

PENGARUH CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG

SKRIPSI

Disusun Oleh :

Yudha Septiawan Lubis

14.811.0059



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/2/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/2/21

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP
KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG

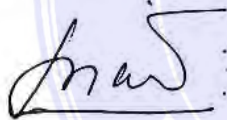
Diajukan sebagai salah satu Syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu Teknik
Universitas Medan Area

YUDHA SEPTIAWAN LUBIS

14.811.0059

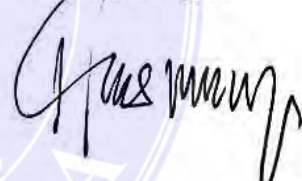
Disetujui oleh :

Pembimbing I



(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)


Pembimbing II



(Ir. Amsuardiman, MT)

Mengetahui :

Dekan


(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Ka. Prodi Teknik Sipil


(Ir. Normaidah, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/2/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/2/21

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini

Medan, Februari 2020



Yudha Septiawan lubis
14.811.0059

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YUDHA SEPTIAWAN LUBIS
NPM : 148110059
Program Studi : SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Jenis karya : ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis~~

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : PENGARUH CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : MEDAN

Pada tanggal : 16 September 2020

Yang menyatakan



(YUDHA SEPTIAWAN LUBIS)

ABSTRAK

Salah satu kekuatan atau kekokohan suatu konstruksi ditentukan oleh kekuatan dan kualitas tanah yang digunakan. Namun tidak semua tanah yang mempunyai daya dukung yang sesuai. Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan. Apabila suatu tanah yang akan digunakan tidak memiliki sifat-sifat yang disyaratkan untuk suatu tujuan tertentu maka tanah harus diperbaiki. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengenai bagaimana pengaruh campuran arang tempurung kelapa terhadap nilai konsolidasi LL, PL, PI, Cv, dan Cc sebagai stabilisasi tanah lempung. Tujuan dari perbaikan tanah yang dilakukan pada penelitian ini perbaikan tanah untuk mendapatkan nilai Batas Cair (LL), Batas Plastis (PL), serta Indeks Plastis (PI), Indeks pemampatan (Cc) dan koefisien Konsolidasi (Cv) yang menggunakan alat konsolidasi. Nilai Indeks pemampatan (Cc) dan koefisien Konsolidasi (Cv) didapat dengan menggunakan uji konsolidasi. Hasil dari pengujian campuran 0%,2%,4%,6%,8% Indeks Plastis tanah dapat diambil kesimpulan pada campuran 6% adalah hasil yg paling tinggi sebesar 19,98. Sedangkan untuk 8% terjadi penurunan. Uji konsolidasi menggunakan campuran arang tempurung kelapa dengan persentase campuran 0%,2%,4%,6%,8%.Tanah lempung yang telah dilakukan proses perbaikan tanah menggunakan campuran arang tempurung kelapa menunjukkan bahwa nilai indeks pemampatan (Cc) terendah pada campuran 6% sebesar 0,193 dan nilai indek pemampatan kembali (Cr) terendah pada 0% sebesar 0,00074.

Kata - kata kunci : Tanah lempung, Indeks pemampatan (Cc), Indeks Pemampatan kembali (Cr), Koefisien Konsolidasi (Cv)

ABSTRACT

One strength or robustness of a construction is determined by the strength and quality of the land used. However, not all lands have suitable carrying capacity. Land is one of the construction materials that is directly available in the field. If a land that is to be used does not have the characteristics required for a particular purpose, the land must be repaired. The formulation of the problem in this study is about how the influence of the coconut shell charcoal mixture on the consolidated values of LL, PL, PI, Cv, and Cc as clay stabilization. The purpose of soil improvement carried out in this study is soil improvement to get the value of Liquid Boundary (LL), Plastic Boundary (PL), and Plastic Index (PI), compression index (Cc) and Consolidation coefficient (Cv) using consolidation tools. Compression index (Cc) and Consolidation coefficient (Cv) values are obtained using a consolidation test. The results of testing the mixture of 0%, 2%, 4%, 6%, 8% plastic soil index can be concluded that the mixture of 6% is the highest yield of 19.98. Whereas 8% decreased. Consolidation test using a mixture of coconut shell charcoal with a percentage of 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Clay soil that has been carried out the process of soil improvement using a mixture of coconut shell charcoal shows that the lowest compressive index (Cc) value in the mixture 6 % of 0.193 and the lowest compression value (Cr) at 0% of 0,00074.

Key words: Clay Soil, Compression Index (Cc), Refraction Index (Cr), Consolidation Coefficient (Cv)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya telah member pengetahuan, kekuatan dan kesempatan kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan persyaratan bagi penulis untuk melaksanakan Sidang Sarjana di Universitas Medan Area Khususnya Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil. Dalam penulisan ini, Penulis mengambil judul, “Pengaruh Campuran Arang Tempurung Kelapa Terhadap Konsolidasi Pada Tanah Lempung”. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna, baik dalam penulisan maupun isinya. Hal ini disebabkan karena keberadaan penulis yang masih perlu arahan dan bimbingan, untuk itu penulis menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Dalam kesempatan ini penulis mendedikasikan skripsi ini kepada kedua orangtua saya, yang telah menjadi inspirasi saya dan menjalani kehidupan ini sampai saya bisa menyelesaikan perkuliahan ini dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil. Dan tak lupa saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ayah saya Hamdan Lubis dan Mama saya Nuraidah yang mendidik dan memberikan selalu dukungan moril dan materil dari segala keadaan dalam penyelesaian skripsi ini. Dan tidak lupa pula saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng,Msc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Nuril Mahda Rangkuti,MT, selaku dosen pembimbing I dan
5. Bapak Ir. Amsuardiman,MT, selaku dosen pembimbing II, yang membimbing saya dengan penuh pengertian, kesabaran, dan sangat memberikan masukan serta bersedia meluangkan waktu dalam memotivasi, membimbing, membantu serta mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat selesai dalam waktui yang diharapkan penulis.

Penulis,

Yudha Septiawan Lubis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang Masalah	1
1.2.Maksud dan Tujuan	2
1.3.Rumusan Masalah	2
1.4.Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanah	4
1. Pengertian Tanah	4
2. Klasifikasi Tanah	5
2.2.Lempung	22
a. Pengertian Lempung	22
b. Sifat Mineral Lempung	22

2.3. Tanah lempung/tanah liat	24
1. Proses Terbentuknya Tanah Liat	25
2. Ciri- ciri atau Karakteristik Tanah Liat	25
3. Jenis-Jenis Tanah liat.....	27
2.4. Stabilitas Tanah	29
2.5. Sifat Fisis Tanah	31
a. Angka pori (void ratio)	32
b. Porositas (porosity).....	32
c. Kadar air (Water content)	32
d. Derajat kejenuhan (degree of saturation)	32
e. Berat jenis (specific gravity)	33
f. Kerapatan Massa (Density)	34
g. Kadar udara, Ar	36
h. Berat satuan volume (unit weight)	37
2.6. Sifat Mekanis Tanah.....	37
2.7. Konsolidasi	39
2.8. Tempurung Kelapa	45
2.9. Arang Tempurung Kelapa	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1. Lokasi Pengambilan Sampel	47
3.2. Lokasi Penelitian	47
3.3. Waktu Penelitian	47

3.4. Bagan Alur penelitian	48
3.5. Alat dan Bahan	49
1. Alat	49
2. Bahan	54
3.6. Tahapan Penelitian	55
1. Kadar air (<i>water content analysis</i>).....	55
2. Berat jenis (<i>specific gravity</i>) tanah asli	57
3. Analisa Saringan (<i>Grain Size Analysis</i>).....	59
4. Batas-batas Atterberg (<i>Atterberg limits</i>)	59
5. Uji Konsolidasi (<i>consolidation test</i>)	62
BAB IV PEMBAHASAN	66
4.1. Sifat fisis tanah	66
1. Kadar air (<i>water content analysis</i>)	66
2. Berat jenis (<i>specific gravity</i>) tanah asli	66
3. Analisa Saringan (<i>Grain Size Analysis</i>)	66
4.2. Uji Sifat Mekanis Tanah Asli dan Campuran	68
1. Batas-batas Atterberg (<i>Atterberg limits</i>).....	68
2. Uji Konsolidasi (<i>consolidation test</i>).....	71
LAMPIRAN DATA - DATA	73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	148
5.1. KESIMPULAN	148
5.2. SARAN	149
DAFTAR PUSTAKA	150
DOKUMENTASI PENELITIAN	151



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO)	11
Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Unfied	17
Tabel 2.3. Sistem Klasifikasi Unfied (lanjutan)	18
Tabel 2.4. Perbandingan system AASHTO dengan Sistem Unfied (lanjutan)	20
Tabel 2.5. Perbandingan system AASHTO dengan Sistem Unfied	21
Tabel 2.6. Nilai Khas Aktivitas Mineral Lempung	23
Tabel 2.7. Nilai khas berat jenis Gs partikel tanah a	33
Tabel 2.8. Nilai khas berat jenis Gs partikel tanah b	34
Tabel 2.9. Beberapa Sifat fisis Khas Tanah (terzaghi and peck, 1967)	36
Tabel 3.1. Ketelitian ukuran butiran tanah	56
Tabel 4.1. Analisa Saringan	67
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Batas Cair (LL)	69
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Batas Plastis (PL)	70
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Indeks Plastis (PI)	71
Tabel 4.5. Indeks pemampatan dan indeks pemampatan kembali	72
Tabel 4.6. Koefisien Konsolidasi	72
Tabel 4.7. Hasil Kadar air tanah	74
Tabel 4.8.. Berat jenis tanah	75
Tabel 4.9..Hasil Uji lolos saringan tanah	76

Tabel 4.10. Hasil Uji lolos saringan arang	77
Tabel 4.11. Hasil Batas Cair 0% (LL)	78
Tabel 4.12. Hasil Batas Cair 2% (LL)	79
Tabel 4.13. Hasil Batas Cair 4% (LL)	80
Tabel 4.14. Hasil Batas Cair 6% (LL)	81
Tabel 4.15. Hasil Batas Cair 8% (LL)	82
Tabel 4.16. Hasil Batas Plastis 0% (PL)	83
Tabel 4.17. Hasil Batas Plastis 2% (PL)	84
Tabel 4.18. Hasil Batas Plastis 4% (PL)	85
Tabel 4.19. Hasil Batas Plastis 6% (PL)	86
Tabel 4.20. Hasil Batas Plastis 8% (PL)	87
Tabel 4.21. Hasil Indeks Plastis (PI)	87
Tabel 4.22. Pengujian Konsolidasi 0%	88
Tabel 4.23. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg	89
Tabel 4.24. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg	91
Tabel 4.25. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg	93
Tabel 4.26. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg	95
Tabel 4.27. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t90}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (Cv) dan Angka Pori)	97
Tabel 4.28. Hasil Pengujian Konsolidasi 2%	100
Tabel 4.29. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg	101

Tabel 4.30. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg	103
Tabel 4.31. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg	105
Tabel 4.32. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg	107
Tabel 4.33. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)	109
Tabel 4.34. Hasil Pengujian Konsolidasi 4%	112
Tabel 4.35. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg	113
Tabel 4.36. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg	115
Tabel 4.37. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg	117
Tabel 4.38. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg	119
Tabel 4.39. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)	121
Tabel 4.40. Hasil Pengujian Konsolidasi 6%	124
Tabel 4.41. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg	125
Tabel 4.42. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg	127
Tabel 4.43. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg	129
Tabel 4.44. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg	131
Tabel 4.45. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)	133
Tabel 4.46. Hasil Pengujian Konsolidasi 8%	136
Tabel 4.47. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg	137

Tabel 4.48. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg	139
Tabel 4.49. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg	141
Tabel 4.50. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg	143
Tabel 4.51. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t90}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (Cv) dan Angka Pori)	145

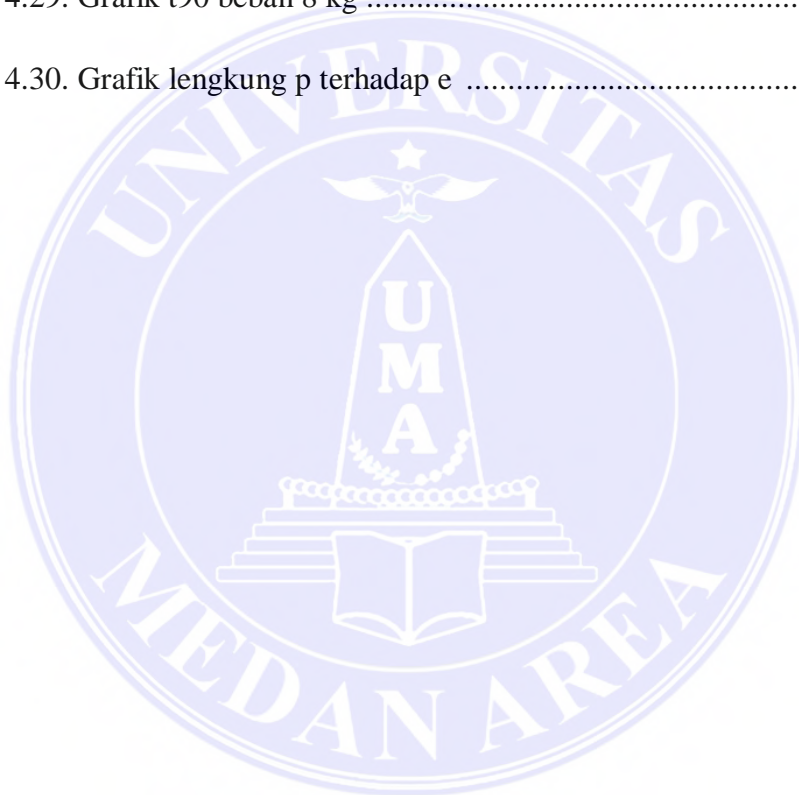


DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1. Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA).....	6
Gambar 2.2 : Rentang (reng) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam	12
Gambar 3.1. Bagan Alur penelitian	48
Gambar 3.2. Ayakan	49
Gambar 3.3. Cawan	50
Gambar 3.4. Timbangan	50
Gambar 3.5. Oven	51
Gambar 3.6. Picnometer	51
Gambar 3.7. Thermometer	52
Gambar 3.8. Alat Pengujian Batas Cair Tanah	52
Gambar 3.9. Stopwatch	53
Gambar 3.10. Alat pencampur tanah	53
Gambar 3.11. Alat Konsolidasi	54
Gambar 3.12. Tanah lempung	54
Gambar 3.13. Arang halus	55
Gambar 4.1. Grafik Analisa Saringan Tanah	67
Gambar 4.2. Grafik Analisa Saringan Arang	67
Gambar 4.3. Grafik Batas Cair (LL)	69

Gambar 4.4. Grafik Batas Plastis (PL).....	70
Gambar 4.5. Grafik Indeks Plastis (PI)	71
Gambar 4.6. Grafik t90 beban 1 kg	90
Gambar 4.7. Grafik t90 beban 2 kg	92
Gambar 4.8. Grafik t90 beban 4 kg	94
Gambar 4.9. Grafik t90 beban 8 kg	96
Gambar 4.10. Grafik lengkung p terhadap e	98
Gambar 4.11. Grafik t90 beban 1 kg	102
Gambar 4.12. Grafik t90 beban 2 kg	104
Gambar 4.13. Grafik t90 beban 4 kg	106
Gambar 4.14. Grafik t90 beban 8 kg	108
Gambar 4.15. Grafik lengkung p terhadap e	110
Gambar 4.16. Grafik t90 beban 1 kg	114
Gambar 4.17. Grafik t90 beban 2 kg	116
Gambar 4.18. Grafik t90 beban 4 kg	118
Gambar 4.19. Grafik t90 beban 8 kg	120
Gambar 4.20. Grafik lengkung p terhadap e	122
Gambar 4.21. Grafik t90 beban 1 kg	126
Gambar 4.22. Grafik t90 beban 2 kg	128
Gambar 4.23. Grafik t90 beban 8 kg	130

Gambar 4.24. Grafik t90 beban 8 kg	132
Gambar 4.25. Grafik lengkung p terhadap e	134
Gambar 4.26. Grafik t90 beban 1 kg	138
Gambar 4.27. Grafik t90 beban 2 kg	140
Gambar 4.28. Grafik t90 beban 4 kg	142
Gambar 4.29. Grafik t90 beban 8 kg	144
Gambar 4.30. Grafik lengkung p terhadap e	146



DAFTAR NOTASI



G	= Kerikil (<i>gravel</i>)
S	= Pasir (<i>sand</i>)
C	= Lempung (<i>clay</i>)
M	= Lanau (<i>silt</i>)
O	= Lanau atau Lempung Organik (<i>organic silt or clay</i>)
Pt	= Tanah Gambut dan Tanah Organik Tinggi (<i>peat and highly organic soil</i>)
W	= Gradasi Baik (<i>well-graded</i>)
P	= Gradasi Buruk (<i>poorly-graded</i>)
H	= Plastisitas Tinggi (<i>high-plasticity</i>)
L	= Plastisitas Rendah (<i>low-plasticity</i>)
GI	= Indeks Kelompok (<i>group index</i>)
F	= Persen Butiran Lolos Saringan no. 200 (0,075)
LL	= Batas Cair
PL	= Batas Plastis
PI	= Indeks Plastis
Cc	= Indeks Pemampatan
Cv	= Koefisien Konsolidasi
Wc	= Kadar Air (<i>water content</i>)
Ww	= Berat Air
Ws	= Berat Tanah dalam Keadaan Kering Oven (<i>Oven dry</i>)
Gs	= Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)
Y _d	= Berat Volume Butiran Padat
Y _w	= Berat Volume Air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kekuatan atau kekokohan suatu konstruksi ditentukan oleh kekuatan dan kualitas tanah yang digunakan. Perkembangan konstruksi bangunan saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Hal ini membuktikan banyaknya bangunan pencakar langit. Namun tidak semua tanah yang mempunyai daya dukung yang sesuai. Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan. Apabila suatu tanah yang akan digunakan tidak memiliki sifat-sifat yang disyaratkan untuk suatu tujuan tertentu maka tanah harus diperbaiki dengan cara stabilisasi dengan campuran arang.

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara memperbaiki tanah dengan bahan tertentu. Sifat tanah yang sering diubah dengan stabilisasi adalah kekuatan, volume stabilitas, kuat geser, daya tahan dan permeabilitas. Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan bahan lain untuk memperoleh sifat-sifat yang diinginkan atau pencampuran tanah dengan arang, sehingga di dapat tanah itu optimal dalam konstruksi bangunan.

Tanah yang diuji di Laboratorium Mekanika tanah jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan Universitas Medan Area yaitu tanah yang diambil di wilayah medan, yg akan dibangun kompleks perumahan.

Pemanfaatan tempurung kelapa selama ini belum optimal, hanya sebatas arang tempurung kelapa, dibakar bahkan dibuang begitu saja. Mengingat

ketersediaannya yang cukup banyak, mudah di dapat dan nilai jualnya rendah mendorong untuk mengoptimalkan nilai tempurung kelapa tersebut. Selain itu, kandungan karbon aktif, lignin, selulosa dan senyawa organik yang terkandung di dalam tempurung kelapa memberikan daya serap dan nilai kalor bakar yang cukup baik. Dengan demikian, tempurung kelapa sangat cocok untuk stabilisasi tanah lempung.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian yaitu, untuk menganalisis pengaruh campuran arang tempurung kelapa terhadap konsolidasi tanah lempung

Tujuan penelitian ini :

- Untuk mengetahui pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap Batas Cair (LL), Batas Plastis (PL), serta Indeks Plastis (PI).
- Untuk mengetahui indeks pemampatan (Cc), dan koefisien konsolidasi (Cv).

1.3. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengenai bagaimana pengaruh campuran arang tempurung kelapa terhadap nilai konsolidasi Cv, Cc sebagai stabilisasi tanah lempung

1.4. Batasan Masalah

Masalah utama dalam penelitian ini adalah campuran yang paling tepat pada pembuatan subgrade timbunan berupa campuran arang. Tanah yang digunakan pada pengujian ini diambil di Tanjung Selamat, Deli serdang, Pengujian yang dilakukan adalah

1. Klasifikasi tanah berdasarkan pengujian sifat fisik tanah:
 - a. Kadar Air tanah (*water content analysis*)
 - b. Berat Jenis tanah (*specific gravity*)
 - c. Uji Lolos saringan
 - d. Batas-batas Atterberg (*Atterberg limits*)
 - e. Uji Konsolidasi tanah (*consolidation test*)
2. Arang berasal dari pembakaran arang tempurung kelapa, yang lolos saringan no 40 yang sudah diproses.
3. Perbandingan tanah lempung terhadap tanah asli tanpa campuran dan campuran arang tempurung dengan variasi 0%,2%,4%,dan 6%,8% terhadap berat γ kering tanah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

1. Pengertian Tanah

Dalam pandangan teknik sipil, Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (loose), yang terletak diatas batuan dasar (bedrock). Ikatan antara butiran yang relatif lemah disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya.

Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi didekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (residual soil) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (transported soil).

2. Klasifikasi tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu system pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. System klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar system klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada saat ini terdapat berbagai system klasifikasi tanah. Tetapi tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah yang sangat bervariasi.

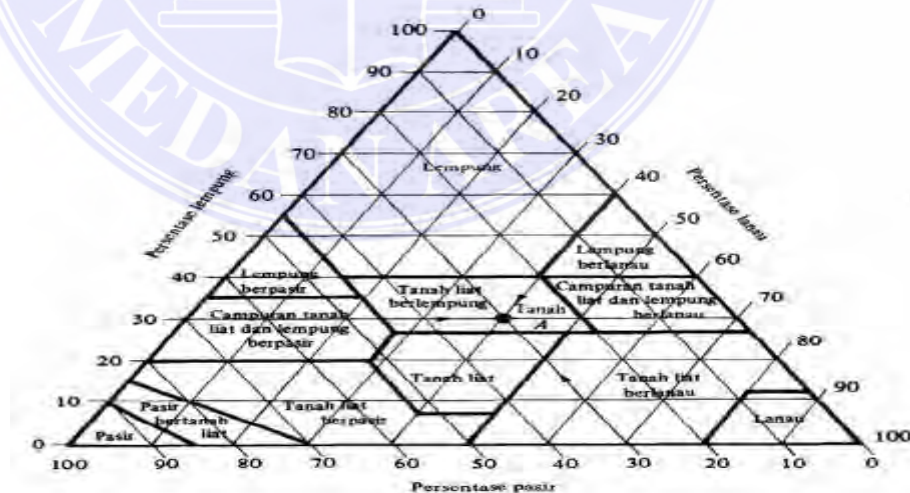
1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Dalam arti umum, yang dimaksud dengan tekstur tanah adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Tabel 2.1 membagi tanah dalam beberapa kelompok : kerikil (gravel), pasir (sand), lanau(silt), dan lempung (clay), atas dasar butir-butirannya. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Dalam system klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama

kandungannya, misalnya lempung berpasir (sandy clay), lempung berlanau (silty clay), dan seterusnya.

Beberapa system klasifikasi berdasarkan tekstur tanah telah dikembangkan sejak dulu oleh berbagai organisasi guna memenuhi kebutuhan mereka sendiri; beberapa dari system-sistem masih tetap dipakai sampai saat ini. Gambar 2.1 menunjukkan Sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). System ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang diterangkan oleh system USDA dalam gambar tabel 2.2, yaitu :

- Pasir : Butiran dengan diameter 2,0 sampai 0,05 mm
- Lanau : butiran dengan diameter 0,05 sampai dengan 0,002mm
- Lempung; butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm



Gambar 2.1. Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika

Serikat (USDA). Sumber : Buku Braja M. Das 2010

Pemakaian bagan dalam Gambar 2.1 ini dapat diterangkan secara jelas dengan menggunakan sebuah contoh. Apabila distribusi ukuran butir tanah A adalah : 30% pasir, 40% lanau, dan 30% butiran dengan ukuran lempung (<0,002 mm), klasifikasi tekstur tanah yang bersangkutan dapat ditentukan dengan cara seperti yang ditunjukkan dengan anak panah dalam gambar 2.1. jenis tanah A termasuk dalam daerah lempung tanah liat. Perhatikan bahwa bagan ini hanya didasarkan pada bagian tanah yang lolos lewat ayakan No. 10. Oleh karena itu , apabila tanahnya mengandung diameter lebih besar dari 2mm dalam persentase tertentu, maka perlu diadakan koreksi. Sebagai contoh, apabila tanah B mempunyai pembagian ukuran butir : 20% kerikil, 10% pasir, 30% lanau, dan 40% lempung, komposisi tekstural yang dimodifikasi adalah :

$$\text{Pasir} = \frac{10 \times 100}{(100-20)} = 12,5\%$$

$$\text{Lanau} = \frac{30 \times 100}{(100-20)} = 37,5\%$$

$$\text{Lempung} = \frac{40 \times 100}{(100-20)} = 50,0\%$$

Berdasarkan pada persentase butiran yang telah di modifikasi tersebut, system klasifikasi USDA menunjukkan bahwa tanah B adalah termasuk tanah lempung. Tetapi, karena persentase kerikil dikandung oleh tanah B cukup besar, maka tanah tersebut dapat dinamakan sebagai lempung berkerikil (gravelly clay).

Sekarang ada beberapa system klasifikasi lain yang berdasarkan tekstur yang juga masih dipakai , tetapi system-sistem tersebut sudah tidak dipakai untuk keperluan teknik sipil.

2. Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan terkstur adalah relatif sederhana Karen ia hanya didasarkan pada distribusi ukuran butiran saja. Dalam kenyataannya, jumlah dan jenis dari mineral lempung yang dikandung oleh tanah sangat mempengaruhi sifat fisis tanah yang bersangkutan. Oleh karena itu kiranya perlu utnuk memperhitungkan sifat plastisitas tanah, yang disebabkan adanya kandungan mineral lempung, agar dapat menafsirkan ciri-ciri suatu tanah. Karena sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tidak memperhitungkan sifat plastisitas tanah, dan secara keseluruhan tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting, maka system tersebut dianggap tidak memadai untuk sebagian besar dari keperluan teknik. Pada saat sekarang ada lagi dua buah sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Sistem-sistem tersebut adalah: Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi Unified. Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di semua negara bagian di Amerika Serikat. Sedangkan sistem klasifikasi Unified pada umumnya

lebih disukai oleh para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik yang lain.

a. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan; versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board dalam tahun 1945 (ASTM Standard no D-3282, AASHTO metode M145).

Sistem klasifikasi AASHTO yang dipakai saat ini diberikan dalam Tabel 3.1. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

Ukuran butir:

Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (2mm).

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

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

Plastisitas:

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [plasticity index (PI)] sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 1 atau lebih.

Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Gambar Tabel 2.2 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

Gambar 2.3 menunjukkan suatu gambar dari senjang batas cair (liquid limit, LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO

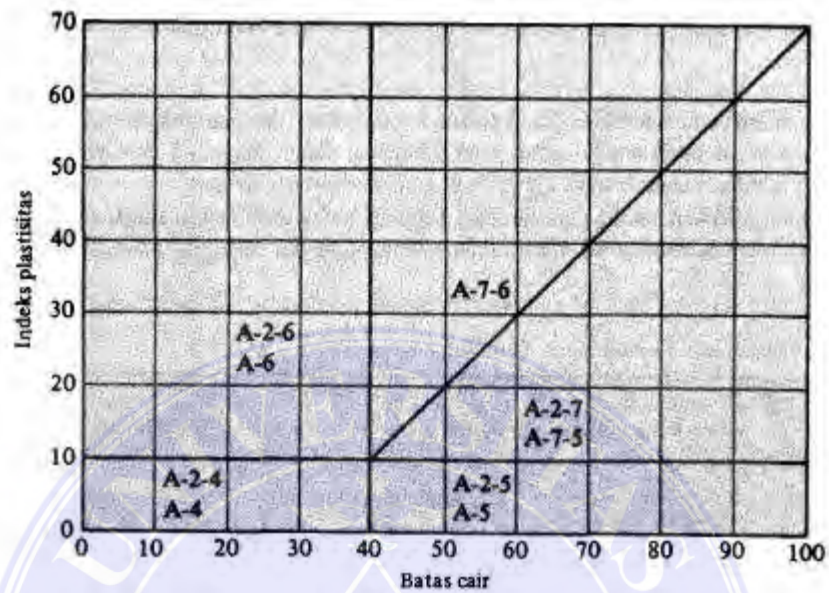
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas cair (<i>LL</i>) Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
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 lanau – lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas cair (<i>LL</i>) Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 40 Maks 10	Maks 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			

*Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$

†Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

Sumber : Buku Braja M. Das 2010



Gambar 2.2 : Rentang (reng) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2,A-4,A-5,A-6, dan A-7

Sumber : Buku Braja M. Das 2010

Untuk mengevaluasi mutu (kualitas) dari suatu tanah sebagai bahan lapisan tanah dasar (subgrade) dari suatu jalan raya, suatu angka yang dinamakan indeks grup (group index, GI) juga diperlukan selain kelompok dan subkelompok dari tanah yang bersangkutan. Harga GI ini dituliskan di dalam kurung setelah nama kelompok dan subkelompok dari tanah yang bersangkutan. Indeks grup dapat dihitung dengan memakai persamaan seperti di bawah ini:

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

di mana:

F = persentase butiran yang lolos ayakan No. 200

LL = batas cair (liquid limit)

PI = indeks plastisitas

Suku pertama persamaan 3.1, yaitu $(F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)]$, adalah bagian dari indeks grup yang ditentukan dari batas cair (LL). Suku yang kedua, yaitu $0,01 (F - 15) (PI - 10)$, adalah bagian dari indeks grup yang ditentukan dari indeks plastisitas (PI). Berikut ini adalah aturan untuk menentukan harga dari indeks grup: Apabila Persamaan (3.1) menghasilkan nilai GI yang negatif, maka harga GI dianggap nol.

- a. Indeks grup yang dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.1) dibulatkan ke angka yang paling dekat (sebagai contoh: GI = 3,4 dibulatkan menjadi 3,0; GI= 3,5 dibulatkan menjadi 4,0).
- b. Tidak ada batas atas untuk indeks grup.
- c. Indeks grup untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-la, A-lb, A-2-4, A-2-5, dan A-3 selalu sama dengan nol.
- d. Untuk tanah yang masuk kelompok A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari indeks grup untuk PI saja yang digunakan, yaitu

$$CI = 0,01 (F - 1,5) (PI - 10) \quad (3.2)$$

Pada umumnya, kualitas tanah yang digunakan untuk bahan tanah dasar dapat dinyatakan sebagai kebalikan dari harga indeks grup.

b. Sistem Klasifikasi Unified.

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande dalam tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh The Army Corps of Engineers selama Perang Dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan United States Bureau of Reclamation tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Pada masa kini, sistem klasifikasi tersebut digunakan secara luas oleh para ahli teknik. Sistem Klasifikasi Unified diberikan dalam Tabel 2.3. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

- 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. 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.

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) ($LL > 50$)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut ini perlu diperhatikan:

- Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
- Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
- Koefisien keseragaman (uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah di mana 0 - 12% lolos ayakan No. 200
- Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah di mana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200).

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 sampai dengan 12%, simbol ganda seperti GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC diperlukan. Rincian klasifikasi ini diberikan dalam Gambar Tabel 2.3.

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas

.tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas (Casagrande, 1948) yang diberikan dalam Gambar Tabel 2.3. Garis diagonal pada bagan plastisitas dinamakan garis A (sebelumnya sudah diperkenalkan dalam Gambar 2.19), dan garis A tersebut diberikan dalam persamaan:

$$PI = 0,73 (LL - 20) \quad (3.3)$$

Untuk tanah gambut (peat), identifikasi secara visual mungkin diperlukan.



Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Unified

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200 [†]	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW
		Kerikil dengan butiran halus	GP
			GM
			GC
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW
		Pasir dengan butiran halus	SP
			SM
			SC
			ML
		Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang
OL			
MH			
Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari 50%	CH		
	OH		
	PT		
	PT		

*Menurut ASTM (1982)

†Berdasarkan tanah yang lolos ayakan 75 mm (3 in)

Sumber : Buku Braja M. Das 2010

Tabel 2.3. Sistem Klasifikasi Unified (lanjutan)

	Kriteria klasifikasi		
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200 GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos ayakan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos ayakan No. 200 Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3.		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda	
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		
	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda	
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		
	<p>Bagan Plastisitas Untuk klasifikasi tanah berbutir-halus dan fraksi halus dari tanah berbutir-kasar Batas Atterberg yang digambarkan di bawah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda Persamaan garis A $PI = 0,73(LL - 20)$</p>		
	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488		

Sumber : Buku Braja M. Das 2010

c. Perbandingan Sistem AASHTO dengan Sistem Unified

Kedua sistem klasifikasi, AASHTO dan Unified, adalah didasarkan pada tekstur dan plastisitas tanah. Juga, kedua sistem tersebut membagi tanah dalam dua kategori pokok, yaitu: berbutir kasar (coarse-grained) dan berbutir halus (fine-grained), yang dipisahkan oleh ayakan No. 200. Menurut sistem AASHTO, suatu tanah dianggap sebagai tanah berbutir halus bila lebih dari 35% lolos ayakan No. 200. Menurut sistem Unified, suatu tanah dianggap sebagai tanah berbutir halus apabila lebih dari 50% lolos ayakan No. 200. Suatu tanah berbutir kasar yang mengandung kira-kira 35% butiran halus akan bersifat seperti material berbutir halus. Hal ini disebabkan karena tanah berbutir halus jumlahnya cukup banyak untuk mengisi pori-pori antar butir-butir kasar dan untuk menjaga agar butiran kasar berjauhan satu terhadap yang lain. Dalam hal ini, sistem AASHTO adalah lebih cocok. Dalam sistem AASHTO, ayakan no. 10 digunakan untuk memisahkan antara kerikil dan pasir; dalam sistem Unified, yang digunakan adalah ayakan No. 4. Dari segi batas ukuran pemisahan tanah, ayakan No. 10 adalah lebih dapat diterima untuk dipakai sebagai batas atas dari pasir. Hal ini digunakan juga dalam teknologi beton dan lapisan pondasi jalan raya.

Dalam sistem Unified, tanah berkerikil dan berpasir dipisahkan dengan jelas, tapi dalam sistem AASHTO tidak. Kelompok A-2 berisi tanah-tanah yang bervariasi. Tanda-tanda seperti GW, SM, CH, dan lain-lain yang

digunakan dalam sistem Unified menerangkan sifat-sifat tanah lebih jelas daripada simbol yang digunakan dalam sistem AASHTO.

Klasifikasi tanah organik seperti OL, OH, dan PT telah diberikan dalam sistem Unified, tapi sistem AASHTO tidak memberikan tempat untuk tanah organik. Uu (1967) telah membuat suatu perbandingan antara sistem AASHTO dan Unified.

Hasil dari studinya diberikan dalam Tabel 2.4 dan 2.5.

Tabel 2.4. Perbandingan system AASHTO dengan Sistem Unified (lanjutan)

Kelompok tanah dalam sistem AASHTO	Kelompok tanah yang sebanding (Sistem Unified)		
	Kemungkinan besar	Kemungkinan	Kemungkinan kecil
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM
A-1-b	SW, SP, GM, SM	GP	—
A-3	SP	—	SW, GP
A-2-4	GM, SM	GC, SC	GW, GP, SW, SP
A-2-5	GM, SM	—	GW, GP, SW, SP
A-2-6	CC, SC	GM, SM	GW, GP, SW, SP
A-2-7	GM, GC, SM, SC	—	GW, GP, SW, SP
A-4	ML, OL	CL, SM, SC	GM, GC
A-5	OH, MH, ML, OL	—	SM, GM
A-6	CL	ML, OL, SC	GC, GM, SM
A-7-5	OH, MH	ML, OL, CH	GM, SM, GC, SC
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, GM, SM

*Menurut T.K. Liu (1967)

Sumber : Buku Braja M. Das 2010

Tabel 2.5. Perbandingan system AASHTO dengan Sistem Unified

Kelompok tanah dalam sistem Unified	Kelompok tanah yang sebanding (Sistem AASHTO)		
	Kemungkinan besar	Kemungkinan	Kemungkinan kecil
GW	A-1-a	—	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6	A-4, A-7-6, A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7

Kelompok tanah dalam Sistem Unified	kelompok-kelompok tanah menurut sistem AASHTO		
	Paling mungkin	Mungkin	Mungkin tapi jarang
SM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6, A-4, A-7-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5	—
CL	A-6, A-7-6	A-4	—
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	—
MH	A-7-5, A-5	—	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	—
OH	A-7-5, A-5	—	A-7-6
PT	—	—	—

*Menurut T.K.Liu (1967)

Sumber : Buku Braja M. Das 2010

2.2.Lempung

a. Pengertian Lempung

Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0.002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Susunan kebanyakan tanah lempung terdiri dari silika tetrahendra dan aluminium oktahendra (Hary Christady Hardiyatmo, 2012:24). Lempung bersifat plastis dalam keadaan air sedang sampai tinggi, dalam keadaan kering sangat keras dan tidak mudah terkelupas. Permeabilitas lempung sangat rendah, pada kadar air yang lebih tinggi (basah) lempung bersifat lengket.

Lempung organik adalah lempung yang sebagian sifat-sifat fisis pentingnya dipengaruhi oleh adanya bahan organik yang terpisah. Dalam keadaan jenuh lempung organik cenderung bersifat sangat kompresibel, tapi dalam keadaan kering kekeatannya (strength) sangat tinggi. Warnanya biasanya abu-abu tua atau hitam, disamping itu mungkin berbau mencolok

b. Sifat Umum Mineral Lempung

Menurut E. Sutarman (2013: 11), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

a. Aktivitas

Lempung mempunyai daya netto negative pada tepi-tepi mineralnya sehingga mengakibatkan usaha penyeimbang dengan

tarikan kation dan proporsional terhadap kekurangan daya netto yang dapat dihubungkan dengan aktivitas dari lempung, dengan persamaan:

Nilai khas aktivitas dari mineral lempung ditunjukkan oleh

Tabel 2.6. Nilai Khas Aktivitas Mineral Lempung

Mineral	Aktivitas
<i>Kailinite</i>	0,3 – 0,5
<i>Illite</i>	0,5 – 1,2
<i>Montmorillonite</i>	1,5 – 7,0
<i>Halloysite</i> (terhidrasi)	0,1 – 0,2
<i>Holloysite</i> (tidak terhidrasi)	0,4 – 0,6
<i>Attapulgit</i>	0,4 – 1,3
<i>Allohane</i>	0,4 – 1,3

Sumber: Mitchell, 1976 dan Skemton, 1953 dalam Braja M. Das, (2010:80)

Nilai aktivitas diatas didefinisikan secara numerik, tetapi lebih baik dan praktis dari nilai aktivitas lempung yaitu dengan nilai susut, yang merupakan batas dari kadar air sebelum terjadinya perubahan volume.

b. Pengaruh Air pada Lempung

Air biasanya tidak banyak mempengaruhi kelakuan tanah non kohesif (*granuler*). Sebagai contoh, kuat geser tanah pasir mendekati sama pada kondisi kering maupun jenuh air. Tetapi,

jika air berada pada lapisan pasir yang tidak padat, beban dinamis seperti gempa bumi dan getaran lainnya sangat mempengaruhi kuat gesernya. Sebaliknya, tanah berbutir halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Karena pada tanah berbutir halus, luas permukaan spesifik menjadi besar, variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas menjadi tanah. Distribusi ukuran butir tanah umumnya bukan faktor yang mempengaruhi kelakuan tanah berbutir halus. Identifikasi tanah jenis ini dilakukan dengan pengujian batas *Atterberg* (Hary Christady Hardiyatmo, 2012:29 dalam laporan Dian Widhi Atmoko 2015

Ikatan antara partikel tanah yang disusun oleh mineral lempung akan sangat dipengaruhi oleh besarnya jaringan muatan negatif pada mineral, tipe, konsentrasi dan distribusi kation-kation yang berfungsi untuk mengimbangkan muatannya

2.3. Tanah Lempung/ Tanah liat

Tanah liat disebut juga sebagai tanah lempung. Tanah liat akan dapat kita temukan dengan warna hitam keabu-abuan. Dinamakan tanah liat mungkin dilihat dari teksturnya yang liat, sehingga mudah sekali dibentuk-bentuk. Tanah liat atau lempung ini pada dasarnya merupakan sebuah partikel mineral yang mempunyai kerangka dasar silikat yang mempunyai ukuran sangat kecil, yakni berdiameter kurang dari 4 mikrometer.

Tanah liat merupakan jenis jenis tanah yang banyak mengandung leburan alumunium atau silika yang sangat halus. Selain itu, tanah liat ini juga mengandung beberapa unsur lain, seperti silikon dan juga oksigen. Pada zaman dahulu, tanah liat ini seringkali dijadikan sebagai mainan anak- anak di pedesaan karena memiliki tekstur yang mudah sekali dibentuk. Sehingga anak- anak senang bermain dengan menggunakan tanah liat ini.

1. Proses Terbentuknya Tanah Liat

Tanah liat merupakan jenis tanah yang terbentuk dari proses pelapukan kerak bumi. Kerak bumi tersebut sebagian disusun oleh batuan feldspatik (yakni batuan yang terdiri dari batuan granit dan juga batuan beku). Kerak bumi yang melapuk tersebut terdiri atas berbagai unsur seperti silikon, oksigen dan alumunium sebagai unsur terbanyak. Kemudian aktivitas panas dari bumi membuat kerak bumi tersebut melapuk yang dilakukan oleh asam karbonat. Proses inilah yang menjadikan terbentuknya tanah liat.

2. Ciri- ciri atau Karakteristik Tanah Liat

Tanah liat mempunyai beberapa ciri khusus yang membedakannya dengan jenis tanah lainnya. Ciri- ciri dari tanah liat antara lain sebagai berikut:

a. Mempunyai sifat liat atau lengket

Ciri yang paling khas yang menandai tanah liat ini dilihat dari sifat tanah liat ini. Tanah liat umumnya berbentuk sebagai gumpalan yang keras ketika tanah tersebut kering. Namun ketika tanah tersebut

terkena basah oleh air, maka akan terasa lengket. Hal bisa terjadi karena kandungan jenis mineral lempung yang banyak terkandung dalam tanah tersebut. Sifat lengket inilah yang membuat tanah liat mudah dijadikan bentuk- bentuk tertentu.

b. Mempunyai sifat yang sulit menyerap air

Satu sifat yang dimiliki oleh tanah liat atau lempung, yakni sulit untuk menyerap air. Karena jenis tanah ini sulit untuk menyerap air, maka daerah yang memiliki tanah liat ini tidak cocok digunakan sebagai lahan pertanian. Hal ini karena lahan pertanian sendiri membutuhkan lapisan tanah yang memiliki sifat mudah menyerap air.

Tanah dapat terpecah menjadi butiran- butiran sangat halus saat keadaan kering. Tanah liat meskipun ketika basah bersifat lengket dan butiran tanah satu dengan lainnya bersifat menyatu, namun ketika dalam keadaan kering tanah ini dapat terpecah- pecah menjadi butiran- butiran yang halus, bahkan sangat halus menyerupai pasir atau kumpulan debu.

c. Tanahnya berwarna hitam terang atau hitam keabu- abuan

Tanah liat mempunyai warna tanah yang tidak gelap dan tidak tidak terlalu terang. Dengan kata lain, tanah liat ini mempunyai warna yang hitam cenderung keabu- abuan.

3. Jenis- Jenis Tanah Liat

Tidak seperti jenis tanah lainnya, ternyata tanah liat ini dipecah menjadi beberapa jenis lagi. Sehingga ada beberapa jenis dari tanah liat yang dapat kita temui. Jenis- jenis tanah liat ini dibedakan menurut beberapa karakteristik. Jenis- jenis tanah liat diantaranya sebagai berikut:

a. Tanah liat primer

Tanah liat primer (tanah liat residu) merupakan jenis tanah liat yang terbentuk dari pelapukan batuan feldspatik dan dilakukan oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk atau batuan asalnya. Oleh karena jenis tanah ini tidak berpindah tempat, maka tanah ini mempunyai sifat yang lebih murni. Oleh karena sifatnya yang murni ini, maka tanah liat jenis ini dinamakan tanah liat primer.

Proses pembentukan tanah liat primer ini dibantu oleh beberapa komponen, diantaranya adalah tenaga air, dan tenaga uap panas yang keluar dari dalam perut bumi. Tanah liat primer ini mempunyai beberapa ciri sebagai berikut.

Mempunyai warna putih hingga kusam

Tanah liat primer ini mempunyai warna tanah yang putih kusam. Hal ini terjadi karena tanah ini tidak terbawa oleh arus air dan tidak tercampur dengan bahan organik lainnya seperti humus, ranting, atau dedaunan yang busuk dan sebagainya. Hal inilah yang membuat tanah liat primer ini berwarna putih atau putih kusam.

- Memiliki butiran yang kasar
- Biasanya berada pada tempat yang lebih tinggi
- Memiliki sifat tidak plastis
- Mempunyai daya lebut yang tinggi
- Mempunyai sifat daya susut yang kecil
- Mempunyai sifat tahan akan panasnya api

b. Tanah liat sekunder

Jenis tanah liat selanjutnya menurut sifatnya adalah tanah liat sekunder. Tanah liat sekunder atau batuan sedimen (endapan) merupakan jenis tanah liat yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan feldspatik yang berpindah dengan jarak yang jauh dari batuan induknya. Pelapukan ini terjadi karena disebabkan oleh tenaga eksogen yang menyebabkan butiran-butiran dari tanah liat ini menjadi lepas dan mengendap di daerah yang rendah, seperti sungai, rawa, ataupun tanah danau.

Secara umum, tanah liat sekunder ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Mempunyai warna yang muda, yakni krem, coklat, abu-abu, merah jambu, kuning, kuning muda, kuning kecoklatan, kemerah-merahan, hingga kehitam-hitaman. Hal ini karena tanah liat sekunder ini terbentuk dalam proses yang panjang dan bercampur dengan berbagai jenis tanah lainnya dan mengendap jadi satu,

serta bercampur dengan bahan- bahan pengotor, maka menghasilkan tanah liat yang berwarna terang seperti ini.

- Mempunyai sifat cenderung berbutir halus

Tanah liat sekunder ini memiliki bentuk butiran- butiran yang halus.

Hal ini terjadi karena tanah liat sekunder ini terbentuk melalui proses yang panjang. Dan dalam proses yang panjang ini tanah liat ini bercampur dengan tanah jenis lainnya.

- Mempunyai sifat plastis
- Mempunyai sifat kurang murni bila dibandingkan dengan tanah liat primer
- Mempunyai daya susut yang tinggi

2.4. Stabilitas Tanah

Stabilisasi Tanah ada suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan dukung suatu lapisan tanah, dengan cara memberikan perlakuan (treatment) khusus lapisan tanah tersebut.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa tujuan dari stabilisasi tanah adalah minimal memenuhi satu dari 4 sasaran berikut ini :

1. Untuk memperbaiki (meningkatkan) daya dukung tanah
2. Untuk memperbaiki (memperkecil) penurunan lapisan tanah
3. Untuk memperbaiki (menurunkan) permeabilitas dan swelling potensial tanah

4. Untuk menjaga (mempertahankan) potensi tanah yang ada (existing strength)

Dari keempat sasaran dari suatu tindakan stabilisasi yang di uraikan diatas, sangat jarang dapat dicapai secara bersamaan (sekaligus). Akan tetapi harus selalu diupayakan agar tercapai perbaikan parameter yang diinginkan, dengan tanpa mengakibatkan pengrusakan parameter yang lainnya. Seperti halnya stabilisasi dengan kapur (lime stabilization) meningkatkan daya dukung lapisan tanah, akan tetapi dapat pula memperbaiki lapisan. Untuk itu bila lapisan tanah difungsikan untuk menahan aliran air dengan kapur sedapat mungkin dihindarkan.

Contoh tersebut diatas memberikan gambaran bahwa sering terjadi hanya memperbaiki salah satu karakteristik tanah, dan merusak karakteristik. Untuk itu setiap tindakan stabilisasi yang dilakukan harus memperhitungkan (side effect) yang mungkin ditimbulkannya.

1. Jenis-jenis stabilisasi tanah

Berdasarkan mekanisme kerja komposit antara massa tanah dengan jenis stabilisasi tanah dapat dibedakan atas :

- a. Stabilisasi kimia, yaitu stabilisasi dengan menggunakan bahan yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia, dan menghasilkan senyawa yang stabil dari pada senyawa yang terdapat dalam massa tanah sebelumnya.

Contoh : Stabilisasi dengan semen, kapur, larutan kimia, dan lain lain

- b. Stabilisasi fisik, yaitu stabilisasi dengan menggunakan energi yang berasal dari lapisan tanah, sehingga memperbaiki lapisan sesuai dengan stabilisasi yang diinginkan.

Contoh : Stabilisasi kompaksi, vibroflot process, dan lain-lain

- c. Stabilisasi Mekanis, yaitu stabilisasi dengan menggunakan material lapisan tanah, sehingga mampu memperbaiki karakteristik massa tujuan tindakan stabilisasi dengan yang diinginkan.

Contoh : sand piles, stone piles, nailing, anchor, cerucuk, steel band, geosynthetics, dan lain lain

- d. Stabilisasi Termal, yaitu stabilisasi dengan menggunakan panas (termal) untuk menstabilisasi material tanah, sehingga kadar air Kristal massa tanah menjadi sangat rendah memungkinkan ikatan senyawa dalam massa tanah lebih stabil.

Contoh : pembuatan keramik, gerabah, batu bata, dan lain lain.

2.5. Sifat Fisis Tanah

Apabila air dikumpulkan, butir-butir mengendap rapat tanpa ada sekecilpun ruang kosong yang tersisa. Hal ini merupakan upaya ilmunan untuk menerangkan hubungan massa-volume, meskipun kenyataannya tanah secara ilmiah tidak seperti itu.

Dalam beberapa hal ini termasuk hubungan massa-volume, yaitu tentang :

- a) Angka pori (void ratio), e
- b) Porositas (porosity), n
- c) Kadar Air (water content), w
- d) Derajat kejenuhan (degree of saturation), s
- e) Berat jenis (specific gravity), G_s
- f) Kerapatan Massa (density), ρ
- g) Kadar Udara, A_r
- h) Berat satuan Volume/Isi (unit weight), γ

a. Angka pori (void ratio), e

Angka pori dinyatakan dalam decimal,

Rentang nilai e : $0 < e \ll \infty$ dan nilai khas dari e ;

- Pasir alam e berkisar : 0,5 - 0,8
- Tanah kohesif e berkisar : 0,7 – 1,1

b. Porositas (porosity)

Porositas (n) sering digunakan oleh dunia pertanian, dinyatakan dalam persentase, dan pemakainnya dalam bentuk decimal.

Rentang nilai n : $0 \leq n \leq 1$

c. Kadar air (Water content), w

Kadar air merupakan variable bebas, oleh karena w konstan untuk kondisi tanah dalam keadaan tetap (steady state)

Rentang nilai w : $0 \leq w (\%) \ll \infty$ Kadar air alam untuk sebagian besar tanah dibawah 60 %

d. Derajat kejenuhan (degree of saturation), s

Derajat kejenuhan merupakan rasio antara volume air yang berada dalam pori terhadap volume void;

Tanah dalam kondisi jenuh $S = 100\%$

Tanah dalam keadaan kering $S = 0$

Maka batas nilai S yaitu; $0 \leq S (\%) \leq 100\%$

e. Berat jenis (specific gravity)

Salah satu fundamental dari sifat fisis tanah yaitu berat jenis (specific gravity), G_s dan nilai khas dari berat jenis antara lain;

Butir Tanah : 2,65 – 2,72

Air Raksa : 13,6

Emas : 19,3

Definisi untuk menyatakan berat jenis :

$$G_s = \frac{\text{berat volume satuan suatu material}}{\text{berat volume satuan suatu air pada } 4^\circ}$$

Tabel 2.7. Nilai khas berat jenis G_s partikel tanah a

Jenis Tanah	G_s
Kerikil, pasir dan lanau	2,65
Lempung non-organik	2,7
Lempung organik	2,6
Gambut	1,5 - 2,00

Sumber; peter L berry and david reid at an introduction to soil Mekaanics page 16

Jenis Tanah	Gs
Kerikil	2,65 -2,68
pasir	2,65 – 2,68
Lanau, anorganik	2,62 – 2,68
lempung, organik	1,58 – 2,65
lempung, anorganik	2,68 -2,75

Tabel 2.8. Nilai khas berat jenis Gs partikel tanah b

Sumber; Joseph E Bowles, Analisa dan desain pondasi jilid 1 hal 26

f. Kerapatan Massa (Density), ρ

Kerapatan butir, ρ , dari tanah didapatkan berdasarkan massa per unite volume, atau;

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dalam bentuk persamaan lain;

$$\rho_s = \frac{G_s (1 + w) \rho_w}{(1 + e)}$$

Jika tanah dalam kondisi jenuh air, maka $S=1$, dan kerapatan massa dalam kondisi jenuh yaitu;

$$\rho_s = \left(\frac{G_s + e}{1 + e} \right) \rho_w$$

Sedangkan kerapatan massa tanah dalam kondisi kering ρ_d , dimana $S=0$, Maka ρ_d yaitu;

$$\rho_d = \left(\frac{G_s}{1 + e} \right) \rho_w$$

Kerapatan massa tanah efektif juga dapat dinyatakan kerapatan massa tanah basah (submerged)

Atau dinyatakan;

$$\rho_s' = \rho - \rho_w$$

Atau dapat dinyatakan

$$\rho_s' = \left(\frac{G_s - 1}{1 + e} \right) \rho_w$$

Kerapatan massa tanah efektif juga dapat dinyatakan kerapatan massa tanah basah (submerged)

Kita dapat menghubungkan antara kerapatan massa tanah kering ρ_d dengan kerapatan tanah alamiah ρ , yaitu

$$\rho = \rho_d (1 + w)$$

serta kerapatan massa tanah kering ρ_d dapat dinyatakan

$$\rho_d = \frac{G_s (1 + Ar)}{(1 + G_s w)} \rho_w$$

Terzaghi dan peck pada tahun 1967 mengungkapkan hasil penelitian hasil penelitian untuk sifat fisis beberapa jenis yang ditunjukkan oleh table

Tabel 2.9. Beberapa Sifat fisis Khas Tanah (terzaghi and peck, 1967)

Description	porosity n (%)	void ratio e	water content (%)	Density	
				ρ_d	ρ_s
Loose uniform sand	46	0,85	32	1,44	1,89
Dense unifrom sand	34	0,51	19	1,75	2,08
Loose well - graded sand	40	0,67	25	1,59	1,98
Dense well - graded sand	30	0,43	16	1,86	2,16
Well - graded glacial till	20	0,25	9	2,11	2,32
Soft glacial clay	55	1,2	45	1,21	1,76
Stiff glacial clay	37	0,6	22	1,69	2,06
Soft slightly organic clay	66	1,9	70	0,92	1,57
Soft very organic clay	75	3	110	0,68	1,43
Soft montmorillonite clay	84	5,2	194	0,44	1,28
pen peat	91	10	500	0,18	1,09
bog peat	94	15	1000	0,09	1,03

Sumber : Teori Terzaghi and peck 2010

g. Kadar udara, A_r

Kadar udar A_r merupakan persentase udara pada ruang pori tanah terhadap volume tanah V . kadar udara , derajat kejenuhan serta kadar air merupakan parameter tanpa satuan. Tetapi umumnya dinyatakan dengan persen (%), yang mana rentang nilainya; $0 \leq S_r \leq 100\%$ dan $0 \leq A_r \leq n$.

Hubungan S_r, A_r dan n ;

$$A_r = n(1 - S_r)$$

h. Berat satuan volume (unit weight)

Sebagai alternative untuk kerapatan tanah massa yang dinyatakan dalam bentuk berat satuan isi (unit weight) hal itu didapat berdasarkan berat per volume

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Atau dapat didapatkan dari kerapatan massa kalau percepatan gravitasi

$$\gamma = \rho g$$

Permasalahan lain terjadi ketika semua ruang pori terisi air , maka berat satuan isi yang didapatkan yaitu berat satuan isi jenuh air γ_{sat} , dan ketika ruang pori dalam kondisi kering maka berat satuan isi yang didaptkannya yaitu berat satuan isi kering γ_{dry} .

