0,911	1,590	10,231	3,120	2,044	1,811	19,707	2,342	22,048
18	0,209	0,777	1,356	8,722	2,659	1,742	1,509	16,764	2,342	19,105
19	0,178	0,662	1,156	7,435	2,267	1,485	1,286	14,290	2,342	16,632
20	0,152	0,565	0,985	6,338	1,932	1,266	1,096	12,182	2,342	14,523
21	0,129	0,481	0,840	5,403	1,647	1,079	0,934	10,385	2,342	12,726
22	0,110	0,410	0,716	4,606	1,404	0,920	0,797	8,852	2,342	11,194
23	0,094	0,350	0,610	3,926	1,197	0,784	0,679	7,546	2,342	9,888
24	0,080	0,298	0,520	3,347	1,020	0,668	0,579	6,433	2,342	8,774

Tabel 5.26 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 25 Tahun HSS Nakayasu

Waktu (jam)	Q_i (m ³ /detik)	$P_e = 79,569$						HLL (m ³ /detik)	Baseflow	Q_{total}
		5,367	7,984	43,789	11,382	6,356	4,69			
0	0,000	0,000						0,000	2,342	2,342
1	0,402	2,159	0,000					2,159	2,342	4,501
2	2,123	11,398	3,212	0,000				14,610	2,342	16,951
3	5,619	30,160	16,954	17,617	0,000			64,731	2,342	67,073
4	4,109	22,052	44,863	92,985	4,579	0,000		164,479	2,342	166,821
5	2,986	16,025	32,802	246,054	24,169	2,557	0,000	321,608	2,342	323,949
6	2,170	11,645	23,837	179,908	63,955	13,497	1,888	294,729	2,342	297,071
7	1,615	8,666	17,322	130,735	46,762	35,715	9,963	249,163	2,342	251,504
8	1,305	7,004	12,890	95,003	33,981	26,114	26,363	201,356	2,342	203,697
9	1,055	5,662	10,419	70,698	24,693	18,976	19,276	149,724	2,342	152,066
10	0,853	4,576	8,421	57,144	18,376	13,790	14,008	116,315	2,342	118,656
11	0,689	3,699	6,807	46,188	14,853	10,262	10,179	91,988	2,342	94,329
12	0,557	2,990	5,502	37,333	12,005	8,295	7,575	73,699	2,342	76,041
13	0,464	2,490	4,447	30,176	9,704	6,704	6,123	59,644	2,342	61,985
14	0,396	2,123	3,705	24,390	7,843	5,419	4,949	48,429	2,342	50,770
15	0,337	1,810	3,158	20,318	6,340	4,380	4,000	40,005	2,342	42,347
16	0,287	1,543	2,692	17,320	5,281	3,540	3,233	33,609	2,342	35,951
17	0,245	1,315	2,295	14,765	4,502	2,949	2,613	28,439	2,342	30,781
18	0,209	1,121	1,956	12,586	3,838	2,514	2,177	24,192	2,342	26,534
19	0,178	0,956	1,668	10,729	3,271	2,143	1,856	20,623	2,342	22,964
20	0,152	0,815	1,422	9,146	2,789	1,827	1,582	17,580	2,342	19,922
21	0,129	0,694	1,212	7,797	2,377	1,557	1,349	14,986	2,342	17,328
22	0,110	0,592	1,033	6,646	2,027	1,328	1,150	12,775	2,342	15,117
23	0,094	0,505	0,881	5,666	1,728	1,132	0,980	10,890	2,342	13,232
24	0,080	0,430	0,751	4,830	1,473	0,965	0,835	9,283	2,342	11,625



Gambar 5.7 Hidrograf Debit Banjir Rencana HSS Nakayasu

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Nakayasu, diperoleh debit kala ulang 10 tahun (Q_{10}) sebesar 225,197 m³/detik dan kala ulang 25 tahun (Q_{25}) sebesar 323,949 m³/detik. Hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai yang menyatakan bahwa perencanaan pengendalian banjir harus mempertimbangkan debit banjir rencana berdasarkan tingkat perlindungan. Berikut rekapitulasi perhitungan debit rencana yang disajikan dalam Tabel 5.27 dibawah ini.

Tabel 5.27 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan 25 Tahun HSS Nakayasu

Kala ulang (Tahun)	Debit (m ³ /detik)
2	71,552
10	225,197
25	323,949

5.2 Analisis Hidraulika dengan HEC-RAS

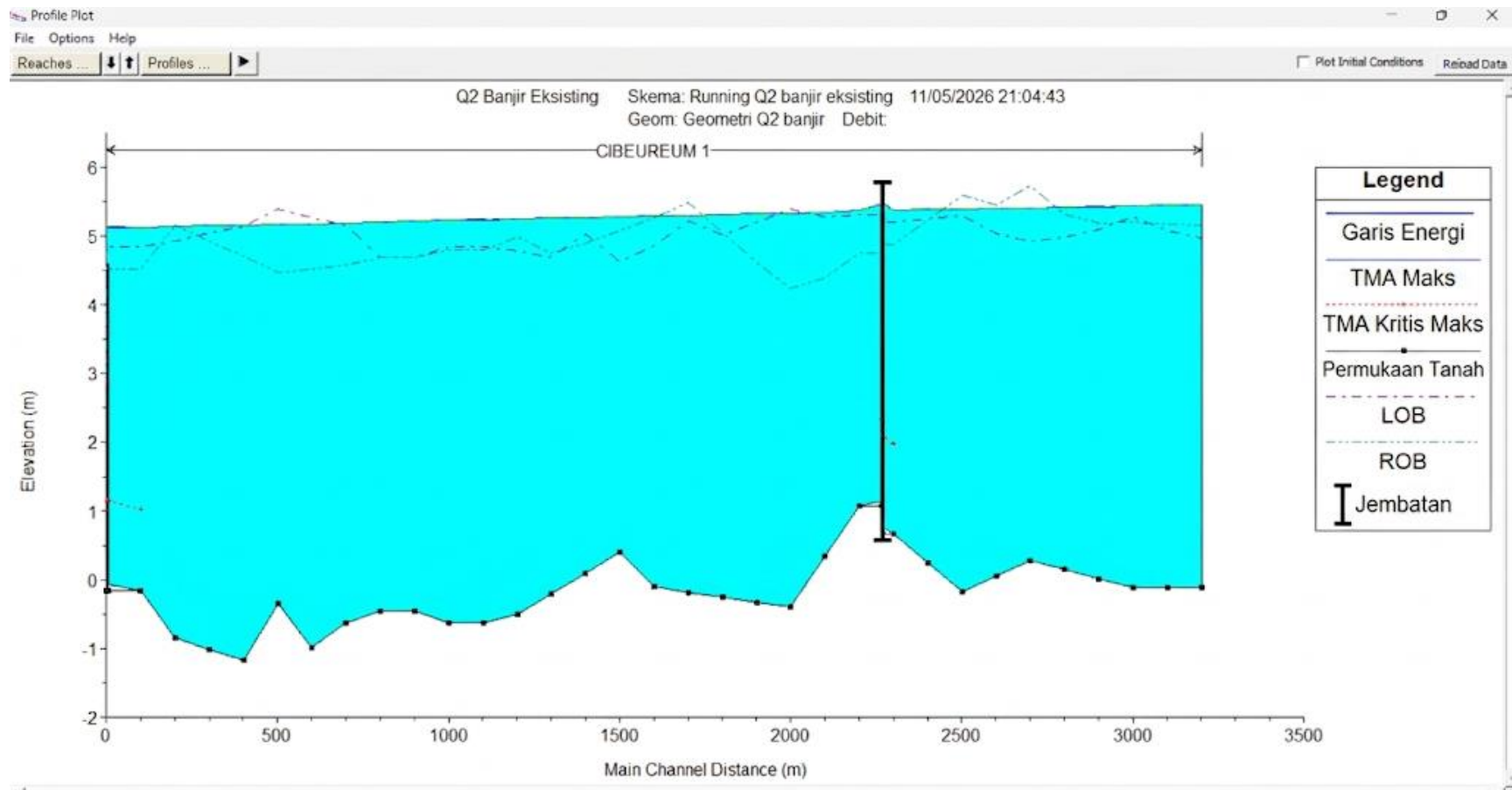
Hasil dari analisis hidraulika yaitu berupa ketinggian muka air banjir yang sesuai dengan berbagai besaran debit rencana yang telah ditetapkan. Berikut ini merupakan urutan pada dua skenario kondisi, yaitu kondisi eksisting dan kondisi dengan pengendalian banjir.

5.2.1 Analisis kapasitas penampang sungai eksisting menggunakan HEC-RAS

Kondisi eksisting ditetapkan berdasarkan data kejadian banjir eksisting pada tanggal 5 Desember 2024 seperti tinggi, lokasi limpasan, dan titik luapan yang benar-benar terjadi sesuai dengan data yang telah diperoleh dari lapangan.

1. Penampang memanjang sungai (*profile plot*)

Hasil pemodelan diawali dengan penampang memanjang sungai melalui tampilan *Profile Plot* untuk memperlihatkan profil muka air sepanjang ruas sungai secara menyeluruh. Hasil ini menggambarkan hubungan antara elevasi dasar sungai, elevasi muka air, serta garis energi dari hulu ke hilir, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan karakteristik aliran, kecenderungan kenaikan atau penurunan muka air, serta potensi terjadinya kondisi kritis pada segmen tertentu yang ditampilkan pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Profile Plot Kondisi Eksisting (Q2)

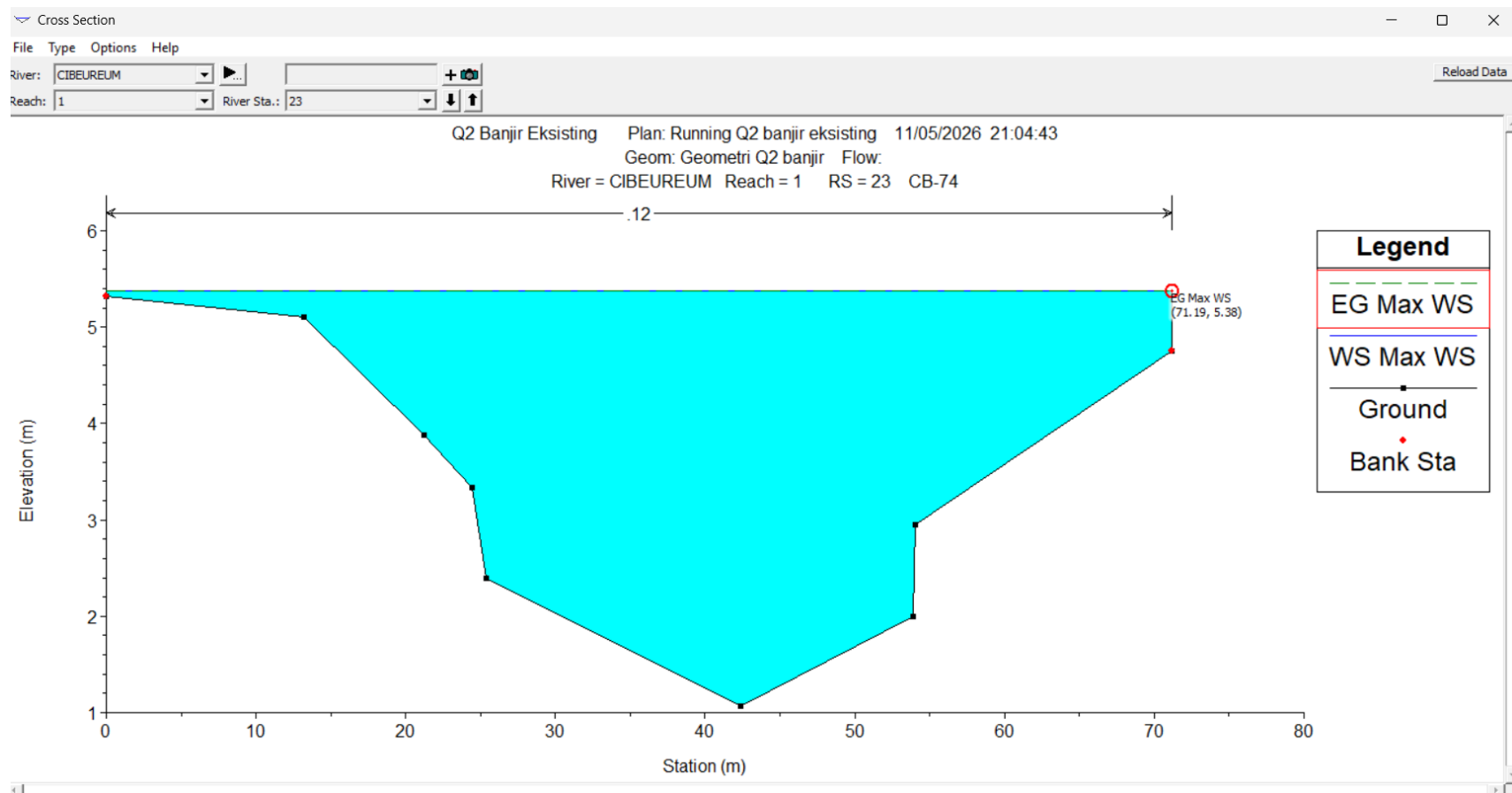
Berdasarkan hasil pemodelan tersebut, kenaikan muka air yang terjadi pada beberapa segmen sungai mengindikasikan keterbatasan kapasitas penampang dalam mengalirkan debit banjir Q_2 . Berdasarkan hasil pengolahan data penampang, diperoleh nilai rata-rata lebar penampang sungai sebesar 95,29 m.

2. Penampang melintang sungai (*cross section*)

Secara umum kapasitas geometri sungai pada kondisi eksisting, khususnya di Sta.23, masih menunjukkan adanya penyempitan lokal yang menyebabkan ketidakmampuan penampang dalam mengalirkan debit banjir Q_2 secara optimal. Penyempitan ini berdampak pada peningkatan kecepatan aliran serta kenaikan muka air di sekitar penampang, sehingga berpotensi menimbulkan limpasan. Titik *cross section* Sta.23 dipilih sebagai lokasi tinjauan karena merupakan segmen yang dipengaruhi oleh keberadaan jembatan dan sekaligus digunakan sebagai lokasi kalibrasi model, sehingga merepresentasikan kondisi kritis dalam sistem aliran. Hal ini juga didukung oleh hasil pengamatan lapangan, dimana pada lokasi tersebut terlihat adanya penyempitan alur dan indikasi genangan saat debit meningkat. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh Gambar 5.9 dan 5.10 berikut.



Gambar 5.9 Dokumentasi Lapangan Sta.23



Gambar 5.10 Kondisi Eksisting *Cross Section Sta. 2*

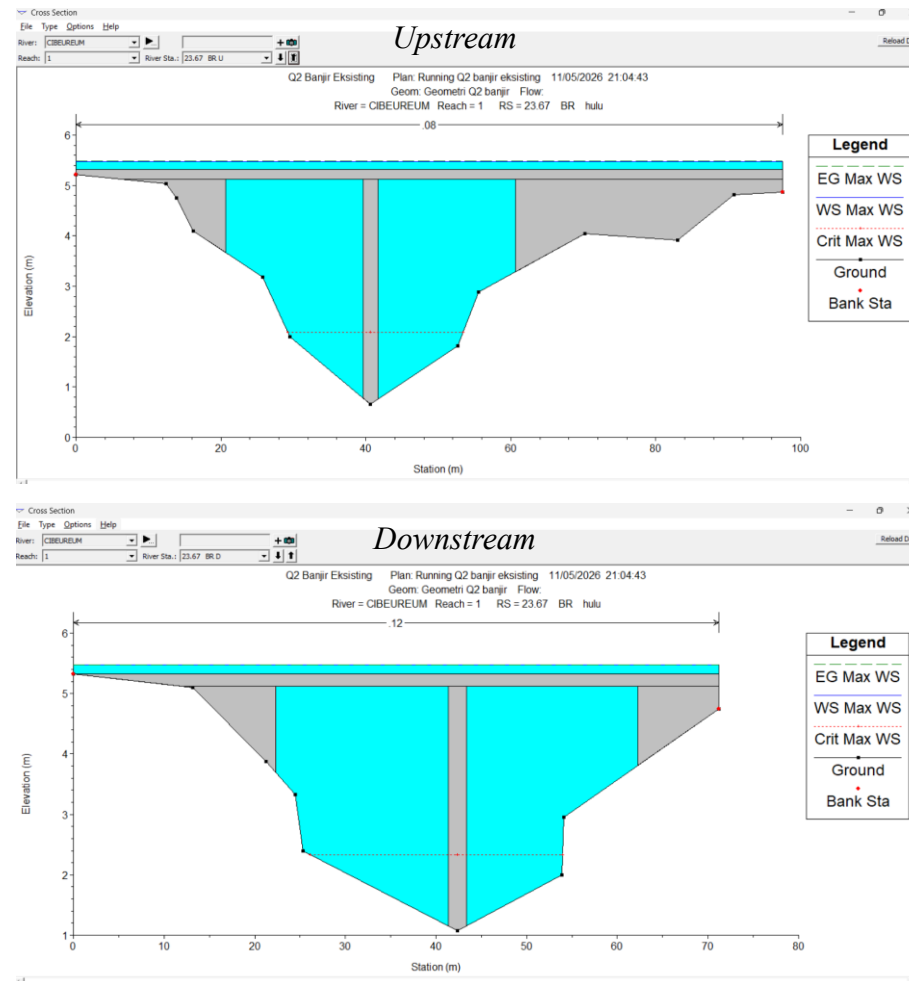
Hasil simulasi pada Gambar 5.6 menunjukkan bahwa tinggi muka air pada lokasi tinjauan *cross section* Sta. 23 pada kondisi eksisting berada pada kisaran $\pm 0,6$ m terhadap batas penampang. Nilai ini membuktikan bahwa muka air telah melampaui elevasi tebing akibat adanya penyempitan alur di bawah jembatan. Secara hidraulika, kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas penampang pada Sta. 23 belum mampu mengalirkan debit banjir secara optimal, sehingga berpotensi menimbulkan limpasan pada saat debit meningkat.

3. Kondisi jembatan

Pada penampang jembatan Sta.23,5 terjadi penyempitan alur di bawah jembatan yang mempengaruhi kapasitas aliran. Penyempitan tersebut menyebabkan perubahan karakteristik hidraulika, seperti peningkatan kecepatan aliran dan kenaikan muka air di sekitar penampang, sehingga berpotensi menjadi titik kritis terhadap terjadinya limpasan. Kondisi ini tidak hanya ditunjukkan melalui hasil pemodelan, tetapi juga didukung oleh dokumentasi lapangan yang menggambarkan kondisi eksisting sungai dan struktur jembatan secara nyata, termasuk geometri penampang dan keterbatasan ruang aliran. Berikut visualisasi nya ditampilkan pada Gambar 5.11 dan 5.12.



Gambar 5.11 Dokumentasi Lapangan di Titik Jembatan Sta.23,5



Gambar 5.12 Kondisi Eksisting Jembatan Sta.23,5

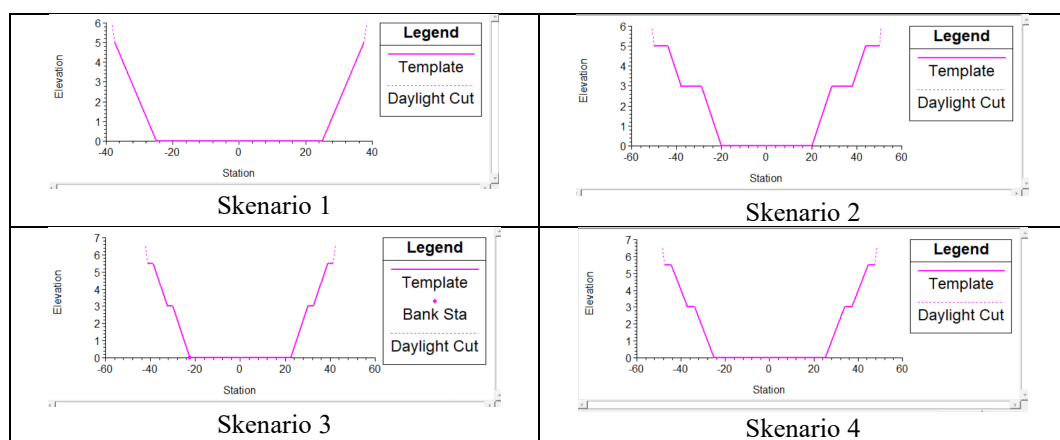
Pemodelan debit banjir Q_2 menunjukkan selisih tinggi muka air antara hasil simulasi dan observasi sekitar ± 60 cm, yang mengindikasikan bahwa hasil simulasi masih berada dalam tingkat kesesuaian yang dapat diterima terhadap kondisi lapangan. Hasil tersebut disajikan dalam bentuk perbandingan antara elevasi muka air hasil simulasi dan elevasi tebing sungai untuk mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami limpasan atau banjir pada kondisi eksisting, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.28.

