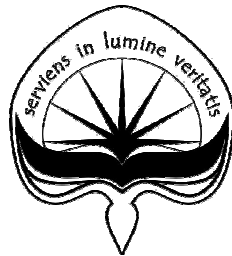


**PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG EKSPANSIF  
DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR**

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari Universitas  
Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
PRAHAYU LANGEN WINANTU MUKTI  
NPM. : 07 02 12779



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, MARET 2011**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG EKSPANSIF  
DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR**

Oleh :

PRAHAYU LANGEN WINANTU MUKTI  
NPM. : 07 02 12779

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta.....

Pembimbing I



21/03/2011  
( Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.)

Pembimbing II

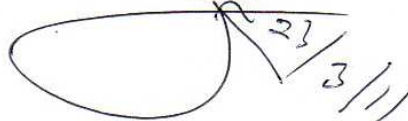


( Ir. Ch. Arief Sudibyo )

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



( Ir. Junaedi Utomo, M.Eng )

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir



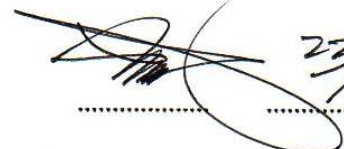
**PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG EKSPANSIF  
DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR**



Oleh :

**PRAHAYU LANGEN WINANTU MUKTI**  
NPM : 07 02 12779

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.		21/03/2011
Anggota : Ir. F. Harmanto Djokowahjono, M.T.		22/3/11
Anggota : Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.		23/3/11

## KATA PENGATAR

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala berkat, bimbingan serta penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR”** disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Universitas Atma Jaya Yogyakarta Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil.

Penulis berharap melalui Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. A. Koesmargono, MCM, Ph.D., selaku rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
2. Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

4. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir Pilihan Geoteknik dan Dosen Pembimbing I,
5. Ir. Ch. Arief Sudiby, selaku Dosen Pembimbing II,
6. PT. Perkebunan Nusantara XI, PG Soedono Ngawi,
7. Keluarga tercinta, Papa, Mama, dik Ajeng, huny, dan keluarga besar yang senantiasa selalu memberi dukungan doa, semangat, juga dukungan materiil,
8. Teman-teman dan sahabat yang dengan tulus membantu, Dewa, Domi, Dita, Sunu, Lisa, dan teman-teman seperjuangan, terimakasih untuk kebersamaan yang telah kita jalani.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.








Yogyakarta, Februari 2011


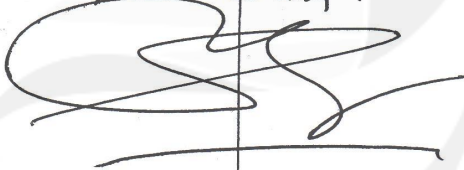
Prahayu Langen W.M

NPM : 07 02 12779

**LEMBAR ASISTENSI**

Nama : PRAHAYU LANGEN W.M.  
 No. Mahasiswa : 07 02 12779  
 Universitas : ATMA JAYA YOGYAKARTA  
 Judul Skripsi : PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG  
 EKSPANSIF DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR

No.	Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	16 Sept '10.	Topik → Lempung ekspansif unt. jalan (perbaikan)	
2.	23 Sept '10.	ace → IP. lempung, landung tetes, dll.	
3.	30 Sept '10.	ace. unt. seminar proposal	
4.	3 Nov '10	→ Bab I. di. Bab II. di.	
5.	25 Nov '10.	• Bab III. landasan teori • Lanjutan bab IV.	
6.	15 Des '11.	• dicoba kapur hidup spy • ilatam mgd lbrs baki.	
7.	09 Jan '11.	• Hasil CBR di buat grafik • Spy bisa kelihatan • kenaikan / penurunannya. • demikian juga dg IP, LL & PL (buat grafik). • kadar air hasil compres ran yg digrafikan. → bisa menunjukkan Lys diambil kesimpulan	

No.	Tanggal	Kegiatan	Paraf
8.	09/02/11	Periksa Indeks plastic setelah dicampur CaO untuk memeriksa ekspansi ts/lempung	fb
9.	16/02/11.	<p>bagian analisis &amp; hasil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tambahkan data swell Unsoaked &amp; soaked.</li> </ul>	
10	16/02/11	Hasil pengujian Opt. & simpulkan berdasarkan batas <sup>2</sup> parameter dan bukt. teke	fb
11.	21/02/11.	acc. boleh unt pendadaran.	