2.6.Sifat Mekanis Tanah

Sejarah terjadinya tanah, pada mulanya bumi berupa bola magma cair yang sangat panas. Karena pendinginan, permukaannya membeku maka terjadi batuan beku. Karena proses fisika (panas, ding in, membeku dan mencair) batuan tersebut hancur menjadi butiran-butiran tanah (sifat-sifatnya tetap seperti batu aslinya : pasir, kerikil, dan lanau.) Oleh proses kimia (hidrasi, oksidasi) batuan menjadi lapuk sehingga menjadi tanah dengan sifat berubah dari batu aslinya

Disini dikenal Transported Soil: adalah tanah yang lokasinya pindah dari tempat terjadinya yang disebabkan oleh Miran air, angin, dan es dan Residual Soil adalah tanah yang tidak pindah dari tempat terjadinya.

Oleh proses alam, proses perubahan dapat bermacam-macam dan berulang. Batu menjadi tanah karena pelapukan dan penghancuran, dan tanah bisa menjadi batu karena proses pemadatan, sementasi. Batu bisa menjadi batu jenis lain karena panas, tekanan, dan larutan.

Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan-bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan. Tanah semacam ini disebut tanah organik.

Perbedaan batu dengan tanah

Batu merupakan kumpulan butir butir mineral alam yang saling terikat erat dan kuat. Sehingga sukar untuk dilepaskan. Sedangkan tanah merupakan kumpulan butir butir mineral alam yang tidak melekat atau melekat tidak erat, sehingga sangat mudah untuk dipisahkan. Sedangkan Cadas adalah merupakan peralihan antara batu dan tanah.

Jenis-jenis Tanah

Fraaksi-fraksi tanah (Jenis tanah berdasarkan ukuran butir), terdiri atas:

- Kerikil (gravel) > 2.00 mm
- Pasir (sand) 2.00 — 0.06 mm

- Lanau (silt) 0.06 — 0.002 mm
- Lempung (clay) < 0.002 mm

Pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir, antarlain:

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
2. Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
3. Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatannya, antarlain:

1. Tanah Kohesif : adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya. (tanah lempungan = mengandung lempung cukup banyak).
2. Tanah Non Kohesif : adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya. (hampir tidak mengandung lempung misal pasir).
3. Tanah Organik : adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik. (sifat tidak baik).

2.7.Konsolidasi

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut

disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum, penurunan (settlement) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu :

- Penurunan Konsolidasi (Consolidation Settlement), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.
- Penurunan Segera (Immediate Settlement), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas.

Dasar-dasar Konsolidasi

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (permeable), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran pori-pori ke luar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah; berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir ke luar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi bersamaan.

Bilamana suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang mampumampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung adalah sangat kecil dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat laun dalam waktu yang sangat lama. Jadi untuk tanah lempung-lembek perubahan volume yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori (yaitu konsolidasi) akan terjadi sesudah penurunan segera. Penurunan konsolidasi tersebut biasanya jauh lebih besar dan lebih lambat serta lama dibandingkan dengan penurunan segera.

Indeks Pemampatan, C_c (Compression Index)

Indeks pemampatan, C_c adalah kemiringan dari bagian lurus grafik Untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik dalam gambar .

Nilai C_c dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2 - \log p_1} = \frac{\Delta e}{\log \frac{p_2}{p_1}}$$

Untuk tanah yang terkonsolidasi normal, Terzaghi dan Peck (1967) memberikan hubungan angka kompresi C_c sebagai berikut :

$$C_c = 0,009 (LL - 10)$$

Dengan LL = batas cair (*liquid limit*)

Untuk lempung yang struktur tanahnya tak terganggu/belum rusak (*Undisturbed*), Terzaghi dan Peck juga memberikan hubungan yang sama untuk tanah lempung yang dibentuk kembali (*remolded*).

$$C_c = 0,007 (LL - 10)$$

Daya mampat tanah (*soil compressibility*) adalah parameter yang menyatakan hubungan tegangan – regangan, dan tergantung kekakuan (*rigidity*) kerangka butiran tanah, serta merupakan fungsi dari struktur tanah. Hal ini berarti, daya mampat tanah memiliki korelasi dengan beberapa sifat fisik tanah (indeks properties).

Koefisien Konsolidasi, C_v (Coefficient of Consolidation)

Kecepatan penurunan konsolidasi primer dapat dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi (C_v). Kecepatan penurunan perlu diperhitungkan bila penurunan konsolidasi primer 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 tidak akan menghasilkan perbedaan yang besar.

Derajat konsolidasi pada sembarang waktu, dapat ditentukan dengan menggambarkan grafik hubungan antara penurunan dan waktu untuk satu beban tertentu yang diberikan pada alat konsolidometer. Caranya dengan mengukur penurunan total pada akhir fase konsolidasi.

Kemudian dari data penurunan dan waktu, pada waktu tertentu yang dihubungkan dengan derajat konsolidasi rata-rata (misalnya $U = 50\%$) ditentukan. Walaupun fase konsolidasi telah berakhir, yaitu ketika tekanan air pori menjadi nol, benda uji di dalam konsolidometer masih terus mengalami penurunan akibat konsolidasi sekunder. Karena itu tekanan air pori perlu diukur selama proses pembebanan atau suatu interpretasi data penurunan dan waktu harus dibuat untuk menentukan kapan konsolidasi telah selesai.

Jika sejumlah kecil udara terhisap masuk ke dalam air pori akibat penurunan tekanan pori dari lokasi aslinya di lapangan, maka kemungkinan terdapat juga penurunan yang berlangsung dengan cepat, yang bukan bagian dari proses konsolidasi. Karena itu, tinggi awal atau kondisi sebelum adanya penurunan proses konsolidasi juga harus diperhatikan.

Kecepatan penurunan yang terjadi di lapangan, pada umumnya jauh lebih cepat dibandingkan dengan perhitungan yang didasarkan pada teori konsolidasi satu dimensi dengan menggunakan data laboratorium. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan hal tersebut di atas, disimpulkan oleh Akagi (1979), sebagai berikut:

1. Kesalahan dalam memperkirakan nilai c_v lapangan, disebabkan oleh ketidakteraturan kondisi lapisan tanah.
2. Terjadinya pengaliran 2 atau 3 dimensi

3. Prosedur pengujian di laboratorium, tidak menggambarkan waktu dan pola pembebanan di lapangan.
4. Kesalahan dalam penggunaan metode untuk menentukan nilai c_v
5. Keterbatasan dalam analisa satu dimensi

Selain itu, kecepatan penurunan konsolidasi primer, ditentukan oleh kekentalan air pori, geometri structural ruang pori dan kemampu-mampatan dari struktur tanah. (Schiffman and Gibson, 1964)

Konsolidasi Sekunder, C_α (Secondary of consolidation)

Konsolidasi sekunder terjadi setelah proses konsolidasi primer berhenti. Lintasan kurva konsolidasi sekunder didefinisikan sebagai kemiringan kurva (C_α) pada bagian akhir dari kurva $\Delta H - \log t$ atau dari kurva $e - \log t$.

Selama konsolidasi sekunder berlangsung, kurva antara $e - \log t$ adalah merupakan garis lurus tetapi tidak horisontal. $U = 100\%$ diambil sebagai titik potong dari dua bagian linear dari kurva.

Untuk memperoleh kemiringan kurva konsolidasi sekunder yang baik, diperlukan

memperpanjang proses pengujian dilaboratorium. Dengan cara ini, akan mempermudah hitungan kemiringan kurva pemampatan sekunder C_α .

Dengan memperhatikan gambar, persamaan untuk memperoleh C_α diperoleh dengan:

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta e}{\log t_2 - \log t_p}$$

Dimana:

C_{α} = indeks pemampatan sekunder Δe = Perubahan angka pori

t_p = waktu setelah konsolidasi primer selesai $t_2 = t_2 + \Delta e$

2.8. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras dengan ketebalan 3mm sampai 5mm. sifat kerasnya disebabkan oleh banyaknya kandungan silikat (SiO_2) yang terdapat dalam tempurung. Dari berat total buah kelapa, antara 15-19% merupakan berat tempurungnya.

Pemanfaatan tempurung kelapa selama ini belum optimal, hanya sebatas arang tempurung kelapa, dibakar bahkan dibuang begitu saja sebagai limbah. Mengingat ketersediaannya yang cukup banyak, mudah di dapat dan nilai jualnya rendah mendorong untuk mengoptimalkan nilai tempurung kelapa tersebut.

2.9. Arang Tempurung Kelapa

Arang merupakan suatu produk yang dihasilkan dari proses karbonisasi dari bahan yang mengandung karbon biomas kayu. Produk ini utamanya banyak digunakan sebagi sumber energy. Proses pembuatan arang sesungguhnya dapat dihasilkan berbagai arang yang mempunyai kegunaan

berbeda misalnya arang biasa hasil pembakaran hanya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy untuk menghasilkan panas.

Sedangkan arang dengan melalui pengaktifan fungsinya dapat berubah untuk kesehatan, pertanian, kesehatan, kecantikan, dan juga bisa mengurangi swelling dari tanah karena mereduksi indeks plastis tanah. Selain itu terdapat kandungan karbon aktif, lignin, selulosa dan senyawa organik yang terkandung di dalam tempurung kelapa memberikan daya serap dan nilai kalor bakar yang cukup baik. Dengan demikian, tempurung kelapa sangat cocok untuk stabilisasi tanah lempung.

Indonesia telah lama diketahui sebagai produsen arang ekspor di pasar dunia, tercatat Indonesia termasuk nomor satu dari 5 negara pengeksport arang terbesar dunia yaitu China, Malaysia, Afrika selatan, Argentina

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi Pengambilan sampel tanah lempung diambil didaerah tanjung slamet, Deli Serdang, dengan cara menggali tanah dengan kedalam kurang lebih 1-2 meter kebawah. Serbuk arang tempurung kelapa diambil di jl. Mesjid gang Amal km 10,5 Jl. Medan-Binjai yaitu tempat pembakaran dari tempurung/batok kelapa.

3.2. Lokasi Penelitian

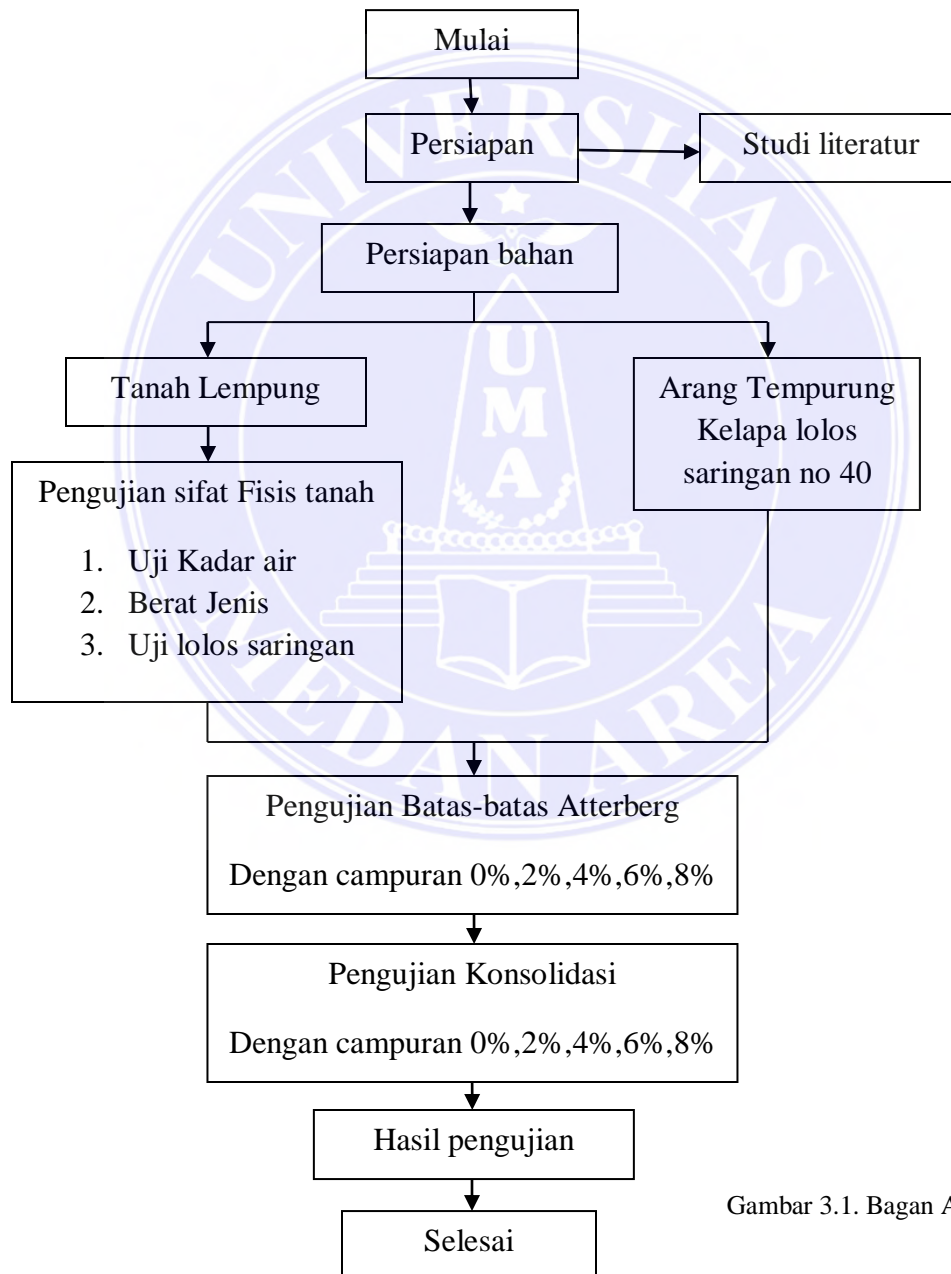
Lokasi dari penelitian ini bertempat di Laboratorium Universitas Sumatera Utara dan Universitas Medan Area , tepatnya di Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan Universitas Medan Area Lokasi tersebut adalah tempat pengujian benda uji yang telah diambil di lapangan, adapun metode yang akan digunakan dalam pengujian, yaitu.

- a. Kadar air (*water content analysis*).
- b. Berat jenis tanah (*specific gravity*).
- c. Uji lolos saringan
- d. Batas-batas Atterberg (*Atterberg limits*).
- e. Uji Konsolidasi.

3.3. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 1 Juli 2019 sampai 7 Agustus 2019 di Universitas Medan Area

3.4. Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alur penelitian

3.5. Alat Dan Bahan

1. Alat

a. Ayakan

Ayakan digunakan untuk menyaring atau memisahkan butir-butir tanah sesuai nomer saringan.



Gambar 3.2. Ayakan

b. Cawan Kadar Air

Cawan kadar air berfungsi untuk menaruh contoh tanah yang akan di uji kadar airnya.



Gambar 3.3. Cawan

c. Timbangan

Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram berfungsi untuk menimbang cawan, contoh tanah dengan jumlah sedikit.



Gambar 3.4. Timbangan

d. Oven

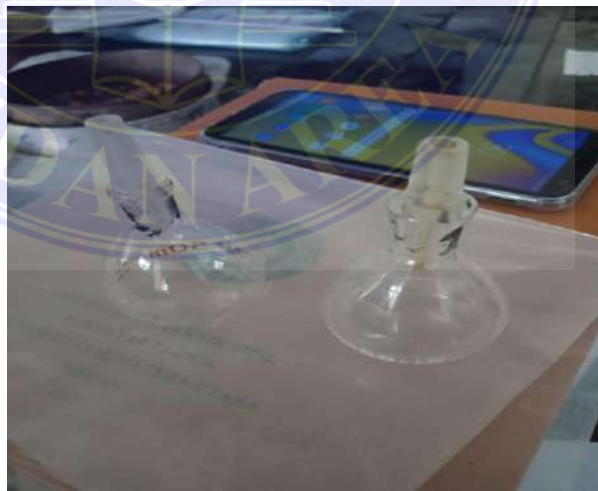
Oven digunakan untuk mengeringkan contoh tanah yang akan di uji kadar airnya.



Gambar 3.5. Oven

e. *Picnometer*

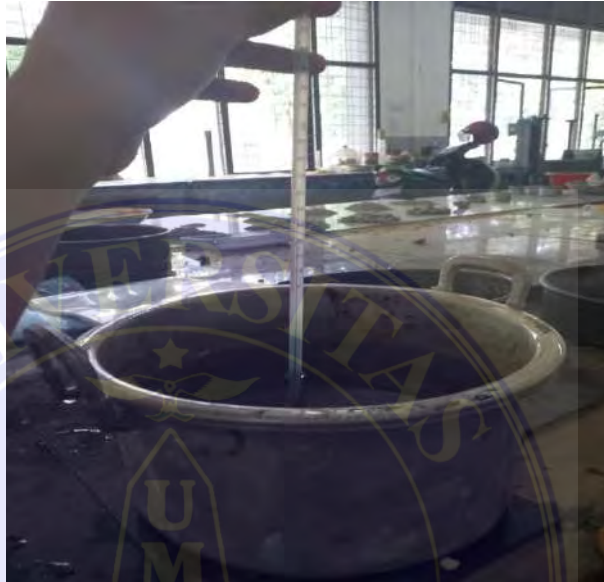
Picnometer digunakan untuk menguji berat jenis tanah.



Gambar 3.6. Picnometer

f. *Thermometer Celcius*

Thermometer celcius digunakan untuk mengukur suhu tanah atau air pada saat pengujian.



Gambar 3.7. Thermometer

g. *Alat Pengujian Batas Cair Tanah*

Satu set alat pengujian batas cair tanah digunakan untuk menguji batas cair tanah.



Gambar 3.8. Alat Pengujian Batas Cair Tanah

h. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu pada saat pengujian.



Gambar 3.9. *Stopwatch*

i. Alat Pencampur Tanah

Alat pencampur tanah digunakan untuk mencampur atau meratakan tanah lempung yang sudah diberi air sebelum dipadatkan.



Gambar 3.10. Alat pencampur tanah

j. Alat Konsolidasi

Alat untuk menentukan nilai konsolidasi pada tanah



Gambar 3.11. Alat Konsolidasi

2. Bahan

a. Tanah lempung

Tanah lempung diambil didaerah tanjung slamet, Deli Serdang



Gambar 3.12. Tanah Lempung

b. Arang

Arang yg diambil langsung dari tempat pembakaran arang/produksi arang tempurung kelapa.



Gambar 3.13. Arang Halus

3.6. Tahapan Penelitian

1. Kadar air

a. Tujuan

Yang dimaksud dengan kadar air tanah ialah perbandingan antara berat air yang terkandung didalam tanah berat kering tanah yang dinyatakan dalam (%)

b. Alat-alat

1. Oven yang dilengkapi dengan pengatur Suhu ($110\pm 5^{\circ}\text{C}$)
2. Cawan
3. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
4. Desikator

c. Persiapan benda Uji

Jumlah benda uji yang dibutuhkan untuk pemeriksaan kadar air tanah tergantung pada ukuran butir maksimum dari contoh tanah yang diperiksa dengan ketelitian berikut

Tabel 3.1. Ketelitian ukuran butiran tanah

Ukuran Butiran maksimum	Jumlah benda Uji minimum (gram)	Ketelitian (gram)
Lewat saringan 3/4"	1000	1
Lewat saringan no.10	100	0,1
Lewat saringan no.40	10	0,01

Sumber : Pedoman praktikum mekanika tanah Universitas Medan area

d. Prosedur Kerja

- Timbanglah cawan kosong dan catat beratnya.
- Benda uji yang mewakili tanah yang diperiksa ditempatkan dalam cawan yang bersih dan kering, kemudian timbang beratnya.
- Cawan beserta isinya dimasukkan kedalam oven selama 24 jam
- Cawan diambil dari dalam oven, kemudian kita masukkan kedalam desikator dan timbang dan catat beratnya

e. Perhitungan

Kadar air dapat dihitung sebagai berikut

- Berat cawan + tanah basah W1 gram

- Berat cawan +tanah kering W2 gram
- Berat cawan kosong W3 gram
- Berat air (W2-W1) .0
- Berat tanah kering(W2-W3) gram
- Kadar Air $\frac{(W1-W2)}{(W2-W3)} \times 100\%$

2. Berat jenis

a. Tujuan

Untuk Menentukan berat jenis tanah (specific Gravity) yang mempunyai butiran lewat saringan no.4 dengan piknometer berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu yang tertentu

b. Alat – Alat

- Piknometer dengan kapasitas ± 50 ml
- Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- Oveb yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai dengan $(110 \pm 5^\circ)$ C.
- Kompor
- Desikator
- Thermometer ukuran 0-50°C, dengan ketelitian pembacaan 1°C.
- Saringan no. 4 dan penadahnya
- Botol berisi air suling
- Bak perendaman

c. Prosedur Kerja

- Keringkanlah benda uji didalam oven.
- Cuci dan keringkan piknometer, timbang beratnya (W1) gr

- Masukkan benda uji kedalam piknometer sampai terisi $\pm 1/3$ dari volume piknometer, masukkan piknometer kedalam panci tanpa tutup yang telah berisi air
- Didihkan panci tersebut selama ± 15 menit, untuk mengeluarkan udara yg ada didalam tanah tersebut.
- Dinginkan panci tersebut dalam desikator selama ± 15 menit.
- Tambahkan air suling sampai batas tanda yang ada pada piknometer dan rendam kedalam air selama 14 jam dan ukur suhu perendaman dengan thermometer
- Angkat piknometer dari perendaman dan bila air yang berada dalam piknometer berkurang, maka tambahkan lagi air sampai pada tanda batas yang ada
- Keringkan dari bagian luar piknometer dan timbang piknometer + tanah + air + tutup (W3)
- Piknometer kemudian dikosongkan dan dibersihkan lalu timbang setelah terlebih dahulu diisi penuh dengan air sulinga dan bagian luarnya dikeringkan dan ditimbang beratnya (W4).

d. Perhitungan

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

Dimana :

G_s = Berat jenis tanah (specific Gravity)

W_1 = Berat piknometer + penutup

W_2 = Berat piknometer + penutup + tanah kering

W_3 = Berat piknometer + Penutup + tanah kering + air suling

W_4 = Berat piknometer + penutup + air suling pada suhu tertentu

3. Uji Lolos Saringan

a. Tujuan

Pengujian ayakan cara kering digunakan apabila tanah yang akan ditentukan penyebaran butirannya cukup bersih dan hanya sedikit mengandung butiran halus yang mempunyai diameter 0,075 mm.

b. Alat-alat

1. Contoh tanah
2. Ayakan yang mempunyai ukuran antara 0,075 mm sampai 2 mm
3. Oven
4. Timbangan

c. Prosedur

1. Bersihkan dan timbang masing masing ayakan
2. Susun ayakan satu sama lain dengan urutan saringan terkecil paling bawah dan terbesar dipaling atas. Ukuran ayakan terkecil adalah no. 200 yang mempunyai diameter 0,075 mm
3. Keringkan contoh tanah dengan menggunakan oven dan timbang
4. Tuangkan contoh tanah kedalam ayakan paling atas
5. Hitung berapa gram persentase tanah yg tertahan dan lolos pada masing masing ayakan

4. Batas-batas Atterberg

1. Batas Cair (Liquid limit,LL)

a. Tujuan

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan besarnya kadar air didalam contoh tanah pada saat fase tanah akan berubah dari cair menjadi plastis atau sebaliknya,

b. Alat-alat

- Alat casagrande untuk menentukan batas cair
- Alat grooving tool untuk membuat alur (coakan) berbentuk V
- Cawan

- Timbangan
- Mangkok tempat mengaduk tanah
- Spatula
- Oven
- Botol air

c. Prosedur Kerja

- Ambil 4-5 buah cawan aluminium (kosong, bersih, dan kering) timbang masing-masing berat dan kodenya.
- Masukkan contoh tanah kedalam mangkok pengaduk dan tambahkan air sedikit demi sedikit sambil aduk memakai spatula sampai adonan merata dan terlihat plastis.
- Tuangkan adonan tanah kedalam container alat casagrande dan ratakan hingga ketebalan tanah kurang lebih 1 cm.
- Buat alur atau coakan (grooving) pada adonan didalam container (grooving tool digerakan dari arah pukul 12 kearah pukul 6). Pada saat membuat alur, alat pembuat coakan (grooving tool) harus tegak lurus dengan dasar container sehingga coakan terlihat
- Gerakan tuas pemutar berlawanan arah jarumjam dengan kepatan 2 putaran (ketukan) per detik dan hitung jumlah putaran sampai kedua dinding alur adonan tanah di dalam container menutup sepanjang 1.27 cm (1/2 inch)
- Ambil contoh tanah dan masukkan ke dalam salah satu cawan aluminium yang sudah diketahui beratnya dan timbang.
- Masukkan cawan dan tanah ke dalam oven yang mempunyai temperatur $105^{\circ} + 5^{\circ} \text{ C}$, dan diamkan selama 24 jam.
- Ulangi langkah ke-2 sampai dengan langkah ke-7 pada contoh tanah yang mempunyai kadar air berbeda-beda, sehingga didapatkan contoh adonan yang menutup sepanjang 1.27 cm pada jumlah putaran kurang dari 25 dan lebih dari 25 putaran masing-masing dua buah. Sedapat mungkin jumlah putaran antara 20

sampai 35. Apabila alur pada adonan sudah menutup sebelum 20 putaran maka tanah terlalu basah, sebaliknya apabila alur belum menutup setelah 35 putaran, maka tanah terlalu kering, sehingga kedua percobaan harus diulang.