Tabel 5.28 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Eksisting

No	River Sta.	Cross Section	Jarak (m)	Elevasi LOB (m)	Elevasi ROB (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Hasil
0	33	CB.64	100	4,97	5,16	-0,11	5,46	Banjir di ke 2 tebing
1	32	CB.65	100	5,08	5,18	-0,12	5,45	Banjir di ke 2 tebing
2	31	CB.66	100	5,29	5,21	-0,12	5,44	Banjir di ke 2 tebing
3	30	CB.67	100	5,09	5,19	0,01	5,43	Banjir di ke 2 tebing
4	29	CB.68	100	4,99	5,31	0,15	5,42	Banjir di ke 2 tebing
5	28	CB.69	100	4,92	5,74	0,28	5,41	Banjir di tebing kiri
6	27	CB.70	100	5,04	5,45	0,06	5,40	Banjir di tebing kiri
7	26	CB.71	100	5,3	5,6	-0,17	5,40	Banjir di tebing kiri
8	25	CB.72	100	5,25	5,23	0,24	5,39	Banjir di ke 2 tebing
9	24	CB.73	100	5,21	4,87	0,66	5,37	Banjir di ke 2 tebing
10	23	CB.74	100	5,32	4,75	1,07	5,37	Banjir di ke 2 tebing
11	22	CB.75	100	5,28	4,39	0,34	5,35	Banjir di ke 2 tebing
12	21	CB.76	100	5,39	4,24	-0,40	5,33	Banjir di tebing kanan
13	20	CB.77	100	5,21	4,61	-0,33	5,33	Banjir di ke 2 tebing
14	19	CB.78	100	5,02	5,05	-0,26	5,31	Banjir di ke 2 tebing
15	18	CB.79	100	5,22	5,49	-0,19	5,30	Banjir di tebing kiri
16	17	CB.80	100	4,86	5,27	-0,10	5,29	Banjir di ke 2 tebing
17	16	CB.81	100	4,63	5,08	0,40	5,28	Banjir di ke 2 tebing
18	15	CB.82	100	5,04	4,89	0,09	5,27	Banjir di ke 2 tebing
19	14	CB.83	100	4,69	4,76	-0,21	5,26	Banjir di ke 2 tebing
20	13	CB.84	100	4,79	4,99	-0,51	5,25	Banjir di ke 2 tebing
21	12	CB.85	100	4,84	4,8	-0,63	5,24	Banjir di ke 2 tebing
22	11	CB.86	100	4,84	4,8	-0,63	5,23	Banjir di ke 2 tebing
23	10	CB.87	100	4,69	4,69	-0,45	5,22	Banjir di ke 2 tebing
24	9	CB.88	100	4,69	4,69	-0,45	5,20	Banjir di ke 2 tebing
25	8	CB.89	100	5,16	4,58	-0,63	5,18	Banjir di ke 2 tebing
26	7	CB.90	100	5,26	4,52	-0,99	5,17	Banjir di tebing kanan
27	6	CB.91	100	5,39	4,47	-0,35	5,17	Banjir di tebing kanan
28	5	CB.92	100	5,15	4,7	-1,18	5,16	Banjir di tebing kanan
29	4	CB.93	100	5,05	4,92	-1,01	5,15	Banjir di ke 2 tebing
30	3	CB.94	100	4,93	5,16	-0,84	5,14	Banjir di tebing kiri
31	2	CB.95	100	4,85	4,52	-0,16	5,13	Banjir di ke 2 tebing
32	1	CB.96	100	4,85	4,52	-0,16	5,13	Banjir di ke 2 tebing
33	0	CB.97	100	2,81	2,97	-0,16	5,13	Banjir di ke 2 tebing

5.2.2 Analisis kapasitas penampang sungai rencana menggunakan HEC-RAS

Pengendalian banjir dilakukan mengacu pada Permen PUPR No. 12 dengan mempertimbangkan kapasitas penampang, debit banjir rencana, tinggi muka air, serta kondisi geometrik dan kekasaran saluran. Selanjutnya dilakukan pemodelan hidraulika dengan 4 skenario untuk menentukan konfigurasi penampang yang paling efektif dalam menampung debit banjir dan mencegah limpasan. Sketsa masing-masing skenario ditampilkan dalam Gambar 5.13 berikut



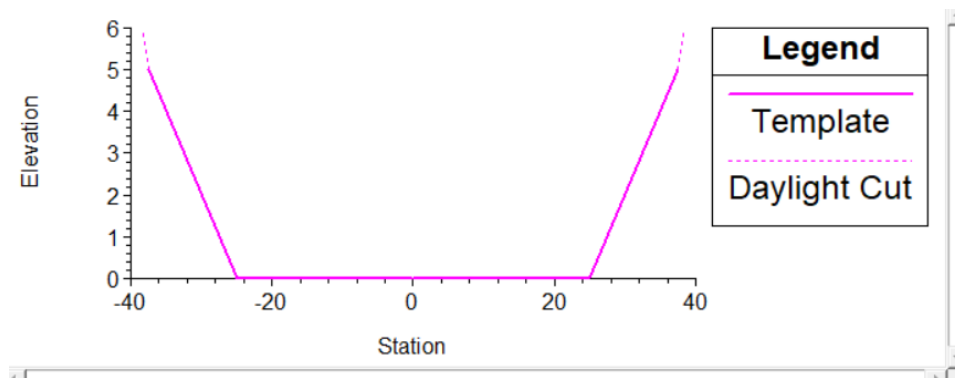
Gambar 5.13 Sketsa Skenario Penampang

5.2.2.1 Kondisi pengendalian skenario 1 (Q_{10})

Simulasi HEC-RAS pada skenario 1 dilakukan dengan memodelkan sketsa penampang rencana berbentuk trapesium dengan:

- Lebar dasar (b) = 50 m,
- Tinggi (h) = 5m,
- Kemiringan talud = 1H:2,5V,
- Koefisien *mannig* = 0,03 (saluran alam).

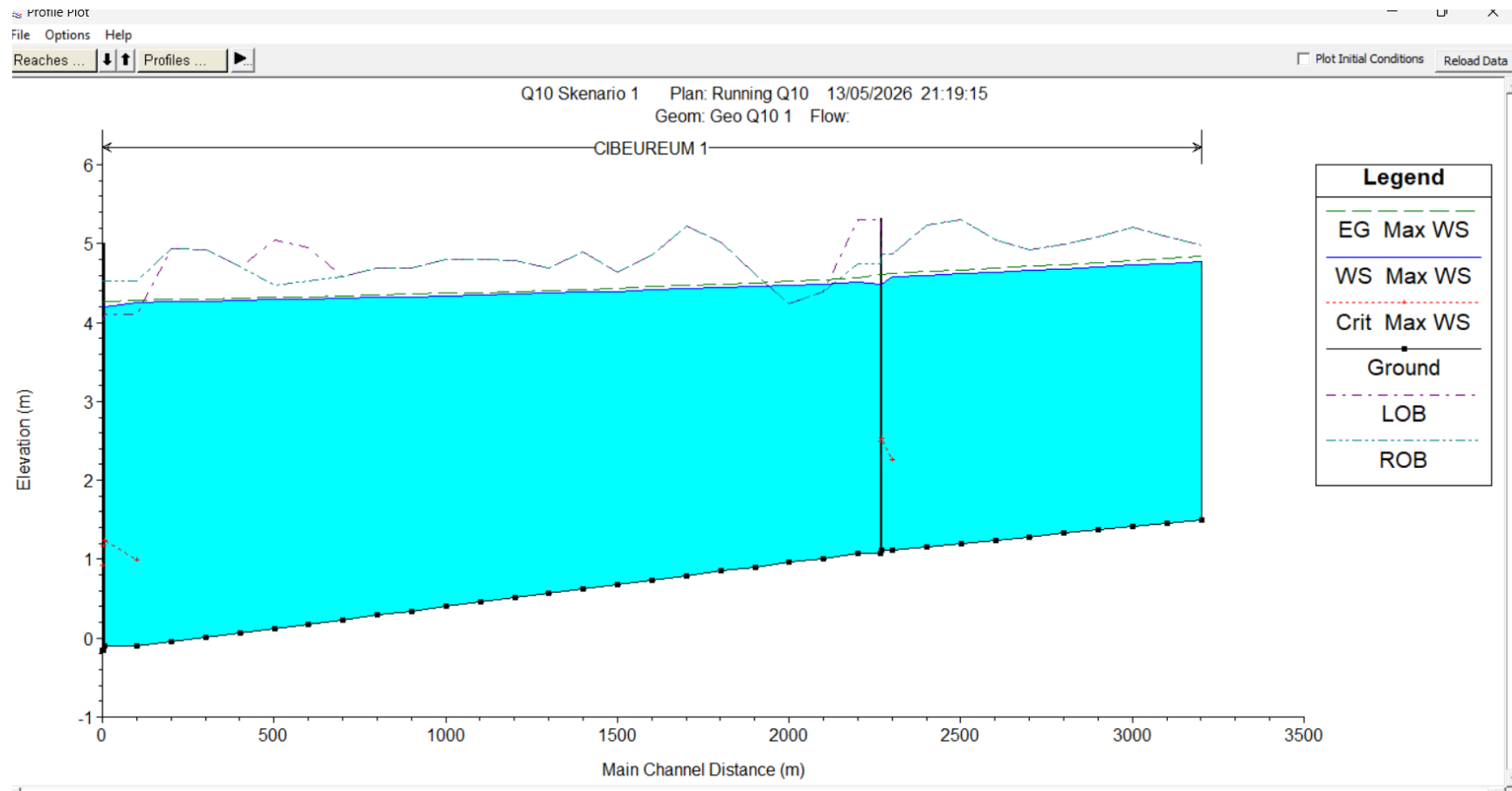
Sketsa penampang pada skenario 1 ditunjukkan dalam Gambar 5.14 berikut.



Gambar 5.14 Sketsa Pengendalian Skenario 1

1. Penampang memanjang sungai (*profile plot*)

Gambar ini menyajikan hubungan antara elevasi dasar sungai, elevasi muka air dan garis energi dari hulu ke hilir, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai perilaku aliran pada kondisi yang dimodelkan. Berdasarkan pemodelan sketsa tersebut, diperoleh hasil simulasi aliran yang kemudian ditampilkan dalam bentuk *Profile Plot* untuk memperlihatkan profil muka air sepanjang ruas sungai secara memanjang. Hasil tersebut ditampilkan dalam Gambar 5.15 berikut.

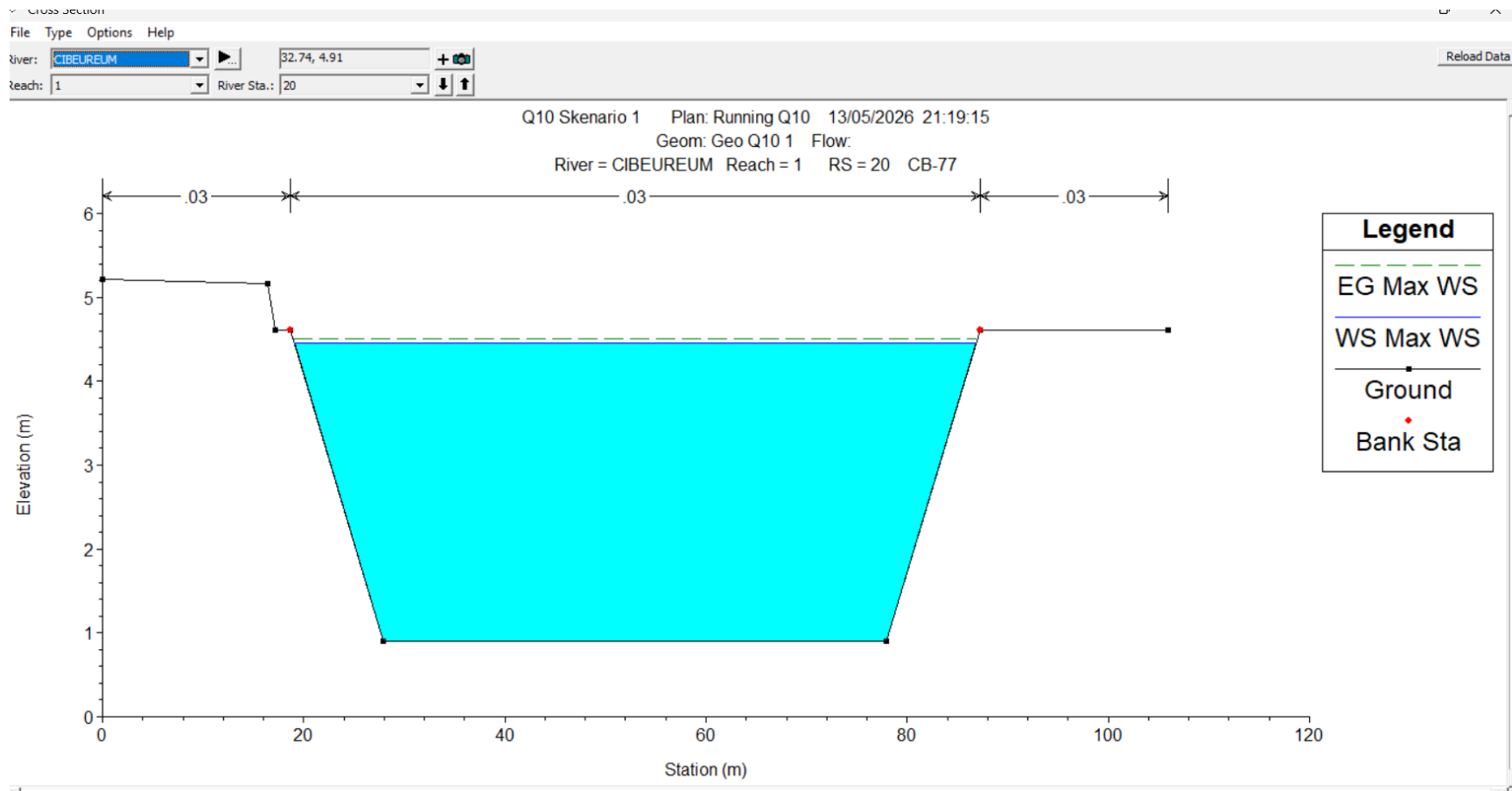


Gambar 5.15 Profile Plot Kondisi Pengendalian (Q₁₀) Skenario 1

Berdasarkan tampilan *Profile Plot* pada Gambar 5.10 tersebut, analisis difokuskan pada parameter hidraulik yang memengaruhi kapasitas aliran, yaitu elevasi muka air (*water surface elevation*), elevasi tebing sungai, debit aliran rencana (Q), serta geometri penampang (luas basah dan lebar permukaan). Hasil simulasi menunjukkan bahwa elevasi muka air pada debit banjir rencana masih berada di bawah elevasi tebing sungai masih memenuhi kriteria perencanaan. Selain itu, nilai luas penampang basah dan kapasitas aliran yang terbentuk menunjukkan bahwa penampang mampu mengalirkan debit (Q) tanpa melampaui batas tebing. Dari sisi parameter kecepatan aliran dan kemiringan energi (*energy slope*), kondisi aliran juga masih berada dalam batas yang aman sehingga tidak menimbulkan potensi gerusan berlebih maupun gangguan stabilitas tebing. Dengan demikian, berdasarkan parameter-parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa kapasitas hidraulik penampang sungai pada kondisi pengendalian telah memenuhi syarat, karena mampu mengalirkan debit banjir rencana tanpa terjadi limpasan, serta tetap menjaga kestabilan aliran di dalam saluran.

2. Penampang melintang sungai (*cross section*)

Lokasi tinjauan yang difokuskan pada *cross section* Sta.23 untuk melihat kondisi kapasitas penampang secara lebih rinci pada titik tinjauan yang ditunjukkan dalam Gambar 5.16 berikut.

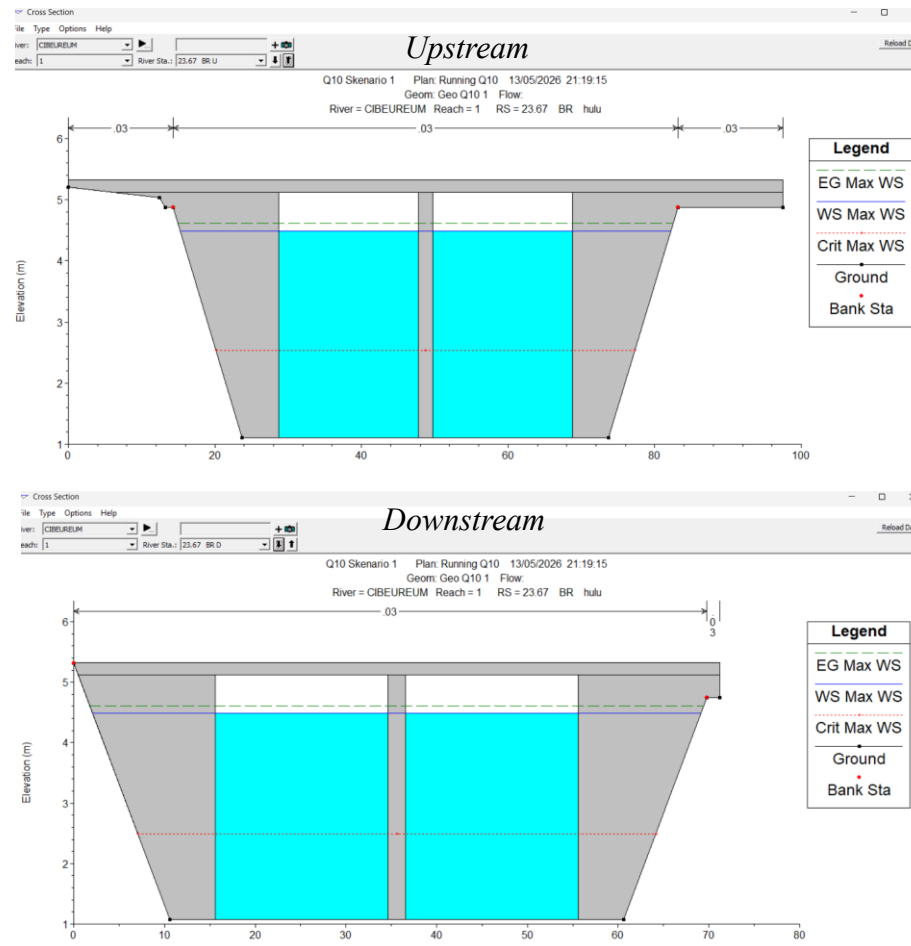


Gambar 5.16 Kondisi Pengendalian (Q₁₀) Skenario 1 *Cross Section* Sta. 23

Berdasarkan hasil pemodelan hidraulik yang telah dilakukan, pengaturan penampang sungai dengan lebar 50 m dan tinggi 5 m menunjukkan peningkatan kapasitas aliran yang signifikan, khususnya pada lokasi tinjauan. Dimensi penampang tersebut mampu memperbesar luas basah aliran sehingga debit banjir rencana dapat dialirkan dengan lebih optimal tanpa melampaui batas tebing sungai. Selain itu, peningkatan lebar penampang juga berkontribusi dalam menurunkan kecepatan aliran secara relatif, sehingga potensi gerusan pada dasar maupun tebing sungai dapat diminimalkan. Dari hasil simulasi, kondisi ini tercermin pada profil muka air yang cenderung lebih rendah dibandingkan kondisi eksisting, sehingga lebih aman terhadap kemungkinan limpasan. Dengan demikian, pengaturan dimensi penampang tersebut dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan kinerja hidraulik sungai, baik dalam hal kapasitas tampung maupun kestabilan aliran, sehingga mampu mengurangi risiko terjadinya banjir pada lokasi yang ditinjau.

3. Kondisi jembatan

Pada bagian hulu, terdapat jembatan di Sta.23,5 yang dalam pemodelan menjadi titik pengendali aliran karena bagian bawah jembatan membatasi ruang aliran, terutama saat debit banjir meningkat. Setelah dilakukan penyesuaian penampang pada skenario 1, kondisi aliran di bawah jembatan menjadi lebih aman dan kapasitas alirannya lebih memadai untuk melewatkan debit banjir rencana. Kondisi jembatan pada bagian hulu tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 1 Jembatan Hulu pada *Crosssection* Sta. 23,5

Untuk lokasi jembatan, hasil pemodelan debit banjir Q_2 pada skenario pengendalian 1 menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai dengan selisih sekitar $\pm 0,6$ m. Selisih ini menunjukkan bahwa kapasitas penampang di sekitar jembatan masih mampu menampung aliran tanpa terjadi limpasan secara langsung.

Pemodelan debit banjir Q_{10} pada kondisi pengendalian menunjukkan bahwa terjadi penurunan tinggi muka air dibandingkan kondisi eksisting, sehingga selisih antara hasil simulasi dan kondisi observasi menjadi relatif lebih kecil dan berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Hal ini membuktikan bahwa upaya pengendalian yang direncanakan mampu meningkatkan kapasitas penampang sungai dalam menampung debit banjir rencana. Hasil simulasi tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk perbandingan antara elevasi muka air hasil pemodelan dengan elevasi tebing sungai untuk pengendalian dalam mengurangi potensi limpasan atau banjir pada kondisi Q_{10} , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.29.

Tabel 5.29 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 1

No	River Sta.	Cross Section	Jarak (m)	Elevasi LOB (m)	Elevasi ROB (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Hasil
0	33	CB.64	100	4,97	4,99	1,33	4,78	Aman
1	32	CB.65	100	5,08	4,92	1,28	4,75	Aman
2	31	CB.66	100	5,21	5,04	1,24	4,73	Aman
3	30	CB.67	100	5,09	5,30	1,20	4,70	Aman
4	29	CB.68	100	4,99	5,23	1,16	4,68	Aman
5	28	CB.69	100	4,92	4,87	1,11	4,66	Aman
6	27	CB.70	100	5,04	4,99	1,33	4,64	Aman
7	26	CB.71	100	5,30	4,92	1,28	4,62	Aman
8	25	CB.72	100	5,23	5,04	1,24	4,60	Aman
9	24	CB.73	100	4,87	5,30	1,20	4,58	Aman
10	23	CB.74	100	5,31	4,75	1,07	4,51	Aman
11	22	CB.75	100	4,39	4,39	1,01	4,49	Banjir di tebing kanan
12	21	CB.76	100	4,24	4,24	0,96	4,47	Banjir di tebing kanan
13	20	CB.77	100	4,61	4,61	0,90	4,46	Aman
14	19	CB.78	100	5,02	5,02	0,85	4,44	Aman
15	18	CB.79	100	5,22	5,22	0,79	4,43	Aman
16	17	CB.80	100	4,86	4,86	0,73	4,41	Aman
17	16	CB.81	100	4,63	4,63	0,68	4,40	Aman
18	15	CB.82	100	4,89	4,89	0,62	4,38	Aman
19	14	CB.83	100	4,69	4,69	0,57	4,37	Aman
20	13	CB.84	100	4,79	4,79	0,51	4,36	Aman
21	12	CB.85	100	4,80	4,80	0,46	4,35	Aman
22	11	CB.86	100	4,80	4,80	0,40	4,34	Aman
23	10	CB.87	100	4,69	4,69	0,34	4,33	Aman
24	9	CB.88	100	4,69	4,69	0,29	4,32	Aman
25	8	CB.89	100	4,58	4,58	0,23	4,31	Aman
26	7	CB.90	100	4,95	4,52	0,18	4,30	Aman
27	6	CB.91	100	5,04	4,47	0,12	4,29	Aman
28	5	CB.92	100	4,70	4,70	0,06	4,28	Aman
29	4	CB.93	100	4,92	4,92	0,01	4,27	Aman
30	3	CB.94	100	4,93	4,93	-0,05	4,27	Aman
31	2	CB.95	100	4,10	4,52	-0,10	4,26	Banjir di tebing kiri
32	1	CB.96	100	4,04	4,52	-0,16	4,23	Banjir di tebing kiri
33	0	CB.97	100	4,04	4,52	-0,16	4,23	Banjir di tebing kiri

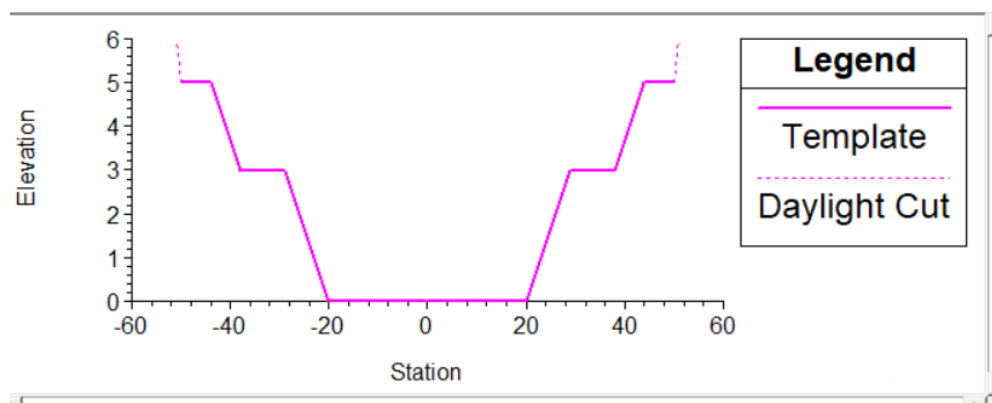
Berdasarkan hasil rekapitulasi pemodelan hidraulik yang menunjukkan masih terjadinya limpasan pada beberapa titik, yaitu di Sta.22 dan Sta.21 pada tebing kanan serta Sta.2 hingga Sta.0 pada tebing kiri, maka diperlukan perencanaan tanggul sebagai upaya pengendalian banjir yang lebih efektif.

