



LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN TRIAL MULTIPLE STAGE GROUTING DI BENDUNGAN KARANGNONGKO

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan ujian

1. Raden Asri Jane Ningrum
NIM. 221056

2. Varadisha Sherlita Firdani
NIM. 221073

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air

Semarang, 28 Juli 2025

Pembimbing

Daru Jaka Sasangka, S. T., M. Eng
NIP. 198808182014021001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN AIR
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR

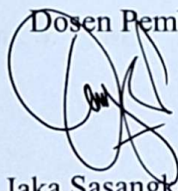
Judul : Metode Pelaksanaan *Trial Multiple Stage Grouting* di
Bendungan Karangnongko
Oleh : 1. Raden Asri Jane Ningrum
2. Varadisha Sherlita Firdani
NIM : 1. 221056
2. 221073

Telah diuji pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 30 Juli 2025
Tempat : Ruang Sidang 2

Mengetahui / Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Daru Jaka Sasangka, S. T., M. Eng.
NIP. 198808182014021001

Dosen Penguji 1



Suhardi, S. T., MPSDA
NIP. 197510072005021001

Dosen Penguji 2



Tia Hetwisari, S. T., M. T.
NIP. 198403262008122001

METODE PELAKSANAAN *TRIAL MULTIPLE STAGE*
***GROUTING* DI BENDUNGAN KARANGNONGKO**

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

Oleh:

1. Raden Asri Jane Ningrum
NIM. 221056

2. Varadisha Sherlita Firdani
NIM. 221073

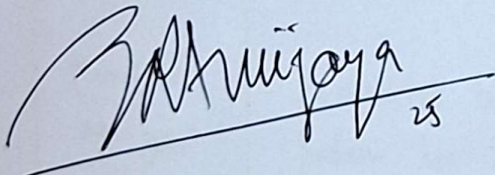
Tanggal Ujian: 30 Juli 2025

Menyetujui,

Ketua Penguji : Daru Jaka Sasangka, S. T., M. Eng.
Penguji 1 : Suhardi, S. T., MPSDA
Penguji 2 : Tia Hetwisari, S. T., M. T.

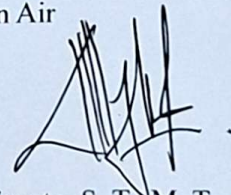
(.....)
(.....)
(.....)

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



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM

Kampus MBH Politeknik Pekerjaan Umum – Jalan Soekarno Hatta Nomor 100 – Gayamsari – Semarang 50166
Telepon (024) 7472848, Faximile (024) 7472848 | Website : www.politeknikpu.ac.id | e-mail : info@politeknikpu.ac.id



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN AIR

POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN MAGANG/PRAKTEK KERJA LAPANGAN

NAMA : Raden Asri Jane Ningrum NIM. 221056
Varadisha Sherlita Firdani NIM. 221073

NAMA PERUSAHAAN : WIKA – HK – PP KSO

NAMA PEKERJAAN : Pembangunan Bendungan Karangnongko Paket 1

LOKASI : Kab. Blora, Kab. Bojonegoro, Kab. Ngawi, Jawa Timur

DOSEN PEMBIMBING : Daru Jaka Sasangka, S. T., M. T.

NO	HARI/ TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Selasa/ 22 Juli	- Item pekerjaan untuk PAB lebih diperjelas untuk 1 meter pekerjaan atau 1 jam. - Kesimpulan mengenai jarak injeksi lebih difokuskan pada jarak lubang uji saja (primer, sekunder) - Saran diperuntukan kepada pihak kampus dan proyek saja.	
2.	Kamis/ 24 Juli	- Efektivitas hasil trial dibuat dalam bentuk tabel dan dibandingkan dengan check hole pada setiap stage.	



