# PENURUNAN TANAH PADA KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE PERKUATAN CERUCUK KAYU DAN *GEOTEXTILE*

**TUGAS AKHIR**

**OLEH:**
**HAVANA PUTI MESTIKA**
**NIM : 2122201106**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK**
**UNIVERSITAS LANCANG KUNING**
**PEKANBARU**
**JULI 2024**

# PENURUNAN TANAH PADA KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE PERKUATAN CERUCUK KAYU DAN *GEOTEXTILE*

# TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik


**OLEH:**
**HAVANA PUTI MESTIKA**
**NIM : 2122201106**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK**
**UNIVERSITAS LANCANG KUNING**
**PEKANBARU**

**JULI 2024**

## HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

| | |
|---|---|
| Nama | : Havana Puti Mestika |
| NIM | : 2122201106 |
| Tanggal | : 06 Juli 2024 |
| Tanda Tangan | :  |

## LEMBAR PELAKSANAAN

| | | |
|---|---|---|
| Judul | : | Penurunan Tanah Pada Konstruksi Jalan Dengan Metode Perkuatan Cerucuk Kayu dan *Geotextile* |
| Nama | : | Havana Puti Mestika |
| NIM | : | 2122201106 |
| Program Studi | : | Teknik Sipil |

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada hari Sabtu tanggal Enam bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Empat Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024

Disetujui,

**TIM PENGUJI**

Ketua

Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIDN. 1025097002

Sekretaris

Mutiia Anggraini, S.T., M.T.
NIDN. 1026038502

Anggota Penguji

Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068503

Anggota Penguji

Fadrizal Lubis, S.T., M.T.
NIDN. 1003046901

Anggota Penguji

Lusi Dwi Putri, S.T., M.T.
NIDN. 1007028101

## LEMBAR PENGESAHAN

| | | |
|---|---|---|
| Judul | : | Penurunan Tanah Pada Konstruksi Jalan Dengan Metode Perkuatan Cerucuk Kayu dan *Geotextile*. |
| Nama | : | Havana Puti Mestika |
| NIM | : | 2122201106 |
| Program Studi | : | Teknik Sipil |

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, sesuai dengan Berita Acara Nomor :

Disetujui,

| Pembimbing I | Pembimbing II |
|---|---|
| Fadrizal Lubis, S.T., M.T. | Lusi Dwi Putri, S.T., M.T. |
| NIDN. 1005046901 | NIDN. 1007028101 |

Diketahui,

| Dekan, | Ketua Program Studi |
|---|---|
| Dr. Zahrani S.T., M.T. | Firidawati Soehardi, S.T., M.T. |
| NIK. 08 01 198 | NIK. 15 01 409 |

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**Bismillahirrahmannirrahim**

Alhamdulillahirrabil'alamin

Puji Syukur kuucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala berkat yang selalu diberikan untuk ku yang sudah kuat dan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebuah perjuangan yang telah dilalui, ku persembahkan karya kecil ini untuk kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu senantiasa mendoakanku sepanjang perjalanan ini.

Terimakasih kepada Perusahaan Riau Andalan Pulp and Paper yang telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Ku ucapkan juga terimakasih kepada teman – teman seperjuangan yang sudah memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.

Semoga semua kebaikan yang kuterima dibalas oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala dengan berkat berlimpah, serta diberi kesehatan dan umur yang panjang

Puji Syukur saya panjatkan kepada tuhan yang maha esa atas segala berkat dan rahmat yang diberikannya saya kuat dan mampu menyelesaikan tugas akhir ini

# KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala dengan mengucap Alhamdulillahirobbil Alamin, atas segala rahmat, nikmat dan hidayah Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam penyusunan Tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan dukungan dan bantuan baik moril maupun spiritual dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
3. Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lusi Dwi Putri., S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan Tugas akhir ini hingga selesai.
4. Ibu Muthia Anggraini, S.T., M.T , Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T selaku Dosen Penguji yang memberikan kritik dan masukan penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini.
5. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. Besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi penulis, dan pembaca untuk pengembangan ilmu pengetahuan

Pekanbaru, 06 Juli 2024

Havana Puti Mestika

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

| | | |
|---|---|---|
| Nama | : | Havana Puti Mestika |
| NIM | : | 2122201106 |
| Program Studi | : | Teknik Sipil |
| Fakultas | : | Teknik |

