

202110340311162, 202110340311058, 202110340311166, 202110340311254  
Febriyan, Farania, Satria, Budiyani  
Prodi Teknik Sipil

**FINAL REPORT**  
**STUDI PENGENDALIAN BANJIR**  
**SUNGAI BENGAWAN SOLO DI KECAMATAN KARANGGENENG DAN**  
**KECAMATAN LAREN KABUPATEN LAMONGAN**

Tugas Akhir

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:**

<b>NORA FARANIA</b>	<b>(202110340311058)</b>
<b>MAHFUD FEBRIYAN</b>	<b>(202110340311162)</b>
<b>MUHAMMAD ZIDANE BAGUS SATRIA</b>	<b>(202110340311166)</b>
<b>GEMILANG ARIADI BUDIYANI</b>	<b>(202110340311254)</b>

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2025**

### LEMBAR PENGESAHAN


**JUDUL :** Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng Dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan


**NAMA :** (Nora Farania.)  
(Mahfud Febriyan.)  
(Muhammad Zidane Bagus Satria.)  
(Gemilang Ariadi Budiyan.)

**NIM :** (202110340311058)  
(202110340311162)  
(202110340311166)  
(202110340311254)

Pada Hari Rabu 07 Januari 2026, telah diuji oleh tim penguji :

1. Dr. Dandy A. Yani, MT.,MM.
2. Dr. Ir. Azhar Adi D.,ST.,MT.


Dosen penguji 1. 


Dosen penguji 2. 

Disetujui :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
Dr. Ir. Sulianto, MT.

  
Ir. Ernawan Setyono, MT

Mengetahui, Ketua Jurusan  
Teknik Sipil



Dr. Ir. Azhar Adi D.,ST.,MT.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mahfud Febriyan  
Nim : 202110340311162  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammdiyah Malang

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa Capstone Design Project dengan judul **"Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng Dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan"** adalah hasil karya saya perorangan dan bukan hasil karya orang lain. Dengan ini naskah Capstone Design Project ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tercantum didalam naskah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang 12 Januari 2026

Yang menyatakan,

Ketua Tim Capstone Design



Mahfud Febriyan

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nora Farania  
Nim : 202110340311058  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammdiyah Malang

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa Capstone Design Project dengan judul **“Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng Dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan”** adalah hasil karya saya perorangan dan bukan hasil karya orang lain. Dengan ini naskah Capstone Design Project ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tercantum didalam naskah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang 12 Januari 2026

Yang menyatakan,



Nora Farania

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zidane Bagus Satria  
Nim : 202110340311166  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammdiyah Malang

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa Capstone Design Project dengan judul **“Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng Dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan”** adalah hasil karya saya perorangan dan bukan hasil karya orang lain. Dengan ini naskah Capstone Design Project ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tercantum didalam naskah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang 12 Januari 2026

Yang menyatakan,



METERAI  
TEMPEL  
10000  
75727ANX217233426

Muhammad Zidane B.S

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gemilang Ariadi Budiyan  
Nim : 202110340311254  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammdiyah Malang

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa Capstone Design Project dengan judul **"Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng Dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan"** adalah hasil karya saya perorangan dan bukan hasil karya orang lain. Dengan ini naskah Capstone Design Project ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tercantum didalam naskah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang 12 Januari 2026

Yang menyatakan,



Gemilang Ariadi B

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan nikmat kepada kami, alhamdulillah kami masih diberi kesehatan, kesempatan dan ilmu yang bermanfaat serta hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Kuliah (Capstone Design Project) berjudul “Studi Pengendalian Banjir Sungai Bengawan Solo Di Kecamatan Karanggeneng dan Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang ini dengan perasaan bahagia serta penuh rasa syukur. Sholawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan selama proses penyusunan Capstone Design Project ini. Penulis menyadari penulisan tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi tambahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

Malang, 12 Januari 2026

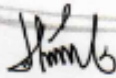
Anggota 1



Mahfud Febriyan

(202110340311162)

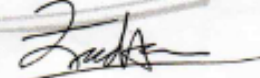
Anggota 2



Nora Farania

(202110340311058)

Anggota 3



Muhammad Zidane B.S

(202110340311166)

Anggota 4



Gemilang Ariadi B

(202110340311254)

