

SKRIPSI

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN PASIR DAN ABU
TEMPURUNG KELAPA**

Oleh :

**KEVIN VIEL PRATAMA
NIM. DAB 116 100**



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

SKRIPSI

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN PASIR DAN ABU
TEMPURUNG KELAPA**

Oleh

KEVIN VIEL PRATAMA

NIM. DAB 116 100

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

Palangka Raya, Februari 2022

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping

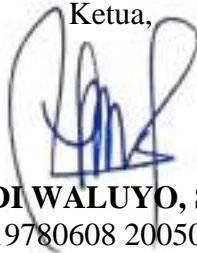


(Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.)
NIP. 19570706 198701 1 002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



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

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN PASIR DAN ABU
TEMPURUNG KELAPA**

SKRIPSI

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

Oleh :

KEVIN VIEL PRATAMA
NIM. DAB 116 100

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Rabu, 16 Februari 2022
Waktu : 13.00 – 15.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana Fakultas (offline)

Tim Penguji :

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

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

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

..... (Pembimbing Pendamping/Sekretaris)

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

..... (Penguji 3)

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

..... (Penguji 4)

Mengetahui:



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

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

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

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Kevin Viel Pratama
NIM : DAB 116 100
Tempat, Tanggal Lahir : Palangka Raya, 31 Mei 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. S. Parman No 62
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Kabupaten Pulang Pisau
Email : vielpratamakevin@gmail.com
No.Hp : 0813 4935 9391
No.Wa : 0813 4935 9391
Facebook : Kevin Viel Pratama
Instagram : _kevinvp
Line : -
Nama Ayah : Virgoso
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Alamat : Kabupaten Pulang Pisau
No.Hp : 0852 4900 9009
Nama Ibu : Elly Wahyu Ningsih
Pekerjaan Ibu : PNS
Alamat : Kabupaten Pulang Pisau
No.Hp : 0852 4900 9008
Wali : -



Riwayat Pendidikan*)

- SD : SD Negeri 2 Kahayan Hilir Kab. Pulang Pisau (2004-2010)
- SLTP : SMP Negeri 3 Kahayan Hilir Kab. Pulang Pisau (2010-2013)
- SLTA : SMA Negeri 1 Kahayan Hilir Kab. Pulang Pisau (2013-2016)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2016

Palangka Raya, Maret 2022
Yang membuat pernyataan

Kevin Viel Pratama
NIM. DAB 116 100

LEMBAR PERSEMBAHAN

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

ORANG TUA

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

KELUARGA

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

TEMAN-TEMAN TEKNIK SIPIL (ANGKATAN 2016)

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

DOSEN TERHORMAT

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

WIFI ID

Terimakasih kepada wifi id telah menyediakan tempat dan akses internet sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya.

SURAT PERNYATAAN

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

Palangka Raya, Maret 2022

KEVIN VIEL PRATAMA
NIM. DAB 116 100

RINGKASAN

STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN PASIR DAN ABU TEMPURUNG KELAPA, Kevin Viel Pratama, 2021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Univeritas Palangka Raya.

Tanah gambut biasanya memiliki ciri-ciri bertekstur basah, lembek, dan lunak sehingga jika dikaitkan dengan konstruksi bangunan yang berada di atas lahan gambut, maka dikhawatirkan akan terjadi kegagalan konstruksi dimana pondasi bangunan tersebut nantinya tidak cukup kuat menahan beban bangunan keseluruhan. Apabila tanah mengalami pembebanan akibat beban yang bekerja pada pondasi, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser mencapai harga batas maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah gambut, menganalisis nilai daya dukung tanah gambut asli, dan menganalisis nilai daya dukung tanah gambut setelah distabilisasi dengan campuran pasir dan abu tempurung kelapa.

Hasil dari pengujian sifat fisik tanah di Jalan Sinar Kahayan, Kelurahan Kereng Bangkirai, Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Menurut *American Standard Testing And Material* (ASTM), tanah ini termasuk tanah fibrik dengan nilai kadar serat 92,95% dan sedikit menyerap air karena lebih besar dari 67% dan (*Moderately absorbent*) 310,39% dengan nilai kadar air lebih besar dari 300% dan lebih kecil dari 800% Jadi, tanah diklasifikasikan sebagai tanah gambut fibrik dan dengan penyerapan air sedang. Menurut MacFarlane dan Radforth (1965), tanah gambut dengan kandungan serat mencapai 20% atau lebih masuk kedalam kelompok gambut berserat (*fibrous peat*) dengan nilai kadar serat 92,95%.

Hasil dari pengujian sifat mekanik tanah didapati nilai kuat geser dan daya dukung tanah gambut tertinggi terjadi pada penambahan persentase campuran pasir 5% + abu tempurung kelapa 15% dengan pemeraman 3 hari dengan masing-masing mendapatkan nilai kuat geser tanah (τ) = 0,1497 kg/cm² naik sebesar 30,17% dan nilai daya dukung tanah (q_{ult}) = 1,0774 kg/cm² naik sebesar 31,31%.

Kata Kunci: Abu Tempurung Kelapa, Daya Dukunag Tanah, Kuat Geser Langsung, Pasir.

SUMMARY

STABILIZATION OF PEAT SOIL WITH SAND AND COCONUT SHELL ASH,
Kevin Viel Pratama, 2021, Civil Engineering Department/Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya

Peat soil usually has the characteristics of a wet, soft, and soft texture so that if it is associated with the construction of buildings on peat land, it is feared that construction failure will occur where the foundation of the building will not be strong enough to withstand the overall load of the building. If the soil is subjected to loading due to the load acting on the foundation, it will result in shear stress. If the shear stress reaches the limit value, the soil mass will deform and tend to collapse. The purpose of this study was to analyze the physical and mechanical properties of peat soil, analyze the carrying capacity of the original peat soil, and analyze the value of the bearing capacity of the peat after being stabilized with a mixture of sand and coconut shell ash.

The results of testing soil properties on Jalan Sinar Kahayan, Kereng Bangkirai Village, Palangka Raya, Central Kalimantan. According to the American Standard Testing And Materials (ASTM), this soil is a fibric soil with a fiber content value of 92.95% and slightly absorbs water because it is greater than 67% and (Moderately absorbent) 310.39% with a moisture content value greater than 300. % and less than 800% So, the soil is classified as fibric peat soil and with moderate water absorption. According to MacFarlane and Radforth (1965), peat soils with a fiber content of 20% or more belong to the (fibrous peat) group with a fiber content of 92.95%.

