

**ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS METODE PERBAIKAN
TANAH LUNAK BERDASARKAN BIAYA, MUTU, DAN WAKTU
(STUDI KASUS : TANGKI BBM KAPASITAS 5000 M³)**

TUGAS AKHIR

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Strata Satu (S1) Teknik Sipil*



Oleh :

Muhammad Bintang Kurniadi

NIM. 2100803

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA
ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS METODE PERBAIKAN
TANAH LUNAK BERDASARKAN BIAYA, MUTU, DAN WAKTU
(STUDI KASUS : TANGKI BBM KAPASITAS 5000 M³)

Oleh

Muhammad Bintang Kurniadi

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Muhammad Bintang Kurniadi 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

2025

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

MUHAMMAD BINTANG KURNIADI

ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS METODE PERBAIKAN
TANAH LUNAK BERDASARKAN BIAYA, MUTU, DAN WAKTU
(STUDI KASUS : TANGKI BBM KAPASITAS 5000 M³)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

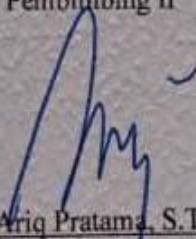
Pembimbing I



Dr. Ir. Herwan Dermawan, M.T., IPM., ASEAN.Eng.

NIP. 198001282008121001

Pembimbing II

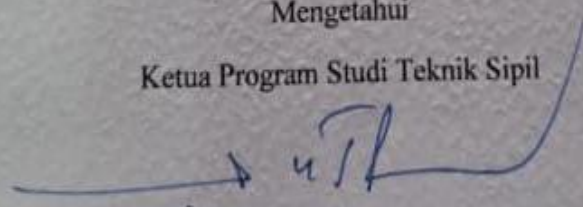


Naufal Ariq Pratama, S.T., M.T.

NIP. 199808302024061001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng

NIP. 197703072008121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Bintang Kurniadi

NIM : 2100803

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Karya : Analisis Perbandingan Efektivitas Metode Perbaikan Tanah Lunak Berdasarkan Biaya, Mutu, Dan Waktu (Studi Kasus : Tangki Bbm Kapasitas 5000 M³)

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas. Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2025

Muhammad Bintang Kurniadi

NIM. 2100803

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Analisis Perbandingan Efektivitas Metode Perbaikan Tanah Lunak Berdasarkan Biaya, Mutu, Dan Waktu (Studi Kasus : Tangki Bbm Kapasitas 5000 M³) ” ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi isi maupun bahasa, mengingat keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan dan kritik yang membangun dari para pembaca. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan, baik bagi penulis maupun pembaca pada umumnya.

Bandung, Agustus 2025

Muhammad Bintang Kurniadi

_NIM. 2100803

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji serta rasa syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang selalu menyertai, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan lancar. Proses penulisan ini tidak terlepas dari dukungan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Bapak Dr. Ir. Herwan Dermawan, M.T., IPM., ASEAN.Eng. selaku Dosen Pembimbing I, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas segala waktu, kesabaran, dan perhatian yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Segala bimbingan, arahan, serta dukungan Bapak sangat memberikan arti penting bagi penulis. Penulis juga berterima kasih atas kesediaan Bapak yang senantiasa meluangkan waktu untuk konsultasi dengan penuh ketulusan serta memahami setiap kendala yang dihadapi, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada Bapak Naufal Ariq Pratama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran, ketulusan, serta kebaikan hati yang senantiasa Bapak tunjukkan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis sangat menghargai waktu yang Bapak luangkan, bahkan di saat penulis baru intens berkonsultasi pada tahap akhir penyusunan. Bimbingan yang penuh perhatian, arahan yang jelas, serta semangat yang Bapak berikan telah menjadi dorongan berharga dan motivasi besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.
3. Kepada Ibu Asrinia Desilia S.T., M.T., Bapak Dr. Ir. Yudi Sekaryadi, M.T., Bapak Drs. Odih Supratman S.T., M.T., dan Bapak Ir. Drs. Rakhmat Yusuf, M.T., IPM., selaku dosen penguji. Terima kasih atas arahan, masukan, serta ilmu yang sudah diberikan. Ujian bersama beliau-beliau juga jadi momen yang

benar-benar mengasah mental saya dalam mempertahankan argumen. Pengalaman ini jadi salah satu hal berharga yang bakal selalu saya ingat dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