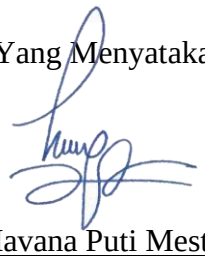
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul :

**Penurunan Tanah Pada Konstruksi Jalan Dengan Metode Perkuatan Cerucuk Kayu dan *Geotextile***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru
Pada tanggal : 06 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Havana Puti Mestika

# ABSTRAK

HAVANA PUTI MESTIKA. Penurunan Tanah Pada Konstruksi Jalan Dengan Metode Perkuatan Cerucuk Kayu dan *Geotextile.* Dibimbing oleh FADRIZAL LUBIS dan LUSI DWI PUTRI

Pada saat ini PT.RAPP sedang melakukan pembangunan konstruksi jalan di area pabrik dengan kategori tanah lempung dengan perencanaan pembangunan jalan. Penyelidikan tanah perlu dilakukan untuk tiap lokasi pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah lunak dengan metode penambahan cerucuk kayu dan *Geotextile* sebagai perkuatan pada konstruksi jalan diarea *Peach Project* Riau Andalan *Pulp & Paper.* Kesimpulan yang diperoleh dari perhitungan antara lain, penurunan tanah tanpa adanya perkuatan didapat 1.142 m. Maka, konstruksi jalan proyek pekerjaan jalan area Peach Project Riau Andalan Pulp & Paper dinyatakan Tidak aman. Setelah adanya penambahan perkuatan cerucuk kayu maka penurunan yang didapat 0,007 m atau 7 mm dinyatakan aman berdasarkan standar penurunan jenis tanah lempung (clay) 45 mm. Sedangkan tanpa perkuatan geotextile didapatkan dengan hasil 7,3429 > 1,5 (aman), lalu untuk menggunakan perkuatan Geotextile 1 lapis didapatkan dengan hasil 8,2065 > 1,5 (aman). Sehingga tanpa perkuatan maupun menggunakan perkuatan *geotextile* tidak mempengaruhi penurunan pada konstruksi jalan di area tersebut. Maka, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut untuk bisa mengetahui penurunan tanah yang paling efektif.

Kata Kunci : Penurunan, cerucuk kayu, *geotextile*, tanah

## *ABSTRACT*

*HAVANA PUTI MESTIKA. Ground Settlement In Road Construction Using Wooden Pile and Geotextile Reinforcement. Supervised by FADRIZAL LUBIS and LUSI DWI PUTRI.*

*Currently PT. RAPP is carrying out road construction in the factory area with clay soil category with road construction planning. Soil investigations must be conducted for each construction site. This study aims to determine the extent of settlement in soft soil with the addition of wooden piles and geotextile as reinforcement in road construction at the Peach Project area of Riau Andalan Pulp & Paper. The findings indicate that the settlement without reinforcement is 1.142 meters, rendering the road construction project in the Peach Project area unsafe. However with the addition of Mahang wood piles, the settlement is reduced to 0.007 meters or 7 mm, which is considered safe according to the clay soil settlement standard of 45 mm. Without geotextile reinforcement, the resulting safety factor is 7,3429, which is greater than the required 1.5 (safe). With one layer of geotextile reinforcement, the safety factor is 8,2065, which also exceeds 1.5 (safe). Thus, the presence or absence of geotextile reinforcement does not significantly impact the settlement in the road construction in this area. It is hoped that further research will be carried out to find out the most effective land subsidence.*



*Keywords: Settlement, wooden piles, geotextile, soil*

# DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT ..... ii
LEMBAR PELAKSANAAN ..... iii
LEMBAR PENGESAHAN ..... iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....v
KATA PENGANTAR..... vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS..... vii
ABSTRAK ..... viii
*ABSTRACT*..... ix
DAFTAR ISI .....x
DAFTAR GAMBAR ..... xiii
DAFTAR TABEL..... xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....xv
BAB 1. PENDAHULUAN .....1
1.1 Latar Belakang .....1
1.2 Identifikasi Masalah.....2
1.3 Batasan Masalah .....2
1.4 Rumusan Masalah.....3
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....4
2.1 Tanah.....4
2.1.1 Tanah Lempung .....4
2.1.2 Komposisi tanah.....5

