

DRAF SKRIPSI

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN PASIR
DAN SERAT JANJANG
KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP
KUAT GESER DAN DAYA
DUKUNG TANAH**

Oleh:

**FEBRI NEPI SUWENDI
NIM. DAB 116 127**



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

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN
CAMPURAN PASIR DAN SERAT JANJANG KOSONG
KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA
DUKUNG TANAH**

SKRIPSI

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

Oleh :

FEBRI NEPI SUWENDI

NIM. DAB 116 127

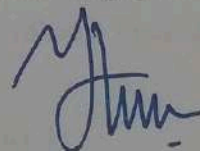
**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
Dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Ketua Penguji/Penguji 1



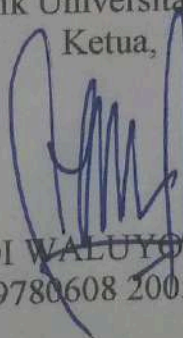
(Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.)
NIP. 19720219 199702 2 001

Sekretaris Penguji/Penguji 2



(OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.)
NIP. 19751001 200604 1 003

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



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

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN
PASIR DAN SERAT JANJANG KOSONG KELAPA SAWIT
TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH**

SKRIPSI

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

Oleh :

FEBRI NEPI SUWENDI
NIM. DAB 116 127

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Jumat, 9 Desember 2022
Waktu : 15.00 – 16.30 WIB
Tempat : Ruang Sidang (offline)

Tim Penguji :

1. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199802 2 001

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

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

..... (Pembimbing Pendamping/Sekretaris)

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

..... (Penguji 3)

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

..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

FRIEDA, S.T., M.T.
NIP. 19721223 1997 02 2 002

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 : Febri Nepi Suwendi
NIM : DAB 116 127
Tempat, Tanggal Lahir : Palangka Raya, 5 Mei 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Bukit Raya
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Kecamatan Dadahup, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.
Email : febrisaputra585@gmail.com
No.Hp : 089505778848
No.Wa : 089505778848
Facebook : -
Instagram : febrinpsuwendi
Line : -
Nama Ayah : Aly
Pekerjaan Ayah : Swasta
Alamat : Kecamatan Dadahup, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.
No.Hp : 085654241738
Nama Ibu : Nelly
Pekerjaan Ibu : Swasta
Alamat : Kecamatan Dadahup, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.



No.Hp : 085654241738
Wali : -

Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK DADAHUP (2002-2004)
- SD : SDN 3 DADAHUP (2004- 2010)
- SLTP : SMPN 1 DADAHUP (2010-2013)
- SLTA : SMAN 1 DADAHUP (2013-2016)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September tahun 2016.

Palangka Raya, Februari 2023
Yang membuat pernyataan

FEBRI NEPI SUWENDI
NIM. DAB 116 127

SURAT PERNYATAAN

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

Palangkaraya, Februari 2023



NEPI SUWENDI
NIM. DAB 116 127

RINGKASAN

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN PASIR DAN SERAT JANJANG KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH, Febri Nepi Suwendi, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tanah memiliki peranan yang sangat penting pada berbagai macam pekerjaan konstruksi bangunan maupun jalan karena tanah berfungsi sebagai dasar pondasi yang menyalurkan beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (subgrade). Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah atau kurang baik, dimana ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan pada sebuah bangunan. Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan mekanik yang khusus seperti kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, berat volume yang kecil, plastisitas indeks yang besar, mengakibatkan daya dukung tanah lempung menjadi lunak sehingga kemampuan menahan beban di atasnya menjadi sangat rendah. Penelitian ini menggunakan bahan campuran menggunakan pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit dengan presentase penambahan sebesar 5%, 7,5% dan 10%.

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

hasil pengujian sifat fisik yang dilakukan tanah lempung yang di ambil dari Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah., memiliki nilai seperti, Kadar Air (w) = 40,77 % ; Berat isi tanah (γ) = 1,67 gr/cm³ ; Berat Jenis (G_s) = 2,73 ; batas-batas Atterberg yaitu Batas Cair (Liquid Limit) = 42,74 % ; Batas Plastis (Plastic Limit) = 22,68 % ; Indeks Plastisitas (Plasticity Index) = 20,06 % ; Batas Susut (Shrinkage Limit) = 13,15 % . Menurut sistem klasifikasi USCS, berdasarkan hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan no. 200 (0.075 mm) adalah 64,90% > 50% maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus. Berdasarkan pemeriksaan Atterberg tanah di klasifikasikan sebagai tanah lempung. Dari hasil pengujian Geser langsung tanah diperoleh, Sudut Geser (ϕ) = 12,13 ° ; Kohesi (c) = 0,1406 Kg/cm² dan dari hasil uji tekan bebas diperoleh, tekan bebas (q_u) = 0,460 kg/cm² ; geser tanah (c_u) = 0,230 kg/cm².

Kata Kunci : *Tanah Lempung, Pasir, Serat Janjang Kosong Kelapa Sawit, Uji Kuat Tekan Bebas, Uji Geser langsung , Daya dukung.*

SUMMARY

STABILIZATION OF CLAY USING A MIXED OF SAND AND OIL PALM FIBER ON SHEAR STRENGTH AND SOIL CARRYING POWER, Febri Nepi Suwendi, 2022, Department/Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Soil has a very important role in various kinds of building and road construction work because the soil serves as the foundation base that transmits the load on it, therefore the land that will be used as a construction support must be prepared first before being used as a subgrade. . Clay soil is one type of soil that has a low or poor bearing capacity, which can cause a decrease in a building. Clay has special physical and mechanical properties such as high water content, large void ratio, small volume weight, large plasticity index, resulting in the bearing capacity of the clay being soft so that the ability to withstand loads on it is very low. This study uses a mixture of sand and empty palm fiber with the percentage addition of 5%, 7.5% and 10%.

The soil sample used was clay soil found in Tanjung Sanggalang Village, Central Kahayan District, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan Province.

the results of physical properties testing carried out on clay taken from Tanjung Sanggalang Village, Kahayan Tengah District, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan Province, have values such as, Water Content (w) = 40.77%; Soil density (γ) = 1.67 gr/cm³ ; Specific Gravity (G_s) = 2.73 ; Atterberg limits, namely Liquid Limit = 42.74%; Plastic Limit (Plastic Limit) = 22.68 % ; Plasticity Index (Plasticity Index) = 20.06% ; Shrinkage Limit = 13.15%. According to the USCS classification system, based on the results of the sieve analysis examination, the percentage of material passing sieve no. 200 (0.075 mm) is 64.90% > 50% then the soil is a fine grained soil. Based on Atterberg's examination, the soil is classified as clay. From the results of the direct shear test of the soil obtained, the shear angle (ϕ) = 12.13 ° ; Cohesion (c) = 0.1406 Kg/cm² and from the results of the free compression test obtained, free compression (q_u) = 0.460 kg/cm² ; soil shear (c_u) = 0.230 kg/cm².

Keywords : Clay, Sand, Oil Palm Empty Bunch Fiber, Free Compression Test, Direct Shear Test, Bearing Capacity.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa dipanjatkan atas rahmat dan karunia-Nya penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan sehingga dapat diseminarkan dan ditinjau kembali untuk diperbaiki.

Skripsi dengan judul “STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PASIR DAN SERAT JANJANG KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH” disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak **Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.** selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
3. Ibu **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
4. Bapak **OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
5. Bapak **M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas/Penelaah 1 Skripsi.
6. Bapak **Ir. SURADJI GANDI, M.M.** selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2 Skripsi.
7. Ibu **MURNIATI, S.T., M.T.** selaku Moderator Skripsi.
8. Ibu **EKA PUTRI SETIATI, S.T.** selaku Pranata Laboratorium Pendidikan

9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Proposal Skripsi.
10. Staf Administrasi, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan penyelesaian Skripsi.
11. Kedua Orangtua Saya yang telah membantu saya baik secara moril maupun material selama pelaksanaan penyelesaian Skripsi.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini. Oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, September 2023

FEBRI NEPI SUWENDI
NIM. DAB 116 127

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah	6
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah	7
2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.....	7
2.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified Soil Clasification System (USCS)</i>	8
2.3 Batas - Batas Atterberg	9
2.4 Tanah Lempung.....	12
2.4.1 Susunan Tanah Lempung	12

2.5	Stabilisasi Tanah.....	13
2.6	Janjang Kosong Kelapa Sawit.....	14
2.7	Pasir	15
2.8	Daya Dukung Tanah	16
2.8.1	Definisi Daya Dukung Tanah.....	16
2.8.2	Analisis Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi	20
2.8.3	Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Strength (UCS)</i>)	30
2.9	Kuat Geser Tanah.....	31
2.9.1	Definisi Kuat Geser Tanah.....	31
2.9.2	Teori Kuat Geser Tanah.....	32
2.9.3	Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	34
2.10	Peneliti Terdahulu.....	35