4. Kepada seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala ilmu, bimbingan, dan arahan yang telah diberikan selama masa studi. Setiap pengetahuan, pengalaman, dan wejangan yang penulis peroleh menjadi bekal berharga yang mengantarkan penulis hingga berada pada tahap ini. Tanpa dedikasi dan ketulusan Bapak/Ibu Dosen dalam membagikan ilmu, penulis tidak akan mampu mencapai titik pencapaian seperti sekarang.
5. Kepada segenap Staf Administrasi Program Studi Teknik Sipil, penulis menyampaikan terima kasih atas pelayanan terbaik yang selalu diberikan dengan penuh keramahan dan kesabaran. Respon yang cepat serta bantuan yang diberikan dalam setiap kebutuhan administrasi sangat membantu kelancaran penulis selama menjalani proses studi hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kepada Mamih tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang telah diberikan sejak penulis masih kecil hingga akhirnya mampu menyelesaikan studi dan meraih gelar Sarjana Teknik. Setiap dukungan, semangat, dan ketulusan yang Mamih berikan menjadi kekuatan terbesar bagi penulis untuk terus melangkah dan berjuang. Tanpa doa dan kasih sayang Mamih, penulis tidak akan pernah sampai pada titik ini.
7. Kepada Papih tercinta, penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam atas setiap nasihat berharga untuk selalu menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih pula atas segala dukungan, perhatian, serta pemenuhan kebutuhan yang telah Papih berikan dengan penuh kasih sayang. Semua itu menjadi dorongan besar yang menguatkan penulis hingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan meraih gelar Sarjana Teknik.

8. Kepada Gagak Family tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah menjadi rumah yang begitu nyaman selama menjalani masa studi di Bandung. Kehangatan, kebersamaan, serta dukungan yang diberikan telah menghadirkan suasana kekeluargaan yang penuh semangat, canda, dan tawa, sehingga menjadi bagian penting dari perjalanan penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Kepada adik-adikku tercinta, Tiara dan De Al, penulis mengucapkan terima kasih atas doa, perhatian, serta semangat yang selalu diberikan. Kehadiran kalian berdua menjadi sumber motivasi dan kebahagiaan tersendiri bagi penulis dalam menyelesaikan studi hingga tahap akhir ini.
9. Kepada keluarga besar dari Papih dan Mamih tercinta, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa, perhatian, dan dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah penulis. Kehadiran dan semangat dari keluarga besar menjadi kekuatan tambahan yang menenangkan sekaligus menguatkan penulis hingga akhirnya mampu menyelesaikan studi ini dengan baik.
10. Kepada Hari Eko Raharjo, brother from another parents, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan yang telah terjalin selama menempuh studi di Bandung hingga kita menamatkan bandung bersama. Terima kasih sudah menjadi teman seperjalanan dalam suka maupun duka, menemani hingga akhir, dan berbagi begitu banyak cerita serta pengalaman berharga yang akan selalu dikenang.
11. Kepada teman-teman Keramat Pulo TA Beres, Adli Ahmad Rizaldy dan Muhammad Akbar Afriandi, penulis menyampaikan terima kasih atas segala masukan, saran, serta kebersamaan yang telah diberikan. Terima kasih juga untuk setiap sesi berbagi cerita dan diskusi, bahkan saat harus mendengarkan celotehan penulis yang kadang tidak jelas. Tak lupa, terima kasih atas semua kenangan yang telah kita lalui bersama, baik di Bandung maupun di Jakarta, yang akan selalu menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini.