2.1.3 Batas – batas *atterberg* ..... 8
2.2 Klasifikasi Tanah ..... 10
2.3 *Standard Penetration Test* (SPT) ..... 14
2.4 Penurunan Tanah ..... 16
2.4.1 Penurunan seketika (*Immediate Settlement*) ..... 16
2.4.2 Tanah timbunan yang diperkuat ..... 18
2.5 *Geotextile* ..... 18
2.6 Mekanisme kerja *geotextile* pada tanah ..... 20
2.7 Stabilisasi dengan menggunakan *geotextile* ..... 21
2.8 Cerucuk Kayu ..... 21
2.9 Penelitian Terdahulu ..... 23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN ..... 25
3.1. Uraian Umum ..... 25
3.2. Lokasi Penelitian ..... 25
3.3. Data Penelitian ..... 25
3.4. Metode Analisis Data ..... 26
3.5. Bagan Alir Penelitian ..... 32
BAB 4. PEMBAHASAN ..... 33
4.1 Hasil ..... 33
4.1.1 Hasil pengujian atterberg limit pada tanah lempung ..... 34
4.1.2 Hasil Pengujian N-SPT dilapangan ..... 35
4.1.3 Hasil perhitungan penurunan segera tanpa perkuatan ..... 36
4.1.4 Hasil perhitungan penurunan segera dengan penambahan perkuatan cerucuk kayu ..... 37
4.1.5 Hasil perbaikan menggunakan *Geotextile* ..... 38

4.2 Analisa .....41
BAB 5. PENUTUP .....43
5.1 Kesimpulan .....43
5.2 Saran .....43
DAFTAR PUSTAKA .....44

# DAFTAR GAMBAR

Halaman

**Gambar 2. 1**Diagram fase tanah .....6
**Gambar 2. 2** Bagan Plastisitas USCS .....12
**Gambar 2. 3** Penetrasi dengan SPT .....15
**Gambar 2. 4** *Geotekstil Woven* .....19
**Gambar 2. 5** *Geotekstil Non Woven* .....20
**Gambar 2. 6** Dasar Mekanisme Perkuatan Lereng dengan Tanah .....21
**Gambar 2. 7** Pondasi Cerucuk .....22
**Gambar 3. 1** Lokasi Penelitian .....25
**Gambar 3. 2** *Geotextile Non Woven* .....29
**Gambar 3. 3** Cerucuk Kayu .....30
**Gambar 3. 4** Cerucuk Kayu .....31
**Gambar 3. 5** Potongan Design Geotextile dan Cerucuk Kayu .....31
**Gambar 3. 6** Bagan Alir Penelitian .....32

**Gambar 4. 1** Bagan Plastisitas Pengujian Tanah .....34

# DAFTAR TABEL

Halaman

**Tabel 2.1** Kondisi Tanah dan Derajat Kejenuhan .....7
**Tabel 2.2** Derajat Kejenuhan dan Kondisi Tanah .....8
**Tabel 2.3** Derajat Kejenuhan dan Kondisi Tanah .....10
**Tabel 2.4** Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS.....11
**Tabel 2.5** Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO.....13
**Tabel 2.6** Perkiraan rasio Poisson (Bowles, 1977) .....17
**Tabel 2.7** Nilai Korelasi N-SPT dan Qc dengan modulus elastisitas pada tanah .17
**Tabel 2.8** Nilai Ip persamaan Timoshenko dan Goordier.....18

**Tabel 4.1** Nilai Propertis dan Nilai Kuat Geser Tanah Asli .....33
**Tabel 4.2** Hasil Pengujian *Atterberg Limit* Tanah.....35
**Tabel 4.3** Data N-SPT di lapangan .....36

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berita Acara
Lampiran 2. Lembar Asistensi
Lampiran 3. Data Penelitian
Lampiran 4. Dokumentasi

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Saat ini, pembangunan di berbagai belahan dunia terus mengalami kemajuan yang signifikan. Namun, tidak sedikit pula ditemukan pihak yang hanya mengutamakan nilai estetika bangunan saja, tanpa mengutamakan seberapa lama ketahanan sebuah infrastruktur tersebut jika diberikan beban, ketika mendapatkan goncangan, dan pengaruh cuaca. Tanpa ilmu geoteknik, sangat sulit untuk suatu struktur dapat berdiri dengan kuat dan kokoh. Oleh karena itu dalam teknik sipil dan ilmu geoteknik merupakan awal terbentuknya suatu struktur. Perencanaan suatu konstruksi memerlukan informasi mengenai sifat fisik dan mekanik tanah, yang didapatkan melalui penelitian tanah di lapangan dan di laboratorium. Mengingat bahwa sifat-sifat fisik dan mekanik tanah dapat berbeda di berbagai lokasi, penting untuk melakukan penyelidikan tanah di setiap lokasi pembangunan.

