

**SKRIPSI**

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR  
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH UNTUK PONDASI DANGKAL**

Oleh :

**IVAN ARINALDI MALAU  
NIM. DAB 114 109**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKARAYA  
2021**

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR  
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH UNTUK PONDASI DANGKAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**IVAN ARINALDI MALAU**  
NIM. DAB 114 109

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

Palangka Raya, Juli 2021

Ketua Penguji/Penguji 1



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

Sekretaris/Penguji 2



OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.  
NIP. 197510012006041003

Mengetahui:

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



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

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR  
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH UNTUK PONDASI DANGKAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**IVAN ARINALDI MALAU**  
NIM. DAB 114 109

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:**

Hari/Tanggal : Rabu, 28 Juli 2021  
Waktu : 11.00 – 13.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji:

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

NIP. 197102191997022001

2. OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.


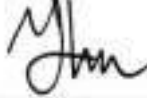


NIP. 197510012006041003

3. M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.

NIP. 197102251998021001

4. Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.

NIP. 195707061987011002

 ..... (Ketua Penguji/Penguji 1)  
 ..... (Sekretaris/Penguji 2)  
 ..... (Penguji 3)  
 ..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Dekan,  
  
Ir. WALUYO NUSWANTORO, S.T., M.T.  
NIP. 196511191993021001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua,  
  
Dr. RUDY WALUYO, S.T., M.T.  
NIP. 197806032005011003

## BIODATA MAHASISWA

### Data Pribadi

Nama : Ivan Arinaldi Malau  
NIM : DAB 114 109  
Tempat, Tgl lahir : Pangururan, 07 Januari 1996  
Status : Mahasiswa  
Agama : Kristen Protestan  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jl. Bukit Raya XVII B Palangka Raya  
No. Telp. Rumah : -  
Alamat Asal : Sianting-anting RT/RW: 000/000 Kec.Pangururan, Kab. Samosir  
Email : [ivannaldi07@gmail.com](mailto:ivannaldi07@gmail.com)  
No. Hp : 082237870876  
No WA : 082237870876  
Facebook : Ivan Malau  
Instagram : Ivanrynaldi  
Line : -  
Nama Ayah : Budiman Malau  
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta  
Alamat : Sianting-anting RT/RW: 000/000 Kec.Pangururan, Kab Samosir  
No. Hp : 085207176416  
Nama Ibu : Sarmi Sidabalok  
Pekerjaan Ibu : Pegawai Negeri  
Alamat : Sianting-anting RT/RW: 000/000 Kec.Pangururan, Kab Samosir  
No. Hp : 082362310391



### Riwayat Pendidikan\*)

- TK : TK Santo Mikhael Pangururan (2000-2002)
- SD : SD Santo Mikhael Pangururan (2002-2008)
- SLTP : SMP Budi Mulia Pangururan (2008-2011)
- SLTA : SMA Swasta Budi Mulia Pematangsiantar (2011-2014)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya bulan Agustus 2014

# LEMBAR PERSEMBAHAN

Doa Puji Syukur Saya panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, karena Berkat, Kehendak dan Penyertaannya Skripsi saya ini dapat terselesaikan dengan baik. Terimakasih ya Bapa karena telah memberikan petunjuk dan penyertaan yang luar biasa.

Saya juga mengucapkan terimakasih yang amat besar untuk kedua Orang Tua saya yang selalu mendoakan yang terbaik untuk saya dan memberikan saya kesempatan dengan baik untuk menyelesaikan Skripsi saya dan juga untuk adik-adik saya Merry, Rachel dan Reza yang selalu mensupport dan menghibur saya sewaktu galau dalam mengerjakan Skripsi saya.

Terima kasih juga untuk keluarga dan sahabat saya di perantauan Palangka Raya Batak Anak Rantau, Hita Teknik yang selalu siap membantu dan mendukung saya sampai sejauh ini. Juga kepada saudara-saudara seperjuangan yang selalu bersikap ceria dan semangat ditengah himpitan dan tekanan untuk menghibur dan memberikan aura positif ditengah semua hal negatif kepada saya.

Last but not least, Terima kasih juga saya ucapkan buat semua teman-teman angkatan 2014, 2013, 2012, 2011, 2015, 2016, 2017, dll yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu bisa membantu memberikan saran dan masukan agar saya dapat dengan mudah menyelesaikan skripsi saya.

Karena semuanya itu saya bersyukur atas pencapaian skripsi ini seperti Firman Tuhan dalam 1 Korintus 1 : 4

"Aku senantiasa mengucap syukur kepada Allahku karena kamu atas kasih karunia Allah yang dianugerahkan-Nya kepada kamu dalam Kristus Yesus"

## **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 pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Juli 2021

Yang membuat pernyataan



IVAN ARINALDI MALAU  
NIM. DAB 114 109

## RINGKASAN

**Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pasir Terhadap Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal**, Ivan Arinaldi Malau 2021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tanah mempunyai karakteristik dan bentuk yang berbeda-beda, dari yang mempunyai daya dukung terhadap pondasi rendah sampai yang mempunyai daya dukung tinggi. Salah satu kendala pondasi di atas tanah lempung adalah rentan terhadap penurunan yang kompressibel. Ada berbagai cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung yaitu dengan cara pemadatan dan cara bahan pencampur/tambahan tanah.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sifat fisik maupun sifat mekanik tanah lempung asli, mendapatkan besar nilai daya dukung tanah lempung tanpa campuran maupun dengan campuran pasir berdasarkan teori Terzaghi, Meyerhof, mengetahui peningkatan/perubahan nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai daya dukung tanah lempung setelah dicampur pasir. Stabilisasi dilakukan dengan cara penambahan bahan stabilisasi menggunakan pasir dengan masa pemeraman 0 hari dan 7 hari .

Berdasarkan pemeriksaan sifat fisik tanah lempung asli yaitu kadar air ( $w$ ) = 44,02 % ; berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) = 1,26 gr/ cm<sup>3</sup> ; berat jenis ( $G_s$ ) = 2,67; batas cair (LL) = 38,50 %, batas plastis (PL) = 22,95 %, indeks plastisitas (PI) = 15,55 %, indeks kelompok (GI) = 5,928 % dan batas susut (SL) = 13,86 %. Berdasarkan metode AASHTO, tanah lempung asli kelompok A-6, Pada metode USCS, tanah lempung asli diklasifikasikan dalam kelompok tanah CL dengan jenis tanah lempung anorganik plastisitas rendah sampai dengan sedang (tanah berbutir halus) . Pada pemeriksaan kuat geser langsung, nilai kohesi tanah lempung asli ( $C$ ) = 0,182 Kg/cm<sup>2</sup>, kuat geser ( $\tau$ ) = 0,221 Kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) = 17,4°. Setelah penambahan pasir kohesi dan kuat geser ( $\tau$ ) mengalami penurunan, peningkatan sudut geser dalam dengan nilai kohesi terendah terdapat pada campuran pasir 15% ( $C$ ) = 0,138 Kg/cm<sup>2</sup>, kuat geser ( $\tau$ ) = 0,195 Kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam terbesar ( $\phi$ ) = 25,97°. Nilai  $q_{ult}$  tiap teori mengalami peningkatan pada campuran pasir 15% dengan pemeraman 7 hari. Berdasarkan teori Terzaghi, Meyerhof, nilai  $q_{ult}$  tanah lempung asli adalah 3,736 Kg/cm<sup>2</sup>; 5,083 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan nilai  $q_{ult}$  terbesar adalah 6,443 Kg/cm<sup>2</sup>; 9,031 Kg/cm<sup>2</sup>;. Peningkatan masing-masing teori Terzaghi, Meyerhof adalah 2,707 Kg/cm<sup>2</sup>(meningkat sebesar 42,01 % dari daya dukung tanah asli) ; 3,948 Kg/cm<sup>2</sup>(meningkat sebesar 43,71 % dari daya dukung tanah asli). Hasil persamaan daya dukung tanah untuk pondasi dangkal peningkatan terbesar terjadi pada teori Meyerhof dengan nilai  $q_{ult}$  = 3,948 Kg/cm<sup>2</sup>.

