

No. 06/TA/D3-KS-2024
TUGAS AKHIR

**PENERAPAN *MORTAR FOAM* SEBAGAI MATERIAL
PENGANTI TIMBUNAN TANAH DITINJAU DARI MUTU,
WAKTU DAN BIAYA**

**(Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol
Yogyakarta – Bawen Seksi 6)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-III
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

**Yessy Restuanda
NIM 2101321015**

Pembimbing :

**Agung Budi Broto, S.T., M.T.
NIP 196304021989031003**

**PROGRAM STUDI D III KONSTRUKSI SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

PENERAPAN *MORTAR FOAM* SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI TIMBUNAN TANAH DITINJAU DARI MUTU, WAKTU DAN BIAYA

(Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol

Yogyakarta – Bawen Seksi 6)

yang disusun oleh **Yessy Restuanda (NIM 2101321015)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir Tahap 2

Pembimbing

Agung Budi Broto, S.T., M.T.
NIP 196304021989031003

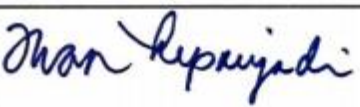
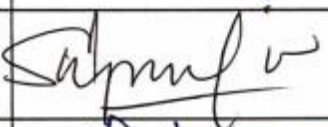
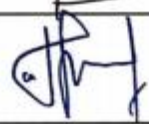


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul :
**PENERAPAN *MORTAR FOAM* SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI
TIMBUNAN TANAH DITINJAU DARI MUTU, WAKTU DAN BIAYA**
(Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol
Yogyakarta – Bawen Seksi 6)
yang disusun oleh **Yessy Restuanda (NIM 2101321015)**
telah dipertahankan dalam **Sidang Tugas Akhir** di depan Tim Penguji
pada hari Senin tanggal 05 Agustus 2024

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Iwan Supriyadi, BSCE., M.T. NIP 196401041996031001	 19/8 2024
Anggota	Desi Supriyan, Drs, S.T., M.M. NIP 195912311987031018	 19/8-2024
Anggota	Kartika Hapsari, R.A., S.T., M.T. NIP 199005192020122015	 19/8 24

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Norwidyadiningrum, S. T., M.M, M. Ars.
NIP 197407061999032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir Berjudul:

PENERAPAN *MORTAR FOAM* SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI TIMBUNAN TANAH DITINJAU DARI MUTU, WAKTU DAN BIAYA

(Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol

Yogyakarta – Bawen Seksi 6)

Disusun Oleh:

Yessy Restuanda (2101321015)

Dengan ini saya menyatakan:

1. Tugas Akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya, baik yang ada di Politeknik Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir yang dibuat ini adalah serangkaian gagasan, rumusan, dan penelitian yang telah saya buat sendiri, tanpa bantuan pihak lain terkecuali atas arahan tim Pembimbing dan Penguji.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Depok, 05 Agustus 2024

Yessy Restuanda



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penerapan *Mortar Foam* sebagai Material Pengganti Timbunan Tanah Ditinjau dari Mutu, Waktu dan Biaya (Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6)”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program studi D-III Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, tentunya memiliki banyak kendala. Namun, berkat bimbingan, dorongan, arahan serta nasihat dari berbagai pihak yang turut membantu sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberi doa serta dukungan baik moril maupun materil kepada penulis sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta;
3. Ibu RA. Kartika Hapsari S, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Jakarta;
4. Bapak Agung Budi Broto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
5. PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta - Bawen Paket 1 (Seksi 6) yang telah berkenan membimbing dan mengarahkan dalam proses penyusunan laporan Tugas akhir ini;
6. Sahabat Penulis, Sri Wahyu Ambriani, Anjeritasani Silaban, Dwiana Tiodora Simanjuntak, Nabilla Nur Awaliyah, Anisa, Indah Febriana, dan Umira Desifa yang selalu memberikan semangat dan dorongan penuh pada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini
7. Teman-teman Kelas 3 Konstruksi Sipil 3 yang telah kebersamai perjuangan selama masa studi di Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Pihak lain yang turut membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan penyusunan laporan ini, Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca serta dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Depok, 05 Agustus 2024