12. Kepada seluruh anak-anak Albarkah 5C ,opik, toriq, ripan jogja, mas ehan, mas patang, iwan,lutpi dll yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu karena begitu banyak, penulis menyampaikan terima kasih atas semua kebersamaan, kenangan indah, serta canda tawa yang telah dilalui bersama. Setiap momen bersama kalian menjadi bagian berharga yang turut mewarnai perjalanan penulis selama menempuh studi ini.
13. Kepada Tete mandu, Adhi, Qori,Fitri, Cesar, Ghina, Oliv, Rifdha, Shopi, Angga, Ammar, Chandra, Rehan yang merupakan anggota tahura uhuy, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, dan setiap momen berharga yang telah kita lalui bersama. Terima kasih juga atas semua trip yang telah kita jalani, yang meninggalkan kenangan tak terlupakan. Setiap pengalaman bersama kalian menjadi bagian penting yang turut mewarnai perjalanan penulis selama menempuh studi dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Kepada teman-teman kelas malam , hapis roamer kita, ammar exp kita, gigip gold lane kita, juju jungler kita, angga joss kawan carry bersama penulis, chandra user vexana, adhi kadita all lane, dan qori mid laner penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Kehadiran kalian sangat membantu menenangkan penulis, memberikan semangat, serta menghadirkan kebahagiaan di momen yang penuh ketegangan tersebut untuk mencapai imortal yang belum tercapai. Dukungan dan keceriaan kalian menjadi bagian berharga yang akan selalu dikenang.
15. Khususnya untuk Sherla Orionna, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua ilmu, diskusi, dan saran yang telah diberikan. Kehadiran dan bantuanmu sangat berarti.
16. Kepada teman-teman Program Studi Teknik Sipil UPI angkatan 2021, penulis mengucapkan terima kasih atas segala kenangan dan kebersamaan yang telah terjalin selama menempuh studi. Karena begitu banyaknya momen berharga, mabar bersama, penulis tidak dapat menyebutkannya satu per satu. *I just wanna*

say thank you so much for all of you, dan semoga kita semua sukses meraih puncak prestasi masing-masing. See u on top guysss .

17. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, mendukung, dan terlibat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini hingga terselesaikan, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu. Setiap bentuk bantuan, doa, dan dukungan yang diberikan sangat berarti dan menjadi bagian penting dalam tercapainya keberhasilan Tugas Akhir ini.

**ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS METODE PERBAIKAN
TANAH LUNAK BERDASARKAN BIAYA, MUTU, DAN WAKTU
(STUDI KASUS : TANGKI BBM KAPASITAS 5000 M³)**

Muhammad Bintang Kurniadi^{1*}, Herwan Dermawan¹ and Naufal Ariq Pratama¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

Universitas Pendidikan Indonesia

bintangkurniadi@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan efektivitas tiga metode perbaikan tanah lunak, yaitu Stone Column, Kolom Grout Modular (KGM), dan Deep Soil Mixing (DSM) pada pembangunan tangki BBM berkapasitas 5000 m³, berdasarkan tiga aspek utama: biaya, mutu, dan waktu. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga metode dapat mengurangi penurunan tanah (settlement) di bawah batas yang diperbolehkan, yaitu 15 cm. Metode Stone Column menghasilkan pengurangan penurunan sebesar 14,08 cm dengan biaya Rp950.000.000 dan waktu pelaksanaan 84 hari. Kolom Grout Modular (KGM) memberikan penurunan 11,24 cm, namun dengan biaya lebih tinggi, yaitu Rp2.990.000.000 dan waktu pelaksanaan 105 hari. Sementara DSM mencapai penurunan 13,88 cm dengan biaya Rp1.030.000.000 dan durasi 91 hari. Berdasarkan hasil analisis, metode Stone Column dianggap paling efektif dan efisien, menawarkan keseimbangan terbaik antara biaya, mutu, dan waktu.