- Ambil semua cawan dari oven, dinginkan dan timbang. Data percobaan kemudian ditabulasikan.
- Batas cair tanah ditentukan berdasarkan besarnya kadar air, dimana alur menutup sepanjang 1.27 cm (1/2 inch) pada putaran ke 25. Oleh karena sulit untuk mendapatkan adonan yang tepat pada batas cairnya, maka kadar air ditentukan dengan cara menggambar grafik hubungan antara jumlah putaran (ketukan) dengan kadar air.

d. Perhitungan

$$LL = (Wn) \left(\frac{n}{25}\right)^{0,121}$$

Dimana :

Wn = kadar air pada ketukan n

N = jumlah Ketukan

2. Batas Plastis (Plastic Limit, PL)

a. Tujuan

Pengujian batas plastis dimaksudkan untuk menentukan besarnya kadar air di dalam contoh tanah pada saat tanah akan berubah dari fase plastis menjadi fase semi padat atau sebaliknya.

b. Alat-Alat

- Cawan aluminium
- Timbangan
- Mangkok tempat mengaduk tanah
- Spatula
- Oven
- Botol air (squeezer)

- Kaca datar
- Standar ukuran berbentuk silinder yang terbuat dari logam dengan diameter 3 mm dan panjang sekitar 10 cm sebagai acuan

c. Prosedur

- Timbang contoh tanah dan cawan, kemudian masukkan ke dalam oven selama 24 jam pada temperatur $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Keluarkan contoh tanah dari oven dan timbang cawan yang berisi tanah kering
- Batas plastis ditentukan berdasarkan kadar air, dimana contoh tanah yang digulung (rolled) sampai diameter 3 mm mulai retak

5. Konsolidasi

a. Alat-alat

- Alat Oedometer (Consolidometer)
- Ring Pemotong tanah
- Ring spesimen (specimen ring)
- Kawat Pemotong tanah (Trimmer)
- Batu porous (porous stone) 1 set (2 buah)
- Kertas filter 2 buah
- Alat pengukur waktu (timer)
- Alat pengukur penurunan (dial gage)
- Oven
- Timbangan

b. Prosedur Kerja

- Timbang Ring specimen kosong dalam keadaan kering
- Siapkan contoh tanah dalam keadaan tidak terganggu (undisturbed) yang diambil dari lapangan

- Cetak contoh tanah dengan menggunakan Ring pemotong
- Masukkan contoh tanah dari Ring pemotong ke dalam Ring specimen, kemudian potong (ratakan bagian atas dan bawah ring) contoh tanah yang ada di dalam Ring specimen memakai kawat pemotong, sehingga contoh tanah mempunyai ketebalan yang sama dengan tinggi Ring specimen
- Lapisi contoh tanah bagian atas dan bawah dengan kertas filter
- Masukkan Ring specimen yang berisi contoh tanah ke dalam
 - tabung-bawah pengujian, yang sudah diberi batu porous untuk dudukan contoh tanah
 - Pasang tabung atas, kemudian pasang baut untuk mengikat tabung bawah dan tabung atas
 - Letakkan batu porous di bagian atas contoh tanah
 - Letakkan tabung pengujian pada consolidometer, dan atur agar torak beban menempel pada bagian atas (permukaan) batu porous. Usahakan contoh tanah tidak tertekan oleh torak beban.
 - Genangi tabung pengujian dengan air, sehingga contoh tanah sepenuhnya terendam air
 - Berikan beban awal (seating pressure) sehingga memberikantekanan antara 2-5 kPa (tergantung jenis tanahnya), dan biarkan selama 5 menit. Beban ini diberikan agar torak beban benar-benar duduk pada batu porous di permukaan contoh tanah dengan tekanan yang relatif kecil

- Atur alat pengukur (dial) penurunan pada posisi maksimum (terpendek), sehingga cukup ruang mengukur penurunan
- Berikan beban/tekanan pertama dan catat penurunan yang terjadi setiap interval waktu. Interval waktu pencatatan adalah 0.0, 0.25, 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 12.25, 16, 20.25, 36, dan 60 menit, kemudian dilanjutkan dengan 24 jam. Besarnya tekanan umumnya mulai dari 0.125 kg/cm² dan dinaikkan dengan kelipatan dua kali.
- Setelah 24 jam, beban dinaikkan (beban kedua) menjadi dua kali beban pertama dan dilakukan pencatatan penurunan pada interval waktu seperti langkah (13)
- Ulangi langkah (14) dengan menaikkan beban dua kali dari beban sebelumnya.
- Pada akhir pembebanan (misal pada tekanan 16.0 kg/cm²), tekanan diturunkan (unloading) berturut-turut menjadi 8.0, 4.0, 2.0, 1.0, 0.5, dan 0.25 kg/cm². Pencatatan deformasi (rebound) dilakukan untuk masing-masing pengurangan beban pada saat deformasi sudah selesai (tidak terjadi deformasi lagi). Secara umum/deformasi pada proses unloading jauh lebih cepat dibandingkan dengan deformasi pada proses penambahan tekanan (loading).
- Apabila dikehendaki, proses unloading dapat dilakukan sebelum beban maksimum diberikan, dan kemudian dilakukan pembebanan lagi (re-loading) sampai tekanan maksimum. Pemberian beban pada proses ini dapat dirangkum sebagai berikut:

- Beban seating load = dinaikkan bertahap ke beban n
 - Beban n = diturunkan bertahap ke beban seating load
 - Beban seating load = dinaikkan bertahap ke beban maksimum
 - Beban maksimum = diturunkan bertahap ke beban seating load
- Pada akhir pembebanan, keluarkan contoh tanah (specimen) dari Ringspecimen, masukkan ke dalam cawan alumunium yang sudah diketahui beratnya, timbang, kemudian masukkan specimen dan cawan ke dalam oven dan biarkan selama 24 jam pada temperature sekitar $105^{\circ}C + 5^{\circ}C$
 - Timbang berat specimen dalam keadaan kering

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Sifat Fisis Tanah

1. Kadar air (*water content analysis*)

Hasil dari pemeriksaan kadar air (*water content analysis*) tanah lempung di Tanjung Selamat, Kecamatan Medan Tuntungan, Sumatera Utara diperoleh nilai kadar air tanah sebesar 37,51%

2. Berat jenis (*specific gravity*)

Hasil dari pemeriksaan Berat jenis (*specific gravity*) tanah lempung di Tanjung Selamat, Kecamatan Medan Tuntungan, Sumatera Utara diperoleh nilai Berat jenis (*specific gravity*) tanah lempung tanah sebesar 2,285

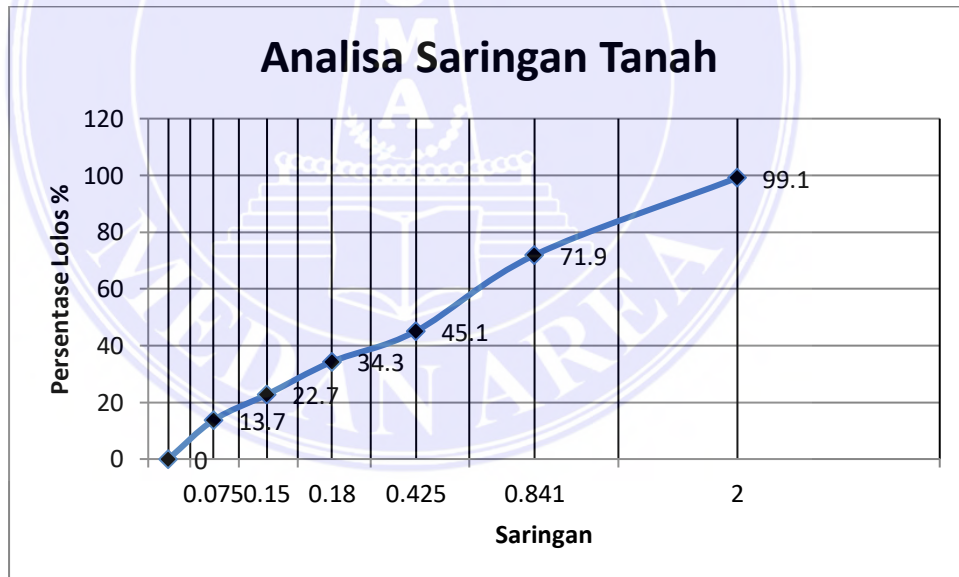
3. Analisa Saringan (*Grain Size Analysis*)

Ukuran butiran tanah dan butiran arang dianalisis dengan Analisa Saringan (*Grain Size Analysis*), Berikut adalah hasil dari Analisa Saringan (*Grain Size Analysis*):

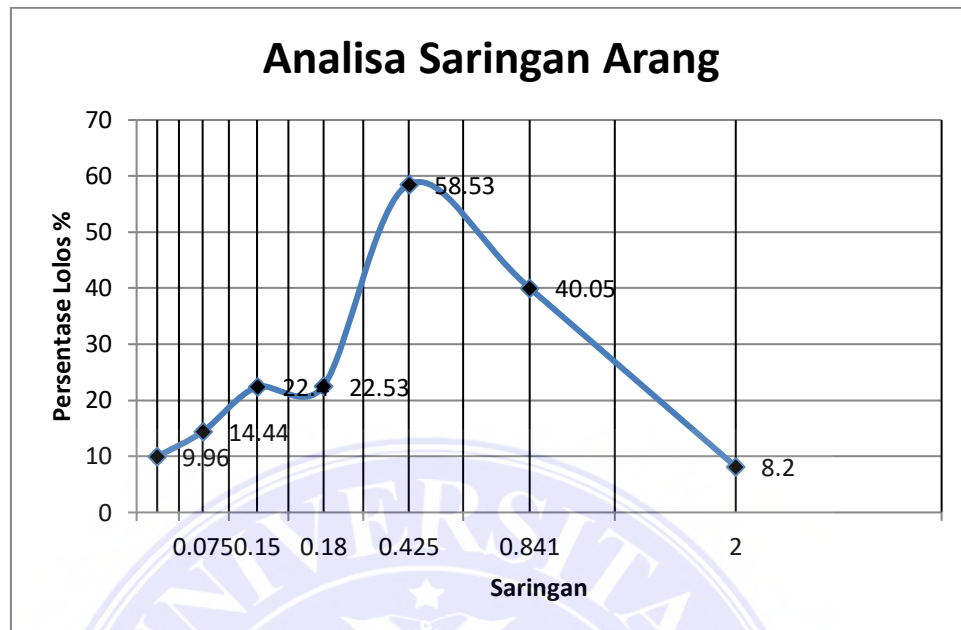
Tabel 4.1. Analisa Saringan

Ukuran saringan	Tanah Tertahan disaringan (%)	Arang Tertahan disaringan (%)
10	17,73	8,2
20	36,68	40,05
40	50,56	58,53
80	22,41	22,53
100	22,51	22,4
200	17,43	14,44
fan	26,57	9,96

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019



Gambar 4.1. Grafik Analisa saringan tanah



Gambar 4.2. Grafik Analisa saringan Arang

4.2. Sifat Mekanis Tanah

1. Batas – Batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

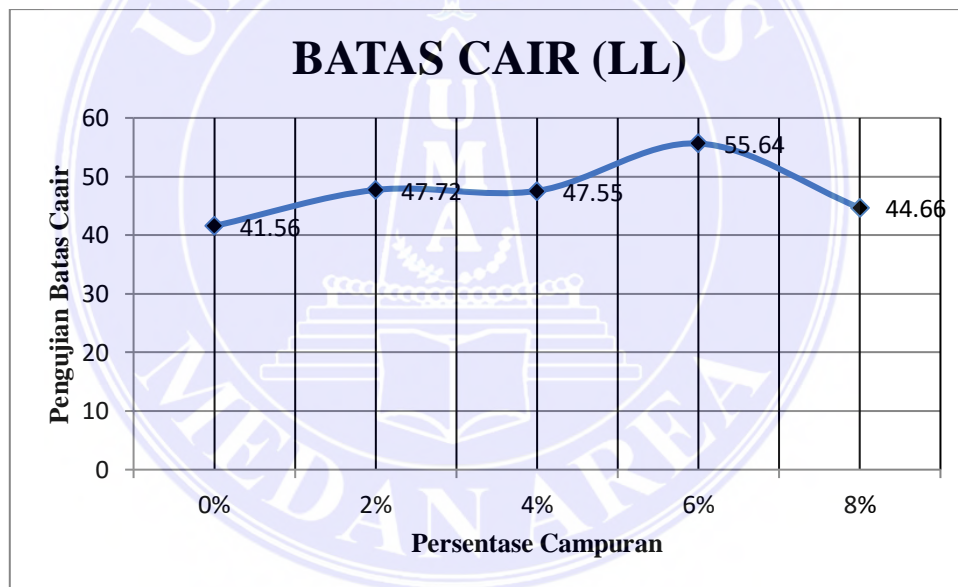
a. Batas Cair (LL)

Hasil dari pemeriksaan Batas Cair (LL) tanah lempung di Tanjung Selamat, Kecamatan Medan Tuntungan, Sumatera Utara diperoleh Batas Cair (LL) tanah dengan persentase campuran 0%, 2%, 4%, 6%, 8% sebagai berikut

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Batas Cair (LL)

Persentase campuran %	Hasil Pengujian Batas Cair (LL)
0%	41,56
2%	47,72
4%	47,55
6%	55,64
8%	44,66

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019



Gambar 4.3. Grafik Batas Cair (LL)

b. Batas Plastis (PL)

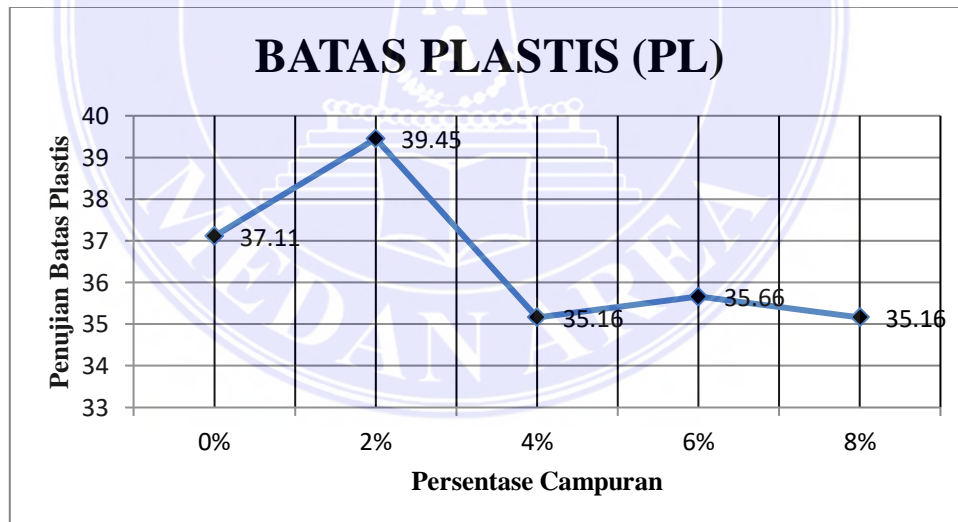
Hasil dari pemeriksaan Batas Plastis (PL) tanah lempung di Tanjung Selamat, Kecamatan Medan Tuntungan, Sumatera Utara

diperoleh Batas Plastis (PL) tanah dengan persentase campuran 0%,2%,4%,6%,8% sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Batas Plastis (PL)

Persentase campuran %	Hasil Pengujian Batas Plastis (PL)
0%	37,11
2%	39,45
4%	35,16
6%	35,66
8%	35,16

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019



Gambar 4.4. Grafik Batas Plastis (PL)

c. Indeks Plastis (PI)

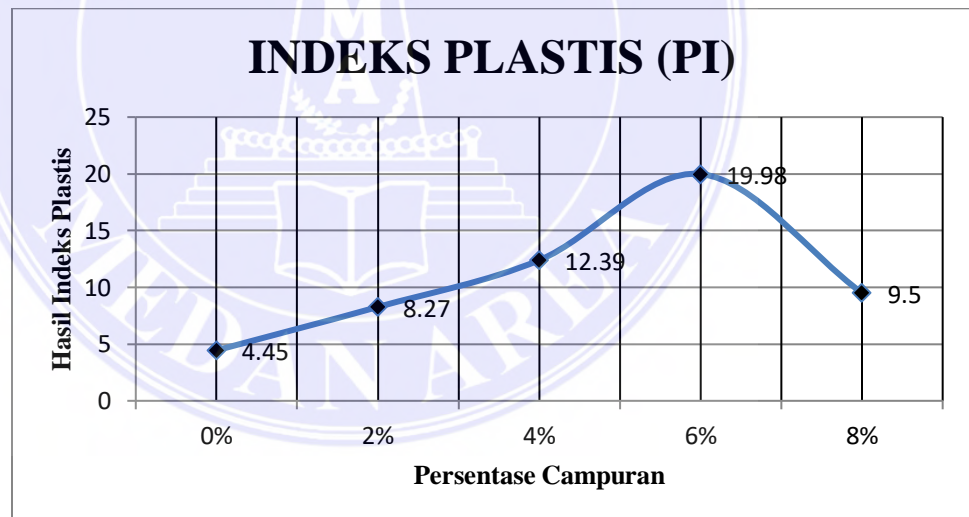
Hasil dari pemeriksaan Indeks Plastis (PI) tanah lempung di Tanjung Selamat, Kecamatan Medan Tuntungan, Sumatera Utara

diperoleh Indeks Plastis (PI) tanah dengan persentase campuran 0%,2%,4%,6%,8% sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Indeks Plastis (PI)

Persentase campuran %	Hasil Pengujian Indeks Plastis (PI)
0%	4,45
2%	8,27
4%	12,39
6%	19,98
8%	9,5

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019



Gambar 4.5. Grafik Indeks Plastis (PI)

4.3. Konsolidasi Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan konsolidasi dan besarnya penurunan/settlement tanah apabila tanah mendapat beban dan membandingkan besarnya nilai indeks pemampatan (Cc), indeks pemampatan kembali (Cr), dan

Koefisien Konsolidasi (C_v) .Berikut ini adalah data-data yang diperoleh setelah pengujian.

Tabel 4.5. Indeks pemampatan dan Indeks pemampatan Kembali

Persentase Campuran (%)	Indeks pemampatan (C_c)
0%	0,207
2%	0,224
4%	0,243
6%	0,193
8%	0,242

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019

Tabel 4.6. Koefisien Konsolidasi

Persentase Campuran	Koefisien Konsolidasi (C_v)
0%	2,241
2%	0,589
4%	0,611
6%	0,347
8%	0,321

Sumber : Data hasil pengujian Laboratorium 2019

Hasil tersebut diperoleh berdasarkan analisa untuk grafik hubungan tekanan dengan angka pori yang ada pada lampiran Data hasil pengujian.



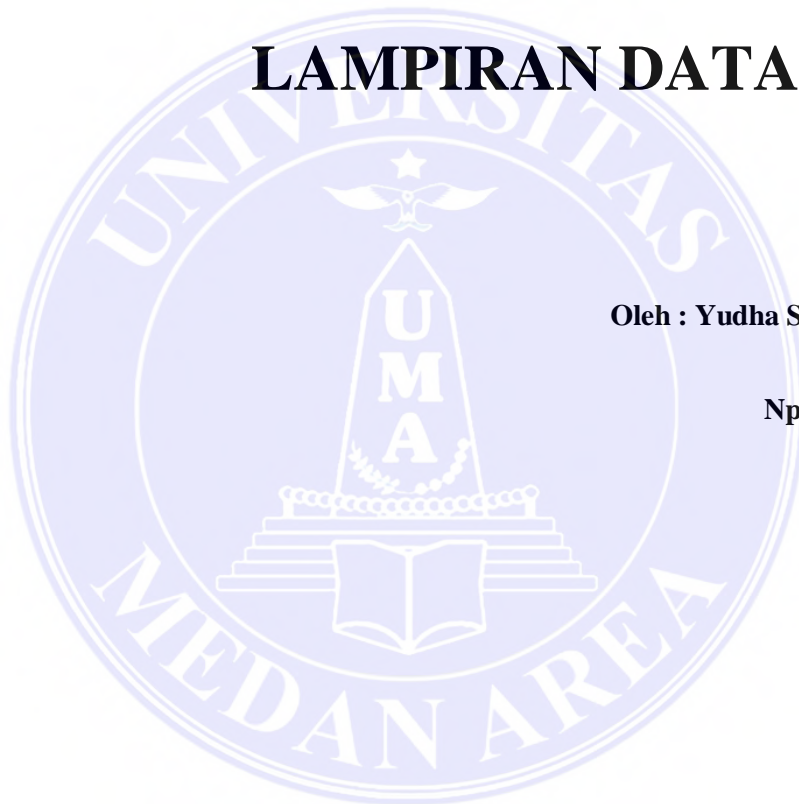
**TUGAS AKHIR
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**PENGARUH CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP
KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG**

LAMPIRAN DATA DATA

Oleh : Yudha Septiawan Lubis

Npm : 14 811 0059





Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Kadar air Tanah Lempung

Tabel 4.7. Hasil kadar air tanah

No. Cawan timbang		1	2
Berat cawan kosong	W1 gram	11,26	12,8
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	41,26	42,85
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	33,45	34,29
Berat air	$A = W2 - W3$	7,81	8,56
Berat tanah kering	$B = W2 - W1$	22,19	21,49
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100\%$	35,19	39,83
Kadar air rata rata		37,51%	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Lempung

Tabel 4.8. Hasil Berat jenis tanah

No. Piknometer		1	2
Berat piknomter kosong	W1 (gram)	36,66	30,96
Berat piknomter + tanah kering	W2 (gram)	53,38	45,01
Berat piknometer + tanah + air	W3 (gram)	95,94	88,11
Berat piknometer + air	W4 (gram)	86,33	80,95
Temperatur (t°C)		29°	29°
Berat Jenis	$G_s = \frac{(W2 - W1)}{W4 + (W2 - W1) - W3}$	2,531	2,039
Berat Jenis rata-rata		2,285	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Uji Lolos Saringan Tanah

Tabel 4.9. Hasil Uji lolos saringan tanah

No.	Ukuran Lubang (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal komulatif (gram)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos ayakan (%)
No. 10	2,00	17,73	17,73	0,9	99,1
No. 20	0,841	36,68	54,41	28,1	71,9
No. 40	0,425	50,56	104,97	54,1	45,1
No. 80	0,180	22,41	127,38	65,7	34,3
No.100	0,150	22,51	149,89	77,3	22,7
No. 200	0,075	17,43	167,32	86,3	13,7
Dasar/pan		26,57	193,89	100	0

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Uji Lolos Saringan Arang

Tabel 4.10. Hasil Uji lolos saringan arang

No.	Ukuran Ayakan Lubang (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal komulatif (gram)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos ayakan (%)
No. 10	2,00	8,2	8,2	0,4	99,6
No. 20	0,841	40,05	48,25	27,4	72,6
No. 40	0,425	58,53	106,78	60,6	39,4
No. 80	0,180	22,53	129,31	73,4	26,6
No.100	0,150	22,40	151,71	86,1	13,9
No. 200	0,075	14,44	166,15	94,3	5,7
Dasar/pan		9,96	176,11	100	0

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Cair (LL)

Tabel 4.11. Hasil Batas cair 0% (LL)

Percobaan No.		I	II	III	IV
Jumlah Pukulan		26	29	21	23
Berat Cawan Kosong	W1 gram	13,5	11,39	11,5	12,81
Berat Cawan +Tanah basah	W2 gram	69,29	70,62	79,29	80,09
Berat cawan + Tanah Kering	W3 gram	51,72	53,63	58,34	62,32
Berat air	$A = W2 - W3$	17,57	16,99	20,95	17,77
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	38,22	42,24	46,84	49,51
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	45,81	40,22	44,72	35,89
Batas cair (LL)	$LL = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$	46,02	40,94	43,78	35,52
Batas cair rata-rata	%		41,56		

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Cair (LL)

Tabel 4.12. Hasil Batas cair 2% (LL)

Percobaan No.		I	II	III	IV
Jumlah Pukulan		18	11	42	40
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,7	8,51	8,36	8,43
Berat Cawan +Tanah					
basah	W2 gram	66,05	67,7	69,41	67,96
Berat cawan + Tanah					
Kering	W3 gram	46,7	47,73	50,28	49,4
Berat air	A = W2 - W3	19,35	19,97	19,13	18,56
Berat tanah kering	B = W3 - W1	38	39,22	41,92	41,53
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	50,92	50,91	45,63	44,69
Batas cair (LL)	$LL = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$	48,93	46,09	48,58	47,3
Batas cair rata-rata	%		47,72		

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Cair (LL)

Tabel 4.13. Hasil Batas cair 4% (LL)

Percobaan No.		I	II	III	IV
Jumlah Pukulan		27	23	30	24
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,42	8,68	8,64	10,54
Berat Cawan +Tanah basah	W2 gram	68,49	68,98	65,88	73,46
Berat cawan + Tanah Kering	W3 gram	49,22	49,58	47,41	53,3
Berat air	A = W2 - W3	19,27	19,4	18,47	20,16
Berat tanah kering	B = W3 - W1	40,8	40,9	38,77	42,76
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	47,23	47,43	47,63	47,14
Batas cair (LL)	$LL = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$	47,67	46,95	48,69	46,9
Batas cair rata-rata	%		47,55		

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Cair (LL)

Tabel 4.14. Hasil Batas cair 6% (LL)

Percobaan No.		I	II	III	IV
Jumlah Pukulan		24	48	20	33
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,6	8,55	10,83	10,6
Berat Cawan +Tanah basah	W2 gram	62,57	68,39	70,02	73,23
Berat cawan + Tanah Kering	W3 gram	45,28	49,46	51,61	45,81
Berat air	$A = W2 - W3$	17,29	18,93	18,41	27,81
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	36,68	40,91	40,78	35,21
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	47,13	46,27	45,14	78,98
Batas cair (LL)	$LL = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$	46,89	50,07	43,93	81,67
Batas cair rata-rata	%		55,64		

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Cair (LL)

Tabel 4.15. Hasil Batas cair 8% (LL)

Percobaan No.		I	II	III	IV
Jumlah Pukulan		52	83	16	12
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,72	8,56	9,26	10,35
Berat Cawan +Tanah basah	W2 gram	66,28	69,38	63,62	68,7
Berat cawan + Tanah Kering	W3 gram	48,25	50,51	53,58	46,7
Berat air	$A = W2 - W3$	18,03	18,87	10,04	22
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	39,53	41,95	44,32	36,35
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	45,61	44,98	22,65	60,52
Batas cair (LL)	$LL = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$	49,83	52,01	21,45	55,37
Batas cair rata-rata	%		44,66		

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Plastis (PL)

Tabel 4.16. Hasil Batas Plastis 0% (PL)

No Cawan Timbangan		1	2
Berat Cawan Kosong	W1 gram	11,98	11,42
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	13,99	13,84
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	13,44	13,18
Berat air	$A = W2 - W3$	0,54	0,66
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	1,47	1,76
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	36,73	37,5
Batas plastis (PL)	%	37,11	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Plastis (PL)

Tabel 4.17. Hasil Batas Plastis 2% (PL)

No Cawan Timbangan		1	2
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,60	10,69
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	11,01	13,51
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	10,33	12,71
Berat air	$A = W2 - W3$	0,68	0,8
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	1,73	2,02
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	39,30	39,60
Batas plastis (PL)	%	39,45	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Plastis (PL)

Tabel 4.18. Hasil Batas Plastis 4%(PL)

No Cawan Timbangan		1	2
Berat Cawan Kosong	W1 gram	9,14	8,40
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	13,61	12,14
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	12,42	11,19
Berat air	$A = W2 - W3$	1,19	0,95
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	3,28	2,79
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	36,28	34,05
Batas plastis (PL)	%	35,16	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Plastis (PL)

Tabel 4.19. Hasil Batas Plastis 6% (PL)

No Cawan Timbangan		1	2
Berat Cawan Kosong	W1 gram	10,17	10,53
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	13,45	13,68
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	12,60	12,84
Berat air	$A = W2 - W3$	0,85	0,84
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	2,43	2,31
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	34,97	36,36
Batas plastis (PL)	%	35,66	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Departemen Teknik Sipil
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Jl. Perpustakaan No. 1B Kampus USU Medan

DATA HASIL PENGUJIAN,

Judul Pengujian : Pemeriksaan Batas Plastis (PL)

Tabel 4.20. Hasil Batas Plastis 8% (PL)

No Cawan Timbangan		1	2
Berat Cawan Kosong	W1 gram	8,83	8,66
Berat cawan + tanah basah	W2 gram	12,50	12,65
Berat cawan + tanah kering	W3 gram	11,52	11,64
Berat air	$A = W2 - W3$	0,98	1,01
Berat tanah kering	$B = W3 - W1$	2,69	2,98
Kadar air	$w = \frac{A}{B} \times 100$	36,43	33,89
Batas plastis (PL)	%	35,16	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019

Tabel 4.21. Hasil Indeks Plastis (PI)

Persentase campuran	Hasil Pengujian Indeks
%	Plastis (PI)
0%	4,45
2%	8,27
4%	12,39
6%	19,98
8%	9,5

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



DATA HASIL PENGUJIAN

Judul Pengujian : Konsolidasi Tanah

➤ Konsolidasi campuran 0%

Tabel 4.22. Hasil Pengujian Konsolidasi 0%

Berat tanah	W1 (gram)	
basah+cincin		196,4
Berat cincin	W2 (gram)	71,7
Berat tanah basah	W0 = W1-W2 (gram)	124,7
Berat tanah kering	Wk (Gram)	104,9
Kadar air (w)		18,87%
Tinggi (H0)	(mm)	40
Berat jenis (G)		2,35
Hs	$H_s = \frac{W_k}{G \times A}$ (mm)	22,728
Luas cincin	$A = \frac{1}{4} \pi d^2$	19,64
Volume	V = A x H0	78,56
Angka Pori	$e_0 = \frac{H_0 - H_s}{H_s}$	0,759

