



**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS REMBESAN *COFFERDAM* BENDUNGAN**  
**BENER PADA TAHAP KONSTRUKSI**

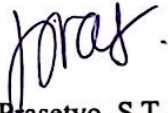
Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan ujian


- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. Nahdah Sahirah<br>NIM. 211029 | 2. Nathaniela Ambar Pradita<br>NIM. 211030 |
|----------------------------------|--|

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air  
Semarang, 15 Agustus 2024

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

  
Wahyu Prasetyo, S.T., M.T.  
NIP. 198405262010121002

  
Didit Puji Riyanto, S.T., M.T.  
NIP. 198410022010121001

**PROGRAM STUDI**  
**TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN AIR**  
**POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM**  
**TAHUN 2024**

**MOTTO**

**SETIAP AHLI PASTI PERNAH MENJADI  
PEMULA, JADI MULAILAH!**

**-nn**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya kami mampu untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Rembesan *Cofferdam* Bendungan Bener Pada Tahap Konstruksi” dengan lancar. Dengan ini kami ingin menyampaikan bahwa karya ini kami persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan doa sehingga kami mampu untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Kampus yang kami banggakan, Politeknik Pekerjaan Umum.
4. PT. Brantas Abipraya (Persero) Proyek Pembangunan Bendungan Bener Paket 4, yang telah membimbing kami dan menjadi wadah dalam program magang.
5. Dosen Pembimbing Bapak Wahyu Prasetyo, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Didit Puji Riyanto, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu memberikan arahan bagi kami dalam mengerjakan Tugas Akhir.
6. Mentor lapangan, seluruh staff, dan teman – teman laboratorium PT. Brantas Abipraya (Persero) Proyek Pembangunan Bendungan Bener Paket 4, yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, dan nasehat terkait pengerjaan Tugas Akhir.
7. Teman – teman Prodi Teknologi Konstruksi Bangunan Air Angkatan 2021 yang selalu memberikan dukungan bagi kami dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang berkontribusi, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Rembesan *Cofferdam* Bendungan Bener Pada Tahap Konstruksi” dengan lancar. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T) Politeknik Pekerjaan Umum Semarang. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak /Ibu orang tua kami yang selalu memberikan dukungan doa;
2. Bapak Ir. Brawijaya S.E., M.Eng.I.E, MSCE, Ph.D., IPU. selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum
3. Bapak Wahyu Prasetyo, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Didit Puji Riyanto, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II;
5. Bapak Fajar Deny Aushaf dan Bapak Irfan Azhari selaku Mentor Program Magang;
6. Seluruh rekan-rekan magang Prodi Teknologi Konstruksi Bangunan Air Politeknik Pekerjaan Umum yang selalu memberikan dukungan;
7. Seluruh teman-teman mahasiswa Prodi Teknologi Konstruksi Bangunan Air Politeknik Pekerjaan Umum Angkatan 2021, dan;
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, Agustus 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 <i>Cofferdam</i> .....	4
2.2 Analisis Rembesan <i>Cofferdam</i> .....	7
2.2.1 Teori Rembesan .....	8
2.2.2 Keamanan Rembesan.....	9
2.3 Parameter Tanah.....	10

2.3.1 Koefisien Permeabilitas .....	10
2.3.1.1 Uji Permeabilitas Tanah.....	11
2.3.2 Kadar Air.....	14
2.4 Hubungan Antara Koefisien Permeabilitas dan Kadar Air .....	16
2.5 <i>Software</i> Geostudio .....	16
2.5.1 Program SEEP/ W.....	17
<b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>	<b>20</b>
3.1 Diagram Alir .....	20
3.1.1 Persiapan .....	21
3.1.2 Studi Literatur .....	21
3.1.3 Pengumpulan Data .....	21
3.1.4 Pengujian Fisik Tanah di Laboratorium dan Lapangan .....	22
3.1.5 Perangkat Lunak / <i>Software</i> Pendukung Penelitian .....	22
3.2 Waktu dan Lokasi Studi .....	22
3.2.1 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir .....	22
3.2.2 Lokasi Studi .....	23
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Pembahasan Umum.....	26
4.2 Pengujian Fisik Tanah di Laboratorium.....	26
4.2.1 Persiapan Pengujian .....	27
4.2.2 Pengujian Kadar Air Tanah.....	28
4.3 Pengujian <i>Permeability</i> di Lapangan .....	34
4.3.1 Pengujian Material Filter Menggunakan Metode <i>Falling-Head</i> .....	34
4.3.2 Pengujian Material <i>Clay</i> Menggunakan Metode <i>Constant-Head</i> .....	38
4.3.3 Pengujian Material <i>Random</i> Menggunakan Metode <i>Falling-Head</i> .....	42
4.3.4 Kesimpulan Pengujian <i>Permeability</i> .....	46