Kata Kunci : Deep Soil Mixing, Efisiensi Biaya, Kolom Grout Modular, Manajemen Waktu, Pengurangan Settlement, Perbaikan Tanah Lunak, Stone Column

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFT SOIL IMPROVEMENT
METHODS BASED ON COST, QUALITY, AND TIME
(CASE STUDY: 5000 M³ FUEL TANK)**

Muhammad Bintang Kurniadi^{1*}, Herwan Dermawan¹ and Naufal Ariq Pratama¹

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Industry Education,
Universitas Pendidikan Indonesia

bintangkurniadi@upi.edu

ABSTRACT

This study compares the effectiveness of three soft soil improvement methods, namely Stone Column, Modular Grout Column (KGM), and Deep Soil Mixing (DSM), for the construction of a 5000 m³ fuel tank, based on three main aspects: cost, quality, and time. The analysis shows that all three methods successfully reduce soil settlement below the permissible limit of 15 cm. The Stone Column method results in a settlement reduction of 14.08 cm with a cost of IDR 950,000,000 and a construction time of 84 days. KGM provides a reduction of 11.24 cm, but with a higher cost of IDR 2,990,000,000 and a construction time of 105 days. Meanwhile, DSM achieves a settlement reduction of 13.88 cm, with a cost of IDR 1,030,000,000 and a duration of 91 days. Based on the analysis, the Stone Column method is considered the most effective and efficient, offering the best balance between cost, quality, and time.

Keywords: Cost Efficiency, Deep Soil Mixing, Modular Grout Column, Settlement Reduction, Soft Soil Improvement, Stone Column, Time Management

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanah Lunak.....	6
2.1.1 Deskripsi Tanah Lunak.....	6
2.1.2 Sifat Fisis dan Mekanis Tanah	7
2.1.3 Masalah yang Terjadi pada Tanah Lunak.....	14
2.1.4 Penanganan terhadap Tanah Lunak.....	14
2.2 Metode Perbaikan Tanah.....	15
2.2.1 Pengertian Metode Perbaikan Tanah.....	15
2.2.2 Tujuan Perbaikan Tanah	16
2.2.3 Kriteria Pemilihan Metode Perbaikan Tanah	17

2.3	Stone Column.....	18
2.3.1	Konsep Umum Stone Column	18
2.3.2	Perencanaan Stone Column	20
2.3.3	Lingkup Pekerjaan	22
2.3.4	Pemodelan Stone Column	26
2.4	Kolom Grout Modular	28
2.4.1	Konsep Umum Kolom Grout Modular	28
2.4.2	Perencanaan Kolom Grout Modular	31
2.4.3	Lingkup Pekerjaan	33
2.4.4	Pemodelan Kolom Grout Modular.....	34
2.5	Deep Soil Mixing	35
2.5.1	Konsep Umum	35
2.5.2	Perencanaan Deep Soil Mixing.....	37
2.5.3	Pemodelan Deep Soil Mixing	39
2.6	Load Transfer Platform	40
2.7	Analisis Biaya,Mutu, dan Waktu.....	41
2.7.1	Biaya	41
2.7.2	Mutu	44
2.7.3	Waktu	44
2.8	Tangki BBM.....	46
2.9	Penelitian Terdahulu.....	47
2.9.1	Effect of Spacing between Stone Columns	47
2.9.2	Installation Effect Of Rigid Inclusions	48
2.9.3	Evaluation Of The Efficiency Ground Improvement Techniques.	49
2.9.4	Triple Constraints In Project Management	49
BAB III		50
METODOLOGI PENELITIAN		50

