

SKRIPSI

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN
GYPSUM DAN CARAM DAPUR TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA
DUKUNG TANAH

Oleh

DION WIRATAMA
NIM. DAB 116 114



JURUSAN PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

2023

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN
CAMPURAN GYPSUM DAN GARAM DAPUR TERHADAP
KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH**

SKRIPSI

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

Oleh :

DION WIRATAMA
NIM. 1040131124

Dibaca dan sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
Dan Berita Acara Ujian Skripsi

Ketua Pengaji/Pengaji 1

(Dr. ROSSIANUS HENDRI, S.T., M.T.)
NIP. 19751001 206604 1 003

Sekretaris Pengaji/Pengaji 2

(Dr. FATMA SARI, S.T., M.T.)
NIP. 19720219 199902 2 001

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

(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)
NIP. 19780208 250201 1 000

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN
GYPSUM DAN GARAM DAPUR TERHADAP KUAT GESER DAN
DAYA DUKUNG TANAH**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana-I pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangga Raya

Oleh:

DEIN WIRATAMA
NIM. 11A1118124

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji, pada:

Hari/Tanggal : Jumat, 9 Desember 2022
Waktu : 13.00 - 14.30 WIB
Tempat : Ruang Sidang (offline)

Tim Pengaji :


1. OKROBANUS HENDEL, S.T., M.T.

NIP. 19751001 200604 1 001

 (Pembimbing Utama/Ketua Pengaji)

2. Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.

NIP. 19730219 198002 2 000

 (Pembimbing Pendamping/Doketektaris)

3. Dr. H. SURADJI GANDU, M.M.

NIP. 19530706 198701 1 002

 (Pengaji 3)


4. H. M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.

NIP. 19710229 199002 1 001

 (Pengaji 4)

Mengesah:



Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangga Raya
Kemas,

Dr. WIDO WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780808 200501 1 003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Don Wiratama
NIM : DAB 116 124
Tempat, Tanggal Lahir : Palangka Raya, 16 Mei 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Bondang III no.17
No. Telp Rumah : -
Alamat Asli : Jl. Bondang III no.17 RT 4 RW 22 Kel. Palangka Kec.
Jalan Raya, Palangka Raya



Email : donwiratama17@gmail.com
No.Hp : 0812 5820 5254
No.Wa : 0812 5820 5254
Facebook : -
Instagram : donwiratama

Line : -
Nama Ayah : Schmidt Ismail
Pekerjaan Ayah : Dosen Strata
Alamat : Jl. Bondang III no.17 RT 4 RW 22 Kel. Palangka Kec.
Jalan Raya, Palangka Raya
No.Hp : 0825 5090 7821
Nama Ibu : Klara
Pekerjaan Ibu : DOK
Alamat : Jl. Bondang III no.17 RT 4 RW 22 Kel. Palangka Kec.
Jalan Raya, Palangka Raya

No.Hp : 0812 8545 5204
Web : -

Riwayat Pendidikan*)

- > TK : TK Khariik Sinar Surya Palangka Raya (2002-2004)
- > SD : SDK ST. Don Bosco Palangka Raya (2004- 2010)
- > SLTP : SMPK Sampo Pando Palangka Raya (2010-2012)
- > SLTA : SMAN 2 Palangka Raya (2012-2018)
- > Nilai mengikrati perolehan Program Strata-1 pada Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September tahun 2016

Palangka Raya, Januari 2023
Yang membuat pernyataan

DON WIRATAMA
NIM. DAB 116 124

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala Pujii dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikanku kasih, pertolongan dan anugerah-Nya akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Dengan bimbingan dan dorongan serta motivasi dan semangat yang di berikan Tuhan Yesus hingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

ORANG TUA

Terima kasih konsepsi kepada ayah Bapak/Ida Jamal dan juga Ibu Clara, atas segala hal yang mereka telah berikan serta usaha mereka dalam membimbing dan mendidikku sampai saat ini. Aku bersyukur kepada Tuhan Yesus karena telah memberikanku kedua orang tua yang luar biasa hebat di dalam hidup ini, aku ingin mengucapkan terima kasih atas segala keriang, jerih payah, dan yang tak henti yang selalu menyertai setiap langkahku. Skripsi ini aku persembahkan untuk kedua orang tuaku, semoga ini menjadi awal yang baik untuk melihat sayuran diolah yang ingin lihatku sampai mencapai kesuksesan kelak.

KELUARGA

Terima kasih ke keluarga kepada adikku tersayang Karin Dwi Putra atas Support serta bantuan yang sudah di berikan sehingga bisa menyelesaikan perkuliahan dan juga kepada keluarga besar Emilia Siregar dan Dora Siregar untuk segala dukungan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan serta terimakasih untuk setiap-siapapun yang selalu ada dalam keadaan apapun.

TEMAN-TEMAN TEKNIK SIPIL (ANOKATAN 2016)

Untuk teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2016 skripsi ini aku persembahkan untuk kalian, terima kasih banyak atas support, motivasi, serta dan segala hal yang baik yang sudah teman-teman berikan. Terima kasih juga untuk semua keranggan yang tidak sempatkan selama di perkuliahan. See You On The Top Gray!

DOSEN TERKHMAT

Terimakasih kepada Bapak dan Ibu dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangia Raya, atas segala pengajaran dan bimbingannya selama saya menjadi mahasiswa Teknik Sipil UPR. Terimakasih juga saya ucapkan kepada dosen pembimbing Skripsi Saya Bapak Ombiasnan Handri, S.T., M.T. Dan Ibu Dr. Fatma Sari, S.T., M.T. dan dosen pengaji Skripsi saya Bapak Ir. Suradi Ganih, M.M. Dan Bapak M. Edwan Yani, S.T., M.T. yang telah membimbing saya selama pengerjaan Skripsi ini hingga dapat terselesaikan dan terima kasih untuk teman dan pengajaran yang telah di ajarkan kepada saya.

ORANG-ORANG PILIHAN

Terima kasih terbesar untuk teman baik saya selama masa perkuliahan untuk Kelvin Erico, Rizki Fauzan Althaq, Putri Naya Samsudi, Toby Juvana, Dauli, Yusuf Arianto, Syarif Arifin, M. Moes Ikhsan Purusasa Halim, dan teman-teman yang lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu untuk support maupun waktu dan juga keseruan selama ini, yang sudah memotivasi dari awal masa perkuliahan sampai hingga selesainya. Orang bijak pernah berkata Perantaraan yang sudah melewati 1 tahun bukanlah hanya pertemanan biasa namun sudah bisa di anggap keluarga. Sukses terus Pakar-pakar lu, God Bless !!!

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa skripsi saya telah pernah dipukul sebelumnya untuk memperoleh gelar kejuruan di perguruan tinggi tersebut. Segala kutipan dan catatan 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, Januari 2023

.....
tanda pernyataan

The image shows an official stamp of Universitas Palangkaraya. The stamp is circular and contains the university's logo and name. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

DION WIRATAMA

NIM. 03AB 116 124

KINGKARAN

STABILITAS TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN GYPSUM DAN GARAM DAPUR TERHADAP KUAT GESEK DAN DAYA DUKUNG TANAH, Dion Wiratama, 2022, Jurusan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Tanah memiliki porsitas yang sangat penting pada berbagai macam pekerjaan konstruksi bangunan maupun jalan karena tanah berfungsi sebagai dasar pondasi yang menahan beban yang ada di atasnya. Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah atau kurang baik, dimana ini dapat membuat terjadinya penurunan pada bangunan dan jalan. Oleh karena itu diperlukan adanya perbaikan tanah guna meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah, sifat mekanik tanah dan mengetahui pengaruh penambahan campuran dan penambahan tanah terhadap daya dukung (q_u) dan kuat geser tanah (c) pada tanah lempung yang ditambahkan campuran gypsum dan garam dapur dengan variasi 0%, 2%, 7,5%, dan 10% dan variasi pemadatan 0 dan 4 kali.

Tanah yang digunakan pada penelitian ini di ambil dari Kabupaten Tanahang Kabupaten Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Kemudian dilakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan nilai sifat fisik dan mekanik tanah guna mengetahui nilai daya dukung dan kuat geser dari tanah lempung.

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah, didapat nilai persentase tanah lebih seragam No.200 adalah 76,04% > 50%, nilai batas cair (CL) = 42,91 %, Indeks plastisitas (IP) = 20,07% dan G_L = 9. Berdasarkan klasifikasi USCS dapat diklasifikasikan bahwa tanah yang diuji termasuk dalam kelompok CI (lempung sangat lekat) dengan plastisitas rendah sesuai dengan standar Normation klasifikasi AASHTO tanah termasuk kelompok A-7-6 atau termasuk ke dalam tanah berlempung dengan kondisi sedang sesuai buku. Hasil dari pengujian sifat mekanik didapat nilai daya dukung tanah asli yaitu $q_u = 1,9715 \text{ kg/cm}^2$ dan meningkat sebesar 166,30% menjadi $q_u = 4,8165 \text{ kg/cm}^2$ setelah penambahan campuran 10% yang terdiri dari gypsum 7,5% dan garam dapur 2,5% dengan pemadatan 4 kali. Pada uji geser lempung diperoleh kuat geser tanah asli yaitu $c = 0,1489 \text{ kg/cm}^2$ dan mengalami pemadatan sebesar 4,65 % menjadi $c = 0,1326 \text{ kg/cm}^2$, dan Pada pengujian tahanan batas diperoleh nilai smpul tanah asli yaitu $q_u = 0,213 \text{ kg/cm}^2$ dan meningkat sebesar 166,30% menjadi $q_u = 0,567 \text{ kg/cm}^2$ setelah penambahan campuran 10% yang terdiri dari gypsum 7,5% dan garam dapur 2,5% dengan pemadatan selama 4 kali.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Gypsum, Garam Dapur, Uji Tahanan Batas, Uji Geser lempung, Daya dukung.

