

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KUANTITAS AIR  
TERHADAP PERILAKU PENURUNAN TANAH LEMPUNG  
DESA BUKIT RAWI KABUPATEN PULANG PISAU**

Oleh

**AYU PURNAMA SARI**  
NIM. DAB 114 065



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

**PENGARUH VARIASI KUANTITAS AIR  
TERHADAP PERILAKU PENURUNAN TANAH LEMPUNG  
DESA BUKIT RAWI KABUPATEN PULANG PISAU**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**AYU PURNAMA SARI**  
NIM. DAB 114 065

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

Pembimbing Utama



**M. IKHWAN YANI, S.T., M.T**  
NIP. 197102251998021001

Pembimbing Pendamping



**Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.**  
NIP. 195707061987011002

Mengetahui:

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



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

**PENGARUH VARIASI KUANTITAS AIR  
TERHADAP PERILAKU PENURUNAN TANAH LEMPUNG  
DESA BUKIT RAWI KABUPATEN PULANG PISAU**

**SKRIPSI**

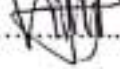

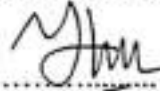
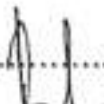
Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

**AYU PURNAMA SARI**  
NIM. DAB 114 065


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

Hari/Tanggal : Senin / 19 Juli 2021  
Waktu : 13.00 - 15.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Sarjana Jurusan Teknik Sipil


1. M.IKHWAN YANI, S.T., M.T. ....  ..... (Pembimbing Utama/Pertama)  
NIP. 197102251998021001
2. Ir. H. SURADJI GANDI, M.M. ....  ..... (Pembimbing Pendamping/Kedua)  
NIP. 195707061987011002
3. OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T. ....  ..... (Anggota)  
NIP. 197510012006041003
4. Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T. ....  ..... (Anggota)  
NIP. 197202191997022001

Mengetahui :

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Dekan

  
**Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.**  
NIP. 196511191993021001

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 : Ayu Purnama Sari  
NIM : DAB 114 065  
Tempat, Tgl lahir : Nanga Bulik, 02 Juli 1996  
Status : Belum Menikah  
Agama : Kristen Protestan  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jl. Gurame Putih III Palangka Raya  
No. Telp. Rumah : -  
Email : [ayyu.2796@gmail.com](mailto:ayyu.2796@gmail.com)  
No. Hp : 0852-5255-7112  
No WA : 0852-5255-7112  
Facebook : Ayu Purnama Sari  
Instagram : ap.sari  
Line : -  
Nama Ayah : Saswanto Rasel  
Pekerjaan Ayah : wiraswasta  
Alamat : Desa Bukit Raya, Kec. Mentohi Raya, Kab. Lamandau  
Nama Ibu : Yetin Andriani  
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga  
Alamat : Pangkalan Bun  
No. Hp : -



### Riwayat Pendidikan\*)

- SD : SD Negeri Nanga Bulik 4 (2002-2008)
- SLTP : SMP Negeri 1 Bulik (2008-2011)
- SLTA : SMA Negeri 1 Bulik (2011-2014)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2014

Palangka Raya, Juli 2021  
Yang membuat pernyataan,

AYU PURNAMA SARI  
NIM. DAB 114 065

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Karena itu rendahkanlah dirimu di bawah tangan Tuhan yang kuat, supaya kamu ditinggikan-Nya pada waktunya. Serahkanlah segala kekuatiranmu kepada-Nya, sebab Ia yang memelihara kamu.

1 Petrus 5 : 6-7

Terimakasih kepada Tuhan Yesus yang selalu memberkati dan memberi harapan serta kekuatan hari demi harinya. Walau termasuk terlambat tapi puji syukur skripsi ini dapat diselesaikan dalam keadaan waras. Dengan rendah hati skripsi ini saya persembahkan kepada :

- Nenek Jawa yang baru berpulang ke sisi Tuhan beberapa bulan yang lalu, maaf karena terlambat dan maaf karena baru selesainya sekarang waktu nenek sudah berpulang
- Nenek dan Abo yang selalu bertanya “kabila tuntuk dan kabila balik kerumah”, walau belum menjadi cucu yang membanggakan namun semoga selesainya skripsi ini dapat membahagiakan
- Papah dan Mamah, terimakasih untuk semuanya, terimakasih karena tidak membandingkan aku dengan teman lainnya.
- Tete, dan ponakan tersayang, semoga hal kecil ini dapat membuat kebanggaan walau sedikit. Untuk adekku Adit tolong jangan ditiru keterlambatan kakakmu ini.
- Om, Mina dan Keluarga Besar terimakasih untuk dukungan baik moril dan materil serta doanya selama ini. Terimakasih kepada mina Hbne yang bukannya memarahi tapi selalu memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini
- Untuk partner hari-hari Galih Yuda Setiawan, Sahabat Tercinta Zerizkyeska, teman-teman kumpul dan memancing Ari Kusmawan, Ronald Tereng, Rocy Indra, Fajar Pratama, Rizqan Maulana, Faqih, dan Elia Sucie yang selalu ngerecokin namun selalu menyemangati. Terimakasih telah menemani dan membuat kenangan perkuliahan yang menyenangkan
- Kepada Bapak Ikhwan Yani, ST., MT., dan Bapak Ir. H Suradji Gandi, MM selaku dosen pembimbing skripsi yang sudah membimbing dan mengarahkan saya selama penyusunan skripsi ini. Serta terimakasih kepada dosen penguji saya Bapak Okrobianus Hendri, ST., MT. dan Ibu Dr. Fatma Sarie, ST., MT. yang telah berbaik hati memberi masukan sehingga skripsi ini dapat rampung.
- Kepada Jurusan dan Ibu Frieda, ST., MT. dosen pembimbing akademik saya yang selalu membantu kendala perkuliahan saya
- Terakhir untuk yang tersayang Fiblo dan Bonis anjing manis yang selalu menemani dan menghibur disetiap harinya, obat ketika tingkat kewarasan mulai menurun. Serta pendahulunya Owi dan Mba yang sudah beristirahat dengan tenang, mama sayang kalian ❤️

## SURAT PERNYATAAN

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

Palangka Raya, Juli 2021  
Yang membuat pernyataan,



Ayu Purnama Sari  
DAB 114 065

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulisan Skripsi berjudul **“PENGARUH VARIASI KUANTITAS AIR TERHADAP PERILAKU PENURUNAN TANAH LEMPUNG DESA BUKIT RAWI KABUPATEN PULANG PISAU”** ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi jenjang Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak lupa diucapkan terima kasih 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 dan Dosen Pembimbing Akademik.
- 3) Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.T.P, 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/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
- 6) Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 7) Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama/Penguji 1 Skripsi.
- 8) Bapak Ir. Suradji Gandi. M.M. selaku Dosen Pembimbing Pendamping/Penguji 2 Skripsi.
- 9) Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penguji 3 Skripsi.
- 10) Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T selaku Dosen Pembahas/Penguji 4 Skripsi.
- 11) Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Moderator Skripsi

- 12) Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 13) Semua teman-teman mahasiswa yang terlibat membantu dalam penyusunan Skripsi ini

Dalam penyajian Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, diharapkan berbagai tanggapan, kritik, dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan demi perbaikan dimasa yang akan mendatang.

Palangka Raya, Juli 2021

**AYU PURNAMA SARI**  
**NIM. DAB 114 065**

## **RINGKASAN**

### **PENGARUH VARIASI KUANTITAS AIR TERHADAP PENURUNAN TANAH LEMPUNG DESA BUKIT RAWI KABUPATEN PULANG PISAU**

Ayu Purnama Sari, 2021, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya

Tanah lempung termasuk tanah kohesif dengan daya dukung dan kuat geser yang rendah dimana beban yang bekerja di atasnya sangat terbatas. Penambahan kadar air pada tanah lempung akan mengakibatkan perubahan pada volume tanah sehingga akan berpengaruh pada kekuatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi kuantitas air terhadap perilaku penurunan tanah serta bagaimana perbandingannya dengan nilai  $C_v$ ,  $a_v$ , dan  $C_c$  pada saat konsolidasi. Pengujian konsolidasi dilakukan 3 kali dengan variasi sampel tanah asli, kadar air 35% dan kadar air 30%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium didapat sifat fisik tanah asli berdasarkan klasifikasi AAHSTO tanah masuk dalam kelompok A-6 (6) atau tanah berlempung, sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS tanah masuk dalam kelompok CL atau lempung dengan plastisitas rendah. Dari hasil pengujian konsolidasi didapat bahwa presentase kuantitas air dapat mempengaruhi besarnya nilai penurunan, semakin besar presentase kadar air maka penurunan akan semakin besar. Didapat penurunan sebesar 0,1864 cm untuk variasi kadar air asli, 0,1677 cm untuk kadar air 35%, 0,1414 cm untuk kadar air 30% dan 0,1174 cm untuk kadar air 25%. Penambahan kuantitas air sebesar 5% akan menaikkan nilai settlement sebesar 2%.