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



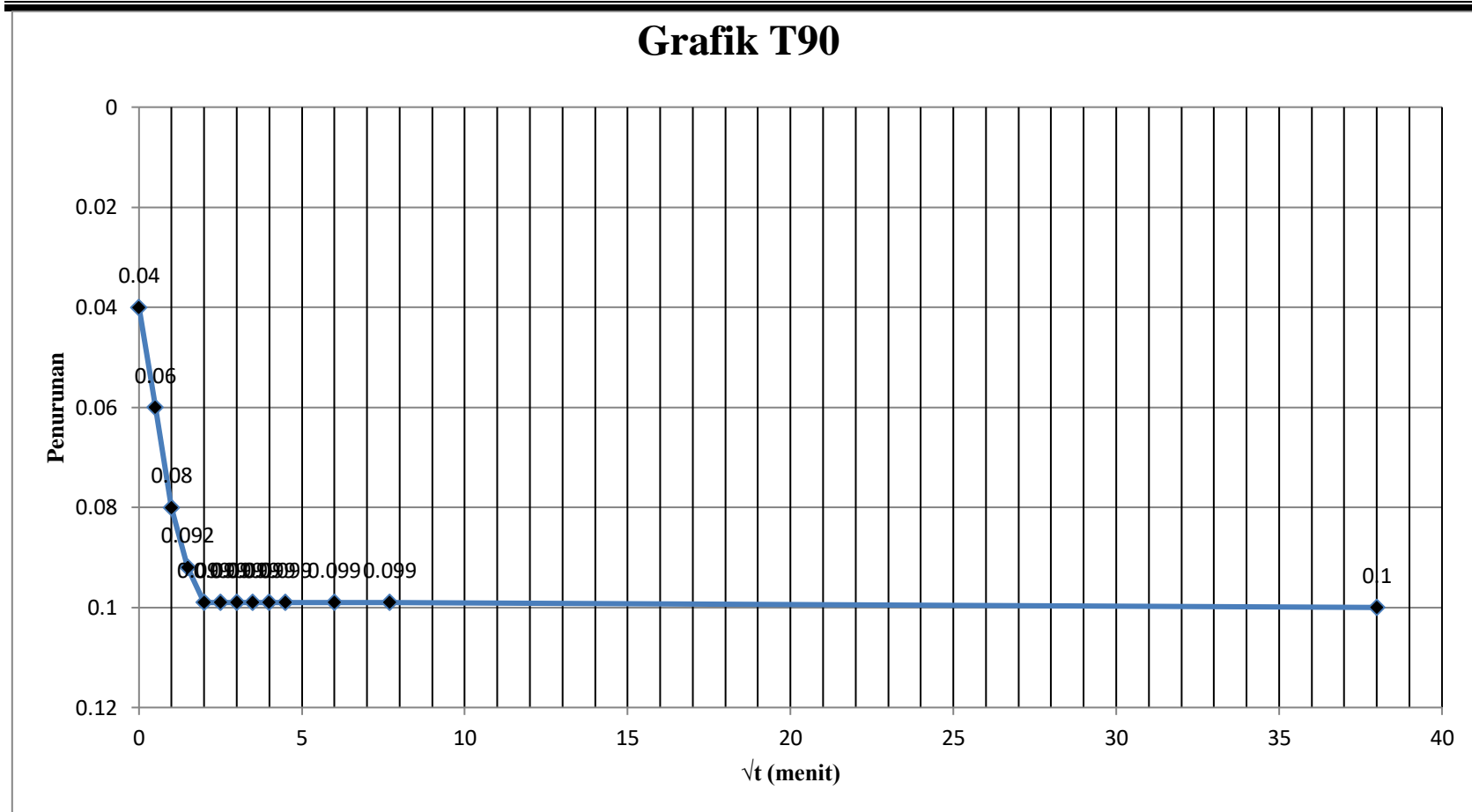
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 1 kg

Tabel 4.23. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,04	0	40
0,25	0,5	0,06	0,02	39,98
1	1	0,08	0,04	39,96
2,25	1,5	0,092	0,052	39,948
4	2	0,099	0,059	39,941
6,25	2,5	0,099	0,059	39,941
9	3	0,099	0,059	39,941
12,25	3,5	0,099	0,059	39,941
16	4	0,099	0,059	39,941
20,25	4,5	0,099	0,059	39,941
36	6	0,099	0,059	39,941
60	7,7	0,099	0,059	39,941
1440	38	0,1	0,06	39,94

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.6. Grafik t90 beban 1kg



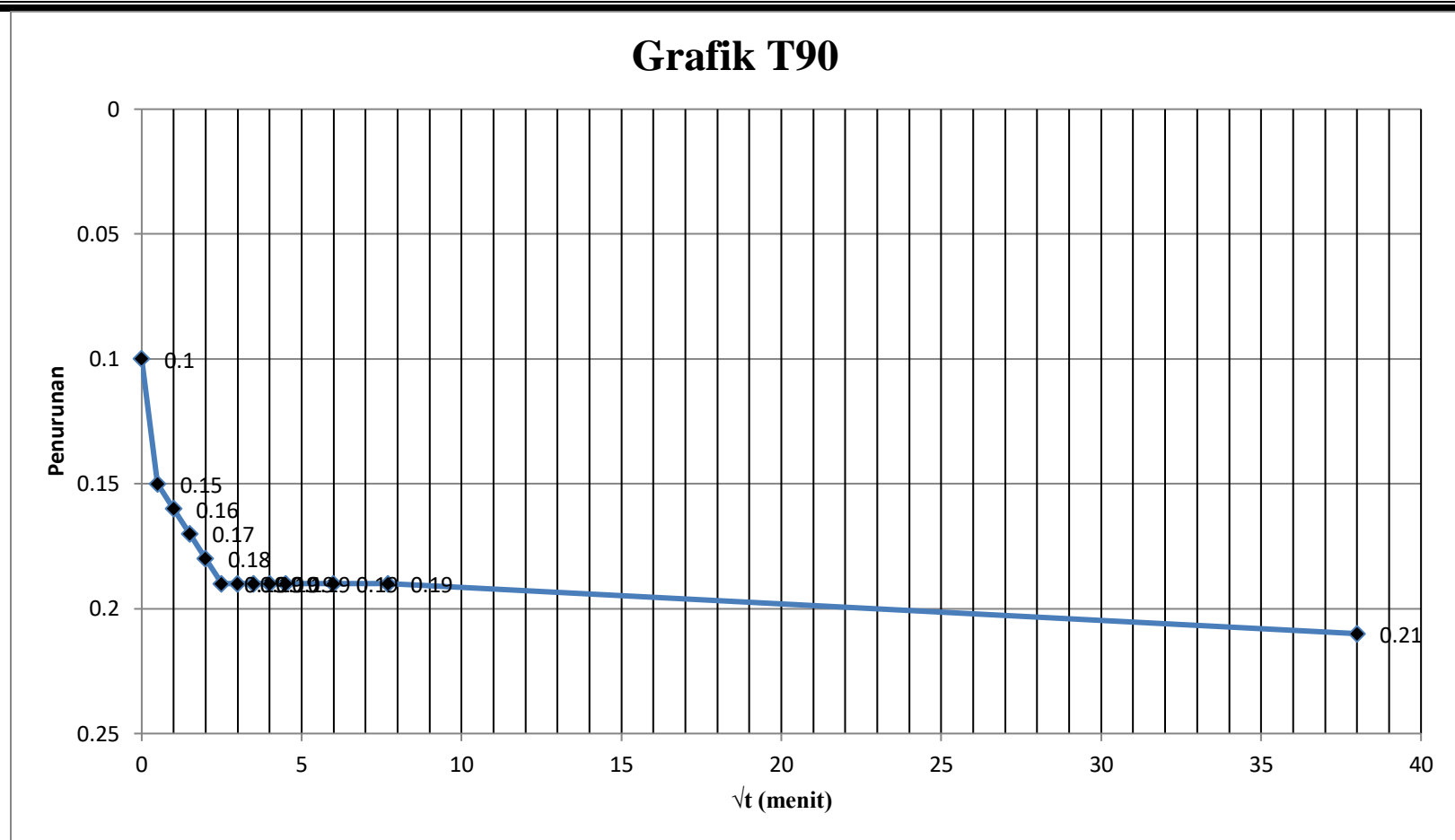
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 2 kg

Tabel 4.24. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	0,1	0,06	$H_0 - \Delta h$ 39,94
0,25	0,5	0,15	0,11	39,89
1	1	0,16	0,12	39,88
2,25	1,5	0,17	0,13	39,87
4	2	0,18	0,14	39,86
6,25	2,5	0,19	0,15	39,85
9	3	0,19	0,15	39,85
12,25	3,5	0,19	0,15	39,85
16	4	0,19	0,15	39,85
20,25	4,5	0,19	0,15	39,85
36	6	0,19	0,15	39,85
60	7,7	0,19	0,15	39,85
1440	38	0,21	0,17	39,83

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.7. Grafik t90 beban 2kg



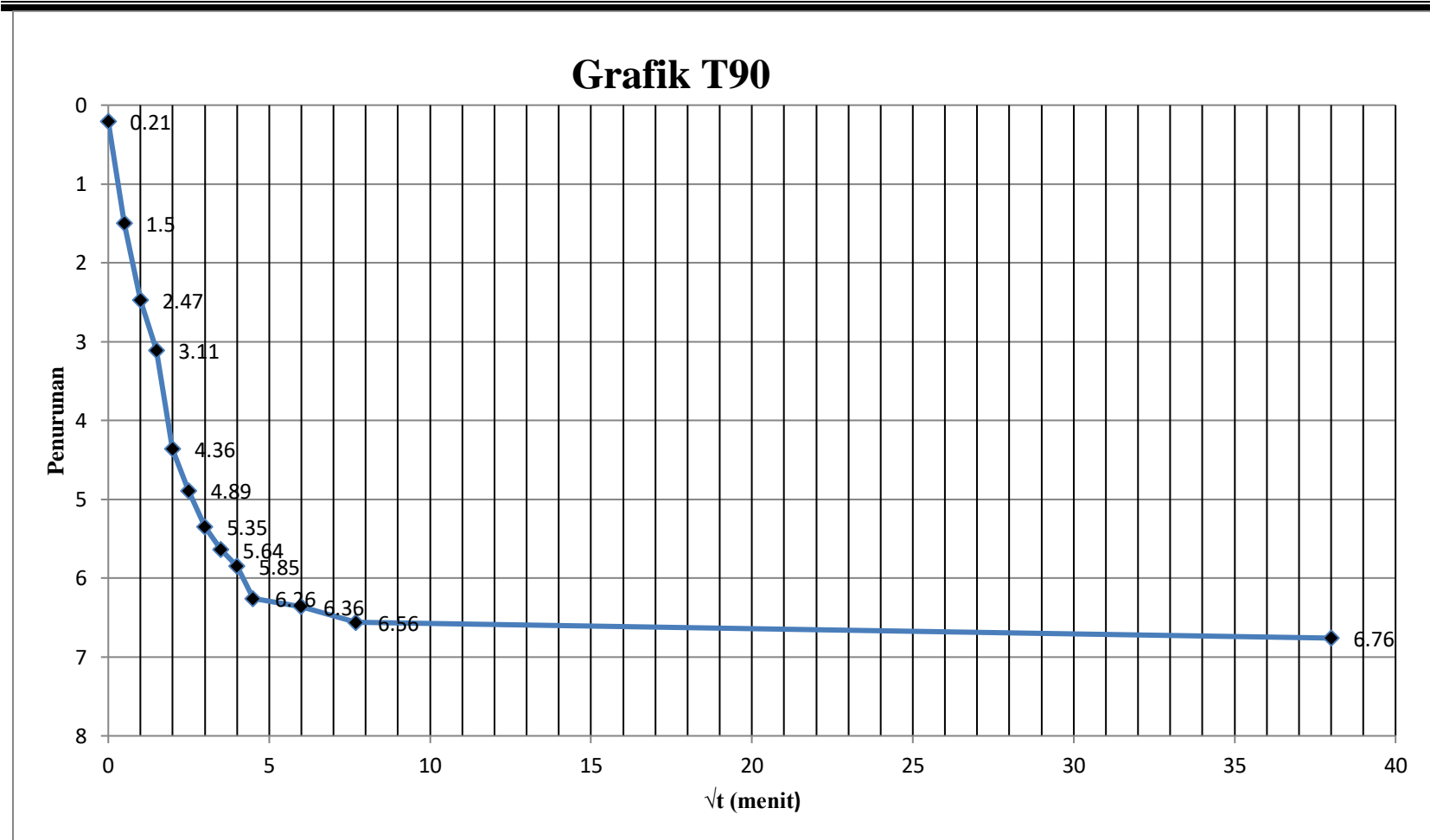
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 4 kg

Tabel 4.25. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,21	0,17	39,83
0,25	0,5	1,5	1,46	38,54
1	1	2,47	2,43	37,57
2,25	1,5	3,11	3,07	36,93
4	2	4,36	4,32	35,68
6,25	2,5	4,89	4,85	35,15
9	3	5,35	5,31	34,69
12,25	3,5	5,64	5,6	34,4
16	4	5,85	5,81	34,19
20,25	4,5	6,26	6,22	33,78
36	6	6,36	6,32	33,68
60	7,7	6,56	6,52	33,48
1440	38	6,76	6,72	33,28

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.8. Grafik t90 beban 4kg



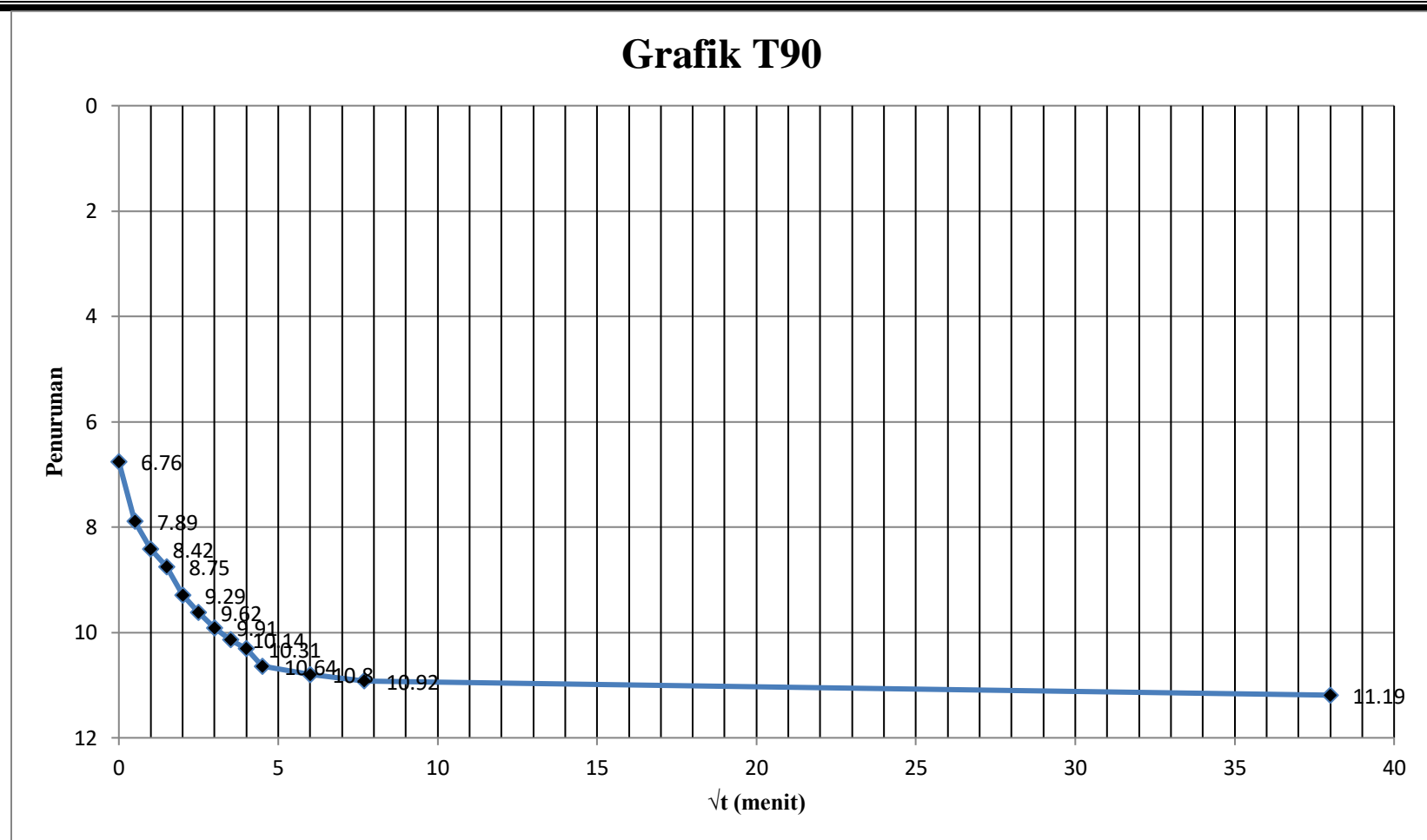
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 8 kg

Tabel 4.26. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	6,76	6,72	33,28
0,25	0,5	7,89	7,85	32,15
1	1	8,42	8,38	31,62
2,25	1,5	8,75	8,71	31,29
4	2	9,29	9,25	30,75
6,25	2,5	9,62	9,58	30,42
9	3	9,91	9,87	30,13
12,25	3,5	10,14	10,1	29,9
16	4	10,31	10,27	29,73
20,25	4,5	10,64	10,6	29,4
36	6	10,8	10,76	29,24
60	7,7	10,92	10,88	29,12
1440	38	11,19	11,15	28,85

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.9. Grafik t90 beban 8kg



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$

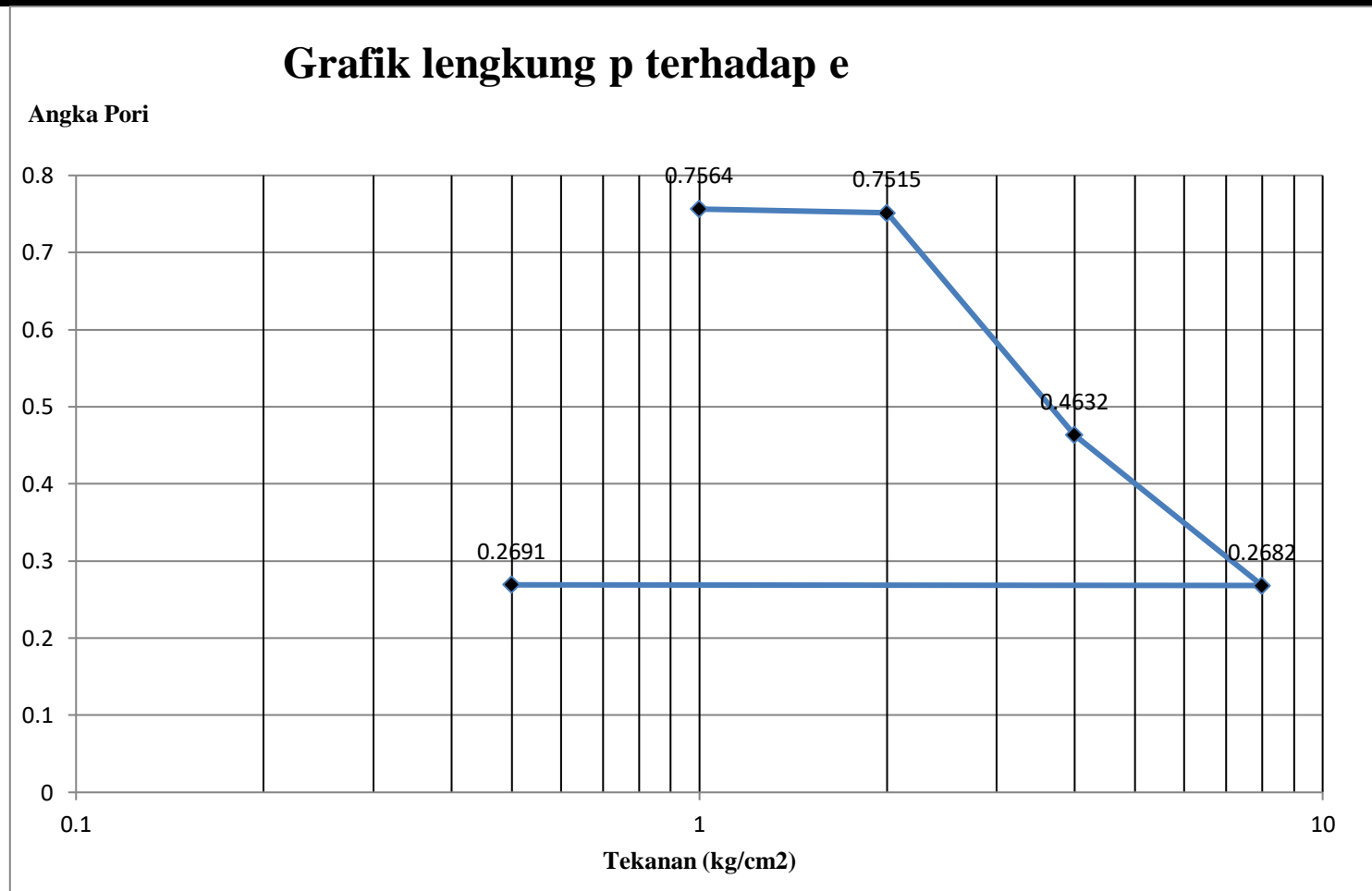
Tabel 4.27. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan AngkaPori)

Δh	Konsolidasi	Tinggi		Koefisien Konsolidasi	
		merata	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90}	(cm^2/menit)
	$d = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$	(mm)	($\sqrt{\text{menit}}$)	(menit)	$C_v = \frac{0,848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm^2/menit)
0,06	0,115	39,885	3,2	1,78	0,00063
0,17	3,445	36,555	1,9	1,37	0,734
6,72	8,935	31,065	6,8	2,60	2,603
11,15	11,14	28,86	3,5	1,87	5,627
11,13					

Pembacaan Arloji 24

tekanan	jam	Δh	$A_e = \frac{\Delta h}{H_s}$	Angka Pori
(kg/cm^2)	(mm)	(mm)		$e = e_0 - A_e$
0	0	0	0	0,759
1	0,1	0,06	0,0026	0,7564
2	0,21	0,17	0,0075	0,7515
4	6,76	6,72	0,2958	0,4632
8	11,19	11,15	0,4908	0,2682
0,5	11,18	11,13	0,4899	0,2691

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.10. Grafik lengkung p terhadap e



➤ $A = (p_0; e_0)$

$$P_0 = 40 \times 0,0015 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 0,759 \text{ mm}$$

➤ $B = (p_b ; e_b)$

$$P_b = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_b = e_0 \times 0,42 \text{ mm}$$

$$= 0,759 \times 0,42 = 0,318$$

Maka di peroleh nilai CC :

$$CC = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_b}{P_0}} = \frac{0,759 - 0,318}{\log \frac{8}{0,06}} = 0,207$$



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Konsolidasi campuran 2%

Tabel 4.28. Hasil Pengujian Konsolidasi 2%

Berat tanah	W1 (gram)	
basah+cincin		194,8
Berat cincin	W2 (gram)	71,7
Berat tanah basah	$W0 = W1 - W2$ (gram)	123,1
Berat tanah kering	Wk (Gram)	101,5
Kadar air (w)		21,28%
Tinggi (H0)	(mm)	40
Berat jenis (G)		2,35
Hs	$Hs = \frac{Wk}{G \times A}$ (mm)	21,99
Luas cincin	$A = \frac{1}{4} \pi d^2$	19,64
Volume	$V = A \times H0$	78,56
Angka Pori	$e0 = \frac{H0 - Hs}{Hs}$	0,819

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 1 kg

Tabel 4.29. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	0,04	0	40
0,25	0,5	0,065	0,025	39,975
1	1	0,069	0,029	39,971
2,25	1,5	0,071	0,031	39,969
4	2	0,075	0,035	39,965
6,25	2,5	0,081	0,041	39,959
9	3	0,084	0,044	39,956
12,25	3,5	0,084	0,044	39,956
16	4	0,084	0,044	39,956
20,25	4,5	0,084	0,044	39,956
36	6	0,084	0,044	39,956
60	7,7	0,084	0,044	39,956
1440	38	0,086	0,046	39,954

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



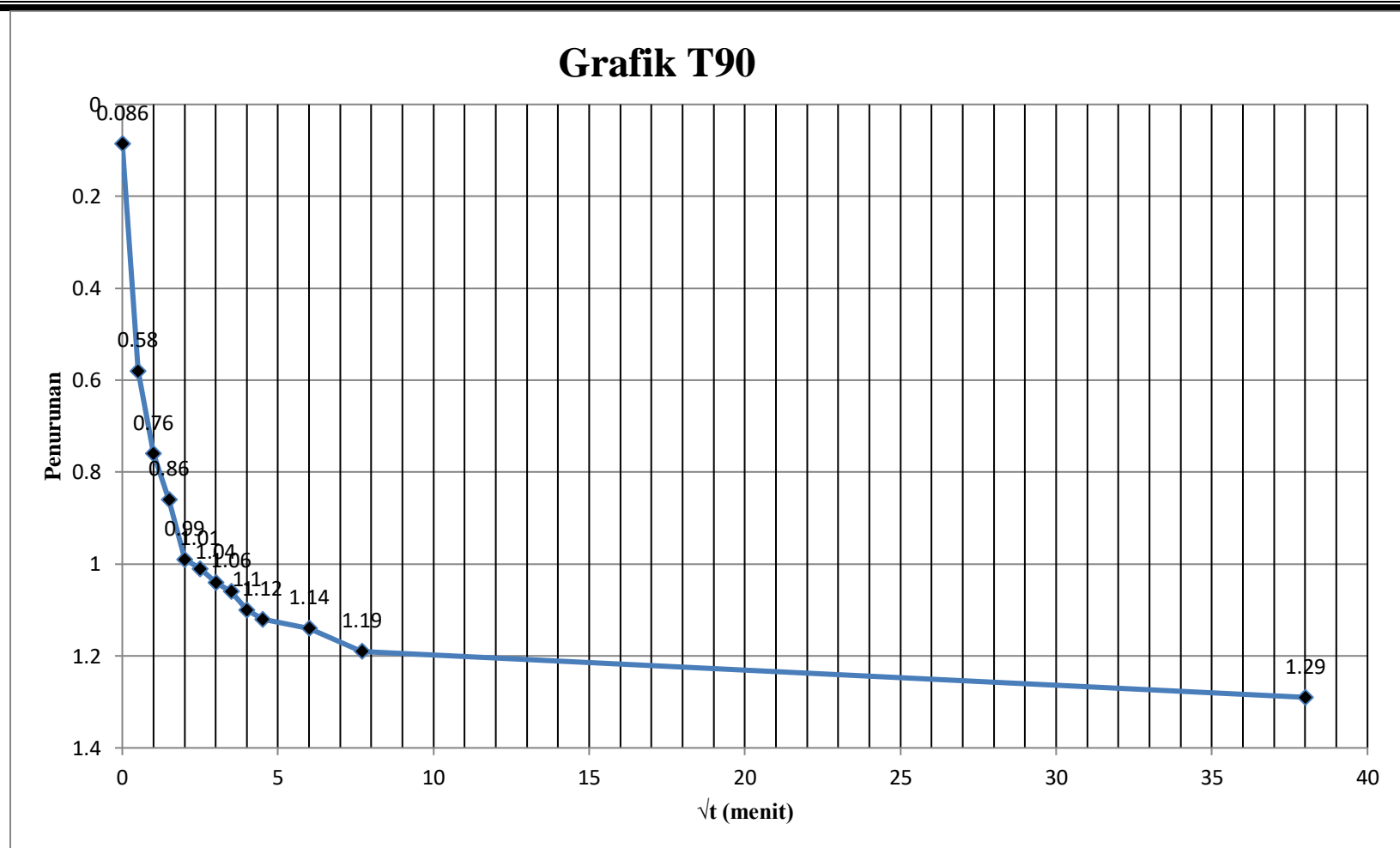
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 2 kg

Tabel 4.30. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,086	0,046	39,954
0,25	0,5	0,58	0,54	39,46
1	1	0,76	0,72	39,28
2,25	1,5	0,86	0,82	39,18
4	2	0,99	0,14	39,86
6,25	2,5	1,01	0,97	39,03
9	3	1,04	1	39
12,25	3,5	1,06	1,02	38,98
16	4	1,1	1,06	38,94
20,25	4,5	1,12	1,08	38,92
36	6	1,14	1,1	38,9
60	7,7	1,19	1,15	38,85
1440	38	1,29	1,25	38,75

