

SKRIPSI

**NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT GESER
TANAH LEMPUNG TERHADAP PENAMBAHAN
CAMPURAN ABU TEMPURUNG KELAPA DAN
SEMEN PORTLAND**

Oleh :

ANDRE RENALDY
NIM. DAB 116 067



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
PALANGKARAYA
2022

SKRIPSI

**NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG TERHADAP
PENAMBAHAN CAMPURAN ABU TEMPURUNG KELAPA DAN SEMEN
PORTLAND**

oleh

ANDRE RENALDY
NIM. DAB 116 067

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

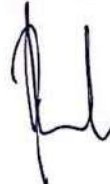
Palangka Raya, Maret 2022

Pembimbing Utama



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

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

**NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG TERHADAP
PENAMBAHAN CAMPURAN ABU TEMPURUNG KELAPA DAN SEMEN
PORTLAND**

SKRIPSI

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

Oleh :


ANDRE RENALDY
NIM. DAB 116 067

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

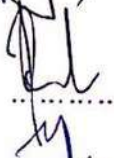
Hari/Tanggal : Rabu, 30 Maret 2022
Waktu : 09.00 – 11.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana Fakultas Teknik (offline)

Tim Penguji :


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


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


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


..... (Pembimbing Pendamping/Sekretaris)

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


..... (Penguji 3)

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


..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan


Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua


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

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Andre Renaldy
NIM : DAB 116 067
Tempat, Tanggal Lahir : Kuala Kapuas, 07 Oktober 1997
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Akasia 4 No. 4
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Jl. Sangkurun No. 52
Email : andrerenaldy97@gmail.com
No.Hp : 0813 4724 1522
No.Wa : 0813 4724 1522
Facebook : -
Instagram : -
Line : -
Nama Ayah : Dede Setiyadi
Pekerjaan Ayah : Polri
Alamat : Jl. Sangkurun No. 52
No.Hp : 0852 4806 8143
Nama Ibu : Cilistri
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga
Alamat : Jl. Sangkurun No. 52
No.Hp : -
Wali : -



Riwayat Pendidikan*)

- SD : Madrasah Ibtidaiyah Negeri 2 Kuala Kapuas (2004-2009)
- SLTP : SMP Negeri 1 Selat Kuala Kapuas (2009-2012)
- SLTA : SMA Negeri 1 Kuala Kapuas (2012-2015)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September 2016

Palangka Raya, Maret 2022
Yang membuat pernyataan

ANDRE RENALDY
NIM. DAB 116 067

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah Swt yang telah memberikan rahmat, pertolongan dan anugerah-Nya melalui orang-orang yang membimbing dan mendukung dengan berbagai cara sehingga penulis dapat menulis dan menyelesaikan skripsi ini.

Orang Tua

Terimakasih untuk kedua orang tua saya atas segala hal dan perjuangan yang telah diberikan di dalam hidup saya, saya bersyukur kepada Tuhan telah memberikan kedua orang tua yang hebat di dalam hidup saya. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala tetesan keringatmu, jerih payahmu, doa mu selalu menyertai langkahku. Dukungan kedua orang tua saya adalah kekuatan yang besar dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan buat kedua orang tua saya, semoga ini menjadi awal kedepannya untuk membuat kedua orang tua saya bangga dan bahagia.

Keluarga

Terima kasih adik dan keluarga saya untuk segala hal yang telah diberikan, sampai skripsi ini terselesaikan atas dukungan dari kalian.

Teman-Teman Teknik Sipil (Angkatan 2016)

Untuk teman-teman Teknik sipil Angkatan 2016 skripsi ini saya persembahkan untuk kalian, terima kasih banyak atas support, masukan, saran dan segala kebaikan yang telah kalian perbuat dalam kehidupan saya yang tidak akan pernah saya lupakan.

Dosen Terhormat

Terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, atas segala pengajaran dan bimbingan nya selama saya menjadi mahasiswa Teknik Sipil UPR. Terima kasih juga saya ucapkan kepada dosen pembimbing dan penguji Skripsi saya, yang telah membimbing saya selama mengerjakan Skripsi ini hingga saya dapat menyelesaikannya dan terima kasih untuk pengalaman-pengalaman yang telah di ajarkan kepada saya.

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, Maret 2022



Andre P.
ANDRE RENALDY
NIM. DAB 116 067

RINGKASAN

NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG TERHADAP PENAMBAHAN CAMPURAN ABU TEMPURUNG KELAPA DAN SEMEN PORTLAND, Andre Renaldy, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Univeritas Palangka Raya.

Tanah merupakan material konstruksi yang memegang peran penting sebagai dasar fondasi, sehingga mutlak diperlukan tanah yang memiliki kuat dukung tinggi dan penurunan yang sekecil mungkin. Apabila tegangan geser mencapai harga batas maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung dan menganalisis nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung terhadap penambahan campuran abu tempurung kelapa dan semen Portland.

Menurut USCS tanah diklasifikasikan tanah berlempung anorganik kelompok CL, sedangkan menurut AASHTO tanah diklasifikasikan tanah berlempung kelompok A-6 (4).

Hasil dari Pengujian sifat mekanik tanah didapati berdasarkan hasil pengujian uji geser langsung (*Direct Shear Test*) sebelum distabilisasi dengan campuran semen+abu tempurung kelapa diperoleh nilai kuat geser (τ) tanah asli 0,24 kg/cm². Untuk 0 hari pemeraman dengan campuran tanah+semen 2,5%+abu tempurung sebesar 2,5% diperoleh nilai kuat geser 0,331 Kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 37,92%. Sedangkan untuk 3 hari pemeraman diperoleh nilai kuat geser (τ) sebesar 0,42 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 75%.

Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah menurut Terzaghi untuk 0 hari pemeraman dengan campuran tanah+semen 2,5%+abu tempurung 2,5% diperoleh nilai q_{ult} 7,677 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 89,56%. Sedangkan untuk 3 hari pemeraman diperoleh nilai q_{ult} 12,27 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 202,96%.

Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah menurut Terzaghi untuk 0 hari pemeraman dengan penambahan campuran semen 2,5%+abu tempurung kelapa 2,5% diperoleh nilai q_{ijin} 2,56 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 89,63%. Sedangkan untuk 3 hari pemeraman diperoleh nilai q_{ijin} = 4,09 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 202,96%.

Kata Kunci: Daya Dukung Tanah, Uji Geser Langsung, Abu Tempurung Kelapa, Tanah Lempung, Semen Portland.

SUMMARY

THE VALUE OF CARRYING CAPACITY AND SHEARING STRENGTH OF CLAY TO THE ADDITION OF COCONUT SHELL ASH AND CEMENT PORTLAND, Andre Renaldy, 2022, Department/Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Soil is a construction material that plays an important role as the basis of the foundation, so it is absolutely necessary for soil that has high bearing strength and the smallest possible settlement. If the shear stress reaches the limit value, the soil mass will deform and tend to collapse. The purpose of this study was to calculate and analyze the value of the bearing capacity and shear strength of clay to the addition of a mixture of coconut shell ash and Portland cement.

According to USCS, the soil is classified as inorganic clay in the CL group, while according to AASHTO the soil is classified as clay in the A-6 group (4).

The results of testing the mechanical properties of the soil were found based on the results of the direct shear test before being stabilized with a mixture of cement+coconut shell ash, the shear strength value (τ) of the original soil was 0.24 kg/cm². For 0 days of curing with a mixture of soil + cement 2.5% + shell ash of 2.5%, the shear strength value was 0.331 Kg/cm² with the highest percentage increase of 37.92%. Meanwhile, for 3 days of curing, the shear strength value (τ) was 0.42 kg/cm² with the highest percentage increase of 75%.