Kata Kunci: Kadar Air, Konsolidasi, Penurunan

## **ABSTRACT**

**THE INFLUENCE OF VARIATIONS WATER QUANTITY ON THE SETTLEMENT OF CLAY SOIL IN BUKIT RAWI VILLAGE, PULANG PISAU REGENCY**, Ayu Purnama Sari, 2021, Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya

Clay soil is a cohesive soil with low bearing capacity and low shear strength where the load on it will be limited. The addition of water content in clay soil will result in changes in soil volume that will affect the strength of the soil. The research aims to know how much water quantity variation affects the values of consolidation settlement and how it compares to  $C_v$ ,  $a_v$ , and  $C_c$  values at the time of consolidation. A consolidation test was carried out three times with variations of the original soil sample, 35% water content and 30% water content.

The results of research conducted in the Laboratory obtained the physical nature of the original soil, AASHTO classified subgrade as clay soils in groups A-6 (6) while USCS classified as inorganic clay soils with low plasticity to moderate soil into CL groups. From the results of the consolidated tests, it was obtained that the percentage of water quantity can affect the magnitude of the decrease in value, the greater the percentage of moisture content, the greater the decrease. Obtained a settlement of 0,1864 cm for original water content, 0,1677 cm for 35% water content, 0,1414 cm for 30% water content, and 0,1174 cm for 25% water content. Adding 5% of water quantity will increase the value of settlement by 2%.

Keywords: Water Content, Consolidation, Settlement

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>BIODATA</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Lokasi Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanah .....	4
2.2 Klasifikasi Tanah .....	4
2.3 Komposisi Tanah .....	9
2.4 Tanah Lempung .....	10
2.5 Batas – Batas Konsistensi Tanah .....	11
2.6 Penurunan Tanah .....	12
2.7 Konsolidasi .....	13
2.8 Koefisien Konsolidasi .....	18
2.9 Pengujian Terdahulu .....	21

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Studi Literatur .....	24
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	24
3.3 Metode Pengambilan Sampel .....	24
3.4 Tahap Pengujian di Laboratorium .....	24
3.5 Prosedur Pengujian Utama.....	31
3.6 Prosedur Pembuatan Sampel .....	33
3,7 Bagan Alir Penelitian.....	34

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	35
4.2 Pembahasan Penelitian .....	40
4.3 Hubungan Variasi Kuantitas Air dengan Nilai Cv, Cc, av dan Sc	49

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi Sistem Tanah AASHTO .....	6
2.2 Klasifikasi USCS .....	8
2.3 Hubungan Nilai Indeks Plastisitas dengan Jenis Tanah .....	12
4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah .....	35
4.2 Data konsolidasi tanah asli .....	40
4.3 Nilai $t_{50}$ Untuk Setiap Beban Pada Konsolidasi Tanah Asli.....	41
4.4 Nilai $t_{90}$ Untuk Setiap Beban Pada Konsolidasi Tanah Asli .....	42
4.5 Nilai Koefisien Konsolidasi Tanah Asli .....	42
4.6 Hubungan Angka Pori Dan Tekanan.....	43
4.7 Nilai $a_v$ , $m_v$ , dan Permeabilitas (K) .....	44
4.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi Tanah Asli .....	46
4.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi Dengan Variasi Kadar Air 35% .....	46
4.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi Dengan Variasi Kadar Air 30% .....	47
4.11 Rekapitulasi Hasil Pengujian Konsolidasi Dengan Variasi Kadar Air 25% .....	48
4.12 Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) .....	49
4.13 Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Indeks Pemampatan ( $C_c$ ).....	49
4.14 Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Koefisien Pemampatan ( $a_v$ ).....	50
4.15 Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Penurunan ( $S_c$ ) .....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Penelitian .....	3
2.1 Elemen Tanah .....	9
2.2 Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	12
2.3 Gambar Skema Alat Konsolidasi .....	14
2.4 Sifat Khusus Grafik Hubungan $\Delta H$ terhadap $\log t$ .....	15
2.5 Sifat Khusus Grafik Hubungan $e$ - $\log p'$ .....	15
2.6 Indeks Pemampatan .....	17
2.7 Mode Kecocokan Log Waktu .....	20
2.8 Metode Akar Waktu .....	20
3.1 Susunan Model Uji Konsolidai.....	32
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	34
4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS .....	38
4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO .....	38
4.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tabel Sistem Klasifikasi AASHTO .....	39
4.4 Contoh Cara Mencari Nilai $t_{50}$ .....	41
4.5 Contoh Cara Mencari Nilai $t_{90}$ .....	41
4.6 Grafik Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) Dan Tekanan ( $P$ ) .....	43
4.7 Grafik Hubungan Angka Pori dan Tekanan .....	45
4.8 Grafik Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Koef. Konsolidasi .....	49
4.9 Grafik Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Indeks Pemampatan .....	50
4.10 Grafik Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Indeks Pemampatan .....	50
4.11 Grafik Hubungan Variasi Kuantitas Air Dengan Nilai Penurunan ( $S_c$ ).....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Panduan Penelitian
- 2 Perhitungan Data Penelitian
- 3 Dokumentasi

## DAFTAR NOTASI

<b>Lambang</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
$\gamma_d$	Berat Volume Tanah Kering	$\text{gr/cm}^3$
$\omega$	Kadar Air	%
$G_s$	Berat Jenis Tanah	
$S_r$	Derajat Kejenuhan Tanah	%
$e$	Angka Pori	
$n$	Porositas	
LL	Batas Cair	%
PL	Batas Plastis	%
PI	Indeks Plastisitas	%
SL	Batas Susut	%
$t_{90}$	Waktu Konsolidasi Mencapai 90%	menit
$t_{50}$	Waktu Konsolidasi Mencapai 50%	menit
$C_v$	Koefisien Konsolidasi	$\text{cm}^2/\text{menit}$
$C_c$	Indeks Pemampatan	
$a_v$	Koefisien Pemampatan	$\text{cm}^2/\text{kg}$
$m_v$	Koefisien Perubahan Volume	$\text{cm}^2/\text{kg}$
$k$	Koefisien Permeabilitas	$\text{cm}/\text{menit}$
$S_c$	Penurunan Konsolidasi	cm

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu komponen penting untuk menopang struktur konstruksi, mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas atau di bawah permukaan tanah. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Meningkatnya Pembangunan, secara tidak langsung berpengaruh terhadap berkurangnya lahan tempat bangunan dilaksanakan.

Pembangunan konstruksi di atas tanah lempung dapat mengakibatkan beberapa masalah geoteknik. Permasalahan yang terjadi salah satunya adalah konsolidasi dimana apabila lapisan tanah diberi beban di atasnya secara tetap/kontinu maka akan terjadi pemampatan, air pori akan mengalir keluar dari lapisan tersebut sehingga menyebabkan berkurangnya volume tanah, sehingga terjadi penurunan signifikan pada tanah yang akan mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah untuk menahan beban yang ada di atas tanah tersebut.

Pada waktu konsolidasi berlangsung, gedung atau bangunan di atas lapisan tersebut akan menurun. Dalam bidang teknik sipil ada dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan tersebut, yaitu :

- Besarnya penurunan yang akan terjadi.
- Kecepatan penurunan.

Penurunan pada tanah lempung biasanya agak besar dan memakan waktu yang lama, karena daya rembesan air sangat kecil.

Secara umum tanah lempung adalah suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat yang sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. Kuat geser yang rendah mengakibatkan terbatasnya beban (beban sementara ataupun beban tetap) yang dapat bekerja di atasnya sedangkan kompresibilitasnya yang besar mengakibatkan terjadinya penurunan setelah pembangunan selesai.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi kuantitas air terhadap perilaku penurunan tanah lempung yang ada di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau?
2. Bagaimana perbandingan nilai  $C_c$  (indeks pemampatan),  $C_v$  (koefisien konsolidasi),  $a_v$  (koefisien pemampatan) dan  $t_{90}$  pada saat pembebanan dengan variasi kuantitas air yang berbeda ?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini lingkup pembahasan dan masalah yang akan dianalisis dibatasi dengan:

1. Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah lempung yang berasal dari Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau.
2. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah:
  - a. Kadar Air
  - b. Berat Jenis
  - c. Batas-Batas Atterberg
  - d. Analisa Saringan
  - e. Analisa Hidrometry
  - f. Berat Volume

3. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan adalah :
  - a. Pengujian Konsolidasi

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi kuantitas air terhadap perilaku penurunan tanah lempung Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai  $C_c$  (indeks pemampatan),  $C_v$  (koefisien konsolidasi),  $a_v$  (koefisien pemampatan) dan  $t_{90}$  pada saat pembebanan dengan variasi kuantitas air yang berbeda.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan tentang sifat – sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
2. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang bagaimana pengaruh variasi kuantitas air terhadap perilaku penurunan tanah.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material.

#### 1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah terletak di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau.



