

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN LIMBAH
GYPSUM DENGAN SEMEN SEBAGAI BAHAN STABILISASI
TANAH LEMPUNG**



TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Melengkapi Syarat Meraih Gelar
Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil di Fakultas Teknik
Universitas Bangka Belitung**

Oleh:

MARYATI

1041011027

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN LIMBAH GYPSUM
DENGAN SEMEN SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG**

TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Melengkapi Syarat Meraih
Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil di Fakultas Teknik
Universitas Bangka Belitung

Oleh:

MARYATI

1041011027

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Endang Setyawati Hisyam, S. T., M. Eng.

Pembimbing Pendamping



Yayuk Apriyanti, S. T., M. T.

Balunjuk, Juli 2016

Diketahui dan disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Bangka Belitung



Rully Hamtali, S. T., M. Eng.
NIP 198306202014041001

ABSTRAK

Tanah lempung merupakan tanah yang banyak bermasalah karena mempunyai plastisitas yang tinggi dan permeabilitas yang rendah sehingga proses konsolidasi membutuhkan waktu yang lama. Sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dengan proses stabilisasi. Pada penelitian ini, stabilisasi untuk tanah lempung menggunakan limbah gypsum dengan tiga variasi campuran yaitu 5%, 10% dan 15% dari berat tanah kering. Tanah lempung yang telah dicampur dengan limbah gypsum diperam selama 7 hari, kemudian dilakukan pengujian konsolidasi satu dimensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah gypsum terhadap parameter hasil uji konsolidasi dan perbandingan penggunaan limbah gypsum dengan semen sebagai bahan stabilisasi tanah lempung ditinjau dari parameter hasil uji konsolidasi, penurunan konsolidasi dan biaya yang harus dikeluarkan. Dari hasil pengujian konsolidasi tanah asli didapat nilai koefisien konsolidasi (C_v) sebesar $0,0318 \text{ cm}^2/\text{detik}$, nilai indeks kompresi (C_c) sebesar $0,0086$ dan tekanan prakonsolidasinya (P_c') yaitu $0,427 \text{ kg/cm}^2$. Dengan adanya penambahan limbah gypsum pada kadar campuran 15%, nilai C_v meningkat signifikan menjadi $0,0519 \text{ cm}^2/\text{detik}$, nilai P_c' mengalami kenaikan maksimum sebesar $0,441 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan untuk nilai C_c mengalami penurunan maksimum sebesar $0,0086$. Dari hasil analisis, tanah yang distabilisasi dengan limbah gypsum dan dengan semen terkonsolidasi secara normal dan nilai P_c' mengalami kenaikan maksimum pada kadar 15% masing-masing sebesar $0,441 \text{ kg/cm}^2$ untuk limbah gypsum dan $0,487 \text{ kg/cm}^2$ untuk semen. Peningkatan nilai koefisien konsolidasi (C_v) tertinggi dan penurunan nilai indeks kompresi (C_c) terendah untuk kedua bahan stabilisasi terjadi pada kadar variasi campuran 15%. Nilai C_v tanah yang distabilisasi dengan limbah gypsum sebesar $0,0519 \text{ cm}^2/\text{detik}$ dan $0,0588 \text{ cm}^2/\text{detik}$ untuk tanah yang distabilisasi dengan semen sehingga perbedaan nilai C_v sebesar 11,73%, sedangkan nilai C_c tanah yang distabilisasi menggunakan limbah gypsum dengan semen masing-masing sebesar $0,0086$ dan $0,0031$ sehingga perbedaan nilai C_c sebesar 177,42%. Penurunan konsolidasi terkecil untuk kedua bahan stabilisasi terjadi pada kadar variasi campuran 15% yaitu sebesar 3,24 cm untuk tanah yang distabilisasi dengan limbah gypsum dan 1,25 cm untuk tanah yang distabilisasi dengan semen. Sehingga perbedaan nilai penurunan konsolidasi keduanya adalah 159,2%. Biaya penggunaan limbah gypsum sebagai bahan stabilisasi tanah lempung lebih ekonomis dibandingkan semen. Biaya total dari penggunaan limbah gypsum sebagai bahan stabilisasi sebesar Rp 3.600.000,00 sedangkan biaya penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi Rp 136.725.000,00.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Stabilisasi, Limbah Gypsum, Semen, Konsolidasi