Based on the calculation of the carrying capacity of the soil according to Terzaghi for 0 days of curing with a mixture of soil + cement 2.5% + shell ash 2.5%, the qult value was 7.677 kg/cm² with the highest percentage increase of 89.56%. Meanwhile, for 3 days of ripening, the qult value was 12.27 kg/cm² with the highest percentage increase of 202.96%.

Based on the calculation of the carrying capacity of the soil according to Terzaghi for 0 days of curing with the addition of a mixture of cement 2.5% + coconut shell ash 2.5%, the qijin value was 2.56 kg/cm² with the highest percentage increase of 89.63%. Meanwhile, for 3 days of ripening, the value of qijin = 4.09 kg/cm² was obtained with the highest percentage increase of 202.96%.

Keywords: Soil Bearing Capacity, Direct Shear Test, Coconut Shell Ash, Clay Soil, Portland Cement.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa oleh karena limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul **“NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG TERHADAP PENAMBAHAN CAMPURAN ABU TEMPURUNG KELAPA DAN SEMEN PORTLAND”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1, pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Kasih Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua dan adik-adik saya yang selalu memberikan dukungan serta doa tulus yang tiada henti hingga sampai tahap 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 I Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

6. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra 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 Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
8. Ibu Veronika Happy P.,S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Bapak M.Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.
10. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
11. Bapak Okrobianus, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 3 Skripsi.
12. Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Penguji 4 Skripsi.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Teman-teman Mahasiswa Fakultas Teknik khususnya keluarga besar Teknik Sipil 2016 dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, sehingga segala bentuk tanggapan, kritik dan saran-saran yang bersifat membangun dan ikut memajukan sangat diharapkan sebesar-besarnya dari berbagai pihak demi tercapainya tujuan dan substansi yang diinginkan dalam menyusun Skripsi ini. Terima Kasih.

Palangka Raya, 2022

ANDRE RENALDY

NIM. DAB 116 067

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
BIODATA PENULIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
SURAT PERNYATAAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah	5
2.2 Tanah Lempung.....	5
2.3 Abu Tempurung Kelapa.....	6
2.4 Semen <i>Portland</i>	7
2.5 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah.....	7
2.5.1 Sifat Fisik Tanah	7

2.5.2	Sifat Mekanik Tanah.....	11
2.6	Klasifikasi Tanah	13
2.6.1	Klasifikasi Tanah menurut USCS.....	14
2.6.2	Sistem Klasifikasi AASHTO.....	17
2.7	Teori Daya Dukung Tanah	19
2.8	Analisa Terzaqhi.....	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Persiapan	26
3.2	Pengambilan Data	26
3.2.1	Sampel Tanah Asli (<i>undisturbed</i>)	26
3.3	Pengolahan Data di Laboratorium	27
3.3.1	Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	27
3.3.2	Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	28
3.4	Perencanaan Campuran	29
3.4.1	Persiapan Sampel	29
3.4.2	Proses Pencampuran Sampel di Lab.....	30
3.5	Cara Analisis Data	33
3.6	Bagan Alir Penelitian	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Umum	35
4.2	Hasil Penelitian Sifat Fisik Tanah.....	35
4.3	Sistem Klasifikasi Tanah	36
4.3.1	Sistem Klasifikasi <i>Unified</i> (USCS).....	37
4.3.2	Sistem Klasifikasi AASHTO.....	38
4.4	Hasil Penelitian Sifat Mekanik Tanah.....	39
4.4.1	Kuat Geser Tanah.....	39
4.5	Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi (1943).....	43
4.5.1	Daya Dukung Tanah Lempung Asli.....	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	48
-----	------------------	----

5.2 Saran 49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung	4
Gambar 2.1	Nilai-nilai Batas <i>Atterberg</i> untuk Sub kelompok Tanah.....	18
Gambar 2.2	Pembebanan Pondasi dan Bentuk Bidang Geser.....	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Penyusunan Penelitian.....	34
Gambar 4.1	Grafik Plastisitas Indetifikasi Jenis Tanah.....	37
Gambar 4.2	Grafik Uji Geser Langsung Tanah Lempung Asli.....	40
Gambar 4.3	Grafik Kohesi Tanah dengan Variasi Campuran.....	41
Gambar 4.4	Grafik Kuat Geser Tanah dengan Variasi Campuran	42
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Variasi Campuran Dan Daya Dukung q_{ult}	46
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Variasi Campuran Dan Daya Dukung q_{ijin}	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis Tanah terhadap Nilai G_s	9
Tabel 2.2	U. S. <i>Standart Sieve Numbers</i> dan Diameter Lubang Saringan (mm).....	10
Tabel 2.3	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....	15
Tabel 2.4	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS.....	16
Tabel 2.5	Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 2.6	Lanjutan Penelitian Terdahulu.....	25
Tabel 3.1	Contoh Pembacaan Uji Geser Langsung (Direct Shear).....	29
Tabel 3.2	Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.....	30
Tabel 3.3	Kebutuhan Tanah Lempung dengan Campuran Abu TempurungKelapa dan Semen Portland untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik.....	31
Tabel 3.4	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 0 hari Pemeraman (Tanpa Pemeraman)	32
Tabel 3.5	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 3 hari Pemeraman.....	33
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung.....	36
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO.....	38
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung Tanah Asli.....	39
Tabel 4.4	Hasil Uji Geser Langsung (Direct Shear) dengan variasi campuran.....	41
Tabel 4.5	Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi.....	44
Tabel 4.6	Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi..	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Hasbul, 2020).

Tanah merupakan material konstruksi yang memegang peran penting sebagai dasar fondasi, sehingga mutlak diperlukan tanah yang memiliki kuat dukung tinggi dan penurunan yang sekecil mungkin. Oleh karena itu, diperlukan analisis kuat dukung tanah dan perancangan seksama agar tidak terjadi kegagalan struktur akibat runtuhnya tanah dasar pondasi dan berakibat rusaknya struktur bangunan di atasnya. Apabila tanah mengalami pembebanan akibat beban yang bekerja pada pondasi, maka akan mengakibatkan tegangan geser (Sompie, 2018).

Apabila tegangan geser mencapai harga batas maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Tegangan geser atau kuat geser tanah merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam meninjau kestabilan suatu tanah. Kuat geser ini terutama dipengaruhi dua parameter kuat geser tanah, yaitu kohesi dan sudut geser tanah. Kuat geser tanah ini penting sekali dalam menganalisa kestabilan suatu lereng serta analisis daya dukung tanah dasar pondasi. Usaha-usaha perbaikan tanah dasar untuk meningkatkan kekuatan tanah telah banyak dilakukan (Ramadhani, 2011).

Berdasarkan observasi di Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya kondisi tanah di lokasi tersebut menimbulkan pertanyaan, apa jenis dan klasifikasi tanah serta bagaimana daya dukung tanah yang terdapat di Kelurahan tersebut. Alasan teknis mengambil lokasi tersebut untuk pengambilan sampel tanah dikarenakan lapisan-lapisan tanah permukaan tersusun oleh tanah lempung lunak yang memiliki sifat fisik dan mekanis yang khusus. Lokasi tersebut memiliki kondisi tanah dengan daya dukung rendah dan lapisan -lapisan tanah tersusun oleh tanah lempung. Sampel tanah diambil dari sekitar ruas jalan Tumbang Rungan Palangka Raya. Dalam penelitian ini, alternatif yang dilakukan untuk perbaikan tanah lempung agar lebih stabil yaitu abu tempurung kelapa dan semen *portland*. Abu tempurung kelapa dan semen *portland* telah banyak di teliti dalam pemanfaatannya sebagai bahan untuk perbaikan tanah, dan hasilnya dapat meningkatkan daya dukung tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung di daerah Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah ?
2. Bagaimana nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung terhadap penambahan campuran abu tempurung kelapa dan semen *portland*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung di daerah Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

2. Menghitung dan menganalisis nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung terhadap penambahan campuran abu tempurung kelapa dan semen *portland*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung terhadap penambahan campuran abu tempurung kelapa dan semen *Portland*.
2. Dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan, diharapkan mampu memberikan gambaran adanya peningkatan kapasitas daya dukung tanah asli dengan campuran bahan tambah abu tempurung kelapa dan semen *portland*.
3. Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi tanah.