Gambar 1.1 Lokasi pengambilan sampel tanah

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah**

Tanah merupakan lapisan paling atas yang berada di permukaan bumi dimana tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah mempunyai ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda-beda antara tanah di suatu tempat dengan tempat yang lain. Adapun definisi tanah menurut para ahli teknik sipil, Antara lain :

1. Tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan Antara partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan. (Craig, 1991)
2. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995)
3. Tanah adalah kumpulan (agregat) butiran mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termaksud diaduk dalam air. (Terzaghi, 1987)
4. Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan. dasar (*bedrock*). (Hardiyatmo, 2002)

#### **2.2 Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana

tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah.

Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas. Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Pada penelitian ini penulis menggunakan sistem klasifikasi USCS.

### **2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)**

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (sub-base) dan tanah dasar (subgrade).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A1 sampai dengan A7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1 , A-2, dan A-3 masuk kedalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah yang lolos ayakan No.200, sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah lanau atau lempung. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992). Percobaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis.

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah sistem AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
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
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 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-4	A-5	A-6	A-7			
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36	Min 36	Min 36	A-7-5* A-7-6**			Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11			
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah Berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

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

klasifikasi ini memberikan dasar praktis untuk klasifikasi secara visual atau lapangan, namun tidak dapat menjangkau karakteristik keseluruhan bahan-bahan seperti yang dijumpai di alam. Jadi, klasifikasi tersebut hanya dapat bertindak sebagai titik awal pendiskripsian bahan atau endapan tanah bagi kepentingan teknik.

sistem ini mengelompokkan tanah dalam 3 kelompok, yaitu :

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

Simbil-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah

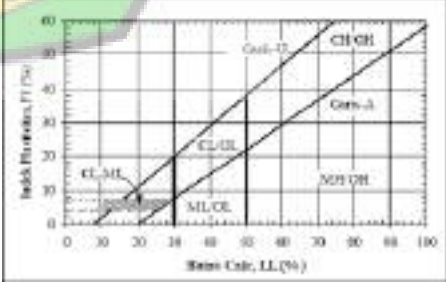
W = well graded (tanah dengan gradasi baik)

P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)

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

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

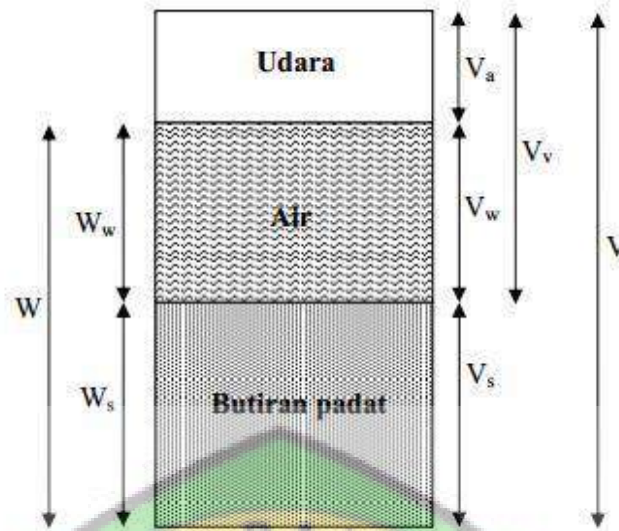
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah sistem USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutirkasar ≥ 50% butiran	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $D_{10}$ Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $PI > 7$	
	Pasir ≥ 50% fraksikasar	Pasir bersih (hany apasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$	
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)	
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah					
Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$		
	CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)			
	OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
	PT		Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Sumber :HaryChristady, 1992.

## 2.3 Komposisi Tanah

Tanah terdiri dari butiran padat, udara dan air seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Elemen tanah

Hubungan volume berat :  $V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a$  (2-1)

Keterangan :  $V_s$  = volume butiran padat

$V_v$  = volume pori

$V_w$  = volume air di dalam pori

$V_a$  = volume udara di dalam pori

Apabila udara dianggap tidak mempunyai berat, maka berat total dari contoh tanah dapat dinyatakan sebagai:

$$W = W_s + W_w \quad (2-2)$$

di mana:  $W_s$  = berat butiran padat

$W_w$  = berat air.

Hubungan volume yang umum dipakai untuk suatu elemen tanah adalah angka pori (*void ratio*), porositas (*porosity*), dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*) sebagai berikut ini :

1. Angka pori atau void ratio ( $e$ ) adalah perbandingan antara volume pori ( $V_v$ ) dan volume butiran padat ( $V_s$ ) biasanya dinyatakan dalam bentuk desimal.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (2-3)$$

2. Porositas atau *porosity* ( $n$ ) adalah perbandingan antara volume pori ( $V_v$ ) dan volume tanah total ( $V$ ), dapat dinyatakan dalam bentuk desimal dan persen.

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2-4)$$

3. Derajat kejenuhan atau *degree of saturation* ( $S_r$ ) adalah perbandingan antara volume air ( $V_w$ ) dengan volume pori ( $V_v$ ), biasanya dinyatakan dalam persen.

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \quad (2-5)$$

4. Kadar Air

Kadar air atau *water content* ( $w$ ) adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki, atau :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (2-6)$$

5. Berat Volume

Berat volume ( $\gamma$ ) adalah berat tanah per satuan volume, atau :

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (2-7)$$

## 2.4 Tanah Lempung

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. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Tanah lempung terdiri dari butir – butir yang sangat kecil ( $< 0.002$  mm) dan menunjukkan sifat – sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa

bagian – bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah – rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan – retakan atau terpecah – pecah (*L.D Wesley, 1977*).

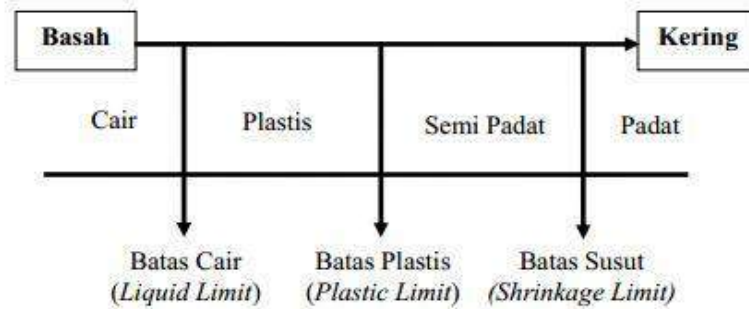
Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampuan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika dibangun konstruksi di atasnya.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (*Hardiyatmo, 1999*):

- a. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.

## **2.5 Batas – batas Konsistensi Tanah**

Kegunaan batas-batas konsistensi tanah dalam perencanaan adalah memberikan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek. Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk yaitu kekuatannya rendah, sedangkan kompresibilitas tinggi sehingga sulit dalam hal pematatannya. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat diklasifikasikan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu : padat, semi padat, plastis dan cair, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2

Gambar 2.2 Batas-batas *atterberg*

- Batas cair (LL) adalah kadar air tanah antara keadaan cair dan keadaan plastis.
- Batas plastis (PL) adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis.
- Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis, dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis, atau :

$$PI = LL - PL \quad (2-8)$$

Indeks plastisitas (PI) menunjukkan tingkat keplastisan tanah. Apabila nilai indeks plastisitas tinggi, maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Klasifikasi jenis tanah menurut *Atterberg* berdasarkan nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.3 Hubungan nilai indeks plastisitas dengan jenis tanah

PI	Jenis Tanah	Sifat	Kohesi
0	Pasir	Non Plastis	Non Kohesif
< 7	Lanau	Rendah	Agak Kohesif
7 – 17	Lempung Berlanau	Sedang	Kohesif
> 17	Lempung Murni	Tinggi	Kohesif

Sumber : Bowles, 1989.

## 2.6 Penurunan

Penurunan menunjukkan amblesnya suatu bangunan akibat kompresi dan deformasi lapisan tanah di bawah bangunan. Penurunan (*settlement*) akan terjadi jika suatu lapisan

tanah mengalami pembebanan. Penurunan juga dipengaruhi oleh sebaran tanah lunak atau lempung yang terdapat di bawah permukaan pada dataran aluvial.

Penambahan bangunan di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab lainnya yang sangat terkait dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Proses pemampatan ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan permukaan tanah.

Penurunan total tanah akibat beban adalah jumlah total penurunan segera (*immediate settlement*) dan penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*).

