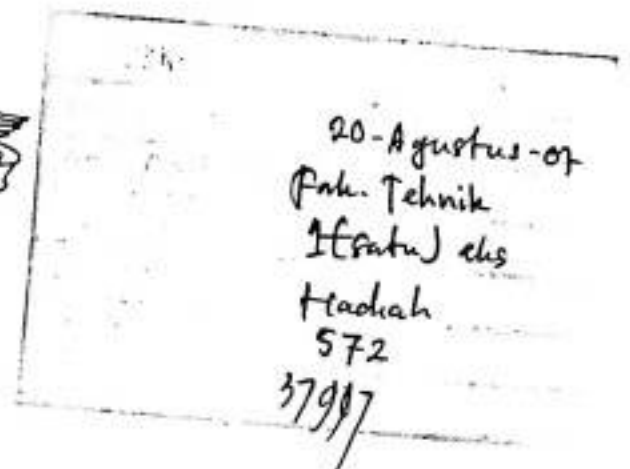


TUGAS AKHIR
STUDI POTENSI PENGEMBANGAN PADA TANAH
LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN
KAPUR



Oleh

FARID SITEPU
D 111 01 037

FAJRIANSYAH HADI
D 111 01 187

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan petunjukNya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih kami yang setinggi-tingginya kepada orang tua kami tercinta dan segenap handai taulan yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil.

Pada kesempatan ini, dengan kerendahan hati dan iringan do'a kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Saleh Pallu, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Bapak Ir. H. Abdul Madjid Akkas, MT., selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Bapak Ir. M. Iskandar Maricar, MT., selaku Pembimbing I dan St. Hijraini Nur, ST., MT., selaku Pembimbing II.
- Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Staff Tata Usaha Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Bapak Ir. Abd. Kadir dan Bahar, selaku staff Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin

- Rekan-rekan kami, mahasiswa Jurusan Sipil khususnya Angkatan 2001 yang telah membantu kami dalam menyusun Tugas Akhir.
- Rekan-rekan di Mapala 09 SMFT-UH terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Kami menyadari bahwa dalam Tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhirnya kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya dalam bidang teknik sipil.

Makassar, 2007

Penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang masalah I - 1

1.2. Maksud dan Tujuan penelitian I - 2

1.3. Batasan masalah I - 3

1.4. Sistematika Penulisan I - 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Sebagai Bahan Konstruksi II - 1

2.1.1. Klasifikasi Tanah II - 2

2.1.2. Mineralogi Lempung II - 9

2.1.3. Konsistensi Tanah II - 12

2.2. Material Kapur II - 14

2.3. Stabilisasi Tanah dengan Kapur II - 15

2.4. Identifikasi dan Klasifikasi tanah Mengembang II - 16

2.4.1. Identifikasi Mineralogi II - 16

2.4.2. Metode pengukuran tak langsung (indirect method)II - 17

2.4.3. Metode pengukuran langsung (direct method)II - 18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir PenelitianIII - 1

3.2. Pengadaan Benda UjiIII - 2

3.2.1. Pengadaan Sampel TanahIII - 2

3.2.2. Penyediaan Bahan StabilisasiIII - 2

3.3. Pemeriksaan Karakteristik Dasar tanahIII - 2

3.3.1. Pemeriksaan Karakteristik Fisik TanahIII - 2

3.3.2. Pemeriksaan Karakteristik Mekanik TanahIII - 4

3.4. Pembuatan Benda UjiIII - 5

3.4.1. Pembuatan benda Uji tanpa bahan StabilisasiIII - 5

3.4.2. Pembuatan benda Uji dengan Bahan StabilisasiIII - 5

3.5. Pengujian Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*) dan
Tekanan Pengembangan (*Swelling Pressure*)III - 7

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah AsliIV - 1

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisik Tanah AsliIV - 1

4.1.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Mekanik Tanah AsliIV - 3