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.12. Grafik t90 beban 2kg



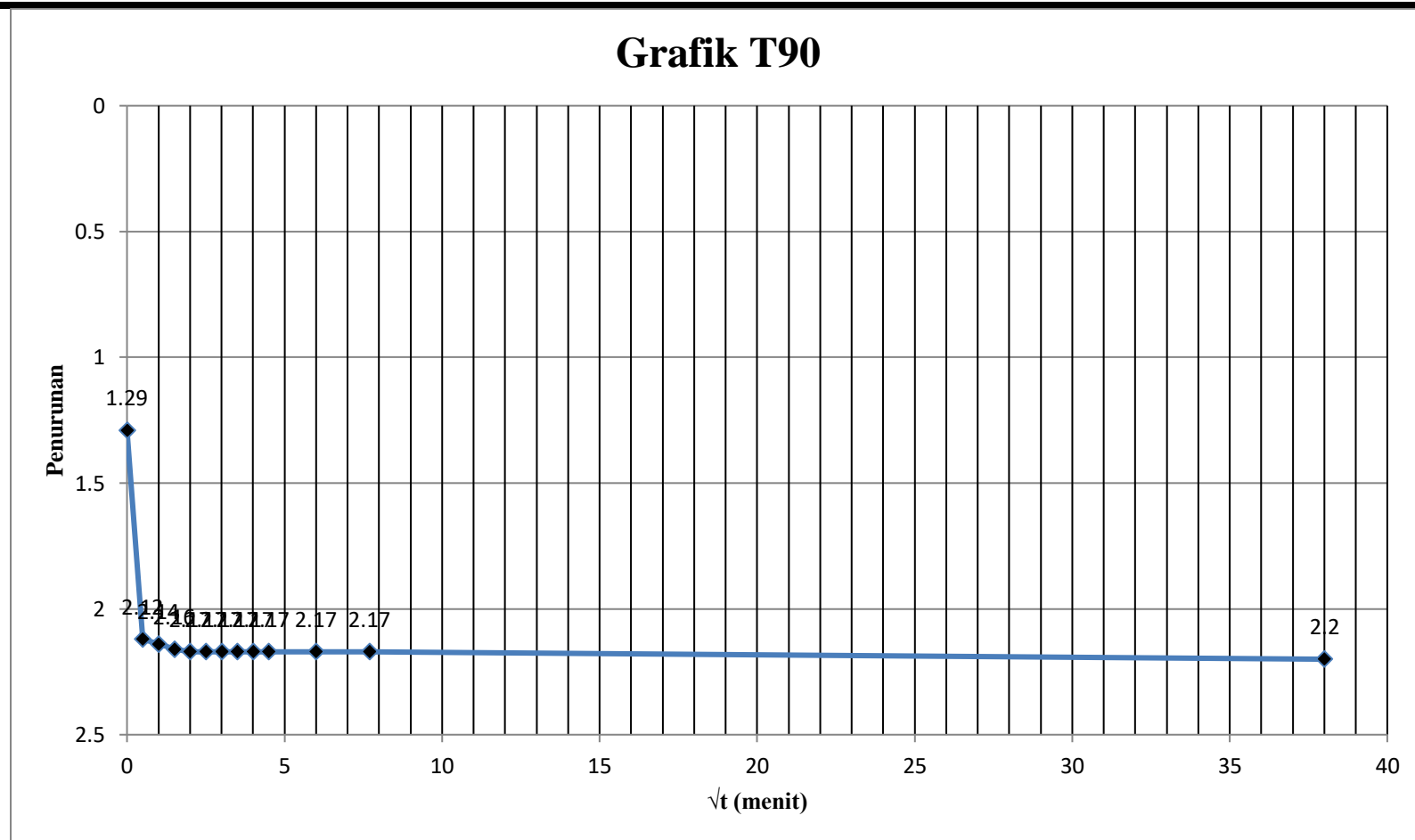
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 4 kg

Tabel 4.31. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	1,29	1,25	38,75
0,25	0,5	2,12	2,08	37,92
1	1	2,14	2,1	37,9
2,25	1,5	2,16	2,12	37,88
4	2	2,17	2,13	37,87
6,25	2,5	2,17	2,13	37,87
9	3	2,17	2,13	37,87
12,25	3,5	2,17	2,13	37,87
16	4	2,17	2,13	37,87
20,25	4,5	2,17	2,13	37,87
36	6	2,17	2,13	37,87
60	7,7	2,17	2,13	37,87
1440	38	2,2	2,16	37,84

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.13. Grafik t90 beban 4kg



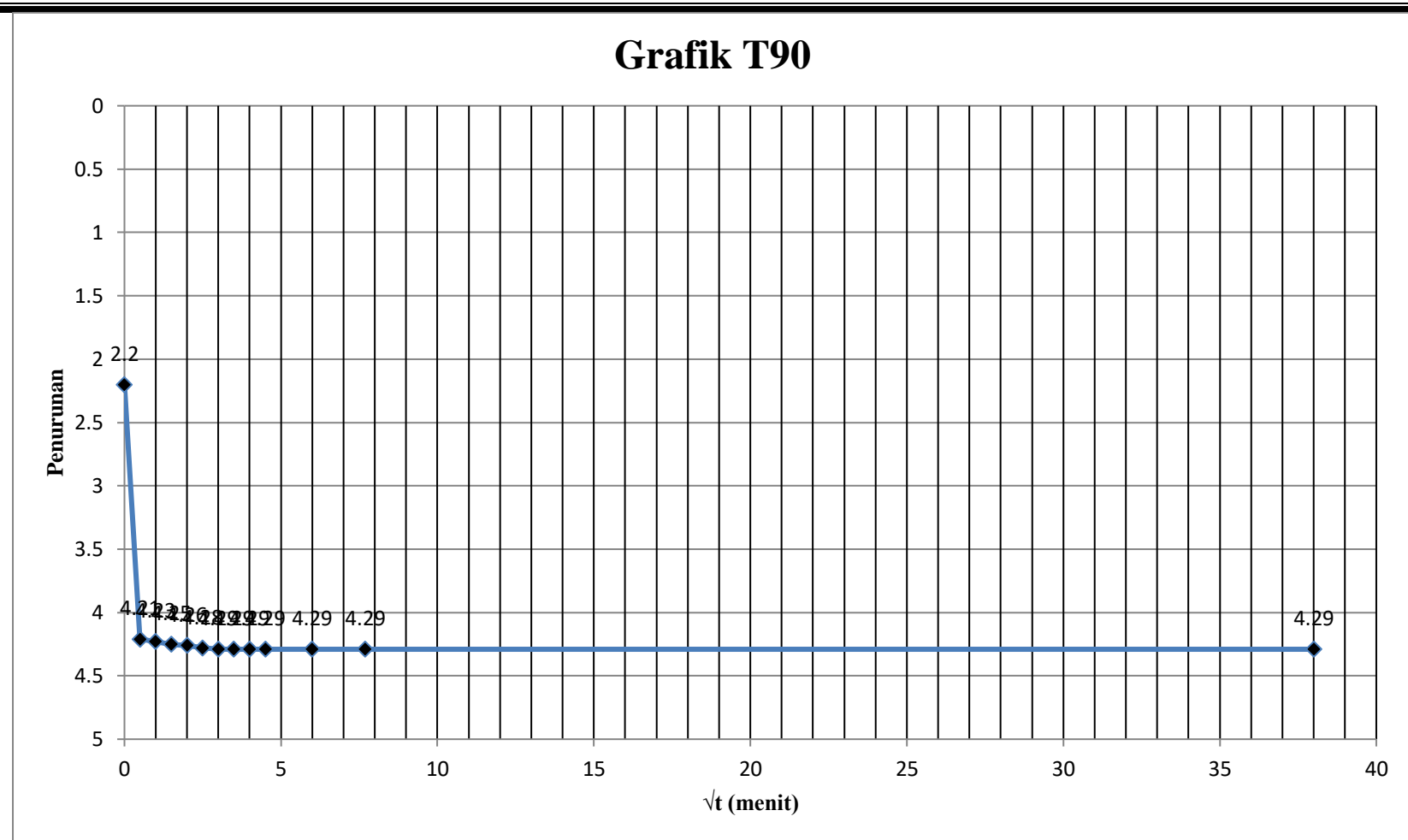
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 8 kg

Tabel 4.32. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	2,2	2,16	37,84
0,25	0,5	4,21	4,17	35,83
1	1	4,23	4,19	35,81
2,25	1,5	4,25	4,21	35,79
4	2	4,26	4,22	35,78
6,25	2,5	4,28	4,24	35,76
9	3	4,29	4,25	35,75
12,25	3,5	4,29	4,25	35,75
16	4	4,29	4,25	35,75
20,25	4,5	4,29	4,25	35,75
36	6	4,29	4,25	35,75
60	7,7	4,29	4,25	35,75
1440	38	4,29	4,25	35,75

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.14. Grafik t90 beban 8 kg



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

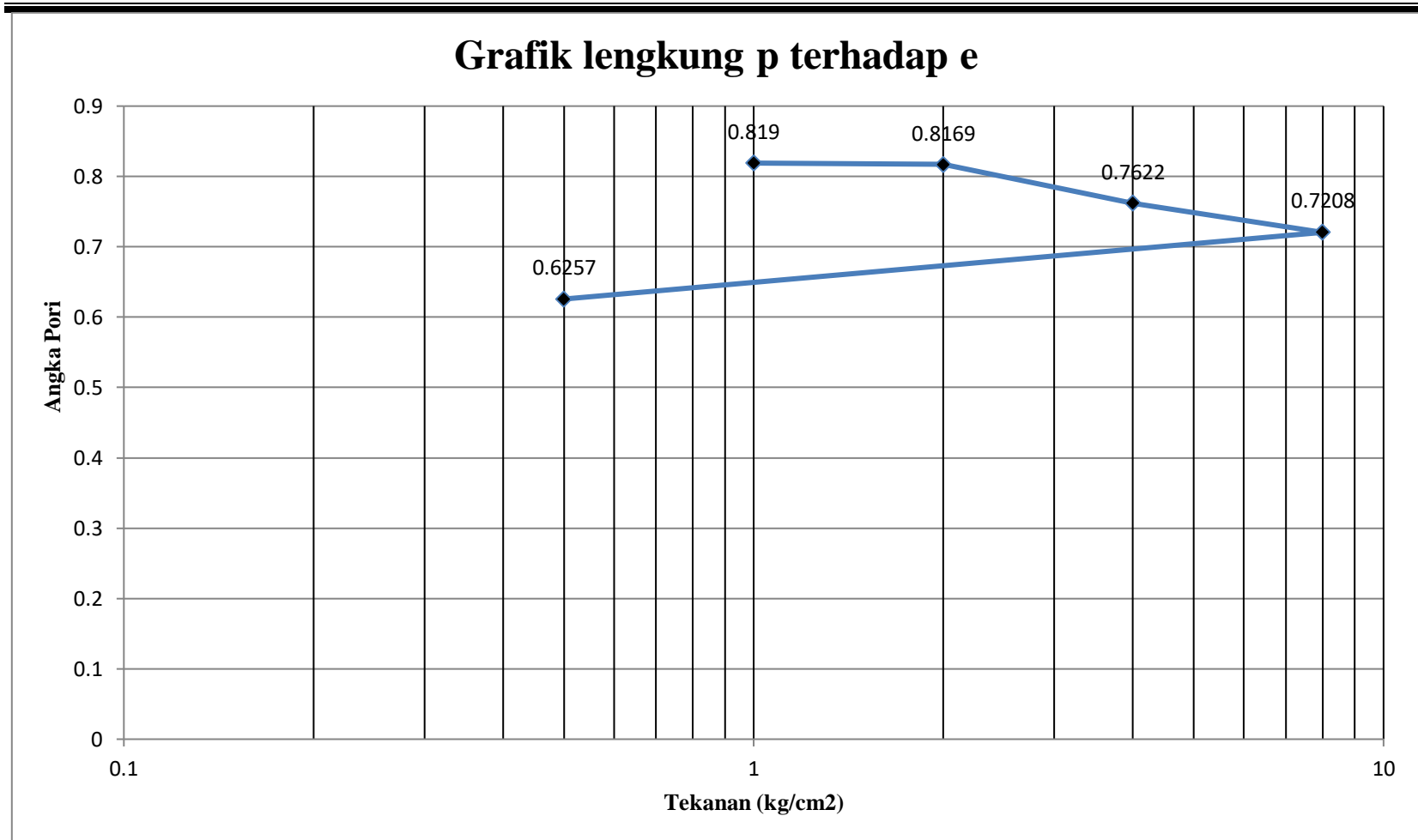
➤ Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$

Tabel 4.33. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)

Δh	Konsolidasi	Tinggi		Koefisien Konsolidasi	
		merata	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90}	(cm^2/menit)
	$d = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$	(mm)	($\sqrt{\text{menit}}$)	(menit)	$C_v = \frac{0,848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm^2/menit)
0,046	0,648	39,352	1,2	1,09	0,0326
1,25	1,705	38,295	2,3	1,51	0,1632
2,16	3,205	36,795	1,3	1,14	0,7640
4,25	3,96	36,04	1	1	1,3297
3,67					

Pembacaan Arloji 24					
tekanan	jam	Δh		Angka Pori	
(kg/cm^2)	(mm)	(mm)	$Ae = \frac{\Delta h}{H_s}$	$e = e_0 - Ae$	
0		0	0	0	0,819
1		0,086	0,046	0,0021	0,8169
2		1,29	1,25	0,0568	0,7622
4		2,2	2,16	0,0982	0,7208
8		4,29	4,25	0,1933	0,6257
0,5		3,71	3,67	0,1669	0,6521

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.15. Grafik lengkung p terhadap e



➤ $A = (p_0; e_0)$

$$P_0 = 40 \times 0,0015 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 0,819 \text{ mm}$$

➤ $B = (p_b ; e_b)$

$$P_b = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = e_0 \times 0,42 \text{ mm}$$

$$= 0,819 \times 0,42 = 0,343$$

Maka di peroleh nilai CC :

$$CC = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_b}{P_0}} = \frac{0,819 - 0,343}{\log \frac{8}{0,06}} = 0,224$$



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

- Konsolidasi campuran 4%

Tabel 4.34. Hasil Pengujian Konsolidasi 4%

Berat tanah	W1 (gram)	
basah+cincin		195,5
Berat cincin	W2 (gram)	71,7
Berat tanah basah	$W0 = W1 - W2$ (gram)	123,8
Berat tanah kering	Wk (Gram)	97,6
Kadar air (w)		26,84%
Tinggi (H0)	(mm)	40
Berat jenis (G)		2,35
Hs	$Hs = \frac{Wk}{G \times A}$ (mm)	21,14
Luas cincin	$A = \frac{1}{4} \pi d^2$	19,64
Volume	$V = A \times H0$	78,56
Angka Pori	$e0 = \frac{H0 - Hs}{Hs}$	0,892

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019

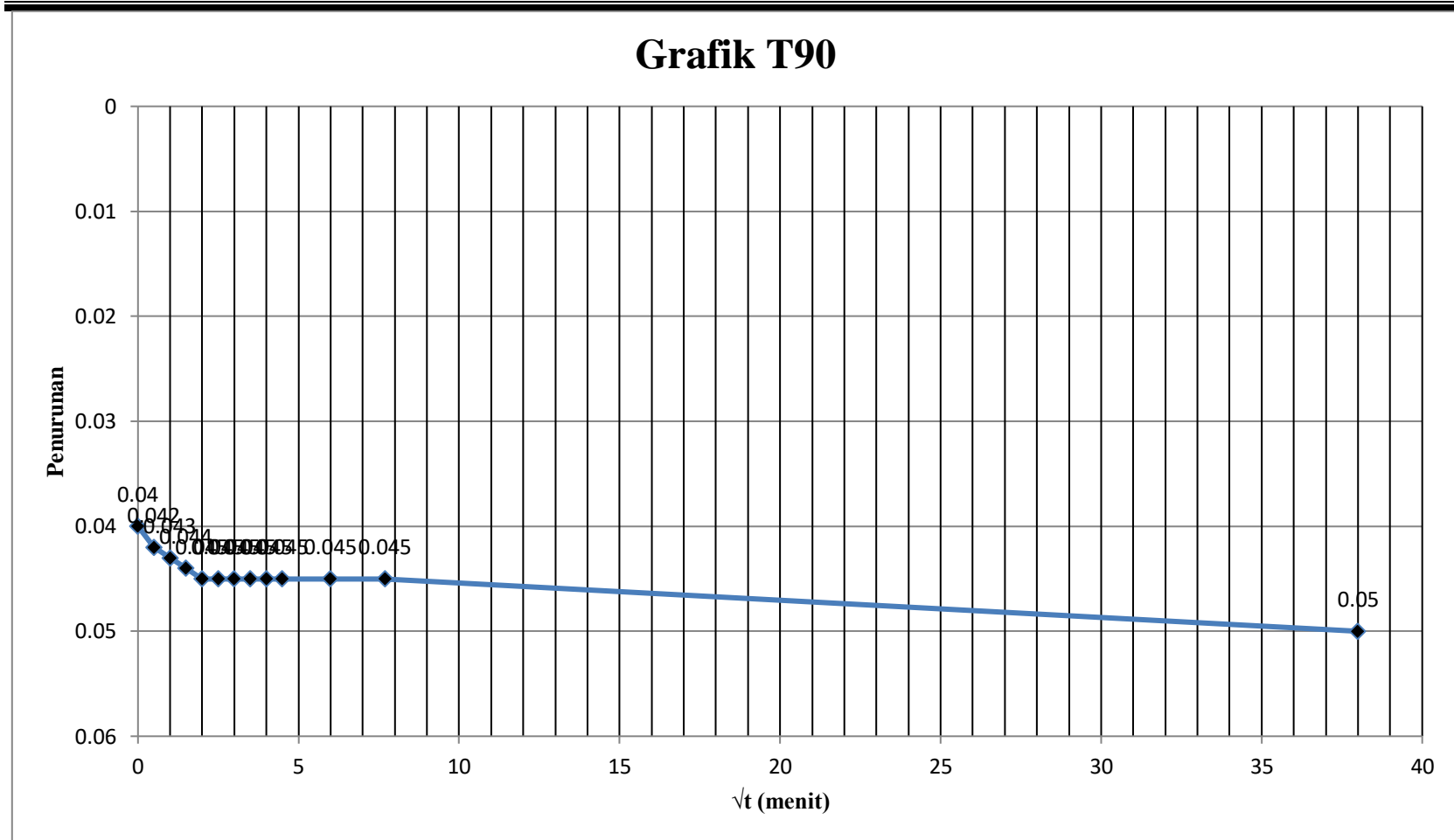


➤ Data T90 untuk 1 kg

Tabel 4.35. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) HO - Δh
0	0	0,04	0	40
0,25	0,5	0,042	0,002	39,998
1	1	0,043	0,003	39,997
2,25	1,5	0,044	0,004	39,996
4	2	0,045	0,005	39,995
6,25	2,5	0,045	0,005	39,995
9	3	0,045	0,005	39,995
12,25	3,5	0,045	0,005	39,995
16	4	0,045	0,005	39,995
20,25	4,5	0,045	0,005	39,995
36	6	0,045	0,005	39,995
60	7,7	0,045	0,005	39,995
1440	38	0,05	0,01	39,99

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.16. Grafik t90 beban 1 kg



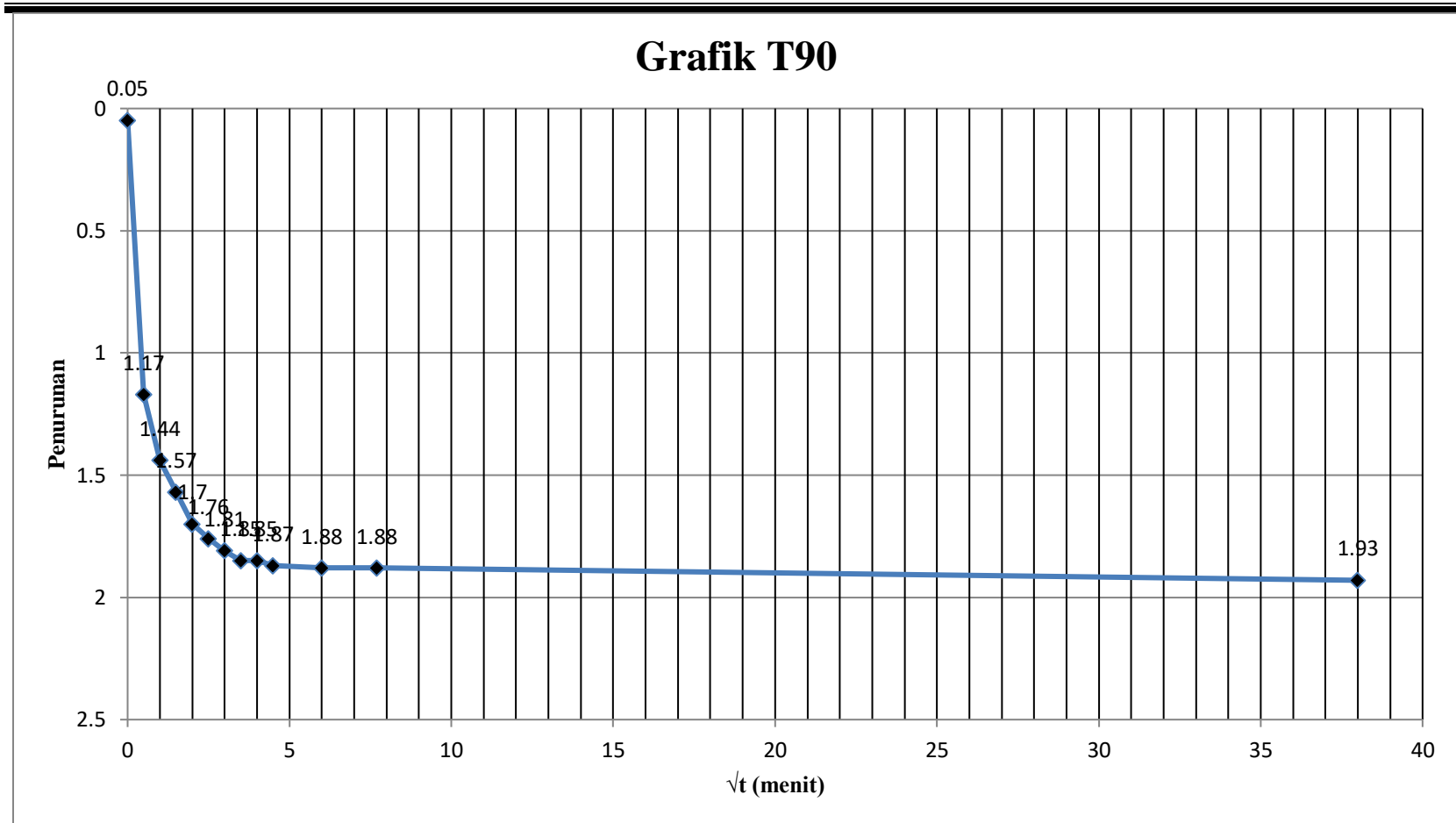
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 2 kg

Tabel 4.36. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,05	0,01	39,99
0,25	0,5	1,17	1,13	38,87
1	1	1,44	1,4	38,6
2,25	1,5	1,57	1,53	38,47
4	2	1,7	0,14	39,86
6,25	2,5	1,76	1,72	38,28
9	3	1,81	1,77	38,23
12,25	3,5	1,85	1,81	38,19
16	4	1,85	1,81	38,19
20,25	4,5	1,87	1,83	38,17
36	6	1,88	1,84	38,16
60	7,7	1,88	1,84	38,16
1440	38	1,93	1,89	38,11

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.17. Grafik t90 beban 2 kg



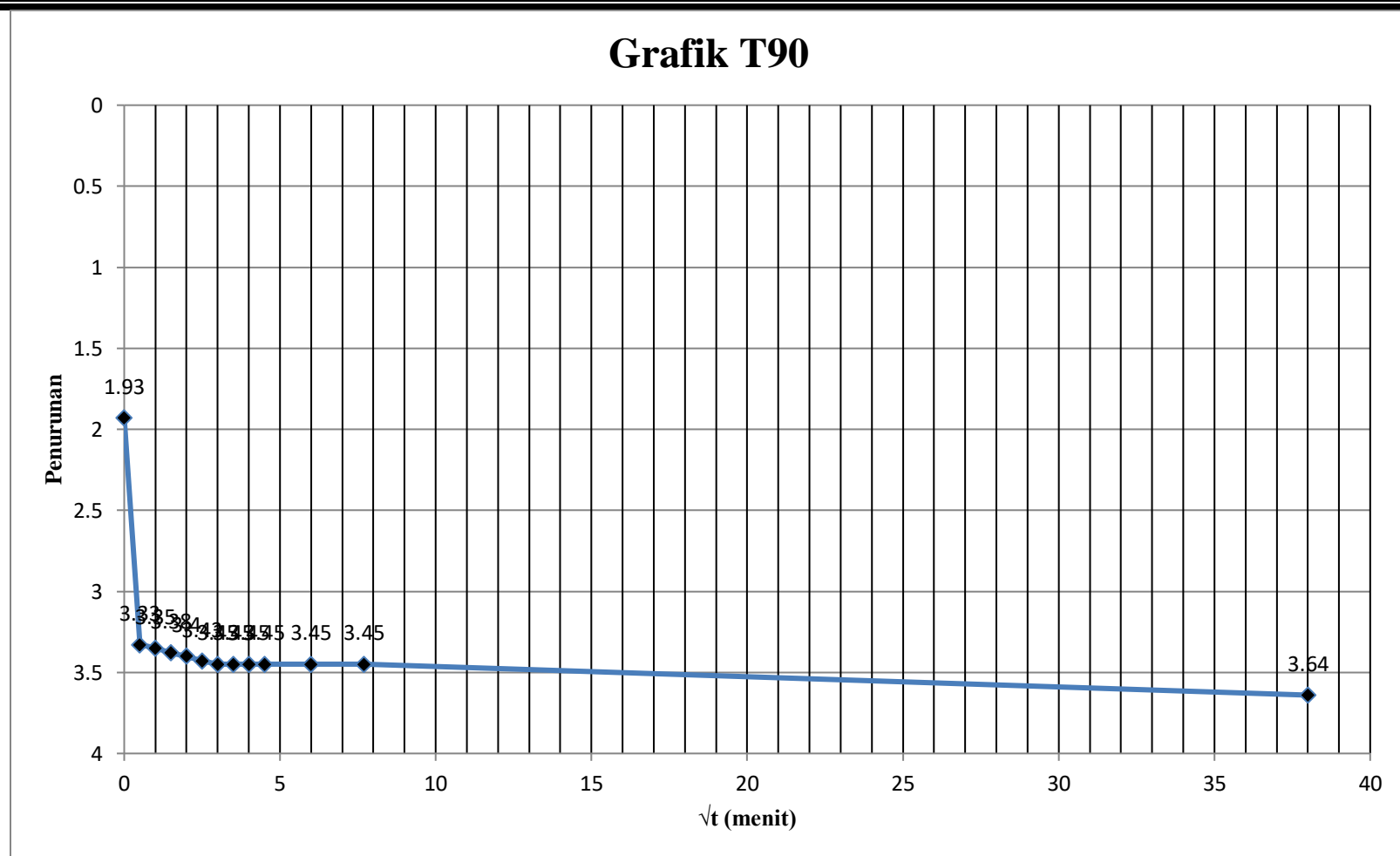
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 4 kg

Tabel 4.37. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	1,93	1,89	38,11
0,25	0,5	3,33	3,29	36,71
1	1	3,35	3,31	36,69
2,25	1,5	3,38	3,34	36,66
4	2	3,4	3,36	36,64
6,25	2,5	3,43	3,39	36,61
9	3	3,45	3,41	36,59
12,25	3,5	3,45	3,41	36,59
16	4	3,45	3,41	36,59
20,25	4,5	3,45	3,41	36,59
36	6	3,45	3,41	36,59
60	7,7	3,45	3,41	36,59
1440	38	3,64	3,6	36,4