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian	38
3.2	Pengambilan Data.....	38
3.2.1	Sampel Tanah Asli (<i>undisturbed</i>).....	38
3.2.2	Sampel Tanah Terganggu (<i>disturbed</i>).....	39
3.3	Pengolahan Data.....	39
3.3.1	Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	39
1.	Pemeriksaan Kadar Air Tanah (<i>Water Content</i>)	39
2.	Percobaan Berat Volume (<i>Volumetric Weight</i>)	39
3.	Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific gravity</i>)	39
4.	Batas Konsistensi Tanah (<i>Atterberg Limit</i>).....	40

5. Pemeriksaan Analisis Saringan (<i>Sieve Analysis</i>).....	40
6. Analisa Hidrometer (<i>Hydrometer Analysis</i>).....	40
3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	41
1. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	41
2. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compressive Strength Test</i>)	41
3.3.3 Persiapan Sampel	41
3.3.4 Perencanaan Campuran.....	42
3.3.5 Proses Pencampuran Sampel di Lab.....	43
3.4 Analisis Data	46
3.5 Tahapan Penelitian	46

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum	47
4.2 Hasil Penelitian	47
4.2.1 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah	47
4.2.2 Sistem Klasifikasi USCS	48
4.2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO	50
4.3 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah	52
4.3.1 Hasil Pengujian Geser Langsung	52
4.3.2 Perhitungan kekuatan Geser Tanah (τ).....	56
4.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	58
4.4 Analisis Data	61
4.4.1 Perhitungan Daya Dukung Tanah (q_{ult})	61

4.4.2 Perbandingan Daya Dukung dan Kuat Geser pada Pengujian Uji Geser

Langsung dan Kuat Tekan Bebas 65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 69

5.2 Saran 72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Klasifikasi AASHTO	8
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi USCS	9
Tabel 2.3	Batas-batas Atterberg	10
Tabel 2.4	Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi	11
Tabel 2.5	Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi	27
Tabel 2.6	Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah Dengan Kuat Tekan.....	30
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1	Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.....	42
Tabel 3.2	Komposisi Campuran.....	42
Tabel 3.3	Kebutuhan Tanah Lempung dengan campuran Pasir dan Serat janjang kosong kelapa sawit.....	43
Tabel 3.4	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 0 hari Pemeraman (Tanpa Pemeraman)	44
Tabel 3.5	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 4 hari Pemeraman.....	45
Tabel 3.6	Kebutuhan Tanah Lempung dengan Campuran Pasir dan Serat jenjang kosong kelapa sawit untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik	45
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Lempung Asli	48
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	50
Tabel 4.3	Pemeriksaan uji Geser Tanah Lempung	53

Tabel 4.4	Rekapitulasi Hasil pengujian Geser Langsung Pada Tanah Lempung	55
Tabel 4.5	Rekapitulasi Kekuatan Geser Tanah Lempung.....	57
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli.....	58
Tabel 4.7	Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran	60
Tabel 4.8	Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah <i>Terzaghi</i>	62
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Pengujian Geser Langsung pada Tanah Lempung.....	64
Tabel 4.10	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat tekan Bebas.....	66
Tabel 4.11	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Geser Tanah Berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat tekan Bebas.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Janjang Kosong Kelapa Sawit	15
Gambar 2.2	Pasir.....	16
Gambar 2.3	Kurva Penurunan Terhadap Beban yang Diterapkan.....	18
Gambar 2.4	(a) Keruntuhan geser umum (<i>general shear failure</i>). (b) Keruntuhan geser lokal (<i>local shear failure</i>).	19
Gambar 2.5	(a) Pembebanan pada pondasi dan berbentuk area geser. (b) Bentuk kegagalan.....	22
Gambar 2.6	Hubungan ϕ dan N_γ , N_c , N_q	26
Gambar 2.7	Grafik Mohr dan Coulomb	33
Gambar 3.1	Bagan Alur Penelitian	46
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas	49
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas AASHTO..	51
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser (Sampel tanah lempung asli)	54
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Sudut Geser Dalam (ϕ) dengan Variasi Campuran.....	55
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Kohesi (c) dengan Variasi Campuran	56
Gambar 4.6	Grafik Hubungan kuat Geser Tanah dengan Variasi Campuran	57
Gambar 4.7	Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Asli	59
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Kuat Tekan Bebas (q_u) dengan Variasi Campuran.....	60

Gambar 4.9	Grafik Hubungan Kuat Geser (C_u) dengan Variasi Campuran ..	61
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah (q_{ult}) dengan Variasi Campuran.....	64
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah (q_{ijin}) dengan Variasi Campuran.....	65
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas (Pemeraman 0 Hari)	66
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas (Pemeraman 4 Hari)	67
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas (Pemeraman 0 Hari)	68
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah berdasarkan Pengujian Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas (Pemeraman 4 Hari)	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah memiliki peranan yang sangat penting pada berbagai macam pekerjaan konstruksi bangunan maupun jalan karena tanah berfungsi sebagai dasar pondasi yang menyalurkan beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*). Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah atau kurang baik, dimana ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan pada sebuah bangunan. Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan mekanik yang khusus seperti kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, berat volume yang kecil, plastisitas indeks yang besar, mengakibatkan daya dukung tanah lempung menjadi lunak sehingga kemampuan menahan beban di atasnya menjadi sangat rendah.

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

Penelitian ini menggunakan bahan campuran menggunakan pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit dengan presentase penambahan sebesar 5%, 7,5% dan 10%.

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi tersebut memiliki kondisi tanah agak berlumpur dan adanya beberapa retakan jadi dapat disimpulkan bahwa tanah dengan daya dukung rendah (Lempung).

Penelitian ini bersifat eksperimental dan berskala laboratorium dengan pengujian sifat fisik tanah Lempung dan uji geser langsung (*Direct Shear Test*). Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah lempung di Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah ?
2. Berapa besar nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung asli ?
3. Berapa besar nilai kuat geser dan daya dukung pada tanah lempung setelah distabilisasi dengan campuran pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung di Desa Tanjung Sangalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Menganalisis pengaruh penambahan campuran pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit terhadap nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung.
3. Menganalisis nilai daya dukung tanah lempung setelah distabilisasi dengan campuran pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah dan sesuai dengan yang di harapkan, maka peneliti di batasi pada hal-hal berikut :

1. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Pengujian sifat fisik Tanah Lempung meliputi :

- a. Kadar Air (*Water Content*)

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216

- b. Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2167

- c. Berat Jenis (*Spesific Gravity*)

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-854-02

d. Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

- 1) Pengujian pemeriksaan batas cair (*Liquid Limit*) ini menggunakan standar ASTM D-4318-00
- 2) Pengujian pemeriksaan batas plastis (*Plastic Limit*) ini menggunakan standar ASTM D-4318-00

e. Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422.

f. Hidrometer

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422-63.

3. Pengujian Sifat Mekanik Tanah Lempung meliputi:
 - a. Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)
 - b. Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)
4. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
5. Janjang kosong kelapa sawit didapat dari Kawasan yang berada di Kecamatan Dadahup, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.
6. Pasir didapat dari Kawasan yang berada di Kecamatan Dadahup, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.
7. Tanah lempung dicampur dengan pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit dengan kadar 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat tanah.
8. Pengujian menggunakan metode kuat tekan bebas dan geser langsung (*direct shear*).

9. Perhitungan daya dukung dan Mohr - Coulomb menggunakan formula *Terzaghi*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan:

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana manfaat penggunaan pasir dan janjang kosong kelapa sawit untuk meningkatkan daya dukung dan kuat geser tanah, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah stabilisasi tanah lempung.
2. Memberikan pengetahuan lebih kepada masyarakat maupun mahasiswa Teknik sipil khususnya yang berminat dalam pengetahuan geoteknik.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material.

1.6 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

1. Tanah yang akan digunakan sebagai sampel dari penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel



Sumber : *maps. google.co.id*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah hal yang paling penting dalam merencanakan suatu konstruksi sipil, berupa bangunan gedung ataupun jalan. Proses dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satunya penyebabnya adalah kadar air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley,1977). Sedangkan pengertian tanah Menurut (Bowles,1984) tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis. Berikut jenis-jenis :

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm. Sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.

- d. Lanau (silt) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e. Lempung (clay) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan atau pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi memiliki sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. (Ida Wahyuni,2004).

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board,1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg* (Bowles, 1984).

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan - bahan (35% atau kurang melalui No.. 200)							Bahan-bahan Lanau-Lempung (Lebih dari 35% melalui No.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisis Saringan Persen Melalui: No. 10 No. 40 No. 200	50 maks 30 maks 15 maks	50 maks 25 maks	51 maks 10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik Fraksi Melalui No. 40 Batas Cair Indeks Plastisitas	6 maks		N.P	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 maks 10 maks	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 10 min	41 maks 11 min
Indeks Kelompok	0		0	0			4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Jenis-jenis Bahan pendukung utama	Fragmen batuan, Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau lempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan Umum Sebagian Tanah Dasar	Sangat baik baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber : Das, 1995

2.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified Soil Classification System* (USCS)

Dalam sistem klasifikasi USCS, tanah dibagi atas 2 kelompok besar yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol 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.
- b. Tanah berbutir halus, (fine grained soil) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari 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 tinggi.