SUMMARY

STABILIZATION OF CLAY USING A MIXTURE OF GYPSUM AND KITCHEN SALT TO SHEAR STRENGTH AND SOIL BEARING CAPACITY, Dion Witana, 2022, Department Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangia Raya

Soil has a very important role in various kinds of building and road construction work because the soil serves as the basis for the foundation that transmits the load on it. Clay soil is one type of soil that has a low or poor bearing capacity, which can cause a decrease in buildings and roads. Therefore it is necessary to improve the soil in order to increase the carrying capacity of the soil. This study aims to determine the physical properties of the soil, the mechanical properties of the soil and to determine the effect of adding a mixture and curing the soil to the bearing capacity (q_u) and the shear strength of the soil (τ) in clay substituted with a mixture of gypsum and table salt with variations of 0%, 2%, 7.2%, and 17% and curing time 0 and 4 days.

The soil used in this study was taken from Tumbara Bangun Village, Palangia Raya City, Central Kalimantan Province. Then testing is carried out in the laboratory to obtain the value of the physical and mechanical properties of the soil in order to determine the value of the bearing capacity and shear strength of the clay.

Based on the results of testing the physical properties of the soil, the percentage value of the soil that passed the No. 200 sieve was 26.04% + 0%, the liquid limit value (LL) = 42.31%, the plasticity index (PI) = 20.01% and CI = 9. Based on the USCS classification, it can be concluded that the tested soil belongs to the CI group (Inorganic clay) with low to medium plasticity. Based on the AASHTO classification, the soil belongs to group A-7-6 or it is classified as leamy soil with moderate to poor condition. The results of the mechanical properties test obtained the original soil bearing capacity value, namely, $q_u = 1.8715 \text{ kg/cm}^2$ and increased by 144.28% to $q_u = 4.5185 \text{ kg/cm}^2$ after the addition of a 10% mixture consisting of 7.2 gypsum % and 1.7% table salt with 4 days of curing. In the direct shear test, the original soil shear strength was obtained, namely, $\tau = 0.1485 \text{ kg/cm}^2$ and decreased by 4.83% to $\tau = 0.1135 \text{ kg/cm}^2$, and in the free compression test, the original soil sample value was $q_u = 0.213 \text{ kg/cm}^2$ and increased by 188.28% to $q_u = 6.267 \text{ kg/cm}^2$ after the addition of a 10% mixture consisting of 7.2% gypsum and table salt 1.7% with curing for 4 days.

Keywords: Clay, Gypsum, Kitchen Salt, Unconfined Compressive Test, Direct Shear Test, Bearing Capacity.

KATA PENGANTAR

Segi syair penulis junjuran kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul "STABILISASI TANAH LEMBUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN GYPSUM DAN GARAM DAPUR TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH". Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan dengan tujuan memenuhi kebutuhan syair untuk mencapai gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Palembang Raya. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa pendidikan sampai pada penyelesaian Tugas Akhir ini, tidaklah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palembang Raya
- 2) Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang Raya
- 3) Bapak Ghobrono Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Ketua Program 1.
- 4) Ibu Dr. Fanny Sari, S.T., M.T. selaku Dosen. Sekretaris Program 1.
- 5) Bapak G. H. Saadji Gusli, M.M. selaku Dosen Program 1.
- 6) Bapak H. Muhammad Ridwan Yuni, S.T., M.T. selaku Dosen Program 1.
- 7) Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palembang Raya
- 8) Keluarga-keluarga mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Pemula menyadari Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari berbagai kelainan. Pemula mengharapkan semua dan kritik serta saran-saran dan perbaikannya sehingga kualitas laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Palangra Jaya, Januari 2018



Dan Wiratama

NIM. DaB 118 114

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSetujuan	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BIOGRAFI PENULIS	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
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	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori	6
2.2 Sistem Klasifikasi Teori	7

2.1.1	Sistem Klasifikasi <i>descriptive classification of Data Highway and Transporting Official</i> (AASHTO).....	7
2.1.2	Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i> (UCS).....	8
2.3	Batas - batas Atterberg.....	10
2.4	Tanah Lempung.....	12
2.4.1	Susunan Tanah Lempung.....	13
2.5	Stabilitas Tanah.....	15
2.6	Garam Dejar.....	15
2.7	Gypsum.....	16
2.8	Kuat Geser Tanah.....	17
2.8.1	Definisi Kuat Geser Tanah.....	17
2.8.2	Teoris Kuat Geser Tanah.....	18
2.8.3	Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	20
2.9	Daya Dukung Tanah.....	21
2.9.1	Definisi Daya Dukung Tanah.....	21
2.9.2	Analisis Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi.....	25
2.9.3	Uji Tekan Seder (<i>UCS</i>).....	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	39
3.2	Pengambilan Data.....	39
3.2.1	Sampel Tanah Asli (<i>Undisturbed</i>).....	39

3.2.1. Sampel Tanah Yanggany (60/6-044)	40
3.3. Pengambilan Data	40
3.3.1. Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	40
3.3.2. Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli	42
3.3.3. Periapan Sampel	44
3.4. Penempatan Computer	45
3.4.1. Proses Penempatan Sampel di Lab	45
3.5. Analisa Data	45
3.6. Ragan Air Penelitian	49

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Uraian	50
4.2. Hasil Penelitian	50
4.2.1. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah	50
4.2.2. Sistem Klasifikasi USCS	52
4.2.3. Sistem Klasifikasi AASHTO	55
4.3. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah	55
4.3.1. Hasil Pengujian Geot Langsung	55
4.3.1.1. Perhitungan koefisien Geot Tanah (σ_v)	58
4.3.2. Hasil Pengujian Kiri Takar Bebas	60
4.4. Analisa Data	65
4.4.1. Perhitungan Daya Dukung Tanah (q_{ult})	63

4.4.2. Perbandingan Daya Dukung dan Keras Geser pada Pengujian Uji Geser Langsung dan Pengujian Tekan Bebas	67
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR TABEL

2.1	Sistem Klasifikasi RASHTO	3
2.2	Sistem Klasifikasi USCS	8
2.3	Batu - Batu Ankerberg	10
2.4	Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi	11
2.5	Nilai - nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi	22
2.6	Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah Dengan Kadar Tekan	32
2.7	Penelitian Terdahulu	36
2.8	Lanjutan Penelitian Terdahulu	37
2.9	Lanjutan Penelitian Terdahulu	38
3.1	Sampel Pengujian untuk Tanah Asli	44
3.2	Kelenturan Tanah Lembut Dengan campuran Gypsum dan Garam Dapur	45
3.3	Tabel Rencana Koneksan Koneksasi Campuran	45
3.4	Kelenturan Tanah Lembut Dengan Campuran Gypsum dan Garam Dapur untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik	46
3.5	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) untuk Uji Persebaran (Tempo Penetrasi)	47
3.6	Komposisi Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat	

	(g) untuk 4 hari Pemukiman.....	48
4.1	Metode Penarikan Sifat Fisik Tanah Lempung Asli.....	30
4.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	53
4.3	Penarikan Kurva Gores Tanah Lempung.....	56
4.4	Rangkuman Hasil Uji Gores Lempung pada Tanah Lempung.....	57
4.5	Rangkuman kekuatan geser Tanah Lempung.....	59
4.6	Metode Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung Asli.....	60
4.7	Rangkuman Pengujian Tekan Bebas dengan Variasi Campuran.....	61
4.8	Rangkuman Hasil Perhitungan Kurva Gores Tanah Berdasarkan Pengujian Gores Lempung dan Pengujian tekan Bebas.....	62
4.9	Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah Terzaghi.....	64
4.10	Rangkuman Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Pengujian Gores Lempung pada Tanah Lempung.....	66
4.11	Rangkuman Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Pengujian Gores Lempung dan Pengujian tekan Bebas.....	67

DAFTAR GAMBAR

2.1	Lokasi pengumpulan sampel	3
2.1	Geftik Mohr dan Coulomb	19
2.2	Kurva pemrosesan terhadap beban yang diterapkan	23
2.3	(a) Keruntuhan geser umum (General shear failure)	24
	(b) Keruntuhan geser lokal (Local shear failure)	
2.4	(a) Pembebanan pada pondasi dan bentuk-bentuk area geser	27
	(b) Bentuk kegagalan	
2.5	Hubungan q dan N_f , N_c , N_q	31
3.1	Gambar Akr Penulisan	49
4.1	Geftik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas USCS	53
4.2	Geftik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas AASHTO	54
4.3	Geftik Hubungan Tegangan Normal dan Kuat Geser (Sampel tanah lempung asli)	54
4.4	Geftik Hubungan Sudut Geser Dalam (ϕ) dengan Variasi Campuran	57
4.5	Geftik Hubungan Koefisien (e) dengan Variasi Campuran	58
4.6	Geftik Hubungan kuat Geser Tanah dengan Variasi Campuran	59
4.7	Geftik Uji Kuat Dalam Bebas Pada Tanah Lempung Asli	60

4.8	Grafik Hubungan Kest Taksa Boleh (q_2) dengan variasi campuran	61
4.9	Grafik Hubungan Kest Gesar (C_0) dengan Variasi Campuran	62
4.10	Grafik Perbandingan Nilai Kest Gesar Tanah berdasarkan Pengujian Gesar Langsung dan Pengujian Taksa Boleh (Pemeriksaan I Hari)	62
4.11	Grafik Perbandingan Nilai Kest Gesar Tanah berdasarkan Pengujian Gesar Langsung dan Pengujian Taksa Boleh (Pemeriksaan 4 Hari).....	63
4.12	Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah (q_{ult}) dengan Variasi Campuran.....	64
4.13	Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah (q_{ult}) dengan Variasi Campuran.....	67
4.14	Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung berdasarkan Pengujian Gesar Langsung dan Kest Taksa Boleh (Pemeriksaan 0 Hari) . .	68
4.15	Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung berdasarkan Pengujian Gesar Langsung dan Pengujian Taksa Boleh (Pemeriksaan 4 Hari)	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Fasilitas di Lapangan	76
Lampiran 2. Dokumentasi Fasilitas Sifat Fisik Tanah	77
Lampiran 3. Dokumentasi Fasilitas Sifat Mekanik Tanah	82
Lampiran 4. Laporan Hasil Data Penelitian di Laboratorium	88

KAS I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bentley, 1960). Tanah merupakan perantara yang sangat penting pada berbagai macam penerapan konstruksi bangunan maupun jalan karena tanah berfungsi sebagai dasar pondasi yang menyebarkan beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi harus dipertimbangkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (subgrade). Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung kurang baik, dimana ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan pada sebuah bangunan. Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan mekanik yang kurang seperti kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, berat volume yang kecil, plastisitas indeks yang besar, mengakibatkan daya dukung tanah lempung menjadi sangat rendah sehingga kemampuan menahan beban di atasnya menjadi sangat rendah.

