

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 / NIM: Fariszaky Dimaszocarli Siregar / 221028

Nama Mahasiswa 2 / NIM: Reynaldy Gilbran Firmansyah / 221061

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Metode Pelaksanaan Pekerjaan Galian dan Pemasangan Perkuatan Sementara pada Terowongan Bangunan Pengambilan 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, 28 Juli 2025

Yang menyatakan,



Nama: Fariszaky D.S.
NIM. 221028

Nama: Reynaldy Gilbran F.
NIM. 221061

**METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN GALIAN DAN
PEMASANGAN PERKUATAN SEMENTARA PADA
TEROWONGAN PENGAMBILAN BENDUNGAN MANIKIN**

**Tugas Akhir Ini untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya (A.Md.T)
Politeknik Pekerjaan Umum Semarang**

Oleh:

- | | |
|--|---|
| 1. Fariszaky Dimaszocarli Siregar
NIM. 221028 | 2. Reynaldy Gilbran Firmansyah
NIM. 221061 |
|--|---|

Tanggal Ujian: 1 Agustus 2025

Menyetujui,

Ketua Penguji	: Didit Puji Riyanto, S.T., M.T.	(.....)
Penguji 1	: Daru Jaka Sasangka, S.T., M.Eng.	(.....)
Penguji 2	: Andi Patiroid, S.T., M.Eng.	(.....)

Mengesahkan,
Direktur



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

Mengetahui,
Ka Prodi Teknologi
Konstruksi Bangunan Air



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan magang yang berjudul “Metode Pelaksanaan Pekerjaan Galian dan Pemasangan Perkuatan Sementara pada Terowongan Pengambilan Bendungan Manikin” tepat pada waktunya.

Laporan Magang ini kami susun guna memenuhi tugas magang program studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air. Dalam penulisan laporan ini, banyak pihak yang telah membantu kami sehingga laporan praktikum ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, kami berterima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Brawijaya, S.E., M.Eng.I.E., MSCE, Ph.D, IPU, ASEAN.Eng. selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum Semarang masa jabatan 2024 - sekarang
2. Bapak Pranu Arisanto, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknologi Konstruksi Bangunan Air;
2. Bapak Didit Puji Riyanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing;
3. Bapak Koko Heru Satmoko selaku mentor program magang di Bendungan Manikin Paket I;
4. Seluruh keluarga besar Proyek Pembangunan Bendungan Manikin Paket I;
5. Keluarga penulis yang telah memberi motivasi dan dukungan selama proses penyusunan laporan magang dan;
6. Rekan-rekan dan seluruh pihak yang telah terlibat dalam penyusunan laporan yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Demikian tugas akhir ini kami susun. Jika terdapat kekurangan dan kelemahan pada penulisan tugas akhir ini, kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Semarang, 27 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR ASISTENSI	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3.1 Maksud.....	2
1.3.2 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Permasalahan.....	3
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Teknis Pekerjaan.....	5
2.2 Klasifikasi Terowongan	6
2.2.1 Berdasarkan Materialnya	6
2.2.2 Berdasarkan Fungsinya	7
2.3 New Austrian Tunneling Method (NATM).....	7
2.4 Sistem Perkuatan Pada Terowongan	9
2.4.1 Steel rib	9
2.4.2 Shotcrete.....	10
2.4.3 Wiremesh.....	13
2.4.4 Rockbolt	14
2.4.5 Grouting	15
2.5 Data Teknis Terowongan Pengambilan	15

2.6	Penjelasan Jenis Pekerjaan	18
2.6.1	Pekerjaan <i>Surveying</i>	18
2.6.2	Pekerjaan <i>Geological Mapping</i>	19
2.6.3	Pekerjaan <i>Excavating (Upper half and Bottom half)</i>	26
2.6.4	Pekerjaan <i>Primary shotcrete</i>	28
2.6.5	Pekerjaan Pemasangan <i>steel rib</i> dan <i>grouting</i>	29
2.6.6	Pekerjaan Instalasi <i>Wiremesh</i>	30
2.6.7	Pekerjaan <i>Rockbolt</i>	31
2.6.8	Pekerjaan <i>Secondary shotcrete</i>	33
2.6.9	Pekerjaan <i>Scalling dan Mucking</i>	33
2.7	SHE Plan Pekerjaan	34
2.8	Kebutuhan alat dan material	44
2.8.1	Kebutuhan Material.....	44
2.8.2	Kebutuhan Alat	45
2.9	Teknik Analisis Data	47
BAB III	METODOLOGI	49
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	49
3.1.1	Waktu Penelitian	49
3.1.2	Lokasi Penelitian.....	49
3.2	Fokus Penelitian	49
3.3	Data dan Sumber Data	49
3.3.1	Metode Pengumpulan Data	50
3.3.2	Metode Dokumentasi	51
3.4	Bagan Alir	52
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	53
4.1	Metode Pelaksanaan Galian	53
4.1.1	Pekerjaan <i>Surveying</i>	53
4.1.2	Pekerjaan <i>Geological Mapping</i>	55
4.1.3	Pekerjaan <i>Excavating dan Mucking</i>	58
4.1.4	Pekerjaan <i>Tunnel supporting</i>	66
4.2	Estimasi Siklus Waktu Pekerjaan (<i>Cycle Time</i>)	76
4.2.1	Produktivitas Pekerjaan dan <i>Cycle Time</i>	76
4.2.2	Perhitungan Produktifitas Pekerjaan Terowongan per 1,3 m.....	79
4.3	Perhitungan Kebutuhan Udara dan Sarana Pendukung	87