Sistem klasifikasi tanah USCS dan nilai batas cair (LL) terhadap indeks plastisitas (PI) tanah metode Unified ini dapat di lihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi USCS

Dimal Ukur	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% buliran lebih besar dari 0,075 mm (No. 200) (0,075 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7	
		GP		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
	GM	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
Pasir lebih dari 50% (pasir kasar lebih dari 35% (No. 47,5 mm))	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Diagram klasifikasi: nilai angka plastisitas (PI) dan nilai angka liku (LI) pada sumbu vertikal dan horizontal. Garis A (PI = 4) dan garis U (PI = 7) membagi diagram menjadi beberapa zona. Zona-zona tersebut adalah: CL, CH, ML, MH, OL, OH, dan O. Garis A dan U berpotongan di PI = 7, LI = 25.	
		SP		Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
	SM	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lebih besar dari 0,075 mm (No. 200)	ML	Lempung lekat organik dan pasir dengan kandungan air, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Diagram klasifikasi: nilai angka plastisitas (PI) dan nilai angka liku (LI) pada sumbu vertikal dan horizontal. Garis A (PI = 4) dan garis U (PI = 7) membagi diagram menjadi beberapa zona. Zona-zona tersebut adalah: CL, CH, ML, MH, OL, OH, dan O. Garis A dan U berpotongan di PI = 7, LI = 25.	
		CL		Lempung lekat organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berkerikil, lempung kerikil (lihat daya)
	MH	Lempung lekat organik atau pasir halus dikomas, berakumulasi		Diagram klasifikasi: nilai angka plastisitas (PI) dan nilai angka liku (LI) pada sumbu vertikal dan horizontal. Garis A (PI = 4) dan garis U (PI = 7) membagi diagram menjadi beberapa zona. Zona-zona tersebut adalah: CL, CH, ML, MH, OL, OH, dan O. Garis A dan U berpotongan di PI = 7, LI = 25.
		CH		
OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Diagram klasifikasi: nilai angka plastisitas (PI) dan nilai angka liku (LI) pada sumbu vertikal dan horizontal. Garis A (PI = 4) dan garis U (PI = 7) membagi diagram menjadi beberapa zona. Zona-zona tersebut adalah: CL, CH, ML, MH, OL, OH, dan O. Garis A dan U berpotongan di PI = 7, LI = 25.		
	OC		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
FI	Gambut (pasir) dan lempung dengan kandungan organik tinggi		Diagram klasifikasi: nilai angka plastisitas (PI) dan nilai angka liku (LI) pada sumbu vertikal dan horizontal. Garis A (PI = 4) dan garis U (PI = 7) membagi diagram menjadi beberapa zona. Zona-zona tersebut adalah: CL, CH, ML, MH, OL, OH, dan O. Garis A dan U berpotongan di PI = 7, LI = 25.	
	FI			Gambut (pasir) dan lempung dengan kandungan organik tinggi

Sumber : Hardiyatmo, 1992

2.3 Batas - Batas Atterberg

Batas Atterberg dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta memastikan karakter indeks properti tanah. Batas Atterberg mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut. Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat sampai jadi cairan kental sesuai sama kadar airnya. Dari test batas Atterberg akan diperoleh parameter batas cair, batas plastis, batas lengket serta batas kohesi yang disebut kondisi ketekunan tanah. Batas-batas Atterberg bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Batas-batas Atterberg

PL (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non Kohesi
<	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

Sumber: Das, 1995

1. 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.

2. 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.

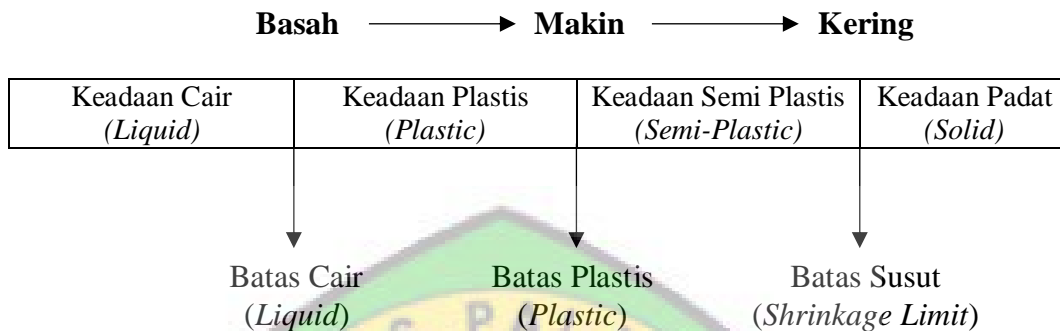
3. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL$$

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesi diberikan oleh Atterberg tabel berikut ini:

Tabel 2.4 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi



Sumber: Das, 1995

4. 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.

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

Keterangan :

- SL : Batas susut tanah
- V₀ : Volume benda uji kering
- W₀ : Berat benda uji kering
- G_s : Berat jenis tanah

2.4 Tanah Lempung

Tanah lempung terbentuk akibat pelapukan batuan kerak bumi seperti, batuan granit dan batuan beku yang dipengaruhi oleh senyawa kimia yang secara bertahap membuatnya melapuk dengan proses ribuan tahun lamanya. Tanah Lempung Lempung (Clay) merupakan partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm (Bowles, 1993).

Tanah Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

2.4.1 Susunan Tanah Lempung

Susunan tanah lempung terdiri dari *silika tetrahedral* dan *aluminium oktahedra*. Silika dan aluminium secara parsial dapat digantikan oleh elemen yang lain dalam kesatuannya, keadaan ini dikenal sebagai *substitusi isomorf*. Kombinasi susunan dari kesatuan dalam bentuk susunan lempeng. Berbagai macam lempung terbentuk oleh kombinasi tumpukan dari susunan lempeng dasarnya dengan bentuk yang berbeda-beda (Hardiyatmo dkk, 2002). Pelapukan akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid

dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Terdapat banyak mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. Terdapat pula kelompok yang lain, misalnya: *chlorite*, *vermiculite*, dan *halloysite*. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butir butiran seperti lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

2.5 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah. Apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan (Bowles, 1989). Stabilisasi tanah adalah usaha yang

dilakukan bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Menurut Ingles dan Metcalf (1972), proses stabilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

1. Stabilisasi Mekanis
2. Stabilisasi Fisik
3. Stabilisasi Kimiawi

Metode stabilisasi yang sudah umum digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis adalah salah satu metode stabilisasi yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi merupakan metode stabilisasi yang menambah kekuatan dan kuat dukung dengan cara mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia.

2.6 Janjang Kosong Kelapa Sawit

Serat Janjang Kosong Kelapa Sawit merupakan salah satu limbah dari pengolahan kelapa sawit. Serat Janjang Kosong Kelapa Sawit merupakan limbah dengan volume yang paling banyak dari proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) pada pabrik kelapa sawit, yang jumlahnya mencapai 23% dari TBS yang diolah. Janjang Kosong merupakan limbah padat kelapa sawit yang dihasilkan setelah dilakukan proses perebusan dan perontokan.



Sumber ; google.co.id

Gambar 2.1 Janjang Kosong Kelapa Sawit

Serat Janjang Kosong Kelapa Sawit dimanfaatkan berbagai bidang antara lain :

1. Sebagai bahan tambahan dalam campuran desain beton mutu tinggi.
2. Bahan pengisi (*Filler*) dan lapisan perkerasan jalan raya.
3. Bahan stabilisasi campuran tanah lempung dan dasar pada lapisan jalan raya.

2.7 Pasir

Pasir adalah material butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terpecah halus. Ukuran pasir lebih halus dari kerikil dan lebih kasar dari lanau.

Pasir juga bisa mengacu pada suatu kelas tekstur dari tanah atau jenis tanah; yaitu, tanah yang mengandung lebih dari 85% partikel berukuran pasir berdasarkan massa.



Sumber ; google.co.id

Gambar 2.2 Pasir

2.8 Daya Dukung Tanah

2.8.1 Definisi Daya 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.

Menurut Hardiyatmo (2007), mengatakan bila tanah mengalami pembebanan seperti beban fondasi. Tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat terjadi kondisi di mana pada beban tetap, fondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung telah terjadi. Menurut Hardiyatmo (2007), daya dukung ultimit (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas di mana tanah

masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

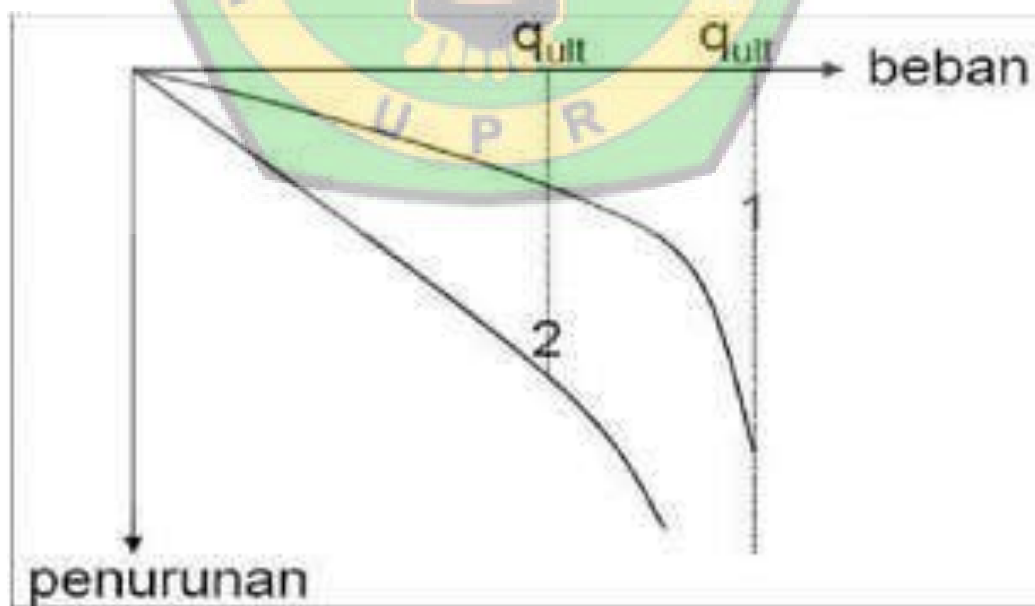
$$q_2 = \frac{P_u}{A} \quad (2.1)$$

dengan: q_u = daya dukung ultimit atau daya dukung batas (kN/m^2)