Kata Kunci : Stabilisasi, Tanah Lempung, Pasir, Daya Dukung Pondasi Dangkal

## SUMMARY

**Clay Soil Stabilization with Sand for Land Capability for Shallow Foundations,**  
Ivan Arinaldi Malau, 2021, the Department/Civil Engineering Program, Faculty  
of Engineering, University of Palangkaraya .

Soils have characteristics and different forms, of which have a bearing capacity of the foundation which has a low to a high carrying capacity. One of the constraints on a clay foundation is vulnerable to decline compressible. There are various ways to increase the carrying capacity of clay soil compaction and that is by way of mixing ingredients/extra land.

The purpose of this study was to determine the physical and mechanical properties of the original clay, to obtain the value of the carrying capacity of the clay without a mixture or with a mixture of sand based on the theory of Terzaghi, Meyerhof, to determine the increase/change in the value of cohesion ( $c$ ), shear angle ( $\phi$ ) and the value of strength. support clay soil after mixed with sand. Stabilization is done by adding stabilizing agent using sand with a curing period of 0 days and 7 days.

Based on the examination of the physical properties of the original clay soil that is moisture content ( $w$ ) = 44,02 % ;weight of wet soil volume ( $\gamma_b$ ) = 1,26 g/cm<sup>3</sup>; specific gravity ( $G_s$ ) = 2.67; liquid limit (LL) = 38,50%, plastic limit (PL) = 22,95%, plasticity index (PI) = 15,55%, group index (GI) = 5,928 % and the shrinkage limit (SL) = 13,86%. Based on the AASHTO method, the original clay group A-6. In the USCS method, the original clay classified in CL soil group with low to medium plasticity inorganic clay(fine-grained soil). On examination of the direct shear strength, cohesion value of clay ( $C$ ) = 0.182 Kg/cm<sup>2</sup>, shear strength ( $\tau$ ) = 0,221 kg/cm<sup>2</sup> and the shear angle ( $\phi$ ) = 17,4°. Once stabilized decreased cohesion and shear strength ( $\tau$ ), an increase in the shear angle with the lowest value of cohesion present in a 15% sand mixture ( $C$ ) = 0.138 Kg/cm<sup>2</sup>, shear strength ( $\tau$ ) = 0.195 Kg/cm<sup>2</sup> and the largest friction angle ( $\phi$ ) = 25,97.  $q_{ult}$  value of each theory has increased in a 15% sand mixture with curing period 7 days. Based on Terzaghi, Meyerhof theories,  $q_{ult}$  clay original value are 3,735 Kg/cm<sup>2</sup>; 5,083 Kg/cm<sup>2</sup> while  $q_{ult}$  greatest value are 6,443 Kg/cm<sup>2</sup>; 9,031 Kg/cm<sup>2</sup>. The increase in each theory of Terzaghi, Meyerhof is 2,707 Kg/cm<sup>2</sup> ( an increase of 42.01% from the original soil bearing capacity); 3,948 Kg/cm<sup>2</sup> (an increase of 43.71% from the original soil bearing capacity). The results of the soil bearing capacity equation for shallow foundations, the largest increase occurred in Meyerhof's theory with a value of  $q_{ult}$  = 3.948 Kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords : Stabilization,Clay, Sand, Soil Capability for Shallow Foundations

## PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena limpahan berkat dan karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PONDASI DANGKAL ”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

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

1. Bapak **Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu **Frieda, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak **Dr. Sutan P. S., S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak **Dr. Deddy NSP Tanggara, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak **Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu **Veronika Happy P, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu **Dr. Fatma Sarie, S.T, M.T** selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.

8. Bapak **Okrobianus Hendri, S.T, M.T.** selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Bapak **M. Ikhwan Yani, S.T, M.T.** selaku Dosen Pembahas/ Penelaah 1 Skripsi.
10. Bapak **Ir. H. Suradji Gandi, M.M.** selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2 Skripsi.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Staf Tata Usaha, dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Keluarga, rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

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

Palangka Raya, Juni 2021

**IVAN ARINALDI MALAU**

NIM. DAB 114 109

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>SUMMARY</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Studi Pustaka .....	6
2.2 Tanah.....	8
2.3 Tanah Lempung ( <i>Clay</i> ) .....	9
2.4 Pasir ( <i>Sand</i> ) .....	10

	Halaman
2.5 Sistem Klasifikasi Tanah.....	11
2.6 Sifat-Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah.....	17
2.7 Stabilisasi Tanah .....	24
2.8 Teori Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Dangkal.....	25
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Persiapan .....	32
3.2 Pengambilan Data .....	32
3.3 Pengolahan Data di Laboratorium.....	33
3.4 Perencanaan Campuran .....	35
3.5 Cara Analisis Data.....	36
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Umum.....	38
4.2 Hasil Penelitian .....	39
4.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi (1943) .....	45
4.4 Pembahasan.....	47
4.5 Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut Meyerhof.....	51
4.6 Hubungan Antara Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Penambahan Campuran Pasir .....	55
4.7 Hasil Rekapitulasi Terhadap Variasi Campuran dan Lama Pemeraman .....	57

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

		Halaman
2.1	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah .....	8
2.2	Komposisi Mineral <i>Quart</i> dan <i>Fieldspar</i> .....	10
2.3	Sistem Klasifikasi AASHTO .....	12
2.4	Sistem Klasifikasi <i>Unified</i> .....	15
2.5	Jenis Tanah Terhadap Nilai Gs .....	18
2.6	Nilai Indeks Plastisitas Tanah dan Jenis Tanah .....	19
2.7	U. S. <i>Standart Sieve Numbers</i> dan Diameter Lubang .....	20
2.8	Faktor Daya Dukung untuk Persamaan Terzaghi Nilai-nilai $N\gamma$ untuk $\phi$ sebesar 34 dan 48° adalah nilai Terzaghi yang asli dan digunakan untuk menghitung $K\gamma$ .....	29
2.9	Faktor-Faktor Bentuk, Kedalaman Dan Kemiringan Untuk Persamaan Daya Dukung Meyerhof .....	31
2.10	Faktor-Faktor Daya Dukung Untuk Persamaan Daya Dukung Meyerhof, Hansen Dan Vesic .....	31
4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung ..	39
4.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO .....	41
4.3	Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung .....	43
4.4	Hasil Uji Geser Langsung( <i>Direct Shear</i> ) Dengan Variasi Campuran Dan Lama Pemeraman .....	44
4.5	Faktor Daya Dukung Terzaghi Untuk Kondisi Keruntuhan Geser Umum ( <i>General Shear Failure</i> ).....	46
4.6	Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Variasi Campuran Dan Lama Pemeraman .....	47
4.7	Rekapitulasi Hasil Kuat Geser Terhadap Variasi Campuran .....	47

4.8	Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Dan Daya Dukung Ijin Tanah Terhadap Variasi Campuran.....	49
4.9	Rekapitulasi Perhitungan Terzaghi .....	53
4.10	Rekapitulasi Perhitungan Meyerhof.....	54
4.11	Hasil Perbandingan Daya Dukung Tanah Analisa Metode Teori Terzaghi Dan Meyerhof.....	57
4.12	Hasil Rekapitulasi Terhadap Variasi Campuran dan Lama Pemeraman .....	57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	5
2.1 Rentang (Range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7.....	13
2.2 Daya dukung disederhanakan untuk tanah $\phi - c$ .....	27
2.3 (a)Pondasi dangkal dengan penentuan alas kasar. Persamaan Terzaghi dan Hansen mengabaikan geser sepanjang $cd$ . (b) interaksi tanah telapak secara umum untuk persamaan-persamaan daya dukung buat telapak jalur sebelah kiri untuk Terzaghi ( 1943 ), Hansen ( 1970 ), dan sebelah kanan ( 1951 ).....	28
3.1 Bagan Alir Penyusunan Penelitian.....	37
4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas .....	40
4.2 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung.....	43
4.3 Grafik Hubungan Kuat Geser dengan Variasi Campuran Tanah lempung dan pasir .....	48
4.4 Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah dengan Variasi Campuran Tanah Lempung dan pasir .....	49
4.5 Grafik Hubungan Daya Dukung Ijin dengan Variasi Campuran Tanah Lempung dan pasir .....	50

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Secara umum tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil disamping itu tanah juga sebagai pendukung dari bangunan. Ada berbagai jenis tanah yang masing-masing mempunyai karakteristik dan bentuk yang berbeda-beda, dari yang mempunyai daya dukung terhadap pondasi rendah sampai yang mempunyai daya dukung tinggi. (Hardiyatmo H. Christady, 1992).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah bersifat melekat satu dengan yang lain (kohesif) dan bersifat mudah dibentuk (plastis), sedang pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis. (Hardiyatmo H. Christady, 1992).