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia nya, dapat menyelesaikan dengan baik serta segala proses dalam penyusunan Tugas Akhir ini berjalan berkat doa, dukungan, dan bantuan berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah membimbing, melindungi, dan memberikan keberkahan di setiap proses hingga terwujudnya tugas akhir Capstone Design Project ini.
2. Dosen pembimbing kami Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT. dan Bapak Ir. Ernawan Setyono, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Bapak/Ibu Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Malang.
4. Bapak/Ibu Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammdiyah Malang.
5. Seluruh anggota tim Capstone, yang telah bekerja sama dengan penuh semangat, saling menghormati, saling mendukung dan melengkapi di setiap tahap perencanaan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Kerja keras, dedikasi, dan komitmen yang kami tunjukan menjadi bagian penting dalam tercapainya hasil akhir yang memuaskan. Semoga kerja sama dan kebersamaan ini menjadi pengalaman yang sangat berharga serta membawa manfaat di masa depan yang akan datang.
6. Teman dari angkatan 2021 dan kakak-kakak angkatan 2019,2020 yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, semangat dan keceriaan selama perjalanan studi hingga terselesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada seluruh teman seperjuangan yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

**STUDI PENGENDALIAN BANJIR**  
**SUNGAI BENGAWAN SOLO DI KECAMATAN KARANGGENENG DAN**  
**KECAMATAN LAREN KABUPATEN LAMONGAN**

**Mahfud Febriyan <sup>1)</sup>, Nora Farania <sup>2)</sup>, Muhammad Zidane Bagus Satria <sup>3)</sup>,  
Gemilang Ariadi Budiyan <sup>4)</sup>, Sulianto <sup>5)</sup>, Ernawan Setyono <sup>6)</sup>**

<sup>1-4)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang.

<sup>5-6)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang.  
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia  
Jalan Raya Tlogomas No.246, Malang 65144, Jawa Timur

Email: [febriyanbemmeng27@gmail.com](mailto:febriyanbemmeng27@gmail.com), [nova.farania@gmail.com](mailto:nova.farania@gmail.com),  
[dzanie26@gmail.com](mailto:dzanie26@gmail.com), [gilangadi965@gmail.com](mailto:gilangadi965@gmail.com)

**ABSTRAK**

Banjir yang terjadi pada wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo, khususnya di Kabupaten Lamongan, masih menjadi permasalahan utama akibat kapasitas sungai yang tidak mampu menampung debit banjir rencana. Salah satu upaya pengendalian banjir yang dapat dilakukan adalah melalui perencanaan pembangunan sudetan dan tanggul sungai. Laporan ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merencanakan sistem sudetan serta tanggul sebagai upaya pengurangan risiko banjir berdasarkan analisis teknis yang komprehensif. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana dengan kala ulang 20 tahun, analisis hidraulika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 6.7 untuk mengetahui profil muka air, serta analisis stabilitas tanggul tanah menggunakan perangkat lunak GeoSlope dengan metode Bishop. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada beberapa stasiun sungai terjadi limpasan yang melebihi tebing eksisting, sehingga diperlukan pembangunan sudetan dan tanggul dengan tinggi rencana mencapai 3,83 m termasuk tinggi jagaan. Analisis stabilitas menunjukkan bahwa tanggul yang direncanakan berada dalam kondisi aman terhadap guling, geser, dan kelongsoran, baik pada kondisi normal maupun ekstrem. Selain itu, dilakukan pula perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) untuk memastikan kelayakan pelaksanaan pekerjaan. Dengan adanya perencanaan sudetan dan tanggul ini, diharapkan dapat mengurangi potensi banjir serta meningkatkan keamanan dan perlindungan wilayah sekitar sungai.

**Kata Kunci :** Banjir, DAS Bengawan Solo, Sudetan, Tanggul Sungai, HEC-RAS, Stabilitas Tanggul

**FLOOD CONTROL STUDY OF  
THE SOLO RIVER IN KARANGGENENG AND LAREN DISTRICTS  
LAMONGAN REGENCY**

**Mahfud Febriyan <sup>1)</sup>, Nora Farania <sup>2)</sup>, Muhammad Zidane Bagus Satria <sup>3)</sup>,  
Gemilang Ariadi Budiyan <sup>4)</sup>, Sulianto <sup>5)</sup>, Ernawan Setyono <sup>6)</sup>**

<sup>1-4)</sup> Undergraduate Students, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Malang

<sup>5-6)</sup> Lecturers, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Malang

Civil Engineering Department, Universitas Muhammadiyah Malang, East Java, Indonesia



Jalan Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144, East Java

Email: [febriyanbemmeng27@gmail.com](mailto:febriyanbemmeng27@gmail.com), [nova.farania@gmail.com](mailto:nova.farania@gmail.com),  
[zdzanie26@gmail.com](mailto:zdzanie26@gmail.com), [gilangadi965@gmail.com](mailto:gilangadi965@gmail.com)