5.2.2.2 Kondisi pengendalian skenario 2 (Q_{10})

Simulasi HEC-RAS pada skenario 2 dilakukan dengan memodelkan sketsa penampang rencana berbentuk trapesium bertingkat dengan:

Lebar dasar (b)	= 40 m,
h_1	= 3m,
h_2	= 2 m,
Kemiringan talud	= 1H:3V,
Koefisien <i>manning</i>	= 0,03 (saluran alam).

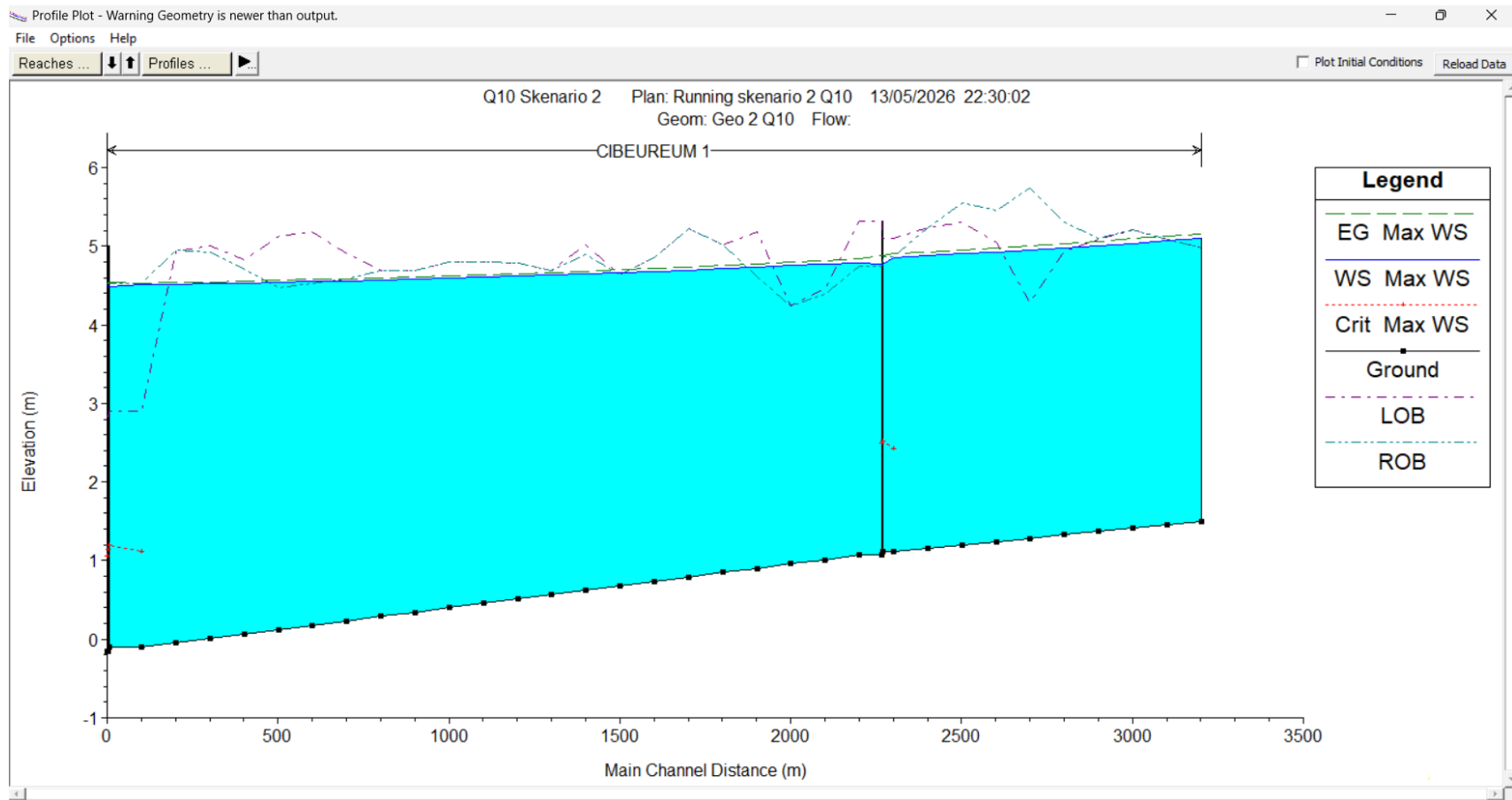
Sketsa penampang pada skenario 2 ditunjukkan dalam Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Sketsa Skenario 2

1. Potongan memanjang sungai (*profile plot*)

Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh profil muka air yang kemudian ditampilkan dalam bentuk potongan memanjang untuk menunjukkan perubahan elevasi muka air secara memanjang pada ruas sungai. Hasil *Profile Plot* tersebut ditampilkan pada Gambar 5.19 berikut.

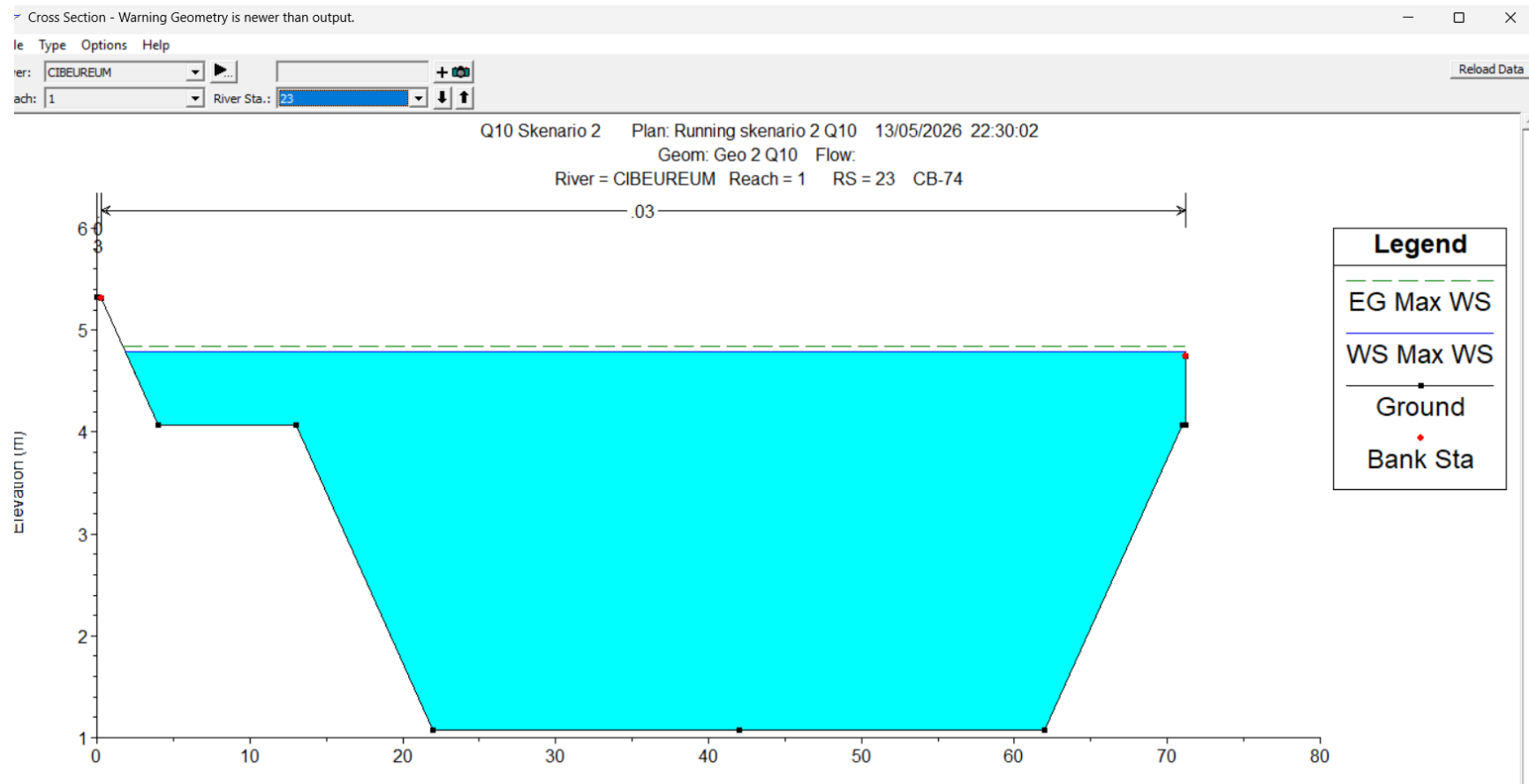


Gambar 5.19 Profile Plot Kondisi Pengendalian (Q₁₀) Skenario 2

Berdasarkan tampilan *profile plot* pada gambar tersebut, terlihat bahwa profil muka air banjir rencana masih berada di bawah elevasi tebing rencana sepanjang ruas sungai yang ditinjau, sehingga aliran tetap terkendali di dalam penampang.

2. Potongan melintang sungai (*cross section*)

Selanjutnya, pembahasan difokuskan pada *cross section* Sta.23 untuk melihat kondisi kapasitas penampang secara lebih rinci pada titik tinjauan yang ditunjukkan dalam Gambar 5.20 berikut.

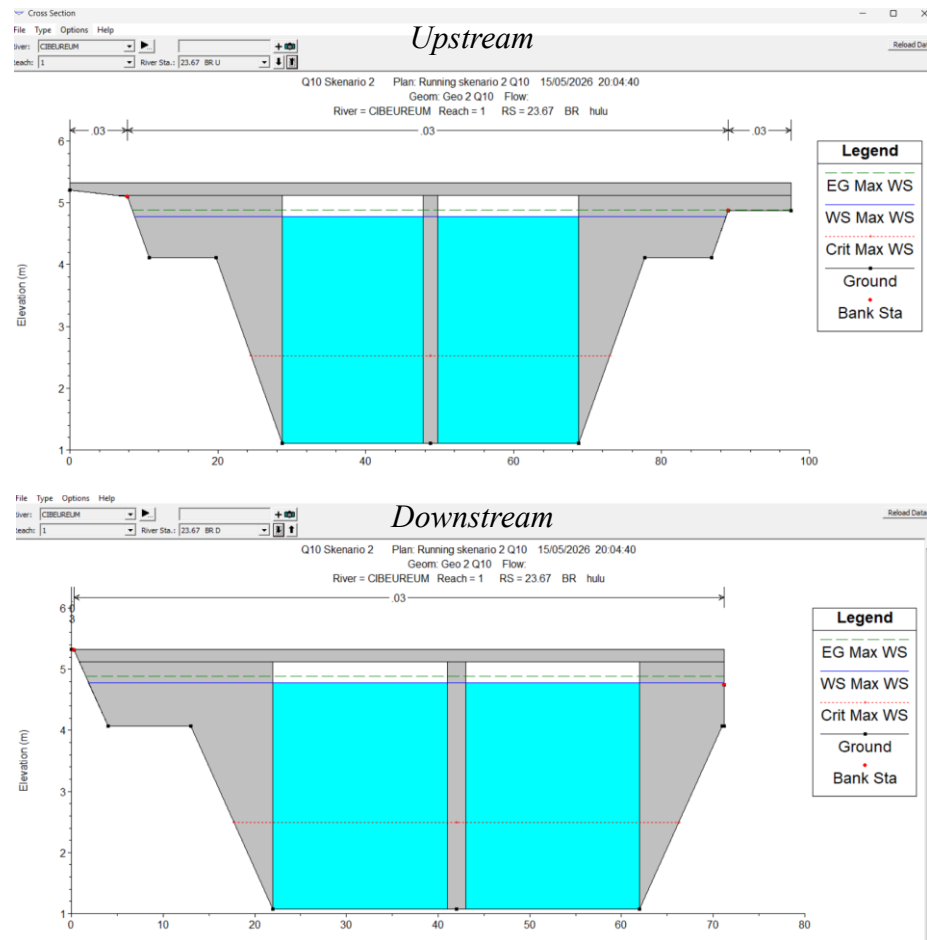


Gambar 5.20 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 2 *Cross Section* Sta. 23

Hasil simulasi memperlihatkan adanya penurunan elevasi muka air dibandingkan kondisi eksisting, namun pada beberapa segmen penampang, terutama di area tebing, posisi muka air masih berada sangat mendekati elevasi batas sungai. Hal ini mengindikasikan bahwa walaupun terjadi peningkatan kapasitas aliran, kinerja hidraulik yang dihasilkan belum sepenuhnya optimal dan masih menyisakan potensi terjadinya limpasan apabila debit meningkat atau terjadi kondisi hidrologi yang lebih ekstrem..

3. Kondisi jembatan

Pada bagian hulu, terdapat jembatan di Sta.23,5 yang dalam pemodelan direpresentasikan pada *cross section* Sta.23, yaitu penampang tepat di bawah jembatan. Kondisi jembatan pada bagian hulu tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Kondisi Pengendalian (Q_{10}) Skenario 2 Jembatan Hulu pada *Crosssection* Sta. 23,5

Pada lokasi jembatan, hasil pemodelan debit banjir Q_2 pada skenario pengendalian 2 menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai dengan selisih sekitar $\pm 0,34$ m. Nilai selisih ini mengindikasikan bahwa kapasitas penampang di sekitar jembatan masih mampu menyalurkan aliran tanpa menyebabkan limpasan, meskipun keamanannya lebih kecil dibandingkan skenario sebelumnya.

Hasil simulasi tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk perbandingan antara elevasi muka air hasil pemodelan dengan elevasi tebing sungai untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian dalam mengurangi potensi limpasan pada kondisi Q_{10} , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.30.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 2

No	River Sta.	Cross Section	Jarak (m)	Elevasi LOB (m)	Elevasi ROB (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Hasil
0	33	CB.64	100	4.97	4.97	1.5	5.1	Banjir di tebing kiri
1	32	CB.65	100	5.08	5.08	1.46	5.07	Aman
2	31	CB.66	100	5.21	5.21	1.41	5.04	Aman
3	30	CB.67	100	5.09	5.1	1.37	5.01	Aman
4	29	CB.68	100	4.93	5.31	1.33	4.98	Banjir di tebing kiri
5	28	CB.69	100	4.28	5.74	1.28	4.95	Banjir di tebing kiri
6	27	CB.70	100	5.04	5.45	1.24	4.93	Aman
7	26	CB.71	100	5.3	5.55	1.2	4.9	Aman
8	25	CB.72	100	5.23	5.23	1.16	4.88	Aman
9	24	CB.73	100	5.1	4.87	1.11	4.85	Aman
10	23	CB.74	100	5.32	4.75	1.07	4.79	Banjir di tebing kanan
11	22	CB.75	100	4.46	4.39	1.01	4.77	Banjir di tebing kanan
12	21	CB.76	100	4.24	4.24	0.96	4.75	Banjir di tebing kanan
13	20	CB.77	100	5.18	4.61	0.9	4.73	Banjir di tebing kanan
14	19	CB.78	100	5.02	5.02	0.85	4.71	Aman
15	18	CB.79	100	5.22	5.22	0.79	4.69	Aman
16	17	CB.80	100	4.86	4.86	0.73	4.68	Aman
17	16	CB.81	100	4.63	4.63	0.68	4.66	Banjir di tebing kiri
18	15	CB.82	100	5.01	4.89	0.62	4.64	Aman
19	14	CB.83	100	4.69	4.69	0.57	4.63	Aman
20	13	CB.84	100	4.79	4.79	0.51	4.62	Aman
21	12	CB.85	100	4.8	4.8	0.46	4.6	Aman
22	11	CB.86	100	4.8	4.8	0.4	4.59	Aman
23	10	CB.87	100	4.69	4.69	0.34	4.58	Aman
24	9	CB.88	100	4.69	4.69	0.29	4.57	Aman
25	8	CB.89	100	4.91	4.58	0.23	4.56	Aman
26	7	CB.90	100	5.18	4.52	0.18	4.55	Banjir di tebing kanan
27	6	CB.91	100	5.12	4.47	0.12	4.54	Banjir di tebing kanan
28	5	CB.92	100	4.82	4.7	0.06	4.53	Aman
29	4	CB.93	100	5.01	4.92	0.01	4.52	Aman
30	3	CB.94	100	4.93	4.95	-0.05	4.52	Aman
31	2	CB.95	100	2.9	4.52	-0.1	4.51	Banjir di kedua tebing
32	1	CB.96	100	2.84	4.52	-0.16	4.5	Banjir di kedua tebing
33	0	CB.97	100	2.84	4.52	-0.16	4.5	Banjir di kedua tebing

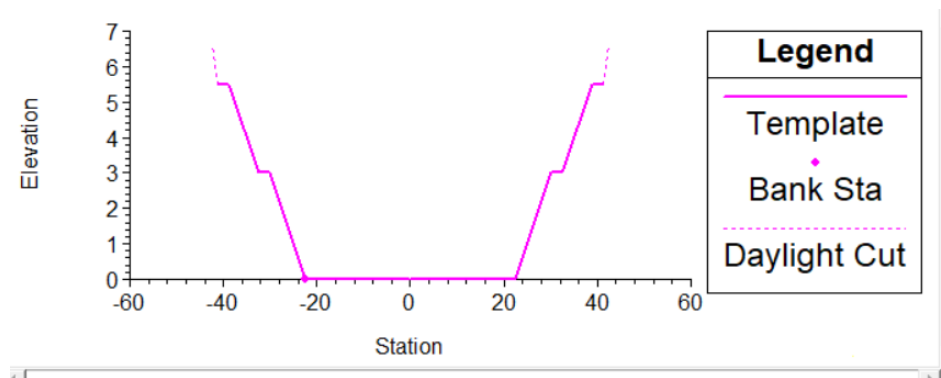
Berdasarkan hasil rekapitulasi pemodelan hidraulik yang menunjukkan masih terjadinya limpasan pada beberapa titik, yaitu di Sta.33, Sta.29 dan Sta.28 pada tebing kiri, kemudian di Sta.23 hingga Sta.20 serta Sta.7 dan Sta.6 pada tebing kanan, serta pada Sta.2 hingga Sta.0 yang mengalami limpasan di kedua tebing, maka diperlukan perencanaan tanggul sebagai upaya pengendalian banjir yang lebih efektif guna meningkatkan kapasitas penampang dan mencegah terjadinya limpasan pada segmen-segmen kritis tersebut.

5.2.2.3 Kondisi pengendalian skenario 3 (Q_{25})

Simulasi HEC-RAS pada skenario 3 dilakukan dengan memodelkan sketsa penampang rencana berbentuk trapesium bertingkat dengan:

- Lebar dasar (b) = 45 m,
- h_1 = 3 m,
- h_2 = 2,5 m,
- Kemiringan talud = 1H:3V,
- Koefisien *mannig* = 0,03 (saluran alam).

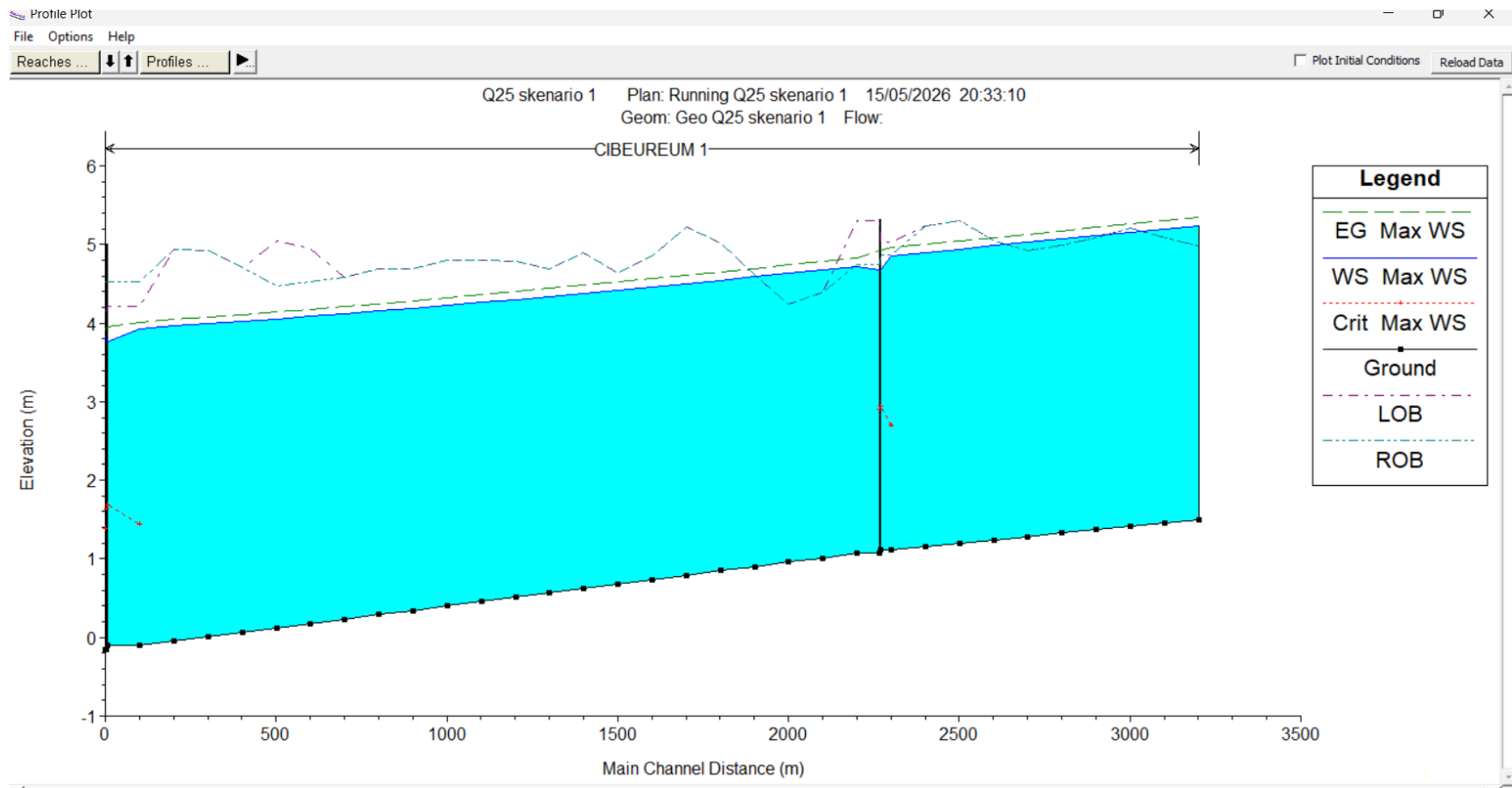
Sketsa penampang pada skenario 3 ditunjukkan dalam Gambar 5.22 berikut.



Gambar 5.22 Sketsa Skenario 3

1. Potongan memanjang sungai (*profile plot*)

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, diperoleh profil muka air yang selanjutnya disajikan dalam bentuk potongan memanjang guna menggambarkan perubahan elevasi muka air sepanjang ruas sungai. Visualisasi hasil tersebut ditampilkan dalam bentuk *Profile Plot* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.23 berikut.