4.1.3. Klasifikasi TanahIV - 3

4.1.4. Hasil Pemeriksaan Potensi Pengembangan

(*Swelling Potential*) dan Tekanan Pengembangan

(*Swelling Pressure*) tanah asliIV - 4

4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah yang distabilisasi kapur..	IV - 6
4.2.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisik Tanah	IV - 6
4.2.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Mekanik Tanah	IV - 9
4.2.3. Hasil Pemeriksaan Potensi Pengembangan (<i>Swelling Potential</i>) dan Tekanan Pengembangan (<i>Swelling Pressure</i>) tanah	IV - 10

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V - 1
5.2. Saran	V - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Simbol Prefiks dan Sufiks	II - 4
Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Tanah USCS	II - 6
Tabel 2.3. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	II - 8
Tabel 2.4. Berat Jenis Mineral Lempung	II - 12
Tabel 2.5. Batas-batas Atterberg Berbagai Mineral Lempung	II - 13
Tabel 2.6. Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	II - 13
Tabel 2.7. Hubungan Indeks Plastisitas dengan Potensi Pengembangan	II - 17
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli	IV - 1
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Yang Telah Distabilisasi dengan Kapur	IV - 6
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Yang Telah Distabilisasi dengan Kapur	IV - 7
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Batas-batas Atterberg tanah yang distabilisasi dengan kapur	IV - 8
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaaan Kompaksi Tanah yang distabilisasi dengan Kapur	IV - 9
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Potensi Pngembangan dan Tekanan Pengembangan untuk tanah yang distabilisasi dengan kapur	IV - 10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)	II - 3
Gambar 2.2.	Mineral Lempung	II - 10
Gambar 2.3.	Mekanisme Tertariknya Kation dan molekul Air	II - 11
Gambar 2.4.	Konsistensi Tanah berdasarkan Batas-batas Atterberg	II - 12
Gambar 3.1.	Kerangka Penelitian	III - 1
Gambar 3.2.	Proses Pembuatan Benda Uji	III - 6
Gambar 4.1.	Hubungan Persentase Kapur Vs berat jenis	IV - 7
Gambar 4.2.	Hubungan Persentase Kapur Vs Batas-batas Atterberg	IV - 8
Gambar 4.3.	Hubungan Persentase Kapur Vs Indeks Plastisitas	IV - 8
Gambar 4.4.	Hubungan Persentase Kapur Vs Berat Isi kering Maksimum .	IV - 9
Gambar 4.5.	Hubungan Persentase Kapur Vs kadar Air Optimum	IV - 10
Gambar 4.6.	Hubungan Persentase Kapur Vs Potensi Pengembangan	IV - 11
Gambar 4.7.	Hubungan Persentase Kapur Vs Tekanan Pengembangan	IV - 11
Gambar 4.8.	Hubungan Pengembangan Vs Waktu Pengembangan	IV - 12
Gambar 4.9.	Hubungan Tekanan Pengembangan Vs Potensi Pengembangan	IV - 13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A-1	Pemeriksaan Berat jenis Spesifik untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran A-2	Pemeriksaan Berat jenis Spesifik untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran A-3	Pemeriksaan Berat jenis Spesifik untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran A-4	Pemeriksaan Berat jenis Spesifik untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran A-5	Pemeriksaan Berat jenis Spesifik untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran B-1-1	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran B-1-2	Lanjutan Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran B-2-1	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran B-2-2	Lanjutan Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran B-3-1	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran B-3-2	Lanjutan Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran B-4-1	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran B-4-2	Lanjutan Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 15%

Lampiran B-5-1	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran B-5-2	Lanjutan Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran C-1	Pemeriksaan Hydrometer
Lampiran C-2	Lanjutan Pemeriksaan Hydrometer
Lampiran D-1-1	Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran D-1-2	Lanjutan Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran D-2-1	Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran D-2-2	Lanjutan Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran D-3-1	Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran D-3-2	Lanjutan Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran D-4-1	Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran D-4-2	Lanjutan Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran D-5-1	Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran D-5-2	Lanjutan Pemeriksaan Kompaksi untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran E-1-1	Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran E-1-2	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 0%
Lampiran E-1-3	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 0%

