

SKRIPSI

**HUBUNGAN NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS
PADA TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN MATERIAL PASIR**

Oleh :

ADITYA DWI PUTRA SINAGA

NIM. DAB 117 030



**JURUSAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2022**

**HUBUNGAN NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS
PADA TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN MATERIAL PASIR**

SKRIPSI

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

Oleh :

ADITYA DWI PUTRA SINAGA
NIM. DAB 117 030

Disetujui sesuai Berita Acara Ujian Skripsi

Pembimbing Utama



M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.
NIP. 197102251998021001

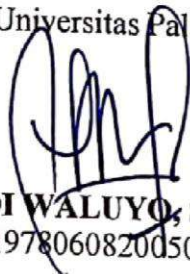
Pembimbing Pendamping



Ir. SURADJI GANDI, M.M.
NIP. 195707061987011002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka RayaKetua,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T
NIP. 197806082005011003

**HUBUNGAN NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS PADA
TANAH LEMPUNG YANG DISUBSITUSIKAN MATERIAL PASIR**

SKRIPSI

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

Oleh :

ADITYA DWI PUTRA SINAGA
NIM. DAB 117 030

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 02 Agustus 2022
Waktu : 15.00 – 17.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana (offline)

Tim Penguji :

M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.
NIP. 197102251998021001

..... (Pembimbing Utama/Ketua Penguji)

Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.
NIP. 195707061987011002

..... (Pembimbing Pendamping/Sekretaris)

a.n. OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.
NIP. 197510012006041003
Ketua KBK Geoteknik
M. Ikhwan Yani, S.T., M.T.

..... (Penguji 3)

Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.
NIP. 197202191997022001

..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya

Dekan,

Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 196511191993021001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Aditya Dwi Putra Sinaga
NIM : DAB 117 030
Tempat, Tanggal lahir : Sidikalang, 08 Agustus 1999
Status : Belum Menikah
Agama : Katolik
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Telp Rumah : -
Alamat : Jl. Yos Sudarso IIB
Email : adityasinaga87@gmail.com
No Hp : 082296677527
No Wa : 082296677527
Facebook : -
Instagram : -
Line : -
Nama Ayah : Markurening Sinaga
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Alamat : Jl. Ahmad Yani SDK, Sumatera Utara
No. Hp : 081376083219
Nama Ibu : Tiawan Sitorus
Pekerjaan Ibu : Guru
Alamat : Jl. Ahmad Yani SDK, Sumatera Utara
HP : 082165005750



Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK Pertiwi Sidikalang (2004-2005)
- SD : SDN 030281 Barisan Nauli, Sidikalang (2005-2011)
- SLTP : SMPN 3 Sidikalang (2011-2014)
- SLTA : SMAN 2 Sidikalang (2014-2017)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2017

Palangka Raya, Juli 2022
Yang membuat pernyataan

ADITYA DWI PUTRA SINAGA
NIM. DAB 117 080

RINGKASAN

HUBUNGAN NILAI KONSOLIDASAI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN MATERIAL PASIR, Universitas Palangka Raya, Aditya Dwi Putra Sinaga, DAB 117 030, Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Mendirikan bangunan di atas tanah lempung akan menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya kuat tekan bebas dan penurunan tanah. Terjadinya penurunan tanah apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air-pori keluar menyebabkan berkurangnya volume tanah

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki permeabilitas rendah, sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat, hal ini sangat tidak menguntungkan bila tanah lempung digunakan sebagai tanah dasar yang menopang. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang perilaku tanah lempung tersebut dengan pengujian konsolidasi dan pengujian kuat tekan bebas yang akan disubstitusikan dengan material pasir.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung sei gohong Kecamatan Bukit batu provinsi Kalimantan Tengah serta mengetahui nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas sebelum disubstitusikan dengan material pasir dan sesudah disubstitusikan material pasir. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik menurut AASHTO tanah yang di uji diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalm kelompok A-6, dan menurut system USCS tanah tanah yang diuji diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan kelompok CL. Dengan menggunakan grafik regresi korelasi sederhana nilai $c_v t_{90}$ (koefisien konsolidasi) dengan q_u (kuat tekan bebas) didapatkan persamaan $y = 0,0073x + 0,0157$ nilai koefisien korelasi $(r) = 0,74947$ menunjukkan adanya hubungan yang kuat dan nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas apabila ditambahkan dengan pasir akan meningkat nilainya.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Hubungan, Regresi Sederhana

SUMMARY

CORRELATION BETWEEN CONSOLIDATED VALUE AND FREE COMPRESSIVE STRENGTH VALUE ON CLAY SUBSTITUTED BY SAND MATERIAL, University of Palangka Raya, Aditya Dwi Putra Sinaga, DAB 117 030, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Constructing buildings on clay soil will cause several problems including free compressive strength and soil subsidence. The occurrence of soil subsidence when subjected to loading on it, the pore water pressure will increase so that the pore water comes out causing a decrease in soil volume.

Clay soil is a soil that has low permeability, is very cohesive, has a high rate of swelling and shrinkage and the consolidation process is slow, this is very unfavorable if clay is used as a supporting subgrade. Therefore, a research was conducted on the behavior of the clay soil by testing the consolidation and testing the free compressive strength which will be substituted with sand material.

This study aims to determine the relationship between the value of consolidation and the value of the free compressive strength of the sei gohong clay, Bukit Batu District, Central Kalimantan Province and to determine the value of consolidation and the value of the free compressive strength before being substituted with sand material and after being substituted with sand material. Based on the results of the physical properties test according to AASHTO, the tested soil was classified as clayey in group A-6, and according to the USCS system, the tested soil was classified as clay soil with CL group. By using a simple correlation regression graph, the value of c_v (consolidation coefficient) with q_u (free compressive strength) obtained the equation $y = 0.0073x + 0.0157$ the correlation coefficient value (r) = 0.74947 indicates a strong relationship and the value of consolidation and The value of free compressive strength when added with sand will increase in value.

Keywords: Clay, Correlation, Simple Regression

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“HUBUNGAN NILAI KONSOLIDASI DAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN MATERIAL PASIR”**

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir Lilik Hermawan., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
8. Bapak Mohammad Ikhwan Yani, S.T., M.T. Ketua/Penguji 1 Skripsi.
9. Bapak Ir Suradji Gandi, MM. selaku Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
10. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 3 Skripsi.
11. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 4.
12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

13. Kepada kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan material dan dukungan semangat dalam penyelesaian skripsi.
14. Suci Futya Siregar yang telah memberikan semangat dalam penyusunan Skripsi.
15. Hendy Siringo-ringo yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi.
16. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya keluarga besar Teknik Sipil angkatan 2017 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Proposal Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Juli 2022

ADITYA DWI PUTRA SINAGA
NIM DAB 117 030

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian.....	4
BAB II	6
2.1 Umum	6
2.2 Tanah Lempung	6
2.3 Pasir	8
2.4 Pengujian sifat fisik dan mekanik tanah	9
2.4.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik (Index Properties) yang Berhubungan Dengan Pengujian	9
2.4.2 Sifat Mekanik tanah	11
2.4.3 Sistem Klasifikasi Tanah.....	15
2.5 Analisa Korelasi	22
2.6 Penelitian Terdahulu	24
BAB III	25
3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian	25
3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan	26
3.2 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	26
3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah (<i>Water Content</i>).....	26
3.2.2 Percobaan Berat Volume (<i>Volumetric Weight</i>)	26
3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Spesific gravity</i>).....	27
3.2.4 Batas Konsistensi Tanah (<i>Atterberg Limit</i>)	27
3.2.5 Pemeriksaan Analisis Saringan (<i>Sieve Analysis</i>)	28

3.3	Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah.....	28
3.3.1	Pengujian Konsolidasi.....	28
3.3.2	Pengujian Kuat Tekan Bebas	29
3.4	Metode Dalam Rencana Penelitian.....	30
3.5	Cara Analisis Data.....	31
3.6	Bagan Alir Penelitian	33
BAB IV	34
4.1	Umum	34
4.2	Hasil Penelitian Sifat Fisik Tanah	34
4.2.1	Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah.....	34
4.2.2	Klasifikasi Tanah.....	34
4.3	Hasil Penelitian Sifat Mekanik Tanah.....	38
4.3.1	Hasil Pengujian Konsolidasi.....	38
4.3.1.1	Konsolidasi tanah lempung + campuran pasir 0%	39
4.3.1.2	Rekapitulasi Pengujian konsolidasi tanah lempung dan variasi campuran pasir ..	48
4.3.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	52
4.4	Hubungan Nilai konsolidasi Dan Kuat tekan bebas	55
BAB V	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian.....	4
Gambar 1.2 Lokasi Penelitian Sampel.....	5
Gambar 2.1 Contoh grafik metode akar waktu.....	13
Gambar 2.2 Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....	19
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas AASHTO.....	36
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas USCS.....	38
Gambar 4.3 Grafik Nilai t_{90} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli.....	41
Gambar 4.4 Grafik Nilai t_{50} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli.....	42
Gambar 4.5 Grafik Penentuan Tekanan Pra Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung Asli.....	46
Gambar 4.6 Grafik Hubungan $C_v(t_{50})$ dengan Tekanan Sampel Tanah Lempung Asli.....	47
Gambar 4.7 Grafik Hubungan $C_v(t_{90})$ dengan Tekanan Sampel Tanah Lempung Asli.....	47
Gambar 4.8 Grafik Hubungan $C_v(t_{50})$ dengan Variasi Campuran	50
Gambar 4.9 Grafik Hubungan $C_v(t_{90})$ dengan Variasi Campuran	50
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Penurunan Konsolidasi (S_c) dengan Variasi Campuran.....	51
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Index Pemampatan (C_c) dengan Variasi Campuran	51
Gambar 4.12 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Asli.....	53
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran	54
Gambar 4.14 Grafik hubungan nilai konsolidasi dan kuat tekan bebas	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Index Plastisitas dan Macam Tanah.....	2
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	8
Tabel 2.3	Sistem Klasifikasi Unified.....	21
Tabel 2.4	Penelitian Terdahulu.....	25
Tabel 3.1	Pencampuran Sampel Tanah	32
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Pada Tanah Lempung Asli.....	34
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	37
Tabel 4.3	Pengujian Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung.....	39
Tabel 4.4	Kadar Air dan Berat Isi Sampel Tanah Lempung Asli.....	40
Tabel 4.6	Ukuran Ring Sampel Tanah Lempung Asli.....	41
Tabel 4.7	Perhitungan Koefisien Konsolidasi (C_v) Sampel Tanah Lempung Asli	47
Tabel 4.8	Perhitungan Permeabilitas (K) Sampel Tanah Lempung Asli.....	44
Tabel 4.9	Hubungan Angka Pori dengan Tegangan Sampel Tanah Lempung Asli.....	45
Tabel 4.10	Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi pada Semua Sampel	49
Tabel 4.12	Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan konstruksi bangunan sipil, yang berpengaruh terhadap perencanaan konstruksi Sipil. Tanah dasar merupakan bagian yang sangat penting dalam membangun sebuah Bangunan Sipil, karena tanah dasar akan mendukung seluruh beban bangunan konstruksi . Mendirikan Bangunan di atas tanah lempung akan menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya kuat tekan tanah dan penurunan tanah. Terjadinya penurunan (konsolidasi) tanah apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air-pori keluar menyebabkan berkurangnya volume tanah, oleh karena itu terjadi penurunan signifikan pada tanah yang akan mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah untuk menahan beban yang ada diatas tanah tersebut.

Pada tanah lempung jika menerima beban di atasnya akan mengalami penurunan yang tinggi. Dalam waktu yang lama hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bangunan akibat penurunan yang berlebihan. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung yaitu antara lain : Permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat (Hardiyatmo, 1992). Hal ini sangat tidak menguntungkan bila tanah lempung digunakan sebagai tanah dasar untuk menopang . Maka salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut,

maka di lakukan penelitian tentang perilaku tanah lempung tersebut dengan pengujian konsolidasi dan pengujian kuat tekan bebas.

Untuk mengetahui dari pencampuran pasir terhadap perilaku penurunan kuat tekan tanah lempung Kabupaten Kasongan, Kalimantan Tengah, dilakukan pengujian konsolidasi dan kuat tekan bebas yang disubsitusikan dengan material pasir

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik dan sifat mekanik tanah di Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah.?
2. Bagaimana nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas sebelum disubsitusikan dengan pasir dan sesudah disubsitusikan dengan pasir ?
3. Bagaimana hubungan nilai Konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah Lempung di Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah di Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah.