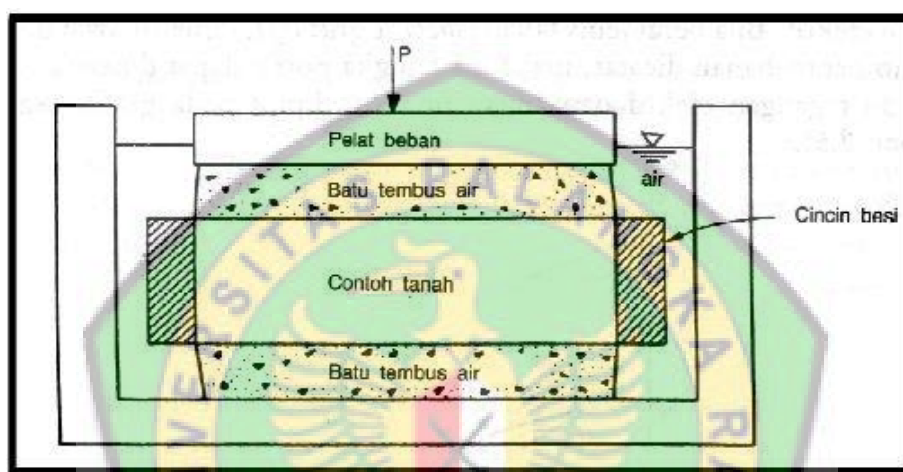
1. Penurunan konsolidasi yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menenpati pori-pori air tanah. Penurunan terjadi pada tanah berbutir halus yang terletak di bawah muka air tanah. Penurunan yang terjadi memerlukan waktu, yang lamanya tergantung pada kondisi lapisan tanah.
2. Penurunan segera yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Penurunan terjadi dengan segera sesudah beban bekerja.

## 2.7 Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. Karena permeabilitas yang rendah, proses ini membutuhkan waktu. Proses konsolidasi dapat diamati dengan pemasangan piezometer, untuk mencatat perubahan tekanan air pori dengan waktunya. Besarnya penurunan dapat diukur dengan berpedoman pada titik referensi ketinggian pada tempat tertentu.

### 2.7.1 Pengujian Konsolidasi

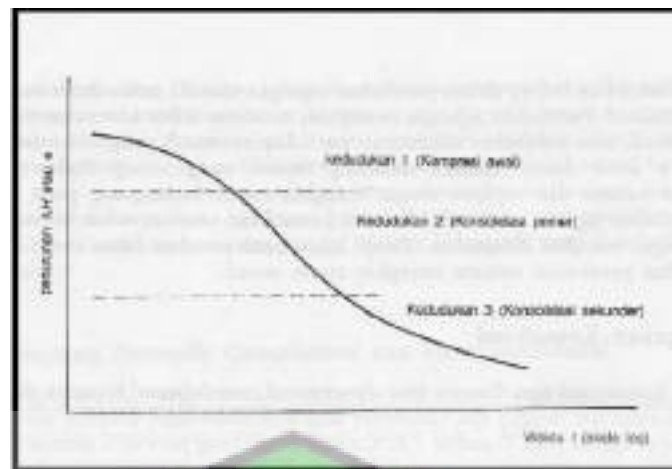
Pengujian konsolidasi satu dimensi (*one-dimensional consolidation*) biasanya dilakukan dilaboratorium dengan alat *oedometer* atau *konsolidometer*. Gambar skematik alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 . Contoh tanah yang mewakili elemen tanah yang mudah mampat pada lapisan tanah yang diselediki, dimasukkan secara hati-hati kedalam cincin besi. Bagian atas dan bawah dari benda uji dibatasi oleh batu tembus air (*porous stone*).



Gambar 2.3 Gambar skema alat pengujian konsolidasi

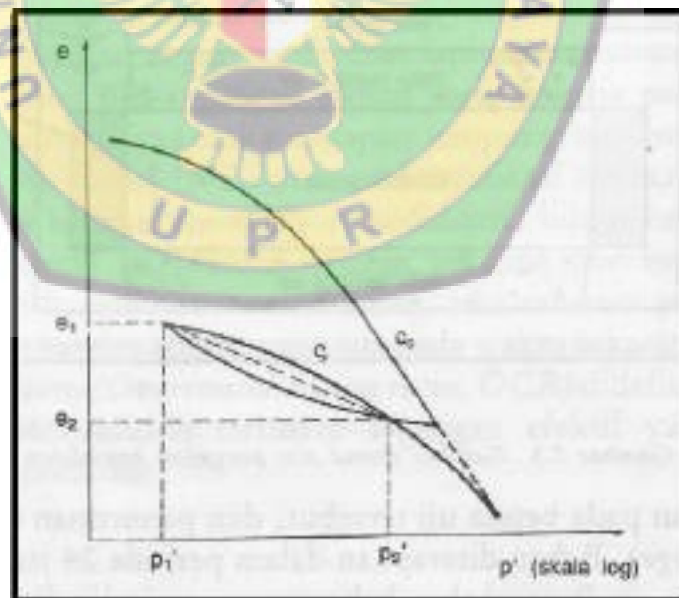
Beban  $P$  diterapkan pada benda uji tersebut, dan penurunan diukur dengan arloji pembacaan (*dial gauge*). Beban diterapkan dalam periode 24 jam, dengan benda uji tetap terendam dalam air. Penambahan beban secara periodik diterapkan pada contoh tanahnya. Penelitian oleh Leonard (1962) menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh jika penambahan beban adalah dua kali beban sebelumnya, dengan urutan besar beban 0,25; 0,50; 1; 2; 4; 8; 16 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk tiap penambahan beban, deformasi dan waktunya dicatat, kemudian diplot pada grafik semi logaritmis, Gambar 2.4 memperlihatkan sifat khusus dari grafik hubungan antara penurunan  $\Delta H$  dan logaritma waktu ( $\log t$ ). Kurva bagian atas (kedudukan 1). Merupakan bagian dari kompresi awal disebabkan oleh pembebanan awal dari benda uji. Bagian garis lurus

(kedudukan 2), menunjukkan proses konsolidasi primer. Bagian garis lurus terendah (kedudukan 3), menunjukkan proses konsolidasi sekunder.



Gambar 2.4 Sifat khusus grafik hubungan  $\Delta H$  terhadap  $\log t$

Untuk tiap penambahan beban selama pengujiannya, tegangan yang terjadi adalah tegangan efektif. Bila berat jenis tanah (*specific gravity*), dimensi awal dan penurunan pada tiap pembebanan dicatat, maka nilai angka pori ( $e$ ) dapat diperoleh. Selanjutnya hubungan tegangan efektif dan angka pori ( $e$ ) diplot pada grafik semi logaritmis.



Gambar 2.5 Sifat khusus grafik hubungan  $e$ - $\log p'$

## 2.7.2 Koefisien Pemampatan (*Coefficient of Compression*) ( $a_v$ ) dan Koefisien

### Perubahan Volume ( $m_v$ ) (*Coefficient of Volume Change*)

Koefisien pemampatan ( $a_v$ ) adalah koefisien yang menyatakan kemiringan kurva  $e-p$ . Jika tanah dengan volume  $V_1$  mampat sehingga volumenya menjadi  $V_2$ , dan mampatnya tanah dianggap hanya sebagai akibat pengurangan rongga pori, maka perubahan volume hanya dalam arah vertikal dapat dinyatakan oleh :

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{(1+e_2) - (1+e_1)}{1+e_1} = \frac{e_1 - e_2}{1+e_1} \quad (2-9)$$

Dengan :  $e_1$  = angka pori pada tegangan  $P_1$ '

$e_2$  = angka pori pada tegangan  $P_2$ '

$V_1$  = Volume pada tegangan  $P_1$ '

$V_2$  = Volume pada tegangan  $P_2$ '

Kemiringan kurva  $e-p$  ( $a_v$ ) didefinisikan sebagai :

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_1 - e_2}{p_2' - p_1'} \quad (2-10)$$

Koefisien perubahan volume ( $m_v$ ) didefinisikan sebagai perubahan volume persatuan penambahan tegangan efektif. Satuan dari  $m_v$  adalah kebalikan dari tegangan ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ). Perubahan volume dapat dinyatakan dengan perubahan ketebalan ataupun angka pori. Karena  $m_v$  adalah perubahan volume/satuan penambahan tegangan, maka :

$$m_v = \frac{a_v \Delta p}{1+e_1} \frac{1}{\Delta p} = \frac{a_v}{1+e_1} \quad (2-11)$$

Nilai  $m_v$  untuk tanah tertentu tidak konstan, tetapi tergantung dari besarnya tegangan yang ditinjau.