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran organik. (Hardiyatmo H. Christady, 1992). Dalam

hal ini tanah lempung mempunyai tingkat plastisitas tinggi sehingga menyebabkan daya dukung tanah rendah. Sebagai mana terjadi pada suatu bangunan yang terletak diatas tanah lempung, maka akan mengalami penurunan. Salah satu kendala pondasi di atas tanah lempung adalah rentan terhadap penurunan yang kompresibel. Proses penurunan pondasi diakibatkan oleh terkompresinya lapisan tanah dibawah pondasi akibat beban struktur. (Joseph E. Bowles, 1984).

Ada berbagai cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung yaitu dengan cara pemadatan dan cara bahan pencampur/tambahan tanah. Dalam permasalahan ini, saya mengkaji dengan cara penambahan bahan stabilisasi menggunakan pasir. Alasan menggunakan pasir karena mudah ditemukan tiap lokasi. Penambahan pasir sebagai bahan campuran diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas dapat diambil rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli di lokasi daerah Kasongan Lama ?
2. Berapa besar nilai daya dukung tanah lempung tanpa campuran dan dengan campuran pasir berdasarkan Metode Terzaghi dan Metode Meyerhof ?
3. Berapa besar perubahan nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai daya dukung tanah lempung setelah dicampur pasir ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung asli di lokasi daerah Kasongan Lama.
2. Mendapatkan besar nilai daya dukung tanah lempung tanpa campuran maupun dengan campuran pasir berdasarkan metode Terzaghi dan Meyerhof.
3. Mengetahui apakah ada perubahan nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai daya dukung tanah lempung setelah dicampur pasir.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun kita semua. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sifat fisik atau sifat mekanis tanah lempung serta besar peningkatan daya dukung tanah setelah distabilisasi dengan pasir.
2. Diharapkan dapat menambah pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca mengenai stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir.

### 1.5 Batasan Masalah

Untuk memudahkan dalam penelitian, maka perlu batasan masalah :

1. Sampel tanah yang digunakan untuk penelitian diambil dari lokasi yaitu :
  - Tanah lempung di daerah Kasongan Lama.

- Pasir yang digunakan berasal dari daerah Jalan Tjilik Riwut KM 27 di Palangka Raya.
2. Pengambilan sampel dilakukan dalam kondisi tanah asli atau tidak terganggu (*undisturbed*) dan tanah terganggu (*disturbed*).
  3. Penelitian tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
  4. Penelitian sifat fisik tanah meliputi: kadar air, berat isi tanah, berat jenis tanah, dan analisa saringan.
  5. Penelitian sifat mekanik tanah meliputi: kuat geser langsung.
  6. Penambahan variasi bahan stabilisasi terhadap berat kering tanah menggunakan presentase 0%, 5%, 10%, 15% dengan masa pemeraman 0 hari dan 7 hari.
  7. Analisis daya dukung untuk pondasi dangkal berdasarkan teori Terzaghi, Meyerhof. Penelitian ini tidak sampai perhitungan penurunan pondasi dan muka air tanah.

## 1.6 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan sebagai sampel penelitian ini berasal dari Daerah Kasongan Lama. Sampel pasir yang diambil berasal di jalan Tjilik Riwut 27 kota Palangka Raya.

Lokasi Pengambilan  
Sampel Tanah Lempung



Sumber : google Earth

**Gambar 1.1** Lokasi Pengambilan Sampel

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Studi Pustaka**

##### **2.1.1 Penelitian Tentang Tanah Lempung Menggunakan Bahan Pencampuran / Tambahan**

**1. Judul :** Stabilisasi Tanah Lempung Batola Menggunakan Campuran Limbah Karbit dan Abu Batubara.

**Hasil Penelitian :**

Berdasarkan penelitian Anita (2010) tanah lempung yang digunakan berasal dari daerah Batola Provinsi Kalimantan Selatan, termasuk golongan OH A-7-6 (29) yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan nilai indek plastisitas 25,23%. Untuk CBR pada variasi campuran 9 % selama pemeraman 14 hari sebesar 1,211 %.

**2. Judul :** Pengaruh Penambahan Limbah Batubara Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung.

**Hasil Penelitian :**

Berdasarkan penelitian Okta Preadinata (2006) Tanah lokasi ruas jalan desa Petuk Liti sta 4+500 dengan persentase penambahan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat campuran dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Tanah asli berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO, sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok A-6 (12), sedangkan klasifikasi USCS sebagai tanah lanau berlempung dalam

kelompok ML. Nilai kadar air optimum terbesar terjadi pada masa pemeraman 21 hari sebesar 13,7484 %. Untuk nilai CBR maks terjadi pada persentase 10% - 15% sebesar 14,8391 masa pemeraman 28 hari.

### 2.1.2 Penelitian Tentang Daya Dukung Tanah

**Judul :** Studi Perbandingan Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Telapak Pada Tanah Lempung Berdasarkan Teori Terzaghi dan Teori Meyerhof.

**Hasil Penelitian :**

Berdasarkan penelitian Agus (2007) tanah lempung dari lokasi Pahandut Seberang pemeriksaan klasifikasi tanah UNIFIED adalah jenis tanah CH yaitu lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, sedangkan sistem klasifikasi AASHTO kelompok A-7-6 yaitu tanah lanau-lempung. Hasil dari persamaan kapasitas dukung Terzaghi pada titik bor I (S1-T1)  $q_u = 7,81079 \text{ kg/cm}^2$ , (S2-T1)  $q_u = 8,88742 \text{ kg/cm}^2$ . Pada titik bor II (S2-T1)  $q_u = 8,28650 \text{ kg/cm}^2$ , (S2-T2)  $q_u = 9,84848 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil dari persamaan kapasitas dukung Meyerhof pada titik bor I (S1-T1)  $q_u = 112,94845 \text{ kg/cm}^2$ , (S2-T1)  $q_u = 155,29256 \text{ kg/cm}^2$ . Pada titik bor II (S2-T2)  $q_u = 215,59613 \text{ kg/cm}^2$ . Dari studi kasus yang dilakukan bahwa memberikan hasil lebih baik yaitu pada keadaan pondasi telapak dengan nilai kedalaman (DF) tidak sama dengan nol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung dari Terzaghi diperoleh lebih kecil dibandingkan hasil nilai daya dukung Meyerhof.

## 2.2 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. (Robert F. Craig, 1987).

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel. Pada tabel 2.1 ditunjukkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikembangkan oleh berbagai organisasi.

**Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah**

Nama golongan	Ukuran butiran tanah (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	lempung
Massachusetts Institute of Technology	> 2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
U.S. Department of Agriculture ( USDA )	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association of State Higway and Transpotation Officals ( AASHTO )	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
Unified Soil Classifacition System ( U.S Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation )	76,2-4,75	4,75-0,075	<0,0075	<0,0075

Sumber : Braja M. Das dkk, 1985

### 2.3 Tanah Lempung ( *Clay* )

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, kelompok - kelompok partikel kristal berukuran koloid ( $< 0,002$  mm) yang dikenal mineral lempung (*clay mineral*). (Robert F. Craig, 1987).