3.1	Desain Penelitian.....	50
3.2	Lokasi Penelitian.....	50
3.3	Pengumpulan Data	50
3.4	Prosedur Penelitian.....	51
3.4.1	Studi Literatur	52
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	53
3.4.3	Interpretasi Data Tanah	54
3.4.4	Perancangan Metode Perbaikan Tanah	54
3.4.5	Analisis Perbandingan Efektivitas Antar Metode	55
BAB IV		56
HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1.	Hasil	56
4.1.1.	Stratifikasi dan Parameter Tanah.....	56
4.1.2.	Analisis Kondisi Eksisting	59
4.1.3.	Analisis Mutu	62
4.1.4.	Analisis Biaya	72
4.1.5.	Analisis Penjadwalan	84
4.2.	Pembahasan.....	85
4.2.1.	Analisis Perbandingan Mutu	85
4.2.2.	Analisis Perbandingan Biaya Pelaksanaan.....	88
4.2.3.	Analisis Perbandingan Durasi Waktu	89
BAB V		92
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		92
5.1.	Kesimpulan	92
5.2.	Rekomendasi	93
DAFTAR PUSTAKA.....		95
LAMPIRAN.....		99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Sebaran Tanah Lunak Indonesia.....	6
Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Metode Perbaikan Tanah.....	17
Gambar 2. 3 Ilustrasi Pemasangan Stone Column	18
Gambar 2. 4 Pola Perbaikan Persegi Pada Stone Column	19
Gambar 2. 5 Pola Perbaikan Segitiga pada Stone Column	19
Gambar 2. 6 Tampak Samping Perencanaan Desain Stone Column.....	20
Gambar 2. 7 Pola Pemasangann SC	21
Gambar 2. 8 Ilustrasi Pembersihan Lapangan.....	22
Gambar 2. 9 Ilustrasi Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank.....	23
Gambar 2. 10 Pengeboran	24
Gambar 2. 11 Ilustrasi Pemasangan Stone Column	24
Gambar 2. 12 Pemodelan Stone Column	26
Gambar 2. 13 Ilustrasi Kolom Grout Modular.....	28
Gambar 2. 14 Komponen KGM.....	30
Gambar 2. 15 Load Transfer Platform pada KGM	31
Gambar 2. 16 Perencanaan Kolom Grout Modular	32
Gambar 2. 17 Ilustrasi Pemasangan Kolom Grout Modular.....	33
Gambar 2. 18 Pemodelan Kolom Grout Modular.....	34
Gambar 2. 19 Ilustrasi Perbaikan Tanah Menggunakan DSM.....	35
Gambar 2. 20 Pola Pada Pelaksanaan DSM.....	36
Gambar 2. 21 Ilustrasi Perencanaan Deep Soil Mixing	37
Gambar 2. 22 Pemilihan Bahan DSM.....	38
Gambar 2. 23 Pemodelan Deep Soil Mixing	39
Gambar 2. 24 Ilustrasi LTP	40
Gambar 2. 25 Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja.....	45
Gambar 3. 1 Digram Alir Penelitian	51
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	52
Gambar 4. 1 Stratifikasi Tanah.....	56
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi Penurunan Pada Kondisi Eksisting.....	61

Gambar 4. 3 Konfigurasi Pemasangan SC.....	64
Gambar 4. 4 Hasil Analisis Penurunan menggunakan Stone Column.....	64
Gambar 4. 5 Analisis Excess Pore Water Pressure SC.....	66
Gambar 4. 6 Analisis Penurunan Menggunakan KGM.....	68
Gambar 4. 7 Analisis Excess Pore Water Pressure KGM	69
Gambar 4. 8 Hasil Analisis Penurunan Menggunakan Deep Soil Mixing	70
Gambar 4. 9 Analisis Excess Pore Water Pressure DSM.....	72
Gambar 4. 10 Sketsa Pembangunan Tangki.....	73
Gambar 4. 11 Sketsa Area Pembersihan Lahan	73
Gambar 4. 12 Sketsa Area Pemasangan.....	74
Gambar 4. 13 Ilustrasi Pengeboran	75
Gambar 4. 14 Sketsa Pengurangan Layer 1	76
Gambar 4. 15 Sketsa Pemasangan Geogrid Layer 1	76
Gambar 4. 16 Kurva S Perencanaan Stone Column	84
Gambar 4. 17 Kurva S Perencanaan KGM	85
Gambar 4. 18 Kurva S Perencanaan DSM.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Tipikal Berat Jenis Tanah Pasir	8
Tabel 2. 2 Nilai Tipikal Berat Jenis Tanah Lempung	8
Tabel 2. 3 Hubungan Tanah Lempung , NSPT, dan Nilai Kohesi	9
Tabel 2. 4 Hubungan Tanah Pasir , NSPT, dan Sudut Geser Dalam	10
Tabel 2. 5 Hubungan Tanah Lempung , NSPT, dan E.....	11
Tabel 2. 6 Hubungan Tanah Pasir , NSPT, dan Modulus	11
Tabel 2. 7 Korelasi Modulus Elastisitas dengan Poisson's Ratio	12
Tabel 2. 8 Nilai Void Ratio Berdasarkan Jenis Tanah	13
Tabel 2. 9 Nilai Tipikal Koefisien Konsolidasi Berdasarkan Klasifikasi Tanah ...	13
Tabel 2. 10 Parameter Input Pemodelan Stone Column	27
Tabel 2. 11 Parameter Input Pemodelan Kolom Grout Modular	34
Tabel 2. 12 Rincian AHSP Pemasangan Bouwplank	42
Tabel 2. 13 Daftar Harga Upah Pekerja	43
Tabel 2. 14 Daftar Harga Bahan.....	44
Tabel 2. 15 Pembebanan Struktur Tangki Kapasitas 5000 m ³	46
Tabel 4. 1 Stratifikasi Tanah.....	57
Tabel 4. 2 Resume Parameter Tanah	58
Tabel 4. 3 Resume Parameter Tanah	58
Tabel 4. 4 Resume Parameter Tanah	58
Tabel 4. 5 Spesifikasi Tangki	59
Tabel 4. 6 Total Pembebanan Tangki	60
Tabel 4. 7 Spesifikasi Stone Column	62
Tabel 4. 8 Parameter Stone Column.....	63
Tabel 4. 9 Parameter Geogrid.....	63
Tabel 4. 10 Parameter Design LTP.....	64
Tabel 4. 11 Spesifikasi KGM	67
Tabel 4. 12 Parameter Kolom Grout Modular	67
Tabel 4. 13 Spesifikasi DSM.....	70
Tabel 4. 14 Parameter Deep Soil Mixing	70
Tabel 4. 15 AHSP Pembersihan Lapangan.....	77