P_u = beban ultimit atau beban batas (kN)

A = luas beban (m^2)

Jika tanah padat, sebelum terjadi keruntuhan di dalam tanah, penurunan kecil dan bentuk kurva penurunan-beban akan seperti yang ditunjukkan pada kurva 1 dalam gambar 2.1 pada kurva 1 menunjukkan kondisi keruntuhan geser umum (general shear failure). Pada waktu beban ultimit tercapai, tanah melewati fase kedudukan keseimbangan plastis. (Hardiyatmo, 2007).



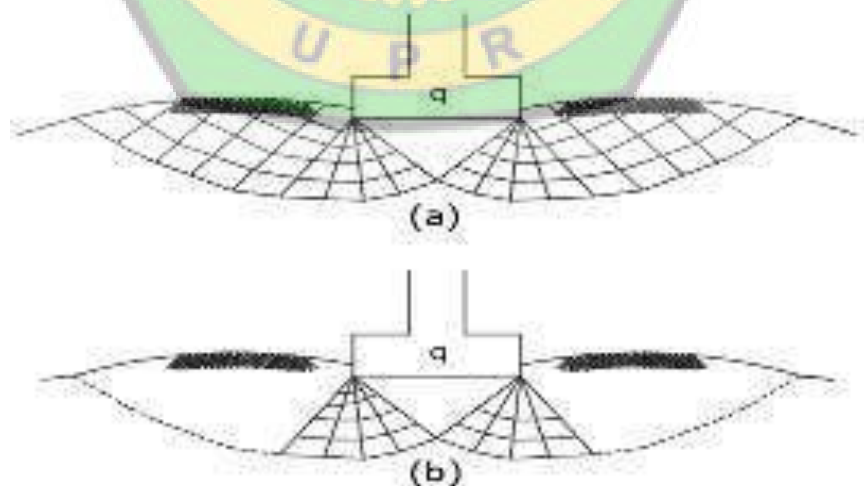
Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.3 Kurva Penurunan Terhadap Beban yang Diterapkan

Kondisi lain, jika tanah sangat tidak padat atau lunak penurunan yang terjadi sebelum keruntuhan sangat besar. Pada kasus ini, keruntuhannya terjadi sebelum keseimbangan plastis tanah termobilisasi, seperti yang ditunjukkan gambar 2.1 pada kurva 2. Kurva 2 ini menunjukkan kondisi keruntuhan geser lokal (*local shear failure*). (Hardiyatmo, 2007).

Menurut Hardiyatmo (2007), dari pengamatan kelakuan tanah selama pembebanan hingga tercapainya keruntuhan, diperoleh kenampakan sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan bentuk tanah yang berupa pengembangan kolom tanah tepat di bawah dasar pondasi ke arah lateral dan penurunan permukaan di sekitar pondasi.
2. Terdapat retakan lokal atau geseran tanah di sekeliling pondasi.
3. Suatu baji tanah terbentuk tepat di bawah pondasi yang mendesak tanah bergerak ke bawah maupun ke atas (gambar 2.2).



Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.4 (a) Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).
(b) Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*).

4. Umumnya, ada saat keruntuhan terjadi zona geser melebar dalam batas tertentu dan suatu permukaan geser berbentuk lengkungan berkembang yang disusul dengan gerakan pondasi turun ke bawah. Permukaan tanah di sekitar pondasi selanjutnya mengembang ke atas yang diikuti oleh retakan dan gerakan muka tanah di sekitar pondasi. Keadaan ini menunjukkan keruntuhan geser telah terjadi.

2.8.2 Analisis Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi

Terzaghi (1943), melakukan daya dukung tanah dengan beberapa asumsi sebagai berikut:

- a. Pondasi berbentuk memanjang tak berhingga.
- b. Tanah di bawah dasar pondasi adalah homogen.
- c. Tahanan geser tanah di atas dasar pondasi diabaikan
- d. Dasar pondasi kasar.
- e. Berlaku prinsip superposisi atau prinsip penggabungan.
- f. Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier
- g. Pertemuan antara sisi baji tanah dan dasar pondasi membentuk sudut geser dalam tanah ϕ .
- h. Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedudukan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasi.
- i. Berat tanah di atas dasar pondasi digantikan dengan beban terbagi rata sebesar $o f . \gamma p = D$, dengan Df adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.

Menurut Terzaghi (1943), persamaan umum daya dukung ultimit untuk pondasi

$$q_u = cN_c + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \text{ untuk pondasi memanjang} \quad (2.2)$$

Karena $p_o = D_f \gamma$, maka:

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \text{ untuk pondasi memanjang} \quad (2.3)$$

dengan: q_u = daya dukung ultimit untuk pondasi memanjang (kN/m^2)

c = kohesi tanah (kN/m^2)

D_f = kedalaman pondasi yang tertanam di dalam tanah (m)

γ = berat volume tanah (kN/m^3)

p_o = tekanan overburden pada dasar pondasi (kN/m^2)

N_c = faktor daya dukung tanah akibat kohesi tanah

N_q = faktor daya dukung tanah akibat beban terbagi rata

N_γ = faktor daya dukung tanah akibat berat

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:

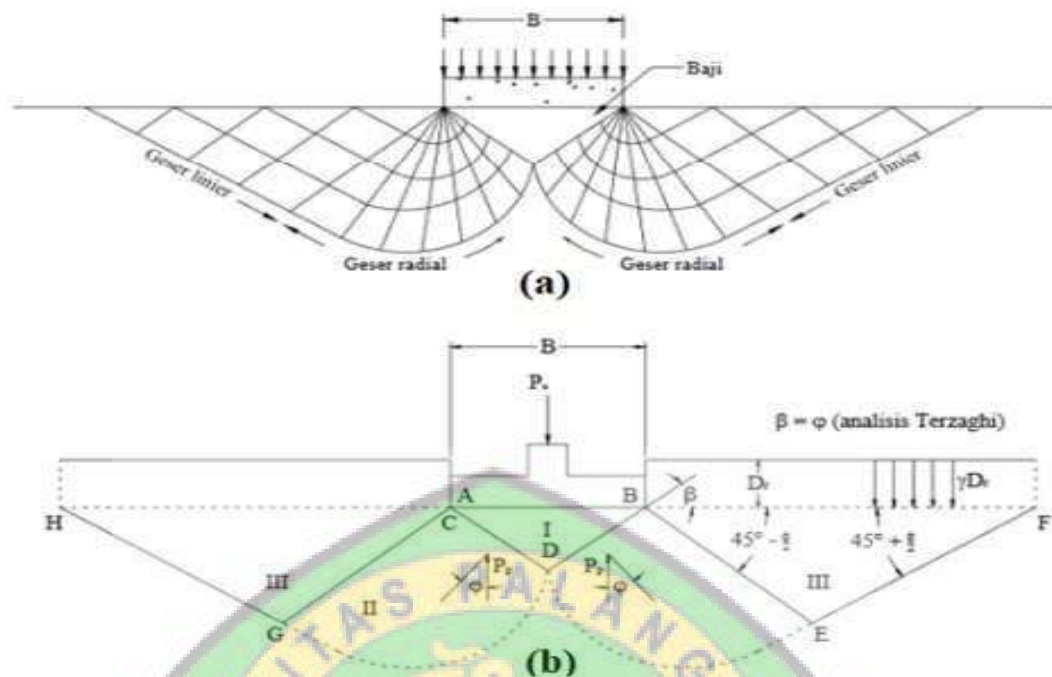
$$q_a = \frac{q_u}{SF} \quad (2.4)$$

Dimana :

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

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

SF = Faktor keamanan (1,5 - 3)



Sumber : Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.5 (a) Pembebanan pada pondasi dan berbentuk area geser.
(b) Bentuk kegagalan

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.

