



LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

Metode Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel
(PECoLiT) pada Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan
Manikin

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan ujian

1. Ahmad Ikhlasul Amal
NIM. 221003

2. Muhammad Naufal Hisyam
NIM. 221046

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air

Semarang, 04 Agustus 2025

Pembimbing

Wahyu Prisetoyo, ST., MT.

NIP. 198405262010121002

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN AIR
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM
TAHUN 2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**Metode *Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel* (PECoLiT) pada
Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan Manikin**

Judul : Metode *Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel*
(PECoLiT) Pada Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak
Bendungan Manikin.

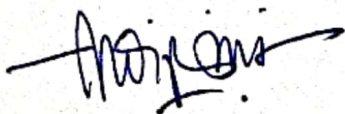
Oleh : 1. Ahmad Ikhlasul Amal
2. Muhammad Naufal Hisyam

NIM : 1. 221003
2. 221046
Telah diuji pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 06 Agustus 2025
Tempat : Ruang 2

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Penguji



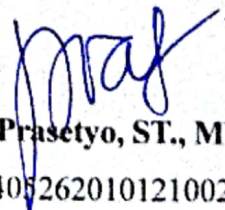
1. Andi Patiroi, ST., M. Eng
NIDN. 198410142010121004

Dosen Penguji



2. Suhardi, ST., MPSDA
NIP. 197510072005021001

Dosen Pembimbing



3. Wahyu Prasetyo, ST., MT.
NIP. 198405262010121002

**Metode *Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel*
(PECoLiT) pada Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak
Bendungan Manikin**

**Tugas Akhir disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik (A.Mdt)
Politeknik Pekerjaan Umum Semarang**

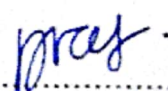
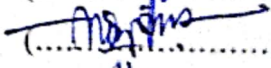
Oleh:

1. Ahmad Ikhlasul Amal
NIM 221003

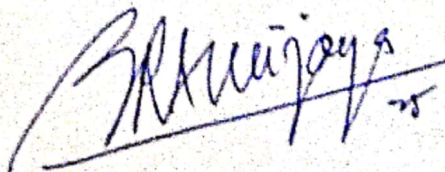
2. Muhammad Naufal Hisyam
NIM 221046

Tanggal Ujian : 06 Agustus 2025

Menyetujui,

Ketua Sidang/Pembimbing	:	Wahyu Prasetyo, ST., MT.	(..... )
Penguji 1	:	Andi Patiroid, ST., M. Eng	(..... )
Penguji 2	:	Suhardi, ST., MPSDA	(..... )

Mengesahkan,
Direktur



Ir. Brawijaya, S.E., M.Eng, I.F., MSCE, Ph.D., IPU, ASEAN, Eng.
NIP. 196606101995021001

Mengetahui,
Ka Prodi Teknologi
Konstruksi Bangunan Air



Prantu Arisanto, S.T., M.T.
NIP. 198305062010121004

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ahmad Ikhlasul Amal
Tempat, Tanggal Lahir : Brebes, 26 Mei 2004
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. KH Sya'roni RT 01/RW 01
Jatibarang Lor, Brebes, Jawa Tengah
No. Telepon : +62 897 9065 577
Email : ahmadikhlusal26@gmail.com

Pendidikan Formal

2009 – 2015 : SD Negeri Jatibarang Lor 02
2015 – 2018 : SMP Negeri 1 Slawi
2018 – 2021 : SMA Negeri 1 Slawi
2022 – sekarang : Politeknik Pekerjaan Umum
Prodi Teknologi Konstruksi
Bangunan Air



Nama : Muhammad Naufal Hisyam
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 23 Januari 2004
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Sebra Mukti Utara II/1,
Kel. Pedurungan Kidul
Kec. Pedurungan
Kota Semarang, Jawa Tengah
No. Telepon : +62 852 2785 1710
Email : samnaufal23@gmail.com

Pendidikan Formal

2009 – 2015 : SD Negeri Pedurungan Kidul 02
2015 – 2018 : SMP Negeri 33 Semarang
2018 – 2021 : SMA Negeri 2 Mranggen
2022 – sekarang : Politeknik Pekerjaan Umum
Prodi Teknologi Konstruksi
Bangunan Air