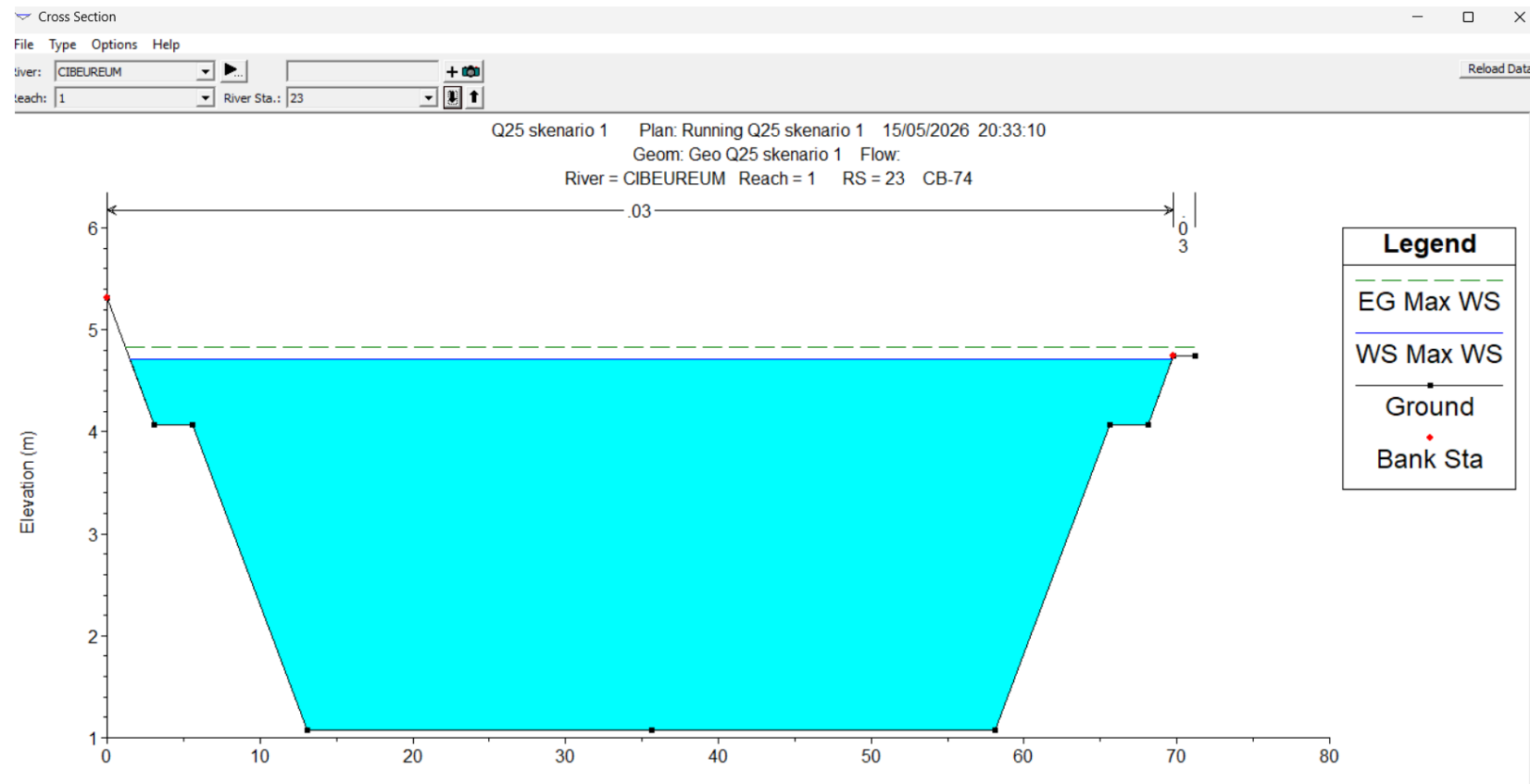


Gambar 5.23 Profile Plot Kondisi Pengendalian (Q₂₅) Skenario 3

Berdasarkan tampilan *profile plot* pada gambar tersebut, terlihat bahwa secara umum profil muka air banjir rencana masih berada di bawah elevasi tebing pada sebagian besar ruas sungai yang ditinjau, namun pada beberapa segmen tertentu elevasi muka air terindikasi mendekati bahkan melampaui elevasi tebing. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun aliran relatif terkendali, masih terdapat titik-titik kritis yang berpotensi mengalami limpasan.

2. Potongan melintang sungai (*cross section*)

Pembahasan difokuskan pada *cross section* Sta.23 untuk melihat kondisi kapasitas penampang secara lebih rinci pada titik tinjauan yang ditunjukkan dalam Gambar 5.24 berikut.

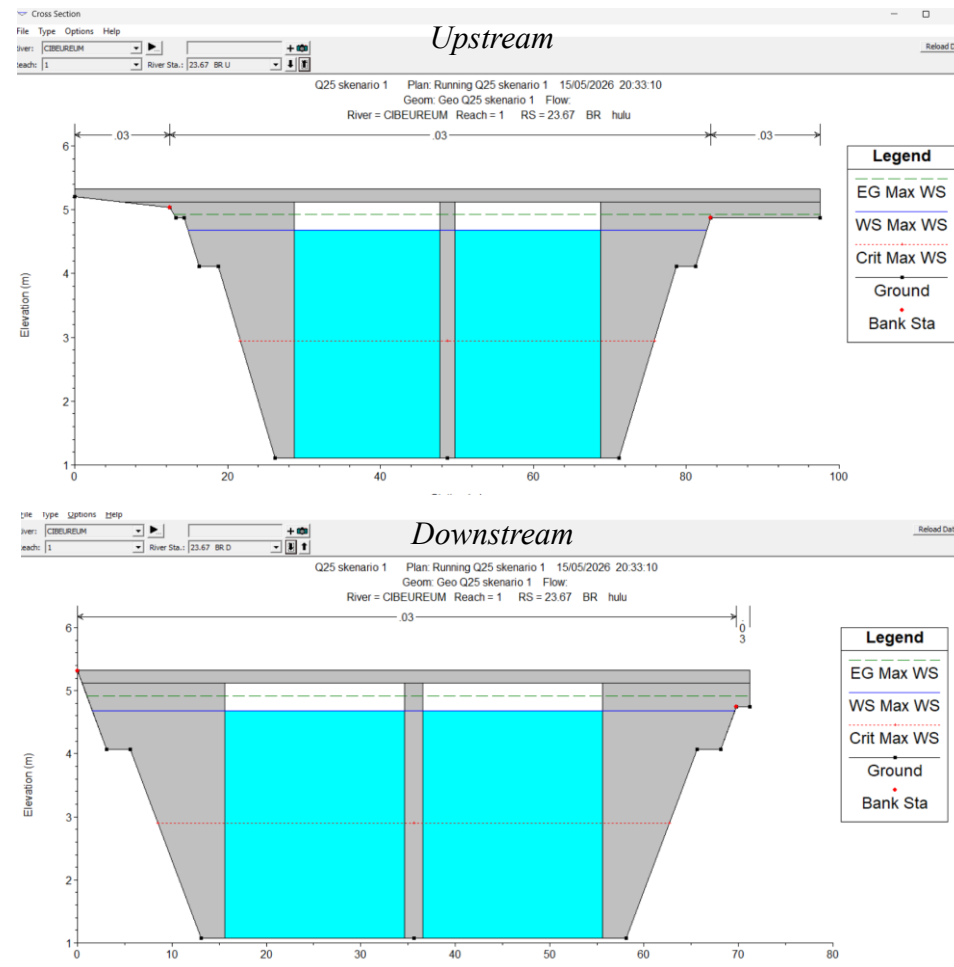


Gambar 5.24 Kondisi Pengendalian (Q₂₅) Skenario 3 *Cross Section* Sta. 23

Simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa terjadi penurunan tinggi muka air dibandingkan kondisi awal, namun pada beberapa bagian penampang, terutama di sekitar tebing sungai, elevasi muka air masih berada dalam jarak yang sangat dekat dengan batas tebing. Kondisi ini menandakan bahwa meskipun kapasitas aliran telah mengalami peningkatan, tingkat keamanannya belum sepenuhnya memadai dan masih terdapat kemungkinan terjadinya limpasan.

3. Kondisi jembatan

Pada bagian hulu terdapat jembatan di Sta. 23,5 yang dalam pemodelan berperan sebagai titik pengendali aliran, karena bagian bawah jembatan membatasi ruang aliran terutama pada saat debit banjir meningkat. Berdasarkan hasil simulasi pada skenario 3, kondisi aliran di bawah jembatan menunjukkan peningkatan yang lebih optimal dibandingkan skenario sebelumnya, dengan kapasitas aliran yang semakin memadai dalam melewati debit banjir rencana serta memberikan ruang bebas yang lebih aman terhadap struktur jembatan. Kondisi jembatan pada bagian hulu tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.25 berikut.



Gambar 5.25 Kondisi Pengendalian (Q₂₅) Skenario 3 Jembatan Hulu pada *Crosssection* Sta. 23,5

Pada lokasi jembatan, hasil pemodelan debit banjir Q_{25} pada skenario pengendalian 3 menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai dengan selisih sekitar $\pm 0,44$ m.

Hasil simulasi tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk perbandingan antara elevasi muka air hasil pemodelan dengan elevasi tebing sungai untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian dalam mengurangi potensi limpasan pada kondisi Q_{25} , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.31.

Tabel 5.31 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 3

No	River Sta.	Cross Section	Jarak (m)	Elevasi LOB (m)	Elevasi ROB (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Hasil
0	33	CB.64	100	4.97	4.97	1.5	5.24	Banjir di kedua tebing
1	32	CB.65	100	5.08	5.08	1.46	5.2	Banjir di kedua tebing
2	31	CB.66	100	5.21	5.21	1.41	5.16	Aman
3	30	CB.67	100	5.09	5.09	1.37	5.11	Banjir di tebing kiri
4	29	CB.68	100	4.99	4.99	1.33	5.07	Banjir di tebing kiri
5	28	CB.69	100	4.92	4.92	1.28	5.03	Banjir di tebing kiri
6	27	CB.70	100	5.04	5.04	1.24	4.98	Aman
7	26	CB.71	100	5.3	5.3	1.2	4.94	Aman
8	25	CB.72	100	5.23	5.23	1.16	4.9	Aman
9	24	CB.73	100	5.03	4.87	1.11	4.86	Aman
10	23	CB.74	100	5.31	4.75	1.07	4.72	Aman
11	22	CB.75	100	4.39	4.39	1.01	4.68	Banjir di tebing kanan
12	21	CB.76	100	4.24	4.24	0.96	4.64	Banjir di tebing kanan
13	20	CB.77	100	4.61	4.61	0.9	4.59	Aman
14	19	CB.78	100	5.02	5.02	0.85	4.54	Aman
15	18	CB.79	100	5.22	5.22	0.79	4.5	Aman
16	17	CB.80	100	4.86	4.86	0.73	4.46	Aman
17	16	CB.81	100	4.63	4.63	0.68	4.42	Aman
18	15	CB.82	100	4.89	4.89	0.62	4.38	Aman
19	14	CB.83	100	4.69	4.69	0.57	4.34	Aman
20	13	CB.84	100	4.79	4.79	0.51	4.3	Aman
21	12	CB.85	100	4.8	4.8	0.46	4.26	Aman
22	11	CB.86	100	4.8	4.8	0.4	4.23	Aman
23	10	CB.87	100	4.69	4.69	0.34	4.19	Aman
24	9	CB.88	100	4.69	4.69	0.29	4.15	Aman
25	8	CB.89	100	4.58	4.58	0.23	4.12	Aman
26	7	CB.90	100	4.95	4.52	0.18	4.09	Aman
27	6	CB.91	100	5.04	4.47	0.12	4.05	Aman
28	5	CB.92	100	4.7	4.7	0.06	4.02	Aman
29	4	CB.93	100	4.92	4.92	0.01	3.99	Aman
30	3	CB.94	100	4.93	4.93	-0.05	3.96	Aman
31	2	CB.95	100	4.22	4.52	-0.1	3.93	Aman
32	1	CB.96	100	4.16	4.52	-0.16	3.83	Aman
33	0	CB.97	100	4.16	4.52	-0.16	3.83	Aman

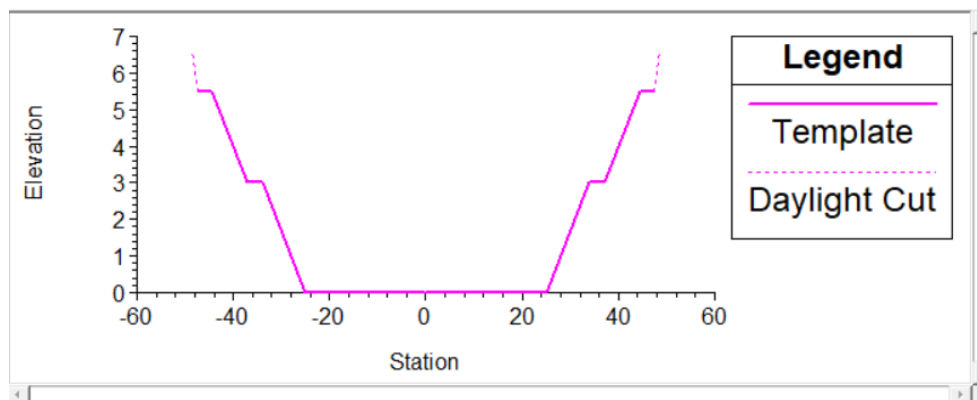
Berdasarkan hasil rekapitulasi pemodelan hidraulik pada tabel, masih terdapat beberapa titik yang mengalami limpasan, yaitu pada Sta.33 dan Sta.32 yang mengalami banjir di kedua tebing, kemudian pada Sta.30 dan Sta.29 yang mengalami banjir di tebing kiri, serta pada Sta.22 dan Sta.21 yang mengalami banjir di tebing kanan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas penampang sungai pada segmen-segmen tersebut belum mampu menampung debit aliran secara optimal, sehingga diperlukan perencanaan tanggul sebagai upaya pengendalian banjir.

5.2.2.4 Kondisi pengendalian skenario 4 (Q_{25})

Simulasi HEC-RAS pada skenario 4 dilakukan dengan memodelkan sketsa penampang rencana berbentuk trapesium bertingkat dengan:

- Lebar dasar (b) = 50 m,
- h_1 = 3 m,
- h_2 = 2,5 m,
- Kemiringan talud = 1H:3V,
- Koefisien *manning* = 0,03 (saluran alam).

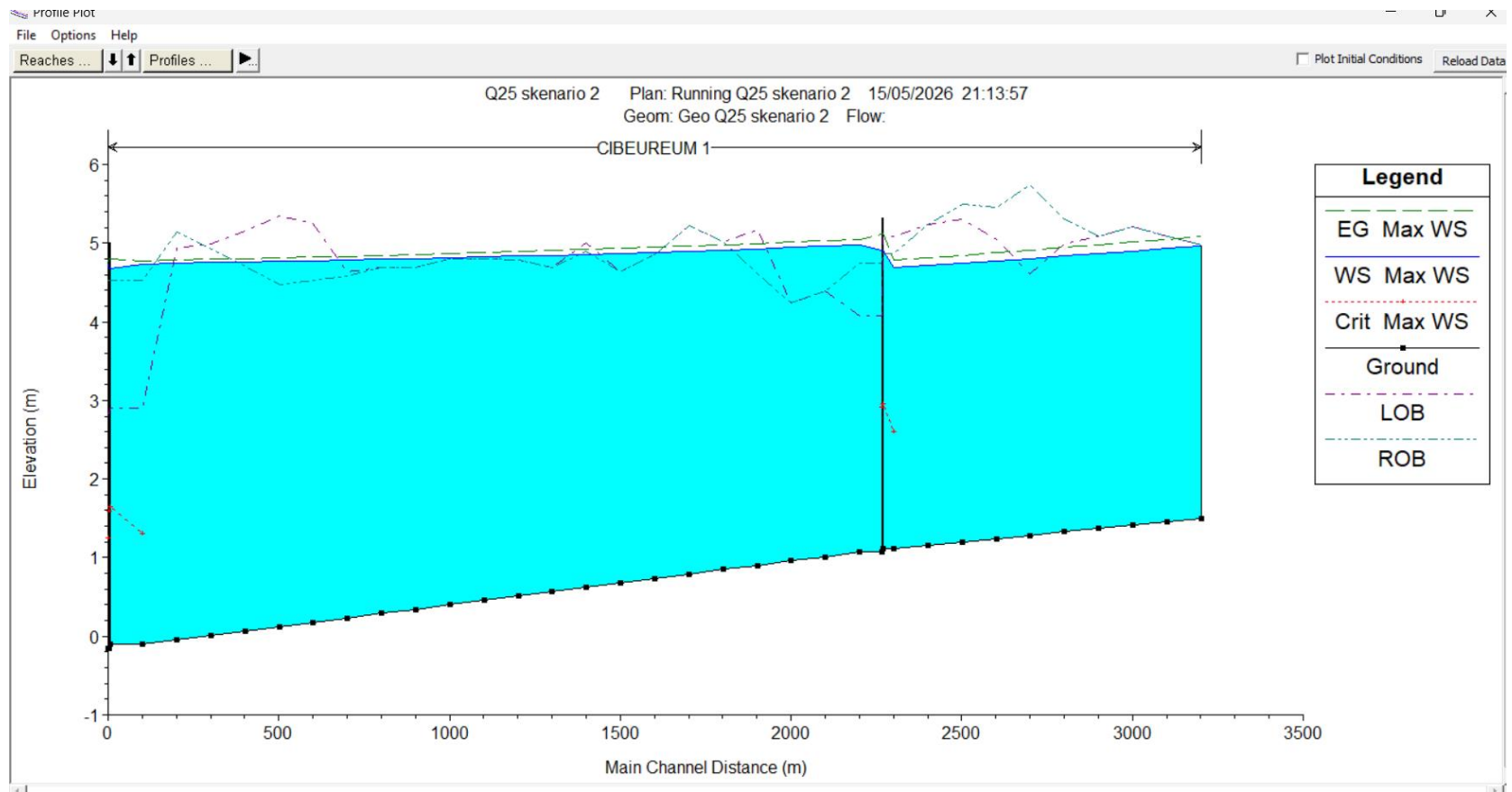
Sketsa penampang pada skenario 4 ditunjukkan dalam Gambar 5.26 berikut



Gambar 5.26 Sketsa Skenario 4

1. Potongan memanjang sungai (*profile plot*)

Hasil simulasi hidraulik yang telah dilakukan kemudian divisualisasikan dalam bentuk potongan memanjang untuk memperlihatkan kondisi perubahan elevasi muka air di sepanjang alur sungai. Penyajian hasil tersebut ditampilkan melalui *Profile Plot* yang dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut.

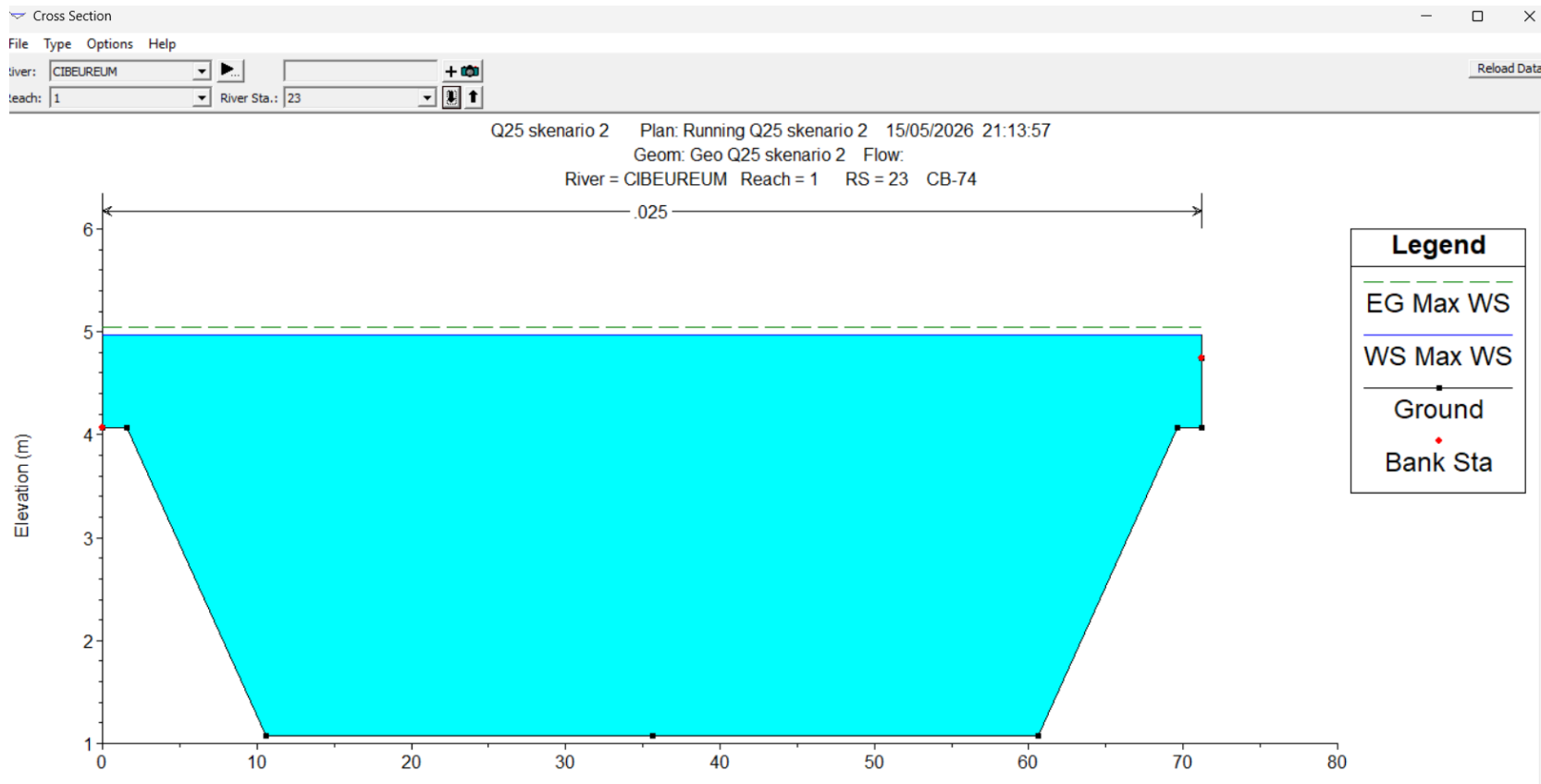


Gambar 5.27 Profile Plot Kondisi Pengendalian (Q₂₅) Skenario 4

Berdasarkan tampilan *profile plot* pada gambar tersebut, terlihat bahwa elevasi muka air mengalami peningkatan secara bertahap mengikuti perubahan elevasi dasar sungai sepanjang ruas yang ditinjau. Pada beberapa penampang, jarak antara elevasi muka air dengan elevasi tebing sungai tampak relatif kecil, sehingga menunjukkan kapasitas penampang yang semakin terbatas dalam menampung debit banjir rencana.