Mekanik tanah dan sifat fisik dapat diketahui melalui pengujian laboratorium. Setiap kedalaman tanah dapat dilakukan pengambilan sampel. Dengan demikian, nilai N-SPT dan sifat-sifat fisik serta mekanik tanah dapat diidentifikasi secara bersamaan. Nilai SPT menunjukkan adanya korelasi dengan parameter – parameter tanah baik hasil pengujian di lapangan seperti CPT atau Sondir maupun sifat fisik dan mekanik tanah melalui penelitian di laboratorium.

PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* atau biasanya disebut juga PT. RAPP, perusahaan ini bergerak pada bidang industri serat dan merupakan pabrik *pulp and paper* terbesar di Asia Pasifik. Situs industri ini berada di Pangkalan Kerinci, Kecamatan Langgam, Kabupaten Pelalawan, memiliki jarak $\pm$ 75 Km dari kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Perusahaan PT.RAPP banyak menggunakan sarana dan prasarana transportasi, guna memenuhi kegiatan supply industri untuk meningkatkan hasil distribusi. Pada saat ini PT.RAPP sedang melakukan pembangunan konstruksi jalan di area pabrik dengan kategori tanah lempung dengan perencanaan pembangunan jalan sepanjang 2 km dengan lebar jalan 12 m menggunakan cerucuk kayu jenis mahang yang memiliki diameter 100 mm – 150 mm dengan jarak tertentu. Dalam pembuatan jalan tersebut menggunakan jenis

jalan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dan perkuatan lapisan menggunakan *Geotextile* untuk meningkatan stabilitas anah lapisan subgrade dengan *Geotextile* jenis *non-woven type Hibritex LP155.*

Kondisi tanah lempung inilah yang menyebabkan penurunan tanah pada area gedung atau bangunan diatas lapisan tanah tersebut. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui besarnya penurunan tanah dengan penambahan cerucuk kayu dan *Geotextile* sebagai perkuatan pada konstruksi jalan diarea *Peach Project* Riau Andalan *Pulp & Paper.*

## 1.2 Identifikasi Masalah

Menjelaskan masalah yang dapat dinilai diartikan sebagai identifikasi masalah. Identifikasi masalah pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi tanah di area tersebut?
2. Berapa besar penurunan tanah lempung sebelum adanya perkuatan dan setelah adanya penambahan perkuatan cerucuk kayu dan *geotextile*?
3. Apakah besar penurunan tanah tersebut melebihi standar yang sudah diizinkan?
4. Bagaimana pengaruh menggunakan sifat fisik tanah terhadap indeks pemampatan?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan analisis masalah yang ditemukan, penulis membatasi penelitian ini pada pembangunan jalan sepanjang 2 kilometer dan lebar 12 meter dengan perkuatan konstruksi jalan menggunakan cerucuk kayu dengan jenis kayu mahang yang memiliki diameter 100 mm – 150 mm dengan jarak tertentu dan perkerasan jalan dalam pembuatan jalan tersebut menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dan perkuatan lapisan menggunakan *Geotextile.*

## 1.4 Rumusan Masalah

Penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut: bagaimana efek penambahan Cerucuk Kayu dan Geotextile terhadap kondisi tanah lempung yang mengalami penurunan di area konstruksi jalan tersebut.

## 1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan Cerucuk Kayu dan Geotextile terhadap kondisi tanah lempung yang mengalami penurunan pada konstruksi jalan di area tersebut.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif, baik secara langsung maupun tidak langsung, sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak berkompeten mengenai pemanfaatan penambahan perkuatan Cerucuk Kayu dan Geotextile sebagai metode stabilisasi tanah pada konstruksi jalan, sehingga dapat diterapkan secara efektif di lapangan.
2. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan bagi mahasiswa dalam melakukan penelitian dan memperluas wawasan terkait isu penurunan tanah.
3. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi sumber informasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan referensi yang perlu diketahui.