Lampiran E-2-1	Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran E-2-2	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran E-2-3	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 5%
Lampiran E-3-1	Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran E-3-2	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran E-3-3	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 10%
Lampiran E-4-1	Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran E-4-2	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran E-4-3	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 15%
Lampiran E-5-1	Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 20%
Lampiran E-5-2	Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 20%

Lampiran E-5-2 Lanjutan Pemeriksaan Potensi Pengembangan dan
Tekanan Pengembangan untuk Kadar Kapur 20%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tanah merupakan bagian penting dari suatu bangunan sipil yaitu sebagai dasar bangunan. Beban-beban bangunan yang ada diatas seperti jalan raya, jembatan dan gedung-gedung dipikul oleh tanah. Karena hal tersebutlah tanah menjadi unsur penting yang sangat mempengaruhi kekuatan struktur suatu konstruksi disamping bahan yang lainnya.

Kondisi tanah yang tidak memenuhi persyaratan untuk mendirikan suatu bangunan seringkali dijumpai, misalnya sifat kembang susut tanah yang tinggi, dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan seperti jalan raya yang bergelombang atau retak, pecahnya pondasi, retaknya tembok bangunan gedung, miringnya abutment jembatan dan lain-lain yang menyebabkan kerugian yang tidak sedikit.

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi, yang biasa juga disebut tanah ekspansif (*expansive soil*). Sifat kembang susut terjadi karena adanya perubahan volume yang diakibatkan oleh kandungan mineral-mineral dalam tanah lempung. Perubahan volume ini sedikit banyak dipengaruhi oleh air yang jika musim hujan tanah akan menjadi basah dan menyusut sebaliknya pada musim kemarau akan retak-retak karena kehilangan air.

Salah satu cara untuk memperbaiki sifat tanah adalah dengan penambahan bahan stabilisasi pada tanah tersebut. Penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi adalah salah satu alternatif untuk perbaikan tanah lempung. Bahan stabilisasi kapur (CaOH_2) yang mengandung ion-ion positif dipilih karena mudah didapatkan dan juga lebih ekonomis dibanding bahan stabilisasi lainnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul :

“ Studi Potensi Pengembangan pada Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur”.

1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perilaku dan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung sebelum dan sesudah distabilisasi dengan kapur.
2. Untuk menganalisa potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) dari tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan kapur.
3. Untuk membandingkan persentase potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) dari tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan kapur.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan berasal dari bantaran sungai Pampang yang telah ditambahkan dengan *Commercial Bentonite* sebanyak 15% dari berat kering tanah.
2. Tanah yang digunakan adalah tanah terganggu (*disturbed*) dalam keadaan kering udara.
3. Kapur yang digunakan adalah kapur padam "Calsium Oxide" (CaOH_2), atau kapur yang biasa dijual pada toko – toko bangunan.
4. Kadar kapur yang digunakan dalam campuran tanah adalah 5 %, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering.
5. Pengujian potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) dilakukan dengan alat konsolidometer standar.

1.4. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini berbentuk penelitian eksperimental, dimana terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan, merupakan bab yang berisi uraian latar belakang masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka, merupakan bab yang berisi uraian teori tentang tanah sebagai bahan rekayasa, kapur sebagai bahan stabilisasi dan potensi pengembangan (*swelling potential*) dari tanah lempung.

BAB III Metodologi Penelitian, bab ini berisi penjelasan tentang bagan alir penelitian seperti pengadaan tanah lempung dan bahan kapur, persiapan sampel dan pembuatan benda uji, pengujian dasar tanah lempung serta pengujian pengembangan (*swelling*), potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi.

BAB IV Hasil dan Pembahasan, bab ini membahas dan menganalisa hasil penelitian yang diperoleh dari percobaan laboratorium.

BAB V Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan penulisan dan penelitian disertai dengan saran – saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Sebagai Bahan Konstruksi

Dalam pengertian teknik sipil, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran mineral–mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong (pori) diantara partikel – partikel padat.

