

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI
KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG**

Oleh :

CHRISTINA JESSICA

NIM. DAB 116 106



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2022

**PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI
KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

CHRISTINA JESSICA
NIM. DAB 116 106

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
Dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Pembimbing Utama



(Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.)
NIP. 19570706 198701 1 002

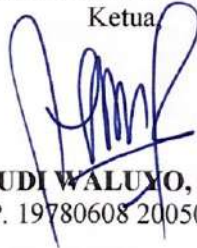
Pembimbing Pendamping



(Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.)
NIP. 19720219 199702 2 001

Mengetahui,
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua



(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)
NIP. 19780608 200501 1 003

**PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI
KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

CHRISTINA JESSICA
NIM. DAB 116 106

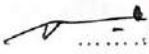
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 5 April 2022


Waktu : 13.00 – 15.00 WIB

Tempat : Ruang Ujian Jurusan Teknik Sipil


1. **Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.**
NIP. 19570706 198701 1 002

 (Pembimbing Utama/Pertama)


2. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199702 2 001

 (Pembimbing Pendamping/Kedua)

3. **M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.**
NIP. 19710225 199802 1 001

 (Anggota)

4. **OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.**
NIP. 19751001 200604 1 003

 (Anggota)

Mengetahui:

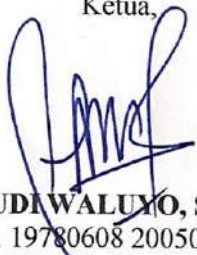
Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19611119 199302 1 001


Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Christina Jessica
NIM : DAB 116 106
Tempat, Tanggal lahir : Palangka Raya, 26 Januari 1999
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Telp Rumah : -
Alamat : Jl. Tjilik Riwut Km. 1 (Gg. Sion) No.37
Email : christinajessicavagas@gmail.com
No Hp : 0821 9073 9099
No Wa : 0821 9073 9099
Facebook : Christina Jessica
Instagram : cjessicaaa
Line : -
Nama Ayah : Soni Keterio
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Alamat : Jl. Tjilik Riwut Km. 1 (Gg. Sion) No.37
No. Hp : 0813 1583 3629
Nama Ibu : Hernie
Pekerjaan Ibu : Bidan
Alamat : Jl. Tjilik Riwut Km. 1 (Gg. Sion) No.37
No. HP : 0813 4941 7771



Riwayat Pendidikan*)

- SD : SD Negeri 1 Palangka (2004-2010)
- SLTP : SMP Katolik Santo Paulus Palangka Raya (2010-2013)
- SLTA : SMA Negeri 2 Palangka Raya (2013-2016)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2016

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kasih, pertolongan dan anugerah-Nya akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Bukan karna kuat dan gagahku tapi karna Tuhan Yesus yang memampukan aku dan membuat segala sesuatu indah pada waktuNya.

ORANG TUA

Terima kasihucapkan kepada ayah Soni Keterio dan juga ibu Hernie, atas segala hal yang mereka telah berikan serta perjuangan mereka dalam membesarkan dan mendidiku sampai saat ini. Aku bersyukur kepada Tuhan Yesus karena telah memberikan kedua orang tua yang luar biasa hebat di dalam hidup ini, aku ingin mengucapkan terima kasih atas segala tetesan keringat, jerih payah, doa yang tak henti yang selalu menyertai setiap langkahku. Skripsi ini aku persembahkan untuk kedua orang tuaku, semoga ini menjadi awal yang baik untuk melihat senyum di wajah yang ingin kulihat sampai memutih rambutku kelak.

KELUARGA

Terima kasih ku ucapkan kepada adik-adikku tersayang Armando Irfan Jamurrano dan Andreas William Rafael yang telah banyak membantu dan memberi semangat untuk kaka sehingga bisa menyelesaikan perkuliahan dan juga kepada keluarga besar Enen Potik dan Dukeh untuk segala dukungan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan serta terkhusus untuk sepupu-sepupuku yang selalu ada dalam keadaan apapun.

TEMAN-TEMAN TEKNIK SIPIL (ANGKATAN 2016)

Untuk teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2016 skripsi ini aku persembahkan untuk kalian, terima kasih banyak atas support, masukan, saran dan segala kebaikan yang telah kalian perbuat dalam kehidupanku yang tidak akan pernah aku lupakan. Terima kasih untuk setiap kenangan yang terukir, Tuhan yang selalu menyertai langkah dan proses hidup kalian yah!

DOSEN TERHORMAT

Terimakasih kepada Bapak dan Ibu dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, atas segala pengajaran dan bimbingannya selama saya menjadi mahasiswi Teknik Sipil UPR. Terimakasih juga saya ucapkan kepada dosen pembimbing Skripsi Saya Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. Dan Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T dan dosen penguji Skripsi saya Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T, dan Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. yang telah membimbing saya selama pengerjaan Skripsi ini hingga dapat terselesaikan dan terima kasih untuk ilmu dan pengajaran yang telah di ajarkan kepada saya.

ORANG-ORANG PILIHAN

Terima kasih untuk sobat-sobat tersegalanya dalam grup Patahu, SG, VALVengineering, NB, Gils atas dukungan, doa, kebaikan, dan perhatiannya yang diberikan selama kuliah sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini tanpa kalian aku mah apa atuh. Mohon izin namanya disamarkan karna terlalu banyak hehe.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, April 2022



CHRISTINA JESSICA
NIM. DAB 116 106

RINGKASAN

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG, Christina Jessica, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tanah berperan sebagai pendukung pondasi dari sebuah bangunan dan tidak semua tanah memiliki kondisi yang sama salah satu jenis tanah yang banyak ditemukan pada saat pembangunan yaitu tanah lempung. Kemampuan tanah lempung yang mudah mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada kondisi kering dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk tanah dalam memikul struktur bangunan di atasnya. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah lempung dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, mendapatkan besar nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas tanah lempung, mengetahui pengaruh penambahan semen portland terhadap nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi berupa penambahan campuran seperti semen *portland* yang mampu meningkatkan stabilitas tanah lempung, Variasi campuran semen *portland* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0%,5%,7,5% dan 10%.

Nilai sifat fisik tanah lempung, kadar air (w) 40,93%, berat volume (γ) adalah 1,79 g/cm³, Indeks Plastisitas (PI) = 16,81%, presentase tanah lolos saringan No.200 sebesar 51,84%, pemeriksaan batas-batas *atterberg* nilai batas cair (LL) adalah 40,86%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO tanah lempung termasuk dalam kelompok A-7-6 (6) yaitu tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk dan berdasarkan klasifikasi USCS tanah lempung termasuk kelompok CL yang berarti tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang. Hasil pengujian sifat mekanik didapatkan nilai konsolidasi tanah lempung asli adalah $C_v(t_{50}) = 0,003005837$ cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,010760213$ cm²/det, $C_c = 0,436$, $S_c = 0,491$ cm dan tanah lempung + semen *portland* 10% nilai konsolidasi adalah $C_v(t_{50}) = 0,004671689$ cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,019112061$ cm²/det, $C_c = 0,309$, $S_c = 0,289$ cm (mengecil sebesar 41,14% terhadap tanah asli) dan hasil uji kuat tekan bebas tanah lempung asli adalah $q_u = 0,203$ kg/cm², $C_u = 0,102$ kg/cm² pada penambahan semen *portland* 10% nilai $q_u = 0,492$ kg/cm², $C_u = 0,246$ kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase penambahan semen *portland* akan memperkecil nilai penurunan pada sampel tanah lempung dan pada pengujian kuat tekan bebas penambahan semen *portland* berpengaruh pada kekuatan tanah dalam menahan beban dimana nilai q_u meningkat.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Semen *Portland*, Konsolidasi, Kuat Tekan Bebas.