Tabel 4. 16 AHSP Pemasangan Bouwplank.....	77
Tabel 4. 17 AHS Papan Nama Proyek	78
Tabel 4. 18 AHSP Pengeboran	78
Tabel 4. 19 Pengurugan & Pemadatan Sirtu	78
Tabel 4. 20 Rencana Anggaran Biaya Stone Column	79
Tabel 4. 21 AHSP Pembersihan Lapangan.....	79
Tabel 4. 22 AHSP Pemasangan Bouwplank.....	80
Tabel 4. 23 AHSP Papan Nama Proyek	80
Tabel 4. 24 AHSP Pengeboran	80
Tabel 4. 25 AHSP Pemasangan Geogrid	81
Tabel 4. 26 Rencana Anggaran Biaya Kolom Grout Modular	81
Tabel 4. 27 AHS Pembersihan Lapangan.....	82
Tabel 4. 28 AHS Pemasangan Bouwplank.....	82
Tabel 4. 29 AHS Papan Nama Proyek	82
Tabel 4. 30 AHS Pengeboran	83
Tabel 4. 31 AHS Pengurugan&Pemadatan	83
Tabel 4. 32 AHS Pemasangan Geogrid	83
Tabel 4. 33 RAB Deep Soil Mixing	84
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Penurunan Setiap Kondisi	85
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan Metode Perbaikan Tanah.....	88
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Durasi Waktu Pelaksanaan Metode Perbaikan Tanah ...	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Geoteknik Pembangunan Tangki 5000 m ³	99
Lampiran 2 Tampak Samping Tangki	101
Lampiran 3 Tampak Atas Tangki	101
Lampiran 4 Hasil Analisis Dua Dimensi Stone Column.....	102
Lampiran 5 Hasil Analisis Dua Dimensi KGM	103
Lampiran 6 Hasil Analisis Dua Dimensi DSM.....	104
Lampiran 7 Surat Persetujuan Judul Tugas Akhir.....	105
Lampiran 8 Surat Tugas Pembimbing 1.....	106
Lampiran 9 Surat Tugas Pembimbing 2.....	107
Lampiran 10 Surat Persetujuan Penggunaan Data	108
Lampiran 11 Surat Pernyataan Menjaga Kerahasiaan Data.....	109
Lampiran 12 Lembar Asistensi Pembimbing 1	110
Lampiran 13 Lembar Asistensi Pembimbing 2.....	111