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xi
<b>INTISARI</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Lokasi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Tanah Dasar .....	7
2.2. Lempung ( <i>Clay</i> ) .....	8
2.3. Batas-Batas Atterberg .....	10
2.4. Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> ) .....	12
2.5. Tetes Tebu .....	13
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	14
3.1. Tetes Tebu .....	14
3.2. Klasifikasi Tanah .....	16
3.3. Hubungan Fase Tanah .....	18
3.3.1. Kadar Air ( <i>Moisture Content</i> ) .....	19
3.3.2. Angka Pori ( <i>Void Ratio</i> ) .....	19
3.3.3. Porositas ( <i>Porosity</i> ) .....	20
3.3.4. Derajat Kejenuhan .....	20
3.3.5. Kerapatan ( <i>Density</i> ) .....	20
3.4. Tanah Berbutir Halus .....	21
3.5. Berat Jenis/Berat Spesifik .....	21
3.6. Batas Konsistensi Tanah .....	22
3.7. Stabilitas Tanah .....	23
3.8. California Bearing Ratio (CBR) .....	25



3.9. Kerangka Pemikiran .....	28
3.10. Hipotesis .....	31
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Pengujian Tanah Asli .....	32
4.1.1. Penyiapan Tanah .....	32
4.1.2. Uji Klasifikasi Tanah .....	32
4.1.3. Uji Pemadatan Standar (ASTM D-698) .....	37
4.2. Pengujian Batas-Batas Aterberg .....	38
4.2.1. Batas Cair/ <i>Liquid Limit</i> (ASTM D 423-66) .....	38
4.2.2. Batas Plastis/ <i>Plastic Limit</i> (ASTM D 424-74) .....	39
4.2.3. Indeks Plastisitas (IP) .....	40
4.3. Pengujian CBR (ASTM 1883-73) .....	40
4.3.1. CBR Tak Terendam ( <i>Unsoaked</i> ) .....	41
4.3.2. CBR Terendam ( <i>Soaked</i> ).....	44
<b>BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>47</b>
5.1. Pemakaian Tetes Tebu Dan Kapur .....	47
5.2. Uji Klasifikasi Tanah .....	48
5.2.1. Berat Jenis .....	48
5.2.2. Kadar Air .....	48
5.2.3. Pengujian Distribusi Ukuran Butir .....	48
5.2.4. Pengujian Batas-Batas Atterberg .....	50
5.3. Pemadatan Standar .....	51
5.4. Kadar Air .....	52
5.5. Pengujian CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> ) .....	55
5.5.1. CBR Tak Terendam ( <i>Unsoaked</i> ).....	55
5.5.2. CBR Terendam ( <i>Soaked</i> ).....	61
5.6. Pengujian Batas-Batas Atterberg .....	63
5.6.1. Batas Cair/ <i>Liquid Limit</i> (LL).....	64
5.6.2. Batas Plastis/ <i>Plastic Limit</i> (PL) .....	65
5.6.3. Indeks Plastisitas (IP) .....	66
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>
6.1. Kesimpulan .....	71
6.1.1. Uji Klasifikasi Tanah.....	71