2. Potongan melintang sungai (*cross section*)

Pembahasan difokuskan pada *cross section* Sta.23 untuk melihat kondisi kapasitas penampang secara lebih rinci pada titik tinjauan yang ditunjukkan dalam Gambar 5.28 berikut.

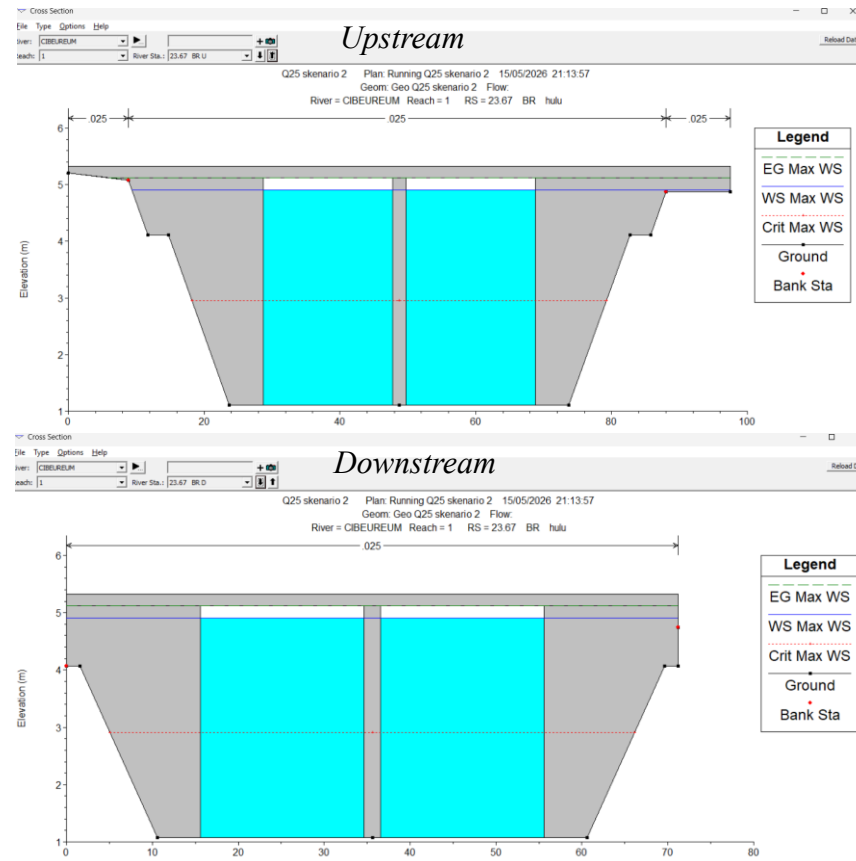


Gambar 5.28 Kondisi Pengendalian (Q₂₅) Skenario 4 *Cross Section* Sta. 23

Hasil simulasi menunjukkan bahwa elevasi muka air pada sebagian besar ruas sungai berada dalam kondisi yang relatif terkendali. Namun demikian, pada beberapa penampang tertentu, terutama di sekitar tebing sungai, posisi muka air masih berada cukup dekat dengan elevasi tebing. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas penampang sungai belum sepenuhnya aman, sehingga potensi terjadinya limpasan masih terdapat pada beberapa segmen yang ditinjau.

3. Kondisi jembatan

Berdasarkan hasil simulasi pada skenario 4, kondisi aliran pada area jembatan menunjukkan kinerja yang lebih baik, ditandai dengan muka air yang relatif lebih terkendali dan kemampuan penampang dalam mengalirkan debit banjir rencana yang semakin optimal. Selain itu, jarak bebas antara muka air dan struktur bawah jembatan masih berada pada kondisi yang aman sehingga risiko limpasan maupun hambatan aliran dapat diminimalkan. Kondisi jembatan pada bagian hulu tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.29 berikut.



Gambar 5.29 Kondisi Pengendalian (Q_{25}) Skenario 4 Jembatan Hulu pada *Crosssection* Sta. 23,5

Pada lokasi jembatan, hasil pemodelan debit banjir Q_{25} pada skenario pengendalian 4 menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai dengan selisih sekitar $\pm 0,21$ m. Hasil simulasi tersebut kemudian disajikan dalam bentuk perbandingan antara elevasi muka air hasil pemodelan dan elevasi tebing sungai untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian dalam mengurangi potensi limpasan pada kondisi debit banjir Q_{25} , sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.32.

Tabel 5.32 Rekapitulasi Elevasi Muka Air Banjir Kondisi Pengendalian Skenario 4

No	River Sta.	Cross Section	Jarak (m)	Elevasi LOB (m)	Elevasi ROB (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Hasil
0	33	CB.64	100	4.97	4.97	1.33	4.84	Banjir di tebing kiri
1	32	CB.65	100	5.08	5.08	1.28	4.81	Aman
2	31	CB.66	100	5.21	5.21	1.24	4.78	Aman
3	30	CB.67	100	5.09	5.09	1.20	4.75	Aman
4	29	CB.68	100	4.99	5.31	1.16	4.72	Aman
5	28	CB.69	100	4.61	5.74	1.11	4.69	Banjir di tebing kiri
6	27	CB.70	100	5.04	5.45	1.33	4.84	Aman
7	26	CB.71	100	5.30	5.50	1.28	4.81	Aman
8	25	CB.72	100	5.23	5.23	1.24	4.78	Aman
9	24	CB.73	100	5.08	4.87	1.20	4.75	Aman
10	23	CB.74	100	4.07	4.75	1.07	4.97	Banjir di kedua tebing
11	22	CB.75	100	4.39	4.39	1.01	4.96	Banjir di tebing kanan
12	21	CB.76	100	4.24	4.24	0.96	4.95	Banjir di tebing kanan
13	20	CB.77	100	5.17	4.61	0.90	4.93	Banjir di tebing kanan
14	19	CB.78	100	5.02	5.02	0.85	4.91	Aman
15	18	CB.79	100	5.22	5.22	0.79	4.90	Aman
16	17	CB.80	100	4.86	4.86	0.73	4.88	Banjir di tebing kiri
17	16	CB.81	100	4.63	4.63	0.68	4.87	Banjir di tebing kiri
18	15	CB.82	100	5.00	4.89	0.62	4.86	Aman
19	14	CB.83	100	4.69	4.69	0.57	4.85	Banjir di kedua tebing
20	13	CB.84	100	4.79	4.79	0.51	4.84	Banjir di tebing kiri
21	12	CB.85	100	4.80	4.80	0.46	4.82	Banjir di kedua tebing
22	11	CB.86	100	4.80	4.80	0.40	4.81	Banjir di kedua tebing
23	10	CB.87	100	4.69	4.69	0.34	4.80	Banjir di kedua tebing
24	9	CB.88	100	4.69	4.69	0.29	4.79	Banjir di kedua tebing
25	8	CB.89	100	4.63	4.58	0.23	4.79	Banjir di tebing kanan
26	7	CB.90	100	5.25	4.52	0.18	4.78	Banjir di tebing kanan
27	6	CB.91	100	5.35	4.47	0.12	4.77	Banjir di tebing kanan
28	5	CB.92	100	5.15	4.70	0.06	4.76	Banjir di tebing kanan
29	4	CB.93	100	4.99	4.92	0.01	4.75	Aman
30	3	CB.94	100	4.93	5.13	-0.05	4.75	Aman
31	2	CB.95	100	2.90	4.52	-0.10	4.74	Banjir di kedua tebing
32	1	CB.96	100	2.84	4.52	-0.16	4.74	Banjir di kedua tebing
33	0	CB.97	100	2.84	4.52	-0.16	4.74	Banjir di kedua tebing

Berdasarkan hasil rekapitulasi pemodelan hidraulik pada tabel, masih terdapat beberapa titik yang mengalami limpasan pada ruas sungai yang ditinjau. Limpasan pada tebing kiri terjadi di Sta.33, Sta.28, Sta.17, Sta.16, Sta.13, dan Sta.12, sedangkan limpasan pada tebing kanan terjadi di Sta.22, Sta.21, Sta.20, Sta.8, Sta.7, dan Sta.6. Selain itu, beberapa penampang mengalami banjir di kedua tebing, yaitu pada Sta.23, Sta.11, Sta.10, Sta.2, Sta.1, dan Sta.0. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas penampang sungai pada segmen-segmen tersebut masih belum mampu menampung debit banjir secara optimal, sehingga diperlukan upaya pengendalian banjir, seperti perencanaan tanggul, untuk mengurangi potensi limpasan pada titik-titik kritis tersebut.

5.3 Pembahasan

5.3.1 Debit banjir rencana

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, diperoleh debit banjir rancangan pada Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97 untuk beberapa kala ulang tertentu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit puncak banjir terjadi pada jam ke-5, dengan debit sebesar 71,552 m³/detik untuk kala ulang 2 tahun (Q_2), 225,197 m³/detik untuk kala ulang 10 tahun (Q_{10}), dan 323,949 m³/detik untuk kala ulang 25 tahun (Q_{25}). Hasil hidrograf satuan ditunjukkan pada Gambar 5.6, sedangkan grafik hidrograf banjir rencana untuk masing-masing kala ulang ditampilkan pada Gambar 5.7.

5.3.2 Kondisi eksisting (Q_2)

Berdasarkan hasil pemodelan hidraulik menggunakan HEC-RAS 6.5 pada kondisi eksisting debit banjir kala ulang 2 tahun (Q_2), diperoleh gambaran karakteristik aliran dan lokasi titik banjir pada Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97. Hasil penampang memanjang pada Gambar 5.8 menunjukkan bahwa elevasi muka air pada beberapa segmen telah melampaui elevasi tebing sungai, sehingga mengindikasikan terjadinya limpasan akibat kapasitas penampang yang belum mampu mengalirkan debit banjir secara optimal. Selain itu, hasil pengolahan data menunjukkan rata-rata lebar penampang sungai sebesar 95,29 m masih belum efektif dalam menampung debit aliran pada beberapa lokasi tertentu. Kondisi kritis

terlihat pada penampang melintang Sta.23 yang ditunjukkan pada Gambar 5.10, dimana terjadi penyempitan penampang akibat keberadaan jembatan. Kondisi tersebut diperkuat oleh dokumentasi lapangan pada Gambar 5.9 yang menunjukkan adanya penyempitan alur dan indikasi genangan di sekitar lokasi. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa muka air pada Sta.23 telah melampaui batas penampang dengan tinggi sekitar $\pm 0,6$ m, sehingga lokasi tersebut berpotensi mengalami limpasan saat debit meningkat. Selain itu, kondisi jembatan pada Sta.23,5 yang ditampilkan pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12 menunjukkan adanya penyempitan ruang aliran di bawah struktur jembatan yang menyebabkan kenaikan muka air dan meningkatkan potensi banjir pada segmen tersebut. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa selisih muka air hasil simulasi dengan observasi lapangan sebesar ± 60 cm masih berada dalam tingkat kesesuaian yang dapat diterima. Selanjutnya, berdasarkan rekapitulasi elevasi muka air banjir pada Tabel 5.28, diketahui bahwa sebagian besar penampang mengalami kondisi banjir, baik pada tebing kiri, tebing kanan, maupun kedua tebing sungai, dengan titik banjir dominan terjadi pada Sta.33 hingga Sta.0. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas aliran sungai pada kondisi eksisting masih belum mampu menampung debit banjir Q_2 secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan limpasan pada beberapa segmen sungai.

5.3.3 Pengendalian banjir

Berdasarkan perbandingan seluruh skenario dan mengacu pada kriteria teknis dalam Permen PUPR No. 12 Tahun 2014, skenario 1 dan skenario 3 dinilai sebagai alternatif pengendalian banjir yang paling efektif pada Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97. Pada skenario 1, hasil *Profile Plot* pada Gambar 5.14 menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai pada sebagian besar ruas yang ditinjau. Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil *cross section* pada Gambar 5.15 serta kondisi jembatan pada Gambar 5.16 yang menunjukkan selisih muka air terhadap elevasi tebing sekitar $\pm 0,6$ m, sehingga aliran masih dapat melewati penampang dengan aman. Selain itu, hasil rekapitulasi pada Tabel 5.29 menunjukkan bahwa sebagian besar penampang berada dalam kondisi aman dan hanya terdapat beberapa titik limpasan.

Sementara itu, pada skenario 3 hasil *Profile Plot* pada Gambar 5.22 menunjukkan bahwa elevasi muka air banjir Q_{25} secara umum masih berada di bawah elevasi tebing sungai. Hasil *cross section* pada Gambar 5.23 menunjukkan peningkatan kapasitas penampang, sedangkan kondisi jembatan pada Gambar 5.24 memperlihatkan ruang bebas aliran dengan selisih muka air terhadap elevasi tebing sekitar $\pm 0,44$ m. Hasil rekapitulasi pada Tabel 5.31 juga menunjukkan jumlah titik limpasan yang lebih sedikit dibandingkan skenario lainnya.

Berdasarkan parameter selisih muka air terhadap elevasi tebing, kapasitas aliran, serta jumlah titik limpasan yang diperoleh dari hasil pemodelan tersebut, diperlukan upaya tambahan berupa perencanaan tanggul untuk meningkatkan kapasitas penampang sungai dan meminimalkan risiko banjir pada debit banjir rencana.

Perencanaan tanggul dilakukan dengan mempertimbangkan tinggi jagaan (*freeboard*) sesuai ketentuan Permen PUPR No. 12 Tahun 2014 yang ditunjukkan pada Tabel 3.16, sehingga elevasi tanggul yang direncanakan tetap memiliki ruang aman terhadap muka air banjir rencana dan mampu memberikan perlindungan yang lebih optimal terhadap potensi limpasan di sepanjang ruas sungai yang ditinjau. Perencanaan tanggul untuk tiap skenario tersebut disajikan pada Tabel 5.33 sampai dengan 5.36 berikut.

Tabel 5.33 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 1

<i>Sta</i>	<i>Levee El (kiri)</i>	<i>Levee El (kanan)</i>	<i>LOB Elev</i>	<i>ROB Elev</i>	<i>Levee-ground (kiri)</i>	<i>Levee-ground (kanan)</i>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
33	5,78	5,78	4,97	4,97	0,81	0,81
32	5,75	5,75	5,08	5,08	0,67	0,67
31	5,73	5,73	5,21	5,21	0,52	0,52
30	5,71	5,71	5,09	5,09	0,62	0,62
29	5,68	5,68	4,99	4,99	0,69	0,69
28	5,66	-	4,92	4,92	0,74	-4,92
27	5,64	5,64	5,04	5,04	0,6	0,6
26	5,62	-	5,3	5,3	0,32	-5,3
25	5,6	5,6	5,23	5,23	0,37	0,37
24	5,58	5,58	4,87	4,87	0,71	0,71
<i>Bridge</i>						
23	5,52	5,52	5,31	4,75	0,21	0,77
22	5,5	5,5	4,39	4,39	1,11	1,11
21	5,48	5,48	4,24	4,24	1,24	1,24
20	5,45	5,45	4,61	4,61	0,84	0,84
19	5,43	5,43	5,02	5,02	0,41	0,41
18	5,42	-	5,22	5,22	0,2	-5,22
17	5,4	5,4	4,86	4,86	0,54	0,54
16	5,39	5,39	4,63	4,63	0,76	0,76
15	5,38	5,38	4,89	4,89	0,49	0,49
14	5,36	5,36	4,69	4,69	0,67	0,67
13	5,35	5,35	4,79	4,79	0,56	0,56
12	5,34	5,34	4,8	4,8	0,54	0,54
11	5,33	5,33	4,8	4,8	0,53	0,53
10	5,32	5,32	4,69	4,69	0,63	0,63
9	5,31	5,31	4,69	4,69	0,62	0,62
8	5,3	5,3	4,58	4,58	0,72	0,72
7	5,29	5,29	4,95	4,52	0,34	0,77
6	-	5,28	5,04	4,47	-5,04	0,81
5	5,27	5,27	4,7	4,7	0,57	0,57
4	5,27	5,27	4,92	4,92	0,35	0,35
3	5,26	5,26	4,93	4,93	0,33	0,33
2	5,25	5,25	4,1	4,52	1,15	0,73
<i>Bridge</i>						
1	5,23	5,23	4,04	4,52	1,19	0,71
0	5,23	5,23	4,04	4,52	1,19	0,71

Tabel 5.34 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 2

<i>Sta</i>	<i>Levee El (kiri)</i>	<i>Levee El (kanan)</i>	<i>LOB Elev</i>	<i>ROB Elev</i>	<i>Levee-ground (kiri)</i>	<i>Levee-ground (kanan)</i>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
33	6,1	6,1	4,97	5,16	1,13	0,94
32	6,07	6,07	5,08	5,18	0,99	0,89
31	6,04	6,04	5,29	5,21	0,75	0,83
30	6,01	6,01	5,09	5,19	0,92	0,82
29	5,98	5,98	4,93	5,31	1,05	0,67
28	5,96	5,96	4,28	5,74	1,68	0,22
27	5,93	5,93	5,04	5,45	0,89	0,48
26	5,91	5,91	5,3	5,55	0,61	0,36
25	5,88	5,88	5,25	5,23	0,63	0,65
24	5,86	5,86	5,21	4,87	0,65	0,99
<i>Bridge</i>						
23	5,8	5,8	5,32	4,75	0,48	1,05
22	5,78	5,78	5,28	4,39	0,5	1,39
21	5,76	5,76	5,39	4,24	0,37	1,52
20	5,73	5,73	5,21	4,61	0,52	1,12
19	5,71	5,71	5,02	5,05	0,69	0,66
18	5,69	5,69	5,22	5,49	0,47	0,2
17	5,67	5,67	4,86	5,27	0,81	0,4
16	5,66	5,66	4,63	5,08	1,03	0,58
15	5,64	5,64	5,04	4,89	0,6	0,75
14	5,63	5,63	4,69	4,76	0,94	0,87
13	5,61	5,61	4,79	4,99	0,82	0,62
12	5,6	5,6	4,84	4,8	0,76	0,8
11	5,59	5,59	4,84	4,8	0,75	0,79
10	5,58	5,58	4,69	4,69	0,89	0,89
9	5,57	5,57	4,69	4,69	0,88	0,88
8	5,56	5,56	5,16	4,58	0,4	0,98
7	5,55	5,55	5,18	4,52	0,37	1,03
6	5,54	5,54	5,12	4,47	0,42	1,07
5	5,53	5,53	4,82	4,7	0,71	0,83
4	5,52	5,52	5,01	4,92	0,51	0,6
3	5,51	5,51	4,93	5,16	0,58	0,35
2	5,5	5,5	2,9	4,52	2,6	0,98
<i>Bridge</i>						
1	5,52	5,52	2,84	4,52	2,68	1
0	5,52	5,52	2,84	4,52	2,68	1

Tabel 5.35 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 3

<i>Sta</i>	<i>Levee El (kiri)</i>	<i>Levee El (kanan)</i>	<i>LOB Elev</i>	<i>ROB Elev</i>	<i>Levee-ground (kiri)</i>	<i>Levee-ground (kanan)</i>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
33	6,24	6,24	4,97	4,97	1,27	1,27
32	6,2	6,2	5,08	5,08	1,12	1,12
31	6,16	6,16	5,21	5,21	0,95	0,95
30	6,11	6,11	5,09	5,09	1,02	1,02
29	6,07	6,07	4,99	4,99	1,08	1,08
28	6,03	6,03	4,92	4,92	1,11	1,11
27	5,98	5,98	5,04	5,04	0,94	0,94
26	5,94	5,94	5,3	5,3	0,64	0,64
25	5,9	5,9	5,23	5,23	0,67	0,67
24	5,86	5,86	5,03	4,87	0,83	0,99
<i>Bridge</i>						
23	5,72	5,72	5,31	4,75	0,41	0,97
22	5,68	5,68	4,39	4,39	1,29	1,29
21	5,64	5,64	4,24	4,24	1,4	1,4
20	5,59	5,59	4,61	4,61	0,98	0,98
19	5,54	5,54	5,02	5,02	0,52	0,52
18	5,5	5,5	5,22	5,22	0,28	0,28
17	5,46	5,46	4,86	4,86	0,6	0,6
16	5,42	5,42	4,63	4,63	0,79	0,79
15	5,38	5,38	4,89	4,89	0,49	0,49
14	5,34	5,34	4,69	4,69	0,65	0,65
13	5,3	5,3	4,79	4,79	0,51	0,51
12	5,26	5,26	4,8	4,8	0,46	0,46
11	5,23	5,23	4,8	4,8	0,43	0,43
10	5,19	5,19	4,69	4,69	0,5	0,5
9	5,15	5,15	4,69	4,69	0,46	0,46
8	5,12	5,12	4,58	4,58	0,54	0,54
7	5,09	5,09	4,95	4,52	0,14	0,57
6	5,05	5,05	5,04	4,47	0,01	0,58
5	5,03	5,02	4,7	4,7	0,33	0,32
4	4,99	4,99	4,92	4,92	0,07	0,07
3	4,96	4,96	4,93	4,93	0,03	0,03
2	4,93	4,93	4,22	4,52	0,71	0,41
<i>Bridge</i>						
1	4,83	4,83	4,16	4,52	0,67	0,31
0	4,73	4,73	4,16	4,52	0,57	0,21

Tabel 5.36 Rekapitulasi Perencanaan Tanggul Skenario 4

<i>Sta</i>	<i>Levee El (kiri)</i>	<i>Levee El (kanan)</i>	<i>LOB Elev</i>	<i>ROB Elev</i>	<i>Levee-ground (kiri)</i>	<i>Levee-ground (kanan)</i>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
33	5,98	5,98	4,97	4,97	1,01	1,01
32	5,94	5,94	5,08	5,08	0,86	0,86
31	5,91	5,91	5,21	5,21	0,7	0,7
30	5,87	5,87	5,09	5,09	0,78	0,78
29	5,84	5,84	4,99	5,31	0,85	0,53
28	5,81	5,81	4,61	5,74	1,2	0,07
27	5,78	5,78	5,04	5,45	0,74	0,33
26	5,76	5,76	5,3	5,5	0,46	0,26
25	5,73	5,73	5,23	5,23	0,5	0,5
24	5,7	5,7	5,08	4,87	0,62	0,83
<i>Bridge</i>						
23	5,98	5,98	4,07	4,75	1,91	1,23
22	5,96	5,96	4,39	4,39	1,57	1,57
21	5,95	5,95	4,24	4,24	1,71	1,71
20	5,93	5,93	5,17	4,61	0,76	1,32
19	5,92	5,92	5,02	5,02	0,9	0,9
18	5,9	5,9	5,22	5,22	0,68	0,68
17	5,89	5,89	4,86	4,86	1,03	1,03
16	5,87	5,87	4,63	4,63	1,24	1,24
15	5,86	5,86	5	4,89	0,86	0,97
14	5,85	5,85	4,69	4,69	1,16	1,16
13	5,84	5,84	4,79	4,79	1,05	1,05
12	5,83	5,83	4,8	4,8	1,03	1,03
11	5,82	5,82	4,8	4,8	1,02	1,02
10	5,81	5,81	4,69	4,69	1,12	1,12
9	5,8	5,8	4,69	4,69	1,11	1,11
8	5,79	5,79	4,63	4,58	1,16	1,21
7	5,78	5,78	5,25	4,52	0,53	1,26
6	5,77	5,77	5,35	4,47	0,42	1,3
5	5,76	5,76	5,15	4,7	0,61	1,06
4	5,76	5,76	4,99	4,92	0,77	0,84
3	5,75	5,75	4,93	5,13	0,82	0,62
2	5,74	5,74	2,9	4,52	2,84	1,22
<i>Bridge</i>						
1	5,74	5,74	2,84	4,52	2,9	1,22
0	5,74	5,74	2,84	4,52	2,9	1,22

Berdasarkan hasil perencanaan tanggul pada Tabel 5.33, skenario 1 menunjukkan bahwa kebutuhan tinggi tanggul relatif lebih kecil dan merata pada sebagian besar ruas sungai. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh hasil pemodelan hidraulik sebelumnya yang menunjukkan elevasi muka air masih berada di bawah elevasi tebing sungai dengan selisih muka air pada area jembatan sekitar $\pm 0,6$ m sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.17 dan Tabel 5.29. Nilai kebutuhan tinggi tanggul (*levee-ground*) pada skenario 1 umumnya berkisar antara 0,2–1,24 m, dimana tinggi terbesar terjadi pada Sta.21 sebesar 1,24 m di tebing kiri, sedangkan pada beberapa titik lain kebutuhan tanggul relatif kecil, seperti Sta.18 sebesar 0,20 m dan Sta.23 sebesar 0,21 m. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas penampang hasil skenario 1 sudah cukup baik dalam mengalirkan debit banjir rencana Q10 sehingga kebutuhan tanggul hanya berfungsi sebagai pengaman tambahan untuk memenuhi syarat *freeboard* sesuai Permen PUPR No. 12 Tahun 2014.