Dalam penelitian ini lokasi sampel tanah lempung yang digunakan terletak di ruas jalan Tumbang Rangan. Alasan memilih lokasi tersebut untuk pengujian sampel tanah karena lepas permukaan tepi tapal jalan mengahiri permukaan pada tepi jalan karena lapisan tanah lempung memiliki daya dukung yang kurang baik sehingga

membuktikan pematangan jalan tidak rata dan terjadi keretakan pada lapisan pematangan tapi tetap jalan.

Dalam penelitian ini pengambilan sampel tanah lempung dilakukan di lokasi sekitar ruas jalan Tumbang Rungas Palangka Raya dan kemudian dicampur dengan gipsom dan garam dapur yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari campuran gipsom dan garam dapur terhadap daya dukung tanah dan kuat geser tanah lempung.

Pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Untuk pengujian tanah asli ini upaya tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya, pengambilan sampel tanah menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan. Pengambilan sampel tanah terapan menggunakan alat pengisi dan dimasukkan kedalam karung plastik kering.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah lempung yang berasal dari Kelurahan Tumbang Rungas, Kecamatan Pahandut, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Seberapa besar pengaruh penambahan gipsom dan garam dapur terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah.
3. Bagaimana pengaruh penambahan gipsom dan garam dapur terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah lempung yang berasal dari Kelurahan Tumbang Agung, Kecamatan Pelandai, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Mengetahui pengaruh penambahan gips dan garam dapur terhadap nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung.
3. Mengetahui pengaruh penambahan gips dan garam dapur terhadap nilai daya dukung dan kuat geser tanah lempung.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun penelitian yang dilakukan agar dapat lebih terarah dan sesuai dengan kemampuan, maka peneliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Pengujian sifat fisik tanah lempung meliputi:
 - a. Pengujian Kadar Air (*Water Content*) (ASTM D 2216-71)
 - b. Pengujian Berat Volume (*Volume Weight*) (ASTM D 2216-71)
 - c. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) (ASTM D 854-58)
 - d. Pengujian Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*) (ASTM D-43-66 ; ASTM D-434-74 ; AASHTO T-99-74)
 - e. Pengujian Analisis Saringan (*Sieve Analysis*) (ASTM D 422-67)
 - f. Pengujian Hidrometer (ASTM D-443-67)

3. Pengujian Sifat Mekanik Tanah Lempung meliputi
 - a. Pengujian Geser Langsung (Direct Shear Test)
 - b. Pengujian Tekan Bebas (Unconfined Compressive Test)
4. Sampel tanah yang digunakan berasal dari dari Kabupaten Tambora, Kecamatan Palanda Kota Palangia Raya, Kalimantan Tengah.
5. Gypsum didapat dari Telen Bebas Bangunan, Kota Palangia Raya, Kalimantan Tengah
6. Garam dapur didapat dari Pasar Dasa Kota Palangia Raya, Kalimantan Tengah.
7. Tanah lempung dicampur dengan gypsum dan garam dapur dengan kadar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah.
8. Debiturman: daya dukung dan Mohr - Coulomb menggunakan formula Terzaghi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dasar penelitian ini ditunjukkan

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana manfaat pengurangan gypsum dan garam dapur untuk meningkatkan daya dukung dan kuat geser tanah, sehingga dapat di tolak bahan perkuatan dalam pemukiman masalah stabilitasi tanah lempung.
2. Mengetahui pengetahuan mengenai pengaruh penambahan gypsum dan garam dapur terhadap kuat geser dan daya dukung tanah.

3. Diperkirakan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilitas tanah.

1.6 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Tanah yang akan digunakan sebagai sampel dari penelitian ini adalah tanah liyang yang berasal dari Kelurahan Tambora Kecamatan Palangia Kaya, Kalimantan Tengah.



Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah hal yang paling penting dalam merencanakan suatu konstruksi sipil, berupa bangunan gedung maupun jalan. Proses dalam pembebasan tanah dari bahan terjadi secara fisik atau kimiawi. Proses fisik antara lain berupa erosi akibat tumpukan angin, pengikisan oleh air dan banjir, atau peparahan akibat pembebasan dan pemecahan α dalam bentuk selangit proses kimiawi menghasilkan perubahan pada ukuran mineral tanah lainnya. Salah satunya peparahnya adalah kadar air yang mengandung unsur alami, organik dan inorganik (Widay, 1977). Sedangkan pengertian tanah Menurut (Bovick, 1959) tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau sekurangnya, Derivat jawa-jawa

- Bungkil (*gawala*) adalah partikel bahan yang kasar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm diameter ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen bahan ini disebut kerikal (*gudhu* / *gubhu*).
- Kerikal (*gawa*) adalah partikel bahan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- Pasir (*pasir*) adalah partikel bahan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berukur dari kasar dengan ukuran 5 mm. Sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.

- d. Lunas (sil) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,001 mm sampai 0,0075 mm.
- e. Lempong (slay) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem penggolongan atau pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda untuk memiliki sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan perolokasinya (Eti Widiyanti, 2004).

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 1 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 27th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) memperkenalkan delapan kelompok dasar tanah tali uji berdasarkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-3. Kelompok A-3 tidak diperbolehkan untuk menggunakan gradasi atau rerang yang didasarkan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya diurutkan terhadap indeks kelompok, yang dikaitkan dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis serapan dan batas Atterberg (Dowlat, 1984).

Tabel 1.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Utama	Subur-basah (2000 atau kurang per 100 gr)						Subur-basah/Lempung (2000 ke 75 per 100 gr)				
	A-1		A-2	A-3				A-4	A-5	A-6	A-7
	0-7.5	7.5-15	15-30	30-37.5	37.5-45	45-52.5	52.5-60				1-10
Klasifikasi Tambahan											1-10 2-10
Jumlah Agregat Persegi Panjang No. 10 No. 20 No. 40		100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%
Perbandingan Partikel Halus No. 200 Persegi Panjang No. 40 No. 60		100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%
Kandungan Lembut	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kelembutan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plastisitas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plastisitas Tinggi											
Plastisitas Rendah											

Sumber : Dim. 1997

1.1.2 Sistem Klasifikasi Tanah Unified Soil Classification System (USCS)

Dalam sistem klasifikasi USCS, tanah dibagi atas 1 kelompok besar yaitu:

1. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah berbutir dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol kelompok ini dimulai

dianggap kurang dari 0,5 mm. S. G adalah untuk kerikil (gravel) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (sand) atau tanah berpasir.

1. Tanah berbutir halus, (fine grained soil) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total tanah lolos ayakan No.100. Sumbel dari kategori ini diambil dari M untuk lempung (silt) organik, C untuk lempung (clay) organik, dan O untuk lempung organik dan lempung organik. Simbol PU digunakan untuk tanah gambut (peat), tanah, dan tanah tanah lain dengan kadar organik tinggi.

Sistem Modifikasi tanah USCS dan nilai batas cair (LL) terhadap indeks plastisitas (PI) tanah menurut Unified Soil Classification System ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi USCS

Soil Name	Soil Symbols	Soil Data	Soil Classification
SANDY GRAVEL (GW, GP, GM, GC)	GW	High plasticity, low to medium liquid limit	
	GP	Low to medium plasticity	
	GM	Low plasticity	
	GC	Medium plasticity	
	GW	High plasticity, low to medium liquid limit	
	GP	Low to medium plasticity	
SANDY SILT (ML, MH)	ML	Low plasticity	
	MH	Medium to high plasticity	
	ML	Low plasticity	
	MH	Medium to high plasticity	
SANDY CLAY (CL, CH)	CL	Low to medium plasticity	
	CH	High plasticity	
CLAYEY SILT (OL, OH)	OL	Low to medium plasticity	
	OH	High plasticity	
CLAYEY SAND (SC, SM)	SC	Low to medium plasticity	
	SM	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY SILT (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	
	SML	Medium to high plasticity	
CLAYEY SANDY CLAY (SCL, SML)	SCL	Low to medium plasticity	

1.3 Beton : Beton Arterberg

Beton Arterberg dinamakan oleh Albert Arterberg pada tahun 1911 dengan tujuan untuk mengklasifikasikan tanah berbatu halus serta memisahkan kondisi tidak propori tanah Beton Arterberg mencakup beton cair, beton plastik, serta beton kuat. Beton Arterberg merupakan terdapatnya bentuk tanah dari benda padat sampai pada benda lentur sesuai dengan kadar airnya. Dari itu beton Arterberg akan diperoleh parameter beton cair, beton plastik, batas leleh dan serta batas leleh yang disebut kondisi lelehannya tanah. Beton-beton Arterberg bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1 Beton-beton Arterberg

FL (%)	Jenis	Aliran Tanah	Kekerasan
0	Non plastik	Pasir	Non Keras
0	Plastisitas Rendah	Lempung	Keras Sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung Berlempung	Keras
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Keras

Sumber: Das, 1997

1. Beton Cair (Liquid Limit)

Beton cair (LL) adalah kadar air tanah yang cukup untuk nilai dukungnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan lentur (beton antara lelehannya cair dan lelehannya plastik), yaitu beton atas dari daerah plastik.