SUMMARY

THE EFFECT OF THE ADDITION OF PORTLAND CEMENT ON THE VALUE OF CONSOLIDATION AND THE VALUE OF UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF CLAY, Christina Jessica, 2022, Department/Program of Civil Engineering Studies, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Soil acts as a support for the foundation of a building and not all soil has the same condition one type of soil that is found at the time of construction, namely clay soil. The ability of clay soil that easily expands in wet conditions and shrinks in dry conditions can cause changes in the shape of the soil in carrying the structure of the building above it. The purpose of this research is to find out the physical and mechanical properties of clay soil from Jl. Tjilik Riwut km.10, Katingan Regency, Central Kalimantan, getting a large consolidated value and unconfined compression test value clay soil, knowing the effect of portland cement addition on consolidation value and unconfined compression test on clay soil. Therefore, an innovation is needed in the form of the addition of mixtures such as portland cement that can improve the stability of clay soil, variations of portland cement mixture used in this study are 0%,5%,7.5% and 10%.

The physical properties value of clay soil, water content (w) 40.93%, volume weight (γ) is 1.79 g/cm³, Plasticity Index (PI) = 16.81%, soil percentage passes filter No.200 by 51.84%, atterberg boundary check liquid limit value (LL) is 40.86%. Based on the AASHTO classification clay soil belongs to group A-7-6 (6) which is clay soil with moderate to poor conditions and based on the classification of USCS clay soils belong to the CL group which means inorganic clay soils with low to moderate plasticity. The results of mechanical property testing obtained the original clay soil consolidation value is $C_v(t_{50}) = 0.003005837 \text{ cm}^2/\text{det}$, $C_v(t_{90}) = 0.010760213 \text{ cm}^2/\text{det}$, $C_c = 0.436$, $S_c = 0.491 \text{ cm}$ and clay soil + portland cement 10% consolidated value is $C_v(t_{50}) = 0.004671689 \text{ cm}^2/\text{det}$, $C_v(t_{90}) = 0.019112061 \text{ cm}^2/\text{det}$, $C_c = 0.309$, $S_c = 0.289 \text{ cm}$ (shrinking by 41.14% against the original land) and the result of a strong test of the original clay-free press was $q_u = 0.203 \text{ kg/cm}^2$, $C_u = 0.102 \text{ kg/cm}^2$ in addition to portland cement 10% q_u value = 0.492 kg/cm^2 , $C_u = 0.246 \text{ kg/cm}^2$. This indicates that the greater the percentage of portland cement addition will reduce the decreased value in clay soil samples and in strong testing the free press addition of portland cement affects the strength of the soil in bearing the load where the q_u value increases.

Keywords: Clay, Portland Cement, Consolidation, Unconfined Compressive Strength Test.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa oleh karena kasih dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG” disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan kasih dan berkat-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua yang selalu memberi doa dan dukungan sampai saat ini.
3. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Dr. Deddy N. S. P. Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

8. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
10. Bapak Ir. H. Suradji Gandi, M.M selaku Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi .
11. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
12. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Penguji 3 Skripsi.
13. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Penguji 4 Skripsi.
14. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
15. Rekan-rekan mahasiswa dan mahasiswi Teknik Sipil angkatan 2016.
16. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, diucapkan Terima Kasih.

Palangka Raya, April 2022



CHRISTINA JESSICA
NIM. DAB 116 106

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BIODATA PENULIS.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah Lempung	5
2.2 Semen <i>Portland</i>	5
2.3 Konsolidasi	6
2.3.1 Uji Konsolidasi Satu Dimensi (Terzaghi)	6
2.3.2 Grafik Angka Pori – Tekanan	8
2.3.3 Indeks Pemampatan (<i>Compression Index, Cc</i>)	11
2.3.4 Tekanan Pra-Konsolidasi (σ'_c)	12
2.3.5 Koefisien Kompresibilitas Volume (m_v).....	14

	Halaman
2.4 Konsolidasi Terzaghi Satu Dimensi	15
2.5 Penentuan Koefisien Konsolidasi (C_v).....	15
2.5.1 Metode Logaritma Waktu (Menurut Casagrande)	16
2.5.2 Metode Akar Waktu (Menurut Taylor)	17
2.6 Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	18
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Pengambilan Data	22
3.1.1 Sampel Tanah Asli (<i>Undisturbed</i>).....	22
3.2 Pengolahan Data di Laboratorium	22
3.2.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	22
3.2.2 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	24
3.3 Perencanaan Campuran.....	25
3.4 Analisis Data.....	25
3.5 Bagan Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Umum.....	27
4.2 Hasil Penelitian Sifat Fisik Tanah	27
4.2.1 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah	27
4.2.2 Klasifikasi Tanah	28
4.3 Hasil Penelitian Sifat Mekanik Tanah.....	32
4.3.1 Hasil Pengujian Konsolidasi	32
4.3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	45
BAB V KESIMPULAN	49
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel	4
Gambar 2.1 Konsolidometer	7
Gambar 2.2 Grafik Waktu Pemampatan selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan	8
Gambar 2.3 Perubahan Tinggi Contoh Tanah Pada Uji Konsolidasi Satu Dimensi	9
Gambar 2.4 Bentuk Grafik E vs Log P	10
Gambar 2.5 Indeks Pemampatan C_c	12
Gambar 2.6 Hubungan Angka Pori dan Tekanan Efektif	13
Gambar 2.7 Lapisan Lempung Yang Mengalami Konsolidasi.....	15
Gambar 2.8 Metode Logaritma Waktu	17
Gambar 2.9 Metode Akar Waktu	18
Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan	25
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan indeks Plastisitas AASHTO	29
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Batas Cair dan indeks Plastisitas USCS	31
Gambar 4.3 Grafik Nilai T_{90} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli	34
Gambar 4.4 Grafik Nilai T_{50} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli	35
Gambar 4.5 Grafik Penentuan Tekanan Pra Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung Asli	39
Gambar 4.6 Grafik Hubungan $C_v(t_{50})$ dengan Tekanan Sampel Tanah Lempung Asli	41
Gambar 4.7 Grafik Hubungan $C_v(t_{90})$ dengan Tekanan Sampel Tanah Lempung Asli	41
Gambar 4.8 Grafik Hubungan $C_v(t_{50})$ dengan Variasi Campuran	44
Gambar 4.9 Grafik Hubungan $C_v(t_{90})$ dengan Variasi Campuran	45
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Penurunan Konsolidasi (S_c) dengan Variasi Campuran	45