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 :

$$Q = cN_c + \gamma DN_q + \frac{1}{2} \gamma BN\gamma \quad (2.5)$$

Keterangan :

q = daya dukung keseimbangan

B = lebar pondasi

D = dalam pondasi

γ = berat isi tanah

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

$$q = 1,3cN_c + \gamma DN_q + 0,6 \gamma RN\gamma \quad (2.6)$$

dimana : R = jari-jari pondasi

b. Pondasi bujur sangkar

$$q = 1,3cN_c + DN_q + 0,4 \gamma BN\gamma \quad (2.7)$$

dimana : B = lebar pondasi

Menurut Hardiyatmo (2007), Tahanan total untuk melawan penurunan dapat dinyatakan dalam keseimbangan arah vertikal sebagai berikut:

$$P_u = 2 P_p \cos (\beta - \varphi) + 2 \overline{AB} c \sin \beta - \frac{1}{4} \gamma B^2 \operatorname{tg} \varphi \quad (2.8)$$

Panjang garis $\overline{AB} = \frac{B}{2 \cos \beta}$, maka :

$$P_u = 2 P_p \cos (\beta - \varphi) + B c \operatorname{tg} \beta - \frac{1}{4} \gamma B^2 \operatorname{tg} \varphi \quad (2.9)$$

Resultan gaya tekanan tanah pasif dapat dibagi menjadi 3 komponen, yaitu:

1. Gaya P_{py} sebagai akibat berat luasan ABEC.
2. Gaya P_{pc} sebagai akibat pengaruh kohesi tanah (c).
3. Gaya P_{pq} sebagai akibat beban terbagi rata di atas dasar fondasi.

Komponen tekanan tanah pasif dihitung terpisah, kemudian ditambahkan untuk memperoleh daya dukung totalnya.

$$P_u = 2(P_{py} + P_{pc} + P_{pq}) \cos (\beta - \varphi) + B c \operatorname{tg} \beta - \frac{1}{4} \gamma B^2 \operatorname{tg} \varphi \quad (2.10)$$

Beban ultimit per satuan luas:

$$q_u = (2P_{py}/B) \cos (\beta - \varphi) + (1/B) [2P_{pc} \cos (\beta - \varphi) + c \operatorname{tg} \beta] + (1/B) 2 P_{pq} \cos (\beta - \varphi) - \frac{1}{4} \gamma B \operatorname{tg} \varphi \quad (2.11)$$

Tiap-tiap komponen persamaan daya dukung adalah fungsi dari φ dan bentuk geometri dari zona longsoran, seperti yang dinyatakan oleh B dan β . Analisis Terzaghi (1943) menganggap bahwa dasar fondasi kasar. sehingga menahan gerakan tanah arah lateral di dasar fondasi dan mengikat tanah tersebut seolah-olah merupakan satu kesatuan dengan fondasinya. Jadi, semua beban fondasi dipindahkan langsung lewat bagian baji ke tanah di bawahnya. Sudut baji dengan bidang horisontal (yang besarnya = β) dianggap sama dengan φ . Zona

geser dianggap bergerak ke atas hanya sampai ketinggian dasar pondasi, dan hanya beban terbagi rata $p_0 = D_f \gamma$, yang berpengaruh pada zona ini. (Hardiyatmo, 2007).

Tekanan tanah pasif yang disebabkan oleh berat tanah dihitung dengan persamaan:

$$P_{p\gamma} = \frac{\gamma H^2 K_{p\gamma}}{2 \sin \alpha \cos \delta} \quad (2.11)$$

dengan:

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

α = sudut permukaan di mana tekanan pasif bekerja terhadap arah horizontal

δ = sudut geser antara tanah dengan tanah pada permukaan \overline{AB}

Dalam hal ini, $\delta = \varphi$, $\alpha = 180 - \varphi$. Proyeksi vertikal dari permukaan

$\overline{AB} = (B/2) \operatorname{tg} \varphi = H$, dan $\cos(\beta - \varphi) = 1$.

Besarnya tekanan tanah pasif dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$\begin{aligned} P_{p\gamma} &= \frac{\gamma}{2} \left(\frac{R^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi \right) \left(\frac{K_{p\gamma}}{\sin \varphi \cos \varphi} \right) = \frac{\gamma B^2}{8} \operatorname{tg} \varphi \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \varphi} 2P_{p\gamma} \frac{\cos(\beta - \varphi)}{\delta} \quad (2.12) \\ &= \frac{\gamma B}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \varphi K_{p\gamma}}{2 \cos^2 \varphi} \right) = \frac{\gamma B}{2} \left(N\gamma + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \right) \end{aligned}$$

Faktor N_γ adalah faktor daya dukung yang disebabkan oleh berat tanah yang merupakan fungsi dari sudut geser dari dalam tanahnya (φ). Tekanan tanah pasif akibat kohesi dan beban terbagi rata secara sama dapat ditentukan, jika berat volume dianggap tidak berpengaruh terhadap zona longsor. Hasilnya dinyatakan dengan persamaan :

$$P_{p\gamma} = \operatorname{ctg} \varphi \left(\frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \frac{\varphi}{2})} \right) \quad (2.13)$$

$$N_q = \left(\frac{a^2}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)} \right) \quad (2.14)$$

$$a = e \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \operatorname{tg} \varphi \quad (2.15)$$

Faktor daya dukung N_c dan N_q merupakan faktor daya dukung akibat pengaruh kohesi dan beban terbagi rata yang keduanya merupakan fungsi dari sudut geser dalam (φ). Persamaan (2.9) dapat dituliskan dalam persamaan umum:

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad (2.16)$$

dengan :

c = kohesi (kN/m^2)

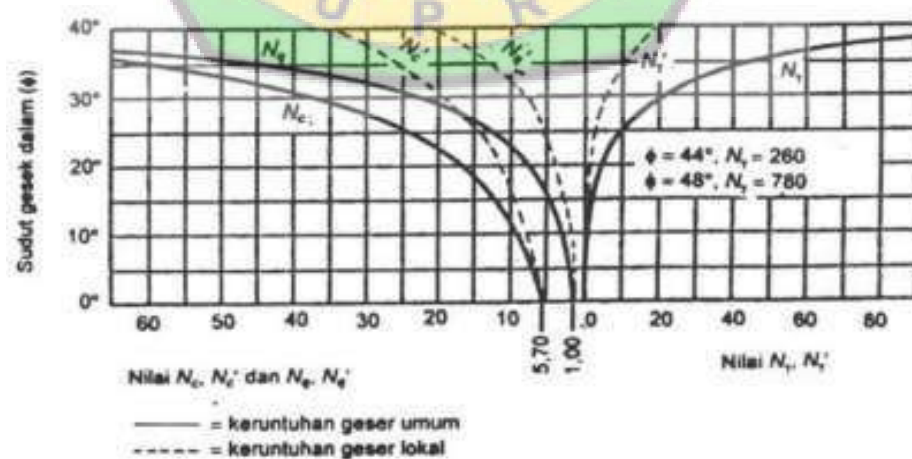
γ = berat volume tanah (kN/m^3)

D_f = kedalaman fondasi (m)

B = lebar fondasi (m)

N_γ, N_c, N_q = faktor daya dukung tanah (fungsi φ)

Nilai-nilai dari N_γ, N_c, N_q dalam bentuk grafik yang diberikan Terzaghi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.6 Hubungan φ dan N_γ, N_c, N_q

Tabel 2.5 Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

Φ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_γ	N_c	N_q	N_γ'	N_c'	N_q'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Sumber: Hardiyatmo (2007)

Seluruh analisis daya dukung di atas didasarkan pada anggapan bahwa pondasi mempunyai panjang tak terhingga dan didasarkan pada kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*) dari suatu bahan bersifat plastis, di mana volume dan kuat gesernya tidak berubah oleh adanya keruntuhan (*rupture*).

Pada material yang mempunyai sifat volumenya berubah oleh akibat beban atau mengalami regangan yang besar sebelum tercapainya keruntuhan geser, gerakan ke bawah baji tanah mungkin hanya memampatkan tanah, tanpa adanya regangan yang cukup untuk menghasilkan keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Kondisi keruntuhan semacam ini disebut keruntuhan geser lokal (*local failure*).

shear failure). Tidak ada analisis rasional untuk pemecahannya. Terzaghi menyarankan koreksi empiris faktor-faktor daya dukung pada kondisi keruntuhan geser umum, untuk hitungan daya dukung tanah untuk jenis tanah semacam ini, yaitu dengan cara seluruh faktor daya dukung dihitung kembali dengan menggunakan ϕ' dan c' , dengan:

$$\text{tg } \phi' = (2/3) \text{ tg } \phi \quad (2.17)$$

$$c' = (2/3) c \quad (2.18)$$

Persamaan umum untuk daya dukung ultimit pada fondasi memanjang kondisi keruntuhan geser lokal, dinyatakan oleh persamaan:

$$q_u = c' N_c' + D_f \gamma N_q' + 0,5 \gamma B N_\gamma' \quad (2.19)$$

Nilai N_c' , N_q' dan N_γ' adalah faktor daya dukung tanah pada kondisi keruntuhan geser lokal (lihat Gambar 2.4 dan Tabel 2.5).

Menurut Hardiyatmo (2007), dalam analisis daya dukung tanah, istilah-istilah berikut ini penting diketahui.