1.5 Batasan Masalah

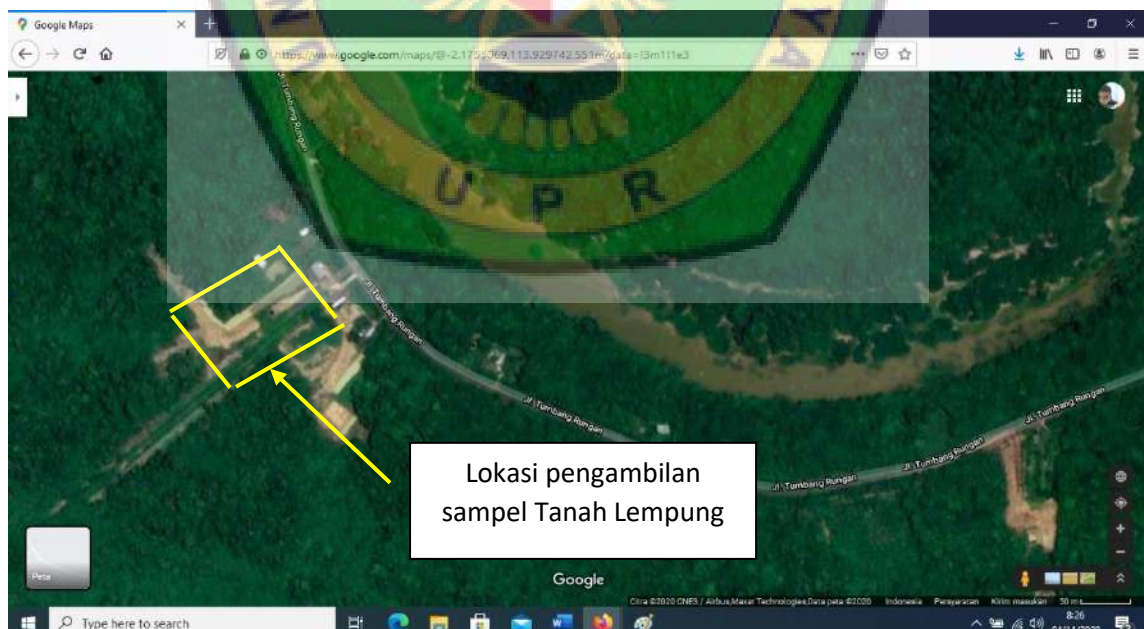
Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian ini, perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian menggunakan tanah lempung yang diambil dari daerah Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Semen *Portland* yang digunakan adalah Tipe 1 dari Palangka Raya, Kalimantan Tengah
3. Tempurung Kelapa yang digunakan dari Pasar Tradisional Jl. Babuas Palangka Raya, Kalimantan Tengah

4. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Sifat fisik tanah yang di uji adalah uji kadar air, uji berat jenis, uji berat volume, uji batas-batas atterberg ,uji analisis saringan dan uji analisis hydrometer.
6. Sifat mekanik tanah yang di uji adalah uji geser langsung (*Direct Shear Test*).
7. Perhitungan daya dukung tanah dilakukan dengan metode Terzaghi.

1.6 Lokasi Penelitian

Tanah yang akan digunakan sebagai sampel dari penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah.



sumber : maps.google.co.id

Gambar 1.1 Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah bahan padat yang (mineral atau organik) *unconsolidated* yang terletak dipermukaan bumi, yang telah dan sedang serta terus mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor bahan induk, iklim, organisme, topografi, dan waktu. Pengelompokan lebih lanjut membedakan tanah dan batuan yang berasal dari kerak bumi (Dokuchaev, 1870). Menurut Das (1988), tanah adalah material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasikan (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

2.2 Tanah Lempung

USCS (Unified Soil Classification System) lebih lanjut mengelompokkan tanah ke dalam 2 kelompok besar, yaitu: tanah berbutir halus, dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus sebagian besar ($\geq 50\%$) tersusun dari lempung dan lanau yang lolos saringan 200 (diameter $\leq 0,075$ mm), sedangkan tanah berbutir kasar sebagian besar ($\geq 50\%$) tersusun dari pasir dan kerikil yang tertahan pada saringan 200 (diameter $\geq 0,075$ mm).

Menurut Das (1985), tanah lempung (*clay*) adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat

dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain.

Hardiyatmo (1992), memberikan ciri tanah lempung :

1. Ukuran butir halus (< 0,002mm)
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan Air Kapiler sangat Tinggi
4. Sangat Kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

Chen (1975) menyebutkan bahwa tanah lempung tersusun dari 3 komponen utama yaitu *montmorillonite* dengan rumus $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$, *illite* dengan rumus $\text{H}_2\text{KAl}_3\text{O}_{12} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$, dan *kaolinite* dengan rumus $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2.3 Abu Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa adalah limbah dari pabrik kopra dan pasar tradisional, yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa. Tempurung kelapa dibakar sampai semua bagian berubah menjadi arang, kemudian di tumbuk menggunakan kayu sampai menjadi butiran halus berwarna hitam pekat. Dan dilakukan pengayakan untuk mendapatkan abu yang

lolos saringan no 200 agar abu tempurung kelapa dapat mengisi ruang-ruang kosong antar butiran sebagai bahan pengikat dan diharapkan mampu meningkatkan kekuatan geser dan daya dukung tanah lempung.

2.4 Semen *Portland*

Semen *Portland* ialah semen yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan gips sebagai bahan tambahan (Tjokrodimulyo, 1996). Semen mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat terjadi suatu masa yang kompak atau padat, semen mengisi kira-kira 10% dari volume beton. Pada penelitian ini digunakan semen *Portland Type I*.

2.5 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah

2.5.1 Sifat Fisik Tanah

1. Kadar Air

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah.

Untuk menentukan suatu kadar air dari tanah tersebut dapat dilakukan pengujian sampel tanah dengan membandingkan antara berat yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen.

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 \% \quad (2-1)$$

2. Berat Volume/Isi Tanah

Berat isi tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sering ditetapkan karena berkaitan erat dengan perhitungan penetapan sifat-sifat fisik tanah lainnya, seperti retensi air (pF), ruang pori total (RPT), *coefficient of linier extensibility* (COLE), dan kadar air tanah. Faktor yang mempengaruhi berat isi tanah adalah besarnya ruang pori tanah, semakin besar ruang pori total tanah akan semakin kecil berat isi tanah.