Yessy Restuanda





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB I Pendahuluan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	4
BAB III Metodologi Penelitian.....	4
BAB IV Data, Analisis dan Pembahasan.....	4
BAB V Penutup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mortar Foam.....	5
2.1.1 Pengertian <i>Mortar Foam</i>	5
2.1.2 Spesifikasi <i>Mortar Foam</i>	5
2.1.3 Teknologi <i>Mortar Foam</i>	6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2 Manajemen Proyek	6
2.2.1 Proses Manajemen Proyek	7
2.2.2 Tujuan Manajemen Proyek	7
2.2.3 Fungsi Manajemen Proyek.....	8
2.3 Biaya, Mutu, dan Waktu Proyek.....	8
2.3.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)	9
2.3.2 Komponen Pengujian Mutu Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	12
2.3.3 Persyaratan Mutu Material Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	13
2.4 Penelitian Terdahulu	17
2.5 Posisi Penelitian	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Objek dan Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Pengumpulan Data	23
3.2.1 Jenis Data	23
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data	23
3.2.3 Alat Pengumpul Data	24
3.3 Teknik Analisis	24
3.3.1 Perbedaan Mutu Pekerjaan Timbunan Antara <i>Mortar Foam</i> dan Material Tanah	24
3.3.2 Perbedaan Biaya Pekerjaan Timbunan Antara <i>Mortar Foam</i> dan Material Tanah	24
3.3.3 Perbedaan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Antara <i>Mortar Foam</i> dan Material Tanah	24
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Data	30
4.2 Analisa Data	34
4.2.1 Standar Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	34
4.2.2 Flow Proses Pelaksanaan Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	36
4.2.3 Detail Proses Pelaksanaan Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	37
4.2.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	39
4.2.5 Analisa Mutu Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	61



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.6 Analisa Mutu Tanah	69
4.2.7 Analisa Biaya Pekerjaan Mortar Busa (Mortar Foam)	74
4.2.8 Analisa Biaya Pekerjaan Timbunan Tanah.....	85
4.2.9 Analisa Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	95
4.2.10 Analisa Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Tanah	97
4.3 Pembahasan	99
4.3.1 Perbandingan Mutu Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>) dan Mutu Tanah	99
4.3.2 Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>) dan Pekerjaan Timbunan Tanah.....	100
4.3.3 Analisa Perbandingan Berdasarkan Penelitian Terdahulu.....	104
BAB V PENUTUP	105
5.1 Kesimpulan.....	105
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA.....	107
LAMPIRAN.....	110



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gradasi Agregat Pasir Alam Berdasarkan Ukuran Saringan 13

Tabel 2. 2 Rangkuman Penelitian Terdahulu 17

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 3 Hari..... 30

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 11 Hari..... 30

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 14 Hari..... 31

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 17 Hari..... 31

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 19 Hari..... 32

Tabel 4. 6 Daftar Harga Satuan Upah Pekerja 32

Tabel 4. 7 Daftar Harga Satuan Material..... 33

Tabel 4. 8 Daftar Harga Satuan Sewa Peralatan..... 33

Tabel 4. 9 Ketentuan Gradasi Agregat 49

Tabel 4. 10 Ketentuan Mutu Agregat 49

Tabel 4. 11 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 3 Hari..... 64

Tabel 4. 12 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 11 Hari 65

Tabel 4. 13 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 14 Hari..... 66

Tabel 4. 14 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 17 Hari..... 67

Tabel 4. 15 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) Umur 19 Hari..... 68

