

TUGAS AKHIR

Efektifitas Penggunaan *Vacuum Preloading* Sebagai Perbaikan Tanah Lempung Kondisi *Slurry*-Kondisi Sangat Lunak pada Pelabuhan Tanjung Priok Terminal Kalibaru Tahap 1B.

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1
pada Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat oleh:

Nur Jamilah

2010811220104

Pembimbing:

Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 19750719 200003 1 001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Analisis Standar Belanja Pada Pekerjaan Pemeliharaan Jalan Di Kota
Banjarbaru

Oleh
Nur Jamilah
(2010811220104)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 22 Januari 2024 dan dinyatakan
L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Adriani, M.T.
NIP. 19620115 199103 1 002

Anggota 1 : Ir. Rusliansyah, M.Sc.
NIP. 19630131 199103 1 001

Anggota 2 : Gawit Hidayat, S.T., M.T.
NIP. 19721028 199702 1 001

Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T.,
Utama M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19750719 200003 1 001

Banjarbaru, 22 FEB 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsvad, S.T., M.T.

NIP. 19720826 199802 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Jamilah
NIM : 2010811220104
Fakultas : Teknik
Program Studi : S-1 Teknik Sipil
Judul Skripsi : Efektifitas Penggunaan *Vacuum Preloading* Sebagai Perbaikan Tanah Lempung Kondisi *Slurry*-Kondisi Sangat Lunak pada Pelabuhan Tanjung Priok Terminal Kalibaru Tahap 1B.

Pembimbing: Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 18 Januari

2024

Penulis,



Nur Jamilah

NIM. 2010811220104

ABSTRAK

Artikel ini membahas tentang efektifitas *vacuum preloading* terhadap perbaikan tanah *slurry* dengan menganalisa penurunan yang terjadi. Tanah *slurry* adalah tanah lumpur atau tanah sangat lunak yang mana harus dilakukan perbaikan sebelum membangun suatu bangunan konstruksi. *Vacuum Preloading* digunakan sebagai metode perbaikan tanah dengan bantuan tambahan *Prefabricated Vertical Drain* atau biasa disebut PVD yang menyebabkan cepat keluarnya air pori yang mana tekanan vacuum sebesar 70 kPa. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan data pengamatan di lapangan sebagai koreksi parameter tanah yang digunakan. Data hasil analisis untuk mencapai derajat konsolidasi 90% menggunakan metode *vacuum preloading* dengan kombinasi *prefabricated vertical drain* dengan jarak 1m dengan pola segitiga hanya membutuhkan waktu 120 hari dengan besar penurunan adalah 0.566m sedangkan jika tidak menggunakan PVD membutuhkan waktu 4868 hari.

Kata kunci: Tanah *Slurry*, Perbaikan tanah, *Vacuum Preloading*, *Prefabricated Vertical Drain*

ABSTRACT

This article discusses the effectiveness of vacuum preloading in the improvement of slurry soil by analyzing the occurring settlement. Slurry soil refers to muddy or extremely soft soil that requires improvement before constructing a building. Vacuum preloading is employed as a soil improvement method with the assistance of Prefabricated Vertical Drain (PVD), causing rapid drainage of pore water under a vacuum pressure of 70 kPa. The calculation results will be compared with field observation data to correct the soil parameters used. The analyzed data indicates that achieving a 90% consolidation degree using the vacuum preloading method, in combination with prefabricated vertical drain at a 1m spacing in a triangular pattern, requires only 120 days, with a settlement magnitude of 0.566m. Conversely, without employing PVD, the process would take 4868 days.

Keyword: Slurry soil, Soil improvement, Vacuum preloading, Prefabricated vertical drain

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan hidayahnya, serta shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang telah membawa kita dari zaman yang gelap hingga zaman yang terang benerang penuh ilmu pengetahuan. Dengan segala keterbatasan yang dibekali niat, usaha, dan doa akhirnya saya mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektifitas Penggunaan *Vacuum Preloading* Sebagai Perbaikan Tanah Lempung Kondisi *Slurry*-Kondisi Sangat Lunak pada Pelabuhan Tanjung Priok Terminal Kalibaru Tahap 1B”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tentunya saya menerima banyak bantuan, bimbingan dan juga *support* yang menjadi motivasi, dan semangat saya dalam melaksanakan tanggung jawab sehingga bisa menyelesaikan kuliah saya dengan baik.

Pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah terlibat, baik memotivasi dan/atau membantu saya dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Allah SWT yang telah memberi saya kenikmatan dan kemudahan sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini.
2. Papah, Mamah, kaka, dan adik-adik serta keluarga besar saya yang senantiasa mendukung dan memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta semangat untuk saya bisa menyelesaikan skripsi ini
3. Bapak Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing utama, atas kebaikan, kesabaran, dan kemurahan hati baik dalam membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
4. Bapak Ir. Aditya Hadyan Putra, S.T., M.Sc. selaku salah satu dosen mata kuliah Perkuatan Tanah Lunak.

5. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
6. Bapak Gawit Hidayat, S.T., M.T., Bapak Ir. Adriani, M.T. dan Bapak Rusliansyah, M.Sc. selaku dosen penguji.
7. Ibu Utami Sylvia Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang menuntun saya selama perkuliahan.
8. Segenap dosen, pengajar, dan instruktur laboratorium Program Studi S-1 Teknik Sipil ULM yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kritik, saran, dan masukan selama perkuliahan.
9. Salma Raissa Azalia Putri yang telah mendukung serta membantu saya dalam proses penulisan tugas akhir ini.
10. Kakak-kakak dan adik-adik tingkat di Program Studi S-1 Teknik Sipil ULM yang telah membantu, memberi saran, dan masukan selama perkuliahan.
11. Kawan-kawan seperjuangan Program Studi S-1 Teknik Sipil Angkatan 2020 yang menjadi rekan-rekan selama perkuliahan.
12. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Sipil ULM yang sudah menjadi wadah untuk saya membangun karakter dan pola pikir agar menjadi pribadi yang lebih baik, yang telah memberikan saya banyak pengalaman, dan memberikan arti dari sebuah kebersamaan dan tanggung jawab.
13. Teman-teman MRC Squad, Sanak Likat, Nz Humaira, Sari yang telah menjadi tempat saya berkeluh kesah dari sekolah hingga perkuliahan, serta memberikan bantuan dan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
14. Kawan-kawan sebimbingan skripsi yang telah membantu dan menemani dalam mengerjakan skripsi.
15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Batasan Masalah	16
1.5 Manfaat Penelitian	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Umum	18
2.2 Pengertian Tanah	19
2.2.1 Tanah Lunak.....	19
2.3 Klasifikasi Tanah	20
2.4 Klasifikasi Tanah Lunak	24
2.5 Permasalahan Tanah Lunak	24
2.6 Penyelidikan Tanah.....	25
2.6.1 Penyelidikan Tanah Lapangan	26
2.6.2 Pengujian Laboratorium.....	26
2.7 Perbaikan Tanah Lunak	26
2.7.1 Metode Preloading	27
2.7.2 Metode <i>Vacuum Preloading</i> dengan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)....	29

2.7.4	Teknis Pelaksanaan	34
2.7.5	Contoh Proyek.....	38
BAB III	METODOLOGI.....	42
3.1	Metode Penelitian	42
3.2	Data Umum Proyek	43
3.3	Studi Literatur.....	44
3.4	Lokasi Studi Kasus	44
3.5	Pengumpulan Data.....	46
3.6	Hasil Penyelidikan Tanah.....	46
3.6.1	Data Hasil Penyelidikan di Laboratorium dan Lapangan.....	48
3.7	Hasil Penyelidikan Tanah.....	50
3.8	Perencanaan <i>Vacuum Preloading</i> dan PVD	52
3.9	Analisis Penurunan.....	53
3.9.1	Parameter untuk Perhitungan <i>Consolidation Settlement</i>	54
3.9.2	Parameter Waktu Penurunan Konsolidasi	57
3.10	Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD).....	58
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1	Umum	61
4.2	Data perencanaan.....	61
4.2.1	Data Hasil Penyelidikan Tanah.....	61
4.2.1	Data Metode Perbaikan Tanah.....	64
4.3	Analisis Penurunan.....	65
4.3.1	Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi	65
4.3.2	Perhitungan Waktu Penurunan Konsolidasi Tanpa Menggunakan PVD.....	67
4.3.3	Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Tanpa Menggunakan PVD	71