1. Tanah Plastis (*Plastic Lintaj*)

Tanah plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai diberikan, tanah tidak lagi berpindah sebagai bahan yang plastis. Tanah silt bersifat sebagai bahan yang plastisitas kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kadar air disebut indeks plastisitas.

1. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas merupakan sifat leptoelastis tanah. Hal tanah mempunyai interval kadar (kadar) plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah lepto. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air dalam plastis besar disebut tanah gembuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL$$

Batasnya mengenai indeks plastis, sifat, maupun tanah dan klasifikasi diberikan oleh

Atterberg tabeli berikut ini:

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

Berkas		Meknis		Kering
Kondisi Cair (Liquid)	Kondisi Plastis (Plastic)	Kondisi Tidak Plastis (Non-Plastic)	Kondisi Padat (Solid)	
↓	↓	↓	↓	↓
Batas Cair (Liquid)	Batas Plastis (Plastic)	Batas Tidak Plastis (Shrinkage Limit)		

Sumber: Das, 1993

4. Batas Susut / Shrinkage Limit (SL)

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

$$SL = \frac{(W_0 - W_1) / G_s}{e} \times 100\%$$

Keterangan:

SL : Batas susut tanah

W_0 : Volume becek uji kering

W_1 : Berat becek uji kering

G_s : Berat jenis tanah

1.4 Tanah Lempung

Tanah lempung terbentuk akibat pelapukan bahan dasar bumi seperti, batuan granit dan batuan basal yang dipaparkan oleh aktivitas iklim yang secara bertahap membuatnya melapuk dengan jasad rihaan rana lainnya. Tanah Lempung Lempung (Clay) merupakan partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm (Borcher, 1993).

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

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah adanya kandungan lempung silika horifit kasar, dan juga banyak silika horifit halus plastis, dan koloidal, mengambang dan

masyrakat 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 amorfokristal dan aluminium oksidokristal. Silika dan aluminium secara periodik dapat digantikan oleh elemen yang lain dalam kawatannya, sehingga ini dikenal sebagai *substitusi isomorf*. Kemudian susunan dari kawatannya dalam bentuk susunan lempung. Berdasarkan susunan lempung tersebut dapat diketahui susunan dan susunan lempung lainnya dengan bentuk yang berbedabeda (Kusdiyanto dkk., 2007). Polimerisasi akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel beraturan keloid dengan ukuran ukuran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan luas sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh pengaruh permukaan. Terdapat banyak mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Di antaranya terdiri dari kelompok-kelompok *monoklinik*, *ortorombik*, dan *poligonal*. Terdapat pula kelompok yang lain, misalnya *akwisit*, *amorfokristal*, dan *koloidal*. Tanah lempung bukan tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butir butiran seperti lempu pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

2.5 Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pelaksanaan 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 memiliki sifat-sifat yang sangat lemah, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, porositasnya yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan (Sardes, 1989). Stabilisasi tanah adalah usaha yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Menurut Ingles dan Nordin (1977), proses stabilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

1. Stabilisasi Mekanis
2. Stabilisasi Fisik
3. Stabilisasi Kimia

Metode stabilisasi yang sudah umum digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimia. 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 kimia merupakan metode stabilisasi yang menambah kekuatan dan daya dukung dengan cara mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampurkan tanah dengan bahan kimia.

1.6. Garam Dapur (NaCl)

Dalam ilmu kimia, NaCl (*Natrium Klorida*) merupakan bahan warna dalam garam dapur. Struktur NaCl memiliki ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Garam dapur dari berbagai reaksi kimia antara lain:



Larutan garam dapur (NaCl) merupakan cara elektrolit yang mempunyai peranan di purnasana labok bumi dan peranan pada air asin sehingga bisa memisahkan air. Dalam bentuk barang garam dapur beberapa kristal dapat mengiri rangk pori di antara batu-batu tanah.

Larutan garam dapur (NaCl) dapat membuat gaya listrik antar partikel tanah sehingga larut antar partikel tanah menjadi lebih rapuh (Dovale, 1994).

Larutan garam dapur (NaCl) dapat memodifikasi porositas pemadatan tanah (Ingles dan Marcell, 1972). Demikian tanah adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat soil tanah pada dasarnya stabilitas yang menggunakan garam mempunyai prinsip yang sama dengan stabilitas yang menggunakan serbuk kimia lainnya. Kewajaran yang dihasilkan adalah masalah kepadatan dan masalah lekatan tanah Tanah dengan LL (*liquid limit*) yang tinggi biasanya memberikan reaksi yang bagus dengan penambahan garam ini (Ingles dan Marcell, 1972).

1.1 Gypsum

Gypsum adalah salah satu bentuk mineral dengan kadar kalsium yang signifikan pada mineralnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Gypsum merupakan mineral yang termasuk golongan mineral sulfat yang berada di bumi dan sisanya sangat menguntungkan, sehingga banyak kegunaannya dan masih banyak.

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan salah satu cara dalam meningkatkan daya lekat tanah lempung dengan cara menggunakan limbah gypsum sebagai bahan perbandingan untuk mengetahui nilai kuat geser tanah yang terjadi, serta mendapatkan nilai untuk memantapkan dan mengolah limbah gypsum.

Kelompok dari penggunaan gypsum dalam pekerjaan teknik sipil yaitu (www.mineral.net, 2001):

- Gypsum yang dituangkan keping dapat mengeras untuk kerangka dalam pada tanah tergenang oleh kalsium pada gypsum sehingga penguatannya lebih baik.
- Gypsum dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah berair organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap erosi tanah.
- Gypsum meningkatkan kapasitas menahan air, dikarenakan gypsum lebih menyukai banyak air.

1.8. Kusur Geser Tanah

1.8.1. Definisi Kusur Geser Tanah

Kusur geser tanah (*soil shear strength*) adalah kemampuan menahan tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan ketebatan tertentu (Head, 1982). Kusur geser tanah sebagai perlawanan internal tanah terhadap perubahan luas terhadap perubahan atau pemampatan sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimisalkan (Das, 1994).

Kusur geser tanah (*soil shear strength*) adalah kemampuan menahan tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan ketebatan tertentu (Head, 1982). Kusur geser dapat diukur di lapangan maupun di laboratorium. Pengukuran di lapangan antara lain dapat dilakukan menggunakan vanes shear, plate load dan toe penetra. Pengukuran di laboratorium meliputi penggunaan metode *triaxial shear*, *direct shear*, *triaxial compression*, *unconfined compression* (Kulberg, 1982) dan *fall cone and shear vane* test.

Di bidang teknik, pengertian kekuatan geser adalah kekuatan material atau komponen material terhadap jenis beban atau gaya/geser struktur dimana material atau komponennya gagal dalam geser. Beban geser adalah gaya yang cenderung menghasilkan perpindahan geser pada material sepanjang bidang yang sejajar dengan arah gaya. Contoh saat kertas di gantung dengan gantung, kertas terpotong berarti kertas gagal terhadap gaya geser/geser (Darwis, 2013).

1.3.2 Teori Kuar Geser Tanah

Kuar geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang sejajar pada satu arah saja. Kuar geser tanah adalah gaya per satuan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap dirinya sendiri. Dengan dasar pengertan ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh (Hardiyanto, 2002) :

1. Ekuivalen tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kedalamanya, 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) :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2.1)$$

dengan

τ : Kuar geser tanah (kN/m^2)

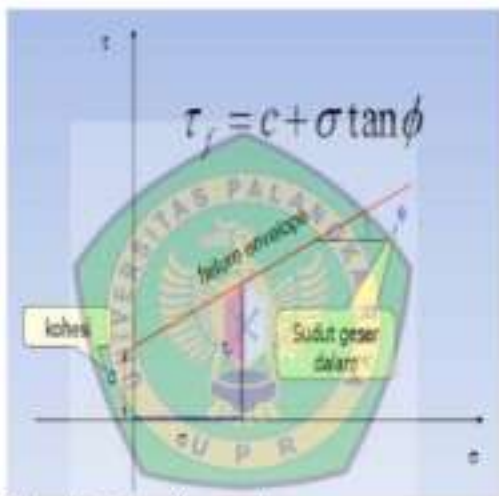
c : Kohesi tanah (kN/m^2)

σ : Seder gesek dalam tanah atau seder gesek internal ($^{\circ}$)

ϕ : Tegangan normal pada bidang rusuk (kN/m^2)

Garis keruntuhan (faktor amplop) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada Gambar 2.1 di mana untuk selogitua besar masalah masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup dikalikan dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan koefisien geser (Das, 1997). Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tekanan semip gesernya. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan geser yang penting.

Ukurlannya demikian, sehingga hasil masalah dalam teknik sipil dikonstruksinya hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



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

Gambar 1.1 Grafik Mohr dan Coulomb

Jika tegangan-tegangan bersesuaian 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). Berdasarkan tegangan

yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik R, balok sudah mengalami keruntuhan.