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1/NIM : Ahmad Ikhlasul Amal/221003

Nama Mahasiswa 2/NIM : Muhammad Naufal Hisyam/221046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Metode *Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel* (PECoLiT) Pada Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan Manikin” ini adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun. Serta bukan karya jiplakan/plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Semarang, 14 Agustus 2025

Yang Menyatakan,

Ahmad Ikhlasul Amal

NIM. 221003

Muhammad Naufal Hisyam

NIM. 221046

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Metode *Parallel Excavation and Concrete Lining for Tunnel* (PECoLiT) pada Proyek Pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan Manikin” dengan lancar. Penulis menyusun Tugas Akhir ini guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T) Politeknik Pekerjaan Umum Semarang. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah memberikan bantuan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa Allah SWT.;
2. Bapak / Ibu orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan do’a dan motivasi;
3. Bapak Ir. Brawijaya, S.E., M.Eng.I.E, MSCE, Ph.D., IPU, ASEAN.Eng, Selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum
4. Bapak Wahyu Prasetyo, ST , MT selaku Dosen Pembimbing;
5. Bapak Ivan Adi Perdana selaku mentor program magang;
6. Seluruh keluarga besar Proyek Bendungan Manikin Paket-2;
7. Rekan-rekan mahasiswa Prodi Teknologi Konstruksi Bangunan Air Politeknik Pekerjaan Umum Semarang angkatan 2022 dan;
8. Seluruh pihak yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati Penulis mengharapkan kritik yang membangun dari pembaca sekalian karena penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan pada penulisan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pekerjaan Terowongan dalam Proyek Bendungan	5
2.2 Karakteristik Geologi Formasi Kompleks Bobonaro	6
2.3 Metode Pekerjaan Terowongan: Sekuensial Vs PECoLiT	7
2.4 Komponen Pekerjaan Terowongan.....	10
2.4.1 Material dan Alat	10
2.5.2 Gambar Kerja.....	11
2.5.3 Unsur Pekerjaan Terowongan	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Bagan Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>)	19
3.2 Jenis dan Desain Penelitian	20
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4 Pengumpulan Data	22
3.3.1 Data Primer	22
3.3.2 Data Sekunder.....	23