4.3.4 Perhitungan Besar Penurunan Selama 60 hari dengan Menggunakan PVD	75
4.3.5 <i>Back Analysis</i> Penurunan Konsolidasi Tanpa PVD	81
4.3.6 Perhitungan Waktu Penurunan Konsolidasi Tanpa PVD dengan Hasil <i>Back Analysis</i> 85	
4.3.7 Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Tanpa PVD dengan Hasil <i>Back Analysis</i>	88
4.3.8 Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari dengan PVD	91
4.3.9 Perencanaan Jarak dan Pola Pemasangan PVD.....	98
4.5 Pembahasan	103
BAB V PENUTUP	105
5.1 Kesimpulan	105
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN A.....	109
LAMPIRAN B	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Berdasar Tekstur Tanah (Das, 1995).....	21
Gambar 2. 2 Proses Pembebanan Awal (<i>preloading</i>) (Mochtar, 2000)	28
Gambar 2. 3 Skema PVD dengan Pengaruh Tahanan <i>Drain</i> dan Gangguan Tanah. 30	
Gambar 2. 4 PVD Pola Persegi (Jie Han, 2015).....	31
Gambar 2. 5 PVD Pola Segitiga (Jie Han, 2015)	31
Gambar 2. 6 Diagram Skematik <i>Vacuum Preloading</i> (Mess dkk, 2001).....	34
Gambar 2. 7 Ilustrasi pemancangan PVD Menggunakan Mesin <i>Portable</i>	35
Gambar 2. 8 Mesin PVD <i>Portable</i> dan Ujung Jarum Penusuk	35
Gambar 2. 9 Contoh Sepatu PVD.....	36
Gambar 2. 10 Sistem Pompa Vakum	37
Gambar 2. 11 Ilustrasi Pompa	37
Gambar 2. 12 Contoh Proses Vakum	37
Gambar 3. 1 Diagram Alur Perencanaan.....	43
Gambar 3. 2 Lokasi Pekerjaan Terminal Kalibaru	45
Gambar 3. 3 Lokasi Area Perbaikan Tanah.....	45
Gambar 3. 4 Layout Titik Penyelidikan Tanah	46
Gambar 3. 5 Layout Titik Pengukuran Penurunan	46
Gambar 3. 6 Profil lapisan Zona Z2-CY-5	47
Gambar 3. 7 Profil Lapisan Zona Z2-CY-6.....	47
Gambar 3. 8 Profil Lapisan Zona Z2-CY-7.....	47
Gambar 3. 9 Ilustrasi Rencana Perbaikan Tanah.....	53
Gambar 3. 10 Ilustrasi Rencana Perbaikan Tanah.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Umum Tanah Lunak	20
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO (Das, 1995).....	22
Tabel 2. 3 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS	23
Tabel 2. 4 Tabel Hubungan Jenis Tanah Dengan Kadar Organik.....	24
Tabel 2. 5 Rekapitulasi Tinggi Timbunan dengan <i>Vacuum</i>	38
Tabel 2. 6 Derajat Konsolidasi Berdasarkan Tekanan Air Pori per- Kedalaman (Ervianty, 2018).	39
Tabel 2. 7 Rekap Perhitungan Pemampatan Total dan Tinggi Sisa Timbunan.....	40
Tabel 3. 1 Rekapitulasi Nilai NSPT dan VST di A-08.....	48
Tabel 3. 2 Rekapitulasi Nilai NSPT dan VST di A-09.....	49
Tabel 3. 3 Rekapitulasi Nilai NSPT dan VST di A-11.....	49
Tabel 3. 4 Tabel Hasil Pengujian Di Laboratorium	50
Tabel 3. 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian di Laboratorium Pada <i>Sample Slurry</i>	50
Tabel 3. 6 Penentuan Lapisan Tanah <i>Slurry</i> Berdasarkan Hasil Pengujian CPTe	51
Tabel 3. 7 Penentuan Lapisan Tanah <i>Slurry</i> Berdasarkan Hasil Pengujian CPTu.....	51
Tabel 3. 8 Penentuan Lapisan Tanah <i>Slurry</i> Berdasarkan Hasil Pengujian VST.....	52
Tabel 3. 9 Faktor Waktu terhadap U%.....	57
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sampel Tak Terganggu.....	61
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Pengukuran Penurunan dengan <i>Settlement Plate</i>	63
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-8	66
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-9	67
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-11	67
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-8.....	69
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-9.....	70
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-11.....	71
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-8 72	
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-9	73
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-11	74

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> Titik A-8.....	78
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD Titik A-8	78
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> Titik A-9.....	78
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD Titik A-9	79
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> Titik A-11.....	79
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD Titik A-11	80
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perhitungan Besar Penurunan Akibat Beban Vakum dan PVD.....	80
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-08 (<i>Back Analysis</i>)	83
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-09 (<i>Back Analysis</i>)	84
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Besar Penurunan pada Titik A-11 (<i>Back Analysis</i>)	84
Tabel 4. 22 Perbandingan Hasil Perhitungan Penurunan Konsolidasi	84
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-08 (<i>Back Analysis</i>).....	86
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-09 (<i>Back Analysis</i>).....	86
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Waktu Penurunan Pada Titik A-11 (<i>Back Analysis</i>).....	87
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-08 (<i>Back Analysis</i>)	89
Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-09 (<i>Back Analysis</i>)	90
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Besar Penurunan Konsolidasi Selama 60 Hari Pada Titik A-11 (<i>Back Analysis</i>)	91
Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> (<i>back analysis</i>) Titik A-08	94
Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD (<i>back analysis</i>) Titik A-08.....	94
Tabel 4. 31 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> (<i>back analysis</i>) Titik A-09	95
Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD (<i>back analysis</i>) Titik A-09.....	95
Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Penurunan dengan PVD pada Lapisan <i>Slurry</i> (<i>back analysis</i>) Titik A-11	95
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Penurunan Tanpa PVD (<i>back analysis</i>) Titik A-09.....	95
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan Selama 60 Hari Akibat Beban Vakum dan PVD (<i>Back Analysis</i>).....	96
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perencanaan PVD pada Titik A-08.....	100
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perencanaan PVD pada Titik A-09.....	101

Tabel 4. 38 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perencanaan PVD pada Titik A-11..... 102
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Hasil Analisis Perencanaan PVD 103