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.18. Grafik t90 beban 4 kg



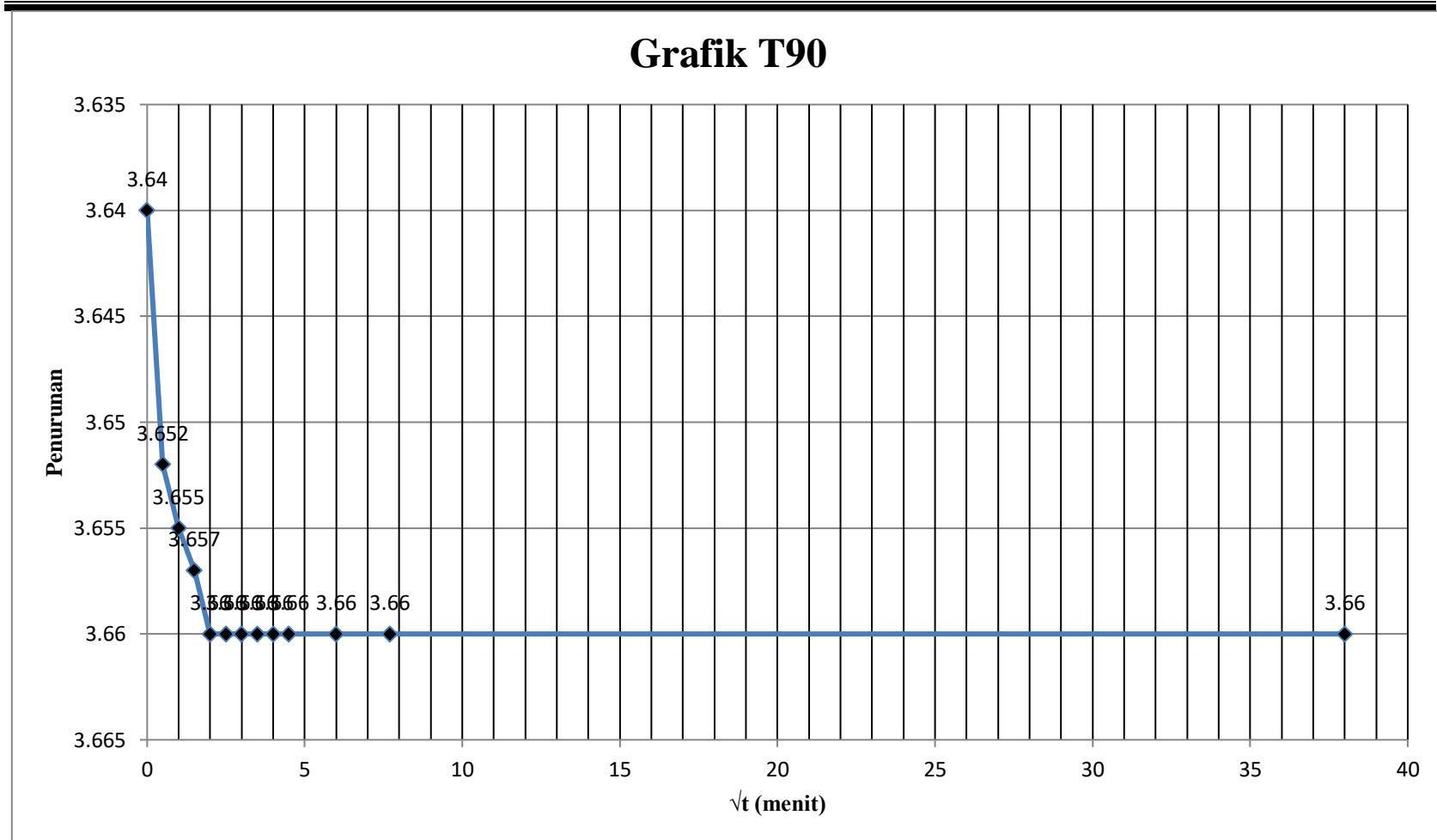
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 8 kg

Tabel 4.38. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	3,64	3,6	$H_0 - \Delta h$ 36,4
0,25	0,5	3,652	3,612	36,388
1	1	3,655	3,615	36,385
2,25	1,5	3,657	3,617	36,383
4	2	3,66	3,62	36,38
6,25	2,5	3,66	3,62	36,38
9	3	3,66	3,62	36,38
12,25	3,5	3,66	3,62	36,38
16	4	3,66	3,62	36,38
20,25	4,5	3,66	3,62	36,38
36	6	3,66	3,62	36,38
60	7,7	3,66	3,62	36,38
1440	38	3,66	3,62	36,38

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.19. Grafik t90 beban 8 kg



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

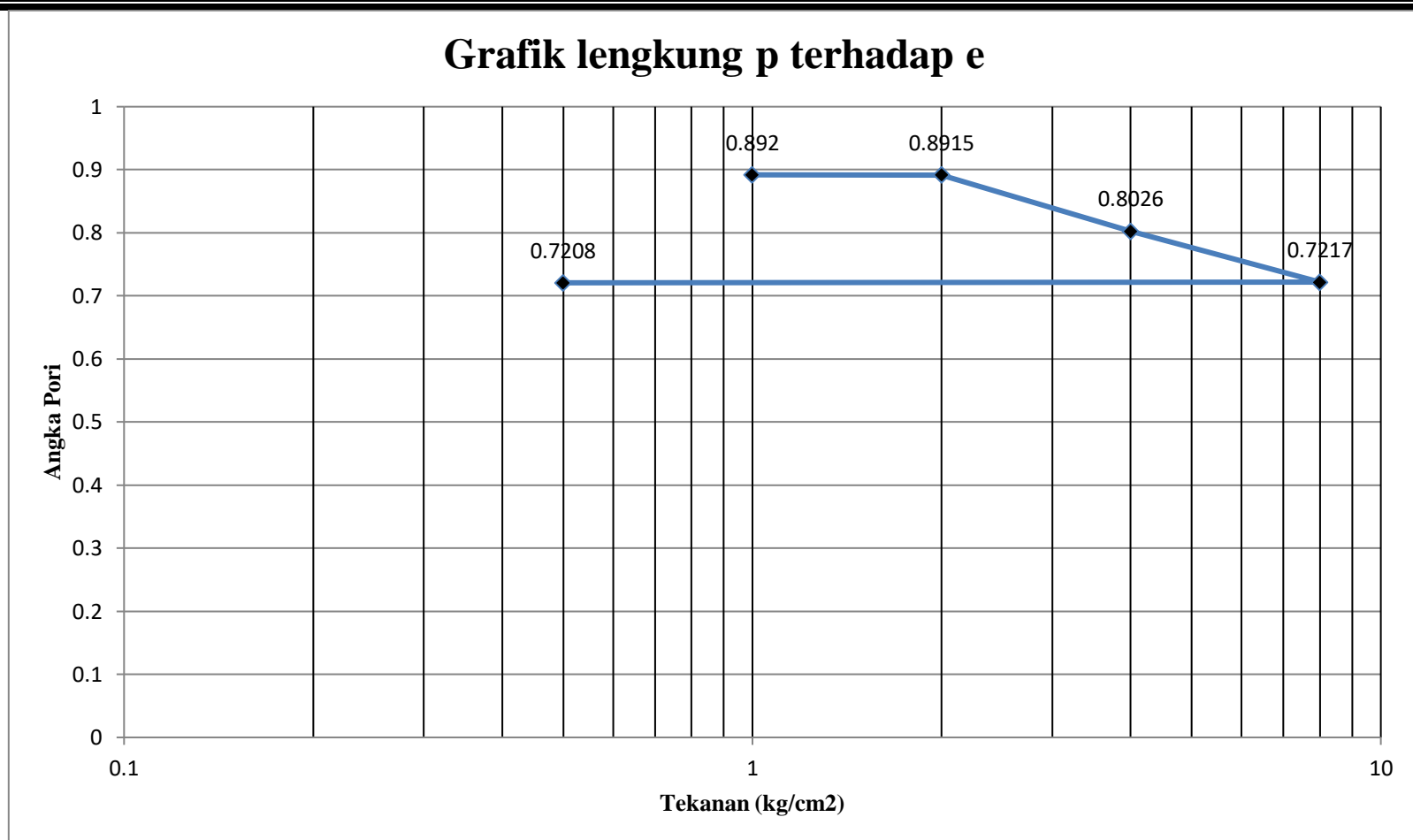
➤ Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t90}$

Tabel 4.39. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t90}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)

Δh	Konsolidasi	Tinggi		Koefisien Konsolidasi	
		merata	$\sqrt{t90}$	$t90$	($cm^2/menit$)
	$d = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$	(mm)	(\sqrt{menit})	(menit)	$C_v = \frac{0,848 \times d^2}{t90}$ ($cm^2/menit$)
0,01	0,95	39,05	4	2	0,0382
1,89	2,745	37,255	1,3	1,14	0,5605
3,6	3,61	36,39	1,2	1,09	1,0138
3,62	3,46	36,54	1,5	1,22	0,8321
3,3					

Pembacaan Arloji 24					
tekanan	jam	Δh	$Ae = \frac{\Delta h}{Hs}$	Angka Pori	
(kg/cm^2)	(mm)	(mm)		$e = e_0 - Ae$	
0		0	0	0	0,892
1		0,05	0,01	0,0005	0,8915
2		1,93	1,89	0,0894	0,8026
4		3,64	3,6	0,1703	0,7217
8		3,66	3,62	0,1712	0,7208
0,5		3,34	3,3	0,1561	0,7359

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.20. Grafik lengkung p terhadap e



➤ $A = (p_0; e_0)$

$$P_0 = 40 \times 0,0015 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 0,892 \text{ mm}$$

➤ $B = (p_b ; e_b)$

$$P_b = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = e_0 \times 0,42 \text{ mm}$$

$$= 0,892 \times 0,42 = 0,374$$

Maka di peroleh nilai CC :

$$CC = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_b}{P_0}} = \frac{0,892 - 0,374}{\log \frac{8}{0,06}} = 0,243$$



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

- Konsolidasi campuran 6%

Tabel 4.40. Hasil Pengujian Konsolidasi 6%

Berat tanah	W1 (gram)	
basah+cincin		209,7
Berat cincin	W2 (gram)	82,1
Berat tanah basah	$W0 = W1 - W2$ (gram)	127,6
Berat tanah kering	Wk (Gram)	108
Kadar air (w)		18,14%
Tinggi (H0)	(mm)	40
Berat jenis (G)		2,35
Hs	$Hs = \frac{Wk}{G \times A}$ (mm)	23,39
Luas cincin	$A = \frac{1}{4} \pi d^2$	19,64
Volume	$V = A \times H0$	78,56
Angka Pori	$e0 = \frac{H0 - Hs}{Hs}$	0,710

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



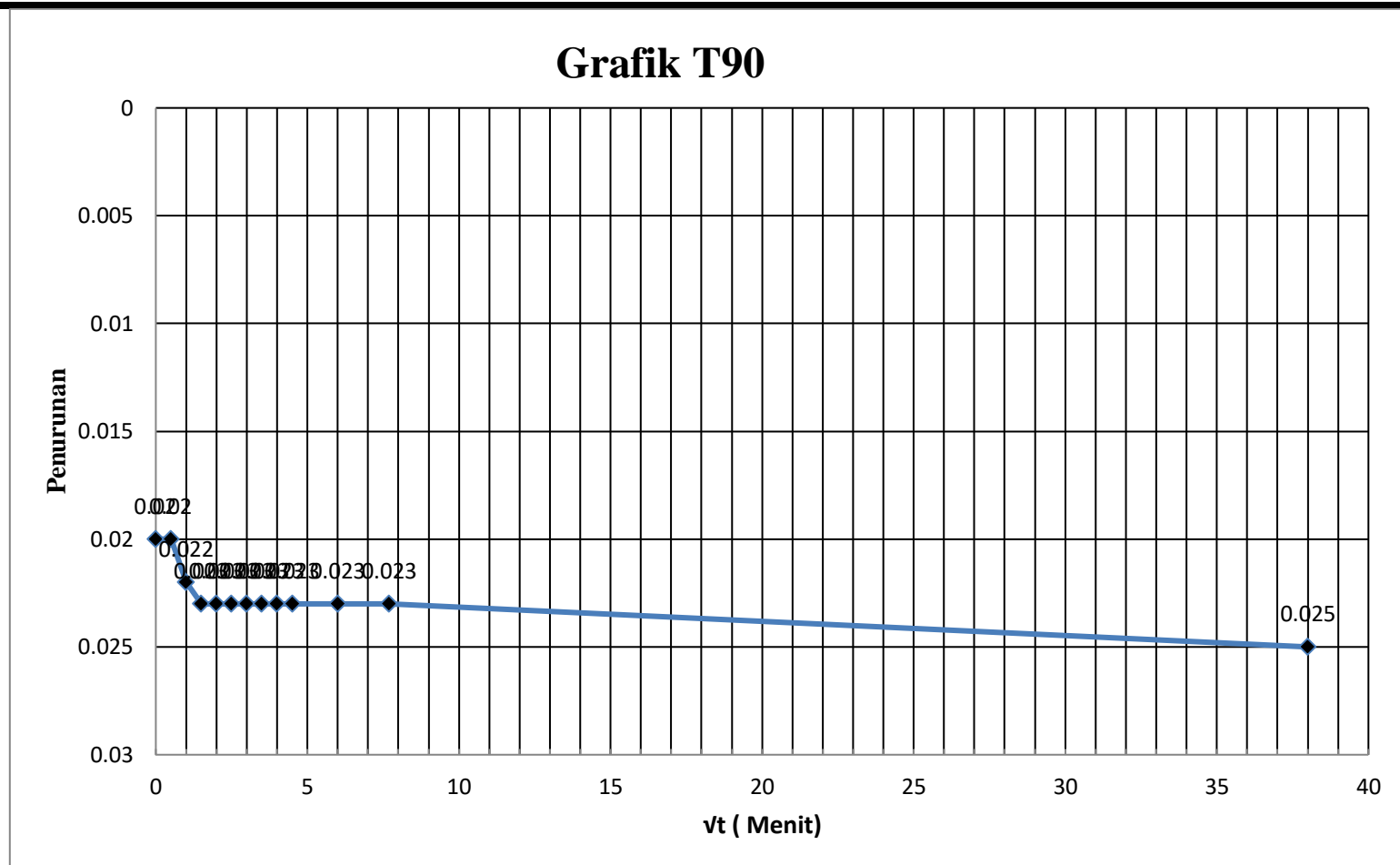
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 1 kg

Tabel 4.41. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) HO - Δh
0	0	0,02	0	40
0,25	0,5	0,02	0	40
1	1	0,022	0,002	39,998
2,25	1,5	0,023	0,003	39,997
4	2	0,023	0,003	39,997
6,25	2,5	0,023	0,003	39,997
9	3	0,023	0,003	39,997
12,25	3,5	0,023	0,003	39,997
16	4	0,023	0,003	39,997
20,25	4,5	0,023	0,003	39,997
36	6	0,023	0,003	39,997
60	7,7	0,023	0,003	39,997
1440	38	0,025	0,005	39,995

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.21. Grafik t90 beban 1kg



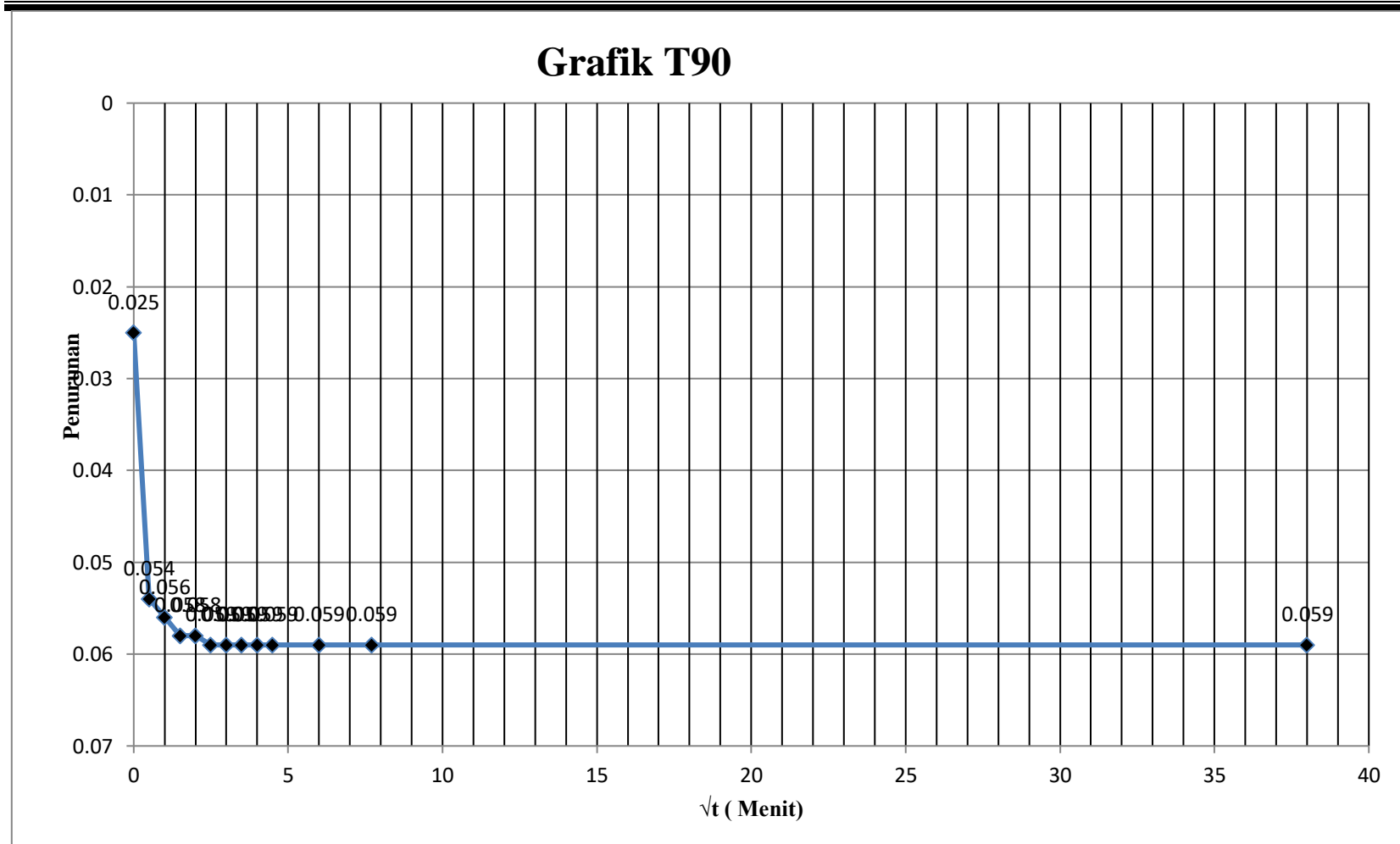
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 2 kg

Tabel 4.42. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
				$H_0 - \Delta h$
0	0	0,025	0,005	39,995
0,25	0,5	0,054	0,034	39,966
1	1	0,056	0,036	39,964
2,25	1,5	0,058	0,038	39,962
4	2	0,058	0,14	39,86
6,25	2,5	0,059	0,039	39,961
9	3	0,059	0,039	39,961
12,25	3,5	0,059	0,039	39,961
16	4	0,059	0,039	39,961
20,25	4,5	0,059	0,039	39,961
36	6	0,059	0,039	39,961
60	7,7	0,059	0,039	39,961
1440	38	0,059	0,039	39,961

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.22. Grafik t90 beban 2kg



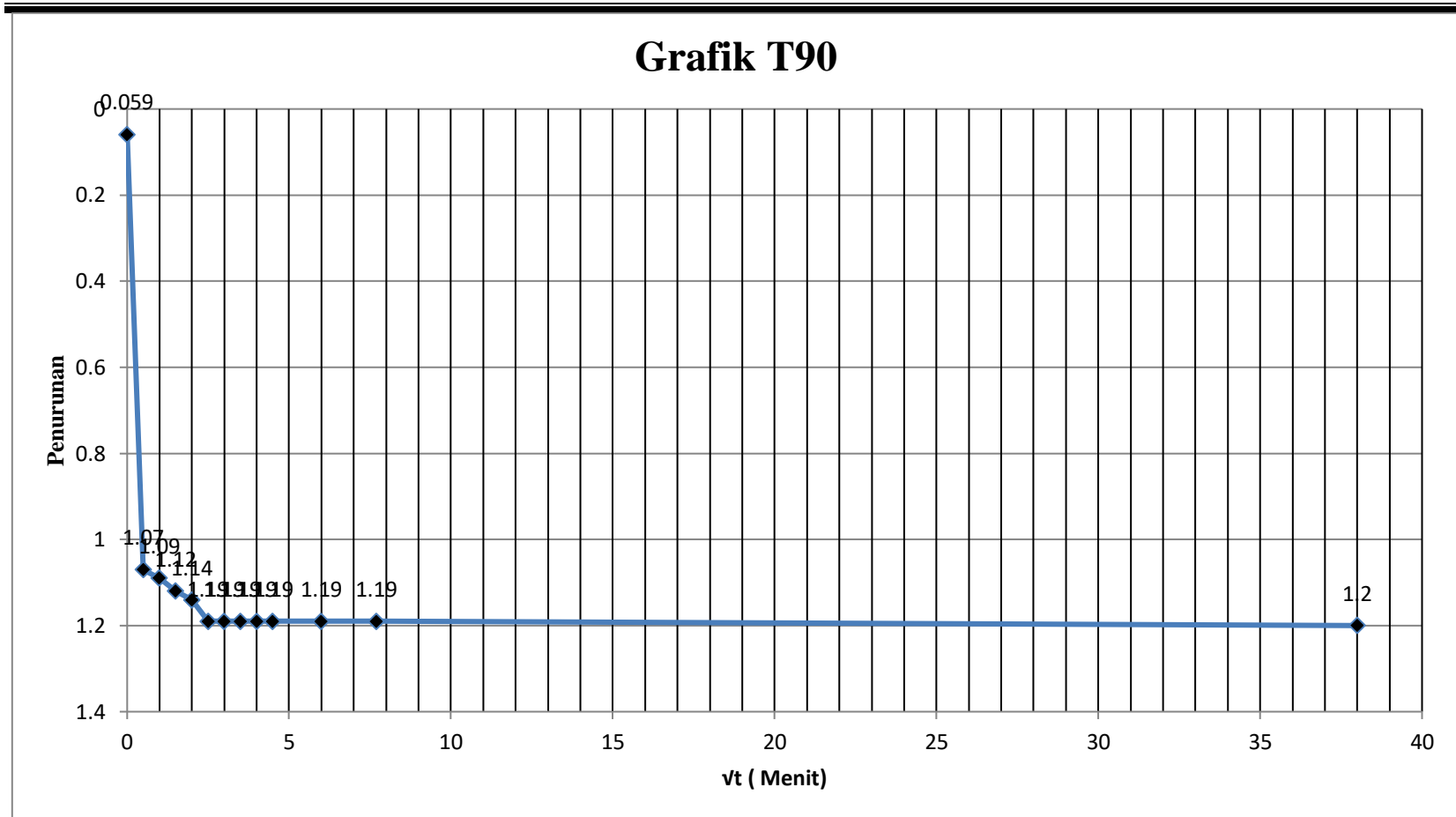
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 4 kg

Tabel 4.43. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,059	0,039	39,961
0,25	0,5	1,07	1,05	38,95
1	1	1,09	1,07	38,93
2,25	1,5	1,12	1,1	38,9
4	2	1,14	1,12	38,88
6,25	2,5	1,19	1,17	38,83
9	3	1,19	1,17	38,83
12,25	3,5	1,19	1,17	38,83
16	4	1,19	1,17	38,83
20,25	4,5	1,19	1,17	38,83
36	6	1,19	1,17	38,83
60	7,7	1,19	1,17	38,83
1440	38	1,2	1,18	38,82

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.23. Grafik t90 beban 4 kg



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 8 kg

Tabel 4.44. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	1,2	1,18	38,82
0,25	0,5	3,34	3,32	36,68
1	1	3,51	3,49	36,51
2,25	1,5	3,63	3,61	36,39
4	2	3,65	3,63	36,37
6,25	2,5	3,72	3,7	36,3
9	3	3,73	3,71	36,29
12,25	3,5	3,73	3,71	36,29
16	4	3,73	3,71	36,29
20,25	4,5	3,73	3,71	36,29
36	6	3,73	3,71	36,29
60	7,7	3,73	3,71	36,29
1440	38	3,73	3,71	36,29

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

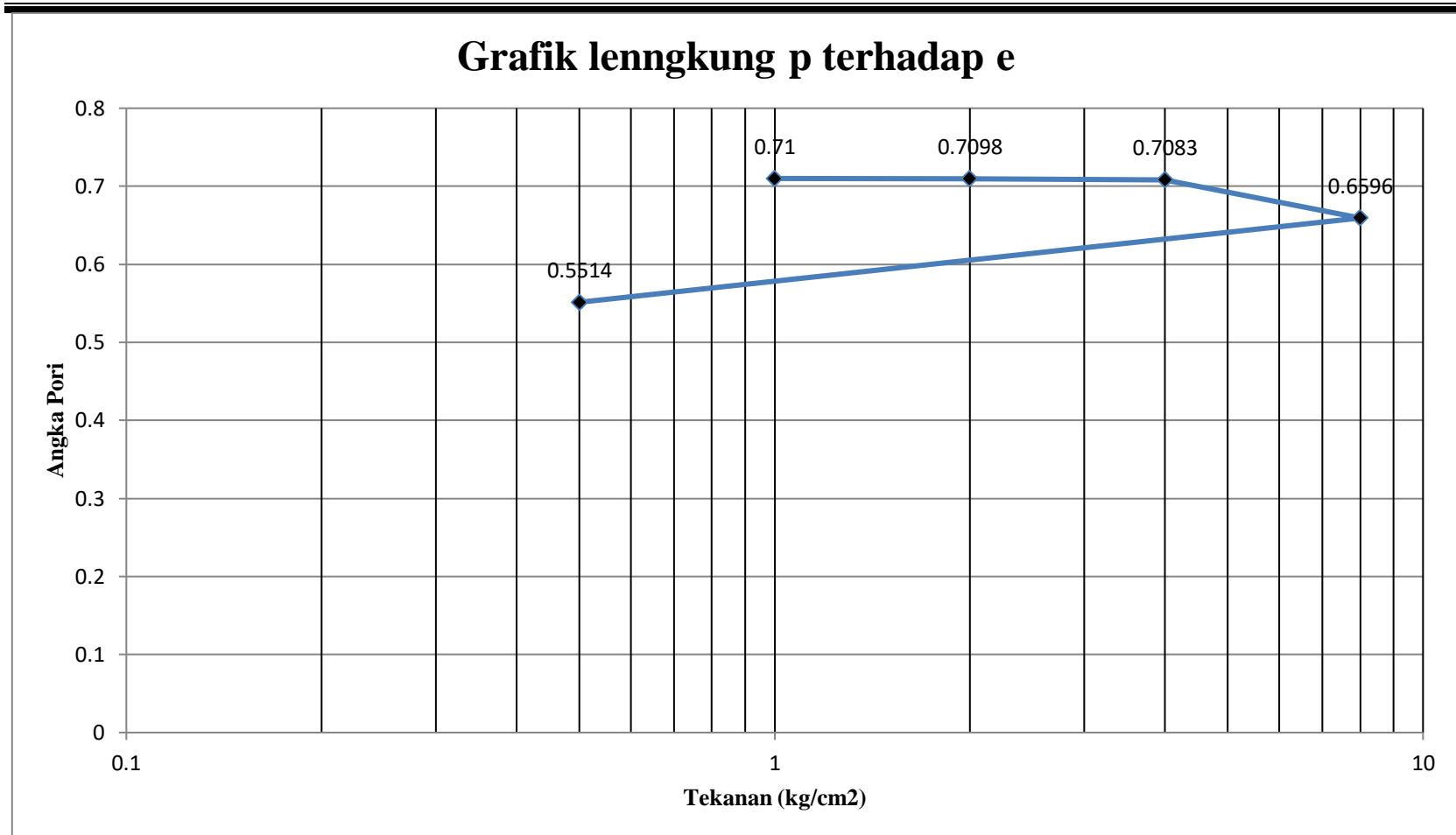
➤ Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$

Tabel 4.45. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)

Δh	Konsolidasi	Tinggi		Koefisien Konsolidasi		
		merata	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90}	(cm ² /menit)	
	$d = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$	(mm)	($\sqrt{\text{menit}}$)	(menit)	$C_v = \frac{0,848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /menit)	
0,005	0,022	39,978	3,4	1,84	0,000223	
0,039	0,6095	39,3905	1,3	1,14	0,0276	
1,18	2,445	37,555	1,1	1,04	0,4874	
3,71	3,55	36,45	1,5	1,22	0,8759	
3,39						

Pembacaan Arloji 24					
tekanan	jam	Δh	$Ae = \frac{\Delta h}{H_s}$	Angka Pori	
(kg/cm ²)	(mm)	(mm)		$e = e_0 - Ae$	
0		0	0	0	0,71
1		0,025	0,005	0,0002	0,7098
2		0,059	0,039	0,0017	0,7083
4		1,2	1,18	0,0504	0,6596
8		3,73	3,71	0,1586	0,5514
0,5		3,34	3,39	0,1449	0,5651