The results of testing the mechanical properties of the soil found that the shear strength and bearing capacity of the highest peat soil occurred at the addition of a mixture of 5% sand + 15% coconut shell ash with 3 days of curing with each getting a soil shear strength value (τ) = 0.1497 kg/cm² increased by 30.17% and the value of soil bearing capacity (qult) = 1.0774 kg/cm² increased by 31.31%.

Keywords: *Coconut Shell Ash, Soil Bearing Capacity, Direct Shear Strength, Sand*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena Kasih Karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul **“Stabilisasi Tanah Gambut dengan Pasir dan Abu Tempurung Kelapa”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1, pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Kasih Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberikan dukungan serta doa tulus yang tiada henti hingga sampai tahap ini.
3. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

7. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
8. Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1 Skripsi.
10. Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Penguji 2 Skripsi.
11. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 3 Skripsi.
12. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 4 Skripsi.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-Rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil Angkatan 2016.
15. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi ini.

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

Palangka Raya,

2022



KEVIN VIEL PRATAMA
NIM. DAB 116 100

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
BIODATA PENULIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
SURAT PERNYATAAN	vi
RINGKASAN	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
1.6.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	5

1.6.2	Lokasi Laboratoruim Penelitian	5
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1	Tanah Gambut	6
2.2	Stabilisasi Tanah	7
2.3	Pasir	8
2.4	Abu Tempurung Kelapa	8
2.5	Kuat Geser Tanah	9
2.5.1	Defenisi Kuat Geser Tanah.....	9
2.5.2	Teori Kuat Geser Tanah	9
2.5.3	Pengujian Geser Tanah.....	12
2.6	Daya Dukung Tanah	12
2.6.1	Teori Daya Dukung Tanah	12
2.6.2	Analisis Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi	16
2.7	Penelitian Terdahulu	26
BAB III	METODE PENELITIAN	29
3.1	Jenis Penelitian	29
3.2	Teknik Pengumpulan Data	29
3.2.1	Sample Tanah Asli (<i>undistrturbed</i>).....	29
3.3	Pengolaan Sampel di Laboratorium.....	29
3.3.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut	29
3.3.2	Pengujian Sifat Mekanik Tanah Gambut	31
3.3.3	Perencanaan Campuran	31
3.3.4	Uji Kuat Geser Langsung Campuran.....	31

3.4	Proses Pencampuran Tanah Gambut	32
3.5	Analisis Data.....	33
3.5.1	Analisis Daya Dukung Tanah	33
3.6	Bagan Alir Penelitian.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		35
4.1	Umum.....	35
4.2	Hasil Penelitian Sifat fisik Tanah	35
4.2.1	Sistem Klasifikasi Tanah Menurut <i>American Standard Testing and Material</i> (ASTM).....	36
4.2.2	Sistem Klasifikasi Tanah Menurut MacFarlane dan Radforth (1965)	37
4.3	Hasil Penelitian Sifat Mekanik Tanah	38
4.3.1	Perhitungan Kuat Geser Tanah (τ).....	43
4.3.2	Perhitungan Daya Dukung Tanah (q_u).....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian	5
Gambar 2.1	Garis Keruntunan menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan Mohr-Coulomb (Hardiyatmo, 2002).....	11
Gambar 2.2	Kurva Penurunan Terhadap Beban Yang Diterapkan	15
Gambar 2.3	(a) Keruntuhan geser umum (general shear failure).(b) Keruntuhan geser lokal (local shear failure	16
Gambar 2.4	(a) Pembebanan pada pondasi dan berbentuk area geser.(b) Bentuk kegagalan.....	18
Gambar 2.5	Hubungan ϕ dan N_γ , N_c , N_q	21
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	34
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser (Sampel Tanah Gambut Asli).....	40
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Sudut Geser Dalam dengan Variasi Campuran	42
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Kohesi dengan Variasi Campuran	42
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Kuat Geser Tanah dengan Variasi Campuran	44
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Daya Dukung Tanah (q_{ult}) dengan Variasi Campuran	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi.....	22
Tabel 2.2	Penelitian terdahulu	26
Tabel 3.1	Variasi Persentase (%) Campuran Benda Uji	32
Tabel 3.2	Kebutuhan Variasi Campuran Untuk Benda Uji (g).....	32
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sifat Fisik Pada Tanah Gambut	36
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah Menurut <i>American Standard Testing And Material</i> (ASTM)	37
Tabel 4.3	Pengujian Kuat Geser Langsung Pada Sampel Tanah Gambut Asli	39
Tabel 4.4	Rekapitulasi Uji Kuat Geser Langsung Campuran Pasir + Abu Tempurung Kelapa	41
Tabel 4.5	Rekapitulasi Nilai Kuat Geser Tanah Campuran Pasir + Abu Tempurung Kelapa	44
Tabel 4.6	Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah <i>Terzaghi</i>	45
Tabel 4.7	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Pengujian Kuat Geser Langsung pada Semua Sampel	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian di Lapangan	53
Lampiran 2	Dokumentasi Penelitian Sifat Fisik Tanah	54
Lampiran 3	Dokumentasi Penelitian Sifat Mekanik Tanah	63
Lampiran 4	Dokumentasi Bahan Campuran.....	65
Lampiran 5	Laporan Hasil Data Penelitian Di Laboratorium	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Palangka Raya memiliki wilayah dengan kondisi tanah gambut yang cukup luas. Perlu disadari bahwa pembangunan di atas tanah gambut menimbulkan banyak permasalahan. Permasalahan yang akan dihadapi antara lain mulai dari besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk pelaksanaan pembangunan sampai dengan metode yang dipilih dalam penanganan pembuatan bangunan di atas tanah gambut itu sendiri.

Tanah gambut biasanya memiliki ciri-ciri bertekstur basah, lembek, dan lunak sehingga jika dikaitkan dengan konstruksi bangunan yang berada di atas lahan gambut, maka dikhawatirkan akan terjadi kegagalan konstruksi dimana pondasi bangunan tersebut nantinya tidak cukup kuat menahan beban bangunan keseluruhan. Apabila tanah mengalami pembebanan akibat beban yang bekerja pada pondasi, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser mencapai harga batas maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Tegangan geser atau kuat geser tanah merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam meninjau kestabilan suatu tanah.