2. Mengetahui nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas sebelum disubsitusikan dengan pasir dan sesudah disubsitusikan dengan pasir.
3. Mengetahui Hubungan nilai Konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung di Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah pada penelitian ini diambil dari lokasi Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah .
2. Untuk Konsolidasi dan Kuat Tekan Bebas dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Analisis data menggunakan persamaan regresi linier sederhana.
4. Adapun lokasi penelitian tersebut dilakukan di daerah Sei Gohong kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah.
5. Sampel pasir pada penelitian ini diambil dari pasir Tangkiling.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman ilmu pengetahuan tentang tanah khususnya mengenai sifat fisik dan mekanik tanah lempung khususnya di daerah Sei Gohong Kecamatan Bukit Batu Provinsi Kalimantan Tengah.

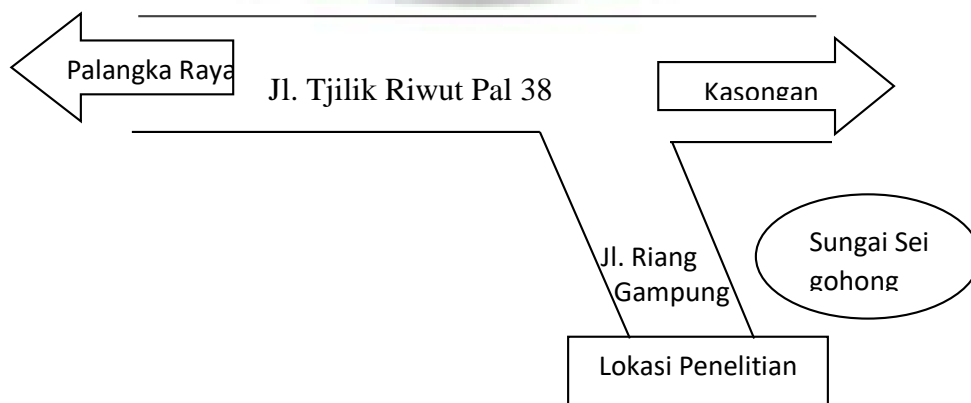
2. Data-data yang dihasilkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pihak-pihak yang akan melakukan penelitian lebih lanjut khususnya mengenai korelasi hasil nilai Konsolidasi dan kuat tekan bebas tanah lempung di daerah Sei Gohong Kecamatan Bukit Batu Provinsi Kalimantan Tengah.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah Sei Gohong Kecamatan Bukit Batu provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1.2 Sketsa Penelitian

Adapun pengujian dilaksanakan pada Laboratorium Mekanika Tanah
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tanah selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan yang berdiri di atasnya dan menjadi salah satu pendukung kokohnya suatu konstruksi tersebut. Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat di atas tanah maka kita perlu mengetahui karakter tanah dan daya dukung yang dapat diberikan oleh tanah tersebut terhadap bangunan konstruksi.

Terjadinya penurunan (konsolidasi) tanah apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air-pori keluar menyebabkan berkurangnya volume tanah, oleh karena itu terjadi penurunan signifikan pada tanah yang akan mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah untuk menahan beban yang ada di atas tanah tersebut. Permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat (Hardiyatmo, 1992)

2.2 Tanah Lempung

Definisi tanah lempung menurut beberapa ahli :

1. Terzaghi (1987) 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. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

2. DAS (1988) Merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah.
3. Bowles (1991) Mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.
4. Hardiyatmo (1992) Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter 2 μm atau sekitar 0,002 mm (USDA, AASHTO, USCS). Namun demikian, di beberapa kasus partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM-D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung.

Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (non clay soil) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel quartz, feldspar, mika dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu $<1 \mu\text{m}$ ($2 \mu\text{m}$ merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

2.3 Pasir

Pasir (sand) adalah partikel batuan yang berukuran $0,074 \text{ mm}$ sampai 5 mm , yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran $< 1 \text{ mm}$. Menurut SNI 03-2843-2000 pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm

Mineral pasir yang lebih dominan adalah kwarsa yang pada dasarnya stabil, lemah dan tidak dapat merubah bentuk. Pada suatu saat, pasir dapat meliputi granit, magnetit dan hornblende. Karena perubahan cuaca di mana akan cepat terjadi pelapukan mekanis dan terjadi sedikit pelapukan kimiawi, mungkin akan ditemui mika, feldspar atau gypsum, tergantung pada batuan asal

2.4 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

2.4.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik (*Index Properties*) yang Berhubungan dengan Pengujian

Sifat-sifat fisik (*Index Properties*), dapat diartikan karakteristik fisik tertentu yang pada dasarnya digunakan untuk mengklasifikasi, tetapi juga untuk korelasi dengan sifat-sifat mekanis atau sifat-sifat keteknikan (*Engineering Properties*).

1. Kadar Air (w)

Pengujian ini digunakan untuk menentukan tanah air tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah dinyatakan dalam persen.

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 = \frac{w - w_s}{w_s} \times 100 \quad (2.1)$$

Keterangan:

w = Kadar air (%)

w_w = Berat air

w_s = Berat butiran padat (gr)

2. Berat Jenis Tanah (G_s)

Untuk mendapatkan nilai berat jenis suatu tanah. (G_s)

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} \quad (2.2)$$

Keterangan:

G_s = Berat jenis

γ_w = Berat volume air

w_s = Berat butiran padat (gr)

v_s = Volume butiran padat (cm^3)

3. Berat isi tanah (γ)

Pengujian ini digunakan untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gram/cm^3 .

4. Batas Atterberg

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui Index Plastisitas dari suatu tanah yang diuji. Index Plastisitas (PI) adalah selisih dari batas cair dan batas Plastis. Plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak dan remuk.

$$PI = LL - PL \quad (2.3)$$

a. Batas Cair (LL)

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui batas cair tanah yang diuji. Batas Cair adalah kadar air dimana tanah berada dalam batas keadaan plastis dan cair.

b. Batas Plastis

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah, yaitu nilai kadar air terendah dari suatu contoh tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.

Batasan mengenai Indeks Plastis, sifat, dan macam tanah dan kohesinya diberikan oleh *Atterberg* terdapat dalam tabel berikut :

Tabel 2.1 Nilai Index Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Wesley (1988)

2.4.2 Sifat Mekanik tanah

1. Konsolidasi

Konsolidasi merupakan suatu proses pemampatan tanah, dan berkurangnya volume pori dalam tanah. Hal ini dapat menghasilkan bertambahnya daya dukung tanah.

Penurunan konsolidasi adalah perpindahan vertikal permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi. Sebagai contoh, penurunan konsolidasi akan terjadi bila suatu struktur di bangun di suatu lapisan lempung, atau muka air tanah turun secara permanen

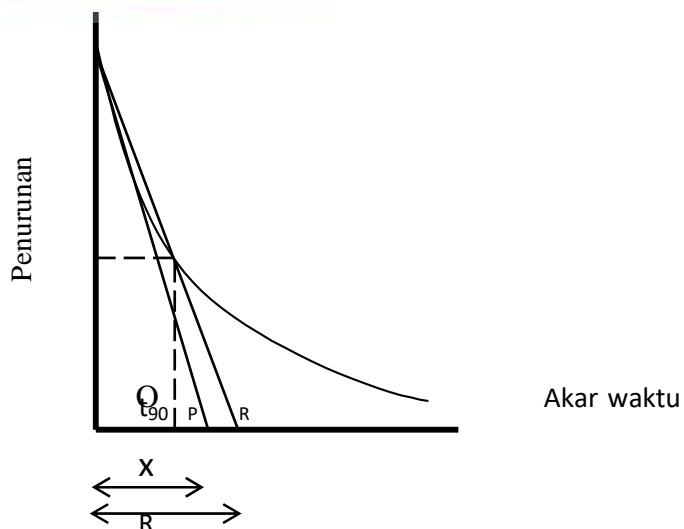
pada lapisan di atas lapisan lempung tersebut, serta bila dilakukan penggalian pada suatu lempung jenuh.

Menurut Braja M. Das (1985) yang dikutip oleh Yamali, F., Y. (2011) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai Konsolidasi di Tanah Lempung Pada Lokasi yang Sama”, konsolidasi terbagi menjadi 2 yaitu:

- Immediate Settlement Terjadi akibat deformasi elastis tanah kering, basah dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas.
- Consolidation Settlement Hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah

1) Metode Taylor

Metode Taylor merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengetahui nilai dari C_v yang terdapat pada tanah. Metode ini disebut juga metode akar waktu.



Gambar 2.2 Contoh grafik metode akar waktu

1. Hitungan Koefisien perubahan volume :

$$mv = \frac{1}{1 + e_o} \cdot \frac{e_o - e_1}{\sigma_1 - \sigma_o}$$

a. - Buat grafik pembacaan penurunan dengan akar waktu

- Menentukan t_{90} :

$$C_v = \frac{0,848 \cdot H_{dr}^2}{t_{90}}$$

b. - Buat grafik pembacaan penurunan dengan log waktu

- Menentukan t_{50} :

$$C_v = \frac{0,197 \cdot H_{dr}^2}{t_{50}}$$

Dimana:

$$H_{dr} = \frac{1}{2} H$$

2. Kuat Tekan Bebas Tanah

Kuat tekan bebas dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah dan batuan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli ataupun buatan (*remolded*).

Yang dimaksud dengan kuat tekan bebas ialah besarnya gaya Aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan saat regangan aksialnya 20%.

1. Besar regangan aksial di dihitung dengan rumus;

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

ϵ = regangan aksial

ΔL = perubahan panjang benda uji (cm)

L_0 = panjang benda uji semula (cm)

2. Luas penampang benda uji rata-rata:

$$A = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

A_0 = luas penampang benda uji semula (cm²)

3. Hitung besar penampang benda uji semula (cm²)

$$\sigma = P / A$$

(kg/cm²)

$$P = N \times n$$

(kg)

n = pembacaan arloji

N = angka kalibrasi dari cincin penguji (proving ring)

- Untuk tanah yang getas kecepatan regangan diambil lebih dari 1% per menit
- Besar sensitivitas suatu jenis tanah dapat dihitung dari:

$$st = \frac{q_u}{q_u'} = st \text{ (sensitivitas)}$$

q_u = kuat tekan bebas benda uji asli

q_u' = kuat tekan bebas uji buatan dengan berat isi yang sama dengan benda uji asli

- **q_u** adalah hasil uji kuat tekan bebas, dimana q_u didapat dari nilai titik puncak grafik perbandingan antara tegangan dengan regangan. Sedangkan **C_u** diperoleh dari nilai $\frac{1}{2} q_u$

2.5 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya.

A. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration System*. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan menjadi tujuh

kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir kasar, sedangkan untuk A-4 sampai A-7 adalah tanah lanau – lempung. Sistem ini didasarkan pada kriteria dibawah ini .

1) Ukuran butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (2 mm).