**ABSTRACT**

Flooding in the Bengawan Solo River Basin, particularly in Lamongan Regency, remains a major problem due to the river's limited capacity to accommodate the design flood discharge. One of the flood control measures that can be implemented is the planning of river diversion channels and levees. This study aims to evaluate and design a diversion channel and river levee system as an effort to reduce flood risk based on comprehensive technical analyses. The methodology includes hydrological analysis to determine the 20-year return period design flood discharge, hydraulic analysis using HEC-RAS 6.7 software to evaluate water surface profiles, and slope stability analysis of earthen levees using GeoSlope software with the Bishop method. The results indicate that at several river stations, water levels exceed the existing riverbanks, necessitating the construction of diversion channels and levees with a planned height of up to 3.83 m, including freeboard. Stability analysis shows that the designed levees are safe against overturning, sliding, and slope failure under both normal and extreme conditions. In addition, a cost estimate analysis was conducted to assess the feasibility of project implementation. The planned diversion channel and levee system are expected to reduce flood potential and enhance safety and protection for areas surrounding the river.

**Keywords:** Flood, Bengawan Solo Watershed, Diversion Channel, River Levee, HEC-RAS, Levee Stability

	<b>SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI</b>
Mahasiswa/i Capstone Design Project (CDP) atas nama,	
1. Nama	: NORA FARANIA
NIM	: 202110340311058
2. Nama	: MAHFUD FEBRIYAN
NIM	: 202110340311162
3. Nama	: MUHAMMAD ZIDANE BAGUS SATRIA
NIM	: 202110340311166
4. Nama	: GEMILANG ARIADI BUDIYANI
NIM	: 202110340311254
Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,	
BAB 1	5 % ≤ 10%
BAB 2	4 % ≤ 10%
BAB 3	10 % ≤ 15%
BAB 4	5 % ≤ 5%
BAB 5	10 % ≤ 15%
BAB 6	0 % ≤ 5%
BAB 7	5 % ≤ 5%
Malang, 21 Januari 2026	
	
Sandi Wahyudiono, ST., MT	



## DAFTAR ISI

<b>FINAL REPORT</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	3
1.2.1 Maksud.....	3
1.2.2 Tujuan .....	3
1.3 Lokasi Pekerjaan.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Sasaran.....	3
1.6 Standar Teknis .....	4
1.7 Ruang Lingkup Pekerjaan .....	5
1.8 Jangka Waktu Pengerjaan .....	6
1.9 Sistematika Penyusunan .....	6
<b>BAB II GAMBARAN UMUM LOKASI STUDI</b> .....	<b>8</b>

2.1	Letak dan Luas Wilayah .....	8
2.2	Kondisi Topografi Daerah Aliran Sungai .....	9
2.3	Kondisi Hidrologi dan Klimatologi .....	10
2.4	Kondisi Demografi .....	11
2.5	Kondisi Sungai .....	11
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>13</b>
3.1	Tinjauan Umum .....	13
3.2	Identifikasi Masalah .....	14
3.3	Tahapan Persiapan .....	15
3.4	Pengumpulan Data.....	15
3.5	Analisa Data .....	17
d.	Spesifikasi untuk Analisis Debit Banjir dan Pengukuran Saluran Drainase .....	18
e.	Pemeriksaan Stabilitas Tanggul .....	19
3.6	Gambar Perencanaan .....	19
3.7	Rencana Kerja RAB dan Syarat (RKS).....	19
3.8	Metode Log Person Type III.....	20
3.9	Program HEC-RAS V.3.1.2 .....	22
3.9.1	HEC-RAS .....	22
3.9.2	Pengolahan Data dengan <i>HEC-RAS V.3.1.3</i> .....	23
3.9.3	Teori Umum Perhitungan Model <i>HEC-RAS V.3.1.3</i> .....	26
3.10	Perencanaan Tanggul .....	29
3.10.1	Analisis Stabilitas Lereng Tanggul .....	30
3.11	Debit Rembesan.....	35
3.12	Teori Tahapan Penggunaan GeoSlope .....	37
3.13	Sudetan dan Tanggul.....	43