Penyelesaian masalah tanah perlu melakukan stabilisasi tanah, supaya menjadi lebih stabil dan aman untuk didirikan suatu konstruksi di atasnya. Ada beberapa cara stabilisasi tanah, antara lain mencampur tanah dengan material lain, metode pembebanan, dan lain sebagainya.

Berdasarkan observasi di Kelurahan Kereng Bangkirai, Kota Palangka Raya kondisi tanah di lokasi tersebut sebagian besar terdiri dari tanah gambut. Pembangunan konstruksi jalan/bangunan tersebut di atas tanah gambut akan memiliki beberapa masalah misalnya, kekuatan tanah gambut dalam menahan beban di atasnya akan berkurang bila beban yang di terima terlalu besar maka akan mempercepat kerusakan jalan tersebut. Menurut Sukirman (1995), faktor penyebab kerusakan adalah air, lalu lintas, iklim, material konstruksi jalan, kondisi tanah dasar, dan proses pemadatan. Menurut Sarie (2015), juga menyatakan faktor lain yang menjadi penyebab kerusakan tersebut antara lain faktor kondisi lingkungan (regional factor) sekitar seperti faktor lokal yang menyangkut keadaan lapangan dan pengaruh iklim terhadap keadaan daya dukung tanah dan juga cuaca di lokasi tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukannya upaya memperbaiki tanah tersebut agar konstruksi jalan/bangunan tersebut tidak mengalami kerusakan.

Dalam penelitian ini, alternatif yang dilakukan untuk perbaikan tanah gambut agar lebih stabil adalah stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran pasir dan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah campuran untuk tanah gambut. Tanah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah tanah gambut yang berasal dari Kalimantan Tengah, yakni pada sekitar Jalan Sinar Kahayan Kelurahan Kereng Bangkirai, Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah gambut asli di Jalan Sinar Kahayan Kelurahan Kereng Bangkirai, Palangka Raya, Kalimantan Tengah?
2. Berapa besar nilai kuat geser dan daya dukung tanah gambut asli ?
3. Berapa besar nilai kuat geser dan daya dukung pada tanah gambut setelah distabilisasi dengan campuran pasir dan abu tempurung kelapa ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah gambut.
2. Menganalisis nilai daya dukung tanah gambut asli.
3. Menganalisis nilai daya dukung tanah gambut setelah distabilisasi dengan campuran pasir dan abu tempurung kelapa.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Tanah gambut yang diambil di sekitar Jl. Sinar Kahayan Kelurahan Kereng Bangkirai, Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Pasir yang digunakan ialah pasir yang didapatkan di Jl. Sinar Kahayan, kota Palangka Raya.

4. Tempurung kelapa yang digunakan dari Pasar Kahayan Jalan Mandawai Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
5. Pengujian sifat fisik tanah gambut meliputi:
 - a. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)
 - b. Pengujian Kadar Serat (*Fiber Content*)
 - c. Pengujian Berat Isi (*Bulk Density*)
 - d. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)
 - e. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)
6. Pengujian sifat mekanik tanah gambut menggunakan uji geser langsung (*Direct Shear Test*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan :

1. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh pengetahuan mengenai pemanfaatan tanah gambut yang telah distabilisasi dengan campuran pasir dan abu tempurung kelapa.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi dan perkuatan tanah dasar pada daerah tanah gambut khususnya di daerah Kelurahan Kereng Bangkirai, Palangka Raya.

1.6 Lokasi Penelitian

Pada lokasi penelitian ini terdapat 2 lokasi yaitu lokasi pengambilan sampel dan lokasi laboratorium penelitian.

1.6.1 Lokasi Pengambilan Sample Tanah

Lokasi pengambilan sampel tanah di Jalan Sinar Kahayan Kelurahan Kereng Bangkirai, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Tanah yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah tanah gambut.



(Sumber: earth.google.com)

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

1.6.2 Lokasi Laboratorium Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Gambut

Tanah gambut adalah bahan berwarna hitam kecoklatan yang terbentuk dalam kondisi asam, dan kondisi *anaerobik* lahan basah. Gambut terdiri dari bahan organik yang sebagian terurai secara bebas dengan komposisi lebih dari 50% karbon. Gambut terdiri dari lumut *Sphagnum*, batang, dan akar rumput-rumputan sisa-sisa hewan, sisa-sisa tanaman, buah, dan serbuk sari. Tidak seperti ekosistem lainnya, tanaman/hewan yang mati di lahan gambut tetap berada dalam lahan gambut tanpa mengalami pembusukan sampai ratusan bahkan ribuan tahun. Ini terjadi karena kondisi air yang selalu menggenang, dimana terjadi kekurangan oksigen yang menyebabkan terhambatnya mikroorganisme untuk melakukan pembusukan tanaman/hewan yang sudah mati secara cepat. Hal tersebut menyebabkan materi organik di lahan gambut mudah diidentifikasi. Pembentukan gambut merupakan proses yang sangat lambat dan hal ini memerlukan waktu sekitar 10 tahun untuk membentuk 1 cm gambut (Dion dan Nautiyal, 2008).

MacFarlane dan Radforth (1965) membagi tanah gambut menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu: tanah gambut berserat (*fibrous peat*) dan tanah gambut tak berserat (*amorphous granular peat*). Pengelompokan ini didasarkan pada kandungan seratnya yang terdapat pada tanah gambut. Tanah gambut dengan kandungan serat mencapai 20% atau lebih dimasukkan ke dalam kelompok gambut (*fibrous peat*), tanah

gambut ini merupakan bagian macroscopic tanah gambut yang mana berbentuk woody atau nonwoody dan mempunyai diameter kurang dari 1 mm. Sedangkan tanah gambut dengan kandungan serat kurang dari 20% dikelompokkan kedalam tanah gambut tak berserat (*amorphous granular peat*), tanah gambut ini merupakan bagian macroscopic tanah gambut yang mana berbentuk woody atau non woody dan mempunyai diameter lebih besar dari 1 mm. Tanah gambut dengan kandungan serat < 20% dan terdapat butiran tanah kecil berukuran coloid ($2\mu\text{m}$) dan sebagian air terserap di sekeliling butiran tanah. Tanah gambut *amorphous granular peat* mempunyai sifat seperti tanah lempung/lanau. Namun untuk tanah gambut berserat, perilakunya sangat berbeda dengan tanah lempung; hal ini disebabkan adanya kandungan serat-serat dalam tanah yang bersangkutan. Menurut ASTM 1992 (D4427-92), pengelompokan tanah gambut didasarkan pada 5 (lima) dasar klasifikasi yaitu : kandungan serat, kandungan abu, keasaman, kemampuan mengabsorpsi air, dan komposisi tanaman pembentuk serat.