Halaman

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Index Pemampatan (C_c) dengan Variasi Campuran	46
Gambar 4.12 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung Asli	46
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran	47
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran...	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hubungan Untuk Indeks Pemampatan C_c	11
Tabel 2.2 Pemampatan dan Pemuaian Tanah Asli	11
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3.1 Perencanaan Campuran	25
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Pada Tanah Lempung Asli	28
Tabel 4.2 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	30
Tabel 4.3 Pengujian Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung Asli	32
Tabel 4.4 Kadar Air dan Berat Isi Sampel Tanah Lempung Asli	33
Tabel 4.5 Angka Pori dan Derajat Kejenuhan Sampel Tanah Lempung Asli	33
Tabel 4.6 Ukuran Ring Sampel Tanah Lempung Asli	34
Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Konsolidasi (C_v) Sampel Tanah Lempung Asli..	36
Tabel 4.8 Perhitungan Permeabilitas (K) Sampel Tanah Lempung Asli	37
Tabel 4.9 Hubungan Angka Pori dengan Tegangan Sampel Tanah lempung Asli..	38
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi pada Semua Sampel	42
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli	45
Tabel 4.12 Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian di Lapangan	53
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian Sifat Fisik Tanah	54
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian Sifat Mekanik Tanah	61
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian Bahan Campuran	64
Lampiran 5 Laporan Hasil Data Penelitian Di Laboratorium	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pekerjaan konstruksi, tanah merupakan satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan teknik sipil. Tanah berperan sebagai pendukung pondasi dari sebuah bangunan dan tidak semua tanah memiliki kondisi yang sama, pada tahap pembangunan struktur suatu bangunan daya dukung dan penurunan tanah perlu diketahui untuk menghitung dan merencanakan pondasi yang dapat mendukung beban struktur yang akan dibangun diatas tanah tersebut, Salah satu karakteristik tanah yang akan diteliti adalah tanah lempung yang berasal dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Sifat tanah lempung bermasalah karena kemampuannya mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada kondisi kering sehingga menyebabkan terjadinya perubahan bentuk tanah dalam memikul struktur bangunan diatasnya dan penambahan suatu beban pada tanah lempung menjadikan konstruksi tidak akan stabil.

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori dan pengujian ini untuk memprediksi besar penurunan tanah serta lama waktu konsolidasi serta uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Pencampuran tanah lempung dengan semen *portland* ini dilakukan untuk mengetahui perilaku penurunan dan kuat tekan tanah,

pengaruh pencampuran serta mendapatkan nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah?
2. Berapa besar nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas tanah lempung?
3. Bagaimana pengaruh penambahan semen *portland* terhadap nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah.
2. Mendapatkan besar nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas tanah lempung.
3. Mengetahui pengaruh penambahan semen *portland* terhadap nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian ini, perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Tanah lempung yang digunakan berasal dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah.
2. Pengujian menggunakan metode konsolidasi satu dimensi Terzaghi dan pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*).
3. Bahan campuran yang digunakan pada penelitian adalah Semen *Portland*.

4. Pengujian sifat-sifat fisik tanah meliputi :
 - a. Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*)
 - b. Pemeriksaan Berat Volume (*Unit Weight*)
 - c. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Test*)
 - d. Pemeriksaan Batas-batas (*Atterberg*) :
 - 1) Batas Cair (*Liquid Limit*)
 - 2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)
 - 3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)
 - e. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)
 - f. Pemeriksaan Analisis Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)
5. Pengujian sifat-sifat mekanik tanah meliputi :
 - a. Pemeriksaan Konsolidasi
 - b. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas
6. Pengujian Konsolidasi dan Pengujian Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dengan variasi campuran 0%, 5%, 7,5% dan 10%.
7. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5 Manfaat Penelitian

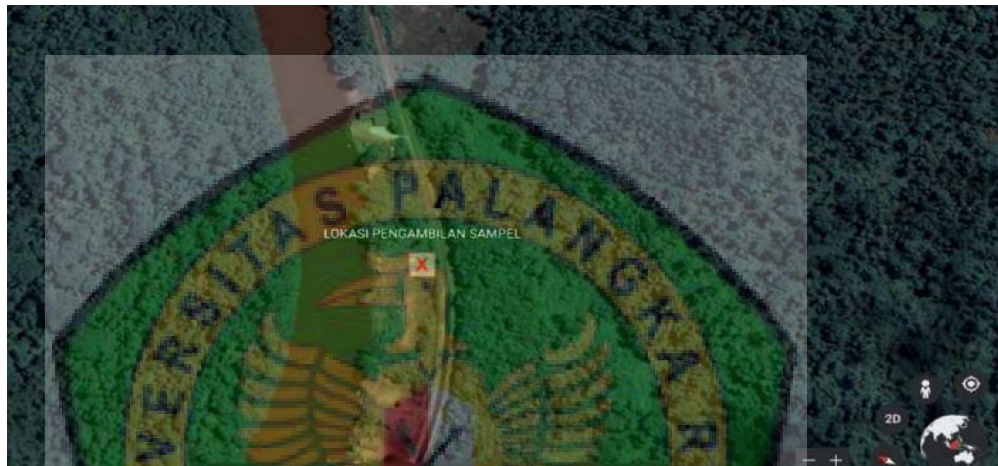
Dari penelitian ini diharapkan :

1. Sebagai bahan penelitian lanjutan untuk perkembangan ilmu pengetahuan teknik sipil, khususnya tentang pencampuran tanah dengan pengujian kondolidasi dan kuat tekan bebas.
2. Mengetahui pengaruh penambahan semen *portland* terhadap nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan pada tanah lempung.

3. Sebagai bahan masukan kepada pihak-pihak terkait (konsultan, kontraktor mengenai pencampuran tanah dengan pengujian konsolidasi dan kuat tekan bebas)

1.6 Lokasi Penelitian

Tanah yang akan digunakan sebagai sampel dari penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Dengan Koordinat : $1^{\circ}54'16''\text{S}$ $113^{\circ}19'24''\text{E}$.



(sumber:earthgoogle.com)

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah campuran partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah liat yang mempunyai sifat-sifat karakteristik yang berlainan dalam ukuran yang kira-kira sama. Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. (Terzaghi, 1987). Tanah lempung atau tanah liat didefinisikan sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002mm. Tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan (Bowles, 1991).

2.2 Semen *Portland*

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia nomor 15-2049-2004 semen adalah bubuk halus yang memiliki sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Semen *Portland* merupakan semen yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen *Portland* adalah bahan pengikat yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam proses konstruksi.

2.3 Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses pengecilan volume pada tanah jenuh sempurna secara perlahan-lahan dengan permeabilitas (kemampuan tanah meloloskan partikel, air atau udara) rendah akibat pengaliran sebagian air pori, proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. Kasus yang paling sederhana adalah konsolidasi satu-dimensi, di mana kondisi regangan lateral nol mutlak ada. (Hardiyatmo, 1995)

2.3.1 Uji Konsolidasi Satu Dimensi (Terzaghi)

Berdasarkan teori Terzaghi apabila penekanan suatu lapisan tanah tergantung pada waktu, pengaruhnya disebut penurunan konsolidasi atau lebih biasa disebut konsolidasi. Teori umum yang mencakup tekan pori dan tegangan efektif adalah salah satu hal yang dikembangkan pada awalnya oleh Terzaghi selama tahun 1920-1924 (Bowles, Joseph E., 1995).