Tekanan *overburden* total (*total overburden pressure*)(p) adalah intensitas tekanan total yang terdiri dari berat material di atas dasar fondasi total, yaitu berat tanah dan air sebelum fondasi dibangun. (Hardiyatmo, 2007).

Daya dukung ultimit (*ultimate bearing capacity*) (q_u) adalah beban maksimum persatuan luas yang masih dapat didukung oleh fondasi, dengan tidak terjadi kegagalan geser pada tanah yang mendukungnya. Besarnya beban yang didukung, termasuk beban struktur, beban pelat fondasi, dan tanah urug di atasnya.

Daya dukung ultimit neto (*net ultimate bearing capacity*) (q_{un}) adalah nilai intensitas beban fondasi neto di mana tanah akan mengalami keruntuhan geser, dengan:

$$q_{un} = q_u - \gamma D_f \quad (2.20)$$

Tekanan fondasi total (*total foundation pressure*) atau intensitas pembebanan kotor (*gross loading intensity*) (q) adalah intensitas tekanan total pada tanah di dasar pondasi, sesudah struktur selesai dibangun dengan pembebanan penuh. Beban- bebannya termasuk berat kotor pondasi, berat struktur atas, dan berat kotor tanah urug termasuk air di atas dasar pondasi. (Hardiyatmo, 2007).

Tekanan pondasi neto (*net foundation pressure*) (q_n) untuk suatu pondasi tertentu adalah tambahan tekanan pada dasar pondasi, akibat beban mati beban hidup dari struktur. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$q_n = q - \gamma D_f \quad (2.21)$$

Daya dukung perkiraan (*presumed bearing capacity*) adalah intensitas beban neto yang dipandang memenuhi syarat untuk jenis tanah tertentu untuk maksud perancangan awal. Nilai tertentu tersebut didasarkan pada pengalaman lokal, atau dengan hitungan yang diperoleh dari pengujian kekuatan atau pengujian pembebanan di lapangan, dengan memperhatikan faktor aman terhadap keruntuhan geser. (Hardiyatmo, 2007).

Daya dukung ijin (*allowable bearing capacity*)(q_a) adalah besarnya intensitas beban neto maksimum dengan mempertimbangkan besarnya daya dukung, penurunan dan kemampuan struktur untuk menyesuaikan terhadap

pengaruh penurunan tersebut. (Hardiyatmo, 2007).

Faktor aman (F) dalam tinjauan daya dukung ultimit neto, seperti berikut:

$$F = \frac{q_{un}}{q_n} = \frac{q_n - \gamma D_f}{q_n - \gamma D_f} \quad (2.22)$$

dengan γ = berat volume tanah di atas dasar fondasi dan D_f = kedalaman fondasi. (Hardiyatmo, 2007).

2.8.3 Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength (UCS)*)

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi tanah. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian Unconfined Compression pada tanah lempung jenuh air, biasanya menghasilkan harga c_u yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian uu (untuk test triaksial) tegangan aksial yang diterapkan diatas benda uji berangsurangsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Tabel 2.6
Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah Dengan Kuat Tekan

Sifat Mekanis Tanah	Kuat Tekan Bebas (kg/cm ²)
Sangat lunak	< 0,25
Lunak	0,25 – 0,50
Sedang	0,50 – 1,00
Kaku	1,00 – 2,00
Sangat kaku	2,00 – 4,00
Keras	> 4,00

Sumber: Hardiyatmo (2007)

2.9 Kuat Geser Tanah

2.9.1 Definisi Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) adalah kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembaban tertentu (Head, 1982). Kuat geser tanah sebagai perlawanan internal tanah terhadap persatuan luas terhadap keruntuhan atau pengerasan sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud (Das, 1994).

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) adalah kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembaban tertentu (Head, 1982). Kekuatan geser dapat diukur dilapangan maupun di laboratorium. Pengukuran di lapangan antara lain dapat dilakukan menggunakan vane shear, plate load dan tes penetrasi. Pengukuran di laboratorium meliputi penggunaan *miniatur vane shear*, *direct shear*, *triaxial compression*, *unconfined compression* (Sallberg, 1965) dan *fall-cone soil shear strength*.

Di bidang teknik, pengertian kekuatan geser adalah kekuatan material atau komponen material terhadap jenis beban atau kegagalan struktur dimana material atau komponennya gagal dalam geser. Beban geser adalah gaya yang cenderung menghasilkan kegagalan geser pada material sepanjang bidang yang sejajar dengan arah gaya. Contoh saat kertas digunting dengan gunting, kertas terpotong berarti kertas gagal terhadap gaya guntingan (Darwis, 2018).

2.9.2 Teori Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh (Hardiyatmo, 2002) :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser,
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Rumus menurut Coulomb (1776) :

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (2.23)$$

dengan:

τ : Kuat geser tanah (kN/m^2)

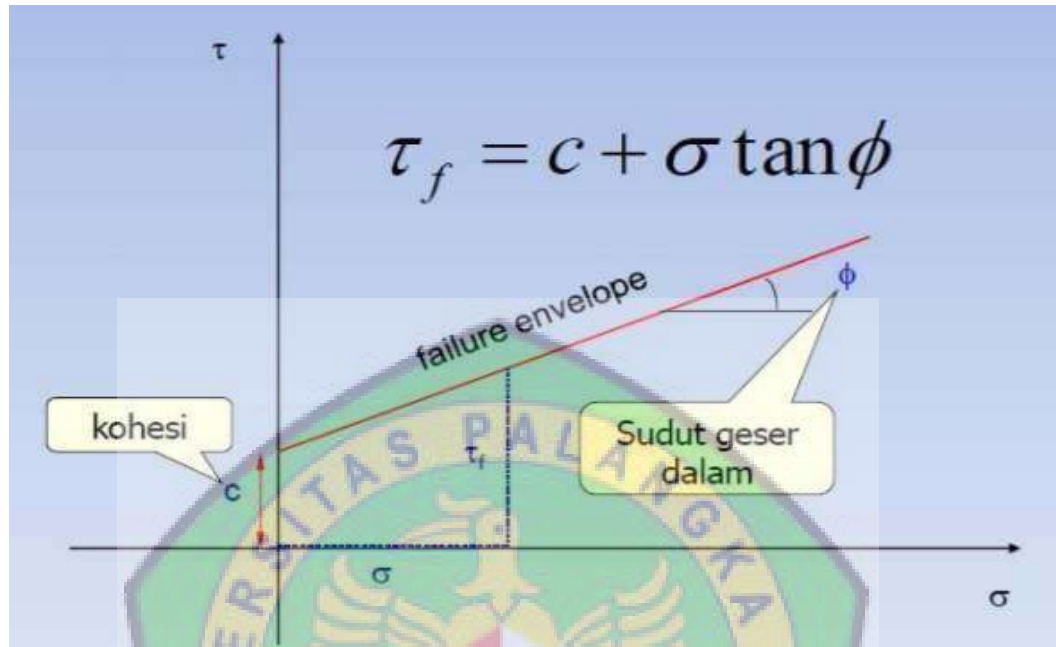
c : Kohesi tanah (kN/m^2)

ϕ : Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal ($^\circ$)

σ : Tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m^2)

Garis keruntuhan (failure envelope) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada Gambar 2.5 di mana untuk sebagian besar masalah masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan kekuatan geser (Das,1995). Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tarikan maupun geseran. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan praktis yang penting. Walaupun demikian, sebagian besar masalah dalam teknik

sipil dikarenakan hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



Sumber : <http://tambangunp.blogspot.com/>

Gambar 2.7 Grafik Mohr dan Coulomb

Jika tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis selubung kegagalan (failure envelope). Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik R, bahan sudah mengalami keruntuhan.

Tegangan-tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb ke dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi' \quad (2.24)$$

$$\tau = c + \sigma' \operatorname{tg} \phi' \quad (2.25)$$

dengan:

c' : kohesi tanah efektif (kN/m^2)

σ' : tegangan normal efektif (kN/m^2)

u : tekanan air pori (kN/m^2)

ϕ' : sudut gesek dalam tanah efektif ($^\circ$)

2.9.3 Uji Geser **Langsung** (*Direct Shear Test*)

Kekuatan geser tanah (soil shear strength) dapat di definisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (pressure) dan kelembapan tertentu (Head, 1982).

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah dengan pemberian beban geser/horizontal pada contoh tanah melalui cincin/kotak geser dengan kecepatan yang tetap sampai tanah mengalami keruntuhan. Sementara itu tanah juga diberi beban vertikal yang besarnya tetap selama pengujian berlangsung. Selama pengujian dilakukan pembacaan dial regangan pada interval yang sama dan secara bersamaan dilakukan pembacaan beban dial geser pada bacaan regangan yang bersesuaian, sehingga dapat digambarkan suatu grafik hubungan regangan dan tegangan geser yang terjadi.