2.2. Stabilisasi Tanah

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

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah. Apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas

yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan (Bowles, 1989).

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

2.3. Pasir

Pasir adalah material butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terpecah halus. Ukuran pasir lebih halus dari kerikil dan lebih kasar dari lanau. Pasir juga bisa mengacu pada suatu kelas tekstur dari tanah atau jenis tanah; yaitu, tanah yang mengandung lebih dari 85 % partikel berukuran pasir berdasarkan massa.

2.4 Abu Tempurung Kelapa

Abu tempurung kelapa adalah hasil dari proses pembakaran tempurung kelapa. Abu arang tempurung kelapa mengandung lignin, selusa, mektosil dan berbagai mineral lainnya. Struktur keras disebabkan silika (SiO_2) yang cukup tinggi, dan kandungan arang tempurung kelapa terdiri dari karbon non populer yang besarnya 91% seperti terdapat pada aspal (Berry, 1991).

2.5 Kuat Geser Tanah

2.5.1 Definisi Kuat Geser Tanah

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

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

2.5.2 Teori Kuat Geser Tanah

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

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser,

2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Rumus menurut Coulomb (1776) :

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (2.1)$$

dengan:

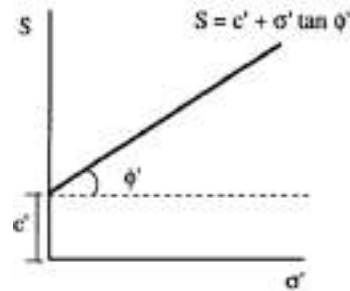
τ : Kuat geser tanah (kN/m²)

c : Kohesi tanah (kN/m²)

ϕ : Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal (°)

σ :Tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²).

Garis keruntuhan (failure envelope) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada Gambar 2.1 di mana untuk sebagian besar masalah masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan kekuatan geser (Das,1995). Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tarikan maupun geseran. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan praktis yang penting. Walaupun demikian, sebagian besar masalah dalam teknik sipil dikarenakan hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



Sumber : ocw.upj.ac.id

Gambar 2.1 Garis Keruntuhan menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan

Mohr- Coulomb (Hardiyatmo, 2002) $\tau = c + \sigma' \text{tg } \phi'$.

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

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

$$\tau = c' + (\sigma - u) \text{tg } \phi' \quad (2.2)$$

$$\tau = c + \sigma' \text{tg } \phi' \quad (2.3)$$

dengan:

c' : kohesi tanah efektif (kN/m²)

σ' : tegangan normal efektif (kN/m²)

u : tekanan air pori (kN/m²)

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

2.5.3 Pengujian Kuat Geser Tanah

Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, yaitu :

1. Pengujian geser langsung (*Direct shear test*)
2. Pengujian tiaksial (*Triaksial test*)
3. Pengujian tekan bebas (*Unconfined compression test*)

Namun dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian geser langsung (*Direct shear test*). Pengujian kuat geser ini dilakukan untuk mendapatkan parameter kuat geser yaitu kohesi (c) dan sudut gesek (ϕ). Cara pengujian geser langsung ini terdapat dua cara yaitu, tegangan geser terkendali (*stress controlled*) dan regangan terkendali (*strain controlled*). Pada pengujian tegangan terkendali, tegangan geser diberikan beban dengan menambahkan beban mati secara bertahap dan dengan penambahan yang sama besarnya setiap kali sampai runtuh. Keruntuhan akan terjadi sepanjang bidang bagi kotak besi tersebut. Pada uji regangan terkendali, suatu kecepatan gerak mendatar tertentu dilakukan pada bagian belahan atas dari pergerakan geser horisontal tersebut dapat diukur dengan bantuan sebuah arloji ukur horizontal.

2.6 Daya Dukung Tanah

2.6.1 Teori Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan kekuatan tanah untuk menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh

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

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

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

Untuk memenuhi stabilitas jangka panjang perhatian harus ditujukan pada dasar pondasi. Pondasi harus diletakan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko erosi, kembang susut tanah, dan gangguan tanah disekitar pondasinya. Analisis kapasitas dukung ditentukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan perhitungan, persamaan yang dibuat harus dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi disaat keruntuhan. Analisis dilakukan dengan menganggap tanah berkelakuan sebagai beban yang bersifat plastis.

Sebagian besar teori daya dukung dikembangkan berdasarkan teori plastisitas dimana tanah dianggap berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis. Paham ini dikenalkan oleh Prandtl (1921) yang mengembangkan persamaan dari analisis kondisi aliran.

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

Menurut Hardiyatmo (2007), daya dukung ultimit (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas di mana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

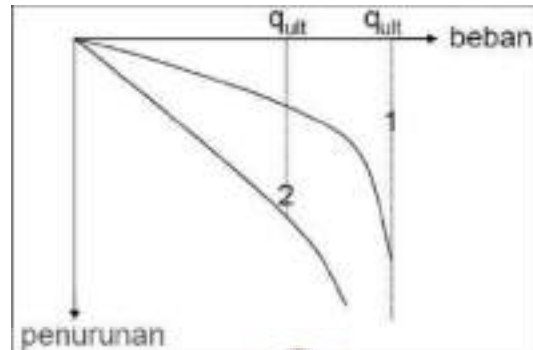
$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (2.4)$$

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

P_u = beban ultimit atau beban batas (kN)

A = luas beban (m^2)

Jika tanah padat, sebelum terjadi keruntuhan di dalam tanah, penurunan kecil dan bentuk kurva penurunan-beban akan seperti yang ditunjukkan pada kurva 1 dalam gambar 2.2 pada kurva 1 menunjukkan kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Pada waktu beban ultimit tercapai, tanah melewati fase kedudukan keseimbangan plastis. (Hardiyatmo, 2007).



Sumber: Hardiyatmo (2007)

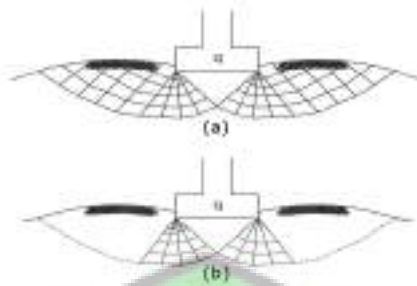
Gambar 2.2 Kurva penurunan terhadap beban yang diterapkan.