Tanah juga merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan, dan apabila dapat digunakan akan sangat ekonomis, misalnya sebagai timbunan untuk berbagai bangunan ringan sampai berat yang akan dibangun di atasnya. Akan tetapi, seperti bahan konstruksi lainnya, tanah juga harus dipakai setelah melalui proses pengendalian mutu. Apabila tanah ditimbun secara sembarangan, hasilnya akan merupakan timbunan dengan berat isi yang rendah dan mengakibatkan stabilitas yang rendah dan penurunan tanah yang besar pula. Belum lagi jika kita menggunakan tanah dengan sifat pengembangan yang tinggi sebagai bahan timbunan, maka banyak faktor yang perlu kita perhitungkan untuk mendapatkan bahan timbunan yang baik untuk mendukung bangunan yang ada di atasnya.

Setiap perubahan sifat fisis atau teknis tanah pada massa tanah akan membutuhkan penyelidikan atas alternatif–alternatif seperti perbaikan sifat lapisan tanah, relokasi tempat bangunan atau menggunakan lokasi alternatif.

Pada masa sekarang ketersediaan lokasi bangunan di daerah perkotaan semakin sempit, sehingga perlu dipertimbangkan adanya lokasi-lokasi alternatif.

2.1.1. Klasifikasi tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat-sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Secara umum, tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah nonkohesif atau sebagai tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Namun klasifikasi ini terlalu umum sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah-tanah yang hampir sama sifatnya. Disamping itu, klasifikasi di atas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk bahan konstruksi atau tidak

1. Sistem klasifikasi berdasarkan tekstur

Sistem klasifikasi ini hanya didasarkan pada tekstur tanah. Tekstur (bentuk permukaan) ini dipengaruhi oleh ukuran butiran tanah. Dalam artian umum yang dimaksud dengan tekstur tanah adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan atau penampilan visual suatu tanah dalam suatu massa tertentu.

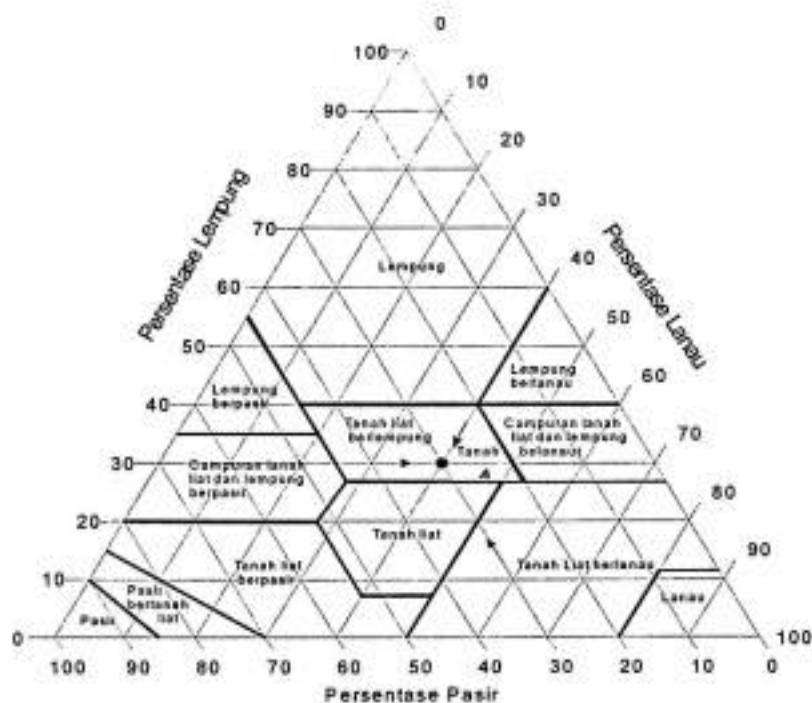
Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah telah dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah yaitu :

Pasir : butiran dengan diameter 2,0 sampai dengan 0,05 mm

Lanau : butiran dengan diameter 0,05 sampai dengan 0,002 mm

Lempung : butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm

Sehingga persentase partikel berukuran pasir, lanau dan lempung dapat disajikan dengan suatu grafik segitiga.



Gambar 2.1. Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)
(Sumber : Braja M. Das, 1993, Hal. 65).