4.3.1 Sarana Pendukung.....	87
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Udara	90
BAB V KESIMPULAN.....	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	97



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi studi	4
Gambar 2.1 Klasifikasi tipe terowongan	10
Gambar 2.2 <i>Layout</i> terowongan bangunan pengambilan.....	16
Gambar 2.3 Potongan memanjang terowongan bangunan pengambilan	17
Gambar 2.4 Detail kerangka terowongan bangunan pengambilan	18
Gambar 2.5 Potongan C – C terowongan bangunan pengambilan	18
Gambar 2.6 <i>Strike/Dip</i> pada sebuah bidang (Kyrnine D.P, dan Judd W.R, 2005).....	25
Gambar 2.7 Dimensi <i>Excavator PC – 75</i> yang digunakan pada penggalian.....	27
Gambar 2.8 Dimensi <i>Excavator PC – 75</i> yang digunakan pada proses <i>mucking</i>	28
Gambar 2.9 Set up peralatan uji tarik pada bar	31
Gambar 2.10 Rambu tanda ruang terbatas.....	36
Gambar 2.11 <i>Checklist, Tagging</i> dan <i>LOTO</i>	36
Gambar 2.12 <i>QC Passed, MSDS, Permit to Work</i>	37
Gambar 2.13 <i>Label Safety Inducted, ID Card, Lisensi Personil, Fit to Work</i>	38
Gambar 2.14 <i>SCBA, HT, Interkom, Rambu Ruang Terbatas, Gas Detecctor, Rotary Lamp, APAR, Petunjuk Jalur Evakuasi, Alarm dengan tombol darurat</i>	39
Gambar 2.15 <i>Flowchart</i> prosedur tanggap darurat.....	41
Gambar 2.16 <i>Scaffolding, Body Harness, dan Checklist QC</i>	43
Gambar 2.17 Rambu-rambu lalu lintas	44
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	52
Gambar 4.1 Sketsa cara pengukuran	54
Gambar 4.2 Tabel ringkasan pembobotan <i>Rock Mass Rating (RMR)</i>	56
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> pekerjaan galian <i>upper</i>	59
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> pekerjaan galian <i>bottom</i> dan <i>mucking</i>	60
Gambar 4.5 Pekerjaan galian <i>upper half</i>	60
Gambar 4.6 Pekerjaan galian <i>bottom half</i>	61
Gambar 4.7 Prosedur penggalian terowongan.....	61
Gambar 4.8 Manajemen lalu lintas pada penggalian kurang dari (<) 50 meter	63
Gambar 4.9 Dimensi alat berat yang digunakan pada proses <i>mucking</i>	63
Gambar 4.10 Dimensi alat berat yang digunakan pada proses <i>mucking</i>	64
Gambar 4.11 Alat berat pada proses <i>mucking</i>	64
Gambar 4.12 Manajemen lalu lintas pada penggalian lebih dari (>) 50 meter	65
Gambar 4.13 Dimensi <i>Dump truck</i> pada terowongan pengambilan	65
Gambar 4.14 <i>Flowchart</i> pelaksanaan pemasangan <i>steel rib</i>	67
Gambar 4.15 Tahapan detail pekerjaan pemasangan <i>steel rib</i>	67