### 2.7.3 Indeks Pemampatan (Cc) (Compressioon Index)

Indeks pemampatan,  $C_c$  adalah kemiringan dari bagian garis lurus grafik  $e-\log p'$ . Untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik dalam Gambar 2.8.  $C_c$  dapat dinyatakan dalam persamaan :

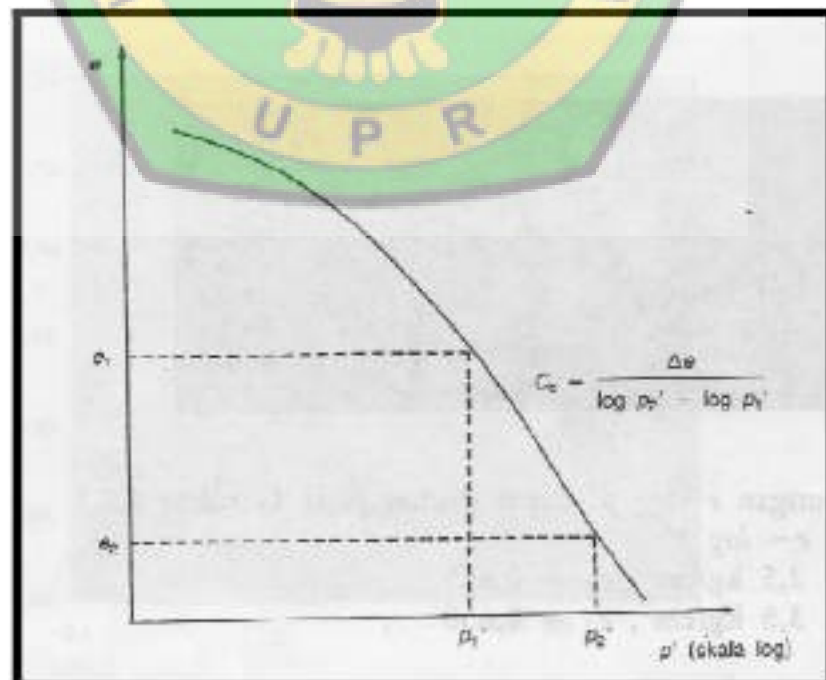
$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2' - \log p_1'} = \frac{\Delta e}{\log \frac{p_2'}{p_1'}} \quad (2-12)$$

Untuk tanah *normally consolidated*, Terzaghi dan Peck (1967) memberikan hubungan angka kompresi  $C_c$  sebagaib berikut:

$$C_c = 0,009 (LL - 10) \quad (2-13)$$

Dengan LL adalah batas cair (*liquid limit*). Persamaan ini dapat dipergunakan untuk tanah lempung tak organik yang mempunyai sensitivitas rendah sampai sedang dengan kesalahan 30% (rumus ini seharusnya tak diggunakan untuk sensitivitas lebih besar dari 4). Terzaghi dan Peck juga memberikan hubungan yang sama untuk tanah lempung,

$$C_c = 0,007 (LL - 10) \quad (2-14)$$



Gambar 2.6 Indeks pamampatan  $C_c$

Beberapa nilai  $C_c$ , yang didasarkan pada sifat-sifat tanah pada tempat-tempat tertentu yang diberikan oleh azzouz dkk, (1976) sebagai berikut :

$$C_c = 0,01 W_N \text{ (untuk lempung Chicago)} \quad (2-15)$$

$$C_c = 0,0046 (LL - 9) \text{ (untuk lempung Brasilia)} \quad (2-16)$$

$$C_c = 0,208 e_o + 0,0083 \text{ (untuk lempung Chicago)} \quad (2-17)$$

$$C_c = 0,0115 W_N \text{ (untuk tanah organik, gambut)} \quad (2-18)$$

Dengan  $W_N$  adalah kadar air asli (%) dan  $e_o$  adalah angka pori.

## 2.8 Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) (Coefficient of Consolidation)

Kecepatan penurunan dapat dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi  $C_v$ . Kecepatan penurunan perlu diperhitungkan bila penurunan konsolidasi yang terjadi pada suatu struktur diperkirakan sangat besar. Bila penurunan sangat kecil, kecepatan penurunan tidak begitu penting diperhatikan, karena penurunan yang terjadi sejalan dengan waktunya akan tidak menghasilkan perbedaan yang begitu besar.

### 2.8.1 Metode Kecocokan Log = Waktu (Log-Time Fitting method)

Prosedur untuk menentukan nilai koefisien konsolidasi  $C_v$  diberikan oleh Casagrande dan Fadum (1940). Cara ini sering disebut metode kecocokan log-waktu Casagrande (*Casagrande log-time fitting method*). Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Gambarkan grafik penurunan terhadap log waktu, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.9 untuk satu beban yang diterapkan.
2. Kedudukan titik awal kurva ditentukan dengan pengertian bahwa kurva awal mendekati parabol. Tentukan dua titik yaitu pada saat  $t_1$  (titik  $P$ ) dan saat  $4t_1$  (titik  $Q$ ). Selisih ordinat (jarak vertical) keduanya diukur, misalnya  $x$ . Kedudukan  $R =$

$R_o$  digambar dengan mengukur jarak  $x$  ke arah vertical di atas titik  $P$ . Untuk pengontrolan, ulangi dengan pasangan titik yang lain.

3. Titik  $U = 100\%$ , atau titik  $R_{100}$ , diperoleh dari titik potong dua bagian linier kurvanya, yaitu titik potong bagian garis lurus kurva konsolidasi primer dan sekunder.
4. Titik  $U = 50\%$ , ditentukan dengan  $R_{50} = (R_o + R_{100})/2$

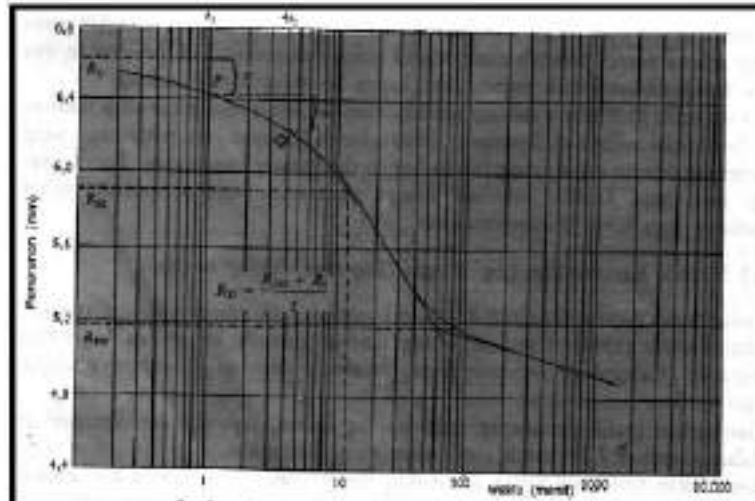
Dari sini diperoleh waktu  $t_{50}$ . Nilai  $T_v$  sehubungan dengan  $U = 50\%$  adalah 0,197.

Selanjutnya koefisien konsolidasi  $C_v$ , diberikan oleh persamaan:

$$C_v = \frac{0,197 H_t^2}{t_{50}} \quad (2-19)$$

Pada pengujian konsolidasi dengan drainasi atas dan bawah, nilai  $H_t$  diambil setengah dari tebal rata-rata benda uji pada beban tertentu. Jika temperatur rata-rata dari tanah asli di lapangan diketahui, dan ternyata terdapat perbedaan dengan temperature rata-rata pada waktu pengujian, koreksi nilai  $C_v$  harus diberikan.

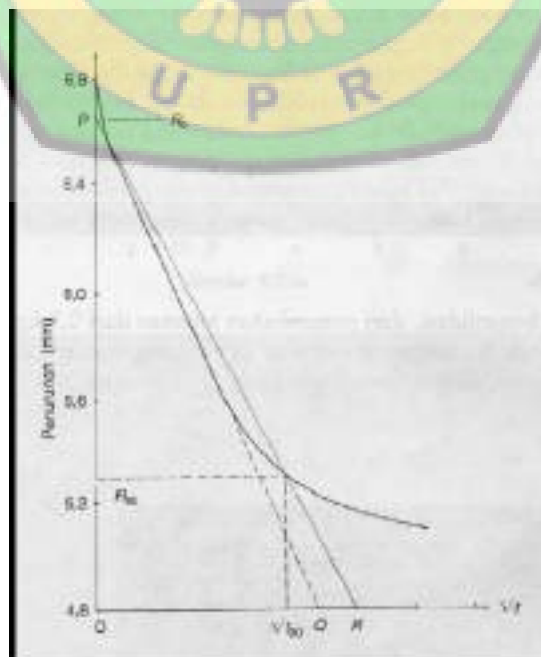
Terdapat beberapa hal di mana cara log-waktu Casagrande tidak dapat diterapkan. Jika konsolidasi sekunder begitu besar pada waktu fase konsolidasi primer selesai, mungkin tidak dapat terlihat dengan jelas dari patahnya grafik log waktu. Tipe kurvanya akan sangat tergantung pada nilai banding penambahan tekanan LIR (Leonard dan Altschaeffl, 1964). Jika  $R_{100}$  tidak dapat diidentifikasi dari grafik waktu vs. penurunan, salah satu pengukuran tekanan air pori atau cara lain untuk menginterpretasikan  $C_v$ , harus diadakan.