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antar berat butiran dengan berat total yaitu :

$$\gamma_d = \frac{w_s}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2-2)$$

Berat volume basah (γ_b) adalah perbandingan antara butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume total yaitu :

$$\gamma_b = \frac{w_w + w_s}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2-3)$$

Berat volume padat (γ_s) adalah perbandingan antara berat butiran padat dengan volume butiran padat yaitu :

$$\gamma_s = \frac{w_s}{v_s} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2-4)$$

3. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan berat volume padat dengan berat volume air yaitu :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2-5)$$

Setelah mendapatkan nilai G_s , maka kita dapat menentukan macam tanah dari berat jenis tanah tersebut dengan nilai-nilai berat jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Jenis Tanah Terhadap Nilai G_s

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau Organik	2.62 - 2.68
Lempung Organik	2.58 - 2.65
Lempung Anorganik	2.68 - 2.75
Humus	1.37
Gambut	1,25- 1.80

sumber: Hardiyatmo, 2002

4. Analisa Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992).

Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah, analisis butiran merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran butiran adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992) .

Tabel 2.2 U. S. Standart Sieve Numbers dan Diameter Lubang Saringan (mm)

Nomor Saringan	Diameter Lubang (mm)
4	4.75
10	2.00
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075

Sumber : *United Soil Classification System, (1952)*

5. Batas – Batas Atterberg

a) Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan cair dan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis.

b) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

c) Batas Susut / Shrinkage Limit (SL)

Kondisi kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah disebut Batas Susut.

$$SL = (V_0/W_0 - 1/G_s) \times 100\% \quad (2-6)$$

2.5.2 Sifat Mekanik Tanah

Sifat mekanik tanah adalah kekuatan dari tanah tersebut. Untuk mengetahui kekuatan tanah pada penelitian ini digunakan Uji Geser Langsung.

1. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang timbul dalam tanah. Kekuatan geser tanah terdiri dari dua komponen yaitu bagian yang bersifat kohesi yang tergantung kepada macam tanah dan kepadatan butirnya dan bagian yang mempunyai sifat gesekan (*fractional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Hipotesa mengenai kekuatan geser tanah pertama kali dikemukakan oleh Coulumb sekitar tahun 1773 dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tau = C + \sigma \tan \varphi \quad (2-7)$$

dengan :

τ = kekuatan/tegangan geser,

C = kohesi,

σ = tegangan/tekanan normal,

φ = sudut geser dalam tanah.

Untuk mendapatkan parameter-parameter kekuatan geser tanah dapat dilakukan percobaan-percobaan antara lain :

1. Percobaan geser langsung (*direct shear test*)
2. Percobaan triaksial (*triaksial test*)

3. Percobaan kuat tekan bebas (*unconfined compression test*)

1. Percobaan Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Maksud dari percobaan geser langsung adalah untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi *unconsolidated undrained*. Pada percobaan geser langsung, kekuatan geser dapat diukur secara langsung. Contoh tanah yang akan diuji dipasang pada alat dan diberikan tegangan vertikal yaitu tegangan normal secara konstan. Contoh tanah diberikan tegangan geser sampai mencapai nilai maksimum. Tegangan geser ini diberikan dengan memakai kecepatan konstan secara perlahan-lahan sehingga tegangan air pori selalu tetap nol.

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah pemberian beban secara horisontal terhadap benda uji melalui cincin/kotak geser yang terdiri dari dua bagian dan dibebani vertikal dipertengahan tingginya, dimana kuat geser tanah adalah tegangan geser maksimum yang menyebabkan terjadinya keruntuhan. Selama pengujian pembacaan beban horisontal dilakukan pada interval regangan tetap tertentu (*Strain controlled*). Umumnya diperlukan minimal 3 (tiga) buah benda uji yang identik, untuk melengkapi satu seri pengujian geser langsung. Prosedur pembebanan vertikal dan kecepatan regangan geser akibat pembebanan horisontal, sangat menentukan parameter-parameter kuat geser yang diperoleh. Parameter geser tanah yang didapat dari pengujian ini terdiri atas sudut gesek dalam tanah (ϕ) dan nilai kohesi (C).

2.6 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Walaupun saat ini terdapat berbagai sistem klasifikasi tanah, tetapi tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah yang sangat bervariasi.

Untuk menentukan dan mengklasifikasi tanah, diperlukan suatu pengamatan di lapangan dan suatu percobaan lapangan yang sederhana. Tetapi jika sangat mengandalkan pengamatan di lapangan, maka kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan pengamatan perorangan, akan menjadi sangat besar. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang objektif, biasanya tanah itu secara sepiintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan berdasarkan percobaan konsistensi. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem ini didasarkan pada sifat – sifat indek tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indek plastisitasnya. Disamping itu, terdapat system lainnya yang juga dapat digunakan dalam identifikasi tanah seperti yang dibuat oelh

American Association of State Highway and Transportation Officials Classification (AASHTO), British Soil Classification System (BSCS) dan United State Departement of Agriculture (USDA).

2.6.1 Klasifikasi Tanah menurut USCS

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande dalam tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh The Army Corps of Engineers selama Perang Dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan United States Bureau of Reclamation tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Pada masa kini, sistem klasifikasi tersebut digunakan secara luas oleh para ahli teknik. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu: tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal 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 di mana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan 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*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah

W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L = low plasticity (plastisitas rendah) ($LL < 50$)

H = high plasticity (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut ini perlu diperhatikan:

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah di mana 0 - 12% lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah di mana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200).

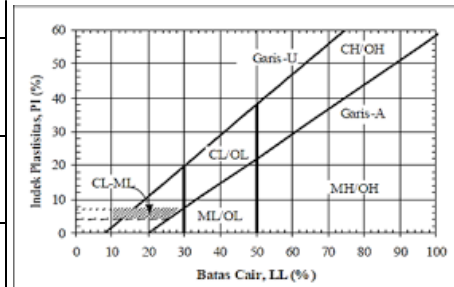
Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Jenis tanah	Prefiks	Sub kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
Pasir	S	Gradasi buruk	P
		Berlanau	M
Lanau	M	Berlempung	
Lempung	C	$W_l < 50\%$	C
Organik	O	$W_l > 50\%$	L
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1991

Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ D_{10}		
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		Kerikil dengan	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$		
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar	Pasir bersih	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ D_{10}		
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
		Pasir dengan butira	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$		
			Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung		Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean</i>)		
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah						
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis					
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)					
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi					
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				



Sumber :Hardiyatmo, 1992

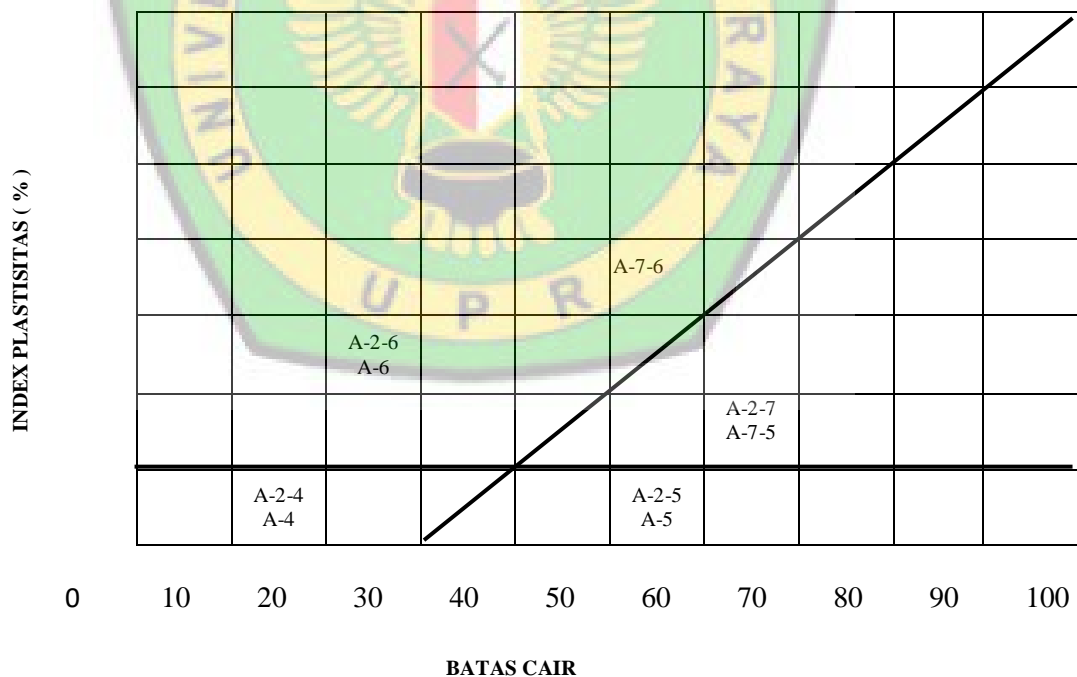
2.6.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan; versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* dalam tahun 1945 (ASTM Standard no D-3282, AASHTO metode M 145).

Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

- a. Ukuran butir:
 1. Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (2mm).
 2. Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).
 3. Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

- b. Plastisitas: Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.
- c. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan terse but harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan terse but harus dicatat. Gambar 3.2 menunjukkan suatu gambar dari senjang batas cair (liquid limit, LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7



Sumber : Das, 1995

Gambar 2.1 Rentang (Range) Dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) Untuk Tanah Dalam Kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7

2.7 Teori Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan kekuatan tanah untuk menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat di dalamnya, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah. Kapasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dikeraskan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya. Perancangan pondasi harus mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk itu perlu dipenuhi kriteria-kriteria yaitu Kriteria stabilitas dan kriteria penurunan.

Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah sebagai berikut :

- a. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampaunya kapasitas daya dukung tanah harus dipenuhi. Dalam hitungan kapasitas dukung umumnya digunakan faktor aman 3 (tiga).
- b. Penurunan pondasi harus masih dalam batas nilai yang ditoleransikan khususnya penurunan yang tidak seragam (*Differential Settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

Untuk memenuhi stabilitas jangka panjang perhatian harus ditujukan pada dasar pondasi. Pondasi harus diletakan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko erosi, kembang susut tanah, dan gangguan tanah disekitar pondasinya. Analisis kapasitas dukung ditentukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan perhitungan, persamaan yang dibuat harus dikaitkan dengan sifatsifat

tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi disaat keruntuhan. Analisis dilakukan dengan menganggap tanah berkelakuan sebagai beban yang bersifat plastis.

Sebagian besar teori daya dukung dikembangkan berdasarkan teori plastisitas dimana tanah dianggap berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis. Paham ini dikenalkan oleh Prandtl (1921) yang mengembangkan persamaan dari analisis kondisi aliran. Teori ini kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1955), Hansen (1970), Vesic (1975) dan lainnya. Paham analisa perhitungan daya dukung tanah lempung yang dikembangkan para ahli tersebut mengasumsikan tanah lempung dalam keadaan *undrained*.

2.8 Analisa Terzaghi

Terzaghi melakukan analisa kapasitas dukung tanah dengan beberapa asumsi, antara lain:

- a. Pondasi berbentuk memanjang tak berhingga
- b. Tanah di bawah dasar pondasi adalah homogeny
- c. Tahanan geser tanah di atas dasar pondasi diabaikan
- d. Dasar pondasi kasar
- e. Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier
- f. Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedudukan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasi
- g. Pertemuan antara sisi baji tanah dan dasar pondasi membentuk sudut geser dalam tanah ϕ

- h. Berlaku prinsip superposisi atau prinsip penggabungan
- i. Berat tanah di atas dasar pondasi digantikan dengan beban terbagi rata sebesar $p_o = D_f \cdot \gamma$ dengan D_f adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.

Menurut Terzaghi, daya dukung ultimit didefinisikan sebagai beban maksimum per satuan luas dimana tanah masih dapat menopang beban tanpa mengalami keruntuhan. Pemikiran Terzaghi ini dinyatakan dalam persamaan:

$$q_a = \frac{q_u}{SF} \quad (2-8)$$

dimana :

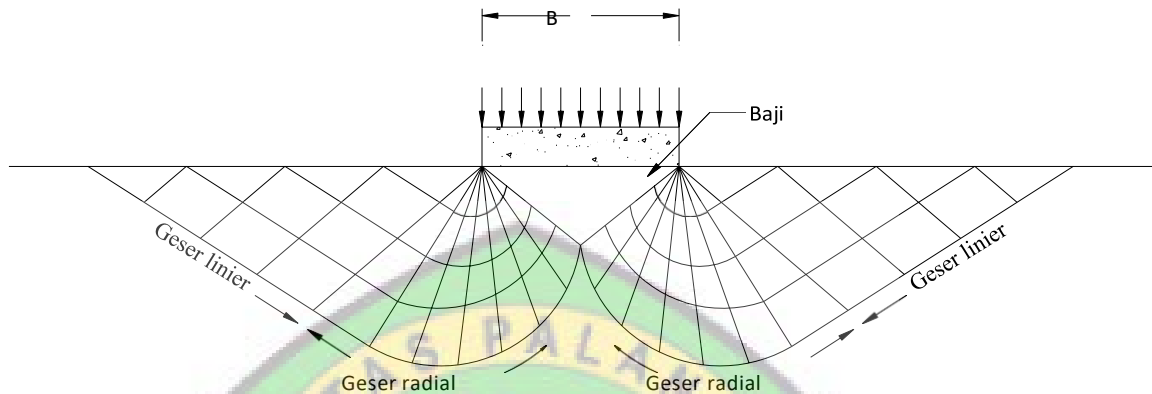
q_a = Daya dukung ijin (kg/cm^2)

q_u = Daya dukung batas (kg/cm^2)

SF = Faktor keamanan (1,5 - 3)

Pada analisa daya dukung Terzaghi bentuk pondasi diasumsikan sebagai memanjang tak berhingga yang diletakkan pada tanah homogen dan dibebani dengan beban terbagi rata q_u . Beban total pondasi per satuan panjang P_u merupakan beban terbagi rata q_u yang dikalikan dengan lebar pondasi B . Karena adanya beban total tersebut, pada tanah yang terletak tepat di bawah pondasi akan membentuk suatu baji tanah yang menekan tanah ke bawah yang digambarkan sebagai berikut. Gerakan baji menyebabkan tanah di sekitarnya bergerak, yang menghasilkan zona geser di kiri dan kanan dengan tiap-tiap zona terdiri dari dua bagian yaitu bagian geser radial yang

berdekatan dengan baji dan bagian geser linier yang merupakan kelanjutan dari bagian geser radial.



Sumber : Hardiyatmo , 2002

Gambar 2.2 Pembebanan Pondasi dan Bentuk Bidang Geser

Terzaghi mengembangkan teori keruntuhan plastis Prandtl dalam evaluasi daya dukung sehingga keruntuhan yang terjadi dalam analisisnya dianggap keruntuhan geser umum.

Teori Terzaghi ini menghasilkan sebuah rumus daya dukung sebagai berikut :

$$q = cN_c + \gamma DN_q + \frac{1}{2} \gamma BN_\gamma \quad (2-9)$$

keterangan :

q = daya dukung keseimbangan

B = lebar pondasi

D = dalam pondasi

γ = berat isi tanah

Dari rumus daya dukung serta Gambar 2.3 jelas bahwa sifat tanah yang perlu diketahui untuk menentukan daya dukung adalah berat isi dan konstanta kekuatan geser c dan ϕ . Demikian halnya dengan bertambahnya harga ϕ , maka harga daya dukung bertambah dengan cepat.