Kondisi lain, jika tanah sangat tidak padat atau lunak penurunan yang terjadi sebelum keruntuhan sangat besar. Pada kasus ini, keruntuhannya terjadi sebelum keseimbangan plastis tanah termobilisasi, seperti yang ditunjukkan gambar 2.2 pada kurva 2. Kurva 2 ini menunjukkan kondisi keruntuhan geser lokal (*local shear failure*). (Hardiyatmo, 2007).

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

1. Terjadi perubahan bentuk tanah yang berupa pengembangan kolom tanah tepat di bawah dasar pondasi ke arah lateral dan penurunan permukaan di sekitar pondasi.
2. Terdapat retakan lokal atau geseran tanah di sekeliling pondasi.

3. Suatu baji tanah terbentuk tepat di bawah pondasi yang mendesak tanahbergerak ke bawah maupun ke atas (gambar 2.3).



Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.3 (a) Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).

(b) Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*).

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

2.6.2 Analisis Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi

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

- a) Pondasi berbentuk memanjang tak berhingga.
- b) Tanah di bawah dasar pondasi adalah homogen.
- c) Tahanan geser tanah di atas dasar pondasi diabaikan.
- d) Dasar pondasi kasar.

- e) Berlaku prinsip superposisi atau prinsip penggabungan.
- f) Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier
- g) Pertemuan antara sisi baji tanah dan dasar pondasi membentuk sudut geser dalam tanah ϕ .
- h) Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedudukan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasi.
- i) Berat tanah di atas dasar pondasi digantikan dengan beban terbagi rata sebesar $o f .\gamma p = D$, dengan D_f adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.

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

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

Karena $p_o = D_f \gamma$, maka:

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

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

c = kohesi tanah (kN/m^2)

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

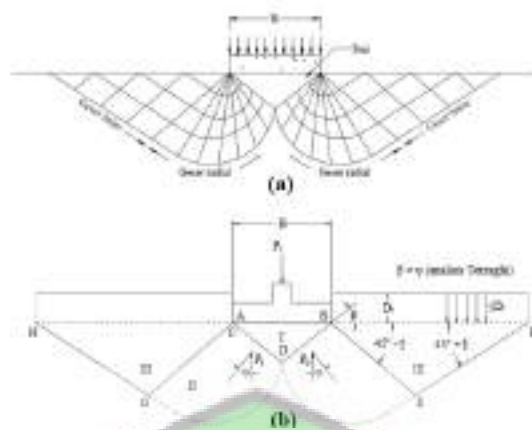
γ = berat volume tanah (kN/m^3)

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

N_c = faktor daya dukung tanah akibat kohesi tanah

N_q = faktor daya dukung tanah akibat beban terbagi rata

N_γ = faktor daya dukung tanah akibat berat



Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.4 (a) Pembebanan pada pondasi dan berbentuk area geser.

(b) Bentuk kegagalan

Cara pendekatan yang digunakan dalam analisis adalah dengan menganggap pondasi berbentuk memanjang tak terhingga, dengan lebar B yang terletak di atas tanah yang homogen, dibebani dengan beban terbagi rata q (Gambar 2.4). Beban total pondasi persatuan panjang adalah $P_u = q_u B$. Akibat pengaruh beban P_u , tanah yang berada tepat di bawah pondasi membentuk baji yang menekan tanah ke bawah. Gerakan baji memaksa tanah di sekitarnya bergerak, yang menghasilkan zona geser di kanan dan kirinya. Tiap-tiap zona terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian geser radial (radial shear) yang berdekatan dengan baji, dan bagian geser linier (*linear shear*) bagian kelanjutan dan bagian geser radialnya. (Hardiyatmo, 2007).

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

$$P_u = 2 P_p \cos (\beta - \varphi) + 2 \overline{AB} c \sin \beta - \frac{1}{4} \gamma B^2 \operatorname{tg} \varphi \quad (2.7)$$

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

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

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

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

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

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

Beban ultimit per satuan luas:

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

Tiap-tiap komponen persamaan daya dukung adalah fungsi dari φ dan bentuk geometri dari zona longsor, seperti yang dinyatakan oleh B dan β . Analisis Terzaghi (1943) menganggap bahwa dasar fondasi kasar, sehingga menahan gerakan tanah arah lateral di dasar fondasi dan mengikat tanah tersebut seolah-olah merupakan satu kesatuan dengan fondasinya. Jadi, semua beban fondasi dipindahkan langsung lewat bagian baji ke tanah di bawahnya. Sudut baji dengan bidang horisontal (yang besarnya = β) dianggap sama dengan φ . Zona geser dianggap bergerak ke atas hanya sampai ketinggian dasar pondasi, dan hanya beban terbagi rata $p_o = D_f \gamma$, yang berpengaruh pada zona ini. (Hardiyatmo, 2007).

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

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

dengan:

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

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

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

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

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

Besarnya tekanan tanah pasif dapat dinyatakan oleh persamaan:

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

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

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

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

$$a = e^{\left(\frac{3\pi - \phi}{4} \right) \tan \phi} \quad (2.15)$$

Faktor daya dukung N_c dan N_q merupakan faktor daya dukung akibat pengaruh kohesi dan beban terbagi rata yang keduanya merupakan fungsi dari sudut geser dalam (ϕ). Persamaan (2.10) dapat dituliskan dalam persamaan umum:

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

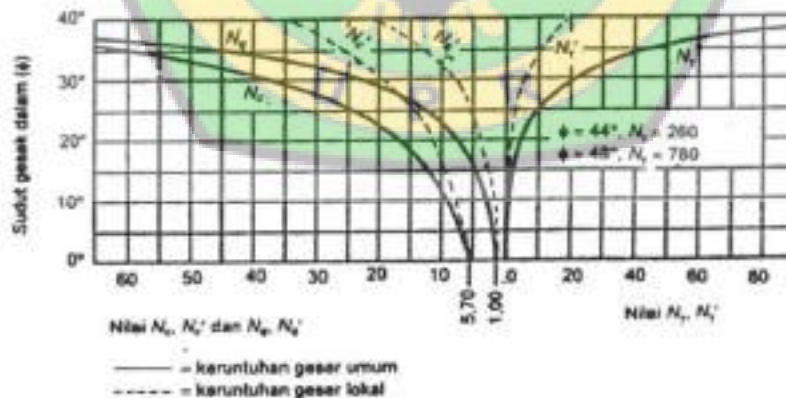
dengan:

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

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

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

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



Sumber: Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.5 Hubungan ϕ dan N_γ, N_c, N_q

Tabel 2.1 Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

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

Sumber: Hardiyatmo (2007)

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

Pada material yang mempunyai sifat volumenya berubah oleh akibat beban atau mengalami regangan yang besar sebelum tercapainya keruntuhan geser, gerakan ke bawah baji tanah mungkin hanya memampatkan tanah, tanpa adanya regangan yang cukup untuk menghasilkan keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Kondisi keruntuhan semacam ini disebut keruntuhan geser lokal (*local shear failure*). Tidak ada analisis rasional untuk pemecahannya. Terzaghi menyarankan koreksi empiris faktor-faktor daya dukung pada kondisi keruntuhan geser umum, untuk hitungan daya

dukung tanah untuk jenis tanah semacam ini, yaitu dengan cara seluruh faktor daya dukung dihitung kembali dengan menggunakan ϕ' dan c' , dengan:

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

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

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

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

Nilai N_c' , N_q' dan N_γ' adalah faktor daya dukung tanah pada kondisi keruntuhan geser lokal (lihat Gambar 2.5 dan Tabel 2.1).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Daya dukung ijin (*allowable bearing capacity*) (q_a) adalah besarnya intensitas beban neto maksimum dengan mempertimbangkan besarnya daya dukung, penurunan dan kemampuan struktur untuk menyesuaikan terhadap pengaruh penurunan tersebut. (Hardiyatmo, 2007).

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

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

dengan γ = berat volume tanah di atas dasar fondasi dan D_f = kedalaman fondasi.

(Hardiyatmo, 2007).



2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Metode	Hasil
Muhammad Farkhan Hakim (2018)	Pengaruh Penambahan Rotec Dan Semen Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Gambut Ambarawa	Tanah Gambut + <i>Rotec</i> 5% + dengan variasi semen 5% 10% dan 15% dengan pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari	Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan Rotec dan semen berpengaruh terhadap parameter kuat geser tanah gambut Ambarawa yang diukur dengan uji geser langsung. Berdasarkan pengujian geser langsung tanah asli didapatkan nilai sudut geser dalam sebesar 35,51 ° dan untuk kohesi sebesar 0,3578 kg/cm ² . Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan Rotec 5% + Semen 15% pemeraman 7 hari yaitu sebesar 42,37% untuk nilai sudut geser dalam, sedangkan untuk nilai kohesi meningkat sebesar 110,06%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar semen yang ditambahkan dan semakin lama waktu pemeraman maka memberikan peningkatan yang signifikan

<p>Aris Prabowo ,dan Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. (2018)</p>	<p>Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Dan Matos Terhadap Kuat Geser Dan Konsolidasi Tanah Gambut.</p>	<p>Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen bahan kapur atau gamping dan stabilizer berupa matos sebagai bahan tambah dalam stabilisasi tanah gambut.</p>	<p>Hasil pengujian geser langsung pada tanah asli adalah nilai kohesi sebesar 0,13555 kg/cm² dan sudut geser dalam sebesar 31,63348° sehingga didapat nilai kuat geser tanah asli sebesar 1,11885 kg/cm² . Peningkatan nilai kuat geser terbesar terjadi pada stabilisasi tanah gambut dengan 10% kapur dengan penambahan 4% matos yang diperam selama 30 hari sebesar 1,72704 kg/cm² atau sebesar 54,358% dengan nilai kohesi sebesar 0,53933 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam sebesar 49,89193 °.</p>
---	---	--	---

<p>Semangat Marudut Tua Debataraja dan Ifanri Simolo (2019)</p>	<p>Analisis Daya dukung Tanah Gambut Nagasaribu- Humbang Hasundatan Dengan Campuran Kapur Melalui Pengujina Kuat Geser Langsung Dan Kuat Tekan Besas</p>	<p>Tanah Gambut Dengan Penambahan Kapur Yang Bervariasi Antara 5%, 10% Dan 15%. Kemudian Diuji Batas-Batas Atterberg. Kuat Geser Tanah (Direct Shear) Dan Kuat Tekan Bebas.</p>	<p>Penambahan daya dukung setelah distabilisasi dengan kapur mengalami peningkatan dengan tanah yaitu asli 0,004 kg/cm², 5% Kapur = 0,006 kg/cm², 10% Kapur = 0,0075kg/cm², 15% Kapur = 1 kg/cm². Persentase peningkatan daya dukung tanah dengan stabilisasi kapur terhadap tanah asli 5% Kapur mengalami peningkatan 60% dari tanah asli 10% Kapur mengalami peningkatan 87,5% dari tanah asli 15% Kapur mengalami peningkatan 150% dari tanah asli.</p>
---	--	---	--



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Peneliatian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimental. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan sample tanah sebagai benda uji.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dengan cara mengambil sampel tanah dari lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed*). Sampel tanah gambut yang diambil pada kedalaman 0,5 meter.

3.2.1 Sampel Tanah Tidak Terganggu (*undisturbed*)

Sampel tanah tidak terganggu yang diambil tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu menggunakan tabung berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan, tujuannya agar tanah ini tidak mengalami perubahan sifat mekanik.

3.3 Pengolahan Sampel di Laboratorium

Pengolahan data di laboratorium yaitu: pengujian fisik tanah gambut, pengujian mekanik tanah gambut, perencanaan campuran dan dan uji kuat geser langsung campuran.

3.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

Pengujian sifat fisik tanah gambut meliputi:

1. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

Pengujian kadar air bertujuan untuk memeriksa kadar air yang terkandung pada suatu sample tanah. Kadar air merupakan perbandingan

antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah, yang dinyatakan dalam persen (%). ASTM D-2216-71.

2. Pengujian Kadar Serat (*Fiber Content*)

Pengujian kadar serat bertujuan untuk memeriksa kadar serat yang terkandung pada suatu sample tanah gambut. ASTM D-1997-91.

3. Pengujian Berat Isi (*Bulk Density*)

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui berat isi, angka pori dan derajat kejenuhan pada suatu sample tanah. ASTM D-2216-71.

4. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan Piknometer.

Berat jenis tanah (Gs) adalah perbandingan antar berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. ASTM D-854-92.

5. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengetahui ukuran butiran dan susunan butiran (gradasi) tanah yang tertahan di saringan nomor 200. ASTM D-421.