Selanjutnya, berdasarkan hasil perencanaan tanggul pada Tabel 5.35, skenario 3 menunjukkan kinerja pengendalian yang lebih optimal untuk debit banjir rencana Q25. Hasil pemodelan sebelumnya pada Gambar 5.25 dan Tabel 5.31 menunjukkan bahwa selisih muka air terhadap elevasi tebing pada area jembatan masih mencapai sekitar $\pm 0,44$ m sehingga kapasitas aliran di bawah jembatan masih dalam kondisi aman. Nilai kebutuhan tinggi tanggul pada skenario 3 umumnya berkisar antara 0,03–1,40 m, dengan tinggi terbesar terjadi pada Sta.21 sebesar 1,40 m, sedangkan pada segmen hilir seperti Sta.3 hanya memerlukan tinggi tanggul sekitar 0,03 m. Kebutuhan tanggul yang relatif kecil pada beberapa segmen menunjukkan bahwa penampang hasil skenario 3 telah mampu meningkatkan kapasitas aliran secara signifikan dan mengurangi jumlah titik limpasan dibandingkan skenario lainnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap pemodelan banjir pada Sungai Cibeureum menggunakan HEC-RAS 6.5, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk analisis hidrologi, diperoleh debit banjir rancangan pada Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97 sebesar 71,552 m³/detik untuk kala ulang 2 tahun (Q_2), 225,197 m³/detik untuk kala ulang 10 tahun (Q_{10}), dan 323,949 m³/detik untuk kala ulang 25 tahun (Q_{25}), dengan waktu menuju debit puncak sekitar 3 jam.
2. Kondisi eksisting menggunakan HEC-RAS 6.5, diketahui bahwa kapasitas penampang Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97 pada beberapa titik masih belum mampu menampung debit banjir secara optimal. Kondisi kritis terjadi pada Sta.23 di bawah jembatan Sta.23,5. Hasil simulasi juga menunjukkan selisih muka air terhadap kondisi observasi lapangan sebesar $\pm 0,6$ m sehingga hasil model masih dapat diterima.
3. Beberapa skenario penampang rencana menggunakan HEC-RAS 6.5 dan mengacu pada kriteria teknis Permen PUPR No. 12 Tahun 2014, skenario 1 untuk debit banjir Q_{10} dan skenario 3 untuk debit banjir Q_{25} merupakan metode pengendalian banjir yang paling efektif pada Sungai Cibeureum ruas CB.64–CB.97.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data curah hujan dan debit dengan periode pencatatan yang lebih panjang agar hasil analisis frekuensi dan perhitungan debit banjir rencana menjadi lebih representatif terhadap kondisi hidrologi jangka panjang. Penggunaan beberapa metode hidrograf satuan atau

metode transformasi hujan–debit lainnya juga dapat dilakukan sebagai pembandingan untuk memperoleh nilai debit rencana yang lebih akurat dan andal sebagai dasar analisis hidraulika.

2. Disarankan dilakukan pembaruan data topografi dan penampang melintang sungai secara berkala, khususnya pada titik kritis seperti di sekitar jembatan pada ruas sungai yang ditinjau. Pemodelan hidraulika dengan skenario debit yang lebih beragam dapat membantu memverifikasi kembali lokasi-lokasi rawan genangan sehingga identifikasi titik banjir eksisting menjadi lebih detail dan sesuai dengan kondisi lapangan terkini.
3. Untuk meningkatkan perencanaan normalisasi, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan variasi dimensi penampang dan skenario perubahan penggunaan lahan yang berpotensi meningkatkan limpasan permukaan. Evaluasi kapasitas penampang dan bangunan sungai seperti jembatan perlu dilakukan secara lebih rinci agar desain normalisasi yang direncanakan tetap mampu mengalirkan debit rencana pada berbagai kala ulang secara aman dan efektif dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adane, A., & Abate, B. (2022). River Modeling for Flood Inundation Map Predictions Using 2D-HEC-RAS Hydraulic Modeling with Integration of GIS. *ASEAN Engineering Journal*, 12(1), 9-15.
- Anggraeni, Pinky Setiyo. (2024). Hujan deras sebabkan Sungai Cibeureum meluap, warga mengungsi ke Aula Koramil Sidareja. <https://banyumas.tribunnews.com/2024/12/05/hujan-deras-sebabkan-sungai-cibeureum-meluap-warga-mengungsi-ke-aula-koramil-sidareja>
- Asdak, C. (2023). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Gajah Mada University Press, Yogyakarta*.
- Brunner, G. W. (2021). HEC-RAS River Analysis System: HEC-RAS 2D User's Manual. *US Army Corps of Engineers Hydrology Engineering Center–HEC*.
- Chow, V. T. (1959). Open-channel hydraulics. *McGraw-Hill*.
- Darius, J. E., Qian, Q., Zhang, Y., & Haselbach, L. (2024). Improving flood inundation mapping accuracy using HEC-RAS modeling: A case study of the Neches River tidal floodplain in Texas. *Journal of Hydrologic Engineering*.
- Edi, (2026). *Data dan informasi Sungai Cibeureum*.
- Feuer, M. J., Shavelson, R. J., & Towne, L. (Eds.). (2001). *Science, evidence, and inference in education: Report of a workshop*. National Academies Press.
- Hariati, F., Taqwa, F. M. L., & Qonita, N. S. (2022). Kajian Intrusi Air Laut akibat Backwater di Muara Sungai Citanduy. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 6(2), 93-98.
- Indarto, H. (2016). Metode Analisis dan Tool untuk Intepretasi Hidrograf Aliran Sungai, Edisi Pert. *Jakarta: Bumi Aksara*.
- Istiarto, (2014a). Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Dasar: Simple Geometry. *Universitas Gadjah Mada*.

- Istiarto, (2016b). *Simulasi aliran 1-dimensi dengan bantuan paket program hidrodinamika HEC-RAS jenjang dasar: Simple geometry*. Universitas Gadjah Mada.
- Katusiime, J., & Schütt, B. (2020). Integrated water resources management approaches to improve water resources governance. *Water*, 12(12), 3424.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014a). *Pedoman pengelolaan bencana banjir*. Kementerian PUPR.
- Kementerian PUPR. (2014b). *Pedoman Pengelolaan Bencana Banjir. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan*. Kementerian PUPR.
- Kementerian PUPR. (2018). *Modul 3 Analisis Hidrologi dan Sedimen. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Bandung*.
- Liputan6.com. (2020, September 15). *Waspada potensi klaster banjir di musim hujan saat pandemi COVID-19*.
<https://www.liputan6.com/regional/read/4356846/waspada-potensi-klaster-banjir-di-musim-hujan-saat-pandemi-covid-19>
- Maulana, A. A., & Rosalina, H. (2022). Evaluasi Dampak Banjir Akibat Perubahan Alur Sungai Citanduy Hulu Di Desa Tanjungkerta, Tasikmalaya-Jawa Barat. *Jurnal Sumber Daya Air*, 18(1), 55-67.
- Montgomery, D.C. and Runger, G.C. (2014). *Applied Statistics and Probability for Engineers 6th edition. John Wiley and Sons, Inc., Arizona. USA*.
- Pamuji, A., Barkah, A., & Widayanti, D. A. (2025). Analisis Kapasitas Sungai Cibeureum Sebagai Upaya Mengatasi Banjir di Kecamatan Sidareja Kabupaten Cilacap. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 26(2), 65-74.
- Patoding, M. A., Simbiak, I. T., & Beatrick, M. Y. (2022). Analisis Ketahanan Kota Terhadap Bencana Banjir Di Kota Jayapura. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 1(1), 11-25.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 tentang Bendungan, Pasal 1 ayat 1, Jakarta.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, Pasal 1 ayat 1, Jakarta.
- Qian, Q., Edwards, D. J., Zhang, Y., & Haselbach, L. (2024). Improving flood inundation mapping accuracy using HEC-RAS modeling: a case study of the Neches river tidal floodplain in Texas. *Journal of Hydrologic Engineering*, 29(4), 05024011.
- Rahayu, H., Hidayat, B., Saputra, A., Widodo, J., & Nugroho, S. (2009). *Banjir dan upaya penanggulangannya*. Pusat Mitigasi Bencana ITB.
- Ramadan, A. N. A., Nurmayadi, D., Sadili, A., Solihin, R. R., & Sumardi, Z. (2020). Studi Penentuan Nilai Curve Number DAS Pataruman berdasarkan Satuan Peta Tanah Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(2), 258-266.
- Samir, Y., Moussa, A. M., & El-Badry, H. M. (2019). Hydrodynamic Study of Nile River Using 1D Model. *Civil Engineering Research Magazine Civil Engineering Department Al-Azhar University* 41, 313-325.
- Simantu PU. (2024). Sistem manajemen pengetahuan untuk penanggulangan banjir perkotaan. <https://simantu.pu.go.id/>
- Soewarno, S. (1995). Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data. *Nova Bandung*.
- Subramanya, K. (2013). *Engineering hydrology* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sulhan, R. A., Efendi, M., & Hapsari, R. I. (2020). Analisis Debit Banjir pada Sungai Buntung di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 1(3), 79-84.
- Suripin, S., & Eng, M. (2004). Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. *Yogyakarta: Andi*.
- Syafitri, D. R., Arysandi, S. A., Purboyo, A. A., Fitri, A., Febriani, Y., Tjahyanityasa, W. F., & Rachmawati, R. (2024). Flood Assessment through Integrated-Mixed-Method in the Western Downstream Area of Citanduy River Basin, Pangandaran Regency. *Jurnal Geografi Gea*, 24(1), 25-45.
- Tamburaka, E., & Hasddin, H. (2021). Tingkat Kerawanan dan Arah Pengendalian Pengurangan Risiko Bencana Banjir di Kecamatan Mandonga, Kota Kendari. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 17(2), 137-148.

- Tarigan, A., & Rauf, A. (2016). Evaluasi kesesuaian lahan kentang di kawasan relokasi siosar kabupaten karo. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 3(2), 124-131.
- Taylor, D., & Procter, M. (2010). The Literature Review: “A Few Tips on Conducting It”. *University Toronto Writing Center*. [ctl. utoronto.ca/twc/sites/default/files. LitReview. pdf](http://ctl.utoronto.ca/twc/sites/default/files/LitReview.pdf).
- Triatmodjo, B. (2013). Hidrologi Terapan Yogyakarta. *Beta Offset*.
- Vashist, K., & Singh, K. K. (2023). HEC-RAS 2D modeling for flood inundation mapping: a case study of the Krishna River Basin. *Water Practice & Technology*, 18(4), 831-844.
- Zamani, M. Z., Dwijayanti, S. A., & Wijayanti, P. (2023). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Analisa Banjir (Studi Kasus: Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap). *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 2(1), 76-91.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Stasiun Sidareja, Manganti dan Karangsari tahun 2013-2023

1. Data Curah Hujan Stasiun Sidareja



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2013

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpal

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 3.149 mm

Hari Hujan : 73 hari

Hujan Max : 135,00 mm Tanggal: 15 Desember 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	47,5	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0
3	59,5	0	39	0	0	0	0	0	0	0	10	0
4	0	25,5	45	0	0	0	49,5	0	0	0	15	0
5	32,5	0	0	51,5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	29	0	25	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	57,5	0	0	0	55	0	0	0	0	57,5	0
9	30	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	54,5	0	0	0	29,5	0
11	0	26,5	0	0	0	0	27,5	0	0	0	25	0
12	0	0	0	0	0	57,5	0	0	0	0	0	0
13	35,5	29	0	0	0	0	22	0	0	0	0	57
14	29	0	0	86,5	0	0	0	0	0	0	37,5	0
15	0	0	0	0	39,5	0	0	27,5	0	0	39	135
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	85	0	0	55	54,5	0	10,5	0	0	0	0
18	0	0	65	55	15	0	0	0	0	0	0	20,5
19	0	0	0	0	75,5	0	0	0	0	0	0	37,5
20	0	0	25	0	0	51,5	0	0	0	0	0	0
21	35,5	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	47	39,5	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	67,5	0	0	0	0	0	0	25
24	25	0	0	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	57,5	0	25	0	0	25	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	39,5	55,5	29,5	0	0	0	0	0	25	0
29	0	59	0	39	61	0	0	0	0	12,5	0	10
30	0	67,5	0	65,5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	60	85	68	87	76	61	135	28	0	25	58	135
3ml Curah Hujan	381	298	398	278	503	354	324	38	0	38	254	285
3ml Hari Hujan	10	7	8	5	10	7	7	2	0	2	9	6
Hujan (1-15)	273	139	84	167	40	187	289	28	0	0	214	192
3ml data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	108	160	314	111	464	167	36	11	0	38	40	93
3ml data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan
"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2014

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 3.607 mm

Hari Hujan : 80 hari

Hujan Max : 137,00 mm Tanggal: 19 Desember 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	47	0	24,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	59	0	40	51,5	0	49	0	0	0	0	0	0
4	0	25,5	0	0	0	26	49,5	0	0	0	0	0
5	32,5	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	42,5	0	125	0	0	0	0	0
8	0	57,5	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0
9	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
11	0	26,5	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0
13	35,5	29	0	0	17,5	59,5	55	29,5	0	0	0	0
14	29	0	0	86,5	0	52	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	77	39,5	0	0	12,5	0	0	14,5	0
17	0	85	0	0	55	55	0	0	0	0	0	5
18	0	0	0,5	82,5	15,5	58	0	0	0	0	0	10
19	0	0	0	55	75,5	56	0	0	0	0	0	137
20	0	0	0	0	0	59	54,5	0	0	0	0	87
21	35,5	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	47	39,5	58	0	0	0	0	0	0	24,5	0	93
23	0	0	0	0	67,5	57,5	0	0	0	0	0	0
24	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	37,5	0	11,5	19	0	0	0	50
26	0	0	0	0	0	0	31	32,5	0	0	0	0
27	0	0	0	55,5	0	0	0	0	0	14,5	0	19
28	0	0	39,5	0	29,5	61,5	0	0	0	15	0	0
29	0	0	59	0	39	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	67,5	0	65,5	0	0	0	0	12,5	0	15
31	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	59	85	68	87	76	62	125	33	0	25	15	137
Jml Curah Hujan	380	298	289	487	595	592	377	94	0	67	15	416
Jml.Hari Hujan	10	7	7	7	13	11	8	4	0	4	1	8
Hujan (1-15)	272	139	65	217	111	245	280	30	0	0	0	0
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	108	160	225	270	484	347	97	64	0	67	15	416
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2015

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 1.488 mm

Hari Hujan : 46 hari

Hujan Max : 110,00 mm Tanggal: 20 Nopember 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	15	5	0	78	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	30	0	70	0	0	0	0	0	0	7
3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	60
4	0	0	10	0	0	74	0	0	0	0	0	0
5	0	0	30	.	0	0	0	0	0	0	20	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	100	10	0	0	0	0	0	0	0	9	0
11	0	50	37	0	5	0	0	0	0	0	0	0
12	42	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
13	41	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0
14	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	5	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
23	5	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
25	57	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
28	0	40	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	85	0
31	52		30		0		0	0		0		0
Hujan Maximum	57	100	65	40	78	74	0	0	0	0	110	60
Jml Curah Hujan	276	224	222	136	213	74	0	0	0	0	276	67
Jml.Hari Hujan	9	7	9	6	5	1	0	0	0	0	7	2
Hujan (1-15)	88	170	127	35	198	74	0	0	0	0	53	67
Jml. data kosong	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	188	54	95	101	15	0	0	0	0	0	223	0
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2016

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 3.782 mm

Hari Hujan : 113 hari

Hujan Max : 132,00 mm Tanggal: 23 Nopember 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	45	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	78	29	0	0	0	103	0	7
3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	105	0	0	0	0	13	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	5	14
6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	58	0	55	0	0	0	0	11	23	0	8
8	75	0	30	0	14	7	0	19	0	32	17	30
9	35	0	0	0	61	0	58	0	31	53	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	14	8	30	0	0
11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	24	53	18
12	78	0	0	35	12	0	0	24	0	0	20	41
13	0	52	71	0	51	0	0	33	0	0	0	0
14	9	0	0	20	0	52	0	0	20	0	32	14
15	0	28	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	27	13	67	6	0	0	0	0
17	0	16	0	0	0	0	0	0	110	15	0	25
18	0	73	0	0	0	25	0	0	75	0	0	29
19	0	0	0	39	0	0	0	0	98	26	0	0
20	30	0	0	0	0	0	0	0	53	9	28	0
21	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
22	0	0	42	0	56	0	0	0	13	13	0	6
23	0	0	43	0	0	0	0	0	14	0	132	0
24	0	0	23	9	0	0	0	0	25	0	15	0
25	0	19	0	46	0	0	0	0	0	42	30	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0
27	0	17	17	0	0	51	14	0	0	0	26	14
28	0	28	0	0	0	0	0	70	0	13	51	0
29	63	24	0	0	58	0	14	0	0	0	0	0
30	0	0	9	0	0	0	0	0	0	30	21	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Hujan Maximum	78	73	71	105	78	52	67	70	110	103	132	41
Jml Curah Hujan	347	372	278	309	357	177	162	166	476	502	430	206
Jml.Hari Hujan	10	11	8	7	8	6	5	6	13	16	12	11
Hujan (1-15)	247	195	144	215	216	88	67	90	83	302	127	132
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	100	177	134	94	141	89	95	76	393	200	303	74
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*0" = Tidak ada hujan

*- = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY

JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2017

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 2.810 mm

Hari Hujan : 97 hari

Hujan Max : 119,00 mm Tanggal: 16 Oktober 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	42	19	17	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	58	0	0	0	28	0	0
3	30	0	13	60	0	0	0	25	0	14	0	0
4	0	25	14	9	0	0	0	0	0	77	0	0
5	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0
6	15	0	0	0	12	0	0	0	0	57	25	0
7	96	0	0	26	0	0	0	0	0	43	23	0
8	17	14	24	0	32	0	0	0	0	0	0	0
9	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	16	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
11	0	31	0	0	0	0	0	0	0	4	0	31
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
13	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
14	0	66	15	0	0	0	0	0	0	0	110	0
15	33	11	10	0	0	0	0	0	0	25	24	0
16	30	5	0	0	0	0	0	0	0	119	0	0
17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	23
18	21	11	13	36	0	0	0	0	0	0	23	0
19	0	0	0	16	0	0	0	0	0	9	25	62
20	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
21	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	18
23	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	35	0	0	0	0	0	0	39	0	13	0
25	53	14	14	0	0	26	0	0	6	0	0	0
26	0	0	17	0	0	74	0	0	13	0	25	0
27	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	17	16
28	6	19	0	14	0	0	0	0	0	0	0	4
29	9	9	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	19	19	0	0	0	0	0	0	0	54	29	0
31	67		67		26		0	0		57		0
Hujan Maximum	96	91	67	79	32	74	0	25	39	119	110	62
Jml Curah Hujan	443	413	234	286	94	187	0	25	58	493	357	220
Jml.Hari Hujan	16	14	12	9	4	5	0	1	3	12	13	8
Hujan (1-15)	191	238	95	112	68	64	0	25	0	248	211	97
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	252	175	139	174	26	123	0	0	58	245	146	123
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)
Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2018

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 1.820 mm

Hari Hujan : 78 hari

Hujan Max : 105,00 mm Tanggal: 03 Desember 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	31	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	105
4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	37	70
5	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
6	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	49	0
7	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	11	0
8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	23
9	29	0	50	0	0	0	0	0	0	0	17	0
10	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	27	0
11	10	0	0	36	0	0	0	0	0	0	53	0
12	0	51	0	4	0	0	0	0	0	0	17	0
13	0	26	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0
14	9	0	0	68	0	0	0	0	0	0	50	0
15	23	9	6	9	0	0	0	0	0	0	0	30
16	0	31	16	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	39	0	0	0	0	0	2	0	0	0
20	0	41	0	0	0	56	0	0	10	0	0	0
21	0	2	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0
22	27	8	20	44	0	0	0	0	0	0	21	0
23	10	35	0	10	0	0	0	0	0	0	0	4
24	12	6	0	9	31	0	0	0	0	9	0	5
25	13	12	0	25	0	0	0	0	0	7	0	25
26	0	9	37	37	0	0	0	0	0	0	70	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
29	17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Hujan Maximum	31	51	50	68	31	56	0	0	10	14	70	105
Jml Curah Hujan	190	267	215	318	60	56	0	0	12	30	368	304
Jml.Hari Hujan	11	12	10	15	2	1	0	0	2	3	13	9
Hujan (1-15)	111	123	91	187	0	0	0	0	0	0	275	266
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	79	144	124	131	60	56	0	0	12	30	93	38
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY

JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2019

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 1.733 mm

Hari Hujan : 63 hari

Hujan Max : 99,00 mm Tanggal: 19 Desember 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	31	0	18	0	0	0	0	0	0	0	29	8
2	24	0	95	0	0	0	0	0	0	0	43	0
3	0	0	12	18	0	0	0	0	0	0	26	0
4	15	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
5	8	9	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
7	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	13	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
11	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
13	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	64	0
16	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17	4	4	33	0	0	0	0	0	0	0	0	15
18	9	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	32	0	8	69	0	0	0	0	0	0	0	99
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	10	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	28	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	64	0	59	0	0	0	0	0	0	0	32
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	13
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	15
29	0		0	36	0	0	0	0	0	0	6	26
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	35	16
31	37		0		0		0	0		0		7
Hujan Maximum	37	74	95	69	0	0	0	0	0	0	64	99
Jml Curah Hujan	264	289	266	273	0	0	0	0	0	0	232	409
Jml Hari Hujan	14	9	8	8	0	0	0	0	0	0	7	17
Hujan (1-15)	104	138	220	65	0	0	0	0	0	0	162	173
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	160	151	46	208	0	0	0	0	0	0	70	236
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2020