3.14	Trase Tempat Kedudukan Sudetan dan Tanggul.....	44
3.15	Bentuk Penampang Sudetan dan Tanggul .....	45
3.16	Rencana Anggaran Biaya.....	50
3.17	Diagram Alir Studi.....	51
<b>BAB IV PROGAM KERJA .....</b>		<b>52</b>
4.1	Program Kerja.....	52
4.1.1	Analisis Kebutuhan.....	52
4.1.2	Perencanaan Desain 2D & 3D .....	52
4.2	Hasil Capaian Kerja.....	52
4.3	Perkembangan Hasil Pelaksanaan Pekerjaan .....	53
4.4	Permasalahan dan Upaya Pemecahan Masalah .....	53
<b>BAB V ANALISA PERHITUNGAN.....</b>		<b>55</b>
5.1	Tinjauan Umum .....	55
5.2	Analisa Hidrologi .....	55
5.2.1	Analisis Distribusi Frekuensi.....	56
5.2.2	Penentuan Metode Distribusi Frekuensi .....	56
5.2.3	Uji Keseuaian Distribusi Analisis Frekuensi .....	60
5.2.4	Metode Analisis Sungai Bengawan Solo .....	60
1.	Uji Chi-Khuadrat ( <i>Uji Chi-Square</i> ) .....	61
2.	Uji Smirnov-Kolmogorov.....	63
5.3	Perencanaan Pembangunan Sudetan .....	65
5.3.1	Sudetan.....	65
5.3.2	Analisis Penampang Sudetan.....	66
5.3.3	Letak dan Arah Sudetan.....	66
5.3.4	Data Hasil <i>Running HEC-RAS 6.7</i> dengan Kala Ulang 20 Tahun .....	67
5.3.5	Dimensi Tampang Sudetan .....	74

5.3.6	Hasil Analisa Profil Muka Air Setelah Adanya Sudetan.....	90
5.3.7	Kesimpulan Alternatif 1 .....	93
5.4	Perencanaan Pembangunan Tanggul .....	93
5.4.1	Perencanaan Tanggul Tanah.....	93
5.4.2	Dimensi Tanggul Tanah .....	96
5.5	Kontrol Stabilitas Tanggul Tanah .....	99
5.5.1	Kontrol Stabilitas Tanggul Tertinggi Dengan Software Geoslope.....	99
5.5.2	Kontrol Stabilitas Tanggul Tertinggi dengan Metode <i>Bishop</i> .....	105
5.5.3	Momen Gempa .....	114
5.5.4	Analisa Stabilitas Tanggul Terhadap Aliran Filtrasi .....	117
5.5.5	Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Tanggul Tanah.....	123
5.6	Analisis Rencana Anggaran Biaya Tanggul Tanah (RAB).....	123
5.7	Stabilitas Dinding Penahan Parapet Tinggi 3,8 m .....	131
5.8	Analisis Rencana Anggaran Biaya Tanggul Parapet (RAB).....	153
<b>BAB VI JADWAL PELAKSANAAN.....</b>		<b>160</b>
6.1	Schedule Pelaksaan.....	160
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>161</b>
7.1	KESIMPULAN: .....	161
7.2	SARAN:.....	162
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>163</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>165</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Peta Lokasi Perencanaan Sudetan dan Tanggul .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Topografi Wilayah .....	9
<b>Gambar 2. 3</b> Kontur Lokasi Sudetan dan Tanggul .....	10
<b>Gambar 3. 1</b> Peta Wilayah Kabupaten Lamongan .....	13
<b>Gambar 3. 2</b> Peta Sub DAS Karanggeneng dan Laren.....	14
<b>Gambar 3. 3</b> Icon HEC-RAS .....	22
<b>Gambar 3. 4</b> Windows Utama HEC-RAS .....	22
<b>Gambar 3. 5</b> Windows New Project HEC-RAS .....	23
<b>Gambar 3. 6</b> Icon Geometric Data.....	23
<b>Gambar 3. 7</b> Windows Geometric Data HEC-RAS .....	24
<b>Gambar 3. 8</b> Windows Cross Section Data HEC-RAS .....	24
<b>Gambar 3. 9</b> Windows Steady Flow Data HEC-RAS .....	25
<b>Gambar 3. 10</b> Windows Steady Flow Analysis HEC-RAS .....	25
<b>Gambar 3. 11</b> Bentuk Persamaan Garis Energi .....	26
<b>Gambar 3. 12</b> Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Suatu Potongan .....	33
<b>Gambar 3. 13</b> Gambar gaya-gaya yang bekerja pada irisan.....	34
<b>Gambar 3. 14</b> Hitungan Rembesan Cara Schaffernak.....	37
<b>Gambar 3. 15</b> Cara Membuat Lembar Kerja Baru .....	37
<b>Gambar 3. 16</b> Pemilihan Metode Yang Digunakan 1 .....	38
<b>Gambar 3. 17</b> Pemilihan Metode Yang Digunakan 2 .....	38
<b>Gambar 3. 18</b> Cara Menentukan Skala 1.....	39
<b>Gambar 3. 19</b> Cara Menentukan Skala 2.....	39
<b>Gambar 3. 20</b> Cek Satuan Yang Akan Digunakan 1.....	39
<b>Gambar 3. 21</b> Cek Satuan Yang Akan Digunakan.....	40
<b>Gambar 3. 22</b> Desain Tanggul Rencana .....	40
<b>Gambar 3. 23</b> Desain Badan Tanggul.....	40
<b>Gambar 3. 24</b> Define Materials Data Tanah 1 .....	41
<b>Gambar 3. 25</b> Define Materials Data Tanah 2 .....	41
<b>Gambar 3. 26</b> Define Materials Data Tanah 3 .....	41
<b>Gambar 3. 27</b> Membuat Garis Freatik dan Muka Air.....	42