Rumus Terzaghi juga berlaku untuk pondasi memanjang (*strip foundation*). Pada pondasi lingkaran atau pondasi bujur sangkar, daya dukungnya agak lebih tinggi. Untuk pondasi tersebut, Terzaghi mengusulkan rumus-rumus seperti berikut :

a. Pondasi lingkaran :

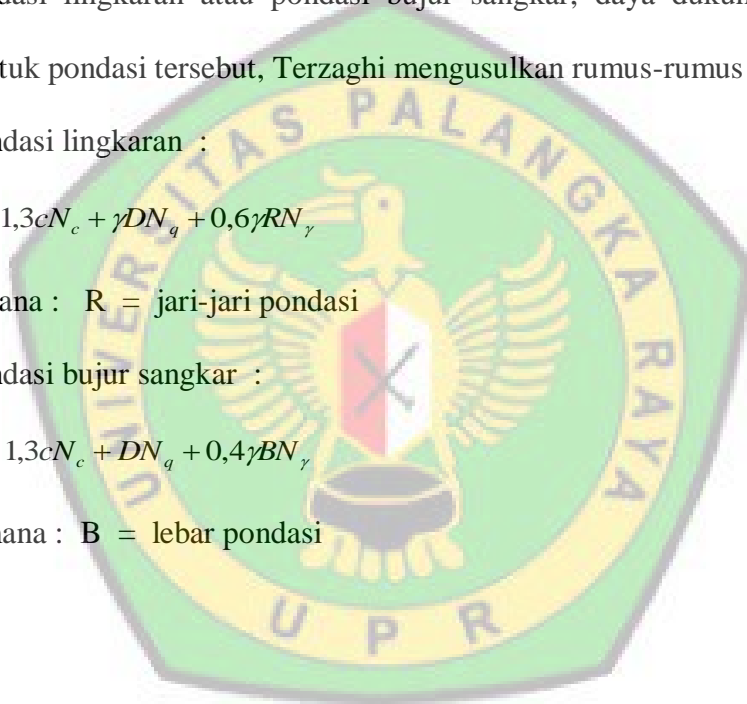
$$q = 1,3cN_c + \gamma DN_q + 0,6\gamma RN_\gamma \quad (2-10)$$

dimana : R = jari-jari pondasi

a. Pondasi bujur sangkar :

$$q = 1,3cN_c + DN_q + 0,4\gamma BN_\gamma \quad (2-11)$$

dimana : B = lebar pondasi



Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Metode	Hasil
Daniel Andreas S (2016)	Pengaruh Campuran Semen Portland Tipe I Dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Dengan Uji Kuat Tekan Bebas	Uji Utama Pengujian kuat tekan bebas dengan variasi: - Semen 2% - Abu Tempurung Kelapa 2- 14% Dengan 13 Variasi Campuran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanah memiliki kadar air 17,89%; berat jenis 2,65; batas cair 47,79% dan indeks plastisitas 33,58%. 2. Berdasarkan klasifikasi USCS, sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis (CL) sedangkan berdasarkan klasifikasi AASHTO, sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis A-7-6. 3. Dari pengujian Kuat Tekan Bebas pada sampel tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah sebesar 1,598 kg/cm². Setelah tanah distabilisasi dengan berbagai variasi arang tempurung kelapa diperoleh kesimpulan bahwa material arang tempurung kelapa paling maksimum terjadi pada variasi campuran 2 % PC + 10 % ATK yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 3,01 kg/cm². 4. Semakin banyak kadar arang yang digunakan maka daya dukung akan terus mengalami penurunan tetapi tetap di atas nilai kuat tekan tanah asli.

Tabel 2.6 Lanjutan Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Metode	Hasil
Benedektus Sulistyو (2013)	Pengaruh Serabut Kelapa Terhadap Kuat Geser dan Tekan Bebas Pada Tanah Berbutir Halus	<p>Uji Utama Pengujian kuat geser tanah dengan cara geser langsung (<i>direct shear test</i>) dan Kuat tekan Bebas (KTB).</p> <p>Penelitian ini menggunakan variasi serabut kelapa sebesar 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% terhadap berat kering tanah.</p>	<p>Hasil penelitian tekan bebas dan kuat geser menunjukkan bahwa penambahan serabut kelapa untuk tekan bebas mengalami peningkatan kuat tekan dimulai dari keadaan tanah tanpa menggunakan serabut kelapa sebesar 0,1349 kg / Cm², dan dengan menggunakan variasi serabut kelapa 1 % : 0,6507 kg / Cm² , 1,5% : 0,8225 kg / Cm² , 2 % : 0,8505 kg / Cm² , dan 2,5 % : 0,8351 kg / Cm².</p> <p>Kuat tekan yang diterima tanah dapat meningkat dimulai dari tanpa menggunakan serabut sampai menggunakan serabut dengan variasi 2 %. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari serabut terhadap kuat geser tanah. Pada pengujian geser langsung (<i>Direct Shear Test</i>) menunjukkan peningkatan kohesi dan kuat geser yang diterima tanah, dari tanpa menggunakan serabut kelapa sampai menggunakan serabut kelapa dengan variasi 2 %. Namun demikian, sudut gesek dalam tanah mengalami penurunan.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan

Pertama kali dalam persiapan yaitu melakukan konsultasi ke dosen pembimbing untuk mengetahui langkah selanjutnya. Mencari materi dari buku, skripsi terdahulu sebagai acuan pembuatan proposal dan seminar proposal, pengambilan sampel dan campuran/tambahan untuk pengujian di laboratorium. Data hasil pengujian laboratorium kemudian dianalisis sehingga diperoleh kuat geser dan daya dukung tanah serta beberapa kesimpulan.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dengan mendapatkan sampel tanah dari lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*).

3.2.1 Sampel Tanah Asli (*undisturbed*)

Pengambilan sampel tanah asli 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. Tabung yang sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

3.3 Pengolahan Data di Laboratorium

Pengolahan Data di Laboratorium akan menguji sifat-sifat tanah aslinya dan tanah dengan abu tempurung kelapa dan semen *Portland*. Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

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

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

2. Percobaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Untuk mengetahui berat volume tanah (γ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring silinder.

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Spesific gravity*)

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu.

4. Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

a. 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.

b. **Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

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 3 mm.

c. **Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)**

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

5. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah.

6 Pemeriksaan Analisis Hydrometer

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pembagian butir (*gradasi*) tanah yang lolos saringan Nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti.

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*).

1. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

Percobaan geser langsung adalah untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi unconsolidated undrained. Pada percobaan geser langsung, kekuatan geser dapat diukur secara langsung. Contoh tanah yang akan diuji dipasang pada alat dan diberikan tegangan vertikal yaitu tegangan

normal secara konstan. Contoh tanah diberikan tegangan geser sampai mencapai nilai maksimum. Tegangan geser ini diberikan dengan memakai kecepatan konstan secara perlahan-lahan sehingga tegangan air pori selalu tetap nol. Parameter geser tanah yang didapat dari pengujian ini terdiri atas sudut gesek dalam tanah (ϕ) dan nilai kohesi (C).