Tegangan-tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1927) mengubah persamaan Coulomb's ke dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut:

$$\tau = \sigma' \tan(\phi - \alpha) + c' \quad (2.1)$$

$$\sigma' = \sigma - \alpha' \quad (2.2)$$

dengan:

σ' : tekanan tanah efektif (kN/m^2)

σ : tegangan normal efektif (kN/m^2)

α : tekanan air pori (kN/m^2)

α' : nilai peak dalam tanah efektif ($^{\circ}$)

2.3.3 Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

Mekanisme geser tanah (soil shear strength) dapat di definisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk menahan terhadap suatu perubahan bentuk pada kondisi tekana (pressure) dan kelenturan tertentu (Seed, 1987).

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah dengan pemberian beban geser horizontal pada contoh tanah melalui cincin ketek 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 pembebanan diid regangan pada interval yang sama dan secara bersamaan dilakukan pembebanan beban

dari geser pada beban regangan yang berlebihan, sehingga dapat digambarkan suatu grafik hubungan regangan dan tegangan geser yang terjadi.

2.9 Daya Dukung Tanah

2.9.1 Definisi Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkaitan dengan kemampuan tanah untuk menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat di dalamnya, kelentur tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah. Kapasitas dukung merupakan tahanan geser tanah untuk menahan pemrosesan akibat perubahan yaitu tahanan geser yang diharapkan oleh tanah dipanjang bidang-bidang gesernya. Pemrosesan pondasi harus memperhatikan adanya keruntuhan geser dan pemrosesan yang berlebihan. Untuk itu perlu diperahi kriteria-kriteria yaitu kriteria stabilitas dan kriteria pemrosesan.

Persyaratan-persyaratan yang harus diperahi dalam penentuan pondasi adalah sebagai berikut:

- Faktor aman terhadap keruntuhan akibat selingannya kapasitas daya dukung tanah harus diperahi. Dalam hitungan kapasitas dukung umumnya digunakan faktor aman 3 (tiga).
- Pemrosesan pondasi harus rasah dalam batas nilai yang diperbolehkan besarnya pemrosesan yang tidak rasah (Differential Settlement) harus tidak mengakibatkan keruntuhan pada struktur.

Untuk memastikan stabilitas jangka panjang perbeton harus dirigitas pada dasar pondasi. Pondasi harus dilatikan pada kedalaman yang cukup untuk memastikan

terdiri atas, lambang mata tanah, dan gergaji tanah diukir pada dasarnya. Analisis kapasitas dukung ditentukan dengan cara pendekatan untuk membandingkan perbandingan, pemrosesan yang dibuat harus dilakukan dengan sifat - sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi di sisi kerucutan. Analisis dilakukan dengan menggunakan tanah berakurasi sebagai bahan yang bersifat plastis.

Sebagian besar teori daya dukung dikembangkan berdasarkan teori plastisitas dimana tanah dianggap berakurasi sebagai bahan yang bersifat plastis. Teknik ini dikembangkan oleh Prandtl (1911) yang mengasumsikan pemrosesan dari analisis kondisi kritis.

Menurut Terzaghi (1907), menggunakan tiga tanah mengalami perubahan seperti bahan elastis. Tanah akan mengalami distorsi dan pemrosesan. Jika bahan ini berakurasi-anjur ditambah, pemrosesan pun juga berakurasi. Akhirnya, pada suatu saat terjadi kondisi di mana pada bahan tetap, simbol mengalami pemrosesan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa kerucutan daya dukung telah terjadi.

Menurut Terzaghi (1907), daya dukung ultimate (q_u) didefinisikan sebagai bahan resistensi pemrosesan ke di mana tanah masih dapat menahan beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Bisa dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$q_u = \frac{Q_u}{A} \quad (2.4)$$

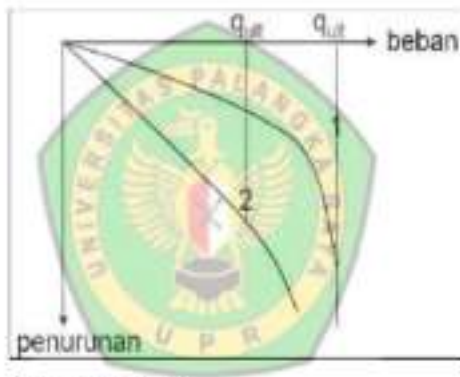
dimana: q_u = daya dukung ultimate atau daya dukung besar (kN/m^2)

Q_u = beban ultimate atau beban besar (kN)

A = luas bahan (m^2)

Jika tanah padat, sebelum terjadi keruntuhan di dalam tanah, pemunculan local dan bentuk kurva pemunculan beban akan seperti yang ditunjukkan pada kurva 1 dalam gambar 2.2 pada kurva 1 menunjukkan kondisi keruntuhan geser umum (global shear failure).

Salah satunya Pada suatu beban ultimate tercapai, tanah meloncati dua kawah-kawah kawah-kawah plastis (Hardiyanto, 2007).



Sumber: Hardiyanto (2007)

Gambar 2.2 Kurva pemunculan terhadap beban yang ditunjukkan

Kondisi lain, jika tanah sangat tidak padat akan hasil pemunculan yang terjadi sebelum keruntuhan sangat besar. Pada kurva ini, keruntuhan terjadi sebelum kawah-kawah plastis tanah terbentuk, seperti yang ditunjukkan gambar 2.2 pada kurva 2. Kurva 2 ini menunjukkan kondisi keruntuhan geser lokal (local shear failure) (Hardiyanto, 2007).

Menurut Haryjanto (2007), dari pengamatan kelakuan tanah selama pembebasan hingga tercapainya kestabilan, dapatlah disimpulkan sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan bentuk tanah yang berupa pengambungan kelokan tanah tepat di bawah dasar pondasi ke arah lateral dan penerusan pemukiman di sekitar pondasi.
2. Terjadi retakan lokal atas gersam tanah di sekeliling pondasi.
3. Terjadi retakan lokal atas gersam tanah di sekeliling pondasi.



Sumber: Haryjanto (2007)

Gambar 2.5 (a) Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).
(b) Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*).

4. Umumnya, ada saat keretakan terjadi atas gasek meluber dalam bentuk tertentu dan suatu permukaan gaser berbentuk lengkungan berkesinambungan yang dimulai dengan gerakan pondasi turun ke bawah. Pergerakan tanah di sekitar pondasi selanjutnya mengakibatkan ke atas yang diikuti oleh rotasi dan gerakan tarik tanah di sekitar fondasi. Kondisi ini menunjukkan keruntuhan gaser telah terjadi.

1.9.2 Analisis Daya Dukung Tanah Terasi Terzaghi

Terzaghi (1947), menjelaskan daya dukung tanah dengan beberapa rumus sebagai berikut:

- Pondasi berbentuk memanjang tak berujung.
- Tanah di bawah dasar pondasi adalah homogen.
- Tahanan gaser tanah di atas dasar pondasi diabaikan.
- Dasar pondasi linear.
- Terlaku prinsip superposisi atas prinsip pengalihan.
- Lintang keruntuhan terdapat dari lintang spiral, logaritma dan linear.
- Pertemuan antara sisi baji tanah dan dasar pondasi merupakan sudut gaser dalam tanah ϕ .
- Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedalaman elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasi.
- Dasar tanah di atas dasar pondasi digantikan dengan kolom terbagi rata sebesar $\frac{c}{\gamma \beta} - D$, dengan D adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.

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

$$q_s = cN_c + p_u N_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} \quad \text{untuk pondasi memanjang} \quad (2.5)$$

Kemudian $p_u = D_s \gamma$, maka:

$$q_s = cN_c + D_s \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} \quad \text{untuk pondasi memanjang} \quad (2.6)$$

Jargas: q_s = daya dukung ultimate untuk pondasi memanjang (kN/m^2)

c = kohesi tanah (kN/m^2)

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

γ = berat volume tanah (kN/m^3)

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

N_c = nilai daya dukung tanah akibat kohesi tanah

N_q = faktor daya dukung tanah akibat tekanan tertanam rata

N_{γ} = faktor daya dukung tanah akibat berat

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

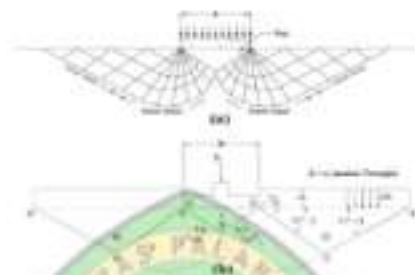
$$q_u = \frac{q_s}{FS} \quad (2.7)$$

dimana:

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

q_s = Daya dukung basis (kg/cm^2)

FS = Faktor keamanan (1,5 - 3)



Sumber: Mardiyanto (2007)

Gambar 2.4 (a) Penyebaran pada pondasi dan berbentuk area garis.
(b) Bentuk kerucup

Pada analisis daya dukung Terzaghi bentuk pondasi dianggap sebagai menyanggah tak berhingga yang diartikan pada tanah homogen dan isotropi dengan beban terdapat unit q_u . Beban total pondasi per satuan panjang P , merupakan beban terbagi rata q_u yang dituliskan dengan lebar pondasi B . Karena adanya beban total tersebut, pada tanah yang terarah tegak di bawah pondasi akan memberikan suatu tegi tanah yang menahan tanah ke bawah yang digambarkan sebagai berikut. Gesekan tegi menunjukkan tanah di sekitarnya bergerak, yang mengakibatkan area geser di kiri dan kanan dengan tiap-tiap area terdiri dari dua bagian yaitu bagian geser radial yang berakutasi dengan bay dan bagian geser linear yang merupakan kelanjutan dari bagian geser radial.

Terzaghi mengembangkan teori kerucupan plastis Terzaghi dalam wujud daya

dilang sehingga kerusakan yang terjadi dalam analisis dianggap kerusakan geser murni.