6.1.2. Pemadatan .....	71
6.1.3. Pengujian Kadar Air.....	72
6.1.4. Pengujian CBR .....	72
6.1.5. Pengujian Batas-Batas Atterberg.....	74
6.1.6. Hasil Akhir .....	75
6.2. Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga-Harga Batas Atterberg untuk Mineral Lempung .....	13
Tabel 2.2	Tingkat Ekspansifitas Tanah .....	13
Tabel 3.1	Komposisi Tetes Tebu .....	15
Tabel 3.2	Klasifikasi Tanah Sistem Unified .....	17
Tabel 3.3	Sistem Klasifikasi Tanah menurut AASTHO M 145 .....	18
Tabel 3.4	Berat Jenis Mineral-Mineral Penting .....	21
Tabel 3.5	Beban standard yang dipakai untuk percobaan CBR .....	26
Tabel 5.1	Distribusi Ukuran Butir .....	48
Tabel 5.2	Rekapitulasi Pengujian Kadar Air CBR Unsoaked dengan Variasi Tetes Tebu .....	52
Tabel 5.3	Rekapitulasi Pengujian Kadar Air CBR <i>Soaked</i> dengan Variasi Tetes Tebu .....	53
Tabel 5.4	Rekapitulasi Pengujian Kadar Air CBR <i>Unsoaked</i> dengan Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur .....	54
Tabel 5.5	Rekapitulasi Pengujian Kadar Air CBR <i>Soaked</i> dengan Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur .....	54
Tabel 5.6.	Tekanan Maksimum CBR dan Kadar air Setelah Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> .....	58
Tabel 5.7.	Tekanan Maksimum CBR dan Kadar air Setelah Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> .....	60
Tabel 5.8.	Persentase Kenaikan Tekanan CBR Terhadap Tanah Asli .....	61
Tabel 5.9	Tekanan Maksimum CBR dan Kadar air Setelah Pengujian CBR <i>Soaked</i> .....	61
Tabel 5.10	Tekanan Maksimum CBR dan Kadar air Setelah Pengujian CBR <i>Soaked</i> .....	62
Tabel 5.11	Batas-Batas Atterberg Tanah Asli .....	64
Tabel 5.12	Persentase Penurunan Batas Cair dengan Penambahan Variasi Tetes Tebu .....	64
Tabel 5.13	Persentase Penurunan Batas Cair dengan Tetes 30% dan Variasi Kapur .....	65
Tabel 5.14	Persentase Kenaikan Batas Plastis dengan Penambahan Variasi Tetes Tebu .....	65
Tabel 5.15	Persentase Kenaikan Batas Plastis dengan Tetes 30% dan Variasi Kapur .....	66
Tabel 5.16	Persentase Kenaikan Indeks Plastisitas dengan Penambahan Variasi Tetes Tebu .....	67
Tabel 5.17	Persentase Kenaikan Indeks Plastisitas dengan Tetes 30% dan Variasi Kapur .....	67
Tabel 5.18	Rekapitulasi Pengujian Batas-Batas Atterberg Variasi Tetes Tebu .....	69
Tabel 5.19	Rekapitulasi Pengujian Batas-Batas Atterberg dengan Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur .....	69