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM

Kampus MBH Politeknik Pekerjaan Umum – Jalan Soekarno Hatta Nomor 100 – Gayamsari – Semarang 50166
Telepon (024) 7472848, Faximile (024) 7472848 | Website : www.politeknikpu.ac.id | e-mail : info@politeknikpu.ac.id



NO	HARI/ TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
3.	Senin/ 28 Juli	Acc sidang	
4.	Rabu/ 30 Juli	- Satuan pada masing-masing nilai lebih diperhatikan - Kalibrasi alat dibuat subbab berbeda dgn alat-alat grouting - Bagan alir tahapan grouting dibuat lebih sederhana sesuai tahapan aktual di lapangan - Kesimpulan harus menjawab dan sesuai dgn poin-poin rumusan masalah	 Hus f

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 / NIM : Raden Asri Jane Ningrum / 221056

Nama Mahasiswa 2/ NIM : Varadisha Sherlita Firdani / 221073

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“Metode Pelaksanaan Trial Multiple Stage Grouting di Bendungan Karangnongko”** 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,


Raden Asri Jane Ningrum Varadisha Sherlita Firdani
NIM. 221056 NIM. 221073

MOTTO

مَنْ جَدَّ وَجَدَ

Man Jadda wa Jada

Siapa yang Bersungguh-sungguh, Dia Akan Berhasil

مَنْ صَبَرَ ظَفَرَ

Man Shabara Zhafira

Siapa yang Bersabar, Dia Akan Beruntung

مَنْ سَارَ عَلَى الدَّرَبِ وَصَلَ

Man Saara Ala Darbi wa Shala

Siapa yang Berjalan di Jalan-Nya, Dia Akan Sampai Pada Tujuannya

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul “Metode Pelaksanaan Trial Multiple Stage Grouting di Bendungan Karangnongko”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Ir. Brawijaya, S.E., M.Eng.I.E., MSCE, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum;
2. Bapak Pranu Arisanto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air;
3. Bapak Andi Patiroi, S. T., M. Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air;
4. Bapak Daru Jaka Sasangka, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir ini;
5. Bapak Muchamad Kurniawan Suswanto selaku *Site Engineer Manager* dan selaku Mentor eksternal di lapangan yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir;
6. Bapak Herry selaku Tenaga Ahli Geologi yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir;
7. Bapak Djuwari selaku Tenaga Ahli Grouting yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir;
8. Bapak Kardiyo dan Gunawan, yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir;
9. Seluruh staff WIKA – HK – PP (KSO) Proyek Pembangunan Bendungan Karangnongko Paket 1 atas bimbingan, pengalaman, dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis;

10. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran penulisan tugas akhir;
11. Teman-teman Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Air yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir;
12. Semua pihak yang terlibat membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang tiada batas. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bojonegoro, 19 Juli 2025

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PERNYATAAN.....	ix
MOTTO.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Tujuan Penelitian.....	22
1.4 Batasan Masalah.....	23
1.5 Manfaat Penelitian	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	25
2.1 Bendungan	25
2.2 Kondisi Geologi	30
2.3 Jenis-jenis Perbaikan Pondasi	35
2.4 Parameter Geoteknik.....	39
2.5 Investigasi Geologi	44
2.6 Grouting	53
2.7 Metode Konsolidasi Grouting.....	61
BAB III METODE PENELITIAN.....	65
3.1 Diagram Alir	65
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	66
3.3 Metode Pengumpulan Data	68
3.4 Metode Pengolahan Data dan Analisis Data	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70

4.1	Hasil Investigasi Geologi	70
4.2	Trial Grouting.....	84
4.3	Rencana Anggaran Biaya	129
BAB V PENUTUP		136
5.1	Kesimpulan	136
5.2	Saran.....	138
DAFTAR PUSTAKA		139
LAMPIRAN.....		141