Pasir : bagian tanah yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos saringan No. 200

2) Plasisitas :

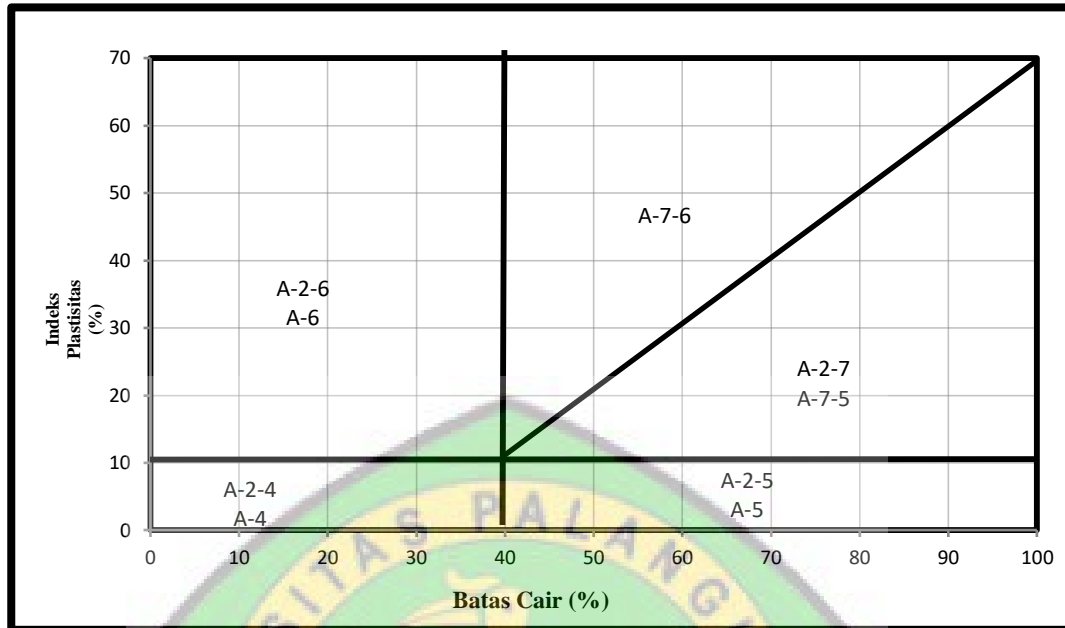
Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [*plasticity index (PI)*] sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

3) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan didalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu tetapi persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Tabel 2.2 : Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikas Umum	Tanah Berbutir (35 % Atau Kurang Dari Seluruh Contoh Tanah Lolos Saringan No. 200)							Tanah Berbutir (Lebih Dari 35 % Dari Seluruh Contoh Tanah Lolos Saringan No. 200)			
	A-1			A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6+
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis Saringan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos saringan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Indek Kelompok (GI)	0		0	0			4 Maks	8 Maks	12 Maks	16 Maks	20 Maks
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerkil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah Berlanau	Tanah Berlempung	Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerkil dan pasir
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Sumber : Das (1995)



Gambar 2.1. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sumber : Das (1995)

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,001(F - 15)(PI - 10) \quad (2.4)$$

Keterangan :

GI = Indeks Kelompok

F = Persentase butir yang lolos saringan No. 200

LL = batas cair

PI = Indeks Plastisitas

B. Sistem Klasifikasi *Unified*

Sistem ini diperkenalkan oleh *Casagrande* (1942). Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

- 1) Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- 2) Tanah berbutir-halus (*fine-grained-soil*), yaitu : tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol Pt digunakan untuk tanah gambut (*peat*), dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

- W = *well graded* (tanah bergradasi baik)
- P = *poorly graded* (tanah bergradasi buruk)
- L = *low plasticity* (plastisitas rendah) untuk $LL < 50$
- H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) untuk $LL > 50$

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi *Unified*

Divisi Utama			Simbol Kelompok	Nama Umum	
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50 % butiran tertahan pada saringan No. 200 +	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan No.4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.	
			GP	Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil dengan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lanau	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir lempung.	
	Kerikil 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.	
			SP	Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.	
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir lanau	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir lempung	
	Tanah berbutir halus 50 % atau lebih lolos saringan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair 50 % atau kurang		ML	Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung.
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (lean clay)
OL				Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	
Lanau dan lempung Batas Cair Lebih dari 50 %			MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomate, atau lanau diatomate, lanau yang elastis	
			CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clay)	

		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
	Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut) dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	
<p>Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos saringan No. 200 GW, GP, SW, SP lebih dari 12% lolos saringan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos saringan No. 200</p> <p>Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol.</p>		$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		Batas-batas Atterberg di garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.	
		Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		
		$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.		
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$			
	<p>Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488</p>			

Sumber : Das, (1985)

* Menurut ASTM (1982)

+ Berdasarkan tanah yang lolos saringan 75 mm (3 inc)

Dari Tabel 2.3 diatas dapat ditentukan jenis tanah yang diteliti yaitu dengan memplotkan hasil dari uji analisa saringan kedalam Tabel 2.3 dan nilai batas – batas konsistensi kedalam grafik dalam Tabel 2.3. Dimana dalam grafik tersebut biasa menentukan jenis tanah berdasarkan besar nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas kemudian ditarik garis, dari pertemuan antara kedua garis itulah bisa didapatkan jenis tanahnya.

2.5 Analisa Korelasi

Analisis korelasi adalah alat statistika yang dapat dipakai untuk menggambarkan derajat hubungan linier antara satu variabel dan variabel lainnya. Analisis korelasi sering kali digunakan bersama-sama dengan regresi untuk mengukur seberapa baik garis regresi menerangkan dari variabel tak bebas (Y). Korelasi juga dapat digunakan tanpa analisis regresi, namun hanya untuk mengukur derajat hubungan antara dua variabel.

Dari variabel-variabel yang akan dicari bentuk hubungannya terlebih dahulu hendaknya dijelaskan mana yang sebagai variabel bebas X dan mana yang sebagai variabel tak bebas Y. bentuk hubungan yang paling sederhana antara variabel X dengan variabel Y adalah berbentuk garis lurus atau berbentuk hubungan linier yang

disebut dengan regresi linier sederhana atau sering disebut regresi linier saja dengan persamaan matematikanya adalah sebagai berikut:

$$Y = A + BX \quad (2.5)$$

Apabila A dan B mengambil nilai seperti: A=0 dan B=1, persamaan [2.5] akan menjadi Y=X.

Persamaan (2.5) adalah suatu bentuk persamaan yang paling sederhana dari regresi linier sederhana. Dari persamaan (2.5) A dan B disebut konstanta atau koefisien regresi linier sederhana atau parameter garis regresi linier sederhana.

A disebut *intercept coefficient* atau intersep yaitu jarak titik asal atau titik acuan dengan titik potong garis regresi dengan sumbu Y dan B disebut *slope coefficient* atau *slup* yang menyatakan atau menunjukkan kemiringan atau kecondongan garis regresi terhadap sumbu X dari persamaan garis regresi (2.5) diatas, dalam hubungan tersebut terdapat satu variabel bebas X dan satu variabel tidak bebas Y. Dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft Excel*, grafik dan korelasi X (kuat tekan bebas) dan Y (konsolidasi) akan dapat digambarkan dan persamaan korelasinya juga dapat dimunculkan dalam grafik.

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 : Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Aditia Putra Pratama Situmorang	2021	Korelasi Nilai Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Dengan Nilai California Bearing Ratio (Cbr) Tanah Lempung	Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kuat tekan bebas pada 5 titik di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan yakni 0,580 kg/cm ² , 0,485 kg/cm ² , 0,518 kg/cm ² , 0,550 kg/cm ² , 0,548 kg/cm ² . Sedangkan nilai %CBR pada masing-masing titik yakni 3,10%, 2,95%, 2,92%, 3,08%, dan 3,02%. Dari nilai tersebut didapatkan korelasi antara nilai kuat tekan bebas dan CBR menggunakan persamaan regresi liner yakni %CBR = 1,872 qu + 2,0102.
2.	M. FACHTUR REZA	2021	Pengaruh Tingkat Kejenuhan Terhadap Konsolidasi Tanah Lempung	Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi, sampel tanah (dikeringkan) dengan derajat kejenuhan terkecil (45,80%) memiliki nilai Cc = 0,172, Sc = 0,158 cm, Cv (t50) = 0,014592 cm ² /detik, dan Cv (t90) = 0,031195 cm ² /detik. Sedangkan sampel tanah (ditambahkan kadar air 15%) dengan dengan derajat kejenuhan terbesar (95,30%) memiliki nilai Cc = 0,331, Sc = 0,364 cm, Cv (t50) = 0,013907 cm ² /detik, dan Cv (t90) = 0,023694 cm ² /detik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode yang digunakan yaitu pengumpulan data dan metode survei

1. Kajian Pustaka

Pendekatan yang dianggap sesuai dalam menganalisa hasil korelasi dari nilai Konsolidasi dan UCS terhadap jenis tanah lempung. Pustaka yang dipakai adalah literatur mengenai Mekanika Tanah, dan sebagainya.

2. Metode Eksperimental

Data yang diperoleh berupa data primer.

1. Data Primer

Yang termasuk data primer disini adalah data mengenai kondisi, sifat-sifat serta jenis tanah pada lokasi penelitian, yang didapat melalui penelitian di lapangan dan di laboratorium. Penelitian ini akan membantu untuk menganalisa nilai korelasi dari Konsolidasi dan Kuat Tekan Bebas pada tanah tersebut.

3. Pengujian Utama

Pengujian utama ini dilakukan di laboratorium dengan sampel tanah asli berasal dari lapangan. Pengujian utama ini meliputi : Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas,

Konsolidasi. Dari tanah asli lapangan yang diambil menggunakan cetakan untuk selanjutnya diuji di laboratorium.

3.2. Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan

Pengambilan sampel tanah asli menggunakan Hand Boring, tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Untuk mengambil tanah asli ini supaya tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya, mengambil tanahnya menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan. Pertama kali tabung dimasukkan kedalam tanah jangan langsung diangkat karena tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

3.3. Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

3.3.1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah (*Water Content*)

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

3.3.2 Percobaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D-2216-73 yaitu untuk mengetahui berat volume tanah (γ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring silinder.

3.3.3 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific gravity*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 854-58. Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu. Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah (Gs) yang mempunyai butiran lewat saringan No.40 dengan menggunakan piknometer.

3.3.4 Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 432-66 yang bertujuan untuk mengetahui batas cair dan batas plastis .

1. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dengan menggunakan alat casagrande dengan cara memasukkan sampel tanah yang lolos saringan No.40 kedalam mangkok casagrande, lalu diputar dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah.

2. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara plastis dan keadaan semi solid. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis dengan cara tanah yang lolos saringan No.40 dan diberi air suling lalu gulung-gulung/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3mm.

3. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Mengetahui kadar air (W_s) terhadap berat kering tanah setelah dioven.

3.3.5 Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 421-72. Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter tertentu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pemeriksaan ini menggunakan alat *seiveshaker* atau alat penguncang saringan.

3.3.6 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat tekan bebas (*UCS*). Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 2166-06 untuk memperoleh kuat geser dari tanah kohesif. Kuat tekan bebas (q_u) adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silindris (dalam hal ini sampel tanah) sebelum mengalami keruntuhan geser. Derajat kepekaan/sensitivitas (S_t) adalah rasio antara kuat tekan bebas dalam kondisi asli (undisturbed) dan dalam kondisi teremas (remolded).

3.3.7 Pengujian Konsolidasi

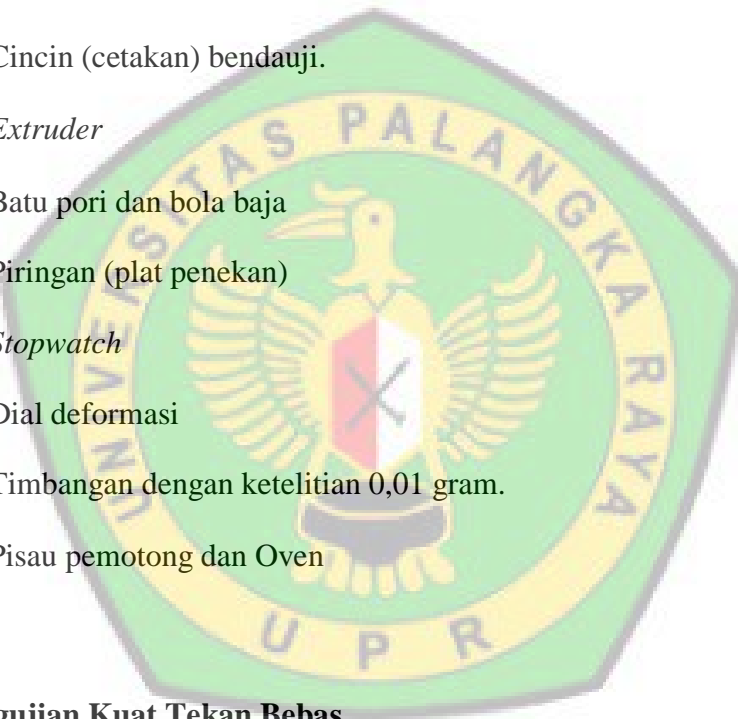
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan (perubahan volume) suatu jenis tanah pada saat menerima beban tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 2435-96.