ABSTRACT

Clay is a land that many problematic because it has a high elasticity and a low permeability so that the consolidation process takes a long time. Thus the need to restore land to the stabilization process. In this study, the stabilization of clay using waste gypsum with three variations of a mixture of 5%, 10% and 15% by weight of the dry soil. Clay mixed with gypsum waste cured for 7 days, then testing one-dimensional consolidation. This study aimed to determine the effect of gypsum waste to the parameters of the consolidation and comparison of test results using waste gypsum with cement as a stabilizing agent clay soil test results in terms of the parameters of consolidation, consolidation and reduction in costs to be incurred. From the test results obtained native land consolidation coefficient (C_v) of $0,0318 \text{ cm}^2/\text{sec}$, the value of compression index (C_c) of $0,0086$ and preconsolidation pressure (P_c') is $0,427 \text{ kg/cm}^2$. With the addition of gypsum waste at the rate of 15% mixture, C_v values increased significantly to $0,0519 \text{ cm}^2/\text{sec}$, the maximum P_c' value of an increase of $0,441 \text{ kg/cm}^2$ while C_c values decreased to a maximum of $0,0086$. From the analysis, soil stabilized with cement and gypsum waste normally consolidated and increased the maximum P_c' value at the rate of 15% respectively of $0,441 \text{ kg/cm}^2$ for waste gypsum and $0,487 \text{ kg/cm}^2$ for cement. Increased consolidation coefficient (C_v) and impairment highest compression index (C_c) for the second lowest stabilization level variation occurs in a mixture of 15%. C_v value of soil stabilized with gypsum waste at $0,0519 \text{ cm}^2/\text{sec}$ and $0,0588 \text{ cm}^2/\text{sec}$ for the soil stabilized with cement so that the difference in value C_v by 11,73%, while the value of C_c soil stabilized with cement using waste gypsum respectively each at $0,0086$ and $0,0031$ so the difference in the value of C_c by 177,42%. The smallest decrease in consolidation for both the stabilization occurred at a level of 15% mixture variation in the amount of 3,24 cm for the soil stabilized with waste gypsum and 1,25 cm for the soil stabilized with cement. So the difference in the value of the decline of their consolidation is 159,2%. Cost of using waste gypsum as a soil stabilization material clay is more economical than cement. The total costs of the use of gypsum waste as a stabilizing agent Rp 3.600.000,00 while the cost of the use of cement as a stabilizing agent Rp 136.725.000,00.

Keywords: Soil Clays, Stabilization, Waste Gypsum, Cement, Consolidation

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maryati

Nim : 1041011027

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung”** adalah benar-benar karya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah dipublikasikan oleh instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kebenaran dan keabsahan isinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Balunijuk, Juli 2016

Yang Menyatakan,



Maryati

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji dan Syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terwujudnya penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fadillah Sabri S.T, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik,
2. Roby Hambali, S.T, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil,
3. Ibu Endang S. Hisyam, S.T, M.Eng, selaku Pembimbing Utama,
4. Ibu Yayuk Apriyanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping,
5. Keluarga besar terutama orang tua (Ayah & Emak) Yang selalu mencurahkan kasih sayang, perhatian, doa yang tulus serta nasihat yang sangat memotivasi dan juga dukungan moril maupun materil yang diberikan kepada saya, dan
6. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang

Pagarawan, Juli 2016

Penulis

Maryati

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| | |
| BAB III LANDASAN TEORI | 12 |
| 3.1 Definisi Tanah | 12 |
| 3.2 Klasifikasi Tanah | 12 |
| 3.3 Tanah Lempung | 14 |
| 3.4 Stabilisasi Tanah | 14 |
| 3.4.1 Stabilisasi Mekanis..... | 15 |
| 3.4.2 Stabilisasi Dengan Menggunakan Bahan Tambah | 15 |
| 3.5 Limbah Gypsum..... | 15 |
| 3.6 Semen..... | 17 |
| 3.7 Kadar Air (ω) | 18 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.8 | Porositas (n)..... | 19 |
| 3.9 | Angka Pori (e)..... | 19 |
| 3.10 | Berat Volume Basah (γ_b)..... | 19 |
| 3.11 | Berat Volume Kering (γ_d)..... | 20 |
| 3.12 | Berat Volume Jenuh (γ_{sat})..... | 20 |
| 3.13 | Derajat Kejenuhan (S)..... | 21 |
| 3.14 | Analisis Saringan | 21 |
| 3.15 | Batas-Batas <i>Atterberg</i> | 22 |
| | 3.15.1 Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>) | 22 |
| | 3.15.2 Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>) | 23 |
| | 3.15.3 Indeks Plastisitas | 23 |
| 3.16 | Berat Jenis (G_s) | 24 |
| 3.17 | Pemadatan | 25 |
| 3.18 | Konsolidasi | 27 |
| | 3.18.1 Koefisien Konsolidasi (C_v) | 29 |
| | 3.18.2 Tekanan Prakonsolidasi (P_c')..... | 31 |
| | 3.18.3 <i>Compression Index</i> (C_c) | 32 |
| 3.19 | Penurunan Konsolidasi..... | 32 |
| 3.20 | Ketersediaan Biaya Bahan Stabilisasi..... | 33 |
| BAB IV | METODE PENELITIAN | 35 |
| 4.1 | Bagan Alir Penelitian | 35 |
| 4.2 | Data Sekunder | 36 |
| 4.3 | Data Primer | 36 |
| | 4.3.1 Persiapan Pengujian | 36 |
| | 4.3.2 Persiapan Material..... | 37 |
| | 4.3.3 Persiapan Alat | 37 |
| | 4.3.4 Pencampuran Sampel | 38 |
| | 4.3.5 Pemeraman Sampel..... | 38 |
| | 4.3.6 Pengujian Konsolidasi..... | 39 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 4.4 | Analisis Perbandingan Parameter Hasil Uji Konsolidasi..... | 40 |
| 4.4.1 | Analisis Koefisien Konsolidasi (C_v)..... | 40 |
| 4.4.2 | Analisis Indeks Kompresi (C_c)..... | 41 |
| 4.5 | Analisis Penurunan Konsolidasi | 41 |
| 4.6 | Analisis Biaya Bahan Stabilisasi..... | 43 |
| BAB V | ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... | 44 |
| 5.1 | Penyajian Data..... | 44 |
| 5.2 | Analisis Data Sekunder | 44 |
| 5.2.1 | Pemeriksaan Kadar Air di Lapangan | 44 |
| 5.2.2 | Pengujian Analisis Saringan | 45 |
| 5.2.3 | Pengujian <i>Atterber Limit</i> | 46 |
| 5.2.4 | Berat Jenis | 47 |
| 5.2.5 | Pemadatan | 48 |
| 5.3 | Analisis Perbandingan Parameter Hasil Uji Konsolidasi..... | 49 |
| 5.3.1 | Koefisien Konsolidasi (C_v)..... | 49 |
| 5.3.2 | Tekanan Prakonsolidasi (P_c')..... | 52 |
| 5.3.3 | <i>Compression Index</i> (C_c) | 54 |
| 5.4 | Analisis Penurunan Konsolidasi | 56 |
| 5.5 | Analisis Biaya Bahan Stabilisasi..... | 58 |
| BAB VI | KESIMPULAN DAN SARAN | 62 |
| 6.1 | Kesimpulan..... | 62 |