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. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas tanah lempung sangat rendah. (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck, 1967).

Partikel lempung dapat berbentuk lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. (Hardiyatmo, 1992).

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

## 2.4 Pasir (*Sand*)

Pasir adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai dengan 5 mm berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) dan halus (<1mm). (Joseph E. Bowles, 1984). Pasir dapat dibagi lagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus. Pasir dapat dideskripsikan sebagai yang bergradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi seragam atau bergradasi timpang (*gap graded*). (R.F.Craig dan Budi Susilo S, 1987).

Pasir merupakan jenis tanah non kohesif (*cohesionless soil*). Tanah tak kohesif tidak memiliki garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Tanah tak kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental. (Joseph E. Bowles, 1984)

Berdasarkan mineral yang terkandung di dalamnya, pasir terdiri dari sebagian besar mineral *quartz* (kwarsa) dan *feldspar*.

**Tabel 2.2 Komposisi Mineral *Quart* dan *Fieldspar***

Mineral	Komposisi
Quart ( kwarsa )	Si O <sub>2</sub> ( Silikon Dioksida )
Fieldspar : Ortoklas Plagioklas	K ( Al ) Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Na ( Al ) Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>

Sumber : Joseph E. Bowles, 1984

## 2.5 Sistem Klasifikasi Tanah

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

### 2.5.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

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

#### 1. Ukuran butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

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

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

#### 2. Plasisitas :

Nama “berlempung” dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [*plasticity index (PI)*] sebesar 11 atau lebih.

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

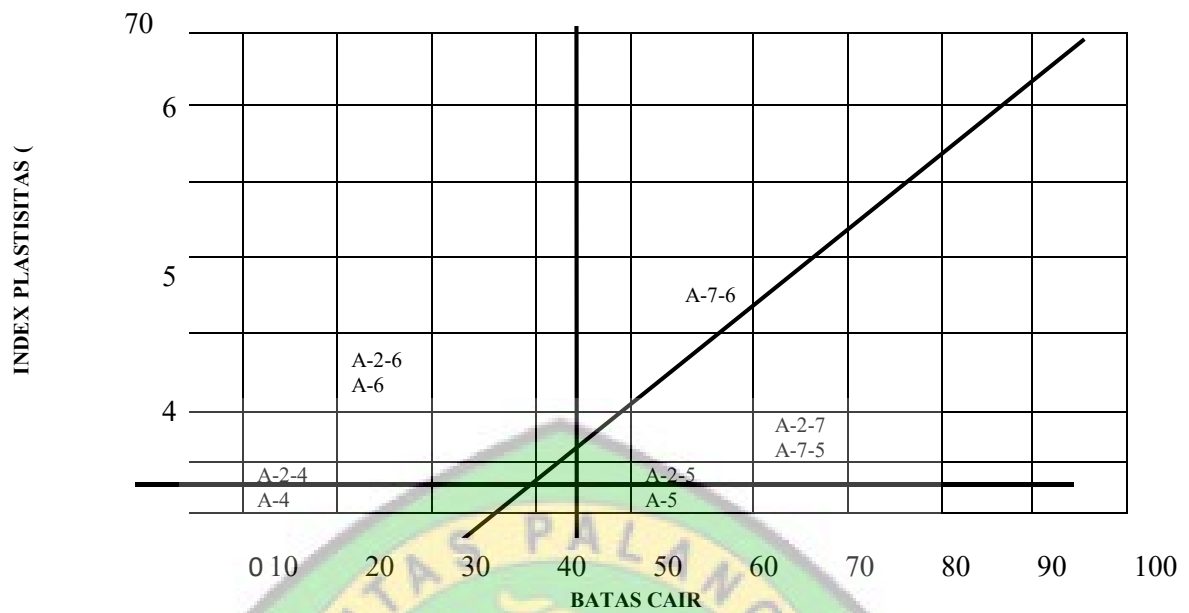
**Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO**

Klasifikasi umum	Tanah berbutir ( 35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200 )							Tanah berbutir ( Lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200 )			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6 <sup>+</sup>
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas(PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Indek Kelompok(GI)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerkil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Untuk A-7-5,  $PL > 30$

Untuk A-7-6,  $PL < 30$

Sumber : Braja M. Das dkk, 1995



Sumber : Braja M Das, 1995

**Gambar 2.1 Rentang (Range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7.**

Indeks kelompok (*group index*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan memakai persamaan :

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

GI = Indeks Kelompok

F = Persentase butir yang lolos saringan No. 200

LL = batas cair

PI = Indeks Plastisitas

### 2.5.2 Sistem Klasifikasi *Unified*

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

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

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = *well graded* (tanah bergradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah bergradasi buruk)

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

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

Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi *Unified*

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50 % butiran tertahan pada ayakan No. 200 <sup>+</sup>	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.
		Kerikil dengan butiran halus	GP Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GM Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lanau
		Kerikil 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)
	SW Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.		
	Pasir dengan butiran halus		SP Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.
			SM Pasir berlanau, campuran pasir lanau
			SC Pasir berlempung, campuran pasir lempung
			Tanah berbutir halus 50 % atau lebih lolos ayakan No. 200
	CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clay)		
OL Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.			
Lanau dan lempung Cair Lebih dari 50 %	MH Lanau anorganik atau pasir halus diatomate, atau lanau diatomate, lanau yang elastis		
	CH Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clay)		
	OH Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
	PT Peat (gambut) dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi.		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			

\* Menurut ASTM (1982)

<sup>+</sup> Berdasarkan tanah yang lolos ayakan 75 mm ( 3 in )

**Tabel 2.4 ( lanjutan )**

	Kriteria klasifikasi		
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200 GW, GP, SW, SP lebih dari 12% lolos ayakan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos ayakan No. 200 Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol.	$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.	
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		
	$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.	
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		

**Bagian Plastisitas**  
 Untuk mengetahui tanah berplastisitas atau tidak maka harus dari tanah berplastisitas. Datas Atterberg yang digambarkan di bawah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.  
 Persegi panjang garis A  
 $PI = 0,73(LL - 20)$

Indeks plastisitas

Batas cair

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488

Sumber : Braja M. Das dkk, 1985

Dari Tabel 2.4 diatas dapat ditentukan jenis tanah yang diteliti yaitu dengan memplotkan hasil dari uji analisa saringan kedalam Tabel 2.4 dan nilai batas – batas konsistensi kedalam grafik dalam Tabel 2.4. Dimana dalam grafik tersebut biasa menentukan jenis tanah berdasarkan besar nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas

kemudian ditarik garis, dari pertemuan antara kedua garis itulah bisa didapatkan jenis tanahnya.

## 2.6 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan sifat tanah yang berhubungan dengan bentuk/kondisi tanah asli, yang termasuk diantaranya adalah tekstur, struktur, porositas, stabilitas, konsistensi warna maupun suhu tanah. Sedangkan sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah pada suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis.

### 2.6.1 Sifat Fisik Tanah

#### 1. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah, yang dinyatakan dalam persen (%).

$$\text{Kadar air } w (\%) = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

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

1)

#### 2. Berat Volume/Isi Tanah

Berat isi tanah adalah berat suatu volume tanah dalam keadaan utuh, dinyatakan dalam gram/cm<sup>3</sup>. Kalau dalam berat jenis tanah yang dimaksud dalam volume tanah, hanya volume padatan tanah saja, sedangkan untuk berat isi volume tanah dalam hal ini termasuk dalam bahan padat dan ruang pori.

Berat volume kering ( $\gamma_d$ ) adalah perbandingan antar berat butiran dengan berat total yaitu :

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

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

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

Berat volume padat ( $\gamma_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran padat dengan volume butiran padat yaitu :

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

### 3. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

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

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

**Tabel 2.5 Jenis Tanah Terhadap Nilai  $G_s$**

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

sumber: hardiyatmo H.C, (2002)

### 4. Analisa Batas-Batas Atterberg

Batas Atterberg dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta memastikan karakter

indeks *property* tanah. Batas Atterberg mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut.