Bahan-bahan:

- 1) Sampel tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil melalui tabung contoh atau sumur percobaan.
- 2) Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan:

- 1) Frame alat konsolidasi dan Consolidometer
- 2) Cincin (cetakan) benda uji.
- 3) *Extruder*
- 4) Batu pori dan bola baja
- 5) Piringan (plat penekan)
- 6) *Stopwatch*
- 7) Dial deformasi
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 9) Pisau pemotong dan Oven



3.3.8 Pengujian Kuat Tekan Bebas

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*) suatu jenis tanah.

Bahan-bahan:

- 1) Sampel tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil melalui tabung contoh atau sumur percobaan.
- 2) Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan:

- 1) *Alat unconfined Compression Test*
- 2) Ring silinder untuk mengambil contoh tanah
- 3) *Stopwatch*
- 4) *Piston plunger*
- 5) *Oven*
- 6) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr.
- 7) *Container*
- 8) *Desikator*
- 9) Prosedur Jangka sorong

3.4 Metode Dalam Rencana Penelitian

1. Alat
 - a. Alat uji UCS
 - b. Satu set alat uji Klasifikasi tanah (Analisis saringan, Atterberg limit, Hydrometer) (ASTM (1982))

2. Bahan

Tanah lempung diambil dari Di Sei Gohong Kecamatan Bukit Batu Provinsi Kalimantan Tengah

3. Pencampuran Sampel Tanah

Tanah yang telah diketahui karakteristiknya yaitu yang sesuai dengan karakteristik dari tanah lempung akan digunakan dalam pencampuran. Kemudian langkah selanjutnya adalah pelaksanaan pencampuran dari tanah dan pasir. Pada penelitian

ini digunakan benda uji dalam 5 variasi campuran yang berbeda yaitu sampel A dengan tambahan 0% pasir, sampel B 5% pasir, sampel C 10% pasir, sampel D 15% pasir dan sampel E 20% pasir. Masing-masing terdiri dari 5 sampel yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari jumlah komposisi tanah dan pasir dengan nilai konsolidasi dan kuat tekan dari benda uji.

SAMPEL	CAMPURAN
1	Tanah Asli + Pasir 0 %
2	Tanah Asli + Pasir 5 %
3	Tanah Asli + Pasir 10 %
4	Tanah Asli + Pasir 15 %
5	Tanah Asli + Pasir 20 %

Pencampuran akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.



3.5 Cara Analisis Data

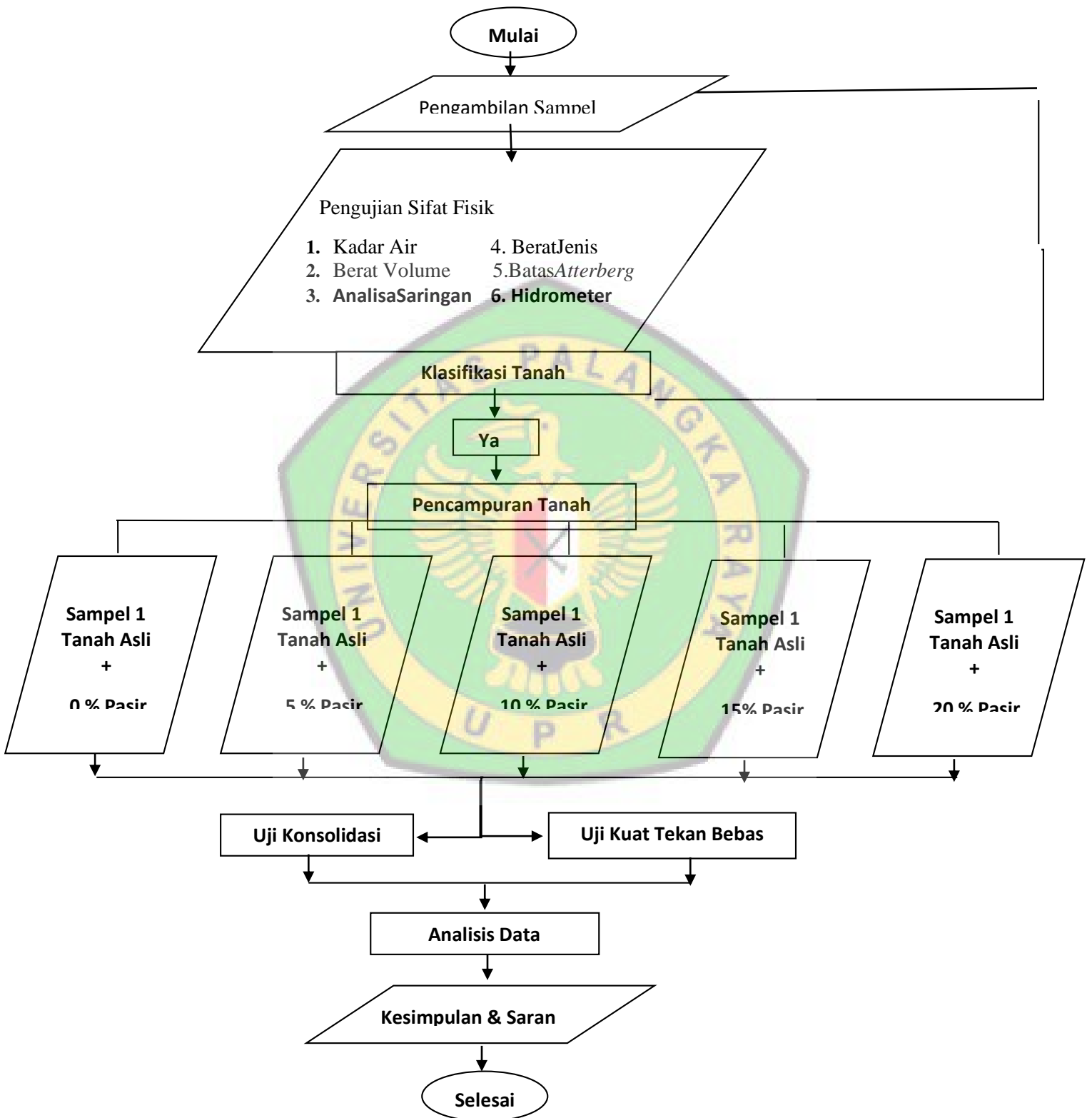
Analisis data hasil pengujian akan diperoleh dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi

yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antara hasil Konsolidasi dan Kuat Tekan Bebas dengan hasil uji laboratorium.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian merupakan tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atas permasalahan penelitian yang dilakukan. Skema penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:





BAB IV

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Hasil pemeriksaan dan pengujian meliputi sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai penurunan dan nilai kuat tekan bebas tanah lempung di Jl. Riang Sei Gohong Kecamatan Bukit Batu Provinsi Kalimantan Tengah dengan campuran material pasir.

4.2 Hasil Penelitian Sifat Fisik Tanah

Untuk pemeriksaan sifat fisik tanah didapatkan nilai kadar air, berat volume, berat jenis, analisis saringan, batas-batas atterberg, analisis hidrometer, Setelah mengetahui hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik kemudian tanah dapat diklasifikasikan.

4.2.1 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah

Dari hasil pemeriksaan sifat fisik tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Pada Tanah Lempung Asli

No	Jenis Pemeriksaan	satuan	Pemeriksaan
1	Kadar Air (w)	%	31,72
2	Pemeriksaan Berat isi, isi pori, derajat Kejenuhan - Berat Volume Tanah (γ) - Angka Pori (e) - Derajat Kejenuhan (S) - Porositas (n)	gr/cm ³ %	1,92 0,87 98,90 0,46
3	Berat Jenis (Gs)	%	2,73
4	Pemeriksaan Analisis Saringan - Persentase Tanah Tertahan di saringan no. 200 - Persentase Tanah lolos Saringan no.200	% %	47,96 52,04
5	Batas-batas <i>Atterberg</i> - LL (Batas Cair) - PL (Batas Plastis) - SL (Batas Susut) - Indeks Plastisitas	% % % %	34,50 18,83 11,94 15,67
6	Analisa Hidrometer - CC - CU		5,88 2,88

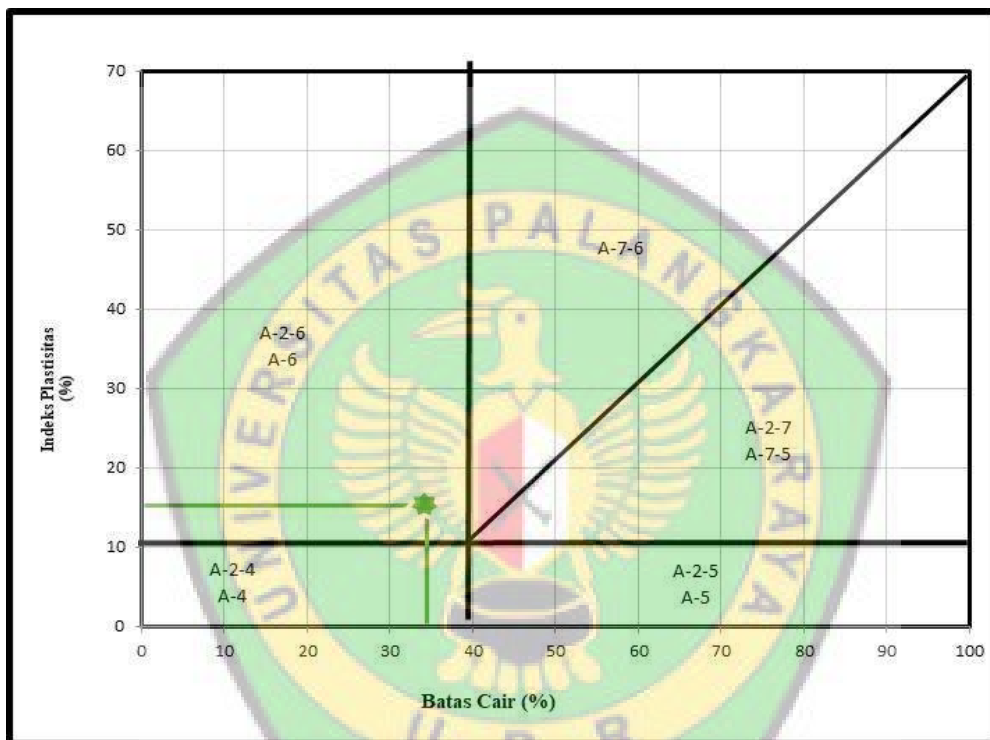
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022).

4.2.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah bertujuan untuk membedakan sifat-sifat dan mengelompokkan tanah kedalam kelas-kelas tertentu berdasarkan kesamaan sifat yang dimiliki tanah tersebut (Hardjowigeno, 2003). Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan klasifikasi USCS.

1. Sistem Klasifikasi AASHTO

Hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No. 200 (0,075 mm) adalah 52,04% > 35%, nilai batas cair (LL) rata-rata = 34,50 % < 40% dan indeks plastisitas (PI) = 15,67 % > 11%. Pada gambar 4.1 dapat dilihat tanah termasuk kelompok sub grup A-6.