| 6.2 | Saran..... | 63 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 64 |
| | LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.1 | Batas-Batas <i>Atterberg</i> | 23 |
| Gambar 3.2 | Grafik Metode Akar Waktu (t_{90})..... | 30 |
| Gambar 3.3 | Kurva Angka Pori Terhadap Tekanan ($e-\log p'$)..... | 31 |
| Gambar 4.1 | Bagan Alir Penelitian | 35 |
| Gambar 4.2 | Bagan Alir Analisis Perhitungan Penurunan Konsolidasi..... | 43 |
| Gambar 5.1 | Hubungan Persentase Lolos dengan Diameter Saringan..... | 46 |
| Gambar 5.2 | Hubungan Kepadatan Kering Maksimum dan Kadar Air Optimum | 48 |
| Gambar 5.3 | Hubungan Koefisien Konsolidasi (C_v) dengan Variasi Campuran | 50 |
| Gambar 5.4 | Hubungan Akar Waktu (t_{90}) dengan Variasi Campuran..... | 51 |
| Gambar 5.5 | Hubungan Tekanan Prakonsolidasi & Tekanan <i>Overburden</i> Tanah yang Distabilisasi dengan Limbah Gypsum | 53 |
| Gambar 5.6 | Hubungan Tekanan Prakonsolidasi & Tekanan <i>Overburden</i> Tanah yang Distabilisasi dengan Semen | 53 |
| Gambar 5.7 | Hubungan Angka Pori (e_o) dengan Variasi Campuran..... | 55 |
| Gambar 5.8 | Hubungan Indeks Kompresi (C_c) dengan Variasi Campuran..... | 55 |
| Gambar 5.9 | Sketsa Lapisan Tanah Di Lapangan | 56 |
| Gambar 5.10 | Hubungan Penurunan (S_c) dengan Variasi Campuran..... | 57 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 3.1 | Sistem Klasifikasi Tanah <i>AASHTO</i> | 13 |
| Tabel 3.2 | Komposisi Kimia Gypsum..... | 17 |
| Tabel 3.3 | Kandungan Kimia Semen..... | 18 |
| Tabel 3.4 | Ukuran Saringan..... | 21 |
| Tabel 3.5 | Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah | 24 |
| Tabel 4.1 | Jumlah Sampel Benda Uji..... | 38 |
| Tabel 5.1 | Pemeriksaan Kadar Air Asli di Lapangan..... | 44 |
| Tabel 5.2 | Analisis Saringan Agregat Halus | 45 |
| Tabel 5.3 | Pemeriksaan Bata-Batas <i>Atterberg</i> | 46 |
| Tabel 5.4 | Pemeriksaan Berat Jenis | 47 |
| Tabel 5.5 | Hasil Pengujian Pemasatan..... | 48 |
| Tabel 5.6 | Hasil Pengujian Konsolidasi (t_{90} & C_v)..... | 50 |
| Tabel 5.7 | Hasil Pengujian Konsolidasi (P_c' & P_o')..... | 52 |
| Tabel 5.8 | Hasil Pengujian Konsolidasi (e_o & C_c)..... | 54 |
| Tabel 5.9 | Penurunan Tanah (<i>Settlement</i>) yang Terjadi | 57 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Dokumentasi Laboratorium
- Lampiran B Tabel Hasil Pembacaan Arloji Ukur
- Lampiran C Tabel Hasil Pembacaan Penurunan & Grafik Akar Waktu
- Lampiran D Tabel Perhitungan Koefisien Konsolidasi (C_v)
- Lampiran E Tabel Perhitungan Hasil Pengujian
- Lampiran F Tabel Perhitungan & Kurva Angka Pori (e) & Log Tekanan (p)
- Lampiran G Tabel Hasil Perhitungan Penurunan
- Lampiran H Kartu Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran I Surat Persetujuan Revisi Tugas Akhir