## DAFTAR GAMBAR

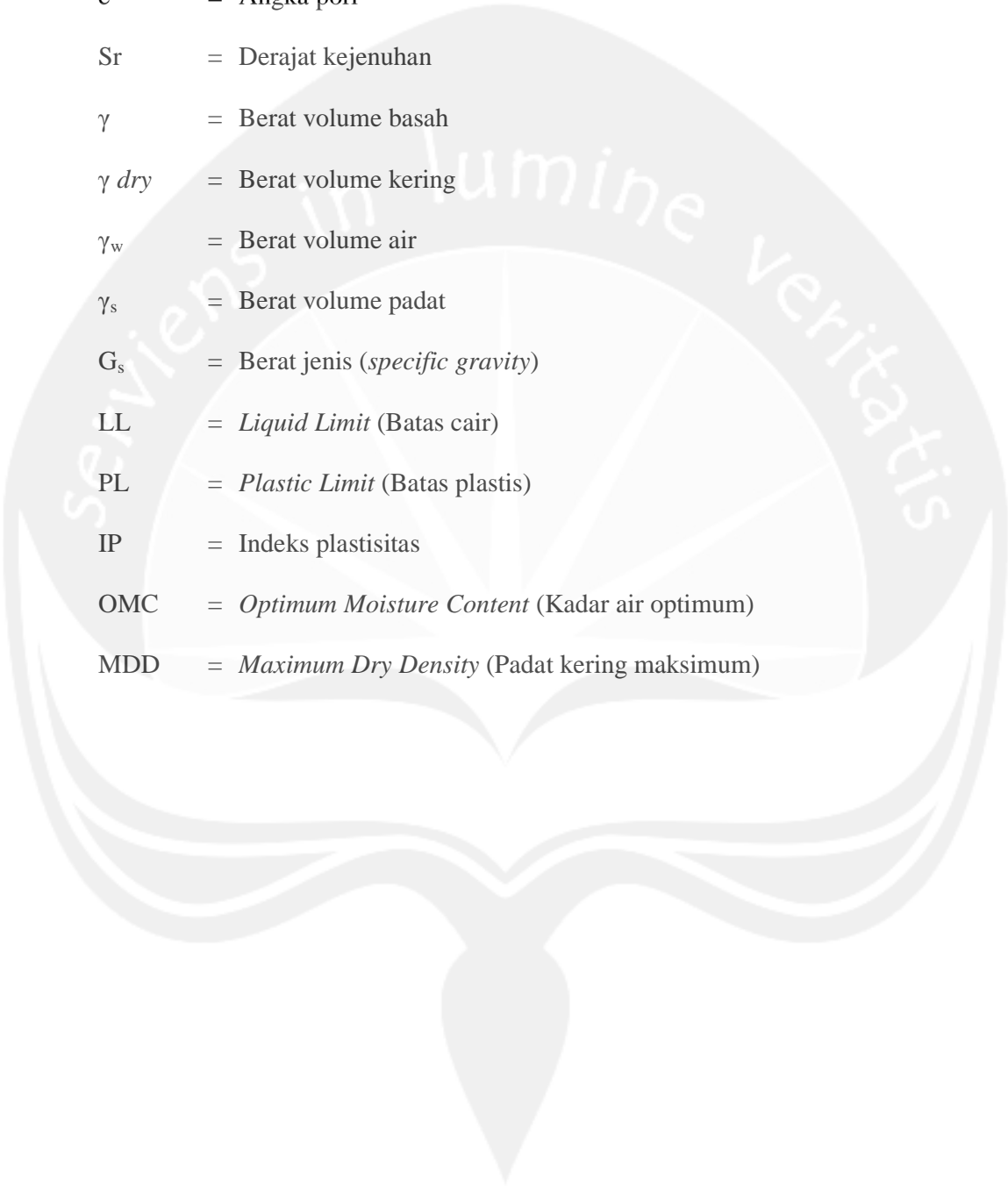
Gambar 3.1	Diagram Fase Tanah .....	19
Gambar 3.2	Diagram Batas-Batas <i>Atterberg</i> .....	22
Gambar 3.3	Kurva Hubungan Antara Penetrasi dengan Beban pada Percobaan CBR .....	26
Gambar 3.4	Diagram alir kerangka pemikiran .....	30
Gambar 5.1	Grafik Distribusi Ukuran Butir .....	49
Gambar 5.2	Grafik Pematatan Standar .....	52
Gambar 5.3	Grafik Kadar Air Variasi Tetes Tebu <i>Unsoaked</i> .....	53
Gambar 5.4	Grafik Kadar Air Variasi Tetes Tebu <i>Soaked</i> .....	53
Gambar 5.5	Kadar Air Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur <i>Unsoaked</i> .....	54
Gambar 5.6	Kadar Air Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur <i>Soaked</i> .....	55
Gambar 5.7	Grafik CBR <i>Unsoaked</i> Tanah Asli .....	56
Gambar 5.8	Grafik CBR <i>Unsoaked</i> Tanah Asli + Kapur 2% .....	56
Gambar 5.9	Grafik CBR <i>Unsoaked</i> Variasi Tetes Tebu .....	57
Gambar 5.10	Grafik CBR <i>Unsoaked</i> Tetes Tebu 30% dan Variasi Kapur .....	59
Gambar 5.11	Grafik CBR <i>Soaked</i> dengan Variasi Tetes Tebu .....	62
Gambar 5.12	Grafik CBR <i>Soaked</i> Tetes Tebu 30% dengan Variasi Kapur .....	63
Gambar 5.13	Grafik Batas Atterberg Variasi Tetes Tebu .....	68
Gambar 5.14	Grafik Batas Atterberg Tetes Tebu 30% dengan Variasi Kapur .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Klasifikasi Tanah
Lampiran B	Pemadatan
Lampiran C	Kadar Air
Lampiran D	CBR <i>Unsoaked</i>
Lampiran E	CBR <i>Soaked</i>
Lampiran F	Batas-Batas Atterberg