2.10 Peneliti Terdahulu

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

Nama	Nama Jurnal	Judul	Metode	Hasil
1. Hutabarat R., Gandi S., Yani M.I (2021)	Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil.	Pengaruh Penambahan Pasir Pantai Dan Serbuk Batu Bata Terhadap Kekuatan Tanah Lempung	Bahan campuran menggunakan pasir pantai dengan dengan presentase penambahan sebesar 0%, 2,5%.5% dan 7,5% dan serbuk batu bata sebesar 2,5%.	Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli didapat nilai, kohesi (C) = 0,2626 kg/cm ² dan sudut geser dalam = 270. Berdasarkan parameter tersebut didapat nilai kuat geser tanah (τ) = 0,330 kg/cm ² . Pada penambahan pasir pantai 7,5% dalam 7 hari pemeraman didapat nilai kuat geser tertinggi sebesar (τ) = 0,364 kg/cm ² terjadi kenaikan sebesar 0,034 kg/cm ² dengan persentase 9,34%.Variasi campuran yang paling efektif untuk meningkatkan kuat geser adalah 7,5% pasir pantai dan 2,5% serbuk batu bata dengan pemeraman 7 hari.
2. Febriandita Ramadhan Nugraha Putra (2013)	Journal Article	Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Rote Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah	Variasi presentase yang digunakan untuk stabilitas tanah dengan penambahan rotec 2% dan penambahan abu ampas tebu 0%, 2%, 4% dan 6%.	Hasil dari pengujian geser langsung nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli sebesar 0,713 kg/cm ³ , dan 39,346°. Pada pengujian geser langsung nilai kohesi tertinggi yang didapat adalah 1,702 kg/cm ³ dengan peningkatan sebesar 138,815% pada variasi sampel tanah asli dengan kadar rotec 2% dan abu ampas tebu 6%.

<p>3. Sasmi Fransisca Oktaviana</p>	<p>JURNAL KACAPURI JURNAL KEILMUAN TEKNIK SIPIL Volume 4 Nomor 1 Edisi Juni 2021</p>	<p>Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu, Semen Portland, Dan Abu Terbang Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah</p>	<p>Sampel tanah tak terganggu dari dalam tabung sampel diambil menggunakan alat sampel extunder dan dicetak menggunakan cincin (cetakan) benda uji lalu dicampur dengan semen dan fly ash dengan ketetapan kadar campuran 10% dan 15% sedangkan untuk abu ampas tebu menggunakan kadar campuran 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air (w)= 32,14%; Berat isi (γ) = 1,94 gr/cm³ ; Berat jenis (Gs) = 2,50; LL = 47,00%; PL= 24,92%; PI= 22,08%; SL = 14,09%; Analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 50,39% dan nilai GI=8%. - Nilai kuat geser tanah (τ) terbesar pada uji kuat geser langsung S3=0,355 kg/cm² dengan lama masa pemeraman 7 hari sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas nilai kuat geser tanah (τ) terbesar yaitu S3= 0,593 kg/cm² dengan lama masa pemeraman 7 hari. - Nilai daya dukung tanah (qult) terbesar pada pengujian kuat geser langsung S3=20,41 kg/cm² dengan lama masa pemeraman 7 hari sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas nilai daya dukung tanah (qult) terbesar yaitu S3=0,593 kg/cm² dengan lama masa pemeraman 7 hari. - Pemeraman 7 hari menghasilkan persentase kenaikan tertinggi yaitu nilai kuat geser (τ) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 35,49% dan pada pengujian kuat
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				tekan bebas sebesar 37,41%, sedangkan pada daya dukung tanah (qult) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 214,97 % dan pada pengujian kuat tekan bebas sebesar 37,91%.
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dan berskala laboratorium dengan pengujian sifat fisik tanah Lempung dan uji geser langsung (*Direct Shear Test*). Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dengan mendapatkan sampel tanah dari lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil ada dua macam yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) dan tanah terganggu (*disturbed 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. Pertama Terlebih dahulu membersihkan dan mengupas permukaan tanah lalu tabung dimasukkan kedalam tanah perlahan-lahan sampai kedalaman kira-kira 50 m, 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 menggunakan lilin agar tidak mengurangi kadar air aslinya supaya tidak terjadi pengeringan.

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

3.2.2 Sampel Tanah Terganggu (*disturbed*)

Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada upaya untuk melindungi sifat asli dari tanah tersebut. Penggalan tempat yang digunakan untuk tanah ini menggunakan cangkul dan kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik atau karung.

3.3 Pengolahan Data

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. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 2216-98.

2. Percobaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Untuk mengetahui berat volume tanah (γ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring silinder. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2167.

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific gravity*)

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-854-02.

4. Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

a. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318-00.

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. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 4318-00.

5. **Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422.

6. **Analisa Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) tanah yang lolos saringan Nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422-63.

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*) dan Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*).

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

Tujuan pengujian ini 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. Parameter geser tanah yang didapat dari pengujian ini terdiri atas sudut gesek dalam tanah (ϕ) dan nilai kohesi (C). Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 3080-04.

2. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji tekan bebas. Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial . Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran- butirannya.

3.3.3 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang dapat dibuat berdasarkan variasi penambahan Pasir dan Janjang kosong kelapa sawit, Lama waktu pemeraman ditentukan yaitu 0 dan 4 hari, untuk perencanaan kebutuhan tanah dan bahan campuran Pasir dan Jenjang kosong kelapa sawit adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 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	150
8	Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compressive Strength test</i>)	3	150

	Jumlah Total	15	1600
--	--------------	----	------

Sumber : Pengolahan Data

3.3.4 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan tanah lempung dicampur dengan Pasir dan Janjang kosong kelapa sawit dengan presentase penambahan sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% dari berat tanah.

Tabel 3.2 Komposisi Campuran

No	Sampel Tanah Asli	Campuran	
		Pasir	Jajang Kosong Kelapa Sawit
1	100 %	2,5%	2,5%
2	100 %	2,5%	5%
3	100 %	2,5%	7,5%

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3.3 Kebutuhan Tanah Lempung dengan campuran Pasir dan Serat janjang kosong kelapa sawit

No	Pengujian	Kebutuhan Tanah Lempung (gr)	Kebutuhan bahan campuran pasir			Kebutuhan bahan serat janjang kosong kelapa sawit		
			2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	5%	7,5%
1.	Batas-batas atterberg							
	Batas Cair							
	Batas Plastis							
	Batas Susut							
2.	Pengujian geser langsung (Direct shear)							
3.	Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compressive Strength Test)							
Jumlah Total								

Sumber : Pengolahan Data

3.3.5 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, Serat janjang kosong kelapa sawit (yang sudah di cincang halus dan di keringkan) dan Pasir ditimbang sesuai dengan berat yang di dapat setelah dikali dengan variasi campuran terhadap berat tanah lempung. Kemudian tanah lempung dicampur dengan Serat janjang kosong kelapa sawit dan Pasir dengan melapisi bagian luar tanah sampai menutupi pori- pori dari tanah lempung tersebut lalu diuji.

Serat janjang kosong kelapa sawit digunakan pada lapisan pertama sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan dan Pasir digunakan pada lapisan terakhir sampai pori-pori dalam cetakan tertutup.

Bahan campuran yang digunakan :

1. Serat janjang kosong kelapa sawit
2. Pasir

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	

1.	P1		0		
2.	P2		0		
3.	P3		0		
				2,5% Pasir	5% Serat janjang kosong kelapa sawit
1.	P1		0		
2.	P2		0		
3.	P3		0		
				2,5% Pasir	7,5% Serat janjang kosong kelapa sawit
1.	P1		0		
2.	P2		0		
3.	P3		0		

Sumber: Pengolahan Data



Tabel 3.5 Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk 4 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% Pasir (g)	2,5% (g) Serat janjang kosong kelapa sawit
1.	P1		4		
2.	P2		4		
3.	P3		4		
				2,5% Pasir	5% Serat janjang kosong kelapa sawit
1.	P1		4		
2.	P2		4		
3.	P3		4		
				2,5% Pasir	7,5% Serat janjang kosong kelapa sawit
1.	P1		4		
2.	P2		4		
3.	P3		4		

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 3.6 Kebutuhan Tanah Lempung dengan Campuran Pasir dan Serat jenjang kosong kelapa sawit untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik

Bahan Campuran	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Tanah Lempung (g)	Lama Pemeraman (hari)	Variasi Campuran		
				2,5% + 2,5%	2,5% + 5%	2,5% + 7,5%
Pasir dan Serat jenjang kosong kelapa sawit	3	150	0			
Pasir dan Serat jenjang kosong kelapa Sawit	3	150	4			