Bagan ini hanya didasarkan pada bagian tanah yang lolos saringan no. 10 (2,0 mm). oleh karena itu, apabila tanahnya mengandung butiran diameter lebih besar dari 2 mm dalam persentase tertentu, maka perlu diadakan koreksi.

2. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian

Jumlah dan jenis dari mineral lempung sangat dipengaruhi oleh sifat fisis dari tanah, sedangkan sistem klasifikasi tekstur tidak cukup untuk dapat mewakili dari sifat-sifat tanah. Sehingga perlu adanya suatu sistem yang mempertimbangkan sifat plastisitas dari tanah, yang disebabkan karena adanya kandungan mineral lempung pada suatu jenis tanah.

Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan pada saat ini adalah Sistem Klasifikasi Tanah USCS (*Unified Soil Classification System*) dan Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO (*American association of State Highway and Transportation Officials Classification*).

A. Sistem klasifikasi tanah USCS (Unified Soil Classification System)

Kelompok-kelompok utama pada sistem ini diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Klasifikasi Simbol Prefiks dan Sufiks

Jenis Tanah	Prefiks	Subkelompok	Sufiks
Kerikil Pasir	G } S }	{ Gradasi Baik Gradasi buruk Berlanau Berlempung }	{ W P M C }
	M } C } O } Pt }		
Lanau Lempung Organik Gambut			{ L H }

(Sumber : Joseph E. Bowles dan Johan K. Hainim, 1991, hal. 125)

Kerikil yang bergradasi baik adalah GW; pasir yang bergradasi buruk adalah SP; pasir bergradasi baik adalah SW; pasir berlanau adalah SM; lempung dengan batas cair > 50% adalah CH, dan seterusnya.

Pada Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah USCS mendefinisikan tanah sebagai berikut :

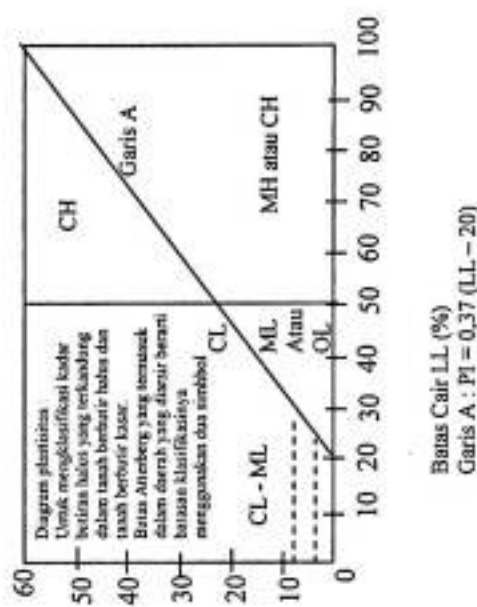
1. Berbutir kasar apabila lebih dari 50% tertahan pada saringan No.200
2. Berbutir halus apabila lebih dari 50% lolos saringan No. 200

Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu di bawah ini :

1. Kerikil apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No.4
2. Pasir apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No.4 dan No.200.

Tabel 2.2. Sistem klasifikasi tanah USCS

Divisi Utama		Simbol Klasifikasi	Nama Jenis	Kriteria Klasifikasi
Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_v = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM GC	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lanau Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung	
Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No.4 (4,75 mm)	Pasir bersih (sedikit atau tidak ada butiran halus)	SW SP	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil sedikit atau tidak mengandung butiran halus Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_v = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
	Pasir banyak kandungan butiran halus	SM SC	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau Pasir berlanau, campuran pasir-lempung	
Tanah berbutir kasar 50% butiran terahan saringan No.200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI < 1$
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (clean clays)	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair > 50%	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI < 1$
		MH CH OH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays). Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kadar organik tinggi	PT	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat ASTM Designation D-2488	



(Sumber : Braja M. Das, 1993, hal 71)

B. Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini membagi tanah kedalam 7 kelompok untuk tanah anorganik yaitu A-1 sampai A-7. Kelompok- kelompok ini kemudian dibagi lagi dalam 12 subkelompok. Tanah sangat organik yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual dimasukkan dalam kelompok A-8, namun tidak diperlihatkan.