Tabel 3.1 Contoh Pembacaan Uji Geser Langsung (*Direct Shear*)

Sampel Diameter =	6,40 cm									
Sampel Height =	2,00 cm		Calibration=		0,5022 kg/div					
Area =	32,15 cm ²									
Horizontal Dial Reading (div)	P1 = 3,167 kg $\sigma_1 = 0,0985 \text{ kg/cm}^2$			P2 = 6,334 kg $\sigma_2 = 0,1970 \text{ kg/cm}^2$			P3 = 12,668 kg $\sigma_3 = 0,3940 \text{ kg/cm}^2$			
	Dial Reading	Kekuatan Geser	τ_1 kg/cm ²	Dial Reading	Gaya Geser	τ_2 kg/cm ²	Dial Reading	Gaya Geser	τ_3 kg/cm ²	
20	5,0	2,511	0,078	8,0	4,018	0,125	9,0	4,520	0,141	
40	6,0	3,013	0,094	9,0	4,520	0,141	11,0	5,524	0,172	
60	8,0	4,018	0,125	11,0	5,524	0,172	13,0	6,529	0,203	
80	8,0	4,018	0,125	13,0	6,529	0,203	14,5	7,282	0,226	

Sumber: Hasil Penelitian (2021)

3.4 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan tanah lempung dicampur dengan abu tempurung kelapa dan semen *Portland* dengan presentase penambahan sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% dari berat tanah.

3.4.1 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran berdasarkan persentase perbandingan berat abu tempurung kelapa dan semen *Portland* dengan tanah lempung. Lama waktu pemeraman ditentukan yaitu 0 hari dan

3 hari, untuk perencanaan kebutuhan tanah dan bahan campuran abu tempurung kelapa dan semen *Portland* adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli

No	Pengujian	Specimen	Kebutuhan Tanah (g)
1	Pengujian Kadar Air Tanah	2	100
2	Pengujian Berat Jenis Tanah	2	100
	Pengujian Analisa Granular:		
3	Pengujian Analisa Saringan	1	1000
	Pengujian Batas-batas Konsistensi:		
4	Pengujian Batas Cair	3	60
5	Pengujian Batas Plastis	2	20
6	Pengujian Batas Susut	2	20
7	Pengujian geser langsung (<i>Direct shear</i>)	3	450
	Jumlah Total	15	2900

Sumber : *Pengolahan Data*

3.4.2 Proses Pencampuran Sampel di Lab

Proses pencampuran sampel kondisi tanah yang digunakan dalam campuran pengujian geser langsung adalah tanah asli. Tanah dalam tabung dikeluarkan dari *extruder* dan di cetak kedalam ring. Tanah lempung di cetak ke dalam ring *Direct Shear* kemudian di keluarkan dari ring lalu ditimbang. Setelah itu, abu tempurung dan semen ditimbang sesuai dengan berat yang di dapat setelah dikali dengan variasi campuran terhadap berat tanah lempung. Kemudian tanah lempung dicampur dengan abu tempurung dan semen dengan melapisi bagian luar tanah sampai menutupi pori-pori dari tanah lempung tersebut lalu diuji.

Semen PC tipe 1 digunakan pada lapisan pertama sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan dan abu tempurung kelapa digunakan pada lapisan terakhir sampai pori-pori dalam cetakan tertutup.

Bahan campuran yang digunakan :

1. Abu tempurung kelapa
2. Semen Portland tipe 1

Tabel 3.3 Kebutuhan Tanah Lempung dengan Campuran Abu Tempurung Kelapa dan Semen *Portland* untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik

Bahan Campuran	Uji Geser Langsung					
	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Tanah Lempung (g)	Lama Pemeraman (hari)	Variasi Campuran		
				2,5% + 2,5%	2,5% + 5%	2,5% + 7,5%
Abu Tempurung Kelapa dan Semen <i>Portland</i>	3	450	0	67,75	101,25	135
Abu Tempurung Kelapa dan Semen <i>Portland</i>	3	450	3	67,75	101,25	135

Sumber: Pengolahan Data

Maka :

1. Jumlah total tanah lempung yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah
 $2,97 + 1,35 + 1,35 + 1,35 = 7,02$ kg
2. Jumlah total semen *Portland Type I* yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah
 $67,5 + 101,25 + 135 = 303,75$ g atau 0,304 kg

3. Jumlah total Abu Tempurung Kelapa yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah $67,5 + 101,25 + 135 = 303,75$ g atau 0,304 kg

Tabel 3.4 Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 0 hari Pemeraman (Tanpa Pemeraman)

No	Uji Geser Langsung				
	Pembebanan (kg)	Berat Tanah Lempung (g)	Lama Pemeraman (hari)	Rumus mencari berat zat = Berat tanah kering x persentase campuran : 100	
				2,5% semen (g)	2,5% abu tempurung (g)
1.	P1= 3,167	140,43	0	3,51	3,51
2.	P2 = 6,334	144	0	3,6	3,51
3.	P3 = 12,668	131,28	0	3,28	3,28
				2,5% semen	5% abu tempurung
1.	P1= 3,167	138,33	0	3,45	6,91
2.	P2 = 6,334	139,37	0	3,48	6,96
3.	P3 = 12,668	141,16	0	3,52	7
				2,5% semen	7,5% abu tempurung
1.	P1= 3,167	127,62	0	3,19	9,57
2.	P2 = 6,334	133,19	0	3,32	9,98
3.	P3 = 12,668	135,56	0	3,38	10,16

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 3.5 Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 3 hari Pemeraman

No	Uji Geser Langsung				
	Pembebanan (kg)	Berat Tanah Lempung (g)	Lama Pemeraman (hari)	Rumus mencari berat zat = Berat tanah kering x persentase campuran : 100	
				2,5% semen (g)	2,5% abu tempurung (g)
1.	P1= 3,167	144,4	3	3,61	3,61
2.	P2 = 6,334	138,24	3	3,45	3,45
3.	P3 = 12,668	148,14	3	3,70	3,70
				2,5% semen	5% abu tempurung
1.	P1= 3,167	133,42	3	3,33	6,67
2.	P2 = 6,334	136,8	3	3,42	6,84
3.	P3 = 12,668	140,47	3	3,51	7,02
				2,5% semen	7,5% abu tempurung
1.	P1= 3,167	135,46	3	3,38	10,15
2.	P2 = 6,334	141,11	3	3,52	10,58
3.	P3 = 12,668	137,19	3	3,42	10,28