Tabel 4. 16 *Quantity Take-Off* (QTO) Mortar Busa (*Mortar Foam*)..... 75

Tabel 4. 17 *Bill of Quantity* (BoQ) Pekerjaan Mortar Busa (*Mortar Foam*) 76

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 18 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Pengecoran <i>Mortar Foam</i>	81
Tabel 4. 19 Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Pengecoran <i>Mortar Foam</i>	82
Tabel 4. 20 Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	83
Tabel 4. 21 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)..	84
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Harga Pekerja Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>).....	85
Tabel 4. 23 <i>Quantity Take-Off</i> (QTO) Pekerjaan Timbunan Tanah.....	86
Tabel 4. 24 <i>Bill of Quantity</i> (BoQ) Pekerjaan Timbunan Tanah	87
Tabel 4. 25 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Pemadatan Tanah	91
Tabel 4. 26 Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Pekerjaan Pemadatan Tanah	92
Tabel 4. 27 Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Timbunan Tanah.....	93
Tabel 4. 28 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Timbunan Tanah.....	94
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Timbunan Tanah.....	94
Tabel 4. 30 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pengecoran <i>Mortar Foam</i>	97
Tabel 4. 31 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pemadatan Tanah	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Manajemen Proyek	7
Gambar 2. 2 Struktur Harga Satuan Pekerjaan (HSP)	10
Gambar 2. 3 Struktur Analisis Harga Satuan Dasar (HSD) Peralatan (Mekanis).....	10
Gambar 2. 4 Struktur Analisis Harga Satuan Dasar Bahan.....	11
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Paket 1 (Seksi 6).....	23
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Paket 1 (Seksi 6).....	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metode Penelitian	26
Gambar 4. 1 Alur Proses Pekerjaan.....	36
Gambar 4. 2 Material Utama.....	37
Gambar 4. 3 Alat Pelindung Diri (APD).....	38
Gambar 4. 4 Peralatan Utama	39
Gambar 4. 5 Pekerjaan Survey dan Pemasangan Patok.....	42
Gambar 4. 6 Proses Pekerjaan Pengecoran <i>Lean Concrete</i> Sisi A.....	43
Gambar 4. 7 Rencana Segmen <i>Mortar Foam</i>	45
Gambar 4. 8 Proses Pekerjaan Pengecoran <i>Mortar Foam</i> Sisi A	46
Gambar 4. 9 Proses Perataan Penghamparan <i>Mortar Foam</i>	47
Gambar 4. 10 Perawatan Pengecoran dengan Terpal.....	47
Gambar 4. 11 Ilustrasi <i>Overlap</i> Pemasangan Antar <i>Wire Mesh</i>	48
Gambar 4. 12 Ilustrasi Alat Penakar Dolak.....	50
Gambar 4. 13 Rencana Area Pekerjaan Plesteran pada Sisi A	50
Gambar 4. 14 Rencana Pemasangan Plesteran dan <i>Wire Mesh</i>	51
Gambar 4. 15 Ilustrasi Pembuatan Kepala Plesteran	52
Gambar 4. 16 Ilustrasi Perataan Plesteran.....	52
Gambar 4. 17 Ilustrasi Pemasangan <i>Wire Mesh</i> M4 pada Lapisan Plesteran	53
Gambar 4. 18 Ilustrasi Pekerjaan Plesteran pada Area Tinggi	53
Gambar 4. 19 Ilustrasi Pekerjaan Akses Sisi A dam Pengecoran LC Sisi B.....	54
Gambar 4. 20 Ilustrasi <i>Overlap</i> Antar Pemasangan <i>Wire Mesh</i>	55
Gambar 4. 21 Ilustrasi Pekerjaan Akses Sisi B dam Pengecoran <i>Mortar Foam</i> Sisi A..	55
Gambar 4. 22 Rencana Area Pekerjaan Plesteran pada Sisi B.....	56

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 23 Rencana Pengecoran Lean Concrete pada Sisi B.....	57
Gambar 4. 24 Rencana Pengecoran Lean Concrete pada Sisi A.....	59
Gambar 4. 25 Rencana Pekerjaan Plesteran dan Pemasangan <i>Wire Mesh</i> M4 pada Sisi Luar <i>Lean Concrete</i>	59
Gambar 4. 26 Pengujian Tekan Bebas	60
Gambar 4. 27 Realisasi Uji Beban Truck (<i>Proof Rolling</i>)	72
Gambar 4. 28 Realisasi Uji CBR Lapangan.....	74