<b>Gambar 3. 28</b> Menentukan Bidang Gelincir atau Bidang Longsor pada Desain Tanggul.....	42
<b>Gambar 3. 29</b> Contoh Bidang Irisan.....	42
<b>Gambar 3. 30</b> Contoh Bidang Irisan.....	43
<b>Gambar 3. 31</b> Bentuk Standar Sudetan .....	45
<b>Gambar 3. 32</b> Bentuk Standar Tanggul .....	48
<b>Gambar 3. 33</b> Diagram Alir.....	51
<b>Gambar 5. 1</b> Grafik Data Chi Kuadrat .....	63
<b>Gambar 5. 2</b> Lokasi sudetan pada patok 5.000 hingga 1.350.....	66
<b>Gambar 5. 3</b> Tinggi Limpasan Patok 5.000 Kala Ulang 20 Tahun.....	72
<b>Gambar 5. 4</b> Tinggi Limpasan Patok 4.300 Kala Ulang 20 Tahun.....	72
<b>Gambar 5. 5</b> Tinggi Limpasan Patok 2.700 Kala Ulang 20 Tahun.....	73
<b>Gambar 5. 6</b> Long Section.....	73
<b>Gambar 5. 7</b> Rencana Penampang Sudetan.....	75
<b>Gambar 5. 8</b> Penampang Melintang Patok 1800.....	76
<b>Gambar 5. 9</b> Cross Section Sudetan Patok 1 Pada STA 1800 .....	77
<b>Gambar 5. 10</b> Cross Section Sudetan Patok 10 Pada STA 900 .....	78
<b>Gambar 5. 11</b> Cross Section Sudetan Patok 19 Pada STA 0 .....	78
<b>Gambar 5. 12</b> Long Section Sudetan.....	79
<b>Gambar 5. 13</b> Penampang Melintang Patok 1800.....	79
<b>Gambar 5. 14</b> Cross Section Sudetan Patok 1 Pada STA 1800 .....	81
<b>Gambar 5. 15</b> Cross Section Sudetan Patok 10 Pada STA 900 .....	81
<b>Gambar 5. 16</b> Cross Section Sudetan Patok 19 Pada STA 0 .....	82
<b>Gambar 5. 17</b> Long Section Sudetan.....	82
<b>Gambar 5. 18</b> Penampang Melintang Patok 1700.....	83
<b>Gambar 5. 19</b> Cross Section Sudetan Patok 1 Pada STA 1800 .....	84
<b>Gambar 5. 20</b> Cross Section Sudetan Patok 10 Pada STA 900 .....	85
<b>Gambar 5. 21</b> Cross Section Sudetan Patok 19 Pada STA 0 .....	85
<b>Gambar 5. 22</b> Long Section Sudetan.....	86
<b>Gambar 5. 23</b> Penampang Melintang Patok 1700.....	86
<b>Gambar 5. 24</b> Cross Section Sudetan Patok 1 Pada STA 1800 .....	88
<b>Gambar 5. 25</b> Cross Section Sudetan Patok 10 Pada STA 900 .....	88