Setiap tanah yang mengandung material berbutir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompok. Semakin tinggi nilai indeks kelompok suatu tanah maka tanah tersebut semakin buruk.

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

Dimana :

GI = Indeks kelompok

F = Persentase butiran yang lolos ayakan no. 200

LL = Liquid limit (batas cair)

PI = Indeks Plastisitas

Tabel 2.3. Sistem klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						Bahan-bahan lanau-lempong (lebih dari 35% lolos No.200)				
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok											
Analisis saringan Persen lolos											
No.10	Maks. 50										
No.40	Maks. 30	Maks. 50	Maks. 51								
No.200	Maks. 15	Maks. 25	Maks. 10	Maks. 35	Maks. 35	Maks. 35	Maks. 35	Min. 36	Min. 36	Min. 36	Min. 36
Karakteristik											
Fraksi yang lolos No.40											
Batas Cair											
Indeks Plastis	Maks. 6		N.P	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10	Min. 11
Indeks kelompok	0		0				Maks. 41	Maks. 8	Maks. 12	Maks. 16	Maks. 20
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batu, kerikil dan pasir	Pasir halus		Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum sebagai tanah	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai sangat buruk			

Catatan : kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6
 Untuk $IP \leq (w_L - 30)$, klasifikasinya A-7-5
 Untuk $IP > (w_L - 30)$, klasifikasi A-7-6
 N.P. = non plastis

(Sumber : (Joseph E. Bowles dan Johan K. Hainim, 1991, hal. 133)

Dari klasifikasi diatas, diperlihatkan bahwa untuk tanah yang berukuran kurang dari 0,075 mm, pertimbangan klasifikasinya tidak langsung berdasarkan pada gradasi butirannya, tetapi lebih ditekankan pada batas-batas Atterbergnya. Hal ini disebabkan karena sifat lempung dan lanau lebih bergantung pada komposisi zat mineralnya daripada ukuran butirnya, sehingga dalam penentuan klasifikasinya lebih berdasar kepada batas-batas Atterbergnya.

2.1.2. Mineralogi lempung

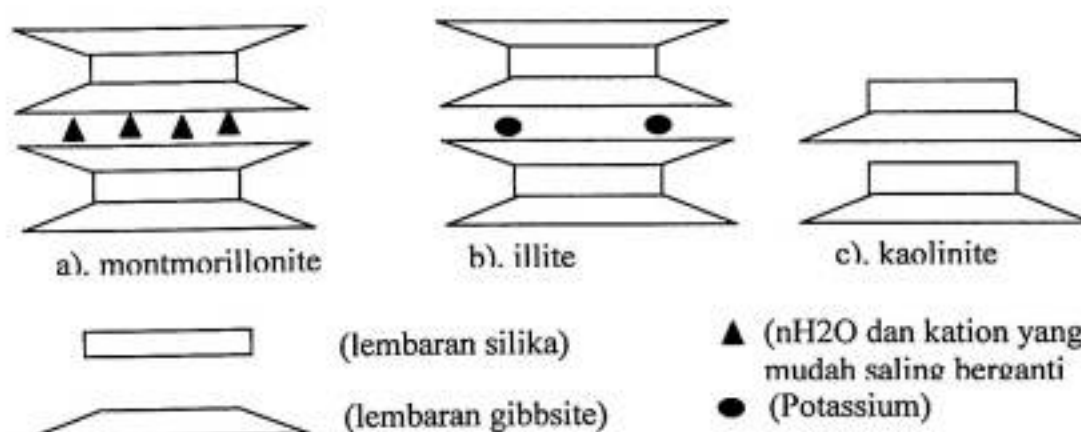
Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi gaya-gaya permukaan.

Secara umum mineral lempung terdiri dari kelompok-kelompok *montmorillonite*, *kaolinite*, dan *illite*. Susunan kebanyakan tanah lempung terdiri dari silika tetrahedra dan aluminium oktahedra.