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Detail Perhitungan Biaya Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	111
Lampiran 2 Detail Perhitungan Biaya Pekerjaan Timbunan Tanah	126
Lampiran 3 Detail Perhitungan Produktivitas dan Durasi Pekerjaan Mortar Busa (<i>Mortar Foam</i>)	138
Lampiran 4 Detail Perhitungan Produktivitas dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah	143
Lampiran 5 Formulir Tugas Akhir (TA).....	147



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek jalan tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6 pada umumnya menggunakan material tanah sebagai bahan timbunan utama pada sebagian besar daerah rencana konstruksi. Namun, ada dua titik yang menggunakan material pengganti sebagai substitusi timbunan tanah dengan beberapa pertimbangan dan faktor. Dua titik yang dimaksud adalah pada *on ramp* dan *off ramp* di *exit tol* Bawen. Substitusi material timbunan tanah tersebut direncanakan karena menilik dari faktor waktu penyelesaian pekerjaan yang ditargetkan harus selesai lebih cepat. Karena itu, maka direncanakan inovasi penggantian material pada daerah *on ramp* dan *off ramp*. Untuk memenuhi spesifikasi substitusi material, yang digunakan sebagai material pengganti timbunan tanah disini adalah *mortar foam*. *Mortar foam* atau mortar busa adalah gabungan yang terdiri dari campuran antara cairan busa (*foaming agent*), semen, pasir, dan air. Teknologi ini digunakan sebagai pengganti timbunan tanah atau *sub base* yang biasanya dipakai tanpa memerlukan bahan yang lebar karena dapat dibangun tegak dan tidak memerlukan dinding penahan serta tidak perlu alat pemadat karena dapat memadat dengan sendirinya dan efisiensi waktu yang lebih cepat.

Namun, dibalik kecepatan proses, ada risiko kenaikan biaya dibanding penggunaan material tanah. Selain itu, juga ada pertimbangan pada perubahan metode kerja. Substitusi material tanah dengan *mortar foam* ini pun diharapkan dapat menekan biaya dan waktu pelaksanaan dengan beberapa pertimbangan dan faktor yang ditinjau. Kemudian dari segi penyediaan material mortar busa (*mortar foam*) ini juga masih dalam keterbatasan baik vendor maupun lokasi penyediaan sehingga hal tersebut juga berpengaruh pada biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan. Karena beberapa pertimbangan itulah Tugas Akhir ini mengangkat judul, “Penerapan *Mortar Foam* sebagai Material Pengganti Timbunan Tanah Ditinjau dari Mutu, Waktu dan Biaya (Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode observasi langsung ke lapangan untuk memperoleh data pengujian, serta melakukan perhitungan biaya menggunakan pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2016 dan Nomor 8 Tahun 2023. Selain itu, penelitian ini juga merangkum beberapa referensi yang relevan dengan judul Tugas Akhir ini. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah kemudian merumuskan permasalahan. Setelah itu, yang dilakukan adalah melakukan pengumpulan data terutama data pengujian guna memperoleh standar mutu. Selanjutnya adalah analisa waktu pelaksanaan pekerjaan dan melakukan analisa Harga Satuan Pekerjaan (HSP) sesuai dengan metode pekerjaan yang telah direncanakan.

Dari hasil penelitian ini, diharapkan penerapan *mortar foam* sebagai material pengganti timbunan tanah pada *on ramp* dan *off ramp* di *exit tol* Bawen mampu menghasilkan mutu yang sesuai dan memenuhi standar SKh-1.7.21 tahun 2017 mengenai Spesifikasi Khusus Interim Material Ringan Mortar Busa. Selain itu, dari hasil penelitian ini diharapkan penerapan *mortar foam* ini mampu menekan biaya ataupun kerugian yang berisiko karena keterlambatan waktu serta diharapkan selesai tepat waktu sesuai jadwal pekerjaan dan memenuhi pedoman pelaksanaan pekerjaan yang telah direncanakan dengan kata lain penerapan mortar busa (*mortar foam*) ini efektif dari segi waktu pelaksanaan dan efisien dari segi biaya.