Gambar 2.7 Metode kecocokan log-waktu (*Casagrande, 1940*)

### 2.8.2 Metode Akar Waktu (*Square Root of Time Method*) (*Taylor, 1948*)

Penggunaan dari cara ini adalah dengan menggambarkan hasil pengujian konsolidasi pada grafik hubungan akar dari waktu vs. penurunannya (Gambar 2.10). Kurva teoritis yang terbentuk, biasanya linier sampai dengan kira-kira 60% konsolidasi. Karakteristik cara akar waktu ini, yaitu dengan menentukan  $U = 90\%$  konsolidasi, di mana  $U = 90\%$ , absis  $OR$  akan sama dengan 1,15 kali absis  $OQ$ . Prosedur untuk memperoleh derajat konsolidasi  $U = 90\%$ , adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Metode akar waktu (*Taylor, 1948*)

- a. Gambarkan grafik hubungan penurunan vs. akar waktu dari data hasil pengujian konsolidasi pada beban tertentu yang diterapkan.
- b. Titik  $U = Q$  diperoleh dengan memperpanjang garis dari bagian awal kurva yang lurus sehingga memotong ordinatnya di titik P dan memotong absis di titik Q. Anggapan kurva awal berupa garis lurus adalah konsisten dengan anggapan bahwa kurva awal berbentuk parabol.
- c. garis lurus  $PR$  digambar dengan absis  $OR$  sama dengan 1,15 kali absis  $OQ$ . Perpotongan dari  $PR$  dan kurvanya ditentukan titik  $R_{90}$  pada absis.
- d.  $T_v$  untuk  $U = 90\%$  adalah 0,848. Pada keadaan ini, koefisien konsolidasi  $C_v$  diberikan menurut persamaan :

$$C_v = \frac{0,848 H_t^2}{t_{90}} \quad (2-20)$$

Jika akan menghitung batas konsolidasi primer  $U = 100\%$ , titik  $R_{100}$  pada kurva dapat diperoleh dengan mempertimbangkan menurut perbandingan kedudukannya. Seperti dalam penggambaran kurva log-waktu, gambar kurva akar waktu yang terjadi memanjang melampaui titik 100% ke dalam daerah konsolidasi sekunder. Metode akar waktu membutuhkan pembacaan penurunan (kompresi) dalam periode waktu yang lebih pendek dibandingkan dengan metode log-waktu. Tetapi kedudukan garis lurus tidak selalu diperoleh dari penggambaran metode akar waktu. Dalam hal menemui kasus demikian, metode log-waktu seharusnya digunakan.

## 2.11 Pengujian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, maka pada sub bab ini akan dipaparkan hasil penelitian terdahulu yang pernah dilaksanakan sekaligus menghindari duplikasi. Hasil penelitian yang pernah dilakukan pada halaman selanjutnya.

## 1. Pengaruh Derajat Kejenuhan Tanah Lempung Terhadap Perilaku Penurunan Tanah

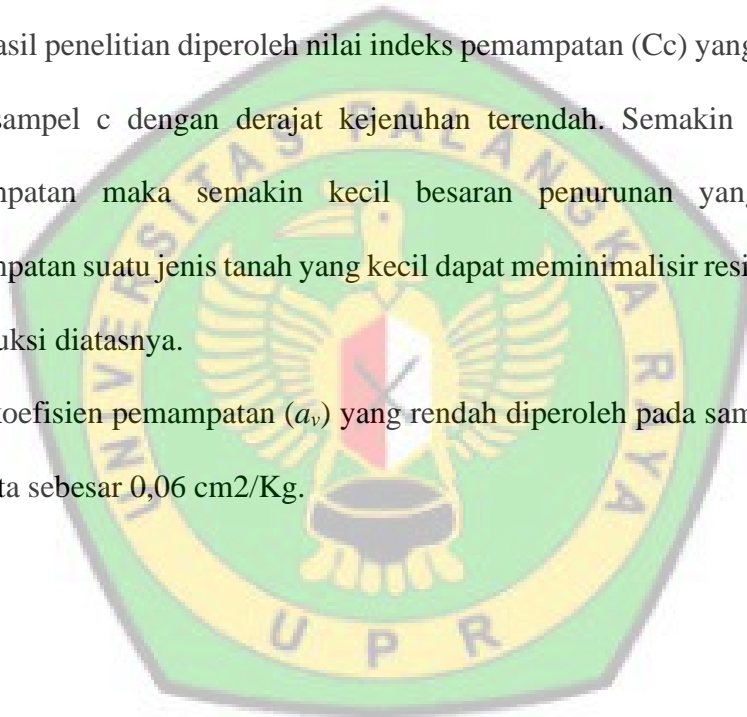
Penelitian ini dilakukan oleh M. Anwar Inderawan Ari (2014) dengan pokok bahasan yang diteliti “Pengaruh Derajat Kejenuhan Tanah Lempung Terhadap Perilaku Penurunan Tanah”. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui pola grafik penurunan tanah yang diberi pembebanan.
- 2) Untuk mengetahui perbandingan nilai  $C_c$  (indeks pemampatan),  $C_v$  (koefisien konsolidasi),  $a_v$  (koefisien pemampatan) dan  $t_{90}$  pada saat pembebanan dengan derajat kejenuhan sampel yang berbeda.
- 3) Untuk memberikan gambaran tentang pengaruh derajat kejenuhan terhadap penurunan tanah.

Adapun hasil penelitian ini adalah :

- 1) Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Daerah Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur termasuk dalam kategori tanah lempung lunak plastisitas tinggi dengan nilai *Plasticity Index* yang tinggi  $> 11\%$ . Berdasarkan klasifikasi tanah menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah ini termasuk ke dalam kelompok CH yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*fat clays*).
- 2) Dari hasil pengujian pemadatan standar untuk masing-masing sampel dengan derajat kejenuhan berbeda, untuk Sampel A dengan Kadar Air Optimum 32% didapat nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 50,80%, Sampel B dengan Kadar Air Optimum 37% didapat nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 62,42%, Sampel C dengan Kadar Air Optimum 27% didapat nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 45%.

- 3) Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium nilai kecepatan waktu konsolidasi diperoleh dari grafik hubungan penurunan dengan waktu (akar waktu) dan dari grafik ini waktu untuk mencapai konsolidasi 90% ( $T_{90}$ ) dapat ditentukan.
- 4) Dari hasil penelitian diperoleh nilai koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) yang tercepat terdapat pada sampel c dengan derajat kejenuhan terendah. Koefisien konsolidasi adalah koefisien yang menyatakan kecepatan proses konsolidasi pada suatu sampel tanah. Semakin besar nilai koefisien ini, maka semakin cepat pula proses konsolidasi terjadi dan semakin cepat tanah mencapai lapisan stabil atau keras.
- 5) Dari hasil penelitian diperoleh nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) yang terendah terdapat pada sampel c dengan derajat kejenuhan terendah. Semakin kecil nilai indeks pemampatan maka semakin kecil besaran penurunan yang terjadi. Proses pemampatan suatu jenis tanah yang kecil dapat meminimalisir resiko kerusakan pada konstruksi di atasnya.
- 6) Nilai koefisien pemampatan ( $a_v$ ) yang rendah diperoleh pada sampel c dengan nilai rata-rata sebesar  $0,06 \text{ cm}^2/\text{Kg}$ .



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Studi Literatur**

Tahapan yang dilakukan sebelum atau selama Penelitian berlangsung. Literatur yang digunakan sebagai acuan tidak hanya sebatas buku namun dapat pula bahan-bahan lain misalnya artikel, tulisan ilmiah, data perusahaan dan internet ataupun informasi dari kegiatan di lapangan yang sebelumnya pernah dilakukan.

#### **3.2 Metode Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel tanah lempung dilakukan dengan *hand boring* sampai pada kedalaman dangkal (3 m). Bor yang digunakan adalah bor jenis Iwan (Iwan Auger)

#### **3.3 Tahap Pengujian di Laboratorium**

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam dua tahap. Pertama adalah pengujian sifat fisik dan kedua pengujian konsolidasi tanah lempung. Tahap pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

##### **3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah**

###### **1. Pengujian kadar air**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen.

Bahan - bahan:

- 1) Sampel tanah yang akan diuji sebanyak 2 sampel
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan:

- 1) Cawan aluminium

2) Neraca atau timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

3) Oven

Perhitungan :

- Berat air ( $W_w$ )  $= W_{cs} - W_{ds}$  (3-1)

- Berat tanah kering ( $W_s$ )  $= W_{ds} - W_c$  (3-2)

- Kadar air ( $\omega$ )  $= \frac{W_s}{W_w} \times 100\%$  (3-3)

Dimana:

$W_c$  = Berat cawan yang akan digunakan

$W_{cs}$  = Berat benda uji + cawan

$W_{ds}$  = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven.

## 2. Berat Volume (*Unit Weight*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan Antara berat tanah dengan volume tanah.

Bahan-bahan : Sampel tanah

Peralatan : Ring contoh, Pisau. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

Perhitungan:

1) Berat ring ( $W_c$ ).

2) Volume ring bagian dalam ( $V$ ).

3) Berat ring dan tanah ( $W_{cs}$ ).

4) Berat tanah ( $W$ )  $= W_{cs} - W_c$  (3-4)

5) Berat Volume ( $\gamma$ )  $= \frac{W}{V}$  (gr/cm<sup>3</sup> atau t/m<sup>3</sup>) (3-5)

### 3. Berat jenis

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

Bahan-bahan :

- 1) Sampel tanah lempung seberat 30 – 50 gram sebanyak 2 sampel.
- 2) Air Suling.

Peralatan :

- 1) Labu Ukur / picnometer.
- 2) *Thermometer* dengan ketelitian 0,01 ° C.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4) *Boiler* (tungku pemanas) atau *Hot plate*.