4.4 Permodelan Menggunakan Geostudio .....	46
4.5 Hasil Analisis Permodelan .....	54
4.6 Debit Rembesan .....	57
4.7 Justifikasi Keamanan <i>Cofferdam</i> Terhadap Rembesan.....	62
BAB 5 PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Rembesan Pada Tubuh Bendungan/ <i>cofferdam</i> ( <i>Earth Dam</i> )..	10
Tabel 2.2 Klasifikasi Kadar Air.....	15
Tabel 4.1 Ukuran Butir.....	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Rata- rata Kadar Air.....	34
Tabel 4.3 Batas Kadar Air Pada Setiap Material.....	34
Tabel 4.4 Perhitungan Permeabilitas Timbunan Filter Menggunakan Metode <i>falling-head</i> .....	37
Tabel 4.5 Perhitungan Permeabilitas Timbunan <i>Clay</i> Menggunakan Metode <i>Constant-Head</i> .....	41
Tabel 4.6 Perhitungan Permeabilitas Timbunan <i>Random</i> Menggunakan Metode <i>Falling-Head</i> .....	45
Tabel 4.7 Hasil/nilai Permeabilitas Timbunan .....	46
Tabel 4.8 Batas Permeabilitas Timbunan.....	46
Tabel 4.9 Debit Rembesan <i>Cofferdam</i> (MAN) .....	57
Tabel 4.10 Debit Rembesan <i>Cofferdam</i> (MAB) .....	60
Tabel 4.11 Kriteria Rembesan Pada Tubuh Bendungan/ <i>cofferdam</i> ( <i>Earth Dam</i> )	62
Tabel 4.12 Justifikasi Hasil Debit Rembesan <i>Cofferdam</i> (MAN).....	63
Tabel 4.13 Justifikasi Hasil Debit Rembesan <i>Cofferdam</i> (MAB).....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi bendungan urugan .....	6
Gambar 2.2 <i>Cofferdam</i> Bendungan Bener Pada Masa Konstruksi .....	7
Gambar 2.3 Aliran Air di Dalam Butiran Tanah Menurut Darcy .....	9
Gambar 2.4 Aliran Laminer dan Turbulen.....	11
Gambar 2.5 Tanah Permeable (lepas) dan Impermeable .....	11
Gambar 2.6 Sketsa Pengujian <i>Constant-Head</i> .....	13
Gambar 2.7 Sketsa Pengujian <i>Falling-Head</i> .....	14
Gambar 2.8 Hasil Model Skala Laolatorium Rulon.....	18
Gambar 2.9 Analisis SEEP/W Model Labolatorium Rulon.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 3.2 <i>Action Plan</i> .....	23
Gambar 3.2 Lokasi Bendungan Bener, Kab. Purworejo .....	23
Gambar 3.3 Layout Bendungan Bener, Kab. Purworejo .....	24
Gambar 3.4 <i>Site Plan</i> Bendungan Bener Paket 4, Kab. Purworejo .....	24
Gambar 3.5 Proyek Pembangunan Bendungan Bener, Kab. Purworejo.....	25
Gambar 3.6 Proyek Pembangunan Bendungan Bener, Kab. Purworejo.....	25
Gambar 4.1 <i>Cofferdam</i> Bendungan Bener.....	26
Gambar 4.2 Pengambilan Sampel Filter .....	27
Gambar 4.3 Pengambilan Sampel <i>Clay</i> .....	27
Gambar 4.4 Pengambilan Sampel <i>Random</i> .....	28
Gambar 4.5 Bagan Alir Pengujian Kadar Air di Laboratorium .....	29
Gambar 4.6 Menimbang Cawan Kosong (W3).....	30
Gambar 4.7 Memasukkan Sampel pada cawan.....	30
Gambar 4.8 Menimbang Cawan Berisi Sampel (W2) .....	30

Gambar 4.9 Memasukkan cawan ke dalam oven (105 – 110° C) selama 16 – 24jam.....	30
Gambar 4.10 Bagan Alir Pelaksaaan Pengujian Material Filter halus.....	35
Gambar 4.11 Meletakkan Plat Dasar di Atas Permukaan Timbunan.....	36
Gambar 4.12 Menggali Lubang Pada Batas Plat .....	36
Gambar 4.13 Mengisi Air Pada Lubang Galian Hingga Penuh .....	36
Gambar 4.14 Membaca Hasil Pengujian.....	36
Gambar 4.15 Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Material <i>Clay</i> Menggunakan Metode <i>Constant-Head</i> .....	39
Gambar 4.16 Meletakkan Plat Pada Material yang Akan Diuji.....	40
Gambar 4.17 Meletakkan Plat Pada Tanah yang Akan Diuji .....	40
Gambar 4.18 Lubang yang telah diisi gravel dan air .....	40
Gambar 4.19 Membaca Hasil Pengujian.....	40
Gambar 4.20 Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Material <i>Random</i> .....	43
Gambar 4.21 Meletakkan Plat Dasar di Atas Permukaan Timbunan.....	44
Gambar 4.22 Menggali Lubang Pada Batas Plat .....	44
Gambar 4.23 Mengisi Air Pada Lubang Galian Hingga Penuh .....	44
Gambar 4.24 Membaca Hasil Pengujian.....	44
Gambar 4.25 Garis Besar Alur Permodelan Menggunakan <i>Software</i> Geostudio .	47
Gambar 4.26 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 1 .....	47
Gambar 4.27 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 2 .....	48
Gambar 4.28 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 3 .....	48
Gambar 4.29 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 4 .....	48
Gambar 4.30 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 5 .....	49
Gambar 4.31 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 6 .....	49
Gambar 4.32 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 7 .....	49

Gambar 4.33 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 8 .....	50
Gambar 4.34 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 9 .....	50
Gambar 4.35 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 10 .....	50
Gambar 4.36 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 11 .....	51
Gambar 4.37 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 12 .....	51
Gambar 4.38 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 14 .....	51
Gambar 4.39 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 15 .....	52
Gambar 4.40 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 16 .....	52
Gambar 4.41 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 17 .....	53
Gambar 4.42 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 18 .....	53
Gambar 4.43 Langkah – Langkah Permodelan Menggunakan Geostudio 19 .....	54
Gambar 4.44 Output Permodelan Berupa Kontur Pore Water Prssure pada Kondisi Muka Air Normal (MAN) .....	55
Gambar 4.45 Output Permodelan Berupa Kontur Pore Water Prssure pada Kondisi Muka Air Banjir (MAB) .....	56
Gambar 4.46 Debit Rembesan Pada Kondisi Muka Air Normal (MAN) .....	57