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, H. A., & Medawi, A. M. (2024). Investigating Stone Column Effectiveness for Sabkha Soil Improvement: Field Tests and Numerical Model. *Journal of Um Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 67-77.
- Afif, A. K., Ahmad, M. R., & Rekardi, H. (2019). Studi Kasus Kolom Grout Modular (KGM) terhadap Penurunan dan Stabilitas Timbunan Oprit Jembatan di Atas Tanah Lunak pada Jalan Tol Pemalang Batang. *23rd Annual National Conference on Geotechnical Engineering*, 46-51.
- Al-Kazzaz, Z. A., & Al-Obaydi, M. A. (2021). Effect of Spacing between Stone Columns on the Behavior of Soft Soil. *E3S Web Conf. Second International Conference on Geotechnical Engineering*, 1-10.
- Ameratunga, J., Sivakugan, N., & Das, B. M. (2021). *Soft Clay Engineering and Ground Improvement*.
- Arya, H. H. (2020). *Engineering properties of soft soil and its improvement methods*.
- ASIRI. (2011). Recommendation For The Design, Construction and Control Of Rigid Inclusion Ground Improvement.
- Asiyanto. (2008). *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*.
- Assidiqi, M. F., & Prameswara, M. F. (2021). Analisa Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode Kolom Grout Modular Pada Jalan Akses Pick Up Zone Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang .
- Assidqi, M. F., & Prameswara, M. F. (2021). *Analisa Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode Kolom Grout Modular Pada Jalan Akses Pickup Zone Bandara Jenderal Ahmad Yani Serang*. (Tesis), Universitas Islam Sultan Agung.
- Bahri, S. (2017). *Studi Perencanaan Perbaikan Tanah dengan Stone Column pada Stock Pile Batu Bara Rencana PLTU Sorong (4X7 MW)*. (Tesis). Universitas Brawijaya.
- Bryson, & Naggar, E. (2013). Evaluation of the efficiency of different ground improvement techniques. *Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris*, 683-686.
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals (3rd ed.)*.
- Darjanto, H., & Hidayatullah, H. (2021). Aplikasi Load Transfer Platform (LTP) Material Stone Crusher, Pelaksanaan, Jaminan-Kendali Mutu. *HATTI Mengajar X - 2021*.

- Das, B. M. (2016). *Principles of Geotechnical Engineering (9th ed.)*.
- Dr. Ir. H. Darwis, M. (2017). *Dasar-Dasar Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ ; Nyutran MG II /14020 Yogyakarta ; FB- Pustaka AQ ; Imprint Penerbit ; YLJK2 Indonesia.
- Efendi, A. M., Tukimun, & Mahendra, W. (2025). Analisis Perbaikan Tanah Pada Perluasan Apron Bandara A.P.T Pranoto Samarinda dengan Metode Kolom Grout Modular. *Open Journal Systems*, 6289-6298.
- Fatimah, D. A., & Hamdhan, I. N. (2024). Analisis Penurunan Tanah Lunak Pada Lahan Reklamasi Menggunakan Soil Model Hardening Soil Dan Soft Soil Model 3D. *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2024*.
- Fauzi, M. G., Rifat, L. M., Nurfirmayah, R. A., & Magfirona, A. (2024). Teknik Pelaksanaan Pekerjaan Stone Column pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1-5.
- Gangatharan, R. (2014). Comparison between piled embankment and load transfer platform - rigid inclusion for soft soil. *Faculty of Engineering and Information Technology, University of Technology Sydney*.
- Hadi, D. A. (2021). *Analisa Deep Soil Mixing dengan Metode Infinite Element*. (Tesis). Universitas Brawijaya.
- Hakim, M. S., Ardan, M., Suranto, & Rangkuti, N. M. (2024). Analisis Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Pembangunan Koperasi TKBM Pelabuhan Belawan. *JURNAL TEKNIK SIPIL (JTSIP)*, 16-23.
- Indraratna, B. R. (2015). *Soft Clay Engineering and Ground Improvement*.
- Javianto, J. E., Pranata, G., & Iskandar, A. (2022). Analisis Perbaikan Deformasi Tanah Pertambangan Kalimantan Timur dengan Metode Rigid Inclusion. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 233-246.
- Jaya, W., & Sutandi, A. (2019). Analisis Produktivitas Alat Berat Mesin Bor Auger, Crawler Crane, dan Excavator Pada Proyek A dan B. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 11-18.
- JieHan. (2015). *Principles and Practice of Ground Improvement*. Canada.
- Junaidi, F. A., Sari, S. N., & Ardian, O. H. (2023). Analisa Rancangan Anggaran Biaya Dan Penjadwalan Pada Pembangunan Dinding Penahan Tanah. *STORAGE –Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 77-86.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*.
- Mariyana. (2021). *Studi Perbandingan Perilaku Tanah Lunak Dan Tanah Lunak yang Diperbaiki dengan PVD Pada Konstruksi Jalan Kota Bandung dengan Menggunakan Analisa Finite Elemen*. (Tesis). Universitas Brawijaya.