Sumber: Hardiyatmo, 2012

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas AASHTO

Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam beberapa kelompok yang setiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya (GI).

$$GI = ((F - 35) (0,2 + 0,005 (LL - 40)) + (0,01 (F - 15) (PI - 10)))$$

$$GI = ((50,21-35) (0,2+0,005 (34,50-40)) + (0,01 (50,21-15) (15,67-10)) = 4,62 \% \approx 5$$

Tabel 4.2 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Material Granular (<35% lolos saringan no.200)							Tanah lanau tanah lempung (<35% lolos saringan no.200)			
	A1		A3	A2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa Saringan (% Lolos)											
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0.075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi Lolos Saringan No. 40											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	40 maks	40 maks	40 min	40 maks	40 min	40 maks	40 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks	-	Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0	0	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	6 maks	20 maks	20 maks
Tipe Material Yang Pokok Pada Umumnya	Pecahan Batu, Kerikil dan Pasir		Pasir Halus	Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir				Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	Sangat Baik Sampai Baik							Sedang Sampai Buruk			
Keterangan: *Untuk A-7-5, PI ≤ LL-30 **Untuk A-7-6, PI > LL-30											

Sumber: Das (1995)

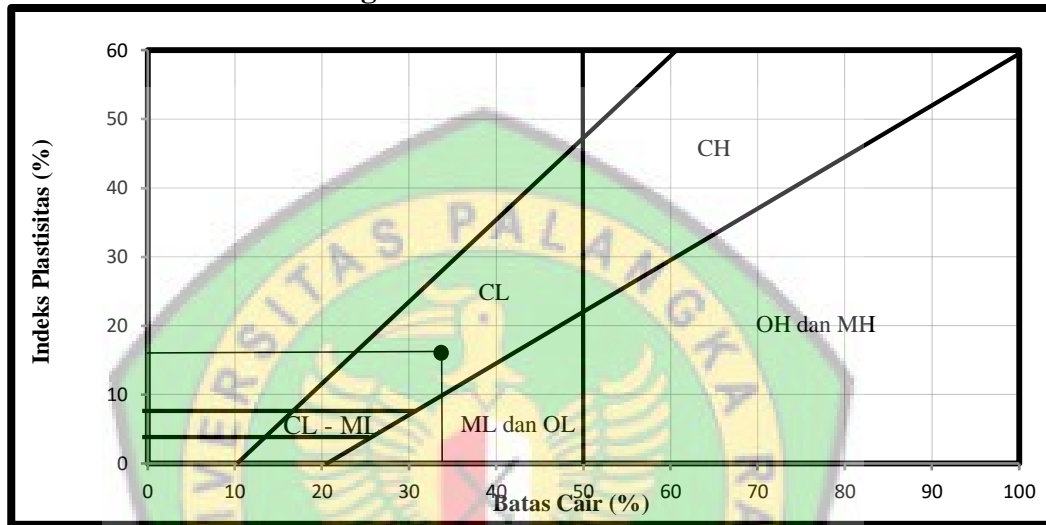
Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (5) termasuk ke dalam tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk.

2. Sistem Klasifikasi USCS

Berdasarkan sistem USCS, hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No.200 (0,0075 mm) rata-rata = 52,04% > 50%, maka tanah

tersebut termasuk tanah berbutir halus dan hasil pemeriksaan batas-batas *atterberg*, didapat nilai batas cair (LL) rata-rata = 34,50% < 50% dan nilai indeks plastisitas (PI) = 15,67%.

Gambar 4.2 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas USCS



Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat tanah tersebut termasuk kedalam kelompok CL, berdasarkan klasifikasi USCS dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji termasuk dalam Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (lean clay).

1.7 4.3 Hasil Penelitian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik pada penelitian ini terdiri dari dua pengujian, yaitu konsolidasi dan kuat tekan bebas. Hasil pengujian dapat dilihat pada uraian berikut.

4.3.1 Hasil Pengujian Konsolidasi

Pengujian konsolidasi bermaksud untuk mengetahui dan mengukur penurunan pada tanah dengan menggunakan variasi beban tertentu untuk mendapatkan koefisien konsolidasi (C_v), indeks pemampatan (C_c), penurunan konsolidasi (S_c) dan mengukur perubahan volume (perubahan tinggi) tanah terhadap waktu.

4.3.1.1 Konsolidasi tanah lempung + campuran pasir 0%

a. Penurunan nilai konsolidasi tanah asli + pasir 0%

Pengujian konsolidasi ini menggunakan beban yang ditambah secara bertahap setiap 24 jam, berturut-turut 0,5, 1, 2, 4, 8 kg kemudian dikurangi beban 4 kg. Pada pengujian konsolidasi sampel tanah lempung asli diperoleh rekapitulasi parameter-parameter hasil pengujian konsolidasi sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengujian Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung

Beban (Kg)	0,5	1	2	4	8	4
Tegangan (kg/cm ²)	0,16	0,32	0,63	1,27	2,53	1,27
Pembacaan Arloji Dial	Penurunan nilai Konsolidasi					
0 detik	0	0,108	0,143	0,213	0,283	0,452
9,6 detik	0,027	0,109	0,148	0,244	0,352	0,449
21,4 detik	0,058	0,112	0,151	0,245	0,356	0,449
38,4 detik	0,062	0,114	0,153	0,248	0,359	0,449
1 menit	0,064	0,118	0,159	0,253	0,362	0,449
2,25 menit	0,069	0,120	0,164	0,257	0,365	0,448
4 menit	0,070	0,123	0,169	0,260	0,365	0,448
9 menit	0,075	0,126	0,173	0,264	0,369	0,447
16 menit	0,077	0,129	0,174	0,266	0,374	0,447
25 menit	0,085	0,131	0,178	0,269	0,380	0,447
36 menit	0,092	0,133	0,181	0,273	0,383	0,446
49 menit	0,101	0,135	0,184	0,275	0,391	0,446
60 menit	0,104	0,137	0,191	0,277	0,392	0,445
120 menit	0,106	0,140	0,199	0,279	0,412	0,443
1440 menit	0,108	0,143	0,213	0,283	0,452	0,443

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

b. Kadar air dan Berat isi tanah lempung asli + 0% Pasir

Nilai kadar air dan berat isi yang didapatkan dari hasil sebelum dan sesudah pengujian konsolidasi dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 4.4 Kadar Air dan Berat Isi Sampel Tanah Lempung Asli

Kadar Air dan Berat Isi	Sebelum	Sesudah
Berat Tanah Basah + cincin (gr)	117,100	114,600
Berat Cincin (gr)	56,200	56,200
Berat Contoh Basah (gr)	60,900	58,400
Berat Contoh Kering (gr)	40,700	40,700
Berat Air (gr)	20,200	17,700
Kadar Air (%)	49,631	43,489
Berat Isi (gr/cm ³)	1,722	1,652
Berat Isi Kering (gr/cm ³)	1,151	1,151

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

c. Angka pori dan derajat kejenuhan Tanah Lempung + pasir 0 %

Nilai angka pori dan derajat kejenuhan yang didapatkan dari hasil sebelum dan sesudah pengujian konsolidasi dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 4.5 Angka Pori dan Derajat Kejenuhan Sampel Tanah Lempung Asli

Angka Pori dan Derajat Kejenuhan	Sebelum	Sesudah
Tinggi Sampel (cm)	1,800	1,357
Angka Pori	1,372	1,312
Kadar Air (%)	49,631	43,489
Derajat Kejenuhan	98,784	90,490
Berat jenis (Gs)	2,73	2,73

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

d. ukuran ring sampel tanah lempung + pasir 0%

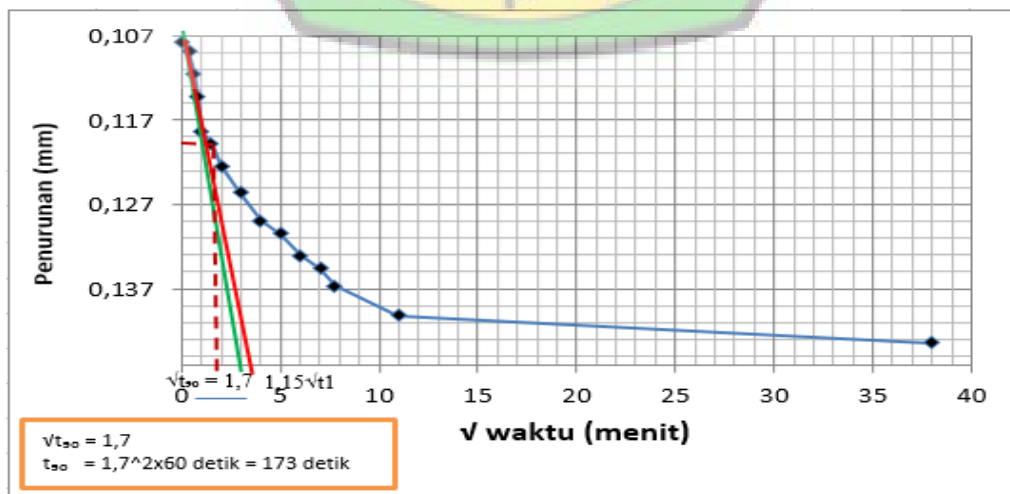
Ukuran ring sampel yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 4.6 Ukuran Ring Sampel Tanah Lempung Asli

Diameter Ring (cm)	5,000
Tinggi Ring (cm)	1,800
Luas Ring (cm ²)	19,643
Hs=Ws/AxGs (cm)	0,759
e0= H0-Hs/Hs	1,372
Hv=H-Hs	1,041

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Dari pengujian konsolidasi tanah lempung + pasir 0%, sehingga didapat grafik sebagai berikut :

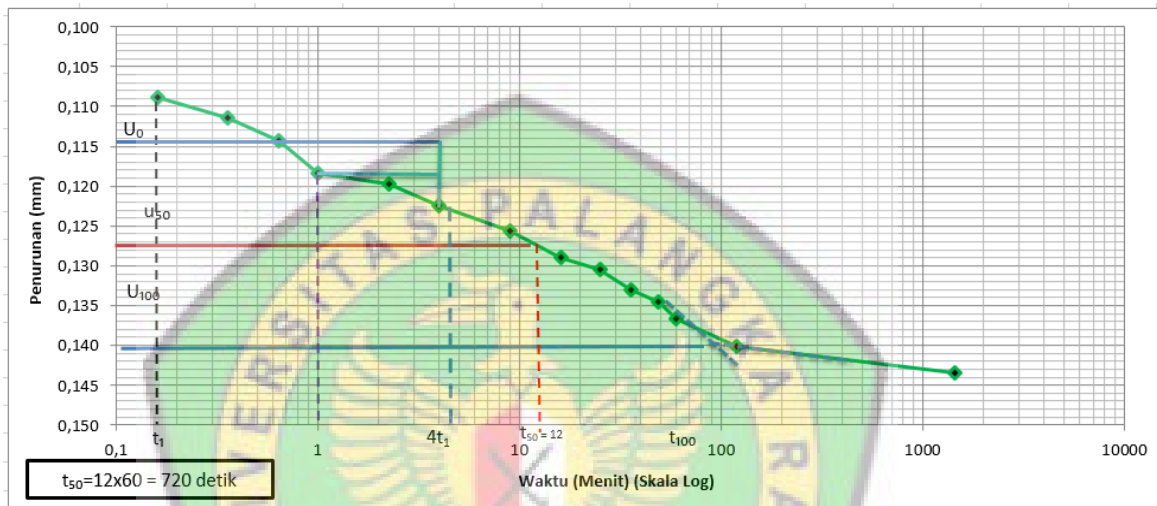


Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.3 Grafik Nilai t_{90} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli

Dari hasil grafik didapatkan hasil $\sqrt{T_{90}} = 1,7$

$$T_{90} = 1,7^2 \times 60 \text{ detik} = 173 \text{ detik}$$



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.4 Grafik Nilai t_{50} pada Beban 1 Kg Sampel Tanah Lempung Asli

Dari hasil grafik didapatkan hasil $T_{50} = 12$

$$T_{50} = 12 \times 60 \text{ detik} = 720 \text{ detik}$$

Hubungan penurunan dengan metode akar waktu (Taylor) dan metode logaritma (Casagrande) pada beban 0,5 kg dari hasil pengujian konsolidasi di Laboratorium pada tanah lempung asli. Karena nilai ini akan digunakan untuk menentukan nilai koefisien konsolidasi (C_v).

a. Perhitungan konsolidasi sampel tanah lempung asli

H_s dan e_0 diperlukan dalam perhitungan konsolidasi, sampel tanah lempung asli $H_s = 0,772$ cm dan $e_0 = 1,332$ (H_s dan e_0 dapat dilihat pada Tabel 4.6).