**a. Batas Cair (*Liquid Limit*)**

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah.

**b. Batas Plastis**

Batas plastis (*plastic limit/PL*) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis menjadi semi solid. Batas Plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji.

**Tabel 2.6 Nilai Indeks Plastisitas Tanah dan Jenis Tanah**

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: Hardiyatmo, H.C, (1992)

**c. Analisa Saringan**

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil.

Tanah digolongkan kedalam 4 macam pokok sebagai berikut:

a. Batu kerikil dan pasir

Golongan ini terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk.

b. Lempung

Lempung terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesif. Kohesif menyatakan bahwa bagian itu melekat satu sama lainnya. Sedang plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan dapat diubah tanpa perubahan isi dan tanpa terjadi retakan.

c. Lanau

Lanau merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dibatasi yang tidak terdapat dalam lempung.

Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah, analisis butiran merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan.

**Tabel 2.7 U. S. Standart Sieve Numbers dan Diameter Lubang Saringan(mm)**

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

Sumber : United Soil Classification System, (1952)

## 2.6.2 Sifat Mekanik Tanah

### 1. Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah adalah untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan.

Pada dasarnya kekuatan geser tanah dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kohesi ( $C$ )
2. Sudut geser dalam/antar butir ( $\phi$ )
3. Tegangan runtuh ( $C_u$ )
4. Sensitivity ( $St$ )
5. Compression Indeks ( $C_c$ )
6. Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ )

Dalam aplikasinya, parameter kekuatan geser tanah dapat digunakan untuk menghitung :

1. Daya dukung tanah dasar
2. Stabilitas lereng
3. Tegangan lateral

Dalam pembahasan ini yang akan dibahas adalah mengenai kohesi  $C$  dan sudut geser dalam  $\phi$ . Sedangkan untuk  $C_u$ ,  $St$ ,  $C_c$ , dan  $C_v$  tidak dibahas, karena parameter tersebut lebih banyak dibahas dalam pembahasan konsolidasi dan penurunan.

Tanah pada umumnya digolongkan sebagai berikut:

- a. Tanah berkohesi atau berbutir halus (Lempung), hanya ada  $C$ ,  
sedangkan  $\phi = 0$
- b. Tanah tidak berkohesi atau berbutir kasar (pasir/kerikil), hanya ada  $\phi$ ,  
sedangkan  $C = 0$
- c. Tanah berkohesi-gesekan (lanau), ada  $C$  dan  $\phi$

Nilai kekuatan geser tanah antara lain digunakan dalam merencanakan kestabilan lereng, serta daya dukung tanah pondasi, dan lain sebagainya.

Coloumb (1776), mendefinisikan  $f(\sigma)$  dengan persamaan :

$$\tau = C + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (2-6)$$

Dimana :

$\tau$  = Kuat geser tanah (  $\text{kN/m}^2$  )

$C$  = Kohesi tanah (  $\text{kN/m}^2$  )

$\phi$  = Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal ( derajat )

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh (  $\text{kN/m}^2$  )

Untuk mendapatkan nilai  $C$  dan  $\phi$  dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara percobaan, yaitu:

- a. Percobaan geser langsung (*Direct Shear Test*)
- b. Percobaan Triaxial (*Triaxial Test*)
- c. Percobaan tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

Dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah Pengujian geser langsung (*Direct shear test*) sebagai uji kuat geser tanah lempung.

**a. 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). Kekuatan geser dapat diukur dilapangan maupun dilaboratorium. Pengukuran dilapangan antara lain dapat dilakukan menggunakan *vane shear*, *plate load* dan test penetrasi. Pengukuran dilaboratorium meliputi penggunaan *miniatur vane shear*, *direct shear*, *triaxial compression* dan *unconfined compression* (sallberg, 1965) dan *fall-cone soil shear strength*.

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.

Umumnya pada pengujian ini dilakukan pada 3 sampel tanah yang identik, dengan beban normal yang berbeda untuk melengkapi satu seri pengujian geser langsung. Dari ketiga hasil pengujian akan didapatkan 3 pasang data tegangan normal dan tegangan geser, sehingga dapat digambarkan suatu grafik hubungan keduanya untuk menentukan nilai  $C$  dan  $\phi$ . Adapun prosedur pembebanan vertikal

dan kecepatan regangan geser akibat pembebanan horisontal, sangat menentukan parameter-parameter kuat geser tanah yang diperoleh.

## 2.7 Stabilisasi Tanah

Tujuan dari stabilisasi tanah adalah :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan atau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan sifat fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air (drainase tanah).
5. Mengurangi permeabilitas.

Stabilisasi tanah dalam realisasinya terdiri salah satu atau gabungan pekerjaan-pekerjaan berikut :

1. Mekanis, stabilisasi dengan berbagai macam alat mekanis seperti : mesin gilas, benda-benda berat yang dijatuhkan (*pounder*), peledakan dengan alat peledak, tekanan statis, pembekuan, pemanasan, dan lain-lain.
2. Bahan pencampur/tambahan seperti : kerikil untuk kohesif (lempung), lempung untuk tanah berbutir kasar, pencampuran kimiawi (semen portland, gamping/kapur, abu batubara, semen aspal dan lainnya).

(Joseph E. Bowles, 1984).

## 2.8 Teori Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Dangkal

Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas-batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena pada umumnya bangunan itu peka terhadap penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar yang ditentukan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan. Secara umum seperti yang kita ketahui, daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor aman yang sesuai dan dapat dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungannya.

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser. Daya dukung batas (*ultimate bearing capacity*) adalah daya dukung terbesar dari tanah. Daya dukung ini merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban dengan asumsi tanah mulai mengalami keruntuhan. Setelah nilai  $q_u$  didapat, maka nilai daya dukung ijinnya dapat dicari. Daya dukung ijin adalah beban per satuan luas yang diijinkan untuk dibebankan pada tanah di bawah pondasi, agar kemungkinan terjadinya keruntuhan dapat dihindari. Beban tersebut termasuk beban mati dan beban hidup di atas permukaan tanah, berat pondasi itu sendiri dan berat tanah yang terletak tepat di atas pondasi.

Daya dukung ijin dicari dengan rumus :

$$q_a = \frac{q_u}{SF} \quad (2-7)$$

dimana :

$q_a$  = Daya dukung ijin ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$q_u$  = Daya dukung batas ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$SF$  = Faktor keamanan (1,5 - 3)

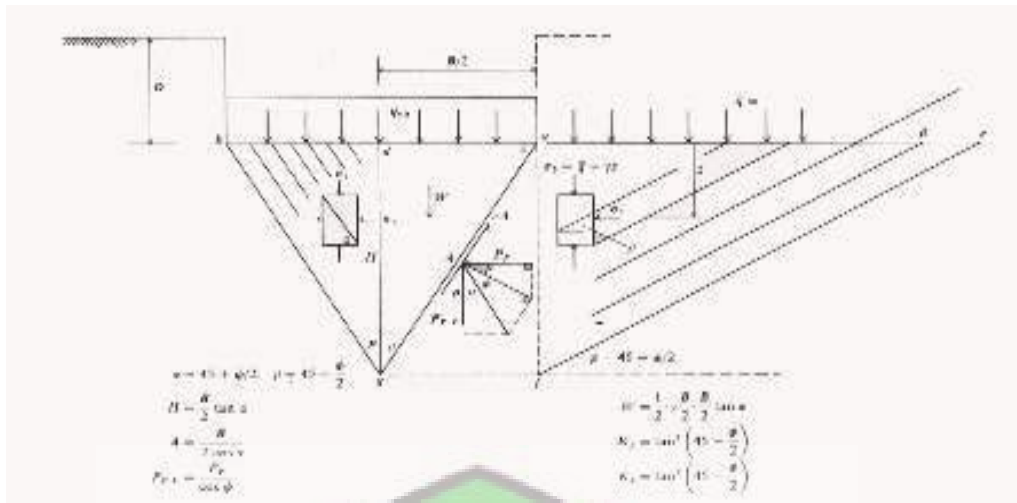
### 2.8.1 Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi

Persamaan Terzaghi dihasilkan dari teori daya dukung yang dikembangkan oleh Prandtl (1920) dari pemakaian teori plastisitas untuk menganalisis penghujaman sebuah alas kaku kedalam bahan (tanah) yang lebih lunak. Terzaghi memakai  $\alpha = \phi$  dalam gambar 2.2 dan 2.3 sedangkan untuk teori Meyerhof, Hansen dan Vesic memakai  $\alpha = 45 + \phi/2$ .