Gambar 4.16 Pemasangan <i>steel rib</i>	68
Gambar 4.17 <i>Flowchart</i> pekerjaan instalasi <i>wiremesh</i>	68
Gambar 4.18 <i>Flowchart</i> pelaksanaan pekerjaan <i>primary shotcrete</i>	70
Gambar 4.19 <i>Flowchart</i> pelaksanaan pekerjaan <i>secondary shotcrete</i>	71
Gambar 4.20 Tahapan detail pekerjaan <i>shotcrete</i>	72
Gambar 4.21 Pekerjaan <i>primary shotcrete</i>	72
Gambar 4.22 Pekerjaan <i>secondary shotcrete</i>	72
Gambar 4.23 <i>Flowchart</i> pekerjaan <i>rockbolt</i>	74
Gambar 4.24 Tahapan detail pekerjaan <i>rockbolt</i>	75
Gambar 4.25 Detail pondasi <i>steel support</i> pada terowongan pengambilan	76
Gambar 4.26 Bagan alir pekerjaan galian terowongan	77
Gambar 4.27 Pembagian galian bangunan pengambilan	80
Gambar 4.28 Pekerjaan titik <i>rockbolt</i>	82
Gambar 4.29 Ilustrasi penempatan utilitas terowongan.....	87
Gambar 4.30 Ilustrasi penempatan site facility dan fasilitas elektrikal di luar.....	88
Gambar 4.31 Ilustrasi penempatan fasilitas elektrikal di dalam terowongan.....	88
Gambar 4.32 Ilustrasi <i>dewatering system</i> di dalam terowongan.....	90
Gambar 4.33 Layout letak <i>spoilbank</i> pada pekerjaan galian terowongan.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran maks material <i>shotcrete</i>	11
Tabel 2.2 Gradasi agregat berdasarkan ukuran ayakan	11
Tabel 2.3 Spesifikasi teknis pekerjaan <i>shotcrete</i>	11
Tabel 2.4 Spesifikasi teknis pekerjaan <i>wiremesh</i>	14
Tabel 2.5 Spesifikasi teknis pekerjaan <i>rockbolt</i>	14
Tabel 2.6 Indeks kekuatan material batuan utuh (UCS) (Bieniawski, 1989)	21
Tabel 2.7 Kualitas massa batuan berdasarkan RQD (Deere dan Deerer, 1998)	22
Tabel 2.8 Indeks spasi diskontinuitas (Bieniawski, 1989)	23
Tabel 2.9 Indeks bidang diskontinuitas (Bieniawski, 1989)	23
Tabel 2.10 Kondisi bidang diskontinuitas pada kondisi air tanah (Bieniawski, 1989)	24
Tabel 2.11 Pengaruh orientasi diskontinuitas antara Strike Dip massa batuan terhadap <i>strike</i> terowongan (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 2.12 Orientasi diskontinuitas (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 2.13 Kelas pembobotan massa batuan (Bieniawski, 1989)	26
Tabel 2.14 Arti kelas batuan (Bieniawski, 1989)	26
Tabel 2.15 Jadwal pembebanan dan pembacaan dial gauge	32
Tabel 2.16 Pergerakan baja tulangan yang diizinkan pada uji <i>pull out</i>	32
Tabel 2.17 Nilai ambang batas kandungan gas	39
Tabel 2.18 Kebutuhan material	45
Tabel 2.19 Kebutuhan support	45
Tabel 2.20 Kebutuhan alat	46
Tabel 4.1 Tipe penggalian dan penyanggaan berdasarkan kelas massa batuan (Bieniawski, 1989)	57
Tabel 4.2 Siklus pekerjaan galian terowongan	62
Tabel 4.3 Proporsi campuran <i>shotcrete</i> per m ³	71
Tabel 4.4 Komposisi rasio pencampuran <i>chemical grouting</i>	76
Tabel 4.5 Estimasi volume pekerjaan terowongan bangunan pengambilan	77
Tabel 4.6 Cycle time pekerjaan terowongan	78
Tabel 4.7 Cycle time pekerjaan galian terowongan (dengan kedalaman 1,30 m per hari per <i>face</i>)	82
Tabel 4.8 Cycle time pekerjaan galian terowongan (dengan kedalaman 2,60 m per hari per 2 <i>face</i>)	84

DAFTAR LAMPIRAN

<i>LAMPIRAN I</i> Denah dan Potongan Memanjang.....	98
<i>LAMPIRAN II</i> Detail Kerangka	100
<i>LAMPIRAN III</i> Detail Baja Penopang.....	102
<i>LAMPIRAN IV</i> Prosedur Penggalian.....	104
<i>LAMPIRAN V</i> Titik Rockbolt.....	106
<i>LAMPIRAN VI</i> Bar Chart Pekerjaan galian terowongan 1 sisi dan 2 sisi	108