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Pengukuran Inti Bor.....	34
Gambar 2. 2 Penahan Kedap Vertikal Secara Menyeluruh (Positive Cut Off)	36
Gambar 2. 3 Penahan Kedap Partial dan Kombinasi dengan Penahan Kedap Semi Lulus (Partial Cut Off)	36
Gambar 2. 4 Pengendalian Rembesan Bagian Hilir (Negative Cut Off)	36
Gambar 2. 5 Berbagai Fungsi dari Grouting di Tanah dan Batuan	37
Gambar 2. 6 Urutan Konstruksi Dinding Diafragma	38
Gambar 2. 7 Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb.....	40
Gambar 2. 8 Ilustrasi Skema Pengeboran	47
Gambar 2. 9 Penentuan Nilai Lugeon dan Jenis Aliran	48
Gambar 2. 10 Kurva P-Q (Tekanan - Debit)	50
Gambar 2. 11 Metode Grouting Bertahap Naik (Upstage Method).....	58
Gambar 2. 12 Metode Grouting Bertahap Menurun dengan Penyekat (Downstage <i>with</i> Packer)	59
Gambar 2. 13 Pola Lubang Grouting Segitiga	62
Gambar 2. 14 Pola Lubang Grouting Persegi	62
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	65
Gambar 3. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian	66
Gambar 3. 3 Lokasi Bendungan Karangnongko	67
Gambar 3. 4 Layout Bendungan Karangnongko.....	67
Gambar 3. 5 Lokasi Konsolidasi Grouting	68
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pemboran Inti di Area Pelimpah Bendungan Karangnongko.....	72
Gambar 4. 2 Hasil Pengeboran di Titik Bor BH-01	74
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Laboratorium di Titik Bor BH-01	75
Gambar 4. 4 Hasil Pengeboran di Titik Bor BH-02	77
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Laboratorium di Titik Bor BH-02.....	78
Gambar 4. 6 Hasil Pengeboran di Titik Bor BH-03	80

Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Laboratorium di Titik Bor BH-03	81
Gambar 4. 8 Kalibrasi Pressure Gauge	86
Gambar 4. 9 Kalibrasi Grout Mixer dan Agitator	87
Gambar 4. 10 Hasil Kalibrasi Grout Mixer dan Agitator	88
Gambar 4. 11 Kalibrasi Pompa Grouting	88
Gambar 4. 12 Grouting Plant	89
Gambar 4. 13 Mesin Bor Rotary Hydraulic	89
Gambar 4. 14 Mechanical Packer	90
Gambar 4. 15 Selang Grouting	90
Gambar 4. 16 Manometer 3,5 Tekanan	91
Gambar 4. 17 Flowmeter	91
Gambar 4. 18 Valve	92
Gambar 4. 19 Grout Mixer	92
Gambar 4. 20 Agitator	93
Gambar 4. 21 Pompa Grouting	93
Gambar 4. 22 Pipa Galvanis 3 inchi	94
Gambar 4. 23 Dial Gauge	94
Gambar 4. 24 ByPass	95
Gambar 4. 25 Stopwatch	95
Gambar 4. 26 Tandon Air	96
Gambar 4. 27 Sketsa Peralatan Teknis Grouting	96
Gambar 4. 28 Titik Trial Grouting	97
Gambar 4. 29 Konsolidasi Grouting	98
Gambar 4. 30 Split Passing Method	99
Gambar 4. 31 Pengeboran Titik Grouting	99
Gambar 4. 32 Core Sample PH1 (161)	100
Gambar 4. 33 Uji Berat Jenis Semen Grouting	105
Gambar 4. 34 Uji Viskositas	105
Gambar 4. 35 Uji Sedimentasi	106
Gambar 4. 36 Komposisi Grouting	107