1.2 Perumusan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu dalam penyusunan Tugas Akhir dan untuk memberikan arah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penulis merumuskan permasalahan yang akan dibahas, diantaranya sebagai berikut :

1. Berapakah nilai perbedaan mutu pekerjaan timbunan antara *mortar foam* dan material tanah?
2. Berapakah nilai perbedaan biaya pekerjaan timbunan antara *mortar foam* dan material tanah?
3. Berapakah nilai perbedaan waktu pelaksanaan pekerjaan timbunan antara *mortar foam* dan material tanah?
4. Apakah *mortar foam* lebih efektif dan efisien daripada timbunan tanah?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan Tugas Akhir ini lebih terarah dan tidak meluas, maka penulis memberikan batasan masalah pada Tugas Akhir ini, diantaranya sebagai berikut :

1. Analisa mutu hanya menguji nilai densitas kering kuat tekan bebas/*Unconfined Compressive Strength* (UCS) pada layer 1 STA 2+435 - STA 2+440
2. Metode pelaksanaan pekerjaan dilakukan secara seri atau berurutan
3. Perhitungan menggunakan alat bantu *Software* Microsoft Excel
4. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2016 dan Nomor 8 Tahun 2023

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus, diantaranya sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

Sebagai syarat kompetensi lulusan DIII Ahli Madya Politeknik, maka harus memiliki kompetensi sebagai pelaksana baik dibidang manajemen maupun teknis. Maka melalui penelitian ini, diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran sekaligus pembekalan bagi lulusan DIII Ahli Madya Politeknik mampu memenuhi Standar Keahlian (SKA) yang telah ditetapkan.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan utama dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu mengetahui perbedaan mutu pekerjaan timbunan antara mortar busa (*mortar foam*) dan material tanah pada *on ramp* dan *off ramp* proyek jalan tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6
2. Mampu mengetahui perbedaan biaya pekerjaan timbunan antara mortar busa (*mortar foam*) dan material tanah pada *on ramp* dan *off ramp* proyek jalan tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6
3. Mampu mengetahui perbedaan waktu pelaksanaan pekerjaan timbunan antara mortar busa (*mortar foam*) dan material tanah pada *on ramp* dan *off ramp* proyek jalan tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Mampu mengetahui efektivitas waktu dan efisiensi biaya pelaksanaan pekerjaan timbunan antara *mortar foam* dan material tanah

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisikan uraian latar belakang pemilihan judul, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan beberapa Pustaka yang dipaparkan untuk mendukung dasar-dasar teori penulis dalam pembahasan berdasarkan referensi yang penulis peroleh.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan uraian tentang persiapan penelitian mencakup studi literatur, data proyek tempat magang, lokasi, objek studi, dan penjelasan mengenai analisa data dan metode penelitian yang penulis gunakan.

BAB IV Data, Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisikan mengenai cara pengerjaan data, analisa pengolahan data serta pembahasan berdasarkan hasil analisa terkait judul “Penerapan *Mortar Foam* sebagai Material Pengganti Timbunan Tanah (Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6).