Perhitungan :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (3-5)$$

Dimana :  $G_s$  = Berat jenis

$W_1$  = Berat picnometer (gram)

$W_2$  = Berat picnometer dan tanah kering (gram).

$W_3$  = Berat picnometer, tanah dan air (gram)

$W_4$  = Berat picnometer dan air bersih (gram)

### 4. Batas-batas Atterberg

#### a. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat.

Bahan-bahan :

- 1) Sampel tanah sebanyak 100 gram yang telah dikeringkan.
- 2) Air bersih atau suling sebanyak 50 cc.

Peralatan :

- 1) Plat kaca.
- 2) Spatula.
- 3) Gelas ukur 100 cc.
- 4) *Container* 3 buah.
- 5) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 6) *Oven*.

Perhitungan :

- 1) Nilai batas plastik (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji
- 2) Plastik Indek (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus:

$$PI = LL - PL$$

(3-6)

#### b. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair.

Bahan-bahan :

- 1) Sampel tanah yang telah dikeringkan di udara atau oven.
- 2) Air bersih atau air suling sebanyak 300 cc.

Peralatan :

- 1) Alat batas cair (mangkuk *cassagrande*).
- 2) Alat pembuat alur (grooving tool) ASTM untuk tanah yang lebih plastis.
- 3) Spatula.

- 4) Gelas ukur 100 cc.
- 5) *Container* 4 buah.
- 6) Plat kaca.
- 7) Porselin dish (mangkuk porselin)
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 9) *Oven*.

Perhitungan :

- 1) Menghitung kadar air ( $w$ ) masing-masing sampel sesuai dengan jumlah ketukan
- 2) Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu  $x$  sebagai jumlah pukulan dan sumbu  $y$  sebagai kadar air.
- 3) Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
- 4) Menentukan nilai batas cair pada ketukan ke-25 atau  $x = \log 25$

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

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (*gradasi*) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 ( $\emptyset$  0,075 mm).

Bahan-bahan :

- 1) Tanah asli yang telah dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram.
- 2) Air bersih atau air suling 1500 cc.

Peralatan :

- 1) Saringan (*sieve*) 1 set.
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Mesin pengetar (*sieve shaker*).

- 4) Kuas halus.
- 5) Oven.
- 6) Pan.

Perhitungan :

- 1) Berat masing-masing saringan ( $W_{ci}$ ).
- 2) Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan ( $W_{bi}$ ).
- 3) Berat tanah yang tertahan ( $W_{ai}$ ) =  $W_{bi} - W_{ci}$ . (3-7)
- 4) Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ( $\sum W_{ai} \approx W_{tot.}$ ).
- 5) Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan ( $P_i$ )

$$P_i = \left( \frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{total}} \right) \times 100\% \quad (3-8)$$

- 6) Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan ( $q$ ):

$$q_i = 100\% - P_i\% \quad (3-9)$$

$$q (I + 1) = q_i - P_i (i + 1) \quad (3-10)$$

Dimana :  $i = 1$  (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan nomor 200).

## 6. Uji Hidrometer

Tujuan pengujian analisis hidrometer adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang lolos saringan No. 200 ( $\emptyset$  0,075 mm).

Bahan-bahan:

- 1) 50 gram sampel tanah
- 2) Air suling
- 3) Campuran Calgon

Peralatan yang diperlukan:

- 1) Silinder pengendap
- 2) Oven
- 3) Gelas ukur

Perhitungan:

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} \times D^2 \quad (3-11)$$

$$D = \sqrt{\frac{30\eta}{(G_s - 1)\gamma_w}} \times \sqrt{\frac{L \text{ (cm)}}{t \text{ (menit)}}} \quad (3-12)$$

Dimana:  $v$  = Kecepatan mengendap

$\gamma_s$  = Berat volume partikel tanah

$\gamma_w$  = Berat volume air

$\eta$  = Kekentalan air

$D$  = Diameter partikel tanah

$G_s$  = Berat jenis

$K$  = fungsi dari  $G_s$  yang tergantung temperatur uji

$T$  = waktu pengendapan

### 3.4.2 Pengujian Konsolidasi

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan (perubahan volume) suatu jenis tanah pada saat menerima beban tertentu.

Bahan-bahan:

- 1) Sampel tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil melalui tabung contoh atau sumur percobaan.
- 2) Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan:

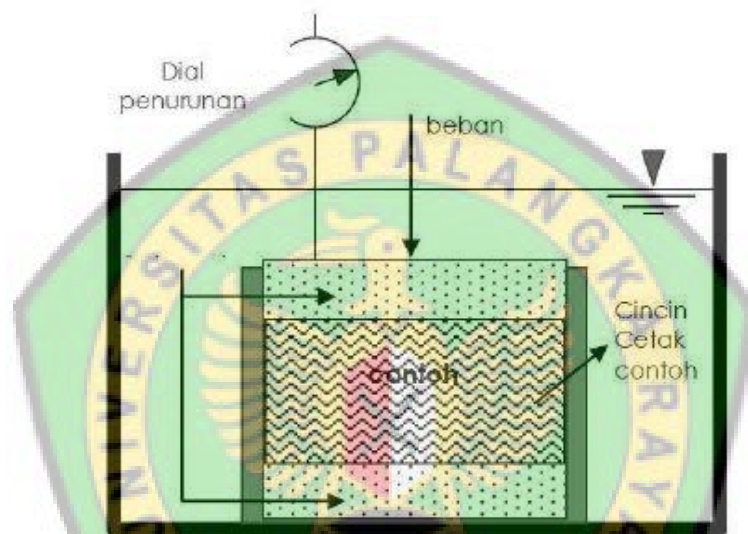
- 1) Frame alat konsolidasi dan Consolidometer
- 2) Cincin (cetakan) benda uji.

- 3) *Extruder*
- 4) Batu pori dan bola baja
- 5) Piringan (plat penekan)
- 6) *Stopwatch*
- 7) Dial deformasi
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 9) Pisau pemotong dan Oven

### 3.5 Prosedur Pengujian Utama

- 1) Pengujian sifat fisik tanah yaitu pengujian :
  - a. Kadar Air
  - b. Berat Jenis
  - c. Berat Volume
  - d. Analisa Saringan
  - e. Batas Plastis
  - f. Batas Cair
  - g. Hidrometer
- 2) Membuat sampel tanah berdasarkan pencampuran tanah asli dengan kadar air yang berbeda. Adapun pembagian sampel yaitu Variasi 1 dengan kadar air 35%, Variasi 2 dengan kadar air 30%, dan Variasi 3 dengan kadar air 25% dari berat tanah.
- 3) Prosedur Pengujian Utama Konsolidasi  
Langkah-langkah prosedur pengujian konsolidasi, antara lain :
  - a. Memasukkan sampel tanah yang sudah dicampur dengan air ke dalam cetakan benda uji sampel tanah sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.
  - b. Setelah sampel dicetak di cetakan benda uji tersebut, lalu melakukan penyusunan modul ke dalam sel konsolidasi dengan urutan yang dari bawah :

- Batu pori
- Kertas pori
- Sampel tanah dalam ring
- Kertas Pori
- Batu porous
- Silinder tembaga yang berfungsi meratakan beban
- Penahan dengan 3 mur



**Gambar 3.1** Susunan Modul Uji Konsolidasi

- c. Mencatat pembacaan awal tanpa di isi air dan berikan beban awal kemudian diamkan selama 24 jam. Besarnya beban awal adalah :