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpal

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 3.261 mm

Hari Hujan : 158 hari

Hujan Max : 109,00 mm Tanggal: 01 Februari 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	22	109	1	0	0	6	0	1	0	3	0	13
2	24	0	0	4	0	0	0	0	2	6	0	8,5
3	12	14	0	39	0	0	0	0	15	43	0	17,5
4	0	4,5	59	12	0	0	0	0	0	18	21,5	4
5	7	0	4	11	0	0	0	0	0	13,5	14	1
6	12,5	15	0	0	41	13	6	0	0,5	6,5	5	4
7	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0
8	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	37	0
9	6	0	0	39	7	0	6,5	0	0	0	3	2,5
10	26	0	0	4	0	0	6	0	0	10,5	0	27
11	5	0	38	0	0	0	1	2	0	74	9,5	25
12	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	6	1	67
13	0	0	3	0	0	0	0	2	0	4	9	95
14	3	0	6	3	0	0	0	0	0	0	72,5	78
15	10	0	22	0	0	0	0	27	0	17	43	26
16	0	70	0	9	79	6	0	0	0	0	107	14
17	0	11	0	3	0	11	0	0	0	0	69,5	0
18	0	2	0	0	22	37	0	0	0	26	41,5	5
19	0	0	28	0	6	0	0	0	0	4	0	0
20	0	0	41	4	14	0	0	0	15	36	0	0
21	0	0	89	0	0	0	0	0	8,5	0	29	6
22	11	0	0	34	0	0	0	0	12	6,5	0	0
23	16	6	4	42	0	0	0	0	0	3,5	10,5	0
24	0	0	37	0	0	0	0	0	0	10	2	0
25	0	46	0	0	0	0	0	0	0	70	38	15
26	0	68	12	6	0	0	0	0	0	32	0	0
27	9	65	7	13	12	0	0	0	1	6,5	1	0
28	19	0	25	19	0	0	4	0	3	0	8,5	0
29	44	26	54	0	0	0	0	0	4	13	0	23
30	0		0	0	0	0	0	0	44	16	9,5	0
31	0		0		4		0	0		56		26,5
Hujan Maximum	44	109	89	42	79	37	7	27	44	74	107	95
Jml Curah Hujan	236	443	434	242	185	73	24	32	110	481	545	458
Jml. Hari Hujan	17	13	17	15	8	5	5	4	11	23	21	19
Hujan (1-15)	137	149	137	112	48	19	20	32	22	202	228	369
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	99	294	297	130	137	54	4	0	88	280	317	90
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2021

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai : Citanduy

Total Hujan : 2,322 mm

Hari Hujan : 144 hari

Hujan Max : 81.00 mm Tanggal: 31 Oktober 2021

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	11	4	0	13	0	0	0	5	0	0	29	0
2	0	6	25	17	0	0	0	0	0	0	30.5	0
3	0	9.5	58	0	0	0	0	1	0	0	53	56
4	11.5	47	0	8.5	0	0	0	4	0	0	4	4
5	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0
6	42	0	0	7	0	0	0	0	4	4	22	0
7	0	0	7	0	0	0	0	0	20	0	39	11.5
8	77	9.5	29	0	0	0	0	0	1	0	0	15
9	33	16	0	15	0	0	0	0	0	0	3	0
10	1	10	0	72	0	0	0	0	0	6	14	0
11	10	0	25	8.5	1	55	0	0	0	0	0	0
12	9	53	20	0	0	0	34	0	30	0	3.5	3
13	18	0	0	0	0	0	2	0	48	0	9	0
14	0	37	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0
15	0	0	10	11	0	0	0	0	4	0	10.5	6
16	8	67	2	1	0	0	0	0	0	0	15	1
17	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14	17
18	72	18	24	0	0	4	0	2	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	3	0	0	3	11	42	0
20	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0	4	4
21	13	5	0	0	0	2	0	0	9	3	0	0
22	5	0	0	0	0	2.5	0	0	2	2	9	9
23	14	8	0	0	0	1	14	0	67	1.5	0	26
24	0	0	13.5	0	2	0	0	0	4.5	0	0	0
25	3	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
26	19	0	0	2	0	14	0	0	0	20	0	18
27	36	21	2	0	0	3	0	0	0	11	19	2
28	64	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	37
29	0		17	0	1	0	0	0	0	13	0	0
30	0		2	0	0	19	10	0	2	0	0	0
31	12.5		0		0		26	1		81		0
Hujan Maximum	77	67	58	72	2	55	34	5	67	81	53	56
Jml Curah Hujan	470	329	235	155	4	111	90	13	199	157	347	215
Jml Hari Hujan	21	16	13	10	3	11	6	5	13	11	20	15
Hujan (1-15)	217	198	174	152	1	55	36	10	111	10	242	96
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	254	131	61	3	3	56	54	3	88	147	105	119
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2022

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Sidareja Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 3,491 mm

Hari Hujan : 157 hari

Hujan Max : 123.00 mm Tanggal: 07 Oktober 2022

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	0	0	38	0	0	0	0	15	19.5	5
2	0	0	0	48	13	0	15	0	3	73	0	43
3	0	9	0	32	4	0	0	5	0	3	41.5	0
4	0	23	11	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	20	6.5	0	0	0	33	0	0	0	12	0
6	0	4	11.5	0	18	48	0	13.5	0	26.5	0	44
7	32	0	2	6	0	0	0	0	0	123	83	6
8	5	0	0	0	0	6.5	0	0	39	0	26	10
9	17	56	5	0	0	0	0	47	24.5	75	35	27
10	3	0	0	0	1	10	0	0	17	3	9.5	0
11	57	54	0	0	8	0	0	5	13	10	0	26
12	39	7.5	20	0	11	0	0	12.5	9	28	24	0
13	10	79	0	0	54.5	0	87	0	0	14.5	38	0
14	0	21	47	22.5	0	0	13.5	0	13.5	4	0	0
15	12	4	0	0	0	15	13	0	0	0	40	2
16	2	10	14	3.5	8	32	5	6	0	0	2	0
17	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0
18	0	0	0	10	0	15	0	3.5	0	0	8	5
19	0	9	0	0	0	13.5	0	0	9.5	17	0	0
20	24	0	0	47	12	0	0	0	4	0	0	0
21	2	0	0	0	57	0	0	0	0	3.5	12	0
22	4	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	25
23	0	0	90	15	0	0	0	0	0	0	29.5	17
24	0	0	21.5	0	17	0	0	0	0	27	44	1
25	0	0	6	22	0	20	0	0	0	48	3	14
26	58	94	15	0	0	79	0	0	0	12.5	47	8
27	3	6	52	6	0	2.5	0	0	0	0	3.5	0
28	10.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
30	2	61	0	0	0	0	0	0	12.5	0	7.5	0
31	32	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	58	94	90	48	57	79	87	47	39	123	83	44
Jml Curah Hujan	316	397	445	234	242	242	167	93	145	483	489	242
Jml.Hari Hujan	18	14	17	12	12	10	6	7	10	16	20	15
Hujan (1-15)	175	278	103	127	148	80	162	83	119	375	329	163
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	141	119	342	107	94	162	5	10	26	108	160	79
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-11-1 No. (Serial Nomor Alat)

Tahun : 2023

Nama Pos : **PCH. SIDAREJA**

Data Geografis : 7°28'16.45" LS 108°48'14.16" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah

Kabupaten : Cilacap

Kecamatan : Sidareja

Desa : Kunci

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy

Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 1.443 mm

Hari Hujan : 100 hari

Hujan Max : 87,00 mm Tanggal: 2023

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	2	33	4,5	11	0	0	0	0	0	0	26,5
2	0	8	19	0	6	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	33,5
4	0	37	4,5	0	54	0	0	0	0	0	12,5	1,5
5	0	0	0	2	28	0	0	0	0	0	24	0
6	0	1	0	0	0	0	38	0	0	0	0	2
7	5	12	0	0	5	5	28	0	0	0	0	0
8	0	0	12	0	0	3	32	0	0	0	0	0
9	0	0	7,5	0	0	0	17	0	0	0	0	0
10	0	10,5	2	5	6	0	0	0	0	0	0	8
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5,5	0
12	0	13	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	6	0	2	0	0	1,5	0	0	0	0	0
14	0	3,5	0	3	0	0	2	0	0	0	34	0
15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0
16	25	25	2	0	0	57,5	0	0	0	0	0	0
17	33	4	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0
18	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	2,5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	24	87	1	19	0	0	0	0	0	0	6,5	0
23	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	22	0
24	0	0	0	20,5	0	0	0	0	0	0	27	0
25	4,5	0	3	28,5	0	0	0	0	0	0	0	0
26	11	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	2	5	0	7	0	0	0	0	0	0
28	18	22,5	1	37	0	9	0	0	0	0	58	0
29	1,5	0	23	0	0	3	0	0	0	0	0	4
30	0	0	2	82	0	0	0	0	0	0	10	28
31	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Hujan Maximum	33	87	53	82	54	58	38	2	0	0	58	34
Jml Curah Hujan	136	253	187	234	110	85	119	2	0	0	203	117
Jml Hari Hujan	11	17	20	15	6	6	6	1	0	0	10	8
Hujan (1-15)	5	93	78	42	110	8	119	0	0	0	79	72
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	131	160	109	192	0	77	0	2	0	0	124	45
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

, = Tidak ada data

2. Data Curah Hujan Stasiun Manganti



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2009

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai : Citanduy

Total Hujan : 826 mm

Hari Hujan : 59 hari

Hujan Max : 77,00 mm Tanggal: 2009

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	5	0	5	0	-	-	-	-	-	-	-
2	0	0	30	3	0	-	-	-	-	-	-	-
3	0	8	36	1	0	-	-	-	-	-	-	-
4	0	4	27	17	2	-	-	-	-	-	-	-
5	0	0	31	2	0	-	-	-	-	-	-	-
6	0	1	0	0	6	-	-	-	-	-	-	-
7	0	11	0	7	0	-	-	-	-	-	-	-
8	0	0	5	22	0	-	-	-	-	-	-	-
9	0	0	0	50	8	-	-	-	-	-	-	-
10	0	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
11	0	12	0	14	0	-	-	-	-	-	-	-
12	0	0	0	40	1	-	-	-	-	-	-	-
13	0	0	0	20	0	-	-	-	-	-	-	-
14	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
15	0	1	0	6	0	-	-	-	-	-	-	-
16	0	0	0	2	0	-	-	-	-	-	-	-
17	0	53	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
18	0	2	0	0	3	-	-	-	-	-	-	-
19	0	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
20	0	12	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
21	0	10	7	0	0	-	-	-	-	-	-	-
22	0	20	0	4	0	-	-	-	-	-	-	-
23	0	13	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
24	0	5	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
25	0	2	34	0	0	-	-	-	-	-	-	-
26	0	14	0	15	0	-	-	-	-	-	-	-
27	0	35	1	12	0	-	-	-	-	-	-	-
28	0	0	7	0	0	-	-	-	-	-	-	-
29	0	73	3	0	0	-	-	-	-	-	-	-
30	77	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
31	22	3	3	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Hujan Maximum	77	53	73	50	8	-	-	-	-	-	-	-
Jml Curah Hujan	99	225	257	224	21	-	-	-	-	-	-	-
Jml Hari Hujan	2	19	14	18	6	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (1-15)	0	43	130	187	18	-	-	-	-	-	-	-
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	15	15	15	15	15	15	15
Hujan (16-31)	99	182	127	37	3	-	-	-	-	-	-	-
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	15	16	16	15	16	15	16

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2010

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 777 mm

Hari Hujan : 68 hari

Hujan Max : 48,00 mm Tanggal: 2010

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	-	-	-	-	-	-	0	13	9	1	0
2	-	-	-	-	-	-	-	0	1	4	0	0
3	-	-	-	-	-	-	-	0	2	1	0	0
4	-	-	-	-	-	-	-	0	0	25	6	0
5	-	-	-	-	-	-	-	0	45	17	1	0
6	-	-	-	-	-	-	-	0	42	0	14	0
7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2	0
8	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	0
9	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1	0
10	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
11	-	-	-	-	-	-	-	0	22	0	34	0
12	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2	0
13	-	-	-	-	-	-	-	48	6	45	0	0
14	-	-	-	-	-	-	-	4	0	1	1	0
15	-	-	-	-	-	-	-	1	11	1	0	0
16	-	-	-	-	-	-	-	3	0	18	0	0
17	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
18	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0	0
19	-	-	-	-	-	-	-	0	30	0	0	0
20	-	-	-	-	-	-	-	0	23	0	6	0
21	-	-	-	-	-	-	-	0	4	6	1	0
22	-	-	-	-	-	-	-	0	16	8	1	0
23	-	-	-	-	-	-	-	13	12	8	0	0
24	-	-	-	-	-	-	-	1	20	23	32	0
25	-	-	-	-	-	-	-	40	8	3	5	0
26	-	-	-	-	-	-	-	3	9	1	0	0
27	-	-	-	-	-	-	-	0	3	0	1	0
28	-	-	-	-	-	-	-	0	0	34	21	0
29	-	-	-	-	-	-	-	0	2	17	0	0
30	-	-	-	-	-	-	-	1	6	14	2	0
31	-	-	-	-	-	-	-	18	0	1	0	0
Hujan Maximum	-	-	-	-	-	-	-	48	45	45	34	0
Jml Curah Hujan	-	-	-	-	-	-	-	132	277	236	132	0
Jml Hari Hujan	0	0	0	0	0	0	0	10	21	19	18	0
Hujan (1-15)	-	-	-	-	-	-	-	53	143	103	63	0
Jml. data kosong	15	15	15	15	15	15	15	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	-	-	-	-	-	-	-	79	134	133	69	0
Jml. data kosong	16	13	16	15	16	15	16	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2011

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 2.000 mm

Hari Hujan : 139 hari

Hujan Max : 90,00 mm Tanggal: 21 Desember 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	6	7	26	1	10	2	0	0	0	0	52	0
2	16	10	0	0	0	4	0	0	0	0	9	9
3	11	25	0	45	16	1	0	0	0	0	9	1
4	0	29	31	0	24	0	0	0	0	0	24	0
5	0	2	24	0	5	0	0	0	0	0	0	46
6	0	10	4	0	57	0	0	0	0	0	1	0
7	0	24	0	1	21	0	0	0	0	0	0	0
8	38	0	6	3	1	0	0	0	0	0	17	0
9	10	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10	0
10	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	44
12	0	18	1	4	0	0	0	0	0	0	7	0
13	0	0	0	0	22	0	23	0	0	0	1	1
14	0	21	0	9	58	0	0	0	0	0	0	5
15	0	17	0	1	68	0	6	0	0	0	0	0
16	1	53	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
17	35	0	0	11	9	0	0	0	0	1	43	1
18	0	0	0	12	18	0	0	0	0	3	0	2
19	19	1	1	4	0	0	0	0	0	5	0	15
20	35	0	0	0	0	0	1	0	0	0	49	3
21	0	0	1	0	0	0	5	0	0	1	12	90
22	8	4	2	10	0	0	6	0	0	28	7	0
23	5	0	37	17	0	0	1	0	0	2	6	0
24	7	6	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0
25	0	3	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	20	36	0	0	0	0	0	1	3	15
27	54	0	4	0	0	0	0	0	0	21	0	0
28	2	28	3	18	0	0	0	0	0	20	2	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	2
30	0	0	0	72	2	0	0	0	0	3	1	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	1	0
Hujan Maximum	54	53	37	72	68	4	23	0	0	29	52	90
Jml Curah Hujan	280	261	174	254	312	7	42	0	0	127	287	256
Jml Hari Hujan	16	18	17	17	14	3	6	0	0	13	21	14
Hujan (1-15)	113	165	96	64	283	7	29	0	0	0	155	106
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	167	96	78	190	29	0	13	0	0	127	132	150
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKY.
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA A
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDU
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa B.

Curah Hujan Harian (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat)

Tahun : 2012

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah
Kecamatan : Kedungreja

Kabupaten : Cilacap
Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Su

Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 2.237 mm

Hari Hujan : 134 hari

Hujan Max : 88,00 mm Tanggal: 20 Oktober 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	11	0	9	11	23	0	0	0	0	0	0	21
2	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11	22
3	0	0	72	14	2	0	0	0	0	0	0	38
4	5	14	41	9	0	0	0	0	0	0	13	1
5	5	22	19	74	0	0	0	0	0	0	0	17
6	0	9	9	18	7	0	0	0	0	0	0	7
7	7	0	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	0	0	19	18	0	0	0	0	9	6	0
9	61	0	0	4	0	0	0	0	0	1	21	13
10	31	3	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0
11	29	0	0	12	0	1	0	0	0	0	17	1
12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
13	3	6	0	0	22	0	0	0	0	0	0	40
14	47	0	14	7	17	0	0	0	1	0	4	12
15	1	0	0	13	20	0	0	0	0	0	19	6
16	8	20	0	0	0	0	0	0	1	11	4	0
17	0	0	0	6	0	0	0	0	0	23	40	0
18	37	33	0	5	5	0	2	0	0	76	0	0
19	3	0	3	6	19	9	0	0	0	58	11	1
20	9	2	4	0	0	0	0	0	0	88	42	0
21	54	26	4	0	11	0	0	0	0	0	5	2
22	21	11	5	0	0	0	0	0	0	0	36	21
23	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	81	6
24	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	26	1
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
26	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	13	0
27	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	29	1
28	9	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	41
29	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	45
30	14		0	14	0	0	0	0	0	20	0	59
31	2		0		0		0	0		3		12
Hujan Maximum	61	33	72	74	23	9	2	0	1	88	81	59
Jml Curah Hujan	390	158	214	225	160	10	2	0	2	289	398	389
Jml. Hari Hujan	23	13	15	16	11	2	1	0	2	9	20	22
Jml. Hujan (1-15)	229	57	173	194	109	1	0	0	1	10	94	200
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jml Hujan (16-31)	161	101	41	31	51	9	2	0	1	279	304	189
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan

*- = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2013

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai : Citanduy Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 2.593 mm

Hari Hujan : 183 hari

Hujan Max : 114,00 mm Tanggal: 10 juli 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	57	0	0	0	5	4	17	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0
3	24	9	8	6	0	16	1	2	0	0	0	0
4	5	0	47	5	0	0	67	0	0	0	8	1
5	17	67	18	2	0	0	59	0	0	0	8	1
6	2	0	4	76	0	0	0	0	0	0	0	3
7	10	2	0	6	0	0	0	0	0	0	4	2
8	6	3	0	17	4	1	0	0	0	0	0	7
9	0	10	0	0	27	27	4	0	0	0	0	8
10	0	0	1	14	0	0	114	0	0	1	2	6
11	0	0	0	18	0	0	6	0	0	4	10	0
12	1	0	0	6	7	26	7	0	0	0	5	5
13	2	45	20	1	0	8	8	0	0	0	4	0
14	2	7	0	0	0	4	9	0	0	0	9	5
15	23	1	3	1	0	0	0	0	4	0	20	24
16	0	1	2	2	14	0	1	22	2	0	16	75
17	0	2	2	0	0	0	0	5	0	0	7	0
18	0	53	5	18	84	43	2	0	0	0	29	25
19	0	7	0	12	40	1	0	0	0	17	3	5
20	1	8	40	2	10	0	1	1	0	0	0	75
21	0	7	26	0	4	48	0	0	0	0	0	2
22	4	30	0	1	0	2	4	0	0	7	0	0
23	36	29	7	4	52	0	1	0	0	0	0	4
24	17	0	20	0	0	0	0	0	4	9	0	10
25	5	2	0	0	71	0	4	2	0	7	2	0
26	8	6	3	5	8	0	16	1	0	2	9	8
27	0	3	2	0	0	0	1	0	0	8	2	3
28	0	12	0	0	0	14	0	0	0	0	0	6
29	0		37	1	2	2	0	0	0	0	9	0
30	0		10	0	18	2	0	0	0	57	0	0
31	2		7		56		0	0		18		25
Hujan Maximum	57	67	47	76	84	64	114	22	4	57	29	75
Jml Curah Hujan	223	304	262	197	403	262	322	33	10	130	147	300
Jml Hari Hujan	19	20	19	19	16	15	18	6	3	10	17	21
Hujan (1-15)	150	144	101	152	44	150	292	2	4	5	70	62
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	73	160	161	45	359	112	30	31	6	125	77	238
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2014

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 2.688 mm
Hari Hujan : 173 hari
Hujan Max : 108,00 mm Tanggal: 28 Januari 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5	17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	5
2	0	7	0	12	0	0	23	0	0	0	0	0
3	1	1	4	7	7	0	2	0	0	0	0	0
4	0	3	32	2	0	0	0	5	0	0	0	11
5	0	1	1	0	0	0	15	1,5	0	4	8	8
6	0	13	1	37	3	0	4	9	0	10	0	1
7	0	3	2	2	8	0	5	3	0	0	0	25
8	1	10	0	1	0	0	2	0	0	0	9	1
9	30	7	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2
10	8	0	1	8	0	0	0	0	0	0	18	0
11	21	0	4	14	0	9	1	24	0	0	17	0
12	11	13	0	0	0	1	33	7	0	0	15	24
13	55	0	0	18	11	2	0	0	0	0	0	4
14	0	1	1	9	4	0	5	0	0	5	26	0
15	53	0	11	17	2	0	17	0	0	0	13	70
16	0	3	20	46	43	6	0	0	0	1	39	83
17	11	23	0	0	0	0	0	0	0	2	54	6
18	22	0	4	0	0	2	0	0	0	37	64	1
19	2	12	3	0	37	83	2	0	0	0	34	105
20	41	0	4	0	0	1	0	0	0	2	23	9
21	2	0	4	0	0	0	0	0	0	2	48	77
22	10	34	0	61	0	12	0	0	0	0	36	0
23	4	11	0	0	0	4	0	0	0	15	0	95
24	0	20	0	0	0	0	2	0	0	7	22	0
25	1	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	20
26	12	0	6	0	31	10	20	0	0	0	7	0
27	0	0	0	1	2	8	3	0	0	0	17	16
28	108	22	41	12	0	2	0	0	0	0	0	15
29	21	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	30	9
31	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Hujan Maximum	108	34	41	61	43	83	33	24	0	37	64	105
Jml Curah Hujan	442	201	157	247	151	140	144	51	0	85	481	589
Jml.Hari Hujan	22	18	19	15	12	12	17	7	0	10	19	22
Hujan (1-15)	185	76	58	127	36	12	111	51	0	19	106	151
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	257	125	99	120	115	128	33	0	0	66	375	438
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan

- = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutarni No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2015

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai : 2.206 mm

Total Hujan : 120 hari

Hari Hujan : 147,00 mm Tanggal: 05 Juni 2015

Hujan Max :