Gambar 4. 37 Pressure Uplift.....	108
Gambar 4. 38 Bagan Alir Trial Grouting	110
Gambar 4. 39 Titik Primer Trial Grouting	110
Gambar 4. 40 Pemboran Stage 1 Titik PH1	111
Gambar 4. 41 Core Sample Stage 1 Titik PH1.....	111
Gambar 4. 42 Pembersihan Lubang Bor	112
Gambar 4. 43 Packer Terpasang di Titik PH1	112
Gambar 4. 44 Water Pressure Test di Titik PH1.....	113
Gambar 4. 45 Campuran Untuk Grouting.....	114
Gambar 4. 46 Core Sample Stage 1 Titik CH1	117
Gambar 4. 47 Core Sample Stage 2 Titik PH1.....	119
Gambar 4. 48 Core Sample Stage 2 Titik CH1	122
Gambar 4. 49 Titik Tambahan Trial Grouting.....	123
Gambar 4. 50 Core Sample yang Tersementasi	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kualitas Batuan Berdasarkan Nilai RQD	34
Tabel 2. 2 Nilai Koefisien Permeabilitas pada Beberapa Tipe Tanah	44
Tabel 2. 3 Hubungan Nilai Lugeon dan Keperluan Grouting	45
Tabel 2. 4 Variasi Tekanan Untuk Grouting	49
Tabel 2. 5 Klasifikasi Massa Batuan	52
Tabel 2. 6 Faktor Pengali Tekanan	60
Tabel 4. 1 Informasi Detail Titik Pengeboran Inti	71
Tabel 4. 2 Litologi di Titik Bor BH-01	73
Tabel 4. 3 Detail Uji SPT di Titik Bor BH-01	74
Tabel 4. 4 Litologi di Titik Bor BH-02	76
Tabel 4. 5 Detail Uji SPT di Titik Bor BH-02	77
Tabel 4. 6 Litologi di Titik Bor BH-03	79
Tabel 4.7 Detail Uji SPT di Titik Bor BH-03	80
Tabel 4. 8 Klasifikasi Batuan Pondasi di Bendungan Karangnongko	82
Tabel 4. 9 Detail Uji Permeabilitas di Titik BH-01	83
Tabel 4. 10 Hasil Kalibrasi Pressure Gauge	87
Tabel 4. 11 Pemakaian Tekanan Water Pressure Test dan Grouting	102
Tabel 4. 12 Hasil Pembacaan Water Pressure Test	103
Tabel 4. 13 Hasil Specific Gravity	105
Tabel 4. 14 Hasil Viscosity	106
Tabel 4. 15 Hasil Sedimentasi	107
Tabel 4. 16 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik PH1	113
Tabel 4. 17 Total Injeksi Grouting Stage 1 Titik PH1	114
Tabel 4. 18 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik P2	115
Tabel 4. 19 Total Injeksi Grouting Stage 1 Titik P2	115
Tabel 4. 20 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik P3	116
Tabel 4. 21 Total Injeksi Grouting Stage 1 Titik P3	116
Tabel 4. 22 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik P4	117

Tabel 4. 23 Total Injeksi Grouting Stage 1 Titik P4.....	117
Tabel 4. 24 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik CH1	118
Tabel 4. 25 Total Injeksi Grouting Stage 1 Titik CH1	118
Tabel 4. 26 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik PH1	119
Tabel 4. 27 Total Injeksi Grouting Stage 2 Titik PH1	120
Tabel 4. 28 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik P2	120
Tabel 4. 29 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik P3	121
Tabel 4. 30 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik P4	121
Tabel 4. 31 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik CH1	122
Tabel 4. 32 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik T1	123
Tabel 4. 33 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik T1	124
Tabel 4. 34 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik T2	124
Tabel 4. 35 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik T2	124
Tabel 4. 36 Hasil Water Pressure Test Stage 1 Titik CH2	125
Tabel 4. 37 Hasil Water Pressure Test Stage 2 Titik CH2	125
Tabel 4. 38 Kategori Efektivitas Grouting	127
Tabel 4. 39 Hasil Efektivitas Grouting Titik Primer pada Setiap Stage.....	128
Tabel 4. 40 Hasil Efektivitas Grouting Titik Sekunder pada Setiap Stage.....	128
Tabel 4. 41 AHSP Drilling Konsolidasi Grouting dia. 45 55 mm Kedalaman 1 Meter	129
Tabel 4. 42 AHSP Water Pressure Test Untuk Pilot Hole & Check Hole Untuk 1 Lubang	130
Tabel 4. 43 AHSP Drilling Pilot Hole dan Check Hole dia. 55 66 mm Kedalaman 1 Meter	131
Tabel 4. 44 AHSP Grouting Operation 1 kg.....	132
Tabel 4. 45 AHSP Set-Up Rig 1 Lubang.....	133
Tabel 4. 46 AHSP Hook-Up 1 Lubang.....	133
Tabel 4. 47 AHSP Casing Grouting 1 Meter	134
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Drilling dan Grouting	135