# BAB 5. PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Didapatkan kesimpulan dalam penelitian ini bahwa hasil penurunan tanah dengan identifikasi jenis klasifikasi tanahnya yaitu tanah lempung dengan kedalaman 9,5 – 10,0 Meter dengan hasil N-SPT dilapangan sebesar 7. Hasil perhitungan penurunan tanah tanpa adanya perkuatan didapat 1.142 m. Maka, konstruksi jalan proyek pekerjaan jalan area Peach Project Riau Andalan Pulp & Paper dinyatakan Tidak aman. Setelah adanya penambahan perkuatan cerucuk kayu jenis kayu Mahang, maka penurunan yang didapat 0,007 m atau 7 mm dinyatakan aman berdasarkan standar penurunan jenis tanah lempung (clay) 45 mm. Sedangkan tanpa perkuatan geotextile didapatkan dengan hasil 7,3429 > 1,5 (aman), lalu untuk menggunakan perkuatan *Geotextile* 1 lapis didapatkan dengan hasil 8,2065 > 1,5 (aman). Sehingga tanpa perkuatan maupun menggunakan perkuatan geotextile tidak mempengaruhi penurunan pada konstruksi jalan di area tersebut.

Ini membuktikan dengan adanya penambahan cerucuk kayu bisa meminimalisir angka penurunan tanah pada tanah lempung, dan sebagai salah satu alternatif perbaikkan tanah pada konstruksi jalan dengan kondisi tanah lempung.

## 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah :

1. Diharapkan adanya variasi metode untuk mengetahui perbandingan seberapa besar penurunan pada tanah yang ditinjau.
2. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut untuk bisa mengetahui penurunan tanah yang paling efektif.

## DAFTAR PUSTAKA


Auvinet, G. Y. (2019). Geotechnical engineering in spatially variable soft soils. The case of Mexico City. The 9th arthur casagrande lecture. *Advances in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, *7*, 13–107. https://doi.org/10.3233/ASMGE190004

Bowles, J. E. (1976). *FOUNDATION ANALYSIS AND Design,1996*.

Das., M, B. (2017). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik). In *Penerbit Erlangga*.

H.C. Hardiyatmo. (2002). *Mekanika Tanah 1*.

Hardiyatmo, C. H. (2019). *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press.

Hermansyah, dan Z. (2019). *Tinjauan Terhadap Sifat Plastisitas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Limbah Cangkang Kerang Overview Of Clay Plastic Properties Which Is Stabilized With Waste Scallop Shell*. *4*(1), 31–38.

Kalogo, E., Bela, K. R., & Sianto, P. (2021). Analisis Penurunan Segera pada Pondasi Telapak Berdasarkan Nilai Daya Dukung Terzaghi, Mayerhof, Brinch Hansen, dan Vesic. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, *8*(1), 3. https://doi.org/10.21063/jts.2021.v801.03

Library, O., Society, I., Mechanics, S., Engineering, G., & Committee, D. (1984). International society for soil mechanics and foundation engineering. *Geotextiles and Geomembranes*, *1*(2), 161–162. https://doi.org/10.1016/0266-1144(84)90012-8

Rahardjo, P. P. (2010). *Penyelidikan Geoteknik dengan Uji In-Situ*. Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan.

SNI 1964 : (2008). Cara uji berat jenis tanah. *Badan Standarisasi Nasional*, 14.

SNI 1966 : (2008). *SNI 1966:2008 Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah*. 15.

SNI 1967 : (2008). *Cara uji penentuan batas cair tanah*. 1–25.

SNI 4153 - 2008. (2008). *Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT*. Badan Standarisasi Nasional.

Sukamto, Y. (2016). *BETON BENDRAT DENGAN TIANG ( Skripsi ) Oleh Yusuf Sukamto FAKULTAS TEKNIK*.

Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). Plastic equilibrium in soils. In *Soil mechanics in engineering practice* (pp. 258–262).

Timoshenko & Goordier. (n.d.). *Theory_of_Elasticity_Timoshenko_and_J_N.pdf*.

Wahyudianto, T., Aprianto, & Priadi, E. (2020). *Studi Perkuatan Tanah Dasr*

*(Subgrade) Menggunakan Cerucuk pada Proyek Pelebaran Ruas Jalan Husein Hamzah hingga Ruas Jalan Hasanudin*. 1–9.

Zambika, R., Fatnanta, F., & Muhardi, M. (2019). Stabilisasi Tanah Menggunakan Abu Kayu Terhadap Tanah Lunak Bengkalis. *JUTEKS : Jurnal Teknik Sipil*, *4*(1), 05. https://doi.org/10.32511/juteks.v4i1.286