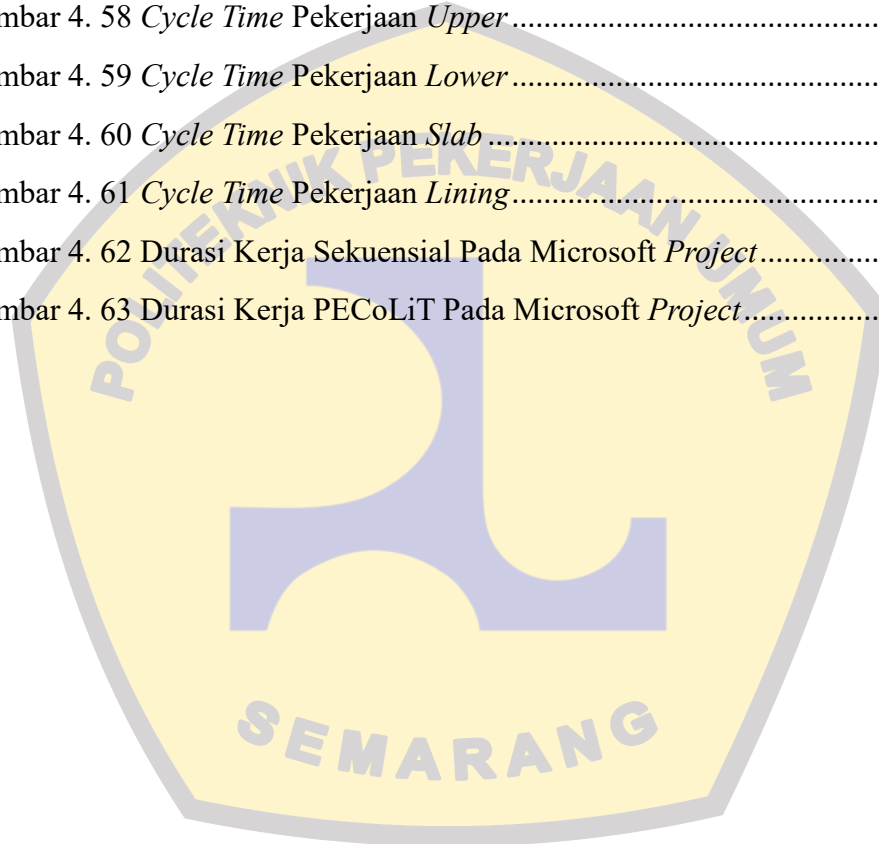
3.5 Prosedur Pengumpulan Data	23
3.6 Pengolahan Data dan Analisis Data.....	24
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Gambaran Umum	25
4.1.1 Kondisi Geologi.....	26
4.1.2 Tantangan Percepatan	27
4.2 Metode PECoLiT	28
4.2.1 Umum	28
4.2.2 Galian Terowongan dan <i>Temporary Support</i>	40
4.2.3 Pembesian dan Pengecoran <i>Lining</i>	61
4.2.4 Pembagian Zona Kerja Paralel	65
4.3 Efektivitas PECoLiT	68
4.3.1 Waktu	68
4.3.2 Biaya	73
4.3.3 Perbandingan Metode Sekuensial dan Metode PECoLiT.....	78
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Deformasi Pada Bukaan Galian Terowongan	6
Gambar 2. 2 Defleksi <i>Steel Support</i> Akibat Deformasi	8
Gambar 2. 3 <i>Flowchart</i> Dasar Metode PECoLiT	9
Gambar 2. 4 Detail <i>Steel Support</i>	12
Gambar 2. 5 Tipikal Struktur Terowongan Pengelak	13
Gambar 2. 6 Penulangan Terowongan Pengelak.....	14
Gambar 2. 7 Penulangan Terowongan	15
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	19
Gambar 3. 2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian (<i>Tunnel</i> Pengelak)	21
Gambar 3. 3 Lokasi Proyek Bendungan Manikin.....	22
Gambar 4. 1 Pembagian Pelaksanaan Pekerjaan Terowongan (<i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i>)..	25
Gambar 4. 2 Peta Geologi Regional lembar 2205-22305-2306	27
Gambar 4. 3 <i>Flowchart</i> PECoLiT	28
Gambar 4. 4 <i>Briefing</i> Pekerjaan Paralel.....	29
Gambar 4. 5 Pekerjaan Galian <i>Upper</i>	29
Gambar 4. 6 Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Rib Upper/Crown</i>	30
Gambar 4. 7 Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Rib Lower</i>	31
Gambar 4. 8 Pekerjaan <i>Shotcrete Secondary Lower</i>	32
Gambar 4. 9 Pekerjaan Pemasangan <i>Invert Beam</i>	33
Gambar 4. 10 Pekerjaan Pengecoran Celah <i>Invert</i> K-225	34
Gambar 4. 11 Pekerjaan Pembesian <i>Slab</i>	35
Gambar 4. 12 Pekerjaan Pemasangan Bekisting <i>Slab</i>	36
Gambar 4. 13 Pekerjaan Pengecoran <i>Slab</i>	37
Gambar 4. 14 Pekerjaan Pembesian Dinding <i>Crown</i>	38
Gambar 4. 15 Pemasangan <i>Waterstop</i>	38
Gambar 4. 16 Mobilisasi <i>Sliding Form</i>	39
Gambar 4. 17 Pemasangan Bekisting.....	39
Gambar 4. 18 Proses Pengecoran Lining Dinding <i>Crown</i>	40
Gambar 4. 19 Pembagian Segmen Galian <i>Upper</i> (b) dan <i>Lower</i> (a)	41