BAB V Penutup

Bab ini berisikan rangkuman kesimpulan dari hasil pembahasan terkait judul “Penerapan *Mortar Foam* sebagai Material Pengganti Timbunan Tanah (Studi Kasus : *On Ramp* dan *Off Ramp* Proyek Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 6) serta saran dari penulis.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa mutu kedua material (*mortar foam* dan tanah) dapat disimpulkan bahwa kedua jenis material dapat digunakan apabila memenuhi standar yang disyaratkan masing-masing. Material tanah dapat digunakan apabila memiliki derajat kepadatan tanah yang melebihi 95%, kelendutan pada tanah kurang lebih 5 cm, serta nilai CBR lebih besar dari 6%. Dari hasil pengujian mutu mortar busa (*mortar foam*) yaitu pengujian densitas kering dan kuat tekan bebas/*unconfined compressive strength* (UCS), kedua pengujian tersebut memperoleh hasil yang memenuhi standar SKh-1.7.21 yaitu memiliki nilai densitas kering antara 7 – 8 kN/m³ dan nilai kuat tekan bebas diatas 800 kPa.
2. Dari hasil perhitungan biaya pekerjaan mortar busa (*mortar foam*) memperoleh rekapitulasi harga satu layer mortar busa (*mortar foam*) senilai Rp35.939.686 dan pekerjaan timbunan tanah senilai Rp25.270.463. Jika ditotalkan untuk 470 layer timbunan maka diperoleh harga total keseluruhan dari pekerjaan mortar busa (*mortar foam*) adalah senilai Rp16.891.652.540. Sedangkan harga total keseluruhan dari pekerjaan timbunan tanah adalah 11.877.117.396. Dari analisa biaya ini membuktikan bahwa pekerjaan mortar busa (*mortar foam*) membutuhkan biaya yang lebih mahal dari pekerjaan timbunan tanah.
3. Dari analisa perhitungan waktu pelaksanaan dan produktivitas pekerjaan mortar busa (*mortar foam*) diperoleh durasi pekerjaan untuk satu layer *mortar foam* yaitu 80 hari. Sedangkan berdasarkan analisa perhitungan produktivitas pekerjaan timbunan tanah diperoleh dan durasi total keseluruhan untuk pekerjaan timbunan tanah adalah 144 hari. Artinya, durasi tersebut melewati batas hari kerja yang telah ditentukan yaitu selama 100 hari. Oleh karena itu, maka pekerjaan timbunan tanah dikenai denda.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Berdasarkan perhitungan biaya dan waktu pekerjaan konstruksi area *ramp* ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan mortar busa (*mortar foam*) ini efektif digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan dan lebih efisien dari segi biaya.