- Nakhe, F. Y. (2021). *Analisis Perbaikan Tanah dengan Metode Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Teknik Sipil, Universitas Medan Area.
- Pertamina. (2021). *Spesifikasi Produk BBM, BBN, & LPG*.
- Prasojo, D., & Dr.Ir. Hendriyawan, M. (2017). *Desain Stone Column untuk Mitigasi Potensi Likuifaksi di Kepulauan Tidore , Maluku Utara*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Priana, S., Carlo, N., & Yulius, M. (2014). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Mutu Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Padang Panjang. *Abstrak dan Artikel Prodi Teknik Sipil Vol. 5 No. 3* .
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)*.
- Rani, H. A., Abdullah, C. S., & Mohtar, S. (2013). The Iron Triangle as The Triple Constraints in Project Management. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh*, 1-12.
- Rohmah, A. N., & Hamdhan, I. N. (2021). Pemodelan Stone Column Dalam Analisis Perbaikan Tanah Lunak Pada Jalan Akses Pick Up Zone Di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang. *FTSP Series 2 : Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2021*, 91-96.
- Royani, H., & Nabila, L. (2022). *Studi Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Load Transfer Platform Dengan Variasi Jarak Antar Tiang*. (Tesis). Universitas Islam Sultan Agung.
- Samy, M. N., Ahmed, A., Fayed, A. L., Sorour, T., & Hammad, M. S. (2023). Installation Effect Of Rigid Inclusions in Soft Clay Improvement. *Ain Shams Engineering Journal*, 1-12.
- Simon, B. (2012). Rigid Inclusions and Stone Columns. *ISSMGE - TC 211 International Symposium on Ground Improvement IS-GI Brussels* .
- SNI:8640. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*.
- Somantri, A. K., Febriansya, A., R, D. P., & A, R. N. (2021). Perbaikan Tanah Dasar yang Berpotensi Terjadi Likuefaksi dengan Metode Stone Column pada Junction Tebing Tinggi. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 67-76.
- Sopacua, F. (2020). Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Metode SNI dan Rencana Anggaran Pelaksanaan Kontraktor Pada Pembangunan Pengganti Bangunan Di Yonif 611/AWL Kompi Senapan A dan C Di Samarinda Seberang. *Kurva S, Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, 1-9.

- Susanto, T. A., & Saputra, Z. A. (2023). *Perancangan Rigid Inclusion Untuk Mengurangi Dampak Likuifaksi Sirkuit Mandalika*. (Tesis). Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Syarif, A., & Setyo, R. T. (2022). Analisis Biaya, Mutu, Waktu Terhadap Hasil Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Kota Semarang. *Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Semarang*.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa* .
- Utami, M. P., & Veronika. (2016). Perencanaan Dinding Tangki Minyak Kapasitas 10000 Kilo Liter dan Pondasinya. *Zona Sipil*, 6(3), 1-8.
- Wardoyo. (2019). *Atlas Sebaran Tanah Lunak Indonesia*. Bandung: Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.