1. Perhitungan nilai Δe (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$\Delta e = \frac{\Delta H}{H_s} \quad (4-1)$$

$$\Delta e = \frac{0,014}{0,759} = 0,01889$$

2. Perhitungan nilai e (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$e = e_0 - \Delta e \quad (4-2)$$

$$e = 1,517 - 0,01889 = 1,49811$$

3. Perhitungan nilai C_v (t_{50}) (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$C_v = \frac{0,197H_{dr}^2}{t_{50}} \quad (4-3)$$

$$C_v = \frac{0,197 \times 1,657^2}{720} = 0,000750877 \text{ cm}^2/\text{det}$$

4. Perhitungan nilai C_v (t_{90}) (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$C_v = \frac{0,848H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (4-4)$$

$$C_v = \frac{0,848 \times 1,657^2}{173} = 0,01345194 \text{ cm}^2/\text{det}$$

Koefisien konsolidasi (C_v) adalah parameter yang menghubungkan perubahan tekanan air pori eksers terhadap waktu. Rekapitulasi hasil perhitungan nilai Δe , e , C_v (t_{50}) dan C_v (t_{90}) pada semua tekanan dapat di lihat pada Tabel 4.7 di bawah ini:

Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Konsolidasi (C_v) Sampel Tanah Lempung Asli

Tekanan (kg/cm ²)	Pembaca Arloji (mm)	ΔH (cm)	Δe	Angka Pori	H	t50 (dt)	t90 (det)	Cv T 50 (cm ² /det)	Cv T 90 (cm ² /det)
0,16	0,108	0,011	0,01419	1,357	1,692	1080	60	0,000522393	0,04047616
0,32	0,143	0,014	0,01889	1,353	1,657	720	173	0,000750877	0,01345194
0,63	0,213	0,021	0,02806	1,344	1,587	1020	240	0,00048643	0,00889894
1,27	0,283	0,028	0,03727	1,334	1,517	288	240	0,001574353	0,00813229
2,53	0,452	0,045	0,05961	1,312	1,348	582	120	0,000614703	0,01283325
1,27	0,443	0,044	0,05837	1,313	1,357	-	-	-	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

5. Perhitungan nilai m_v (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$m_v = \frac{\frac{\Delta H}{H}}{\Delta \sigma} \quad (4-5)$$

$$m_v = \frac{0,014}{0,32} = 0,02705 \text{ cm}^2/\text{det}$$

6. Perhitungan nilai $k(t_{50})$ (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$k(t_{50}) = C_v(t_{50}) \times m_v \times \lambda_w \quad (4-6)$$

$$k(t_{50}) = 0,000750877 \times 0,02705 \times 0,001 = 0,00000020312 \text{ cm/det}$$

7. Perhitungan nilai $k(t_{90})$ (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$k(t_{90}) = C_v(t_{90}) \times m_v \times \lambda_w \quad (4-7)$$

$$k(t_{90}) = 0,013452 \times 0,02705 \times 0,001 = 0,000000364 \text{ cm/det}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai M_v , $k(t_{50})$ dan $k(t_{90})$ pada semua tekanan dapat di lihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Perhitungan Permeabilitas (K) Sampel Tanah Lempung Asli

Tekanan (kg/cm ²)	H	ΔH (cm)	ΔH/H	mv (cm ² /det)	Cv (t50) (cm ² /det)	k(t50) (cm/det)	Cv (t90) (cm ² /det)	k(t90) (cm/det)
0,16	1,692	0,011	0,00636	0,03978	0,000522	0,000000020779	0,040476	0,000001610
0,32	1,657	0,014	0,00866	0,02705	0,000751	0,000000020312	0,013452	0,000000364
0,63	1,587	0,021	0,01342	0,0213	0,000486	0,000000010363	0,008899	0,000000190
1,27	1,517	0,028	0,01865	0,01468	0,001574	0,000000023116	0,008132	0,000000119
2,53	1,348	0,045	0,03357	0,01327	0,000615	0,000000008157	0,012833	0,000000170
1,27	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Hubungan angka pori dengan tegangan sampel tanah lempung asli

Hubungan angka pori dan tegangan apabila digambarkan ke dalam grafik akan membentuk kurva bergerak turun seiring dengan bertambahnya waktu pada saat proses pengujian. Berikut ini adalah cara perhitungan untuk mendapatkan nilai angka pori pada sampel tanah lempung asli.

- Perhitungan nilai e (tekanan 0,32 kg/cm² dan seterusnya):

$$e_0 = 1,372 \text{ (Sampel Tanah Lempung Asli)}$$

$$e = e_0 - \Delta e \quad (4-$$

8)

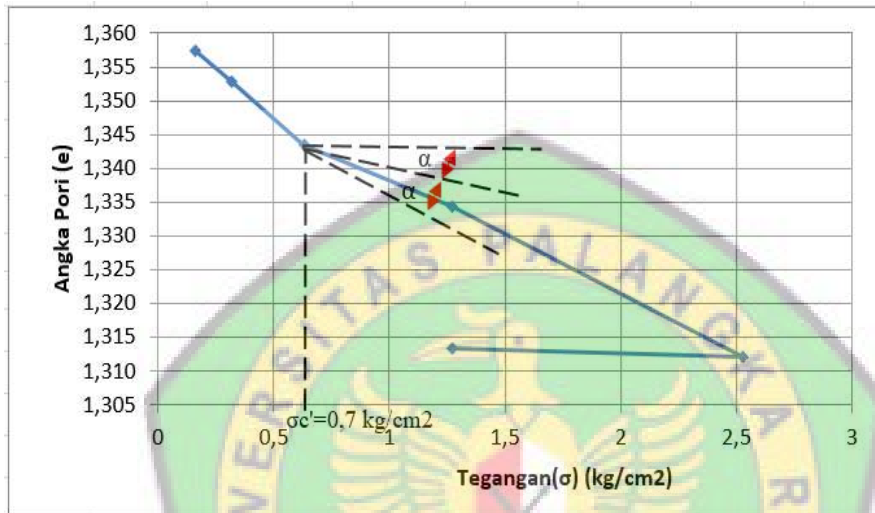
$$e = 1,332 - 0,01889 = 1,353$$

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai angka pori (e) pada semua tekanan dapat di lihat pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Hubungan Angka Pori dengan Tegangan Sampel Tanah Lempung Asli

Beban	0,5	1	2	4	8	4
σ	0,16	0,32	0,63	1,27	2,53	1,27
Total Δh	0,011	0,014	0,021	0,028	0,045	-
e	1,357	1,353	1,344	1,334	1,312	1,313

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

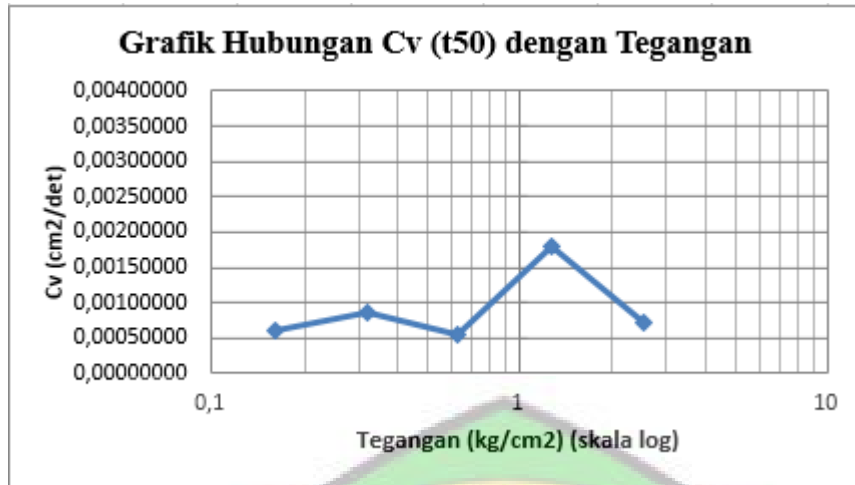


Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.5 Grafik Penentuan Tekanan Pra Konsolidasi pada Sampel Tanah Lempung Asli

1. Hubungan Nilai C_v dengan Tekanan

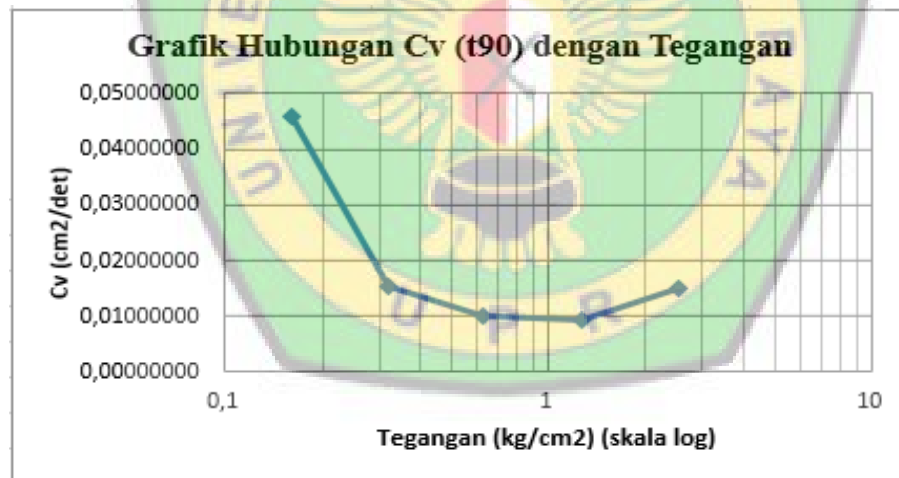
Perhitungan nilai C_v dapat dilihat pada nomor persamaan (4-3) dan (4-4). Hubungan $C_v(t_{50})$, $C_v(t_{90})$ dengan tekanan apabila digambarkan ke dalam grafik akan membuat bentuk kurva bergerak seiring bertambahnya waktu pada saat proses penambahan beban.



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Cv(t₅₀) dengan Tegangan Sampel Tanah

Lempung Asli



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Cv(t₉₀) dengan Tegangan Sampel Tanah

Lempung Asli

4.3.1.2 Rekapitulasi Pengujian konsolidasi tanah lempung dan variasi campuran pasir

1. Index pemampatan (Cc) sampel tanah lempung asli

Nilai Cc diperoleh dari nilai angka pori dengan tegangan. Berikut ini adalah cara perhitungan index pemampatan (Cc) pada sampel tanah lempung asli:

$$C_c = \frac{e_0 - e_1}{\log \sigma'_2 - \log \sigma'_1} \quad (4-$$

9)

$$C_c = \frac{1,479 - 1,457}{\log 2,53 - \log 1,27} = 0,075$$

Berdasarkan hasil perhitungan index pemampatan (Cc) pada sampel tanah.

2. Penurunan konsolidasi (Sc) sampel tanah lempung asli

Nilai Sc diperoleh dari nilai angka pori dan tinggi sampel. Berikut ini adalah cara perhitungan penurunan konsolidasi (Sc) pada sampel tanah lempung asli:

$$S_c = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \times H \quad (4-$$

10)

$$S_c = \frac{1,517 - 1,457}{1 + 1,517} \times 1,910 = 0,45 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan penurunan konsolidasi (Sc) pada sampel tanah lempung asli didapatkan Sc = 0,45 cm.

3. Hasil pengujian konsolidasi tanah lempung + variasi campuran pasir

$C_v(t_{50})$ dan $C_v(t_{90})$ pada Tabel 4.11 adalah hasil rekapitulasi rata-rata dari semua tekanan pada sebuah sampel tanah. Berikut adalah salah satu contoh perhitungannya:

- **Perhitungan nilai rata-rata $C_v(t_{50})$ pada sampel tanah lempung asli dan sampel seterusnya:**

$$C_v(t_{50}) \text{ rata - rata} = \frac{\sum C_v(t_{50})}{5} \quad (4-11)$$

$$C_v(t_{50}) \text{ rata - rata} = \frac{0,028421882}{5} = 0,00065813 \text{ cm}^2/\text{det}$$