Torsi Torsangi ini menggunakan sebuah rumus daya dilang sebagai berikut :

$$Q = \alpha N_1 + \gamma \Delta N_2 + \gamma_2 \gamma R N_3 \quad (2.8)$$

ketertangan :

q = daya dilang kesambungan

R = lebar pondasi

D = dalam pondasi

γ = berat fill tanah

Karena Torsangi juga memiliki bentuk untuk pondasi memanjang (*very foundation*). Pada pondasi Engineer atau pondasi bujur sangkar, daya dilangnya agak lebih tinggi. Untuk pondasi tersebut, Torsangi menggunakan rumus rumus seperti berikut :

a. Pondasi Engineer

$$q = 1.3\alpha N_1 + 0.2\gamma_2 + 0.1\beta N_3 \quad (2.9)$$

dimana : R = lebar pondasi

b. Pondasi bujur sangkar

$$q = 1.3\alpha N_1 + 0.2\gamma_2 + 0.4\beta N_3 \quad (2.10)$$

dimana : D = lebar pondasi

Menurut Mardjotomo (2007), Tahanan total untuk analisis pemrosesan dapat dinyatakan dalam kesambungan anak vertikal sebagai berikut :

$$T_1 = 2.0 \gamma_2 \cos(\beta - \alpha) + 2.0 \beta \gamma \sin(\beta - \alpha) + \beta^2 \gamma_2 \gamma \quad (2.11)$$

Dayung gesir $AH = \frac{H}{\sin \theta}$, maka :

$$P_1 = 2P_2 \cos(\beta - \theta) + B \sin(\beta - \theta) + D' \sin \theta \quad (2.12)$$

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

1. Gaya P_1 , sebagai akibat berat badan ABEC.
2. Gaya P_2 , sebagai akibat pengaruh kohesi tanah (c).
3. Gaya P_3 , sebagai akibat beban terbagi rata di atas dasar fondasi.

Komponen teknan tanah pasif dihirang vertikal, kemudian ditransisikan untuk memperoleh daya dihirang utuhnya.

$$P_1 = 2(P_2 + P_3 + P_4) \cos(\beta - \theta) + B \sin(\beta - \theta) + D' \sin \theta \quad (2.13)$$

Bekas akibat per satuan luas:

$$q_1 = (2P_2 + D') \cos(\beta - \theta) + (B + D) [P_3 \cos(\beta - \theta) + c \sin \theta] + (D') 2P_4 \cos(\beta - \theta) - B \sin \theta \quad (2.14)$$

Tiap-tiap komponen persamaan daya dihirang akibat fungsi dari ψ dan bentuk geometri dan luas tanggapan, seperti yang ditunjukkan oleh B dan β . Analisis Terzaghi (1943) menganggap bahwa dasar fondasi kasar sehingga memaksa gerakan tanah arah lateral di dasar fondasi dan mengalikan untuk tersebut sebuah koefisien merupakan satu koefisien dengan fondasinya. Jadi, semua beban fondasi dipindahkan langsung lewat bagian baji ke tanah di bawahnya. Sifat baji dengan bidang horizontal yang besarnya $= \beta$ diragup sama dengan ρ . Zona geser diragup bergeser ke atas hanya sampai ketinggian dasar pondasi, dan hanya beban terbagi rata $p_0 = D_1 \gamma$, yang berpengaruh pada zona ini (Hardiyatno, 2007).

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

$$P_p = \frac{\rho H^2 K_p}{2 \sin \alpha \cos \beta} \quad (2.15)$$

dengan:

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

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

β = sudut geser antara tanah dengan tanah pada pembaruan. $\beta = \phi$

Dalam hal ini, $\beta = \alpha$, $\alpha = 180^\circ - \phi$. Proyeksi vertikal dari pembaruan

$$AB = (B-C) \tan \phi = H, \text{ dan } \cos(\beta - \alpha) = 1.$$

Besarnya tekanan tanah pasif dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$P_p = \frac{1}{2} \left(\frac{\rho}{\gamma} (g^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{g_{xy}}{\cos \alpha \sin \alpha} \right)^2 + \frac{g^2}{\sin^2 \alpha} \right) = \frac{g_{xy}}{2 \sin \alpha \cos \alpha} + \frac{g^2}{2 \sin^2 \alpha} \quad (2.16)$$

$$= \frac{gH}{2} \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) = \frac{1}{2} (K_p + 1) \gamma H$$

Tekanan N adalah faktor daya ikat yang disebabkan oleh berat tanah yang merupakan fungsi dari sudut geser dari dalam tanahnya (ϕ). Tekanan tanah pasif akibat beban terdistribusi secara merata dapat diturunkan, jika berat volume digray tidak berpengaruh terhadap arah lintasan. Hasilnya dinyatakan dengan persamaan:

$$N_1 = \sigma \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \quad (2.17)$$

$$N_2 = \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \quad (2.18)$$

$$\alpha = \phi \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \quad (2.19)$$

Faktor daya dukung N_c dan N_q merupakan faktor daya dukung sekitar pengaruh imbun dan beban terduga rata yang keduanya merupakan fungsi dari sudut gesek dalam (ϕ). Persamaan (2.5) dapat dituliskan dalam persamaan umum:

$$q_u = cN_c + (D_f + \gamma N_q) + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad (2.20)$$

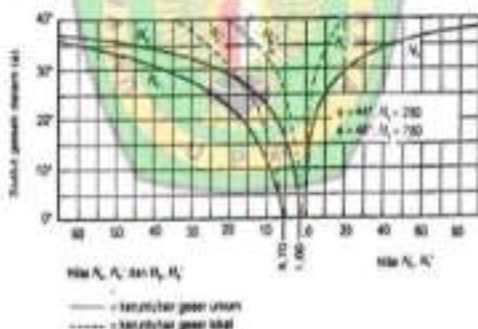
dimana:

c = kohesi (kN/m^2) D_f = kedalaman fondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m^3) B = lebar fondasi (m)

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

Nilai-nilai dari N_c, N_q, N_γ dalam bentuk grafik yang dibakukan Terzaghi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Sumber: Hardiyanto (2007)

Gambar 2.5 Hubungan ϕ dan N_c, N_q, N_γ

Tabel 2.5 Nilai-nilai faktor daya dilubang untuk Ternggit

+	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_1	N_2	N_3	N_1'	N_2'	N_3'
9	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	24,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	31,2	21,2	19,7	19,6	8,3	5,7
34	32,6	26,5	25,0	22,7	11,7	9,0
35	37,8	41,4	41,4	32,2	17,6	18,1
40	45,7	51,3	104,4	34,9	20,5	18,8
45	112,3	113,3	181,5	52,2	26,1	31,7
48	228,2	281,9	788,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,1	81,2	65,6	87,1

Sumber: Ferdiansyah (2007)

Seluruh analisis daya dilubang di atas dilakukan pada asumsi bahwa tidak mempunyai jarak tak tertinggi dan dilakukan pada kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*) dari suatu bahan berbutir paku, di mana volume dan luas gesernya tidak berubah oleh adanya keruntuhan (*rigid*).

Pada material yang mempunyai sifat volumanya berubah oleh akibat bahan atas mengalami regangan yang besar sebelum mencapai keruntuhan geser, gerakan ke bawah bagi tanah runtuh hanya mengkompresi tanah, tanpa adanya regangan yang cukup untuk menghasilkan keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Kondisi keruntuhan semacam ini disebut keruntuhan geser lokal (*local shear failure*). Tidak ada analisis rasional untuk pemodelannya. Ternggit mempunyai kerakal empiris faktor-faktor daya dilubang pada kondisi keruntuhan geser umum, untuk lintasan daya

dilakukan untuk jenis tanah tertentu ini, yaitu dengan cara kalibrasi faktor daya dukung dihitung kembali dengan menggunakan ϕ' dan c' , dengan:

$$q_u \phi' = (2.5) q_u \phi \quad (2.21)$$

$$c' = (2.5) c \quad (2.22)$$

Peramaan umum untuk daya dukung ultimate pada fondasi, memanjung kondisi keruntuhan geser lokal, dinyatakan oleh persamaan:

$$q_u = c' N_c' + D_v \gamma N_q' + 0.5 B N_{\gamma}' \quad (2.23)$$

Nilai N_c' , N_q' dan N_{γ}' adalah faktor daya dukung tanah pada kondisi keruntuhan geser lokal (lihat Gambar 2.5 dan Tabel 2.3).

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

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

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

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

$$q_{un} = q_u - \gamma D_v \quad (2.24)$$

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

Tekanan pondasi neto (*net foundation pressure*) (q_n) adalah rata-rata pondasi neto adalah selisih antara tekanan pada dasar pondasi, akibat beban mati beban hidup dari struktur. Bisa dinyatakan dalam persamaan, yaitu:

$$q_n = q_g - \gamma D \quad (2.22)$$

Daya dukung perantara (*intermediate bearing capacity*) adalah intensitas beban neto yang dipertahankan maksimum yang tidak terjadi runtuh untuk sebarang pembebanan awal. Nilai tertentu tersebut didasarkan pada pengujian labai, atau dengan hitungan yang diperoleh dari pengujian lapangan atau pengujian pembebanan di lapangan dengan memperhatikan faktor untuk berbagai keragaman geser (Hardiyanto, 2007).

Daya dukung perantara (*allowable bearing capacity*) (q_a) adalah besarnya intensitas beban neto maksimum dengan memperhatikan besarnya daya dukung, pemukiman dan kemampuan struktur untuk memperhatikan terhadap pengaruh pemukiman tersebut (Hardiyanto, 2007).