<b>Gambar 5. 26</b> Cross Section Sudetan Patok 19 Pada STA 0 .....	89
<b>Gambar 5. 27</b> Long Section Sudetan.....	89
<b>Gambar 5. 28</b> Running Sungai Bengawan Solo Q20 tahun Patok 5000 .....	92
<b>Gambar 5. 29</b> Running Sungai Bengawan Solo Q20 tahun Patok 4250 .....	92
<b>Gambar 5. 30</b> Running Sungai Bengawan Solo Q20 tahun Patok 3900 .....	93
<b>Gambar 5. 31</b> Rencana Tanggul .....	97
<b>Gambar 5. 32</b> Cara Membuat Lembar Kerja Baru .....	99
<b>Gambar 5. 33</b> Pemilihan Metode yang digunakan 1 .....	100
<b>Gambar 5. 34</b> Pemilihan Metode yang digunakan 2 .....	100
<b>Gambar 5. 35</b> Cara Menentukan Skala.....	100
<b>Gambar 5. 36</b> Cara Menentukan Satuan yang akan digunakan.....	101
<b>Gambar 5. 37</b> Penentuan Satuan.....	101
<b>Gambar 5. 38</b> Desain Tanggul Rencana .....	102
<b>Gambar 5. 39</b> Desain Badan Tanggul.....	102
<b>Gambar 5. 40</b> Define Materials Data Tanah 1 .....	102
<b>Gambar 5. 41</b> Define Material Data Tanah 2 .....	103
<b>Gambar 5. 42</b> Membuat Garis Freatik dan Muka Air.....	103
<b>Gambar 5. 43</b> Menentukan Bidang Gelincir atau Bidang Longsoran pada Desain Tanggul .....	104
<b>Gambar 5. 44</b> Contoh Bidang Irisan.....	104
<b>Gambar 5. 45</b> Bidang Irisan luar .....	105
<b>Gambar 5. 46</b> Bidang Irisan dalam.....	105
<b>Gambar 5. 47</b> Irisan Tertinggi Luar.....	107
<b>Gambar 5. 48</b> Irisan Tertinggi Dalam.....	108
<b>Gambar 5. 49</b> Dengan Air Bagian Luar Tertinggi .....	109
<b>Gambar 5. 50</b> Dengan Air Bagian Dalam Tertinggi .....	112
<b>Gambar 5. 51</b> Peta MCEg untuk menentukan nilai PGA.....	115
<b>Gambar 5. 52</b> Koordinat Parabola dasar .....	119
<b>Gambar 5. 53</b> Grafik Koordinat Parabola dasar .....	120
<b>Gambar 5. 54</b> Jaringan Trayektori (Sosrodarsono & Takeda, 2002).....	121
<b>Gambar 5. 55</b> Rencana Geometri Dinding Penahan.....	131
<b>Gambar 5. 56</b> Diagram yang Bekerja pada Dinding Penahan Kondisi Normal.....	138

**Gambar 5. 57** Diagram yang Bekerja pada Dinding Penahan Kondisi Ekstrem.... 145



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Nilai Cs Distribusi Log Pearson Type III .....	21
<b>Tabel 3. 2</b> Nilai Koefisien Kekasaran Manning .....	29
<b>Tabel 3. 3</b> Tingkat Nilai Faktor Keamanan (FK) .....	31
<b>Tabel 3. 4</b> Persamaan yang diketahui pada Metode Bishop .....	31
<b>Tabel 3. 5</b> Persamaan yang tidak diketahui pada Metode Bishop .....	32
<b>Tabel 3. 6</b> Asumsi Umum Persamaan Pada Metode Bishop .....	32
<b>Tabel 3. 7</b> Tingkat Nilai Faktor Keamanan .....	34
<b>Tabel 3. 8</b> Tingkat nilai FK dalam praktek .....	34
<b>Tabel 3. 9</b> Tinggi Jagaan Sudetan .....	46
<b>Tabel 3. 10</b> Lebar Standar Mercu Sudetan .....	46
<b>Tabel 3. 11</b> Kemiringan Lereng Sudetan .....	47
<b>Tabel 3. 12</b> Bahan Urugan Sudetan .....	47
<b>Tabel 3. 13</b> Hubungan antara Debit Banjir Rencana dengan Tinggi Jagaan .....	48
<b>Tabel 3. 14</b> Lebar Standar Mercu Tanggul .....	49
<b>Tabel 3. 15</b> Bahan Urugan Tanggul .....	50
<b>Tabel 5. 1</b> Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis .....	56
<b>Tabel 5. 2</b> Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Menggunakan Data Debit ...	57
<b>Tabel 5. 3</b> Perhitungan Parameter Jenis Distribusi Sungai Bengawan Solo .....	57
<b>Tabel 5. 4</b> Persyaratan Distribusi Frekuensi .....	58
<b>Tabel 5. 5</b> Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III Sungai Bengawan Solo .....	59
<b>Tabel 5. 6</b> Perhitungan Debit Rancangan Dengan Periode Ulang .....	60
<b>Tabel 5. 7</b> Pengurutan Data Dari Besar Ke Kecil .....	61
<b>Tabel 5. 8</b> Perhitungan Nilai $X^2$ untuk Distribusi Log Pearson III .....	63
<b>Tabel 5. 9</b> Perhitungan Uji Distribusi Smirnov Kolmogrov Analitis .....	64
<b>Tabel 5. 10</b> Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 20 Tahun .....	68
<b>Tabel 5. 11</b> Running HEC-RAS Q500 .....	77
<b>Tabel 5. 12</b> Running HEC-RAS Q600 .....	80
<b>Tabel 5. 13</b> Running HEC-RAS Q700 .....	84
<b>Tabel 5. 14</b> Running HEC-RAS Q800 .....	87
<b>Tabel 5. 15</b> Hasil Running Sungai Bengawan Solo Kala Ulang 20 Tahun .....	90
<b>Tabel 5. 16</b> Hasil Running Sungai Bengawan Solo Kala Ulang 20 Tahun .....	94