- **Perhitungan nilai rata-rata $C_v(t_{90})$ pada sampel tanah lempung asli dan sampel seterusnya:**

$$C_v(t_{90}) \text{ rata - rata} = \frac{\sum C_v(t_{90})}{5} \quad (4-12)$$

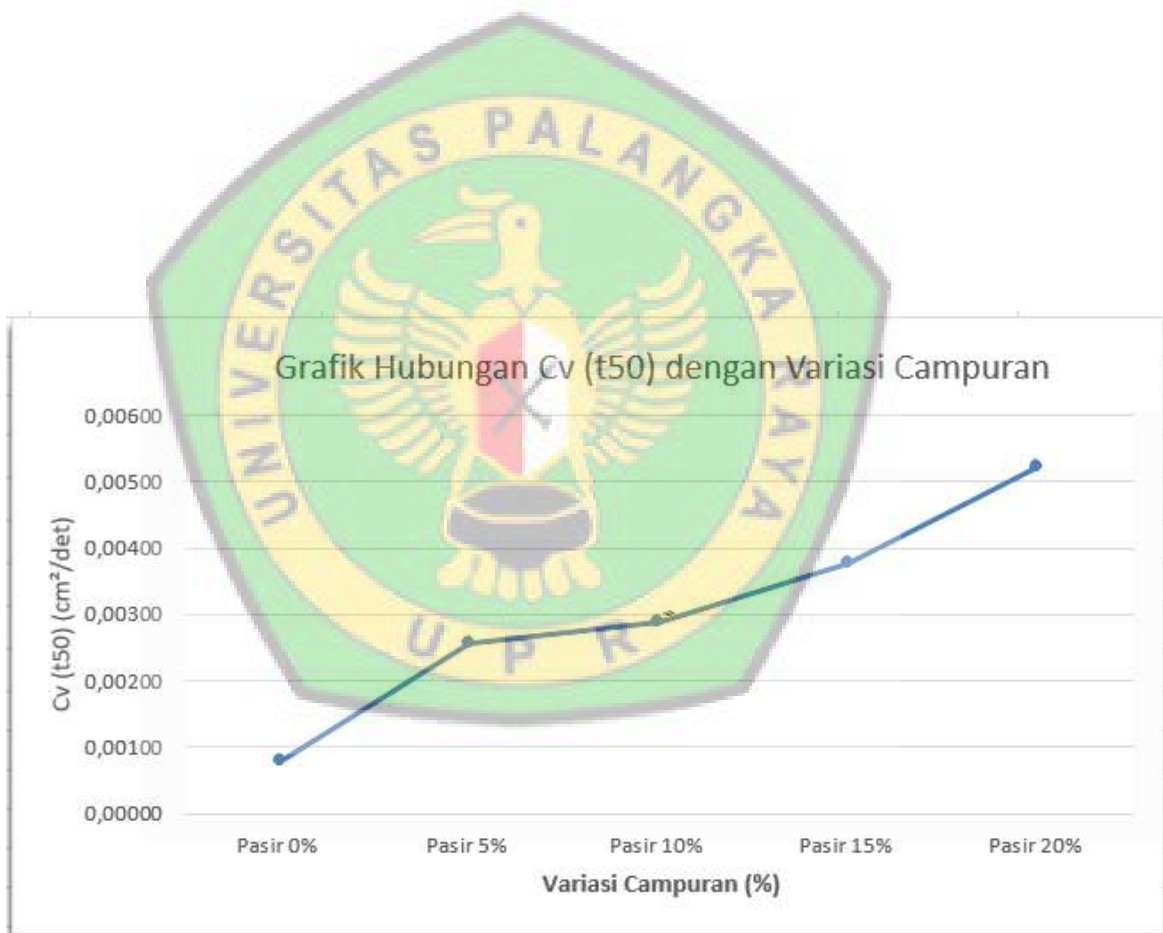
$$C_v(t_{90}) \text{ rata - rata} = \frac{0,10072515}{5} = 0,02014503 \text{ cm}^2/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan nilai $C_v(t_{50})$, $C_v(t_{90})$, C_c dan C_s pada semua tanah lempung yang disubsitusikan dengan campuran Pasir 0%,5%,10%,15%,20% dapat di lihat pada Tabel berikut ini:

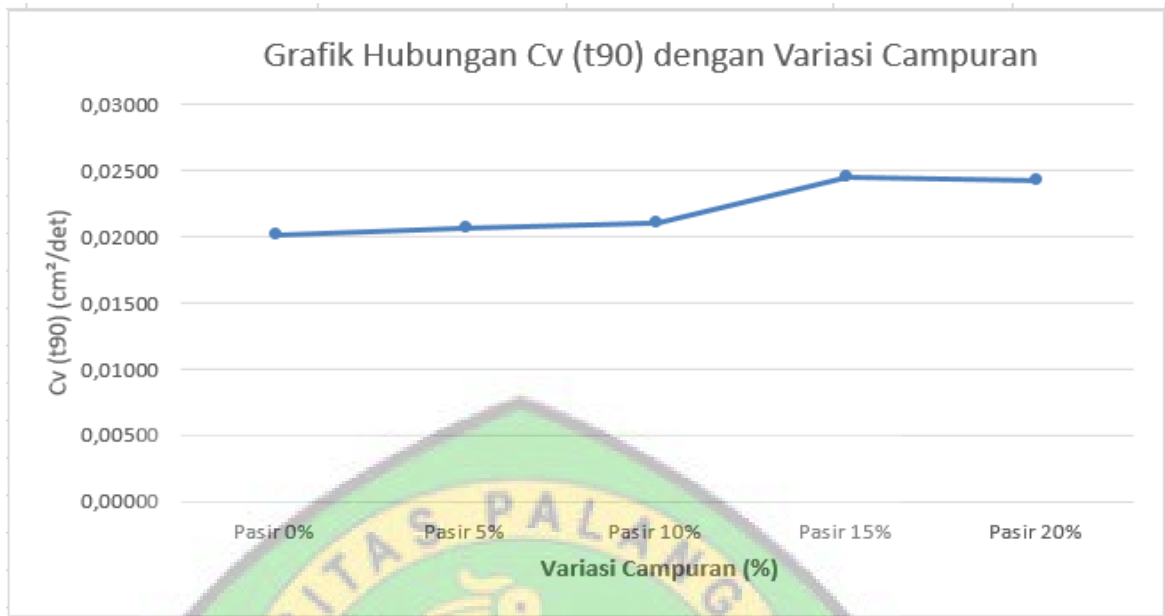
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi pada Semua Sampel

Variasi Campuran	Cv (t ₅₀) (cm ² /det)	Cv (t ₉₀) (cm ² /det)	Cc	Sc (cm)
Pasir 0%	0,00078975	0,02014504	0,075	0,45
Pasir 5%	0,00257864	0,02065139	0,071	0,44
Pasir 10%	0,00289755	0,02102774	0,038	0,38
Pasir 15%	0,00377774	0,02443831	0,020	0,29
Pasir 20%	0,00523533	0,02423625	0,017	0,17

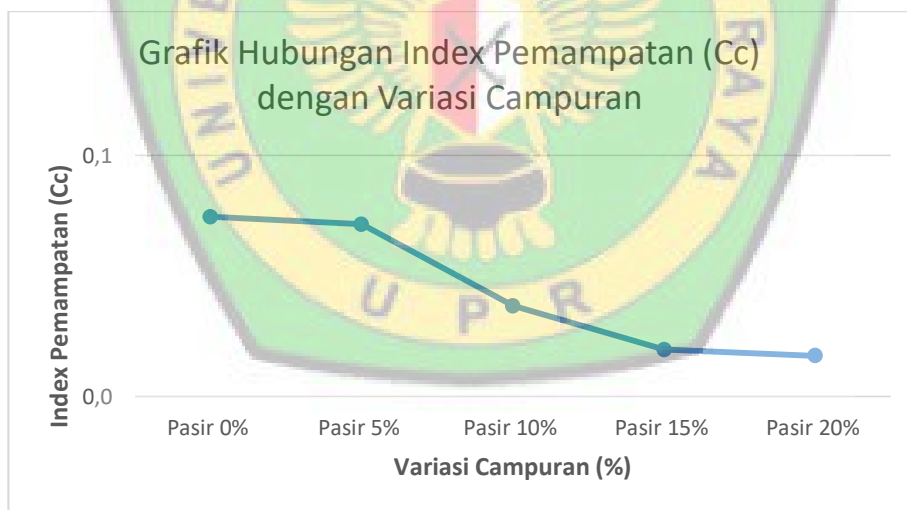
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)



Gambar 4.8 Grafik Hubungan C_v (t₅₀) dengan Variasi Campuran

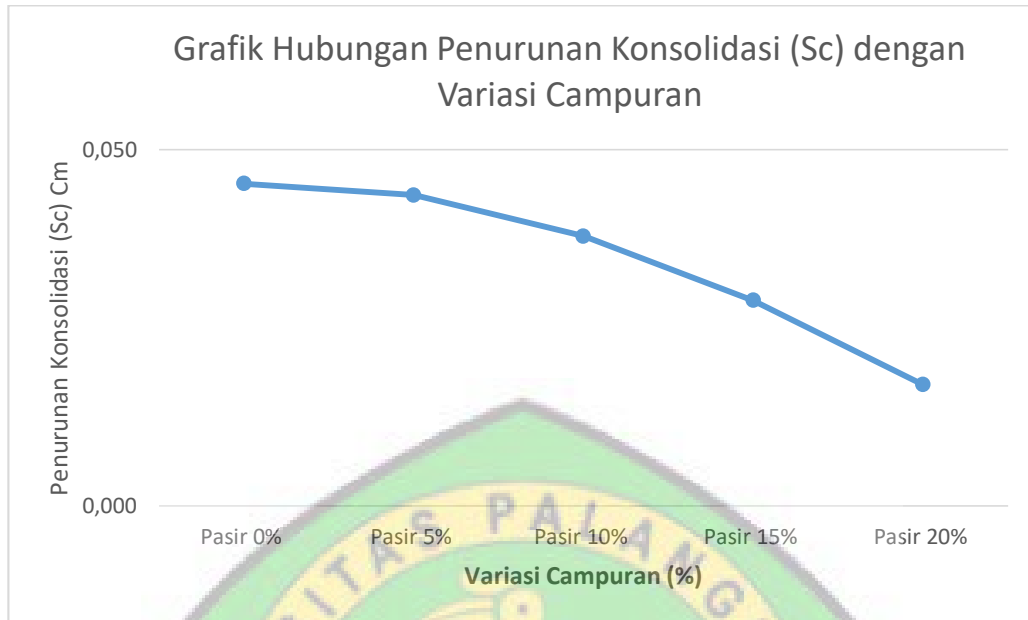


Gambar 4.9 Grafik Hubungan C_v (t_{90}) dengan Variasi Campuran



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Index Pemampatan (Cc) dengan Variasi Campuran



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.10 Grafik Hubungan Penurunan Konsolidasi (Sc) dengan Variasi Campuran

4.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Nilai kuat tekan bebas diperoleh dari pengujian terhadap tanah lempung asli dan tanah lempung yang dicampur dengan pasir. Uji kuat tekan bebas merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengukur seberapa kuat tanah menerima daya tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpecah. Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan bebas beserta perhitungannya.

1. Tanah Lempung Asli + Pasir 0%

Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan bebas pada kedalaman 0,7 meter pada tanah lempung asli.

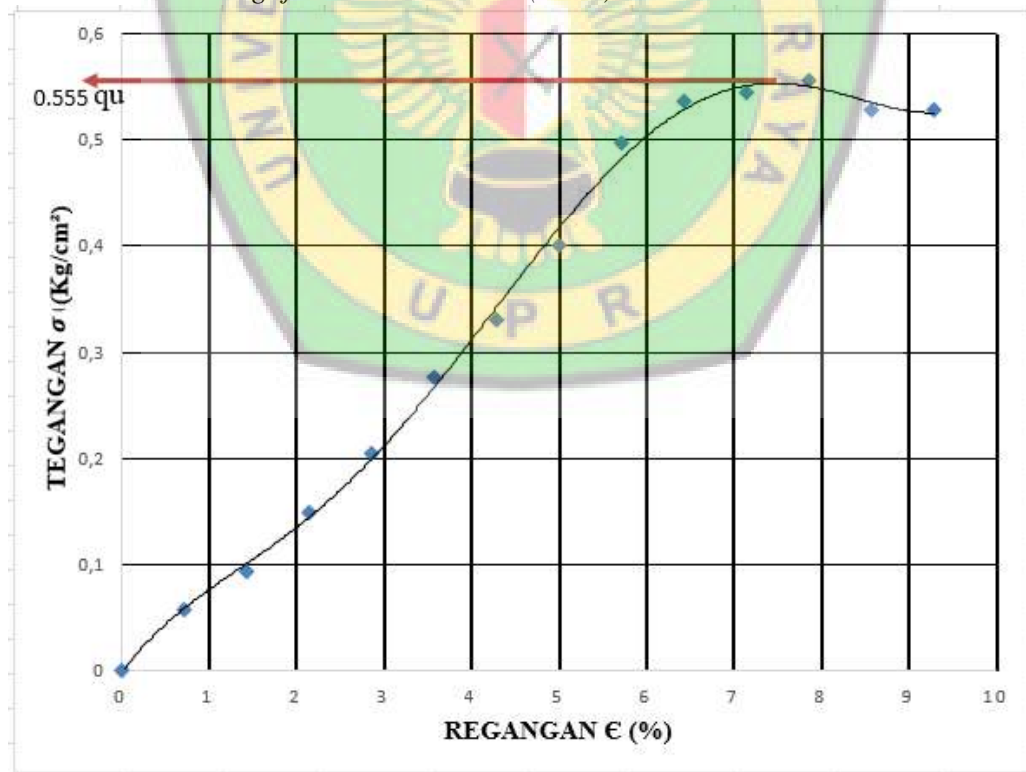
Diameter : 3,50 cm
Tinggi : 7,0 cm

Luas Penampang : 10,174 cm²
Kalibrasi Alat : 0,3896

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli

Pemb. Arloji (Penurunan) (mm)	Pemb. Arloji (Tegangan) (div.)	Regangan ϵ (%)	Beban (kg)	Luas Terkoreksi $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$ (cm)	Tegangan σ (kg/cm ²)
0,00	0,00	0	0,00	0	0
0,50	1,50	0,714	0,58	10,25	0,057
1,00	2,50	1,429	0,97	10,32	0,094
1,50	4,00	2,143	1,56	10,40	0,150
2,00	5,50	2,857	2,14	10,47	0,205
2,50	7,50	3,571	2,92	10,55	0,277
3,00	9,00	4,286	3,51	10,63	0,330
3,50	11,00	5,000	4,29	10,71	0,400
4,00	13,00	5,714	5,06	10,17	0,498
4,50	14,00	6,429	5,45	10,17	0,536
5,00	14,20	7,143	5,53	10,17	0,544
5,50	14,50	7,857	5,65	10,17	0,555
6,00	13,80	8,571	5,38	10,17	0,528