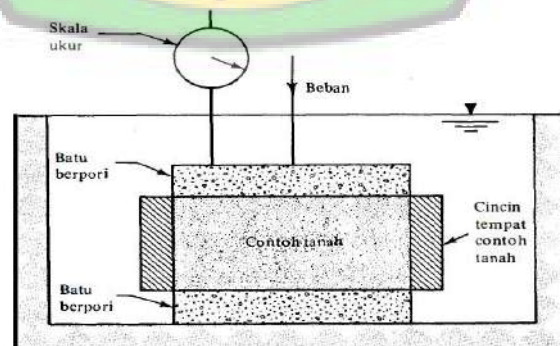
Teori konsolidasi Terzaghi membuat asumsi-asumsi berikut (Craig R.F, 1989) :

1. Tanah adalah homogen
2. Tanah adalah jenuh sempurna
3. Partikel padat tanah dan partikel air tidak kompresibel
4. Kompresi dan aliran adalah satu dimensi (vertikal)

5. Regangan kecil
6. Hukum Darcy berlaku untuk semua gradien hidrolis
7. Koefisien permeabilitas dan koefisien kompresibilitas volume tetap konstan selama proses berlangsung
8. Terdapat hubungan khusus (unik), tidak tergantung waktu, antara angka pori dengan tegangan efektif.

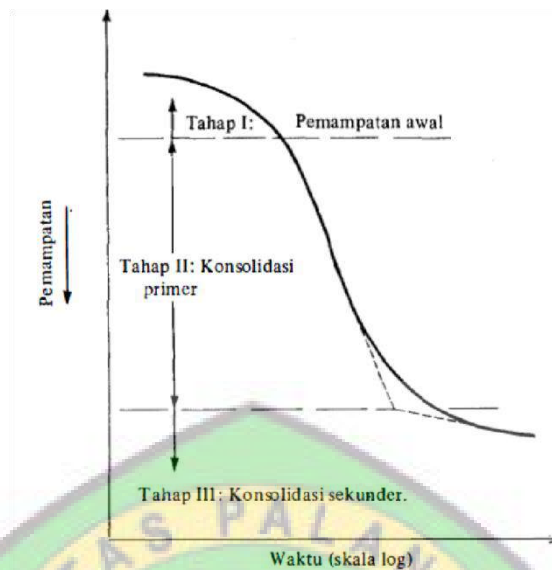
Prosedur untuk melakukan uji konsolidasi satu-dimensi pertama-tama diperkenalkan oleh Terzaghi. Uji tersebut dilakukan di dalam sebuah konsolidometer atau oedometer. Skema konsolidometer ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Pada umumnya, bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara pemampatan dan waktu adalah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa ada tiga tahapan yang berbeda yang dapat dijalankan sebagai berikut:

Tahap I : Pemampatan awal (*initial compression*), yang pada umumnya adalah disebabkan oleh pembebanan awal (*preloading*).



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.1 Konsolidometer



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.2 Grafik waktu-pemampatan selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan

Tahap II : Konsolidasi primer (*primary consolidation*), yaitu periode selama tekanan air pori secara lambat laun dipindahkan kedalam tegangan efektif, sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah.

Tahap III : Konsolidasi sekunder (*secondary consolidation*), yang terjadi setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Pemampatan yang terjadi disini adalah disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

2.3.2 Grafik Angka Pori – Tekanan

Setelah mendapatkan data yang langsung diperoleh dari suatu uji konsolidasi disajikan dalam bentuk penurunan (pembacaan alat ukur) terhadap waktu. Berikut ini adalah tahapan dalam perhitungan untuk membuat grafik angka pori-tegangan. (Braja M.Das, 1995):

1. Hitung tinggi butiran padat, H_s pada contoh tanah :

$$H_s = \frac{W_s}{AG_s\gamma_w} \quad (2-1)$$

Dimana :

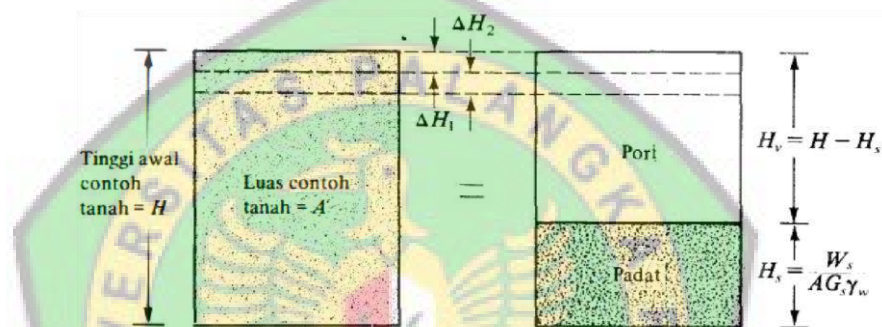
W_s : Berat kering contoh tanah

A : Luas penampang contoh tanah

G_s : Berat spesifik contoh tanah γ

w : Berat volume air

2. Hitung tinggi awal dari ruang pori H_v :



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.3 Perubahan tinggi contoh tanah pada uji konsolidasi satu dimensi

$$H_v = H - H_s \quad (2-2)$$

Dimana:

H = Tinggi awal contoh tanah

3. Hitung angka pori awal e_0 dari contoh tanah :

$$e_0 = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v A}{H_s A} = \frac{H_v}{H_s} \quad (2-3)$$

Untuk penambahan beban pertama p_1 (beban total / luas penampang contoh tanah yang menyebabkan penurunan ΔH_1 , hitung perubahan angka pori Δe_1 :

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s} \quad (2-4)$$

ΔH_1 didapatkan dari pembacaan awal dan akhir pada skala ukur untuk beban sebesar p_1

4. Hitung angka pori yang baru, e_1 setelah konsolidasi yang disebabkan oleh penambahan tekanan p_1 :

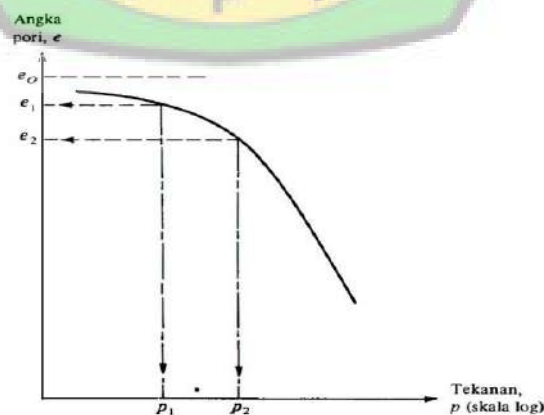
$$e_1 = e_0 - \Delta e_1 \quad (2-5)$$

Untuk beban berikutnya, yaitu p_2 yang menyebabkan penambahan pemampatan sebesar ΔH_2 , angka pori e_2 pada saat akhir konsolidasi dapat dihitung:

$$e_2 = e_1 - \frac{\Delta H_2}{H_s} \quad (2-6)$$

Dengan melakukan cara yang sama, angka pori pada saat akhir konsolidasi untuk semua penambahan beban dapat diperoleh.

Tekanan total (p) dan angka pori yang bersangkutan (e) pada akhir konsolidasi digambar pada grafik logaritma.