Faktor aman (γ) dalam hitungan daya dukung sementi atau, seperti berikut:

$$\gamma = \frac{q_{ult}}{q_a} = \frac{q_u - \gamma D}{q_a} \quad (2.26)$$

dengan γ = berat volume tanah di atas dasar fondasi dan Ω = koefisien fondasi (Hardiyanto, 2007).

2.9.2 Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Uji tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan *in-situ* stabilitas tanah. Dalam pelaksanaan benda uji sebagai dasar adalah kapasitas resistensi yang diperoleh dari pemrosesan pematatan. Kuar tekan bebas adalah tegangan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atas pada saat regangan aksial mencapai 30%. Pengujian *Unconfined Compression* pada tanah lempung jenuh air biasanya menghasilkan harga c_u yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian c_u (untuk test *triaxial*) regangan aksial yang diaplikasikan dalam benda uji karena pengaruh ditambah sampel benda uji mengalami keruntuhan.

Tabel 2.5 Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah Dengan Kuat Tekan

Sifat Mekanis Tanah (c_u)	Kuat Tekan Bebas (q_u)
Sangat leleh	< 0,25
Leleh	0,25-0,50
Sedang	0,50-1,00
Keras	1,00-2,00
Sangat Keras	2,00-4,00
Keras	> 4,00

Sumber: Hardiyanto (2007)

2.04. Peneliti Terdahulu

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

Nama	Nama Jurnal	Jenis	Tesis	Metode
Ari Sriana (2014)	Jurnal Ilmiah Jurnal Kesehatan 2014	Kuantitatif LINDAK CITRUS TESKADAT MELAKUKAT DIMER TADIAN DIBENTUK	Kamp yang menggunakan sistem pengkodean kode sistem proses hingga hasil seperti 11, 14, dan 1%	<ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran dengan menggunakan skala proses seperti 11, 14, dan 1% untuk melihat nilai hasil yang akan di jika akan lengkap. Kemudian nilai hasil yang didapat yaitu 11,17 (11%) . Kemudian ini merupakan nilai 11,17M dimana hasilnya akan ada nilai 11,17 (11%) - Nilai 11,17 akan lebih menunjukkan hasil jika akan lebih yang akan lebih tinggi nilai proses hingga akan seperti ini jika akan lebih - Pengukuran yang dilakukan hingga nilai 7 dan 14 dan menunjukkan kemudian nilai hasil yang akan lebih nilai menunjukkan hasil yang akan lebih nilai menunjukkan nilai 11,17 (11%) (11%)

Tabel 2.3 Laporan Fasilitas Tersebut

Nama	Nama orang	Jenis	Waktu	Hasil
Nama Jurusan Kelas Tanggal Waktu	KEMAL RACHMAD FUSAL 2021 2021	START ISH TANGAL LEMBUK DAN 2021 2021	1.000.000,00 2.000.000,00 3.000.000,00 4.000.000,00 5.000.000,00 6.000.000,00 7.000.000,00 8.000.000,00 9.000.000,00 10.000.000,00	Hasil 1.000.000,00 2.000.000,00 3.000.000,00 4.000.000,00 5.000.000,00 6.000.000,00 7.000.000,00 8.000.000,00 9.000.000,00 10.000.000,00

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dan berbasis laboratorium dengan pengujian sifat fisik tanah Lempung dan tip gasal lempung (*Clayey Silty Sand*). Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

3.2. Pengambilan Data

Pengambilan data dengan menggunakan 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 diketahui. Pertama Terletak dalam ember berisikan dan mengupas permukaan tanah kira-kira 10 cm, jangam langsung diangkat korva tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah berisi

tidak tanah diangkat dan ditump rapi-raput agar tidak mengawangi kadar air lainnya supaya tidak terjadi pengawangan.

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di daerah Kabupaten Tambora Sengon, Kecamatan Pahandir Kota Palangia Raya, Kalimantan Tengah.

3.1.2 Sampel Tanah Terganggu (*disturbed*)

Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada upaya untuk melindungi sifat asli dari tanah tersebut. Pengujian tercaput yang digunakan untuk tanah ini menggunakan pengkil dan kawatitan dimasukkan ke dalam kantong plastik ziploc kering.

3.3 Pengujian Data

Berdasarkan istilah beberapa ahli pengujian yang akan dijabarkan.

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 dikeringkan dalam paku. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 2216-71.

1. Perubahan Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Untuk mengetahui berat volume tanah (γ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring sikahe. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 2216-71.

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Density Gravity*)

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air dalam pada volume yang sama dari suatu tertentu. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-854-03.

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 bentuk batas pemisahan antara cair dan keadaan plastis. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

b. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis dengan cara rotasi yang lolos ayakan No. 40 dan dibenci air dalam bila gulung yang dirotasi boleh panjang hingga mencapai diameter 3 mm. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

c. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Mengukur kadar air (%) terhadap berat kering tanah setelah dikering (ASTM D-427).

5. Pemeriksaan Analisis Variasi (*Kierw Analysis*)

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

8. Analisa Hidrometer (Hydrometer Analysis)

Pemeriksaan ini dilaksanakan untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) tanah yang lebih seragam Nomor 20 sehingga diketahui gradasi batuan tanah dengan lebih teliti. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422-63.

1.3.2. Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan uji geser langsung (*direct shear*) dan uji tekan balok (*Unconfined Compressive Test*).

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

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi unconfined dan undrained. Pada percobaan geser langsung, baloktan geser dapat diranca secara langsung. Parameter geser tanah yang didapat dari pengujian ini terdiri dari sudut geser dalam tanah (ϕ) dan nilai kohesi (C). Pengujian ini menggunakan standar ASTM D- 3380-04.

A. Faktormula

- a) Hitung gaya geser P dengan cara menggunakan persamaan orkhi dengan angle kohesi kecil; pengujian hitung tegangan geser maksimum yaitu:

$$\tau = \frac{\sigma_{max}}{2} \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana :

τ : tegangan geser maksimum (kg/cm^2)

P_{max} : gaya geser maksimum (kg)

A : luas bidang geser benda uji (cm^2)

- b) Buatlah grafik hubungan antara tegangan normal σ dengan tegangan geser maksimum τ . Sewaj dengan persamaan :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots \dots \dots (3.2)$$

1. Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Test*)

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji tekan bebas. Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial per satuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial. Uji tekan bebas (*Unconfined Compressive Test*) ini menginduksi beberapa kuat tanah manurut kuat tekan yang di berikan sampai tanah tersebut terpecah dan beriris-beririsan.

A. Perhitungan

- a) Regangan aksial didefinisikan dengan rumus

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \dots (3.1)$$

Keterangan:

- ε : regangan aksial
 ΔL : perubahan panjang benda uji (mm)
 L_0 : panjang benda uji semula (mm)

- b) Luas penampang benda uji rata-rata

$$A = \frac{A_0}{4,44} \quad \dots (3.4)$$

Keterangan:

- A_0 : luas penampang benda uji semula (cm²)

- c) Tegangan normal:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \dots (3.5)$$

$$P = N \times n \text{ (kg)} \quad \dots (3.6)$$

Keterangan:

- N : kalibrasi proving ring

n : pembacaan di (xiri tegangan)

3.3.3 Deskripsi Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang dapat dibuat berdasarkan variasi persen bahan gypsum dan garam dapur. Lama waktu pematangan diinstruksikan yaitu 0 dan 4 hari, untuk pematangan kulturisasi tanah dan bahan campuran gypsum dan garam dapur adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 Sampel Frekuensi untuk Tanah Asli

No	Sampel	Spesimen	Kuantitas Tanah (g)
1	Frekuensi Tanah Asli Tanah	5	100
2	Frekuensi Berat Jala Tanah	5	100
Frekuensi Analisis Garam Jari			
3	Frekuensi Analisis Garam	1	1000
Frekuensi Rasio-bahan Kimiawan			
4	Frekuensi Rasio Ciri	1	80
5	Frekuensi Rasio Plastik	5	20
6	Frekuensi Rasio Garam	5	20
7	Frekuensi rasio lingkungan (Dua kali sehari)	5	100
8	Frekuensi Tahan Biotas (Dua kali sehari)	5	100
Jumlah Total		45	1680

Sumber: Frekuensi Data

Tabel 3.1 Kebaruan Tanah Lempung dengan campuran Gypsum dan Garam Dapur

No	Fungsi	Kondisi Tanah Lempung (%)	Kandungan unsur campuran gypsum dan garam dapur (%)		
			1,0% + 1,0%	2,0% + 2%	3,0% + 3,0%
1	Bahan-bahan starter				
	Dewi Cer				
	Dewi Flans				
	Dewi Guri				
2	Pengikat pasir lempung (Beras alasi)				
3	Pengikat Tanah Baku / Unsur/hasil Compositus (alk)				
Jumlah Total					

Sumber : Pengujian Dasa

3.4 Perencanaan Campuran

Campuran demanstrasi bertentangan mara coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah dicampur dengan gypsum dan garam dapur dengan persentase persentase sebesar 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat tanah.

Tabel 3.2 Tabel Rencana Rancangan Komposisi Campuran

No	Campuran		
	Tanah Asli	Gypsum	Garam
1	100%	0	0
2	100%	1,0%	1,0%
3	100%	2,0%	2%
4	100%	3,0%	3,0%

Sumber : Pengujian Dasa

3.4.1 Proses Pencampuran Sampel di Lab

Proses pencampuran sampel keramik tanah yang digunakan dalam campuran pengujian paver lempung adalah tanah asli. Tanah dalam tabung dibersihkan dari ekstruder dan di corak ke dalam ring. Tanah lempung di corak ke dalam ring Direct Shear kemudian di kalungkan dari ring lalu ditimbang. Setelah itu, gipsam dan garam dapur ditimbang sesuai dengan berat yang di dapat setelah dikali dengan variasi campuran terhadap berat tanah lempung. Kemudian tanah lempung dituangi dengan gipsam dan garam dapur dengan teliti, begitu itu tanah sampai menutupi pori-pori dari tanah lempung tersebut lalu dirapi.