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.12 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Asli

Berdasarkan grafik di atas , untuk tanah lempung asli didapatkan nilai:

$$q_u = 0,555 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_u = \frac{1}{2} \times q_u = \frac{1}{2} \times 0,555 = 0,2775 \text{ kg/cm}^2$$

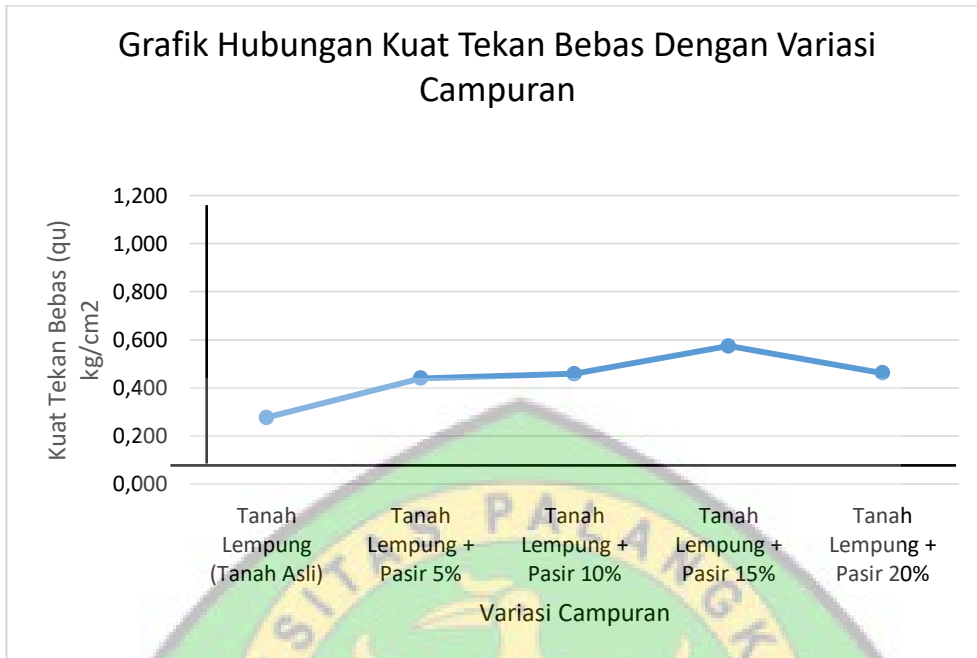
Dari hasil pengujian sifat mekanik tanah dengan uji kuat tekan bebas yang dilakukan di Laboratorium, diperoleh rekapitulasi nilai kuat tekan bebas tanah lempung dengan persentase variasi campuran Material Pasir 0% yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.



Tabel 4.12 Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran

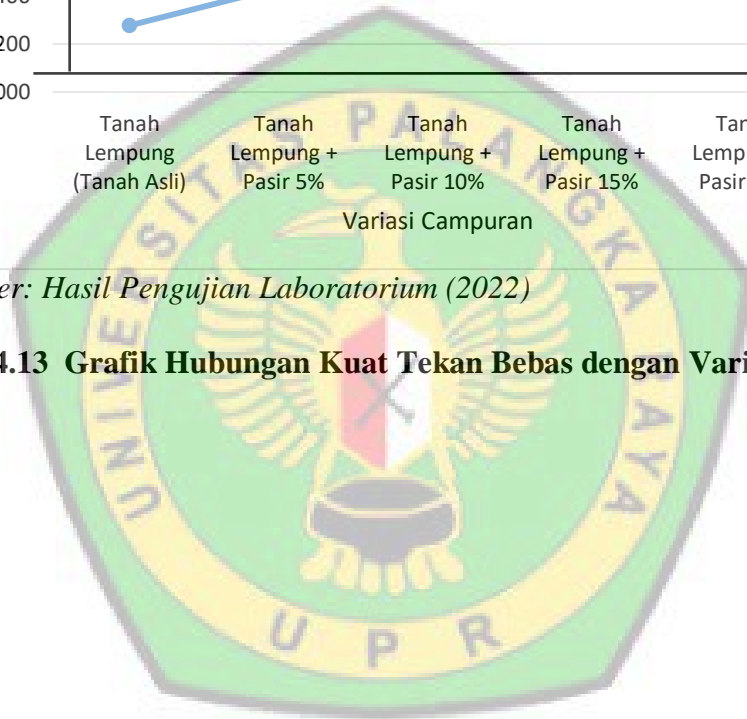
Sampel	Variasi Campuran	Kuat Tekan Bebas (q_u) kg/cm ²	Kuat Geser (C_u) kg/cm ²
Sampel 1	Tanah Lempung (Tanah Asli)	0,555	0,278
Sampel 2	Tanah Lempung + Pasir 5%	0,881	0,441
Sampel 3	Tanah Lempung + Pasir 10%	0,917	0,459
Sampel 4	Tanah Lempung + Pasir 15%	1,149	0,575
Sampel 5	Tanah Lempung + Pasir 20%	0,925	0,463

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran

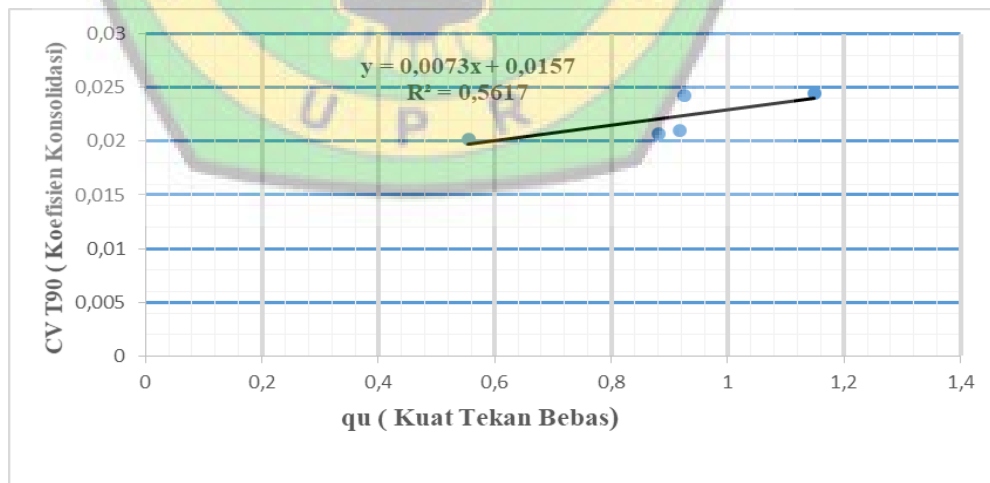


Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas didapatkan kesimpulan bahwa penambahan campuran pasir pada tanah lempung berpengaruh baik karena tanah mengalami peningkatan kuat tekannya, kuat tekan tertinggi terdapat pada penambahan pasir 15 % nilai q_u sebesar 1,149 kg/cm² dan C_u sebesar 0,575 kg/cm².

4.4 Hubungan Nilai konsolidasi Dan Kuat tekan bebas

Dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft Excel*, grafik dan korelasi X (kuat tekan bebas) dan Y (konsolidasi) akan dapat digambarkan dan persamaan korelasinya juga dapat dimunculkan dalam grafik.

CV T90 (Koefisien Konsolidasi)	q_u (Kuat Tekan Bebas)
0,020145037	0,555
0,020651385	0,881
0,021027747	0,917
0,024438312	1,149
0,024236248	0,925



Gambar 4.14 Grafik hubungan nilai konsolidasi dan kuat tekan bebas

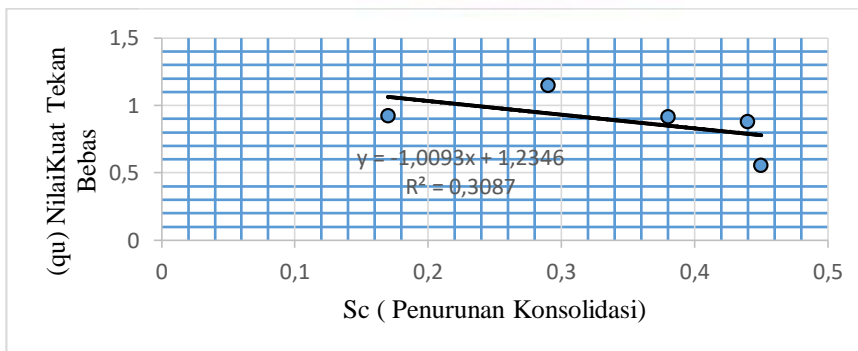
Dari grafik regresi korelasi sederhana nilai CV T90 (Koefisien Konsolidasi) dengan q_u (Kuat Tekan Bebas) didapatkan persamaan $Y = 0,0073x + 0,0157$ dengan koefisien korelasi $(r) = 0,74947$ dan nilai koefisien determinasi $(R^2) = 0,5617$.

Jonathan Sarwono membuat interval kekuatan hubungan sebagai berikut :

0	:	Tidak ada korelasi
0,00 – 0,25	:	Korelasi sangat lemah
0,25 – 0,50	:	Korelasi cukup
0,50 – 0,75	:	Korelasi kuat
0,75 – 0,99	:	Korelasi sangat kuat
1	:	Korelasi sempurna

Jadi hubungan nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas yang disubstitusikan dengan pasir mendapatkan korelasi kuat.

(q_u) Nilai Kuat Tekan Bebas	S_c (Penurunan Konsolidasi)
0,555	0,45
0,881	0,44
0,917	0,38
1,149	0,29
0,925	0,17



Dari grafik regresi korelasi sederhana nilai CV T90 (Koefisien Konsolidasi) dengan q_u (Kuat Tekan Bebas) didapatkan persamaan $Y = 1,0093x + 1,2346$ dengan koefisien korelasi $(r) = 0,559$ dan nilai koefisien determinasi $(R^2) = 0,3087$

Jadi hubungan nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan bebas yang disubsitusikan dengan pasir mendapatkan korelasi kuat.



Daftar Pustaka

- Ari, M. A. I. 2014. *Pengaruh Derajat Kejenuhan Tanah Lempung Terhadap Perilaku Penurunan Tanah*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- ASTM Standards. 1963. ASTM D 422-63, *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*. v.63.
- ASTM Standards. 1995. ASTM D 4318-95, *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*, v.04, p.1-14.
- ASTM Standards. 1998. ASTM D 2216-98, *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil, Rock, and Soil Aggregate Mixtures*.
- Craig, R. F. 1989. *Mekanika Tanah*. Edisi keempat. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Edisi ke tiga. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Jonathan, Sarwono. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kerlinger. 2006. *Asas-Asas Penelitian Behaviour*. Edisi 3, Cetakan 7. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Laboratorium Mekanika Tanah. 2015. *Panduan Praktikum Mekanika Tanah*. Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Yamali, F. R. 2011. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai Konsolidasi di Tanah Lempung pada Lokasi yang Sama*. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 11(1): 70-75.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*. Alih bahasa Bagus, W., dan K. Benny. Erlangga, Jakarta.