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	5	6	34	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	34	7	3	56	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	18	35	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	2	25	0	2	5	0	0	0	0	0	0
5	15	2	0	4	2	147	0	0	0	0	11	4
6	0	2	7	0	7	0	0	0	0	0	48	49
7	0	8	17	0	0	6	0	0	0	0	114	0
8	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	43
9	0	3	0	2	0	3	0	0	0	0	8	106
10	0	35	20	5	0	0	0	0	0	0	2	6
11	3	5	41	0	0	0	0	0	0	0	5	3
12	0	4	56	12	0	0	0	0	0	0	0	3
13	29	9	62	0	1	0	0	0	0	0	0	25
14	54	12	0	3	32	0	0	0	0	0	2	0
15	33	6	6	12	0	0	0	0	0	0	5	6
16	0	5	5	37	0	0	0	0	0	0	0	18
17	62	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
18	36	47	0	27	0	0	0	0	0	0	0	4
19	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	70	4
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	11	14
23	4	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3
24	2	4	0	47	0	0	0	0	0	0	2	0
25	0	8	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
26	30	9	0	2	0	0	0	0	0	0	86	0
27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
28	1	0	6	17	8	0	0	0	0	0	0	0
29	0	33	6	6	0	0	0	0	0	0	1	3
30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
31	64	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Hujan Maximum	64	47	62	47	56	147	0	0	0	0	114	106
Jml Curah Hujan	358	226	332	261	109	161	0	0	0	0	412	347
Jml Hari Hujan	18	21	18	18	8	4	0	0	0	0	15	18
Hujan (1-15)	138	129	270	110	101	161	0	0	0	0	195	245
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	220	97	62	151	8	0	0	0	0	0	217	102
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2016

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 3.925 mm
Hari Hujan : 204 hari
Hujan Max : 167,00 mm Tanggal: 17 September 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	33	52	94	0	35	0	0	9	30	0	25	5
2	3	1	0	5	0	6	11	0	0	0	0	1
3	24	15	0	19	4	40	0	0	0	70	0	1
4	0	0	35	75	0	0	0	0	0	1	12	2
5	2	4	2	3	0	0	0	0	13	0	34	0
6	21	29	6	19	0	0	0	0	0	73	0	35
7	0	12	15	0	0	0	0	0	61	0	2	3
8	46	19	0	0	3	4	14	10	1	25	0	6
9	15	14	36	24	13	0	24	0	18	41	41	66
10	0	0	0	0	70	34	10	0	24	88	2	0
11	10	5	0	2	0	0	0	0	5	2	2	0
12	66	11	14	13	11	0	29	0	0	0	28	1
13	9	53	5	2	0	0	3	35	0	0	12	19
14	0	1	0	32	41	0	0	25	1	4	2	0
15	15	0	0	2	8	18	1	0	21	3	26	30
16	0	5	0	0	1	0	5	0	0	2	0	2
17	0	7	0	4	9	35	7	24	167	19	6	1
18	0	85	9	0	4	19	0	0	0	0	9	0
19	3	0	0	0	10	30	0	0	33	0	1	5
20	14	0	2	2	0	0	0	0	26	17	0	0
21	7	0	1	0	0	0	0	0	48	38	45	0
22	5	0	42	0	0	0	2	0	4	12	1	0
23	13	4	55	0	41	3	0	2	2	2	1	0
24	0	9	2	0	0	0	0	0	49	1	76	0
25	9	7	5	6	26	0	0	0	4	5	7	0
26	0	0	6	3	0	0	0	0	3	13	27	0
27	0	0	0	13	0	0	4	0	0	27	2	50
28	0	7	3	0	0	49	0	0	7	11	64	0
29	144	36	0	12	0	0	4	31	0	0	24	2
30	0	0	8	4	40	27	9	0	0	0	13	1
31	6	0	0	0	6	0	0	0	0	3	0	12
Hujan Maximum	144	85	94	75	70	49	29	35	167	88	76	66
Jml Curah Hujan	445	376	340	240	322	265	123	136	517	457	462	242
Jml. Hari Hujan	19	20	18	18	16	11	13	7	19	21	24	18
Hujan (1-15)	244	216	207	196	185	102	92	79	174	307	186	169
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	201	160	133	44	137	163	31	57	343	150	276	73
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2017

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpal Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 2.287 mm
Hari Hujan : 146 hari
Hujan Max : 85,00 mm Tanggal: 28 April 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	6	0	52	8	2	20	0	0	0	2	0	1
2	0	0	10	4	0	9	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	82	0	0	0	5	0	4	0	0
4	8	0	13	1	1	0	0	0	0	6	0	0
5	0	0	8	4	0	0	0	0	0	54	0	0
6	9	0	0	19	7	0	0	0	0	2	0	0
7	1	0	0	17	10	0	0	0	0	35	33	1
8	4	0	27	0	34	0	0	0	0	37	0	10
9	0	0	0	0	40	0	0	0	0	1	7	0
10	43	0	0	0	0	0	0	0	0	30	11	8
11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	13
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	28
13	1	0	0	2	0	4	0	0	0	0	2	4
14	14	0	9	1	0	0	0	0	0	4	84	1
15	2	0	4	0	0	0	0	4	0	44	49	1
16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0
17	29	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	12
18	16	0	37	55	0	0	0	0	0	5	45	1
19	6	0	3	81	0	0	0	0	0	4	21	64
20	1	0	0	0	0	18	0	0	0	1	2	32
21	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	7	6
22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
23	27	0	1	1	0	2	0	0	0	2	3	0
24	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	10	0
25	21	0	11	0	0	2	0	2	56	0	4	0
26	19	0	40	11	0	1	0	0	7	0	1	0
27	0	0	0	2	0	10	0	0	17	5	9	8
28	6	0	0	85	3	0	0	0	82	2	7	3
29	4	0	0	35	3	0	24	0	0	49	7	0
30	7	0	0	0	0	0	2	0	3	44	20	0
31	19	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1
Hujan Maximum	43	0	52	85	40	20	24	5	82	63	84	64
Jml Curah Hujan	271	0	217	411	107	72	26	13	165	462	337	206
Jml Hari Hujan	25	0	13	17	9	9	2	4	5	23	21	18
Hujan (1-15)	105	0	123	138	94	33	0	9	0	285	188	67
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	166	0	94	273	13	39	26	4	165	177	149	139
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-1 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2018

Nama Pos : **PCH. MANGANTI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 1.944 mm
Hari Hujan : 139 hari
Hujan Max : 121,00 mm Tanggal: 27 Nopember 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	11	6	0	16	0	0	0	1	1	0	3	0
4	4	3	2	22	0	0	0	0	0	0	23	73
5	1	30	1	0	0	0	0	0	1	0	0	83
6	3	14	1	1	0	0	0	0	5	0	32	8
7	0	16	5	12	0	0	0	0	1	0	55	1
8	15	2	55	13	0	0	0	0	1	0	7	27
9	0	9	20	0	0	0	0	0	0	0	5	0
10	2	1	2	15	0	0	0	0	0	0	16	1
11	5	3	0	4	0	0	0	0	0	0	4	8
12	3	45	13	2	0	1	0	0	0	0	45	4
13	0	44	2	1	0	0	0	0	0	0	48	0
14	15	5	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
15	4	2	1	20	0	0	0	0	0	0	102	0
16	0	30	48	0	0	0	0	0	0	0	0	12
17	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
18	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	13	0	0	21	0	0	0	0	1	0	0	0
20	0	45	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0
21	2	2	0	2	0	25	0	0	5	0	0	0
22	15	10	20	6	5	7	0	0	0	0	0	0
23	7	103	1	12	1	0	0	0	0	3	0	0
24	0	21	2	23	9	0	0	0	0	0	1	7
25	18	0	12	10	1	0	0	0	0	9	0	0
26	0	8	36	17	0	4	0	0	0	1	0	38
27	21	0	6	4	0	0	0	0	0	0	121	2
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	0
29	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
31	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	41	103	55	23	9	25	0	1	5	9	121	83
Jml Curah Hujan	205	404	274	210	16	47	0	2	15	18	484	269
Jml.Hari Hujan	21	21	20	19	4	6	0	2	7	5	20	14
Hujan (1-15)	76	180	113	115	0	3	0	1	9	0	342	205
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	129	224	161	95	16	44	0	1	6	18	142	64
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data

3. Data Curah Hujan Stasiun Karangsari



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2017

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 2,072 mm
Hari Hujan : 97 hari
Hujan Max : 99.00 mm Tanggal: 30 Oktober 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-	43	0	0	0	0	0	0	0	11	0.8	0
3	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0
5	0	33	0	0	23	0	0	0	0	3	28	0
6	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0
7	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	16.5	0	0	0	0	52	5	0
9	44	20	0	0	0	0	0	0	0	0	28.5	0
10	2.5	3.5	0	0	0	0	0	0	0	11	4	12
11	14	0.6	0	0	0	0	0	0	0	48	0.5	25
12	0.4	18.5	0	0	0	0	0	0	0	13	0	8
13	0	56.5	0	0	0	0	0	0	0	0	79.5	15
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	67	7
15	0	74	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0
16	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	9
17	39.5	0.7	0	0	0	15	0	0	0	11.5	0	15
18	13.5	0	0	0	0	7	0	0.8	0	0.6	13	37
19	6.5	0	0	0	0	23	0	0	0	0	62	7
20	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13
21	0	36	0	0	0	16	0	0	0	0	11	5
22	0.4	0	0	0	0	14	0	0	0	0	13	0
23	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0
24	0	0	0	0	0	24	0	0	52	0	6	0
25	55	0.6	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0
26	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	8	6
27	0	0	0	0	0.7	0	0	0	48	5.5	14	0
28	0.5	0.8	0	0	19	0	23	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	35	0	0.9	0	0	36	15.5	0
30	0	0	0	0	54	0	0.5	0	0	99	0	5
31	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	55	74	0	0	54	24	23	1	52	99	80	37
Jml Curah Hujan	256	357	0	0	185	100	24	1	104	514	368	164
Jml Hari Hujan	14	14	0	0	7	7	3	1	3	16	19	13
Hujan (1-15)	74	318	0	0	77	0	0	0	0	288	213	67
Jml. data kosong	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	181	39	0	0	109	100	24	1	104	226	154	97
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan

- = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2018

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpal Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 1,483 mm
Hari Hujan : 95 hari
Hujan Max : 95.50 mm Tanggal: 27 Nopember 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	14	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	16	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0.4	0
3	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	57	12
4	0.6	19	0	20	0	0	0	0	0	0	7	52
5	0	14	7	0	0	0	0	0	0	0	43.5	7.5
6	0	11	11	12	0	0	0	0	0	0	54	0
7	0	12	29	0	0	0	0	0	0	0	13.5	0
8	0.7	0	50	0.8	0	0	0	0	0	0	6.5	0
9	5	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	23	0
10	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	14.5	0.8
11	0	0.9	0	0.6	0	0	0	0	0	0	15	0
12	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	68.5	0
13	0.8	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.6	0.7	0	21	0	0	0	0	0	0	68.5	0
15	0.7	23	12	9	0	0	0	0	5	0	0	7
16	0.9	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	13	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0.7	0	0	0	0	5	0	0	0
19	0.5	21	33	0	0	20	0	0	0	0	0	0
20	0.8	0	0	0	0	17	0	0	19	0	0	0
21	24	39	19	11	0	9	0	0	0	0.2	0	0
22	0	47	0	21	0	0	0	0	0	8	0	0
23	0.6	10	16	26	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	8	7	15	0	5	0	0	0	0	0	53
26	0.6	0	36	18	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0.5	15	0	0	0	0	0	0	0.5	95.5	0
28	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
31	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	24	47	50	26	0	20	0	3	19	8	96	53
Jml Curah Hujan	96	261	279	156	0	51	0	3	29	9	467	132
Jml.Hari Hujan	18	18	15	13	0	4	0	1	3	3	14	6
Hujan (1-15)	38	136	110	64	0	0	0	3	5	0	371	79
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	58	126	170	92	0	51	0	0	24	9	96	53
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan
. = Tidak ada data

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat)

Tahun : 2019

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpal

Daerah Aliran Sungai :

Total Hujan : 986 mm

Hari Hujan : 61 hari

Hujan Max : 53.00 mm Tanggal: 23 Januari 2019

Wilayah Sungai : Citanduy

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	29	0	7.5	17	0	0	0	0	0	0	0
2	16	0	50.5	0	9.5	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	38	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	42.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	36	25	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	45
11	26	21.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.5
12	46.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.5
13	0	0.5	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	8	30	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.5
17	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	11	0.5	11.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	2
19	13.5	10	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
20	0.6	0.6	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.9	0.7	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	48.5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	53	25	0	10.5	0	0	0	0	0	0	0	0
24	6.5	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.5
29	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5
30	0.5	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
31	27.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan Maximum	53	43	51	21	17	0	0	0	0	0	0	45
Jml Curah Hujan	371	180	191	55	27	0	0	0	0	0	0	164
Jml.Hari Hujan	16	15	12	6	2	0	0	0	0	0	0	10
Hujan (1-15)	209	127	154	8	27	0	0	0	0	0	0	98
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	162	53	36	47	0	0	0	0	0	0	0	66
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-." = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2020

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongjari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai : 3,373 mm

Total Hujan : 128 hari

Hujan Max : 160.20 mm Tanggal: 14 Nopember 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	3	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	34	46.5	5	2	0	29	0	0	58	2.2	0	20.2
2	36.5	8	0	20	0	0	0	0	0	0	0	30.2
3	4	0	6	38	0	0	0	0	0	0	0	15.1
4	2	2.5	39	8.5	0	0	0	0	6.2	49	12	2.4
5	4.5	2	0	0	0	2	4.3	0	15	0	14.7	0
6	32.5	0	0	0	11	0	0	0	10	0	0	0
7	2.5	6.5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2.5
8	51	0	0	0	0	12.5	4	0	0	0	26.3	0
9	12.5	7.5	0	2	28	0	0	0	0	0	8.2	2.2
10	10.5	0	47	7	0	0	0	0	9	0	22	57.2
11	0	0	4	0	0	0	0	0	67.2	0	5.4	0
12	0	11	0	0	0	0	0	0	4.5	0	0	57.3
13	0	0	0	0	5	0	0	12	0	0	64.2	89.2
14	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	160.2	75.3
15	0	145	0	0	45.5	0	0	0	0	0	45	20.5
16	0	35	0	0	51	0	0	0	0	0	23.7	2
17	0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	37	12.5	5	4.4	34.4	0	0	0
19	0	0	16	0	0	0	3	0	2.4	0	0	0
20	0	0	19	35	0	0	0	0	50	12.3	0	0
21	0	0	147	0	45	0	0	0	3.2	0	20.6	30
22	0	0	0	0	0	7	0	0	6	0	0	0
23	27.5	0	0	11	0	0	0	0	13	0	19.4	0
24	24	0	0	60	0	0	0	0	24	0	0	0
25	0	87	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0
26	0	0	0	58	0	0	0	0	67	0	61.4	0
27	36.5	125	2	13.5	0	0	0	0	80	0	0	0
28	7.5	45.5	19	0	0	0	2	0	0	0	0	4.1
29	10	0	78	0	0	0	0	0	10.2	45	0	18.5
30	1.5	0	0	0	2	3	0	0	16.4	0	0	0
31	2.5	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	15
Hujan Maximum	51	145	147	60	51	29	5	12	80	49	160.2	89
Jml Curah Hujan	300	522	382	255	232	70	18	27	535	109	483	442
Jml.Hari Hujan	17	12	11	11	9	7	5	3	20	4	13	16
Hujan (1-15)	190	229	101	78	90	44	8	23	175	51	358	372
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	110	293	281	178	142	26	10	4	360	57	125	70
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan

. = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tip. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat)

Tahun : 2021

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah

Kabupaten : Cilacap

Kecamatan : Kedungreja

Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl

Daerah Aliran Sungai :

Wilayah Sungai : Citanduy

Total Hujan : 1,773 mm

Hari Hujan : 125 hari

Hujan Max : 92.00 mm Tanggal: 04 Nopember 2021

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	11.2	15.2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
2	0	8.4	0	0	6	2	0	0	2	0	36	3.5
3	0	15.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
4	45	0	50	0	0	0	0	10	0	0	70	0
5	5.2	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0
6	69	2.3	0	0	0	0	0	0	9	0	22	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	6.5	0	6.5	1
8	27.1	5.5	60	0	0	0	0	10	0	0	4	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5
10	2.2	45.7	0	0	0	0	0	0	1.5	0	5	0
11	14.3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2.5	1
12	0	27.2	0	0	0	23	0	0	28	0	0	0
13	27.7	21.2	0	0	0	0	13	0	30	0	3	4
14	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	5	0
15	0	0	1.5	0	0	0	0	0	10	0	11	7
16	15.3	45.1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19
17	23.5	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	5
18	51.2	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
19	0	0	6.3	0	0	5	0	1.5	0	0	10	6
20	1.2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	1
21	0	62.2	0	0	0	0	0	8	0	2	5	3.5
22	0	1.4	0	0	0	0	0	0	12	0	0	22
23	0	14.8	0	0	0	7.5	0	0	4	1.5	3.5	25
24	0	0	0	0	2	7	0	0	5	0	0	30
25	0	6.7	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0
26	36.1	0	2.5	0	0	0	0	0	1	8	0	6
27	58.5	3.2	7.5	0	0	21.5	0	0	0	0	1	7
28	14.5	0	0.5	0	92	0	0	0	0	0	5	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	25
30	1.5	12	0	0	0	27	0	2.5	0	0	0	4
31	33	4	0	0	0	0	0	0	0	18	0	4
Hujan Maximum	69	62	60	0	92	27	13	10	30	18	70.0	44
Jml Curah Hujan	437	330	144	0	100	93	15	39	127	32	233	224
Jml.Hari Hujan	17	16	9	0	3	7	2	7	15	5	23	21
Hujan (1-15)	202	144	112	0	6	25	15	24	89	0	179	23
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	235	185	33	0	94	68	0	15	38	32	54	202
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2022

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
Total Hujan : 2,907 mm
Hari Hujan : 214 hari
Hujan Max : 80.00 mm Tanggal: 26 Juni 2022

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	4	0	8	1	18	0	0	0	2	50	12.5	11
2	3	0	1	16.5	6	4	6	0	1	5	0	20
3	0	0	0	70	8.5	0	0	70	0	2	40	0
4	0	0	1	2	5	0	0	0	0	1.5	0	5.5
5	0	0	2	0	0	0	10	0	0	0	55	5
6	0	0	8	1	2	20	0	7	1.5	10.5	0	24
7	3	0	6	35	1	0	0	2.5	0	70	1	25
8	35	0	1	0	0	21	0	1	34	2.5	5	12
9	9.5	0	2	0	0	0	0	45	5	12	5.5	10
10	0	65	4	6	4	7	0	8	10	2	6	1.5
11	5	0	1	0	3	22	1	3	4	4	0	1
12	32	50	2	0	0	0	1.5	1	43	30	5	0
13	49.5	5.5	30	18	15	14	40	1	3	18	65	4
14	26	45	4	4	1	0	15	0	8	1	20.5	0
15	7	3.5	28	0	0	1	13	0	0	6	40.5	6.5
16	13	13	1	0	0	15	5	2	0	4.5	6.5	0
17	3.5	0	1	1	0	0	0	0	1.5	0	1	0
18	0	10	70	5	1	30	0	10	0	0	6	25
19	0	0	0	0	3	16	0	2	0	14	2	0
20	5.5	12.5	0	65	19	0	0	0	3	1	10.5	0
21	19.5	31	0	0	20	2	1	0	19.5	2.5	2.5	0
22	4	0	0	17	0	0	0	0	1	5.5	4.5	20
23	56	0	5	5	0	1.5	0	0	0	4	3.5	21
24	1.5	0	50	3	5	0	0	0	0	1	61	1
25	0	0	35	0	0	3	0	0	3	65	6	15.5
26	1.5	2	1	0	1	80	0	0	0	8	10	10.5
27	2.5	60	0	1	0	7	0	0	13.5	0	1.5	1
28	3.5	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
29	68		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	1.5		2	0	0	0	0	1.5	1.5	0	10	0
31	1		33.5		14		0	0		0		0
Hujan Maximum	68	65	70	70	20	80	40	70	43	70	65.0	25
Jml Curah Hujan	355	308	301	252	127	244	93	154	155	320	382	220
Jml.Hari Hujan	23	12	24	17	17	15	9	13	17	23	25	19
Hujan (1-15)	174	169	98	154	64	89	87	139	112	215	256	126
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	181	139	203	98	63	155	6	16	43	106	126	94
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = Tidak ada hujan

. = Tidak ada data



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY
 JL. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1 Tlp. (0265) 741686 Banjar 46300 Jawa Barat

DATA CURAH HUJAN HARIAN (mm)

No. Register : 02-3301-092-01-2 No. (Serial Nomor Alat) Tahun : 2023

Nama Pos : **PCH. KARANGSARI**

Data Geografis : 7°26'54.36" LS 108°43'7.69" BT

Lokasi : Propinsi : Jawa Tengah Kabupaten : Cilacap
 Kecamatan : Kedungreja Desa : Bojongsari

Elevasi : M dpl Wilayah Sungai : Citanduy

Daerah Aliran Sungai :
 Total Hujan : 1,461 mm
 Hari Hujan : 117 hari
 Hujan Max : 115.00 mm Tanggal: 2023

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	1.5	1	17	18	23	0	2	0	0	0	0	10
2	1	15	15	1	25	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	20
4	0	12	18	0	39	0	0	0	0	0	0	19
5	0	0	2	2.5	80	0	0	1	0	0	26	0
6	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
7	3	65	0	0	115	5	21	0	0	0	0	0
8	1	1.5	30	0	0	5.5	30	0	0	0	0	0
9	6	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
10	0	13	0	4	75	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20	0
12	0	25	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0
13	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
14	0	12.5	0	0	0	0	2	0	0	0	9	0
15	1	10	0	0	0	0	1	0	1	0	16	0
16	1.5	50	0	4.5	0	35	0	0	0	0	0	0
17	15	6	26	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0
19	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	4	10	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0
21	0	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
23	0	1	20	65	0	0	1	0	0	0	10	0
24	5	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	7	0
25	1	1.5	2	24.5	0	0	0	0	0	0	6	0
26	8	4	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0
27	0	1	1	1.5	0	15	0	0	0	0	7	0
28	12	40	0	2.5	0	8	0	0	0	0	2	0
29	0	20	4	0	0	2.5	0	0	0	0	1	7
30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10
31	30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Hujan Maximum	30	65	30	65	115	35	30	1	1	0	26.0	20
Jml Curah Hujan	101	290	210	137	358	76	80	1	1	0	137	71
Jml.Hari Hujan	16	22	18	13	7	8	9	1	1	0	15	7
Hujan (1-15)	15	161	85	34	358	14	79	1	1	0	71	52
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hujan (16-31)	87	129	125	104	0	63	1	0	0	0	66	19
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

"0" = Tidak ada hujan

"-" = Tidak ada data

Lampiran 2 *cross section* CB.64 (hulu), CB.23 (jembatan), CB.96 (hilir).