5.2 Saran

1. Dari hasil perhitungan biaya dan waktu pekerjaan konstruksi area *ramp* ini, penerapan mortar busa (*mortar foam*) ini efektif dan disarankan untuk digunakan guna mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan dan dapat memperkecil kerugian yang ditimbulkan oleh keterlambatan waktu pengerjaan bila menggunakan metode timbunan tanah.
2. Melihat ketersediaan vendor pekerjaan *mortar foam* yang masih sedikit, maka hal itu termasuk salah satu yang mempengaruhi besarnya biaya pekerjaan. Selain itu, ketersediaan vendor juga berpengaruh pada waktu pelaksanaan pekerjaan dikarenakan jika memerlukan pasokan *mortar foam* dari luar pulau dan terkendala dalam transportasi menuju proyek, maka hal tersebut juga akan mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan *mortar foam*. Oleh karena itu, ketersediaan vendor ini masih kurang di Indonesia khususnya diluar pulau Jawa. Alangkah baiknya, pasokan vendor *mortar foam* ini diperbanyak sehingga memudahkan pasokan *mortar foam* sehingga hal tersebut dapat mencegah keterlambatan waktu pelaksanaan dan memperoleh biaya pekerjaan yang lebih murah.
3. Mengingat pekerjaan *mortar foam* ini memerlukan tim dan sumber daya manusia yang khusus dari vendor pemasok, maka dapat dilihat bahwa walaupun pekerjaan *mortar foam* selesai lebih cepat, namun membutuhkan sumber daya manusia yang khusus. Melihat ketersediaan vendor pemasok *mortar foam* yang masih sedikit, selain harus meningkatkan ketersediaan vendor pemasok *mortar foam*, juga memerlukan sumber daya manusia yang khusus yang lebih banyak dan terlatih agar memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan *mortar foam* di berbagai proyek yang membutuhkan alternatif timbunan *mortar foam* di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahara, A. S. (2019). *Pengaruh Penggunaan Tiga Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Mortar Busa Sebagai Timbunan Oprit*. 1–66. <https://repository.uir.ac.id/8759/>
- Diamond, H. C. (2014, Februari 04). *Manajemen Mutu Proyek*.
- Friska Desi Afrida, M., & Priyanto, B. (2023). Pengendalian Mutu Tanah Dasar dan Lapis Pondasi Agregat Pada Pekerjaan Akses Jalan Bandara Internasional Dhoho Kediri. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(5), 1067–1076. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.321>
- Handoko. (1998). *Tujuan Manajemen Proyek*.
- Kerzner. (2010). Pengantar Manajemen Proyek. In Z. Arifin, *Modul 01 Pengantar Manajemen Proyek* (p. 4).
- Massie, M. dk. (2022). Studi Penerapan Pengendalian Waktu, Biaya, dan Mutu Pelaksanaan Proyek Boulevard Pantai Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12(1), 2087–9334.
- Pandiangan, Apriani Hotmaida dan Dofir, A. (2021). *Pengendalian Biaya dan Waktu Pembangunan Sarana Perkeretaapian Jalur Muat Batubara di Stasiun Sukacinta, Provinsi Sumatera Selatan*. 2(1), 19.
- Priharto, S. (2023, Oktober 30). *Estimasi Biaya dalam Manajemen Proyek: Manfaat, Metode, dan Contohnya*. Retrieved from Kledo: <https://kledo.com/blog/estimasi-biaya/>
- PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. (2024). *Proyek Jalan Tol Yogyakarta - Bawen Paket 1 : Seksi 1 & 6*. Sleman, Yogyakarta: PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.
- PT. Waskita Beton Precast Tbk. (2023, September 27). *Seluk Beluk Mortar Foam: Penjaga Stabilitas Konstruksi Jalan di Tanah Lunak*. Retrieved from Belajar Beton: <https://belajarbeton.com/en/seluk-beluk-mortar-foam/>
- PUPR. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2016. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- PUPR. (2017). Spesifikasi Khusus Interim Material Ringan Mortar Busa dan Baja Struktur Bergelombang. *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- PUPR. (2023). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023. *Kementerian PUPR*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Santoso, H. T. (2020). Penggunaan CSS-Mortar Busa Sebagai Alternatif Pemilihan Tipe Konstruksi Jalan Layang terhadap Biaya Konstruksi. *Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 8(2), 87–98. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang>
- SNI 3638:2012. (2012).
- Tisnawan, R. dkk. (2023). Analisa Perbandingan Mortar Busa Menggunakan Foaming Agent Nabati dan Foaming Agent Kimia Terhadap Kuat Tekan Bebas. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 4(2), 17–26. <https://doi.org/10.37058/aks.v4i2.6524>
- Wahyudi. (2024, Februari 21). *Mortar Busa: Spesifikasi, Timbunan Ringan & Analisis Pelaksanaan*. Retrieved from Trilogi: <https://trilogi.co.id/mortar-busa/Azzahara>, A. S. (2019). *Pengaruh Penggunaan Tiga Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Mortar Busa Sebagai Timbunan Oprit*. 1–66. <https://repository.uir.ac.id/8759/>
- Friska Desi Afrida, M., & Priyanto, B. (2023). Pengendalian Mutu Tanah Dasar dan Lapis Pondasi Agregat Pada Pekerjaan Akses Jalan Bandara Internasional Doho Kediri. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(5), 1067–1076. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.321>
- Massie, M. dk. (2022). Studi Penerapan Pengendalian Waktu, Biaya, dan Mutu Pelaksanaan Proyek Boulevard Pantai Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12(1), 2087–9334.
- Pandiangan, Apriani Hotmaida dan Dofir, A. (2021). *Pengendalian Biaya dan Waktu Pembangunan Sarana Perkeretaapian Jalur Muat Batubara di Stasiun Sukacinta, Provinsi Sumatera Selatan*. 2(1), 19.
- Santoso, H. T. (2020). Penggunaan CSS-Mortar Busa Sebagai Alternatif Pemilihan Tipe Konstruksi Jalan Layang terhadap Biaya Konstruksi. *Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 8(2), 87–98. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang>
- Tisnawan, R. dkk. (2023). Analisa Perbandingan Mortar Busa Menggunakan Foaming Agent Nabati dan Foaming Agent Kimia Terhadap Kuat Tekan Bebas. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 4(2), 17–26. <https://doi.org/10.37058/aks.v4i2.6524>