<b>Tabel 5. 17</b> Tinggi Jagaan.....	96
<b>Tabel 5. 18</b> Lebar Mercu .....	96
<b>Tabel 5. 19</b> Elevasi Muka Air Banjir (MAB) .....	98
<b>Tabel 5. 20</b> Stabilitas Tanggul Luar Tanpa Air .....	107
<b>Tabel 5. 21</b> Stabilitas Tanggul Luar Tanpa Air .....	108
<b>Tabel 5. 22</b> Stabilitas Tanggul Luar Tertinggi Dengan Air.....	110
<b>Tabel 5. 23</b> Stabilitas Tanggul Dalam Tertinggi Dengan Air .....	113
<b>Tabel 5. 24</b> Tabel Katategori Resiko Gempa .....	114
<b>Tabel 5. 25</b> Faktor keutamaan gempa.....	114
<b>Tabel 5. 26</b> Tabel Rekapitulasi Stabilitas Tanggul Kiri .....	123
<b>Tabel 5. 27</b> Tabel Rekapitulasi Gempa Tanggul Kiri .....	123
<b>Tabel 5. 28</b> Tabel Rekapitulasi Kontrol Rembesan .....	123
<b>Tabel 5. 29</b> Rekapitulasi Volume Tanggul Tanah .....	124
<b>Tabel 5. 30</b> AHSP Tanggul Tanah.....	125
<b>Tabel 5. 31</b> Tabel Rencana Anggaran Biaya (RAB) Tanggul Tanah .....	130
<b>Tabel 5. 32</b> Data Perencanaan Dinding Penahan.....	131
<b>Tabel 5. 33</b> Gaya Akibat Beban Konstruksi Dinding Penahan (Kondisi Normal)..	132
<b>Tabel 5. 34</b> Gaya Akibat Uplift .....	132
<b>Tabel 5. 35</b> Gaya Akibat Berat Jenis Tanah yang Bekerja pada Dinding Penahan (Kondisi Normal) .....	132
<b>Tabel 5. 36</b> Tekanan Tanah-Aktif Pasif pada Dinding Penahan (Kondisi Normal)	133
<b>Tabel 5. 37</b> Gaya Gempa Dinding Penahan (Kondisi Normal).....	133
<b>Tabel 5. 38</b> Rekapitulasi Gaya Yang Bekerja pada Dinding Penahan Kondisi Normal.....	134
<b>Tabel 5. 39</b> Data Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser .....	135
<b>Tabel 5. 40</b> Data Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Terhadap Daya Dukung Tanah Kondisi Normal.....	136
<b>Tabel 5. 41</b> Gaya Akibat Beban Konstruksi Dinding Penahan (Kondisi Ekstrem).	139
<b>Tabel 5. 42</b> Gaya Akibat Berat Air pada Dinding Penahan Kondisi Normal .....	139
<b>Tabel 5. 43</b> Gaya Akibat Uplift yang Bekerja pada Dinding Penahan Kondisi Ekstrem .....	139
<b>Tabel 5. 44</b> Gaya Akibat Berat Tanah yang Bekerja pada Dinding Penahan .....	140

<b>Tabel 5. 45</b> Tekanan Air, Tekanan Tanah- Aktif Pasif pada Dinding Penahan.....	140
<b>Tabel 5. 46</b> Gaya Gempa pada Dinding Penahan (Kondisi Ekstrem) .....	141
<b>Tabel 5. 47</b> Rekapitulasi Gaya yang Bekerja pada Dinding Penahan Kondisi Ekstrem.....	141
<b>Tabel 5. 48</b> Data Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser .....	142
<b>Tabel 5. 49</b> Data Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Terhadap Daya Dukung Tanah Kondisi Ekstrem.....	143
<b>Tabel 5. 50</b> Gaya Akibat Tekanan Air, Tekanan Lumpur, Tekanan Tanah Pasif .....	146
<b>Tabel 5. 51</b> Gaya Gempa Dinding Penahan Tanah.....	147
<b>Tabel 5. 52</b> Rekapitulasi Momen Ultimate.....	147
<b>Tabel 5. 53</b> Rekapitulasi Geser Ultimate.....	149
<b>Tabel 5. 54</b> Gaya Akibat Uplift .....	150
<b>Tabel 5. 55</b> Gaya Akibat Gempa .....	150
<b>Tabel 5. 56</b> Rekapitulasi Momen Ultimate.....	151
<b>Tabel 5. 57</b> Rekapitulasi Volume Tanggul Beton Parapet Kohesi.....	153
<b>Tabel 5. 58</b> AHSP Tanggul Beton Parapet Kohesi .....	154
<b>Tabel 5. 59</b> Rekapitulasi RAB Parapet.....	159
<b>Tabel 6. 1</b> Time Schedule .....	160