Montmorillonite, disebut juga dengan *smectite*, adalah mineral yang dibentuk oleh dua lembaran silika tetrahedra dan satu lembaran aluminium oktahedra (*gibbsite*) menghasilkan mineral 2 : 1, dengan satu susunan berjarak bervariasi dari 9,6 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$) sampai benar-benar terpisah. Karena adanya gaya ikatan Van der Waals yang lemah diantara ujung lembaran silika dan terdapat kekurangan muatan negatif dalam lembaran oktahedra, air dan ion-ion yang berpindah-pindah dapat masuk dan memisahkan lapisannya. Tanah-tanah yang mengandung *montmorillonite* sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air.

Illite merupakan mineral yang susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran aluminium oktahedra (*gibbsite*) yang terkait di antara dua lembaran silika tetrahedra, menghasilkan mineral 2 : 1 dengan satu susunan berjarak 10 Å. Lembaran-lembaran tersebut terikat bersama-sama oleh ikatan lemah ion-ion kalium yang terdapat diantara lembaran-lembarannya. Ikatan-ikatan dengan ion kalium (K+) lebih lemah daripada ikatan hidrogen yang mengikat satuan kristal *kaolinite*, karena itu aktivitas *illite* lebih tinggi daripada kaolinite.

Kaolinite merupakan mineral yang tersusun dari lapisan silika tetrahedra dengan satu lembaran aluminium oktahedra (*gibbsite*) dengan satu susunan setebal 7,2 Å. Lapisan silika dan gibbsite ini menghasilkan apa yang kadang-kadang disebut satuan dasar 1:1. Struktur satuan ini dapat tersusun menjadi 70 – 100 lembaran atau lebih dengan ikatan hidrogen dan gaya *Van der Waals* pada penemuannya yang menghasilkan kekuatan dan kestabilan yang tinggi terhadap pengembangan. *Kaolinite* adalah mineral lempung paling tidak aktif yang pernah diamati.



Gambar 2.2. Mineral lempung

(Sumber : Braja M. Das, 1993, hal. 13)

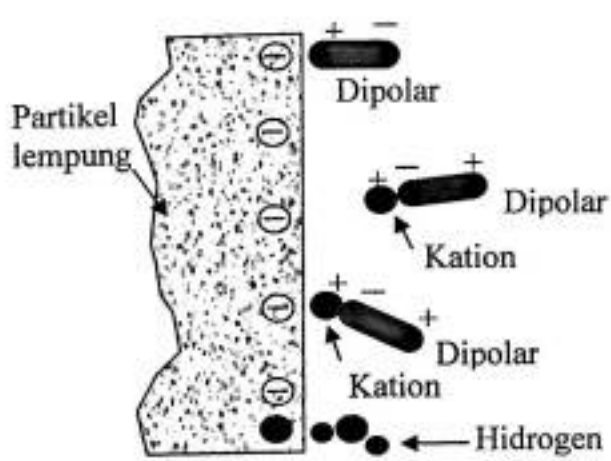


Partikel lempung umumnya bermuatan negatif pada ujung-ujungnya akibat pecahnya partikel lempung pada tepi-tepinya. Sehingga partikel lempung akan berusaha menetralkan dirinya dengan menarik kation-kation baik itu berupa kation bebas maupun kation yang berasal dari molekul air yang berada disekelilingnya. Karena itu partikel lempung akan selalu terselimuti oleh molekul air yang merupakan partikel dipolar (kutub yang satu bermuatan positif sementara kutub lainnya bermuatan negatif).

Mekanisme tertariknya molekul air oleh partikel lempung dibagi atas tiga cara, yaitu :

1. Kutub positif dari molekul air akan tertarik ke permukaan partikel lempung.
2. Akibat adanya kation bebas di dalam air, maka kation tersebut akan tertarik oleh partikel lempung, kation tersebut juga tertarik oleh molekul air pada kutub negatifnya.
3. Akibat pemakaian bersama ion hidrogen oleh air dan lempung.

Mekanisme tertariknya air di atas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3. Mekanisme tertariknya kation dan molekul air (Sumber : Braja M. Das, 1993, hal 15).

Nilai berat jenis dari berbagai mineral lempung dapat dilihat pada Tabel 2.4.