$$P_o = \gamma_w \cdot h \cdot V_o \quad (3-13)$$

Dimana :  $\gamma_w$  = Berat isi basah

$h$  = Kedalaman pengambilan tanah

$V_o$  = Volume sampel tanah

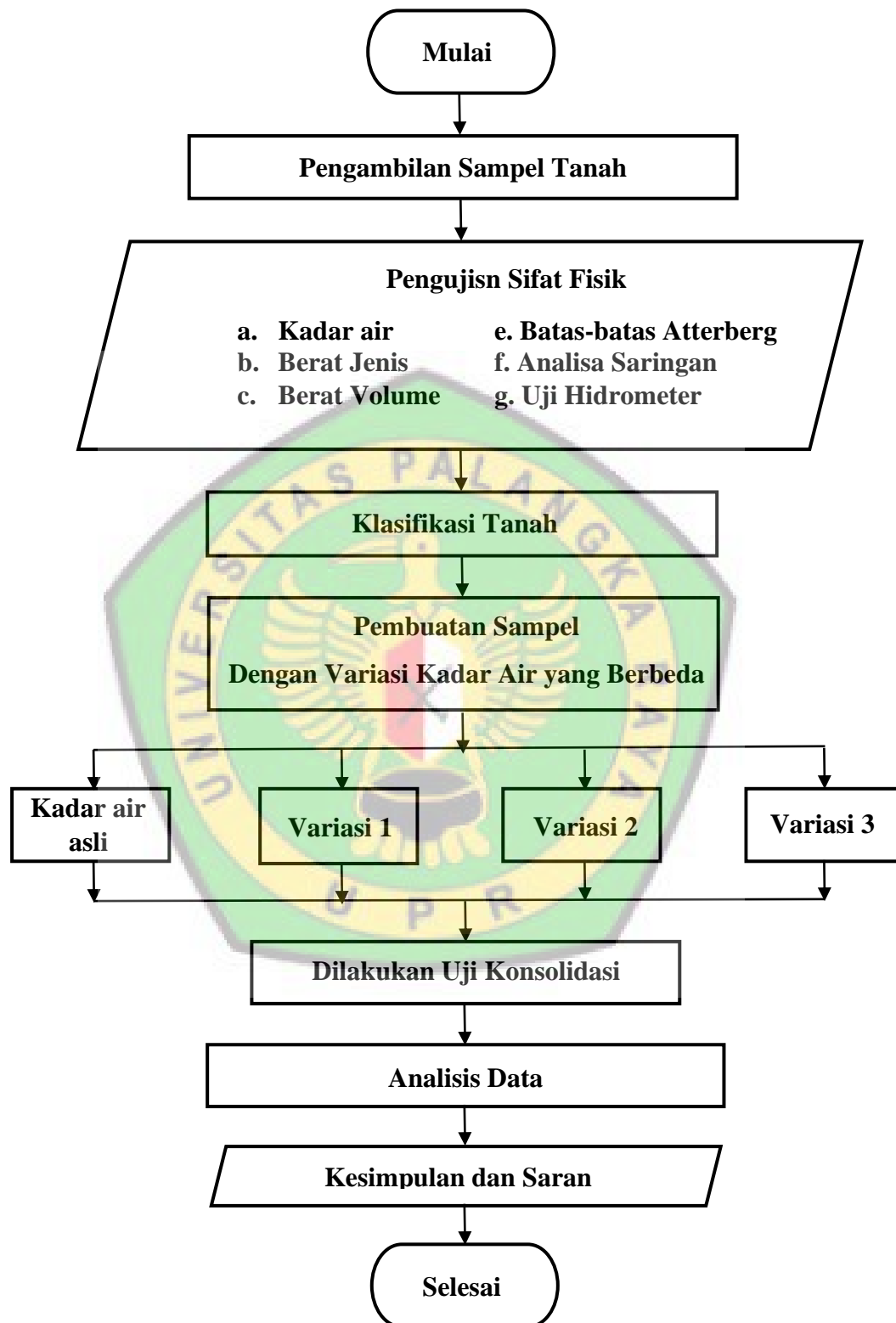
- d. Setelah 24 jam baca pembacaan pada dial dengan *loading* sebesar 1 kg, kemudian dilakukan pencatatan. Pembacaan dilakukan pada interval waktu 0", 9,6", 38", 1', 2', 25', 4', 9', 16', 25', 36', 49', 64' dan 24 jam.

- e. Kemudian mengulang kembali langkah d untuk masing-masing pembebanan 2 kg, 4 kg, 8 kg, 16 kg dengan interval waktu 24 jam dan dilakukannya pencatatan pada saat pembacaan dial.
- f. Setelah melakukan pembacaan pada pembebanan 1, 2, 4, 8, 16 kg, kemudian melakukan pembacaan pengembangan.
- g. Pengembangan awal yaitu dengan melepas beban hingga tersisa beban seberat 8 kg, kemudian melakukan pembacaan dial pada interval waktu 0", 9,6", 38", 1', 2', 25', 4', 9', 16', 25', 36', 49', 64' dan 24 jam.
- h. Kemudian mengulang kembali langkah g untuk pembacaan pengembangan dengan berat 4, 2, 1 kg.
- i. Mengeluarkan sampel tanah uji dari alat konsolidasi lalu dilakukannya penimbangan dan memasukkan ke dalam oven untuk mendapatkan berat kering sampel ( $W_d$ ) sehingga dapat ditentukan kadar airnya

### 3.6 Prosedur Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan dengan metode eksperimental. Pada pengujian sifat fisik tanah sebelumnya diketahui bahwa kadar air tanah tergolong tinggi. Berdasarkan hal tersebut pada pengujian konsolidasi ini sampel tanah dibuat dengan variasi presentase kadar air berada dibawah kadar air tanah asli. Setelah sampel tanah lempung yang sudah kering oven dicampur dengan kadar air yang diinginkan, yaitu dalam penelitian ini campuran air sebanyak 35% dari berat tanah, 30% dari berat tanah, dan 25% dari berat tanah, sampel tanah yang sudah dicampur dengan kadar air yang ditargetkan kemudian dimasukkan kedalam tabung dan didiamkan selama 3 hari baru kemudian dilakukan pengujian konsolidasi.

### 3.7 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap tanah lempung Desa Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Dari pengujian sifat fisik tanah didapat kadar air tanah ( $w$ ) sebesar 40,17%, berat isi tanah kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 1,19 gr/cm<sup>3</sup>, angka pori ( $e$ ) sebesar 1,28, porositas tanah ( $n$ ) sebesar 0,561 dan derajat kejenuhan tanah ( $S_r$ ) sebesar 85%, berat jenis tanah ( $G_s$ ) sebesar 2,7. Batas cair tanah ( $LL$ ) sebesar 39,7%, batas plastisitas tanah ( $PL$ ) sebesar 22,5%. Batas susut tanah ( $SL$ ) sebesar 13,81% dan indeks plastisitas ( $PI$ ) sebesar 17,19%. Tanah yang lolos saringan no.200 sebesar 51,58%. Berdasarkan Klasifikasi AAHSTO tanah masuk dalam kelompok A-6 (6) atau tanah lanau-lempung, sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS tanah masuk dalam kelompok CL atau lempung dengan plastisitas rendah.
2. Dari pengujian konsolidasi terhadap tanah asli didapat besarnya nilai koefisien konsolidasi pada saat  $t_{90}$  ( $C_{v_{t_{90}}}$ ) adalah 0,0719 cm<sup>2</sup>/menit, nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 0,29466, adapun nilai koefisien pemampatannya sebesar 0,9447 cm<sup>2</sup>/menit dan penurunan ( $S_c$ ) yang terjadi sebesar 0,1864 cm
  - a. Dari pengujian konsolidasi dengan kadar air yang telah divariasikan didapat bahwa pengaliran air pori ( $C_v$ ) tercepat terjadi pada sampel dengan variasi kadar air 30% yaitu sebesar 0,0818 cm<sup>2</sup>/menit.

- b. Nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) terbesar terdapat pada sampel tanah asli yaitu 0,29466 dan nilai indeks pemampatan terendah terdapat pada sampel dengan kadar air paling kecil yaitu 25% dengan  $C_c$  sebesar 0,16816 .
  - c. Pada tanah asli terjadi penurunan sekitar 16% atau 0,186 cm. Pada sampel variasi kadar air 35% besar penurunan yang terjadi yaitu sekitar 14% atau 0,1677 cm. Pada sampel dengan variasi kadar air 30% besar penurunan yang terjadi sekitar 12% atau 0,1414 cm. Pada sampel dengan variasi kadar air 25% besar penurunan yang terjadi yaitu sekitar 10% atau 0,1174 cm.
3. Dari penelitian ini dapat disimpulkan pengurangan atau penambahan kadar air sebesar 5% dapat mengakibatkan besarnya nilai penurunan turun atau naik sekitar 2%. Maka dapat dibuat perbandingan presentase kadar air dengan presentase besar penurunan adalah 1 : 0,4
  4. semakin tinggi presentase kadar air maka nilai kompresinya akan semakin besar, sehingga penurunan yang terjadi juga akan membesar, dan semakin kecil nilai kompresi maka semakin kecil penurunan yang akan terjadi.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan pengujian tanah lempung desa Bukit rawi ini antara lain

1. Baiknya ketika melakukan penelitian agar lebih hati-hati dalam menggunakan alat supaya tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan dial karena alat pengujian konsolidasi sangat sensitif terhadap getaran
2. Pada saat penelitian sebaiknya membawa teman yang dapat membantu Ketika pembacaan dial pada pengujian konsolidasi

3. Untuk meningkatkan ketelitian ada baiknya jika dilakukan penelitian lebih lanjut tentang seberapa besar pengaruh kadar air dengan sampel yang lebih bervariasi misal dengan penambahan bahan atau lebih banyak variasi penambahan kadar airnya, juga dapat uji kuat gesernya



## DAFTAR PUSTAKA

- Ari, M. A. Inderawan. 2014. Pengaruh Derajat Kejenuhan Tanah Lempung Terhadap Perilaku Penurunan Tanah. Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Bowles, J E. 1984. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J E. 1991. Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Budi, Gogot Setyo. 2011. Pengujian Tanah di Laboratorium. Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 1992. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 2002. *Mekanika Tanah I (edisi III)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Panduan Praktikum Mekanika Tanah II. 2018. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Nakazawa, K., Sosrodarsono, S, 1983. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Pradya Paramita, Jakarta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.