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.4 Bentuk Grafik E Vs Log P

2.3.3 Indeks Pemampatan (*Compression Index, Cc*)

Indeks pemampatan C_c adalah kemiringan dari bagian lurus grafik $e - \log \sigma'$. Untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik dalam gambar 2.5. nilai C_c dapat dinyatakan dalam rumus :

$$C_c = \frac{e_0 - e_2}{\log \sigma'_1 - \log \sigma'_2} = \frac{\Delta e}{\log(\sigma'_1/\sigma'_2)} \quad (2-7)$$

Terzaghi dan Peck (1967) memberikan hubungan angka kompresi C_c yaitu:

Untuk tanah lempung yang strukturnya tanahnya tak terganggu/belum rusak (*undisturbed*) :

$$C_c = 0,009 (LL-10) \quad (2-8)$$

Dengan LL adalah batas cair (*liquid limit*).

Untuk tanah lempung yang terbentuk kembali (*remolded*)

$$C_c = 0,007 (LL-10) \quad (2-9)$$

Tabel 2.1 Hubungan untuk Indeks Pemampatan C_c (Rendon-Herro, 1980)

	Persamaan	Acuan	Daerah Pemakaian
$C_c =$	0,007 (LL-7)	Skempton	Lempung yang terbentuk kembali (remolded)
$C_c =$	0,01 (WN)		Lempung Chicago
$C_c =$	1,15 ($e_0 - 0,27$)	Nishida	Semua lempung
$C_c =$	0,30 ($e_0 - 0,27$)	Hough	Tanah kohesif anorganik : lanau, lempung berlanau, lempung
$C_c =$	0,0115 WN		Tanah organik, gambut, lanau organik, dan lempung
$C_c =$	0,0046 (LL-9)		Lempung Brazilia
$C_c =$	0,75 ($e_0 - 0,5$)		Tanah dengan plastisitas rendah
$C_c =$	$0,208e_0 + 0,0083$		Lempung Chicago
$C_c =$	$0,156e_0 + 0,0107$		Semua lempung

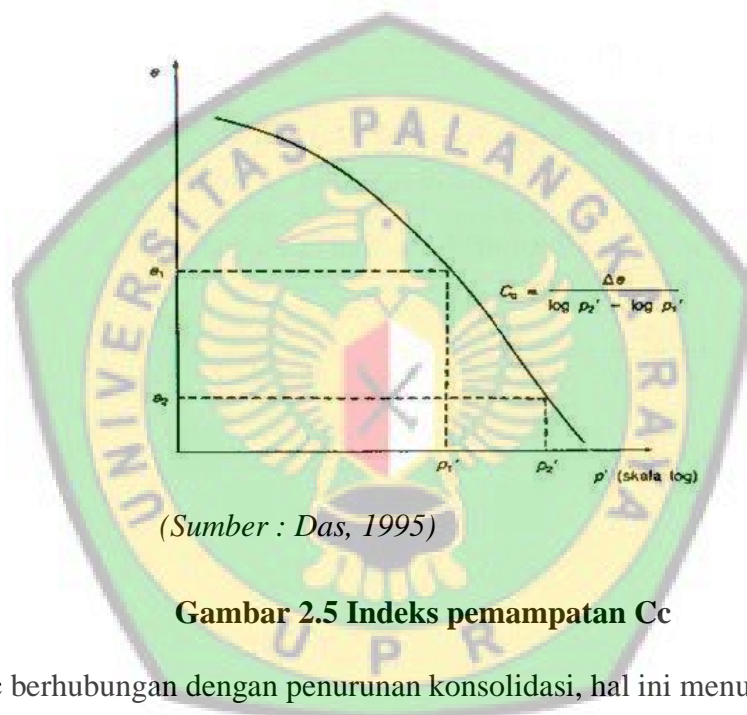
(Sumber : Das, 1995)

Catatan e_0 : angka pori tanah di lapangan
WN : kadar air tanah di lapangan

Tabel 2.2 Pemampatan dan Pemuaihan Tanah Asli

Tanah	Batas cair	Batas plastis	Indeks Pemampatan C_c	Indeks pemuaihan C_s
Lempung Boston Blue	41	20	0,35	0,07
Lempung Chicago	60	20	0,4	0,07
Lempung Ft. Gordon Georgia	51	26	0,12	
Lempung New Orleans	80	25	0,3	0,05
Lempung Montana	60	28	0,21	0,05

(Sumber : Das, 1995)



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.5 Indeks pemampatan C_c

Nilai C_c berhubungan dengan penurunan konsolidasi, hal ini menunjukkan semakin kecil nilai C_c maka penurunan konsolidasi semakin kecil begitu pun sebaliknya.

2.3.4 Tekanan Pra-Konsolidasi (σ'_v)

Tanah dalam sebuah luasan tertentu dan pada kedalaman tertentu telah mengalami tekanan edektif akibat berat tanah di atasnya (*maximum effective overburden pressure*) dalam sejarah geologinya. Tekanan efektif *overburden* maksimal ini mungkin sama dengan atau lebih kecil dari tekanan *overburden* yang ada pada saat pengambilan sampel tanah. Berkurangnya tekanan dilapangan (*insitu*)

tersebut mungkin disebabkan makhluk hidup yang ada di atasnya. Pada saat diambil, sampel tanah tersebut terlepas dari tekanan *overburden* yang membebaninya selama ini, sehingga sampel tanah tersebut akan mengembang (*swelling*). Pada saat dilakukan pengujian pada sampel tanah tersebut, perubahan angka pori akan terjadi dalam skala yang kecil bila pembebanan saat pengujian lebih kecil dari tegangan *overburden* yang pernah terjadi pada sampel tanah tersebut. Begitu pula sebaliknya, sehingga hubungan antara e - $\log \sigma'$ menjadi *linear* dan memiliki gradien yang besar.

Keadaan ini dapat dibuktikan dilaboratorium dengan cara membebankan sampel tanah melebihi tekanan *overburden* maksimumnya (a-b-c), lalu beban tersebut dilepas (*unloading*) e - $\log \sigma'$. Seperti pada Gambar 2.6.



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.6 Hubungan Angka Pori Dan Tekanan Efektif

Keadaan ini mengarah kepada 3 definisi dasar yang ada dalam sejarah tegangan sebuah bagian dari tanah:

1. Tanah sedang terkonsolidasi (*under consolidated*), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini lebih besar terjadi pada tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah itu. $\sigma_c' < \sigma_o'$, $OCR < 1$

2. Tanah terkonsolidasi normal (*normally consolidated*), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini adalah tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah itu. $\sigma_c' = \sigma_o'$, OCR =1
3. Tanah terkonsolidasi berlebih (*over consolidated*), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini lebih kecil dari tekanan yang pernah dialami oleh tanah itu sebelumnya, $\sigma_c' > \sigma_o'$, OCR > 1

Tekanan efektif *overburden* yang pernah dialami sebelumnya dinamakan tekanan pra-konsolidasi (σ_c). Sedangkan tekanan vertikal efektif pada saat tanah tersebut diteliti dinyatakan σ .

OCR menyatakan perbandingan antara tekanan yang pernah dialami tanah pada waktu sebelumnya dengan tekanan tanah pada waktu sekarang.

$$\text{OCR} = \frac{\sigma_c'}{\sigma'} \quad (2-11)$$

Cassagrande (1936) menyarankan suatu cara mudah untuk besarnya tekanan prakonsolidasi (σ_c') dari kurva $e - \log \sigma'$ yang didapat dari hasil percobaan konsolidasi dilaboratorium.