Gambar 4. 20 Detail Tipikal H <i>Beam</i> 300 Tipe 3.....	42
Gambar 4. 21 Detail Tipikal H <i>Beam</i> 300 Tipe 2.....	42
Gambar 4. 22 Flowchart Metode Galian <i>Upper</i>	43
Gambar 4. 23 Siklus Galian <i>Upper</i>	44
Gambar 4. 24 Pekerjaan Galian <i>Upper</i>	45
Gambar 4. 25 Pekerjaan <i>Scalling Upper</i>	46
Gambar 4. 26 Pekerjaan <i>Mucking</i>	46
Gambar 4. 27 Visualisasi Pemasangan <i>Steel Support</i>	47
Gambar 4. 28 Pemasangan <i>Steel Support</i>	48
Gambar 4. 29 <i>Tie Rod/Separator</i>	48
Gambar 4. 30 <i>Wiremesh</i> M5.....	49
Gambar 4. 31 Visualisasi Pemasangan <i>Wiremesh</i>	50
Gambar 4. 32 Pekerjaan <i>Shotcrete Upper</i>	51
Gambar 4. 33 Visualisasi <i>Shotcrete Upper</i>	51
Gambar 4. 34 Pembagian <i>Face</i> Galian <i>Lower</i>	52
Gambar 4. 35 <i>Flowchart</i> Pekerjaan Galian <i>Lower</i>	53
Gambar 4. 36 Siklus Galian <i>Lower</i>	54
Gambar 4. 37 Pekerjaan Galian <i>Lower</i>	55
Gambar 4. 38 Pekerjaan <i>Scalling Lower</i>	56
Gambar 4. 39 Pekerjaan <i>Wiremesh Lower</i>	56
Gambar 4. 40 Pekerjaan <i>Mucking</i> Galian <i>Lower</i>	57
Gambar 4. 41 Visualisasi Pemasangan <i>Steel Support Lower</i>	57
Gambar 4. 42 Pemasangan <i>Steel Support Lower</i>	58
Gambar 4. 43 Pemasangan <i>Tie Rod/Separator</i>	58
Gambar 4. 44 Pekerjaan <i>Shotcrete Lower</i>	59
Gambar 4. 45 Visualisasi Pemasangan <i>Invert</i>	60
Gambar 4. 46 Pekerjaan Pemasangan <i>Invert</i>	60
Gambar 4. 47 Pekerjaan Pengecoran Celah <i>Invert</i>	61
Gambar 4. 48 Visualisasi Galian Terowongan dan Pengecoran secara Paralel.....	61
Gambar 4. 49 Pembagian Segmentasi Pengecoran <i>Lining</i> dan <i>Slab</i>	62

Gambar 4. 50 <i>Sliding Form</i>	63
Gambar 4. 51 Bekisting Phenol	63
Gambar 4. 52 <i>Flowchart</i> Pekerjaan <i>Lining Slab</i> Terowongan	64
Gambar 4. 53 <i>Flowchart</i> Pekerjaan <i>Lining Dinding & Crown</i> Terowongan	65
Gambar 4. 54 Zona Kerja Paralel.....	66
Gambar 4. 55 <i>Excavation Zone</i>	66
Gambar 4. 56 ReBar Zone	67
Gambar 4. 57 <i>Structure Zone</i>	67
Gambar 4. 58 <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Upper</i>	68
Gambar 4. 59 <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Lower</i>	69
Gambar 4. 60 <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Slab</i>	69
Gambar 4. 61 <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Lining</i>	70
Gambar 4. 62 Durasi Kerja Sekuensial Pada Microsoft <i>Project</i>	71
Gambar 4. 63 Durasi Kerja PECoLiT Pada Microsoft <i>Project</i>	72



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Peralatan Pekerjaan Terowongan Pengelak	10
Tabel 2. 2 Daftar Material Pekerjaan Terowongan Pengelak.....	11
Tabel 4. 1 Jenis <i>Separator Upper</i>	49
Tabel 4. 2 Data Harga Satuan.....	74
Tabel 4. 3 Biaya Penggunaan Metode Sekuensial	76
Tabel 4. 4 Biaya Penggunaan Metode PECoLiT	77
Tabel 4. 5 Perbandingan Metode Sekuensial dengan PECoLiT	78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Shop Drawing Terowongan Pengelak Bendungan Manikin Paket 2

Lampiran 2. Lembar Asistensi Tugas Akhir