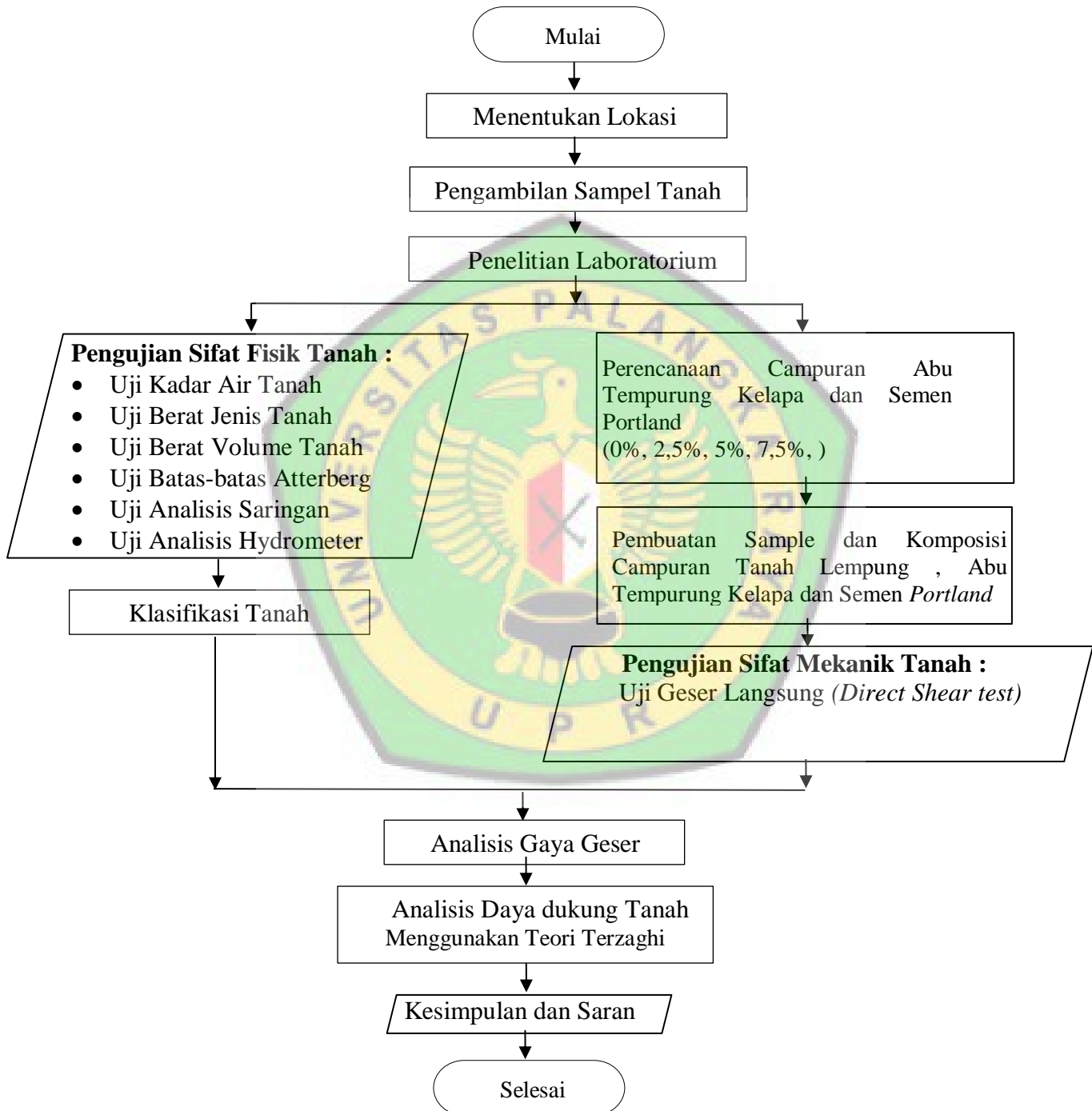
Sumber: Pengolahan Data

3.5 Cara Analisis Data

Analisis data hasil dari pengujian akan memperoleh kekuatan geser dengan menggunakan Uji Geser Langsung (*Direct Shear*). Kemudian hasil kuat geser akan digunakan untuk menghitung daya dukung tanah dengan menggunakan teori *Terzaghi*.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Adapun skema penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian sifat – sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air (w) = 34,42% ; berat isi (γ) = 1,72 g/cm³ ; berat jenis (G_s) = 2,72 ; batas – batas Atterberg yaitu Batas cair (*Liquid Limit*) = 35,80% ; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 20,19% ; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 15,61% ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 11,64 % ; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 53,77%. Menurut USCS tanah diklasifikasikan tanah berlempung anorganik kelompok CL sedangkan menurut AASHTO tanah diklasifikasikan tanah berlempung, dalam kelompok A-6 (4).

Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli diperoleh nilai kohesi tanah (c) sebesar 0,16 kg/cm² dan nilai sudut geser tanah (ϕ) sebesar 25^o.

Berdasarkan parameter tersebut didapat nilai kuat geser (τ) tanah asli 0,24 kg/cm², daya dukung tanah (q_{ult})= 4,05 kg/cm² dan daya dukung (q_{ijin})= 1,35 kg/cm².

2. Pada pengujian uji geser langsung didapat nilai kuat geser (τ) tanah asli= 0,24 kg/cm². Untuk 0 hari pemeraman dengan campuran tanah, semen+abu tempurung kelapa diperoleh nilai kuat geser (τ) 0,331 kg/cm² dengan

persentase kenaikan tertinggi 37,92%. Untuk 3 hari pemeraman dengan campuran tanah, semen 2,5%+abu tempurung kelapa 2,5% diperoleh nilai kuat geser (τ) 0,42 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 75,00%.

Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah menurut Terzaghi diperoleh nilai q_{ult} tanah asli = 4,05 kg/cm². Untuk pemeraman 0 hari dengan campuran tanah, semen 2,5%+abu tempurung kelapa 2,5% diperoleh nilai (q_{ult}) = 7,677 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 89,56%. Untuk pemeraman 3 hari dengan campuran tanah, semen 2,5%+abu tempurung kelapa 2,5% diperoleh nilai (q_{ult}) = 12,27 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 202,96%.

Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah menurut Terzaghi diperoleh nilai (q_{ijin}) tanah asli = 1,35 kg/cm². Untuk pemeraman 0 hari dengan campuran tanah, semen 2,5%+abu tempurung kelapa 2,5% diperoleh nilai (q_{ijin}) = 2,56 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 89,63%. Untuk pemeraman 3 Hari dengan campuran tanah, semen 2,5%+abu tempurung kelapa sebesar 2,5% nilai (q_{ijin}) = 4,09 kg/cm² dengan persentase kenaikan tertinggi 202,96%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, abu tempurung kelapa yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah harus diketahui kadar abunya untuk memperoleh hasil optimal.

2. Untuk melihat kenaikan atau penurunan persentase kuat geser langsung dan daya dukung tanah lempung, sebaiknya di lakukan penambahan umur pemeraman.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2216-71. (1989). Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- ASTM, D3083, Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions, Annual Book of ASTM Standards, section 4, Volume 04.08, Easten MD, USA.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 854-83. (2002). Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 427-74. (1989). Standard Test Method of Test for Shrinkage Limit of Soil.
- ASTM (American Society for Testing and Material) D 422-63, Standard Test Method for Particel Size Analysis of Soils, U.S.
- ASTM International D422. (2012) . Standart Test Methods for Determining Average Grain Size. ASTM International.
- Andreas, D. 2016. *Pengaruh Campuran Semen Portland Tipe I Dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Dengan Uji Kuat Tekan Bebas*. Universitas Sumatera Utara
- ASTM. 1970 Special Procedures for Testing Soil and Rock for Engineering Purposes: Fifth Edition
- Ariani, N. 2007. *Perbaikan Tanah Lempung Dari Grobogan Purwodadi Dengan Campuran Semen Dan Abu Sekam Padi* (hlm 276-283). *Edisi 1, Majalah Ilmiah UNKRIM*.
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Craig, R. F. 1989. *Mekanika Tanah*, Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Das, B.M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1. Terjemahan Penerbit Erlangga.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah*, Jilid 1 dan Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
- HASBUL, H. (2020). *PENENTUAN PROFIL PERLAPISAN TANAH BERDASARKAN UJI SONDIR DI BEBERAPA TITIK DI KOTA PADANG* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ANDALAS).
- Polii, S.N. 2018. *Pengaruh Penambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung* (hlm 11-15). Vol. 16.
- Ramadhani, S. (2011). Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap parameter kuat geser tanah berpasir. *SMARTek*, 9(3).
- Sompie, G. M. E., Sompie, O. B., & Rondonuwu, S. G. (2018). Analisis stabilitas tanah dengan model material mohr coulomb dan soft soil. *Jurnal Sipil Statik*, 6(10).
- Sulistyo, B. 2016. *Pengaruh Serabut Kelapa Terhadap Kuat Geser dan Tekan Bebas Pada Tanah Berbutir Halus*
- Terzaghi, K. & Peck, R.B. (1987). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*. Jakarta: Erlangga.