2.3.5 Koefisien Kompresibilitas Volume (m_v)

Koefisien kompresibilitas volume didefinisikan sebagai perubahan volume persatuan kenaikan tegangan efektif. Satuan m_v adalah kebalikan dari tekanan (cm^2/kg). Perubahan volume dapat dinyatakan dalam angka pori maupun tegangan sampel tanah. Bila, untuk kenaikan tegangan efektif dari σ'_0 ke σ'_1 angka pori menurun dari e_0 ke e_1 , maka:

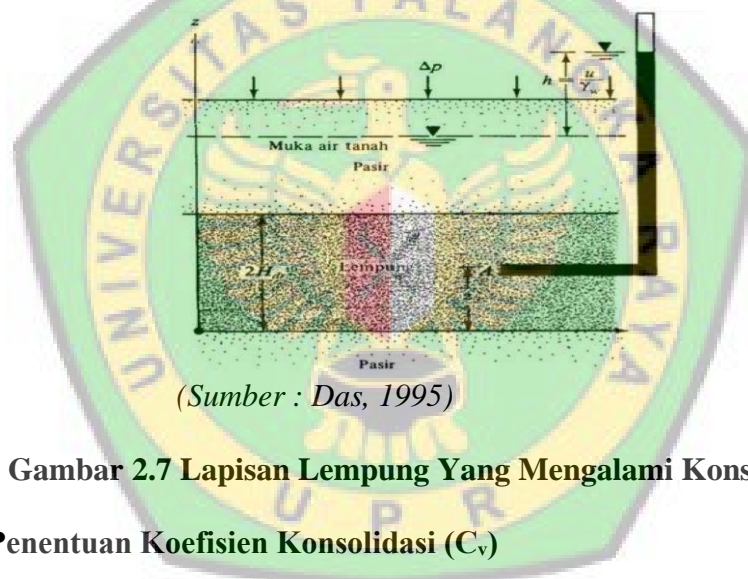
$$m_v = \frac{1}{1+e_0} \left(\frac{e_0 - e_1}{\sigma'_1 - \sigma'_0} \right) \quad (2-12)$$

2.4 Konsolidasi Terzaghi Satu Dimensi

Pembatasan yang paling utama dari teori Terzaghi adalah asumsi 8. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa hubungan antara angka pori dan tegangan efektif tergantung terhadap waktu.

Teori ini berhubungan dengan besaran-besaran dibawah ini:

1. Tekanan air pori berlebihan (u).
2. Kedalaman (z) dibawah lapisan lempung teratas.
3. Waktu (t) dari penggunaan kenaikan tegangan total seketika.



Gambar 2.7 Lapisan Lempung Yang Mengalami Konsolidasi

2.5 Penentuan Koefisien Konsolidasi (C_v)

Koefisien konsolidasi menyatakan kecepatan waktu terjadinya konsolidasi. Koefisien ini merupakan bagian dari solusi persamaan konsolidasi yang dipengaruhi oleh sifat fisik tanah. Koefisien konsolidasi ditentukan dari hubungan deformasi-waktu yang diperoleh pada uji konsolidasi.

Kurva deformasi terhadap waktu untuk setiap penambahan beban hampir sama bentuknya dengan kurva teoritis $U - T$. Berdasarkan hal tersebut diatas, penentuan C_v dengan “*Curve-Fitting Methods*” dikemukakan oleh Casagrande dan Taylor

2.5.1 Metode Logaritma Waktu (Menurut Casagrande)

Metode logaritma waktu didasarkan pada waktu yang diperlukan untuk mencapai 100% konsolidasi primer dimana harga C_v dihitung berdasarkan waktu untuk derajat konsolidasi 50%.

Berikut ini adalah cara untuk menentukan C_v yang diperlukan (Braja M. Das, 1995) :

1. Perpanjangan bagian kurva yang merupakan garis lurus dari konsolidasi primer dan sekunder hingga berpotongan di titik A. Ordinat A adalah d_{100} - yaitu deformasi akhir pada konsolidasi primer 100%
2. Bagian awal dari kurva deformasi vs $\log t$ adalah hampir menyerupai suatu parabola pada skala biasa. Pilih waktu t_1 dan t_2 pada bagian kurva sehingga $t_2 = 4 t_1$. Dan perbedaan deformasi contoh tanah selama waktu $(t_2 - t_1)$ adalah x .
3. Gambar garis DE sehingga jarak *Vertical* BD sama dengan x . Deformasi yang bersesuaian dengan garis DE sama dengan d_0 - yaitu deformasi pada konsolidasi 0%).
4. Ordinat titik F pada kurva konsolidasi merupakan deformasi pada konsolidasi primer 50% dan absis titik F merupakan waktu yang bersesuaian dengan konsolidasi 50% (t_{50})

Untuk derajat konsolidasi rata-rata 50%, berdasarkan tabel 2. Nilai $T_v = 0,197$, maka :

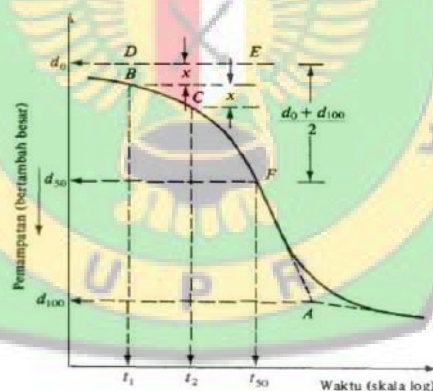
$$T_{50} = \frac{c_v t_{50}}{H_{dr}^2}$$

Atau

$$c_v = \frac{0.197 H_{dr}^2}{t_{50}} \quad (2-13)$$

Dimana, H_{dr} : panjang aliran rata-rata yang harus ditempuh oleh air pori selama konsolidasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Loenard dan Girault (1961) menunjukkan bahwa Casagrande memberikan pendekatan yang terbaik terhadap pembacaan penurunan dimana kondisi tekanan air pori berlebihan telah mencapai nol, terutama jika rasip penambahan beban besar dan tekanan pra-konsolidasi melampaui penambahan beban yang diberikan.



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.8 Metode Logaritma Waktu

2.5.2 Metode Akar Waktu (Menurut Taylor)

Metode akar waktu didasarkan pada waktu untuk mencapai derajat konsolidasi 90%. Cara untuk menentukan harga C_v yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Gambar suatu garis AB melalui bagian awal dari kurva
2. Gambar suatu garis AC sehingga $OC = 1,15 OB$. Absis titik D, yang merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi, memberikan harga akar waktu untuk tercapainya konsolidasi 90%

$$(\sqrt{t_{90}})$$

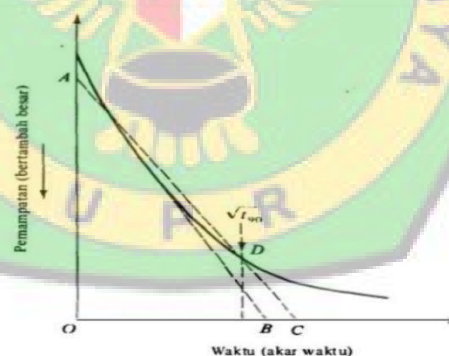
3. Untuk konsolidasi 90% $T_{90} = 0,848$, jadi

$$T_{90} = 0.848 = \frac{c_v t_{90}}{H_{dr}^2}$$

Atau

$$c_v = \frac{0.848 H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (2-14)$$

Keuntungan dari metode ini adalah bahwa t_{90} dapat ditentukan tanpa harus mencapai nilai t_{100} .