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.25. lengkung p terhadap e



➤ $A = (p_0; e_0)$

$$P_0 = 40 \times 0,0015 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 0,71 \text{ mm}$$

➤ $B = (p_b ; e_b)$

$$P_b = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_b = e_0 \times 0,42 \text{ mm}$$

$$= 0,71 \times 0,42 = 0,298$$

Maka di peroleh nilai CC :

$$CC = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_b}{P_0}} = \frac{0,71 - 0,298}{\log \frac{8}{0,06}} = 0,193$$



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

- Konsolidasi campuran 8%

Tabel 4.46. Hasil Pengujian Konsolidasi 8%

Berat tanah	W1 (gram)	
basah+cincin		190,3
Berat cincin	W2 (gram)	71,7
Berat tanah basah	$W0 = W1 - W2$ (gram)	118,6
Berat tanah kering	Wk (Gram)	100,7
Kadar air (w)		17,77%
Tinggi (H0)	(mm)	40
Berat jenis (G)		2,35
Hs	$Hs = \frac{Wk}{G \times A}$ (mm)	21,18
Luas cincin	$A = \frac{1}{4} \pi d^2$	19,64
Volume	$V = A \times H0$	78,56
Angka Pori	$e0 = \frac{H0 - Hs}{Hs}$	0,888

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



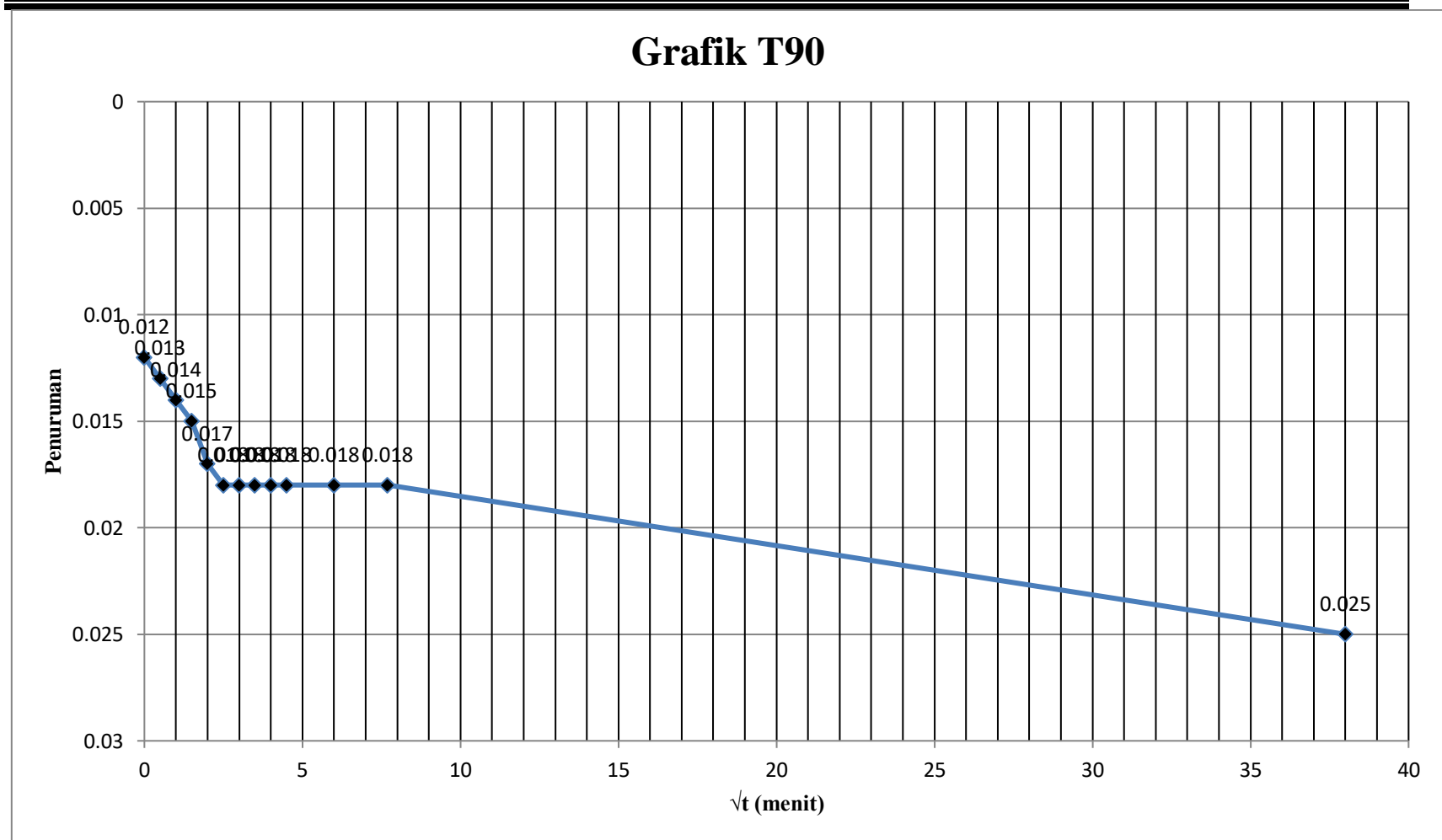
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 1 kg

Tabel 4.47. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 1 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) HO - Δh
0	0	0,012	0	40
0,25	0,5	0,013	0,001	39,999
1	1	0,014	0,002	39,998
2,25	1,5	0,015	0,003	39,997
4	2	0,017	0,005	39,995
6,25	2,5	0,018	0,006	39,994
9	3	0,018	0,006	39,994
12,25	3,5	0,018	0,006	39,994
16	4	0,018	0,006	39,994
20,25	4,5	0,018	0,006	39,994
36	6	0,018	0,006	39,994
60	7,7	0,018	0,006	39,994
1440	38	0,025	0,013	39,987

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.26. Grafik t90 beban 1 kg



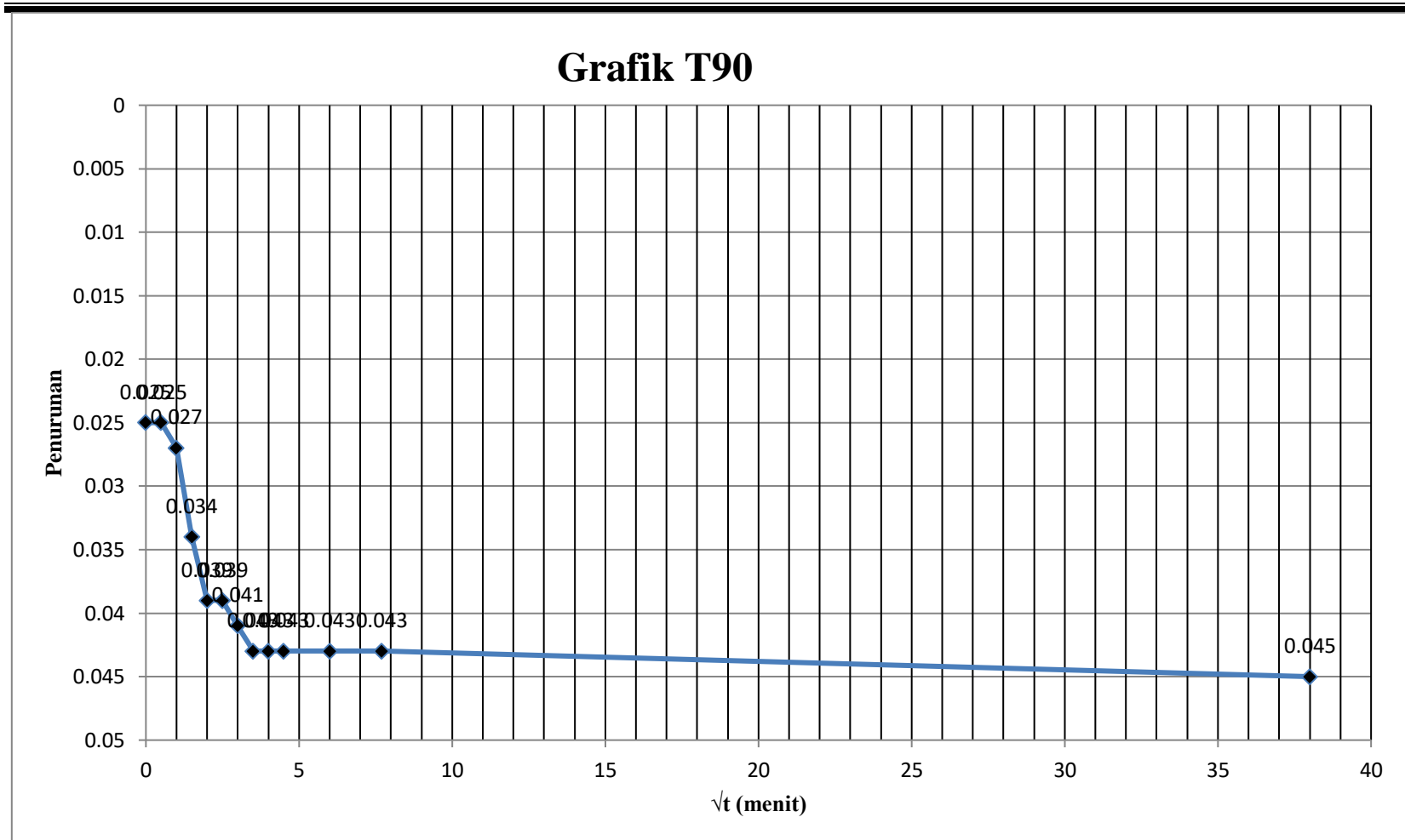
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 2 kg

Tabel 4.48. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 2 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm) H0 - Δh
0	0	0,025	0,013	39,987
0,25	0,5	0,025	0,013	39,987
1	1	0,027	0,015	39,985
2,25	1,5	0,034	0,022	39,978
4	2	0,039	0,14	39,86
6,25	2,5	0,039	0,027	39,973
9	3	0,041	0,029	39,971
12,25	3,5	0,043	0,031	39,969
16	4	0,043	0,031	39,969
20,25	4,5	0,043	0,031	39,969
36	6	0,043	0,031	39,969
60	7,7	0,043	0,031	39,969
1440	38	0,045	0,033	39,967

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.27. Grafik t90 beban 2kg



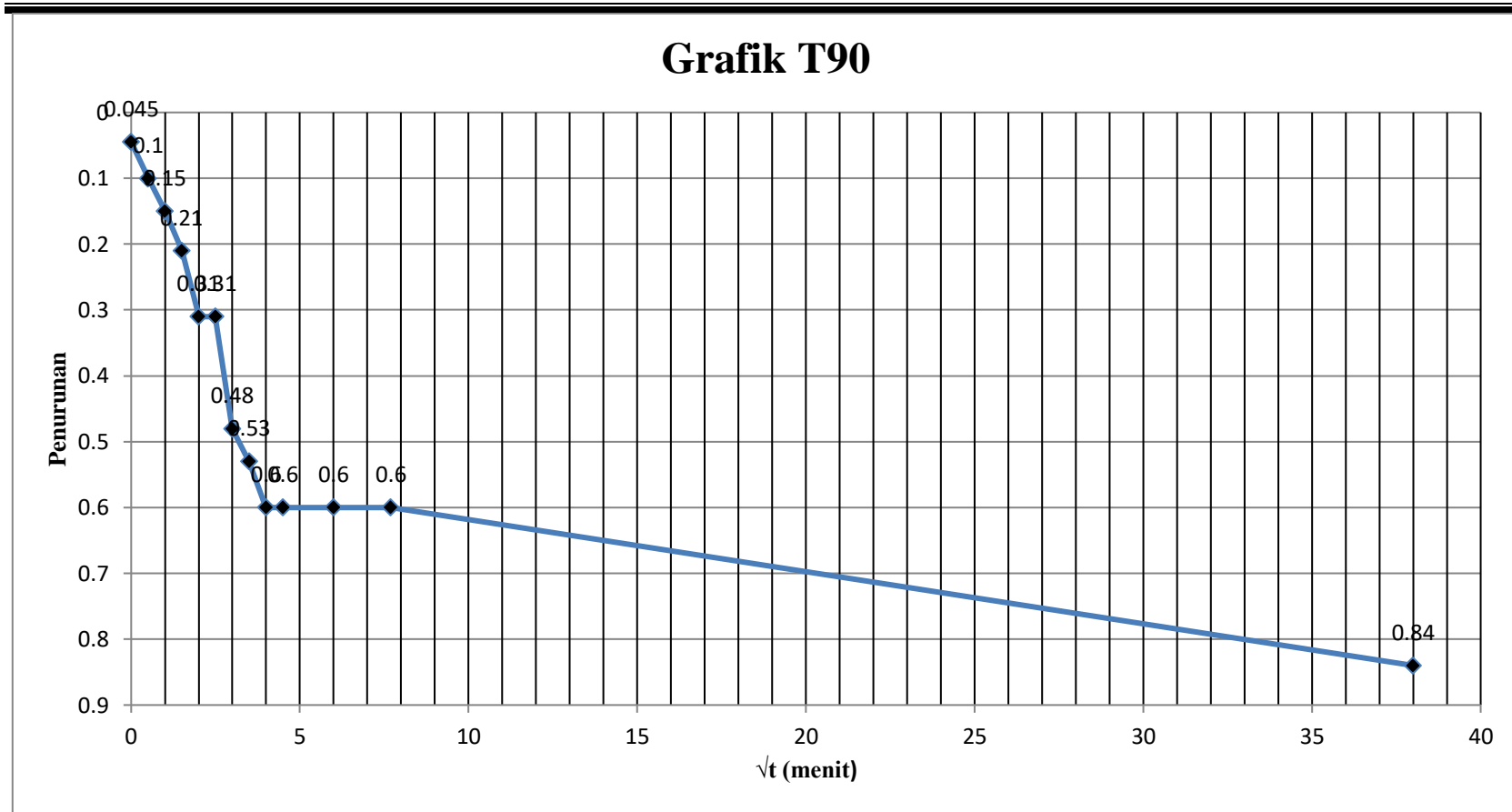
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 4 kg

Tabel 4.49. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 4 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	0,045	0,033	39,967
0,25	0,5	0,1	0,088	39,912
1	1	0,15	0,138	39,862
2,25	1,5	0,21	0,198	39,802
4	2	0,31	0,298	39,702
6,25	2,5	0,31	0,298	39,702
9	3	0,48	0,468	39,532
12,25	3,5	0,53	0,518	39,482
16	4	0,6	0,588	39,412
20,25	4,5	0,6	0,588	39,412
36	6	0,6	0,588	39,412
60	7,7	0,6	0,588	39,412
1440	38	0,84	0,828	39,172

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.28. Grafik t90 beban 4kg



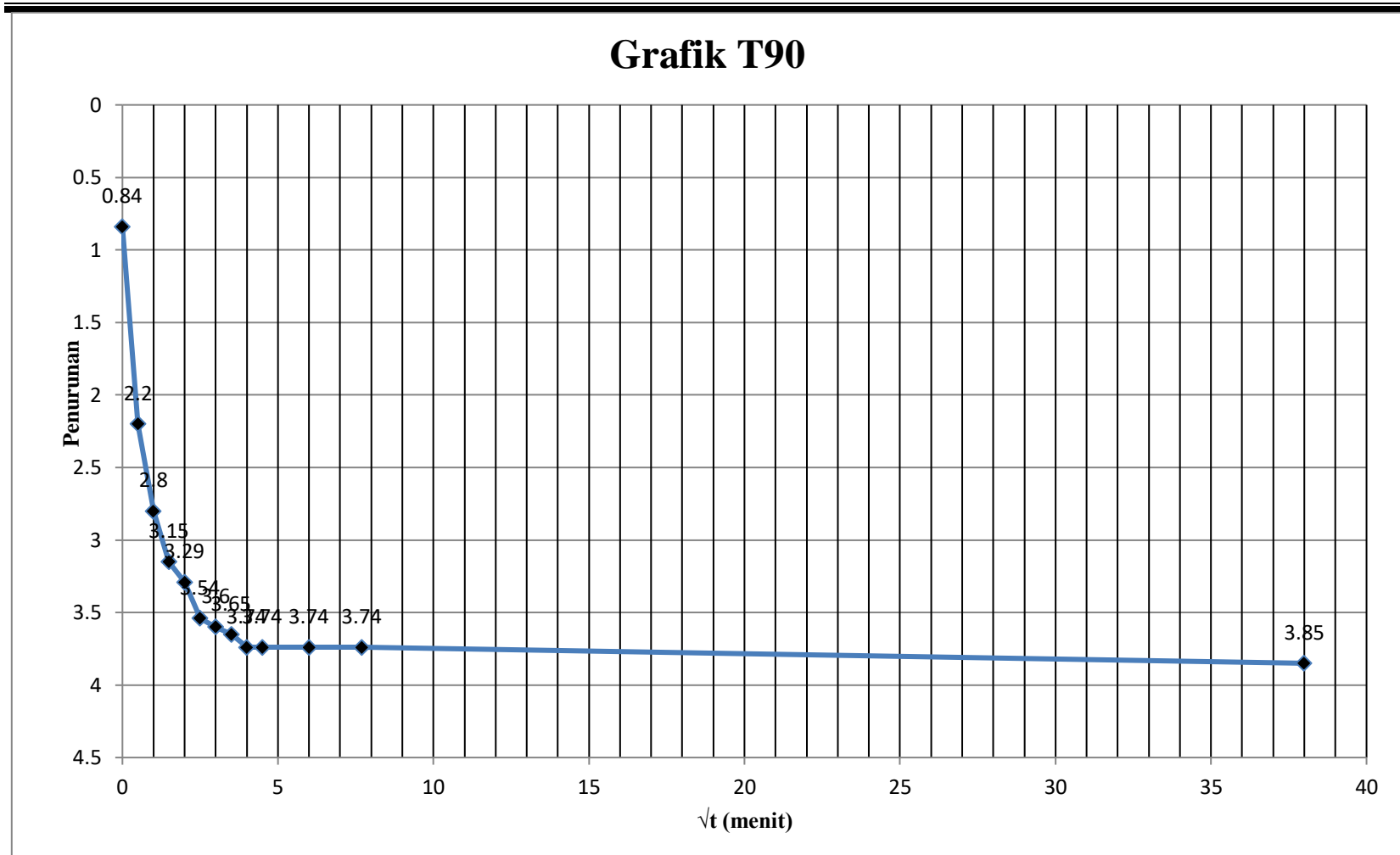
Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Data T90 untuk 8 kg

Tabel 4.50. Data perhitungan tinggi tanah pada beban 8 kg

t	\sqrt{t}	Penurunan (mm)	Δh (mm)	Tinggi
				(mm)
0	0	0,84	0,828	39,172
0,25	0,5	2,2	2,188	37,812
1	1	2,8	2,788	37,212
2,25	1,5	3,15	3,138	36,862
4	2	3,29	3,278	36,722
6,25	2,5	3,54	3,528	36,472
9	3	3,6	3,588	36,412
12,25	3,5	3,65	3,638	36,362
16	4	3,74	3,728	36,272
20,25	4,5	3,74	3,728	36,272
36	6	3,74	3,728	36,272
60	7,7	3,74	3,728	36,272
1440	38	3,85	3,838	36,162

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.29. Grafik t90 beban 8 kg



Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik – Teknik Sipil
UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Jl. Kolam Nomor 1 Medan Estate/jalan PBSI No.1

➤ Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$

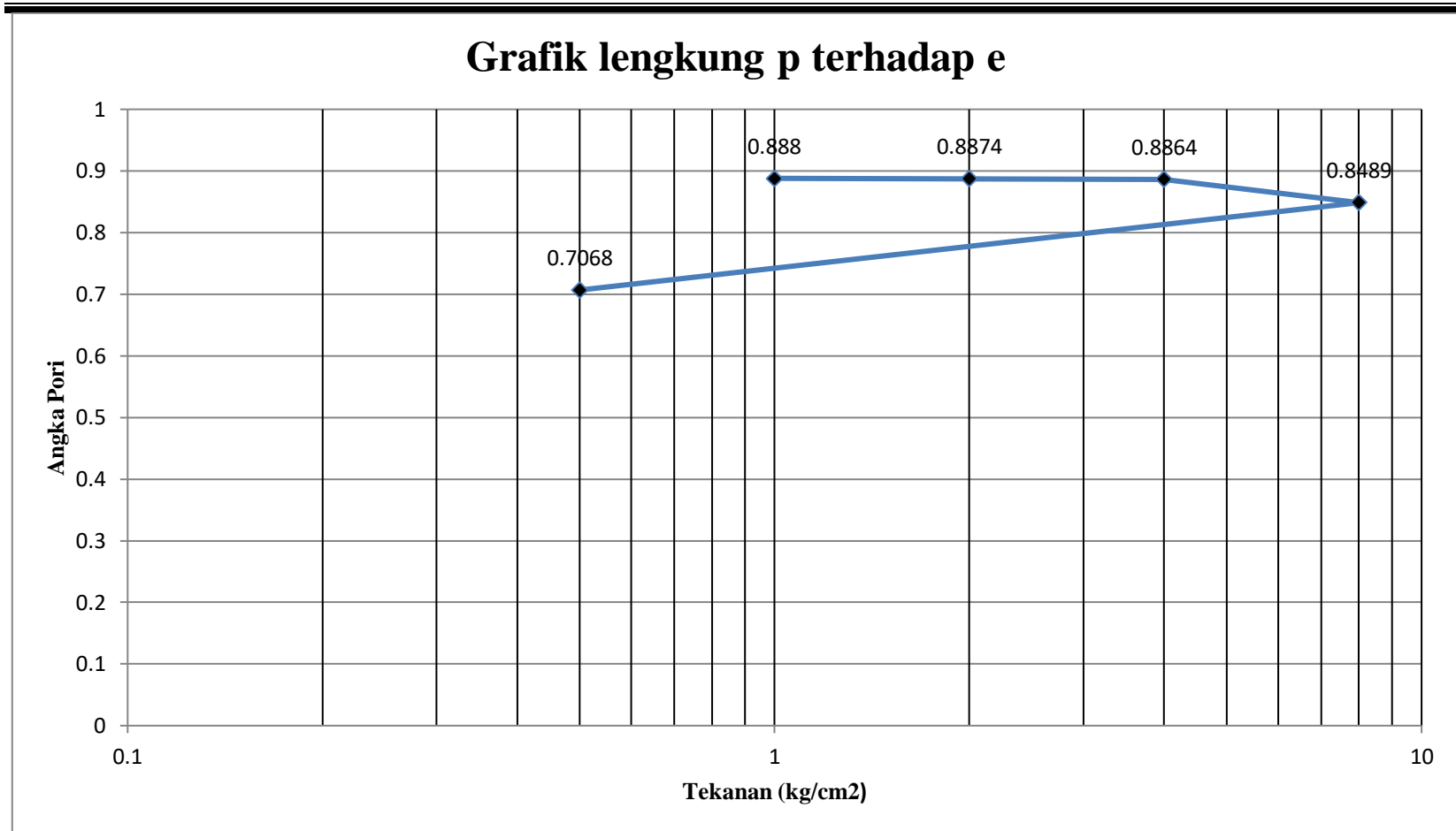
Tabel 4.51. Analisis Tabel dan Grafik $\sqrt{t_{90}}$ (Hasil Koef. Konsolidasi (C_v) dan Angka Pori)

Δh	Konsolidasi	Tinggi		Koefisien Konsolidasi	
		merata	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90}	(cm^2/menit)
	$d = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$	(mm)	($\sqrt{\text{menit}}$)	(menit)	$C_v = \frac{0,848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm^2/menit)
0,013	0,023	39,977	5	2,23	0,0002011
0,033	0,4305	39,5695	5,5	2,34	0,006716
0,828	2,333	37,667	8,1	2,84	0,4105
3,838	3,708	36,292	1,8	1,34	0,8701
3,578					

Pembacaan Arloji 24

tekanan (kg/cm^2)	jam (mm)	Δh (mm)	$A_e = \frac{\Delta h}{H_s}$	Angka Pori $e = e_0 - A_e$
0		0	0	0,888
1		0,025	0,013	0,8874
2		0,045	0,033	0,8864
4		0,84	0,828	0,8489
8		3,85	3,838	0,7068
0,5		3,59	3,578	0,7191

Sumber : Hasil pengujian laboratorium 2019



Gambar 4.30. lengkung p terhadap e



➤ $A = (p_0; e_0)$

$$P_0 = 40 \times 0,0015 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 0,819 \text{ mm}$$

➤ $B = (p_b ; e_b)$

$$P_b = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = e_0 \times 0,42 \text{ mm}$$

$$= 0,888 \times 0,42 = 0,372$$

Maka di peroleh nilai CC :

$$CC = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_b}{P_0}} = \frac{0,888 - 0,372}{\log \frac{8}{0,06}} = 0,242$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tanah lempung yang dicampurkan dengan arang tempurung kelapa dengan persentase campuran 0%,2%,4%,6%,8% dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian campuran 0%,2%,4%,6%,8% Indeks Plastis tanah dapat diambil kesimpulan pada campuran 6% adalah hasil yg paling tinggi sebesar 19,98. Sedangkan untuk 8% terjadi penurunan, ini i karena kadar campuran arang tempurung kelapa terlalu banyak mengakibatkan indeks plastis tanah menurun.
2. Pengaruh penambahan campuran arang tempurung kelapa pada tanah lempung mengakibatkan bervariasinya hasil dari koefisien konsolidasi (C_v) yang bisa dilihat pada tabel 4.6.
3. Pengaruh penambahan campuran tempurung kelapa pada nilai indeks pemampatan (C_c) juga bervariasi tergantung berapa persentase campurannya.
4. Pengaruh penambahan campuran tempurung kelapa pada indeks pemampatan (C_c) pada tanah, Penurunan optimum terjadi pada campuran 6%

4.2.Saran

1. Perlu dilakukan percobaan pencampuran tambahan, misalnya gypsum, pasir, semen, kapur, dll.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, maka perlu diperhatikan cara pengujiannya, Karena setiap modul pengujian berbeda-beda.
3. Perlu juga diperhatikan faktor waktu pengujian seperti menaikkan dan menurunkan beban, peng-ovenan dll.
4. Selain itu banyak faktor kesalahan pengujian yang disebabkan manusia harus diperkecil, agar analisis material tanah bisa mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, Bani, 2016. *Penelitian penurunan (settlement) konsolidasi pada Tanah lempung desa pare, godean, sleman, Yogyakarta Dengan metode vertical drains*, Skripsi, Yogyakarta.
- Budi, Gogot setyo, 2011. *Pengujian Tanah Di Laboratorium*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Budi Santosa, Heri Surapto, dan Suryadi HS. *Dasar Mekanika Tanah*, Penerbit Gunadarma
- Bowles, J.E. 2010. *Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Christady hardyatmo, Hady *Mekanika Tanah 2 edisi 3*, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- Das, B. M., 2010. *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis jilid I dan Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Panguriseng, Darwis, 2010. *Stabilisasi Tanah*, Fakultas Teknik Sipil Universitas “45”, Makasar.
- Sosrodarsono, Suyono, Kazuto Nakazawa, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi ct-7*, Jakarta
- Sutarman, Encu, 2013. *Konsep & Aplikasi Teknik Sipil*, Andi Yogyakarta
- Sutrisno, Tri, 2016, *Pembuatan Briket Arang*, Fakultas Teknik UMP, Purwokerto.



**TUGAS AKHIR
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**PENGARUH CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP
KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG**

DOKUMENTASI PENELITIAN

Oleh : Yudha Septiawan Lubis

Npm : 14 811 0059

Gambar 7.1. Dokumentasi Penelitian



Tanah hasil Oven 1



Tanah hasil Oven 2



Tanah hasil Oven 3



Timbangan dan cawan



Oven



Pengujian Berat jenis



Alat Konsolidasi



Piknometer



Pengujian batas Plastik 1



Pengujian batas Plastik 2



Pengujian batas cair 1



Pengujian batas cair 2



Pada saat pengujian



Skrap tanah



Thermometer



Hasil Saringan Tanah



Hasil Saringan Arang



Tanah Lempung



Pengujian batas plastis



Pengujian batas cair



Pengujian konsolidasi



alat ukur penurunan beban