## DAFTAR NOTASI



$e$	=	Angka pori
$S_r$	=	Derajat kejenuhan
$\gamma$	=	Berat volume basah
$\gamma_{dry}$	=	Berat volume kering
$\gamma_w$	=	Berat volume air
$\gamma_s$	=	Berat volume padat
$G_s$	=	Berat jenis ( <i>specific gravity</i> )
LL	=	<i>Liquid Limit</i> (Batas cair)
PL	=	<i>Plastic Limit</i> (Batas plastis)
IP	=	Indeks plastisitas
OMC	=	<i>Optimum Moisture Content</i> (Kadar air optimum)
MDD	=	<i>Maximum Dry Density</i> (Padat kering maksimum)

## INTISARI

**PERBAIKAN SIFAT MEKANIK LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN TETES TEBU DAN KAPUR**, Prahayu Langen Winantu Mukti, NPM 07 02 12779, tahun 2011, PSS Geoteknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tanah sebagai pijakan terakhir untuk menerima pembebanan apapun yang berkaitan dengan pembangunan jalan, jembatan, landasan, gedung, dan lain-lain, sehingga tanah harus diperhitungkan sebelum para pelaku pembangunan akan melakukan kegiatannya agar hasil pekerjaan dapat dimanfaatkan secara optimum oleh penggunaannya. Tanah tersebut terkadang memiliki sifat-sifat yang kurang baik sehingga tidak memenuhi persyaratan, teknis yang dikehendaki. Misalnya untuk tanah berbutir halus dengan nilai plastisitas tinggi. Tanah ini biasanya memiliki daya dukung yang rendah, pemampatan (*compressibility*) yang tinggi, perubahan volume yang besar, serta sulit dalam pelaksanaan pekerjaan pemadatan, untuk itu diperlukan usaha perbaikan/stabilisasi terhadap tanah.

Pada penulisan ini akan digunakan bahan berupa tetes tebu dan kapur. Tetes tebu ditambahkan dengan kadar 20% sampai 50% dengan interval 5%, sedangkan kapur ditambahkan dengan kadar 2% sampai 8% dengan interval 1%. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis, analisa saringan, hidrometer, kadar air, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas dan CBR (*unsoaked* dan *soaked*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tanah asli memiliki LL 76%, PL 24,52%, IP 51,48%, dan tekanan CBR rendah. Tanah merupakan tanah lempung dengan golongan CH yaitu lempung tak organik dengan plastisitas tinggi/lempung gemuk (*fat clays*), dengan penilaian sebagai tanah dasar sedang sampai buruk, dan merupakan golongan tanah dengan ekspansifitas tinggi. Setelah mengalami perbaikan dengan tetes tebu dan kapur, dengan perbandingan ideal 30% tetes tebu dan 7% kapur, tanah memiliki LL 48%, PL 24,79%, IP 23,21%. Tanah berubah menjadi golongan CL yaitu lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, dengan penilaian sebagai tanah dasar sangat baik sampai baik, dan merupakan golongan tanah dengan ekspansifitas rendah.

Diharapkan dengan kesimpulan yang disampaikan akan bermanfaat bagi civitas akademika, masyarakat maupun pihak lain yang membutuhkan alternatif lain sebagai bahan perbaikan sifat mekanik dari lempung ekspansif.

**Kata kunci** : tetes tebu dan kapur, perbaikan sifat mekanik, lempung ekspansifitas tinggi, batas atterberg lempung, perbaikan lempung.