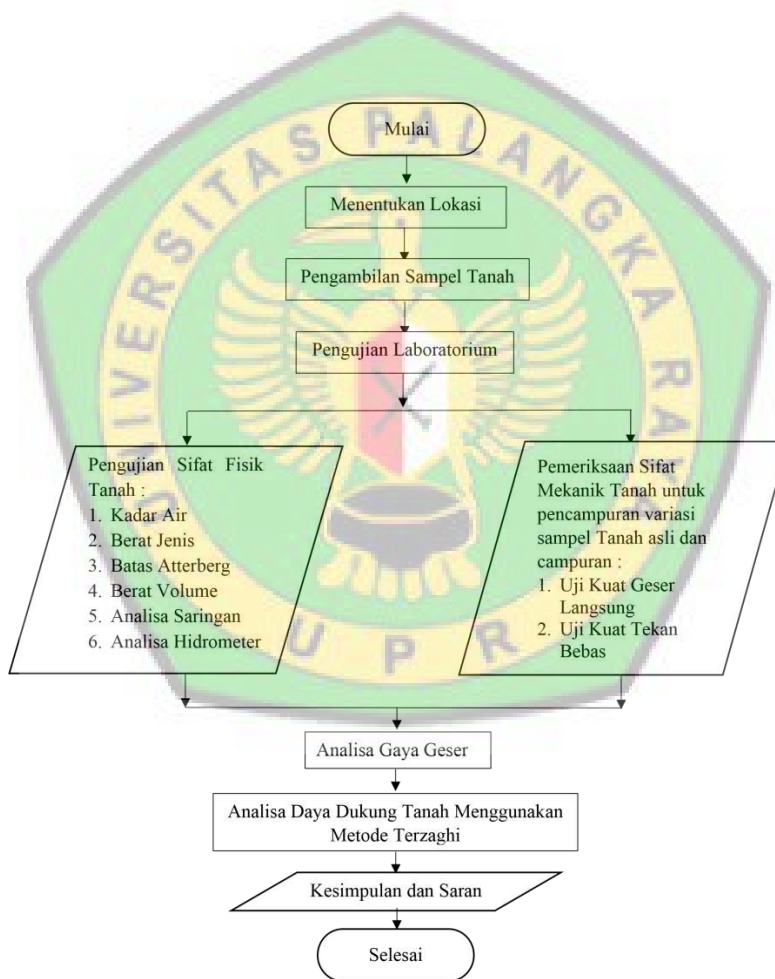
Sumber: Pengolahan Data

3.4 Analisis Data

Data hasil pengujian selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kekuatan geser tanah yaitu kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) dengan uji geser langsung (*Direct Shear Test*) dan uji kuat tekan Bebas (*UCS*). Nilai kekuatan geser tanah dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tanah dasar dengan metode Daya Dukung Terzaghi.

3.5 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik yang dilakukan tanah lempung yang di ambil dari Desa Tanjung Sanggalang, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah., memiliki nilai seperti, Kadar Air (w) = 40,77 % ; Berat isi tanah (γ) = 1,67 gr/cm³ ; Berat Jenis (G_s) = 2,73 ; batas-batas Atterberg yaitu Batas Cair (*Liquid Limit*) = 42,74 % ; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 22,68 % ; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 20,06 % ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 13,15 % . Menurut sistem klasifikasi USCS, berdasarkan hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan no. 200 (0.075 mm) adalah 64,90% > 50% maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus. Berdasarkan pemeriksaan Atterberg tanah di klasifikasikan sebagai tanah lempung dan termasuk kelompok CL dengan plastisitas rendah sampai sedang , dan menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dengan kondisi tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai bruk dan termasuk di dalam kelompok A-7-6 (6) . Dari hasil pengujian Geser langsung tanah diperoleh, Sudut Geser (ϕ) = 12,13⁰ ; Kohesi (c) = 0,1406 Kg/cm² dan dari hasil uji Kuat tekan bebas diperoleh, Kuat tekan bebas (q_u) =

$0,460 \text{ kg/cm}^2$; Kuat geser tanah (c_u) = $0,230 \text{ kg/cm}^2$.

2. a) Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung tanah dari pengujian geser langsung sebelum penambahan campuran yaitu:

(1) Tanah lempung asli, $q_{ult} = 1,900 \text{ kg/cm}^2$; (τ) = $0,1579 \text{ kg/cm}^2$

- b) Berdasarkan dari hasil pengujian Kuat tekan bebas sebelum penambahan campuran, yaitu:

(1) Tanah lempung asli, Kuat tekan bebas (q_u) = $0,460 \text{ kg/cm}^2$;

Kuat geser tanah (c_u) = $0,230 \text{ kg/cm}^2$.

3. a) Dengan Penambahan campuran pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit diperoleh nilai Daya Dukung (q_{ult}) sebagai berikut : Campuran 5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) $q_{ult} = 2,213 \text{ kg/cm}^2$; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) $q_{ult} = 2,6040 \text{ kg/cm}^2$; Campuran 10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) $q_{ult} = 2,7860 \text{ kg/cm}^2$, dan dengan pemeraman selama 4 hari sebagai berikut : Campuran 5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) $q_{ult} = 3,6930 \text{ kg/cm}^2$; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) $q_{ult} = 4,7670 \text{ kg/cm}^2$; Campuran 10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) $q_{ult} = 5,0290 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Dengan Penambahan campuran pasir dan serat janjang kosong kelapa sawit diperoleh nilai Kuat Geser (τ) sebagai berikut, yaitu : Campuran

5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) (τ) = 0,1494 kg/cm² ; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) (τ) = 0,1755 kg/cm² ; Campuran 10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) (τ) = 0,1924 kg/cm², dan dengan pemeraman selama 4 hari sebagai berikut : Campuran 5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) (τ) = 0,1589 kg/cm² ; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) (τ) = 1,709 kg/cm² ; Campuran 10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) (τ) = 1,754 kg/cm².

- c) Pada pengujian kuat tekan bebas, dengan Penambahan pasir dan serat janjang kosong diperoleh nilai sebagai berikut, yaitu: Campuran 5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) q_u = 0,517 kg/cm², c_u = 0,2585 kg/cm² ; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) q_u = 0,525 kg/cm², c_u = 0,2625 kg/cm² ; Campuran 10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) q_u = 0,560 kg/cm², c_u = 0,2800 kg/cm² dan dengan pemeraman selama 4 hari sebagai berikut : Campuran 5% terdiri dari pasir (2,5%) dan serat janjang kosong kelapa sawit (2,5%) q_u = 0,574 kg/cm², c_u = 0,2870 kg/cm² ; Campuran 7,5% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (5%) dan pasir (2,5%) q_u = 0,543 kg/cm², c_u = 0,2715 kg/cm² ; Campuran

10% yang terdiri dari serat janjang kosong kelapa sawit (7,5%) dan pasir (2,5%) $q_u = 0,567 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,284 \text{ kg/cm}^2$.

Berdasarkan pengujian mekanik, diketahui bahwa bahan campuran, variasi kadar campuran dan waktu pemeraman mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai daya dukung tanah dan kuat geser tanah lempung dengan kenaikan terbesar pada nilai daya dukung adalah $q_{ult} = 5,0290 \text{ kg/cm}^2$ dengan kenaikan sebesar 164,68% dari tanah asli dan kekuatan geser pada tanah asli pada masa pemeraman 0 hari adalah $(\tau) = 0,1579 \text{ kg/cm}^2$ dan pada sampel tanah asli dengan campuran 5% dengan masa pemeraman 4 hari mengalami peningkatan nilai kekuatan geser $(\tau) = 0,1589 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat tekan bebas pada sampel tanah asli dengan pemeraman 0 hari sebesar $(q_u) = 0,460 \text{ kg/cm}^2$ dan mengalami peningkatan nilai kuat tekan bebas pada sampel tanah asli dengan pemeraman 4 hari sebesar $(q_u) = 0,574 \text{ kg/cm}^2$

5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian kedepannya disarankan untuk menggunakan bahan campuran lainnya, variasi kadar campuran dan waktu pemeraman yang berbeda guna mendapatkan hasil yang lebih optimal untuk jenis tanah dengan sifat fisik dan mekanik yang berbeda.
2. Alat uji pada proses penelitian sebaiknya dicek terlebih dahulu nilai kalibrasinya agar data yang dihasilkan lebih tepat dan akurat.

3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 1587. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2216. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2166. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2435. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 422. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 4318. Amerika: ASTM International
- ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 854. Amerika: ASTM International
- ASTM, 1990. *Standards and Literature References for Composite Material Second Edition*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- Arif Wibawa, Endang Setyawati Hisyam (2015). “*Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung*” Vol 3 Nomor 2 Juli-Desember 2015, Bangka Belitung.
- ASTM. 1970. *Special Procedures for Testing Soil and Rock for Engineering Purposes: Fifth Edition*
- Bowles, J.E. 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J.E. 1986. *Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga.
- Bowles, J.E., 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid2, Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., 1993, *Mekanika Tanah*. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., 1995, *Mekanika Tanah*. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid II, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2007. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Laboratorium Mekanika Tanah UNSRI. 2011. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. Teknik Sipil UNSRI.
- Terzaghi, K. & Peck, R.B. (1987). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*. Jakarta:

Erlangga.

Tissandi, K. D.(2013). *STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN GARAM DAPUR (NaCl) MELALUI UJI KUAT GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST) DI LABORATORIUM (Studi Kasus: Tanah Lempung Di Lereng Teknik Unand)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ANDALAS).

Padma Wishnu, 2017. *Pemakaian Garam Dapur Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Parameter Geser Tanah Lempung*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Puspasari, Nirwana., Cahyadi, Hendra, (2015), *Stabilisasi Tanah Lempung Palangka Raya Dengan Menggunakan Garam Dapur*, Hibah Penelitian Dosen Pemula Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2015

Vemmy, dkk, 2013, *Pengaruh Penambahan Serbuk Gypsum Dengan Lamanya Waktu Pengeraman (curing) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro*, Jurnal Penelitian, Universitas Brawijaya Malang, Malang.