(Sumber : Das, 1995)

Gambar 2.9 Metode Akar Waktu

2.6 Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang dilaksanakan dan digunakan dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi atau daya dukung tanah. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur daya dukung vertikal tanah

pada posisi terbuka (tidak ada tekanan horisontal). Nilai kuat tekan bebas diperoleh dari hubungan nilai regangan dan tegangan tanah yang dilakukan dengan uji UCS. q_u didapat dari pembacaan ring dial yang maksimum.

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \quad (2-15)$$

Untuk kohesi tanah *undrained* (c_u) adalah :

$$C_u = \frac{q_u}{2} \quad (2-16)$$

Dimana:

q_u : kuat tekan bebas

c_u : kohesi tanah *undrained*

k : kalibrasi *proving ring*

R : pembacaan maksimum

A : luas penampang contoh tanah



Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	Renaningsih dan Tedi A.	(2011)	Pengaruh Tanah Gadong Terhadap Nilai Konsolidasi dan Kuat Dukung Tanah Lempung Tanon yang Distabilisasi dengan Semen	Pada penelitian ini digunakan metode pengujian tanah meliputi: Pengujian kadar air, uji specific gravity, uji Atterberg limits, uji hydrometer, uji analisa saringan, uji standard proctor, uji konsolidasi dan uji kuat tekan bebas.	Dari pengujian konsolidasi semakin besar persentase tanah Gadong maka nilai Cv (Coefficient of Consolidation) cenderung naik untuk penambahan semen 5%, sehingga waktu yang diperlukan untuk proses konsolidasi semakin cepat. Nilai kuat dukung tanah (qu) tanah campuran mengalami kenaikan yang cukup besar dibandingkan tanah asli. Pada stabilisasi dengan semen 5% nilai qu semakin besar seiring dengan penambahan tanah Gadong, tetapi pada stabilisasi dengan semen 10% dengan variasi penambahan tanah Gadong yang semakin besar nilai qu semakin kecil

2.	Dedy Kurniawan, Iswan & Setyanto	(2015)	Hubungan Nilai Konsolidasi dan Nilai Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung yang Disubstitusi Material Pasir	Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung besi. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal, dimana terdapat dua sampel yaitu tanah tidak terganggu dan sampel tanah dengan variasi campuran.	Dari hasil penelitian didapat pola grafik nilai kadar air optimum cenderung linier menurun terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai kadar air terus turun. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai kadar air optimumnya semakin menurun.
----	-------------------------------------	--------	---	---	---

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel tanah lempung dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*). (ASTM D-1587-83)

3.1.1 Sampel Tanah Asli (*Undisturbed*)

Pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut oleh karena itu pengambilan sampel tanah asli ini menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan. (ASTM D-1587-83)

3.2 Pengolahan Data di Laboratorium

Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

3.2.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah lempung meliputi:

a. Pemeriksaan Kadar Air Tanah (*Water Content*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air asli tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen. (ASTM D 2216-71)

b. Pemeriksaan Berat Volume Tanah (*Unit Weight*)

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. (ASTM D 2216-73)

c. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan Piknometer. Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan antar berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. (ASTM D 854-58)

d. Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)**1) Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. (ASTM D 4366)

2) Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis. (ASTM D-42474)

3) Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Mengetahui kadar air (W_s) terhadap berat kering tanah setelah dioven. (ASTM D-3974)

e. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. (ASTM D 4427-87)

f. Pemeriksaan Analisis Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus dengan menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air. (ASTM D-442-63)

3.2.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pengujian konsolidasi dan pengujian kuat tekan bebas tanah lempung pada tiap persentase pencampuran.

a. Pengujian Konsolidasi

Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan sifat pemadatan suatu jenis tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam tanah yang diakibatkan adanya tekanan vertikal yang bekerja pada tanah tersebut. (ASTM D 2435-70)

b. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan besar kekuatan tekan bebas tanah lempung. (ASTM D 2166)

3.3 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah lempung dicampur dengan semen *portland* dengan variasi persentase penambahan sebesar 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat tanah tersebut.

Tabel 3.1 Perencanaan Komposisi Campuran

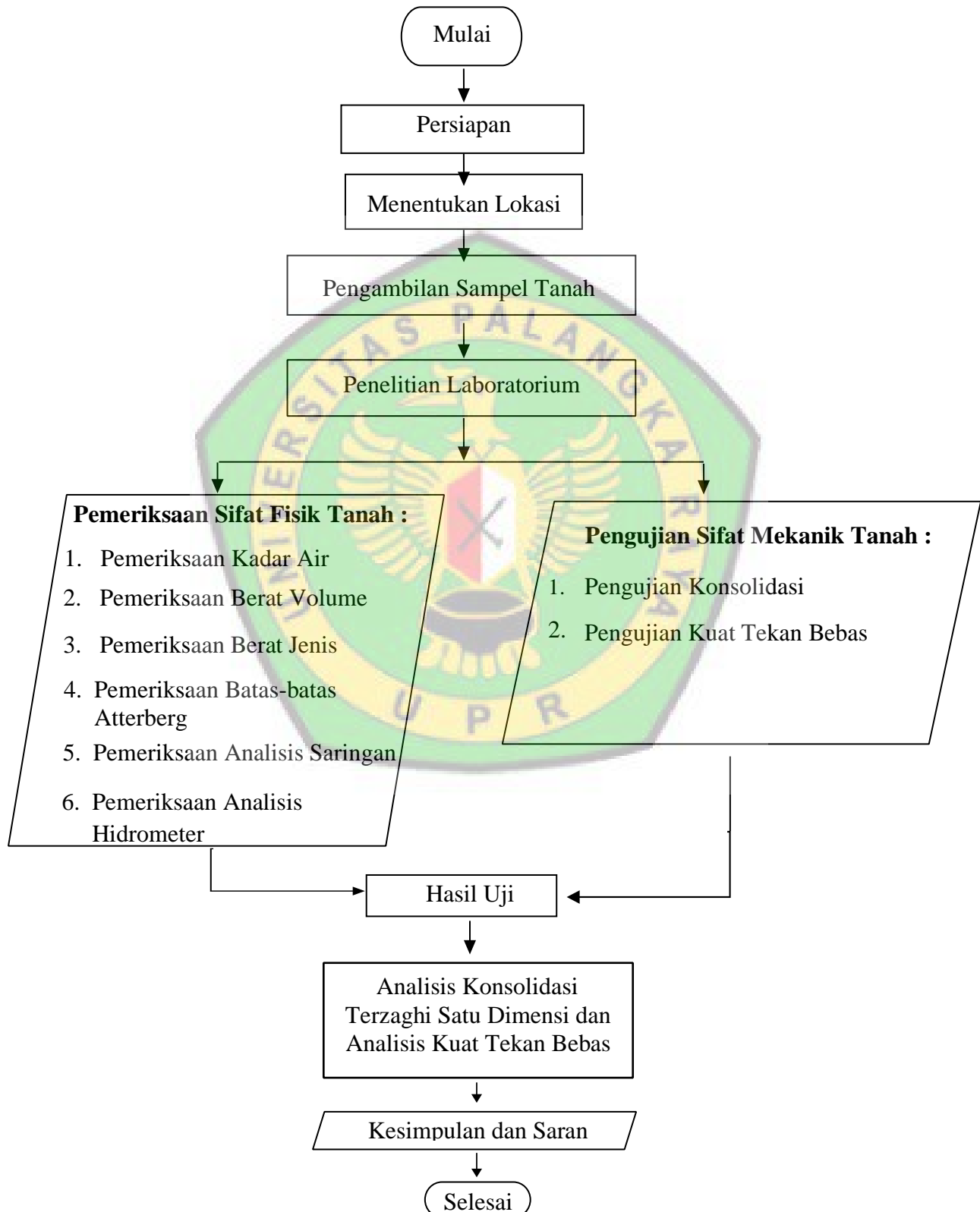
Variasi	Persentase Campuran Benda Uji (%)	
	Tanah Lempung	Semen <i>Portland</i>
Variasi 1	100	0
Variasi 2	100	5
Variasi 3	100	7,5
Variasi 4	100	10