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M., Musa, R., & Mallombassi, A. (2024). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software Geoslope pada Sungai Rongkong (Kabupaten Luwu Utara). *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(01), 113–126. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i01.1030>
- Amran, Y., Saputra, A., & Surandono, A. (2021). Perencanaan Perkuatan Lereng Pada Sungai Way Batanghari Menggunakan Metode Irisan (Method of Slice) Dengan Cara Fellenius (Studi Kasus Lereng Pada Daerah Aliran Sungai Way Batanghari, Belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 11(1), 36. <https://doi.org/10.24127/tp.v11i1.1797>
- Ardinul Fajri, & Meia Nurafni. (2025). Analisis Stabilitas Lereng Di Daerah Aliran Sungai Petapahan. 7(1), 18–23.
- Da Costa Alves, M. O., Harifa, A. C., & Suhardono, A. (2024). Analisis Debit Banjir Rancangan Menggunakan Metode Hss Nakayasu Pada Bendungan Bener Kabupaten Purworejo. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 5(4), 321–324. <https://doi.org/10.33795/jos-mrk.v5i4.5962>
- Ilmi, M. K. (2023). *Teknik Sungai: Teori Dan Dasar Perencanaan* (R. P. Samengasbumi (ed.)). BUDI UTAMA.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Pelatihan Pengelolaan Banjir Terpadu. *Pusat Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Air Dan Pemukiman*, 6.
- Kepada, D., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Program, M., & Teknik, S. (2016). *Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik Disusun oleh: 201810340311247*.
- M. Das, B. (1995a). *Mekanika Tanah Jilid 1* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar (eds.)). Erlangga.
- Nayapada, A. R., Sulakso, S. H., Atmojo, P. S., & ... (2015). Perencanaan sudetan untuk penanggulangan gerusan tebing di sungai lusi. *Jurnal Karya Teknik ...*, 4, 21–33.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/9504>  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/viewFile/9504/9226>

- Ningrum, M. K., Trilita, M. N., & Handajani, N. (2022). Pengendalian Banjir dengan Sudetan pada Sungai Marmoyo Kabupaten Jombang. *KERN : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 7(1), 27–34. <https://doi.org/10.33005/kern.v7i1.52>
- Parsada, L. A., Pramana, T. G. R., Edhisono, S., & ... (2018). Perencanaan Sudetan Sungai Kuala Tendeki Pada Jalan Tol Manado–Bitung. *Jurnal Karya ...*, 7, 7–19. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/19664>
- Prawati, E. (2019). Analisis Hujan Rata-Rata Dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan Pada Das Blambangan Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. *Jurnal Elektronik Universitas Muhammadiyah Metro*, 9(1), 84–92.
- Sosrodarsono, S., & Tominaga, M. (1985). *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai* (M. Y. Gayo (ed.)). Pradnya Paramita.
- User, H. (2020). HEC-RAS User' s Manual. *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*.
- Wardono, B. K., Sholichin, M., & Sumiadi, S. (2022). Studi Perencanaan Saluran Sudetan Pada Kali Lamong Untuk Menanggulangi Banjir di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 341–354. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.28>
- Yulistiyanto, B. (2019). *Hidrolika Saluran Terbuka* (Ed. 1). Beta Offset Yogyakarta.
- E. Bowles, Joseph. 1991. *ANALISIS DAN DESAIN PONDASI*. 1st ed. edited by P. Fernando and P. Silaban. Jakarta: Erlangga.
- M. Das, Braja. 2010. *PRINCIPLES OF GEOTECHNICAL ENGINEERING*. 1st ed. Stamford, CT 06902: Global Publishing Program.
- M. Das, Braja. 2014. *PRINCIPLES OF FOUNDATION ENGINEERING*. 1st ed. Boston, MA: Global Engineering: Timothy L. Anderso.
- Sosrodarsono, Suyono, and Kazuto Nakazawa. 1988. *MEKANIKA TANAH & TEKNIK PONDASI*. Cet. 4. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono, and Kensaku Takeda. 2016. *BENDUNGAN TIPE URUGAN*. Cet. ke-6. Jakarta Timur: PT Balai Pustaka (Persero).

202110340311162, 202110340311058, 202110340311166, 202110340311254  
Febriyan, Farania, Satria, Budiyan  
Prodi Teknik Sipil

Darnawan, Azhar Adi, and Ernawan Setyono. 2023. "Iptek Bagi Masyarakat Dalam Rangka Pendampingan Gambar Teknik Dan Anggaran Biaya Di Kawasan Perumahan." 7:41–50.