Terzaghi hanya memakai faktor-faktor bentuk dengan istilah/ketentuan kohesi ( $S_c$ ) dan alas ( $S_\gamma$ ). Persamaan Terzaghi dikembangkan dari rumus :

$$q_{ult} = c N_c + q N_q + \gamma B N_\gamma$$

Dari rumus itu, dengan menjumlahkan gaya-gaya vertikal atas pasak *bac* dan perbedaan dalam faktor  $N$  disebabkan busur spiral batang *ad* dan pasak keluaran *cde* (gambar 2.3). Hal ini membuat perbedaan besar hitungan  $Pp$ , dan menghasilkan nilai-nilai  $N_i$  yang berbeda.



Sumber : Josep B. Bowles, 1988

**Gambar 2.2 Daya dukung disederhanakan untuk tanah  $\phi - c$**

Persamaan-persamaan daya dukung Terzaghi dimaksudkan untuk pondasi dangkal, dimana :  $D \leq B$

Sehingga tahanan geser sepanjang  $cd$  dari gambar 2.3a dapat diabaikan.

Persamaan daya dukung untuk pondasi menerus menurut Terzaghi(1943) dinyatakan sebagai berikut :

$$q_{ult} = c N_c S_c + q N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana :  $q_{ult}$  = daya dukung ultimit ( $kN/m^2$ )

$c$  = kohesi

$q = \gamma \cdot D_f$  = effective overburden pressure

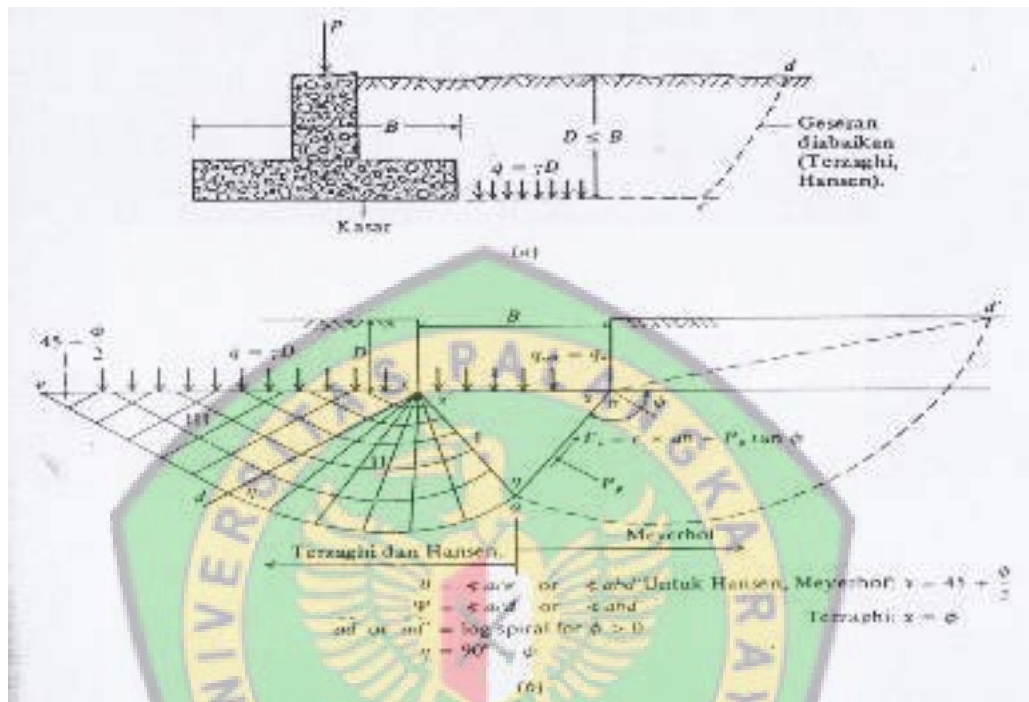
$B$  = lebar pondasi (m)

$\gamma$  = berat volume tanah ( $kN/m^3$ )

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor-faktor daya dukung Terzaghi

$S_c, S_\gamma$  = faktor-faktor bentuk Terzaghi

Untuk :	menerus	bundar	bujur-sangkar
Sc	1,0	1,3	1,3
S <sub>γ</sub>	1,0	0,6	0,8



Sumber : Josep B. Bowles, 1988

**Gambar 2.3 (a) pondasi dangkal dengan penentuan alas kasar. Persamaan Terzaghi dan Hansen mengabaikan geser sepanjang *cd*. (b) interaksi tanah telapak secara umum untuk persamaan-persamaan daya dukung buat telapak jalur – sebelah kiri untuk Terzaghi (1943), Hansen (1970), dan sebelah kanan (1951)**

Terzaghi dengan persamaan berikut :

$$Nq = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$a = e^{(0,75\pi - \frac{\phi}{2} \tan \phi)} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi \dots\dots\dots (2.14)$$

$$N\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left( \frac{Kp\gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

$K_{\phi\gamma}$  yang dipakai untuk menghitung  $N_{\gamma}$ . Ia memberikan sebuah kurva  $\phi$  lawan  $N_{\gamma}$  dan tiga nilai spesifik untuk  $N_{\gamma}$  pada  $\phi = 0,34$  dan  $48^{\circ}$ . Perhitungan  $K_{\phi\gamma}$  agar mencapai tabel nilai-nilai yang paling sesuai dan kemudian nilai  $N_{\gamma}$  dapat dihitung sesuai tabel 2.5.

**Tabel 2.8 Faktor Daya Dukung untuk Persamaan Terzaghi**  
**Nilai-nilai  $N_{\gamma}$  untuk  $\phi$  sebesar  $34$  dan  $48^{\circ}$  adalah nilai Terzaghi yang asli dan digunakan untuk menghitung  $K_{\phi\gamma}$**

$\phi$ , deg	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	$K_{\phi\gamma}$
0	5,7	1,0	0,0	10,8
5	7,3	1,6	0,5	12,2
10	9,6	2,7	1,2	14,7
15	12,9	4,4	2,5	18,6
20	17,7	7,4	5,0	25,0
25	25,1	12,7	9,7	35,0
30	37,2	22,5	19,7	52,0
34	52,6	36,5	36,0	
35	57,8	41,4	42,4	82,0
40	95,7	81,3	100,4	141,0
45	172,3	173,3	297,5	298,0
48	258,3	287,9	780,1	
50	347,5	415,1	1153,2	800,0

Sumber : Josep B. Bowles, 1988

**2.8.2 Daya Dukung Tanah Teori Meyerhof**

Meyerhof (1951, 1963) menyarankan suatu persamaan daya dukung yang mirip dengan saran Terzaghi tetapi memasukkan suatu faktor bentuk  $s_q$  untuk ketentuan kedalaman  $N_q$ . Ia juga memasukkan faktor kedalaman  $d_i$  dan faktor kemiringan  $i_i$  untuk kasus-kasus dimana beban telapak itu miring terhadap vertikal.