3.4 Analisis Data

Data hasil pengujian selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan hasil sifat fisik tanah kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi USCS dan AASHTO, dilanjutkan pengujian sifat mekanik tanah yakni konsolidasi dan kuat tekan bebas tanah.

3.5 Bagan Alir Penelitian

Skema penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada bagan alir berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan di Laboratorium, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sifat Fisik pada tanah lempung dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, kadar air (w) = 40,93%, berat volume (γ) = 1,79 g/cm³, Indeks Plastisitas (PI) = 16,81%, presentase tanah lolos saringan No.200 = 51,84%, pemeriksaan batas-batas *atterberg* nilai batas cair (LL) adalah 40,86%. Menurut sistem USCS tanah termasuk kelompok CL, merupakan jenis tanah lempung dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang dan menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (6) termasuk tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk. Dari hasil uji sifat mekanik tanah pada pengujian konsolidasi untuk sampel tanah asli nilai $C_v(t_{50}) = 0,003005837$ cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,010760213$ cm²/det, $C_c = 0,436$, $S_c = 0,491$ cm, sedangkan hasil uji kuat tekan bebas pada sampel tanah lempung asli didapat nilai $q_u = 0,203$ kg/cm² dan $C_u = 0,102$ kg/cm².
2. Berdasarkan pengujian konsolidasi di Laboratorium didapat nilai konsolidasi tanah lempung dengan persentase penambahan campuran semen *portland*, yaitu:
 - a. Tanah lempung asli nilai $C_v(t_{50}) = 0,003005837$ cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,010760213$ cm²/det, $C_c = 0,436$, $S_c = 0,491$ cm.
 - b. Tanah lempung + Semen *Portland* 5%, $C_v(t_{50}) = 0,006645367$

cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,010760213$ cm²/det, $C_c = 0,341$, $Sc = 0,402$ cm
(mengecil sebesar 18,13% terhadap tanah asli)

c. Tanah lempung + Semen *Portland* 7,5%, $C_v(t_{50}) = 0,004457808$
cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,023144265$ cm²/det, $C_c = 0,320$, $Sc = 0,303$
cm (mengecil sebesar 38,29% terhadap tanah asli)

a. Tanah lempung + Semen *Portland* 10%, $C_v(t_{50}) = 0,004671689$
cm²/det, $C_v(t_{90}) = 0,019112061$ cm²/det, $C_c = 0,309$, $Sc = 0,289$
cm
(mengecil sebesar 41,14% terhadap tanah asli)

Nilai kuat tekan bebas (q_u) dengan penambahan presentase campuran semen *portland* mengalami kenaikan dibandingkan tanah asli. Pada presentase campuran dengan semen *portland* 5% nilai $q_u = 0,262$ kg/cm², $C_u = 0,131$ kg/cm², semen *portland* 7,5% nilai $q_u = 0,305$ kg/cm², $C_u = 0,153$ kg/cm², semen *portland* 10% nilai $q_u = 0,492$ kg/cm², $C_u = 0,246$ kg/cm².

3. Dari hasil pengujian, penambahan semen *portland* berpengaruh terhadap nilai konsolidasi karena semakin besar persentase campuran semen *portland* maka nilai Sc (penurunan konsolidasi) semakin mengecil, pada penambahan semen *portland* 5% penurunan tanah mengecil sebesar 18,13%, penambahan semen *portland* 7,5% penurunan tanah mengecil sebesar 38,29% dan penambahan semen *portland* 10% penurunan tanah mengecil sebesar 41,14% yang artinya semakin besar persentase penambahan semen *portland* maka memperkecil angka penurunan pada sampel tanah lempung. Pada pengujian kuat tekan bebas penambahan semen *portland* berpengaruh

pada kekuatan tanah dalam menahan beban dimana nilai q_u sendiri meningkat. Hal ini menunjukkan, penambahan semen *portland* terhadap nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas tanah lempung berpengaruh baik terhadap penurunan dan kuat tekan tanah lempung.



1.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk melihat penurunan dan kuat tekan tanah dengan penambahan semen *portland*, sebaiknya dilakukan perbandingan umur pemeraman.
2. Sebelum pengujian, alat uji harus dicek kalibrasinya untuk mendapatkan hasil yang akurat.
3. Penggunaan dan pemasangan alat di tiap pengujian harus diperhatikan agar tidak terjadi pengulangan pengujian.



DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2216-71. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2216-73. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 854-58. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 4227-87. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 43-66. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 442-63. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2435-70. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2166. Amerika: ASTM International
- Braja, Noor Endah, Indrasurya. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bowles, J E. 1991. *Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Craig, R. F. 1989. *Mekanika Tanah edisi keempat*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kurniawan, D., Iswan, I., & Setyanto, S. 2015. Hubungan Nilai Konsolidasi dan Nilai Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung yang Disubstitusi Material Pasir. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(1), 131-144.

- Mahida, U. N. (1984). *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah*. Jakarta: Penerbit Rajawali.
- Mesriana, R. (2009). *Pengujian Konsolidasi dengan Vertical Drain pada Tanah Kaolin*. Universitas Indonesia, Teknik Sipil, Depok
- Muhammad. (2008). *Uji Konsolidasi Constant Rate of Strain untuk Tanah Kaolin*. Universitas Indonesia, Teknik Sipil, Depok.
- Otoko, G, R, Honest, B, K, (2014), *Stabilization of Nigerian Deltaic Laterites with Saw Dust Ash*. Civil Engineering Department, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt.
- Pratama, Willy A. 2015. *Korelasi Kuat Tekan Dan Kuat Geser Pada Tanah Lempung Yang Disubstitusi Dengan Variasi Campuran Pasir*. Fakultas Teknik. Universitas Lampung.
- SNI 15-2049-2004. 2004. *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sulistio, T. A. (2011). *Pengaruh Penambatan Tanah Gadong Terhadap Penurunan Konsolidasi dan Kuat Dukung Tanah pada Tanah Lempung Tanon yang di Stabilisasi dengan Semen*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*. Jakarta: Erlangga.