Gipsam digunakan pada lapisan pertama sesuai dengan variasi yang telah ditimbang dan garam dapur digunakan pada lapisan terakhir sampai pori-pori dalam cetakan terisi.

Bahan campuran yang digunakan:

1. Gipsam
1. Garam Dapur

Tabel 3.4 Kebaratan Tanah Lempung dengan Campuran Gipsam dan Garam Dapur untuk Pemeriksaan Sifat Mekanik

Bahan Campuran	Uji Geser Lempung					
	Jumlah Benda Uji	Kebanyakan Tanah Lempung (g)	Lama Pemasangan (hari)	Variasi Campuran		
				10% gipsam	20% gipsam	30% gipsam
Gipsam dan Garam Dapur	3	100	0			

Dijumlahkan Batas Bajar	1	150	4			
----------------------------	---	-----	---	--	--	--

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 3.5. Kompetensi Dasar/kejuruan Pendidikan Dalam Pembelajaran Kerasi (g) untuk 4 hari Penceramah (Tanpa Penceramah)

No	Terdapat/td	13) Dasar Logam		
		Deskripsi Lampiran (a)	Deskripsi Lampiran (b)	Deskripsi Lampiran (c)
				Deskripsi materi di bawah ini adalah Kerasi yang terbuat dari perunggu campuran : 10%
				15% perunggu 85% Agas (a)
				10% perunggu 90% Agas (b)
				15% perunggu Agas (c)
1			0	
2			0	
3			0	
1			0	
2			0	
3			0	
				15% perunggu Agas (d)
				10% perunggu 90% Agas (e)
1			0	
2			0	
3			0	

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 3.6 Konsep Rancangan Penelitian Dalam Perbandingan Berat (g) uari 4 hari Perawatan

No	Uji-Geser Langsung				
	Pembelatan (kg)	Berat Tulang Langsung (g)	Lama Perawatan (hari)	Rumus mencari berat net - Berat tulang kering & persentasen comparasi : 100	
				1,5% garam dapur (g)	1,5% gypsum (g)
1			↓		
2			↓		
3			↓		
				1,5% garam dapur (g)	1,5% gypsum (g)
1			↓		
2			↓		
3			↓		
				1,5% garam dapur (g)	1,5% gypsum (g)
1			↓		
2			↓		
3			↓		

Sumber: Pengabdian Sosial

3.5 Analisis Data

Data hasil pengujian selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kalsium gaser tanah yaitu kalsium (C) dan waktu gaser dalam (B) dengan uji gaser langsung (Direct Bone Test) dan uji Nirox Tablet (NTT). Nilai kalsium gaser tanah dapat digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar dengan metode Daya Dukung Teragik.

3.6 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian

Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. a) Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik yang dilakukan tanah lempung yang di ambil Kabupaten Tanggung Karang, Kecamatan Pahandir Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah, memiliki nilai seperti, Kadar Air (w) = 44,21 % ; Berat isi tanah (γ) = 1,81 g/cm³ ; Berat Jenuh (γ_s) = 2,74 ; batuan-batuan Atterberg yaitu Batas Cair (*Liquid Limit*) = 42,51 % , Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 22,24 % , Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 20,27 % ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 12,24 % . Menurut sistem klasifikasi USCS, berdasarkan hasil pemerkiksaan analisis sifat-sifat, persentase material lolos saringan no. 200 (0,075 mm) adalah 54,04% > 50% maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus. Berdasarkan pemerkiksaan Atterberg tanah di klasifikasikan sebagai tanah lempung dan termasuk kelompok CL.Tanah lempung mengumpul dengan plastisitas rendah sampai sedang , dan menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dengan kondisi tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk dan termasuk di dalam kelompok A-7-6.
- b) Dari hasil pengujian Gawai lempung tanah esdi diperoleh, Sifat Gawai (α) =

13,77°; Kibasi (γ) = 0,3289 Kg/cm³; Kust Gasar Tanah (γ) = 0,1489 Kg/cm³
 Daya Dukung (q_{ult}) = 1,9715 Kg/cm² dan dari hasil uji taken bebas diperoleh,
 Elast. taken bebas (q_u) = 0,213 kg/cm²; Kust gasar tanah (q_u) = 0,1065
 kg/cm²

1. a) Dengan Penambahan campuran Gypsum dan gres diperoleh nilai Daya Dukung (q_u) sebagai berikut : Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan gres (2,5%) $q_u = 2,0416$ kg/cm²; Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan gres (2,5%) $q_u = 2,0049$ kg/cm²; Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan gres (2,5%) $q_u = 1,8289$ kg/cm², dan dengan pemrosesan selama 4 hari sebagai berikut : Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan gres (2,5%) $q_u = 1,0239$ kg/cm²; Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan gres (2,5%) $q_u = 4,8015$ kg/cm²; Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan gres (2,5%) $q_u = 4,8187$ kg/cm²
- b) Dengan Penambahan campuran Gypsum dan gres diperoleh nilai Kust Gasar (γ) sebagai berikut, yaitu : Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan gres (2,5%) (γ) = 0,1466 kg/cm³; Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan gres (2,5%) (γ) = 0,1444 kg/cm³; Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan gres (2,5%) (γ) = 0,1419 kg/cm³, dan dengan pemrosesan selama 4 hari sebagai

berikut: Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan garam (2,5%) ($\gamma = 0,1418 \text{ kg/cm}^3$); Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan garam (2,5%) ($\gamma = 1,390 \text{ kg/cm}^3$); Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan garam (2,5%) ($\gamma = 1,318 \text{ kg/cm}^3$).

- c) Pada pengujian takan bebas, dengan Penambahan Gypsum dan garam diperoleh nilai Tekan Bawah (q_u) dan nilai kuat geser (c_u) sebagai berikut, yaitu: Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,376 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,188 \text{ kg/cm}^2$; Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,331 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,219 \text{ kg/cm}^2$; Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,317 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,258 \text{ kg/cm}^2$ dan dengan pemadatan selama 4 hari sebagai berikut: Tanah sili dengan campuran 5% terdiri dari Gypsum (2,5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,417 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,219 \text{ kg/cm}^2$; Tanah sili dengan campuran 7,5% yang terdiri dari Gypsum (5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,394 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,247 \text{ kg/cm}^2$; Tanah sili dengan campuran 10% yang terdiri dari Gypsum (7,5%) dan garam (2,5%) $q_u = 0,367 \text{ kg/cm}^2$, $c_u = 0,284 \text{ kg/cm}^2$.

1. Berdasarkan pengujian mekanik, diketahui bahwa variasi kadar campuran dan waktu pemadatan mempengaruhi kuat tekan dan pemadatan nilai daya dukung tanah dan kuat geser tanah lempung dengan kandungan terbuang pada nilai daya

ditambah adalah $\rho_{\text{air}} = 4,8195 \text{ kg/cm}^3$ dengan konstanta volume 144,50 % dari tanah asli dan pemadatan terbesar pada kelentutan geser adalah (ϵ) = 0,1356 kg/cm^3 sebesar 4,6256 % dari tanah asli karena bahan campuran gypsom tidak tahan terhadap ledakan yang membuat dan air sehingga dapat menyebabkan terjadinya pemadatan kelentutan geser tanah. Pemadatan terbesar pada nilai tahanan tarik adalah $\rho = 0,267 \text{ kg/cm}^3$ sebesar 366,20% dari tanah asli.

5.1. Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan variasi kadar campuran dan waktu pemadatan yang berbeda guna mendapatkan hasil yang lebih optimal untuk jenis tanah campuran silet tidak dan material yang berbeda.
2. Alat uji pada proses penelitian sebaiknya tidak terlalu banyak nilai kelentutan geser dan data yang dihasilkan lebih akurat.
3. Pengukuran kepadatan dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu dipertimbangkan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian.
4. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya selain lain dapat dipertimbangkan mengenai alternatif bahan campuran untuk tanah lempung yang lebih inovatif sehingga dihasilkan kepadatan dan daya tahanan tarik yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Wibawa, Endang Setyaneti Hiyanti (2015). "Pengaruh Penambahan Lendir Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung" Vol 5 Nomor 2 Juli-Desember 2015. Bangia Eding.
- ASTM. 1970. *Special Procedures for Testing Soil and Rock for Engineering Purposes: Fifth Edition*
- Borjas, J.E. 1984. *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknik Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Borjas, J.E. 1986. *Sifat-sifat Fisik Tanah dan Geoteknik Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Borjas, J.E., 1990. *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi keempat KED, Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid I, Pustaka Erlangga Jakarta.
- Das, B. M., 1990. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid II, Pustaka Erlangga Jakarta.
- Hardiyanto, H. C. 2007. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Laboteknik Mekanika Tanah UNSPE 2011. *Buku Penuntun Praktikum Mekanika Tanah Teknik Sipil UNSPE*.
- Terzaghi, K. & Peck, R.H. (1997). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.
- Tiasari, 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 Tebing Candi) (Disusun dan submit, UNIVERSITAS ANDALAS).
- Putra Widada, 2017. *Pemadatan Garam Dapur Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Perilaku Geser Tanah Lempung*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Puspawati, Hironaka, Cahyadi, Hendra, (2013). *Stabilitas Tanah Lempung Kelangka Airca Dengan Menggunakan Garau Dapur*. Hasil Penelitian Dosis Pemula Kueseroran Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2013
- Vazary, dkk. 2013. *Pengaruh Perambatan Serbuk Oxyum Dengan Lomanya Waktu Pengemasan (serung) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Kelangka at Boyogoro*. Jurnal Penelitian, Universitas Berojaya Malang, Malang