Beban vertikal :

$$q_{ult} = c N_c s_c d_c + \bar{q} N_q s_q d_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} \dots\dots\dots (2.16)$$

Beban miring :

$$q_{ult} = c N_c s_c d_c i_c + \bar{q} N_q d_q i_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.18)$$

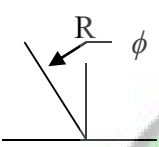
$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \dots\dots\dots (2.19)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) \dots\dots\dots (2.20)$$

Meyerhof memperoleh faktor *N*-nya dengan membuat percobaan pada daerah *abd'* dengan busur *ad'* dari gambar 2.3b yang memasukkan suatu penaksiran untuk pergeseran sepanjang *cd* dari gambar 2.3a. Faktor-faktor bentuk, kedalaman dan kemiringan dalam tabel 2.2 diambil dari Meyerhof (1963). Faktor bentuknya tidak jauh berbeda dari apa yang disajikan oleh Terzaghi kecuali penambahan  $s_q$ . Mengetahui bahwa efek geser sepanjang garis *cd* pada gambar 2.3a diabaikan, maka Meyerhof mengusulkan faktor kedalaman  $d_i$ .

Meyerhof menyarankan pemakaian faktor kemiringan untuk mengurangi daya dukung pada waktu resultan bebannya miring terhadap vertikal dengan sudut  $\phi$ . Sampai sekitar  $D = B$  dari gambar 2.3a, nilai  $q_{ult}$  Meyerhof tidak jauh berbeda dari nilai Terzaghi. Perbedaan lebih nyata pada rasio  $D / B$  yang lebih besar.

**Tabel 2.9 Faktor-faktor bentuk, kedalaman dan kemiringan untuk persamaan daya dukung Meyerhof**

Faktor	Nilai	Untuk
Bentuk	$s_c = 1 + 0,2 K_p \frac{B}{L}$	Semua $\phi$
Kedalaman	$s_c = s = 1 + 0,1 K_p \frac{B}{L}$	$\phi > 10^\circ$
	$s_c = s_\gamma = 1$	$\phi = 1$
Kemiringan	$d_c = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$	Semua $\phi$
	$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$	$\phi > 10^\circ$
	$d_q = d_\gamma = 1$	$\phi = 1$
	$i_q = i_c = \left(1 - \frac{\phi^\circ}{90^\circ}\right)^2$	Semua $\phi$
	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\phi^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$\phi > 10^\circ$
	$i_\gamma = 0$	$\phi = 1$

Sumber : Josep B. Bowles, 1988

**Tabel 2.10 Faktor-faktor daya dukung untuk persamaan daya dukung Meyerhof, Hansen dan Vesic.**

Perhatikan bahwa $N_c$ dan $N_q$ sama untuk ketiga metode seluruhnya subkrip menandakan penulisannya untuk $N_\gamma$ .							
$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma(H)}$	$N_{\gamma(M)}$	$N_{\gamma(V)}$	$N_q / N_c$	$2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$
0	5,14	1,0	0,0	0,0	0,0	0,195	0,000
5	6,49	1,6	0,1	0,1	0,4	0,242	0,146
10	8,34	2,5	0,4	0,4	1,2	0,296	0,241
15	10,97	3,9	1,2	1,1	2,6	0,359	0,294
20	14,83	6,4	2,9	2,9	5,4	0,431	0,315
25	20,71	10,7	6,8	6,8	10,9	0,514	0,311
26	22,25	11,8	7,9	8,0	12,5	0,533	0,308
28	25,79	14,7	10,9	11,2	16,7	0,570	0,299
30	30,13	18,4	15,1	15,7	22,4	0,610	0,289
32	35,47	23,2	20,8	22,0	30,2	0,653	0,276
34	42,14	29,4	28,7	31,1	41,0	0,698	0,262
36	50,55	37,7	40,0	44,4	56,2	0,746	0,247
38	61,31	48,9	56,1	64,0	77,9	0,797	0,231
40	72,25	64,1	79,4	93,6	109,3	0,852	0,214
45	133,73	134,7	200,5	262,3	271,3	1,007	0,172
50	266,50	318,5	567,4	871,7	761,3	1,195	0,131

Sumber : Josep B. Bowles, 1988

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Persiapan**

Pertama kali dalam persiapan yaitu melakukan konsultasi ke dosen pembimbing untuk mengetahui langkah-langkahnya. Selanjutnya pembuatan proposal dan seminar proposal, pengambilan data di lokasi penelitian, persiapan bahan pencampuran/tambahan untuk stabilisasinya dan persiapan untuk pengolahan data di laboratorium. Data-data hasil pengujian laboratorium kemudian dianalisis sehingga diperoleh beberapa kesimpulan.

#### **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 kali tabung dimasukkan kedalam tanah jangan langsung diangkat karena tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah

terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

### **3.2.2 Sampel Tanah Tergangu (*disturbed*)**

Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada upaya untuk melindungi sifat asli dari tanah tersebut. Tempat yang digunakan untuk tanah ini bisa menggunakan kantong plastik atau karung.

## **3.3 Pengolahan Data di Laboratorium**

Pengolahan Data di Laboratorium akan menguji sifat-sifat tanah aslinya dan tanah dengan campuran pasir. Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

### **3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah**

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

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air asli tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

#### **2. Pemeriksaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)**

Untuk mengetahui berat volume tanah ( $\gamma$ ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*).

### 3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific gravity*)

Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah ( $G_s$ ) yang mempunyai butiran lewat saringan No.40 dengan menggunakan piknometer.

### 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.

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

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

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

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

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

Untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah.

### 3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test/UCT*) dan kuat geser langsung (*direct shear*) pada tiap persentase pencampuran 0%, 5%, 10%, 15%.

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

Suatu percobaan untuk memperoleh kuat geser tanah dengan percobaan geser langsung. Dimana tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada bidang keruntuhan. Kuat geser tanah ini diperoleh dengan contoh tanah yang dibebani bermacam-macam beban tekan dan digambar suatu grafik dari tegangan geser terhadap tegangan tekan, biasanya memberikan suatu grafik garis lurus. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kohesi  $c$  dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