3.3.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah Gambut

Pengujian sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) Percobaan ini bertujuan untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi *unconsolidated undrained*. Parameter geser tanah yang didapat dari pengujian ini terdiri atas sudut gesek dalam tanah (ϕ) dan nilai kohesi (c). ASTM D-3080.

3.3.3 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran yaitu sample tanah gambut asli dicampur dengan bahan pasir dan abu tempurung kelapa.

3.3.4 Uji Kuat Geser Langsung Tanah Campuran

Campuran yang direncanakan untuk uji kuat geser yaitu sample tanah gambut asli dicampur dengan presentase penambahan pasir sebesar 5% dan abu tempurung kelapa sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; dari berat sample tanah dengan masa pemeraman (*curing*) 3 hari. Untuk merencanakan kebutuhan campuran tanah gambut dengan pasir dan abu tempurung kelapa sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variasi Persentase (%) Campuran Benda Uji

Variasi	Persentase Campuran Benda Uji		
	Gambut	Pasir	Abu Tempurung Kelapa
Tanah Gambut Asli	100%	0%	0%
P 5% + A.T.K 0%	100%	5%	0%
P 5% + A.T.K 5%	100%	5%	5%
P 5% + A.T.K 10%	100%	5%	10%
P 5% + A.T.K 15%	100%	5%	15%

Tabel 3.2 Kebutuhan Variasi Campuran Untuk Benda Uji (g)

Variasi	Kebutuhan Berat Campuran Benda Uji		
	Gambut	Pasir	Abu Tempurung Kelapa
Tanah Gambut Asli	100 g	0 g	0 g
P 5% + A.T.K 0%	100 g	5 g	0 g
P 5% + A.T.K 5%	100 g	5 g	5 g
P 5% + A.T.K 10%	100 g	5 g	10 g
P 5% + A.T.K 15%	100 g	5 g	15 g

3.4 Proses Pencampuran Tanah Gambut

Tanah gambut dicetak menggunakan ring, kemudian dikeluarkan dari ring dan ditimbang. Setelah itu, pasir dan abu tempurung kelapa ditimbang pada berat yang diperoleh dengan mengalikan berat campuran terhadap berat tanah gambut. Kemudian tanah gambut dicampur dengan pasir dan abu tempurung kelapa dan dioleskan pada bagian luar sampel tanah gambut. Setelah itu, tanah campuran diperam selama 3 hari. Tujuan dari pemeraman ini adalah agar campuran pasir dan abu tempurung kelapa yang telah diolesi/dilapisi dapat meresap ke dalam tanah gambut.

3.5 Analisis Data

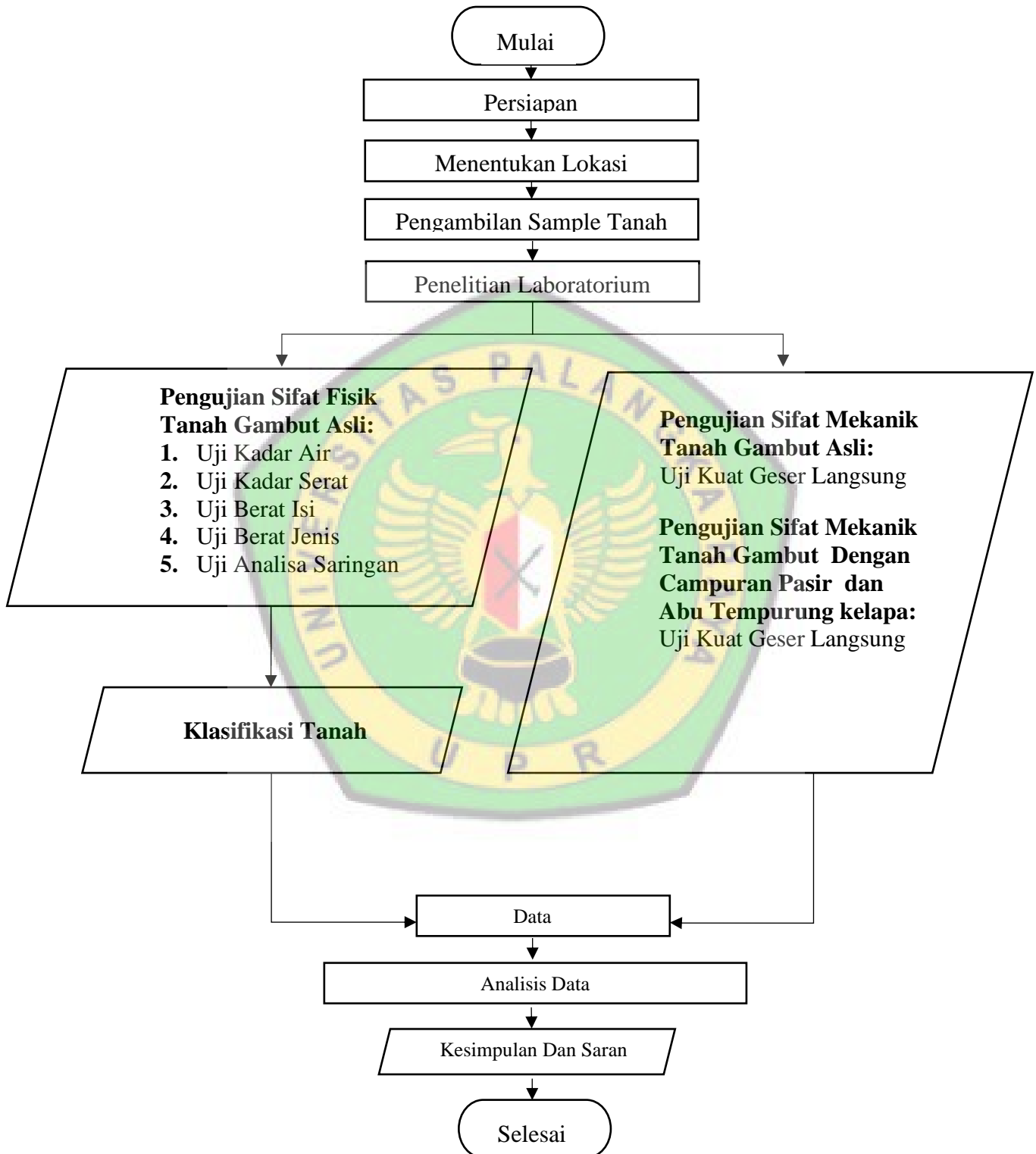
Analisis data pada penelitian ini, yaitu :

3.5.1 Analisis Daya Dukung Tanah

Hasil dari pengujian kuat geser langsung akan mendapatkan kohesi tanah dan sudut geser tanah. Hasil uji kuat geser ini digunakan untuk menghitung daya dukung tanah.