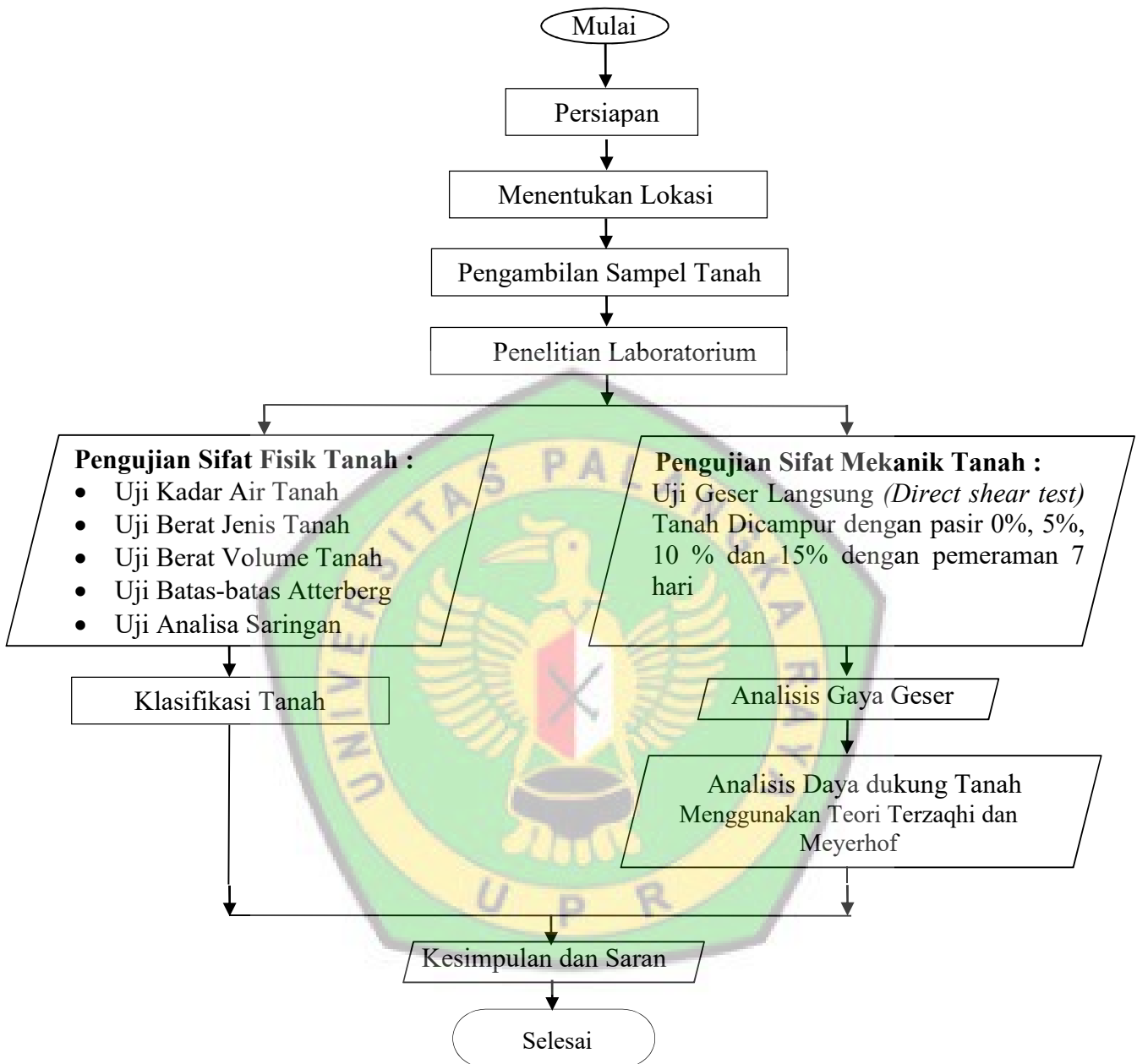
#### 3.4 Perencanaan Campuran

Pada penelitian ini terdiri dari dua variasi, yaitu variasi campuran (*mixing*) dan variasi pemeraman (*curing*). Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah lempung dicampur dengan pasir dengan persentase penambahan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Untuk masa pemeraman 0 hari dan 7 hari.

### 3.5 Cara Analisis Data

Analisis data hasil pengujian meliputi pengujian tanpa campuran maupun dengan campuran. Analisis data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu Terzaghi, Meyerhoft yang bertujuan untuk mengetahui besar nilai perbandingan masing-masing pengujian untuk daya dukung pondasi dangkal.





**Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Penelitian**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil pengujian sifat - sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air ( $w$ ) = 44,02%; berat isi/ volume ( $\gamma$ ) = 1,26 g/cm<sup>3</sup>; berat jenis ( $G_s$ ) = 2,67; batas - batas Atterberg yaitu Batas cair (*Liquid Limit*) = 38,50%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 22,95%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 15,55%; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 13,86%; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 54,43% dan nilai  $GI$  = 5,928%. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem USCS tanah termasuk dalam kelompok CL dengan jenis tanah lempung anorganik plastisitas rendah sampai dengan sedang (tanah berbutir halus), dan menurut sistem AASHTO tanah di klasifikasikan sebagai tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk dan termasuk dalam klasifikasi kelompok A-6. Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli didapat nilai, kohesi ( $C$ ) = 0,182 kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) = 17,4<sup>o</sup>. Berdasarkan parameter tersebut didapat nilai kuat geser tanah ( $\tau$ ) = 0,221 kg/cm<sup>2</sup>, daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) = 3,736 kg/cm<sup>2</sup> .
2. Berdasarkan metode perhitungan Terzaghi nilai daya dukung tanah asli ( $q_{ult}$ )= 3,736 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai daya dukung tanpa pemeraman (0 hari) campuran pasir 5% = 4,255 kg/cm<sup>2</sup>, 10% = 4,578 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 5,405 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk masa pemeraman 7 hari didapat nilai daya dukung campuran pasir 5% =

4,779 kg/cm<sup>2</sup>, 10% = 5,308 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 6,443 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan metode perhitungan Meyerhof nilai daya dukung tanah asli ( $q_{ult}$ ) = 5,083 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai daya dukung tanpa pemeraman (0 hari) campuran pasir 5% = 5,633 kg/cm<sup>2</sup>, 10% = 6,334 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 7,812 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk masa pemeraman 7 hari didapat nilai daya dukung campuran pasir 5% = 6,662 kg/cm<sup>2</sup>, 10% = 7,481 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 9,031 kg/cm<sup>2</sup>.

3. Pada pengujian geser langsung didapat nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) tanah asli = 17,4°, mengalami peningkatan dengan penambahan pasir 15% didapat nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) = 24,32° untuk masa pemeraman 0 hari. Dan untuk masa pemeraman 7 hari mengalami peningkatan dengan penambahan pasir 15% didapat nilai sudut geser ( $\phi$ ) = 25,97°. Nilai kohesi (C) tanah asli = 0,182 kg/cm<sup>2</sup> dan penambahan pasir 15 % didapat nilai kohesi (C) = 0,138 kg/cm<sup>2</sup> terjadi penurunan sebesar 0,044 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 24,17 %. Penambahan pasir 15% tanpa pemeraman didapat nilai kohesi (C) = 0,138 kg/cm<sup>2</sup> dan penambahan pasir 15 % dalam pemeraman 7 hari didapat nilai kohesi (C) = 0,141 terjadi penurunan sebesar 0,041 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 22,53 %. Kohesi dan kuat geser tanah lempung mengalami penurunan karena pasir sebagai bahan stabilisasi memiliki sifat *non kohesif* sehingga berpengaruh pada peningkatan daya dukung tanah untuk pondasi dangkal. Pada perhitungan daya dukung tanah asli menurut metode Terzaghi didapat  $q_{ult} = 3,736$  kg/cm<sup>2</sup> serta penambahan pasir 15% didapat nilai  $q_{ult} = 5,405$  kg/cm<sup>2</sup> terjadi peningkatan sebesar  $q_{ult} = 1,669$  kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 30,87 %. Penambahan pasir 15% dalam 7 hari pemeraman

didapat nilai  $q_{ult} = 6,443 \text{ kg/cm}^2$  terjadi peningkatan sebesar  $q_{ult} = 2,707 \text{ kg/cm}^2$  dengan persentase 42,01%. Pada perhitungan daya dukung tanah asli menurut metode Meyerhof didapat  $q_{ult} = 5,083 \text{ kg/cm}^2$  serta penambahan pasir 15% didapat nilai  $q_{ult} = 7,812 \text{ kg/cm}^2$  terjadi peningkatan sebesar  $q_{ult} = 2,729 \text{ kg/cm}^2$  dengan persentase 34,93 %. Penambahan pasir 15% dalam 7 hari pemeraman didapat nilai  $q_{ult} = 9,031 \text{ kg/cm}^2$  terjadi peningkatan sebesar  $q_{ult} = 3,948 \text{ kg/cm}^2$  dengan persentase 43,71%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tanah pasir dan lama waktu pemeraman mampu meningkatkan daya dukung tanah lempung.

## 5.2 Saran

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

1. Untuk pengujian geser langsung terhadap campuran diharapkan menggunakan sampel yang tidak terganggu dan dilakukan pengemasan tertutup agar kadar air sample tetap terjaga.
2. Kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian harus diperhatikan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat
3. Saat proses pencampuran sampel tanah dengan bahan campuran perlu ketelitian untuk menghindari jatuhnya sampel tanah dari alat uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, 2007, "Studi Perbandingan Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Telapak Pada Tanah Lempung Berdasarkan Teori Terzaghi dan Teori Meyerhof", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, *Palangka Raya*.
- Anita, 2010, "Stabilisasi Tanah Lempung Batola Menggunakan Campuran Limbah Karbit dan Abu Batu Bara", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, *Banjarmasin*.
- Bowles, J.E, 1984, *Sifat- Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E, 1988, *Analisis dan Desain Pondasi I*, Erlangga, Jakarta.
- Craig, R, F dan Susilo S. Budi, 1987, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)* jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 1992, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2011, *Analisis dan Perancangan FONDASI I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Purnama, Henny, 2006, *Analisis Pengaruh Penggunaan Portland Cement Type I Terhadap Daya Dukung Tanah*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Wesley, L.D., 1977, *Mekanik Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.