3.6 Bagan Alir Penelitian



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. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah asli didapat, yaitu: nilai kadar air (w) = 310,39%, kadar serat = 92,95%, berat volume basah (γ_b) = 1,07 g/cm³, berat volume kering (γ_d) = 0,25 g/cm³, berat jenis (G_s) = 1,31 dan analisis saringan persentase lolos saringan no. 200 = 23,50%. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut *American Standard Testing and Materials* (ASTM) tanah ini diklasifikasikan sebagai tanah gambut fibrik (92,95%) dan kadar air sedang (w) (310,39%). Menurut MacFarlane dan Radforth (1965) tanah gambut dengan kandungan serat 20% atau lebih masuk ke dalam kelompok klasifikasi tanah gambut berserat (*fibrous peat*) dengan nilai kadar serat (92,95%).

2. Dari hasil pengujian sifat meknik dengan uji geser langsung bahwa dari pengujian tanah gambut asli, didapatkan nilai kohesi (c), nilai sudut geser (ϕ), nilai kuat geser tanah (τ) dan nilai daya dukung tanah (q_{ult}) yaitu:

Pengujian geser langsung padah tanah gambut asli didapati nilai kohesi (c) = 0,0922 kg/cm², nilai sudut geser (ϕ) = 23,287°, nilai kuat geser tanah (τ) = 0,1150 kg/cm², dan nilai daya dukung tanah q_{ult} = 0,8205 kg/cm² dan dari hasil pengujian geser langsung padah tanah gambut setelah distabilisasikan dengan

campuran pasir 5% dan abu tempurung kelapa 0% dengan pemeraman selama 3 hari didapati nilai kohesi (c) = 0,1023 kg/cm², nilai sudut geser (ϕ) = 23,888°, nilai kuat geser tanah (τ) = 0,1260 kg/cm², dan nilai daya dukung q_{ult} = 0,8875 kg/cm² (naik sebesar 8,16%). Dengan penambahan campuran pasir dan abu tempurung kelapa dengan pemeraman selama 3 hari cenderung mengalami kenaikan dengan kenaikan tertinggi pada persentase campuran pasir 5% dan abu tempurung kelapa 15% didapatkan kuat geser (τ) = 0,1497 kg/cm² naik sebesar 30,17% dan nilai daya dukung tanah (q_{ult}) = 1,0774 kg/cm² naik sebesar 31,31%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan campuran lain selain campuran pasir dan abu tempurung kelapa untuk melihat perbedaan nilai daya dukung nya.
2. Untuk melihat kenaikan daya dukung pada tanah gambut, sebaiknya dilakukan perbandingan pemeraman selain pememaram selama 3 hari

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1990. *Standards and Literature References for Composite Material Second Edition*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- ASTM International. (1998). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition (ASTM D 3080-98)*, United State: ASTM International.
- ASTM International. (2002). *Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (ASTM D 854)*, United State: ASTM International.
- ASTM International. (2007). *Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants (ASTM D 421)*, United State : ASTM International.
- ASTM International. (2008). *Standard Test Method for Laboratory Determination of the Fiber Content of Peat Samples by Dry Mass (ASTM D 1997)*, United State : ASTM International.
- ASTM International. (2010). *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. (ASTM D 2216)*, United State : ASTM International.
- Bowles, J.E., 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid2, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J E. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga, 1989.
- Berry, C, UPT dan Gunawan, D. (1999). *Filler Arang Tempurung Kelapa (ATK) dalam Campuran "Hot Rolled Sheet"*. Makalah Tugas Akhir. Teknik Sipil ITB.
- Coulomb, C.A, 1776. *Essai sur une Application des Regles de Macimis et Minimum a quelques Problems de Statique Relatifs a l'Architecture*. Mem. Acad. Roy. Des Sciences, Paris, Vol. 3, p, p. 38.
- Dion, P. Dan Nautiyal, C.S. (eds). 2008. *Microbiology of Extreme Soils*. Soil Biology 13. Springer-Verlag Heidelberg. Berlin
- Das, Braja M. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga, 1995.

- Debataraja, Semangat Marudut Tua and Infanri Simbolon. "Analisa Daya Dukung Tanah Gambut Nagasaribu – Humbang Hasundutan Dengan Campuran Kapur Melalui Pengujian Kuat Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas." *JURNAL DARMA AGUNG XXVII.1* (2019): 893.
- Head, K. H. 1982. Manual of soil laboratory testing. Vol. 2: 509-562. John Willey and Sons, New York.
- Hakim , Muhammad Farkhan . "Pengaruh Penambahan Rotec Dan Semen Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Gambut Ambarawa." (2018).
- Hardiyatmo, Hary C. *Mekanika tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2002.
- Hardiyatmo, Hary C. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007.
- MacFarlane, I.C. dan Radforth, N.W., 1965, A Study of Physical Behaviour of Peat Derivative Under Compression. Proceeding of The Tenth Muskeg Research Conference. National Research Council of Canada, Technical Memorandum No. 85.
- Prabowo, Aris. "Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Dan Matos Terhadap Kuat Geser Dan Konsolidasi Tanah Gambut." *Prosiding Sidang Program Studi Teknik Sipil (SPSTS) FTSP UII* (2018): 13-14.
- Sallberg, J. R. 1965. Shear Strength. In *Methods of Soil Analysis*, Eds. C.A. Black, D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, and F. E. Clark. *Agronomy* 9: 431-447.
- Sarie, F., Bisri, M., Wicaksono, A. & Effendi, R., 2015. Types of Road Pavement Damage for Road on Peatland, A Study Case in Palangka Raya, Central Kalimantan, Indonesia. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* IX(12), pp.53-59.
- S, N. A., & Respati, R. (2018). Stabilisasi Tanah Gambut Palangka Raya Dengan Bahan Campuran Tanah Non Organik Dan Kapur. *Media Ilmiah TeknikSipil*, 124-131.
- Terzaghi, K.,1925. *Theoretical Soil Machaniscs for Civil and Mining Engineers.*, Granada. London

Terzaghi, K., dan Peck, R., 1943. Theoretical Soil Mechanics. John Willey & Sons, New York