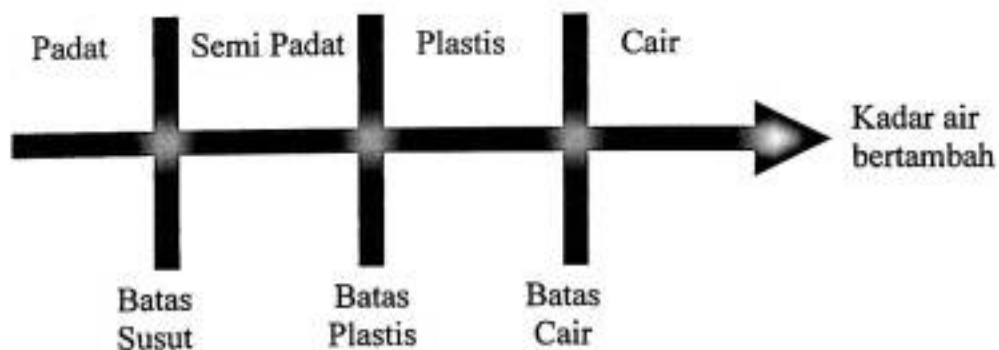
Tabel 2.4. Berat Jenis Mineral Lempung

Jenis Mineral	Berat jenis (Gs)
Kaolinite	2.6
Illite	2.8
Montmorillonite	2.65 – 2.8
Halloysite	2.0 – 2.55
Chlorite	2.6 – 2.9

(Sumber : Braja M. Das, 1993, Hal. 16)

2.1.3. Konsistensi tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas–remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*adsorbed water*) di sekeliling permukaan dari partikel lempung. Seorang ilmuwan asal Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode di awal tahun 1900 untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bila mana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar kadar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu : *padat*, *semi padat*, *plastis* dan *cair*, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4. Konsistensi tanah berdasarkan batas – batas Atterberg

Gambar diatas dikenal dengan batas-batas Atterberg (*Atterberg limits*) dimana saat terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi-padat akibat kadar air bertambah disebut batas susut (*shrinkage limit*). Batas plastis (*plastic limit*) adalah transisi dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis terjadi. Batas cair adalah transisi dari keadaan plastis ke keadaan cair.

Harga-harga batas Atterberg untuk bermacam-macam mineral lempung diberikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Batas-batas Atterberg Berbagai Mineral Lempung

Mineral	Batas Cair	Batas Plastis	Batas Susut
Kaolinite	30-110	25-40	25-29
Illite	60-120	35-60	15-17
Montmorillonite	100-900	50-100	8,5-15
Halloysite	35-55	30-45	
Chlorite	44-47	36-40	

(Sumber : Braja M. Das, 1993, Hal. 47)

Disamping batasan-batasan diatas harga yang juga penting dari batas-batas Atterberg adalah indeks plastisitas yang didefinisikan sebagai selisih antara batas cair dan batas plastis.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.2)$$

Nilai indeks plastisitas untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.6. Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

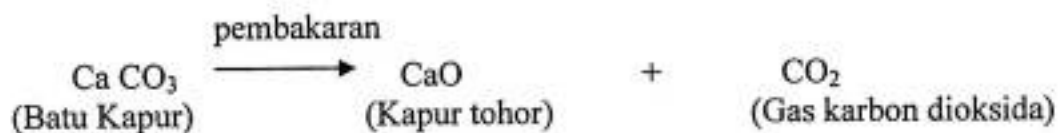
PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Nonkohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber : C. H. Hary, 1992, hal. 34)

2.2. Material Kapur

Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang termasuk dalam jenis kapur padam. Terdapat beberapa jenis kapur antara lain : kapur tohor, kapur padam, kapur magnesium dll.

Kapur tohor diperoleh dari hasil bakaran batu kapur yang pada suhu tertentu dapat terpadamkan jika diberi air. (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat).



Batu kapur sebelum digunakan harus dibakar terlebih dahulu di dalam dapur khusus yang terbuka atau berlubang untuk membuang gas-gasnya. Tujuan utama dari pembakaran ini adalah untuk memecahkan atau mendisosiasi kalsium karbonat menjadi CaO dan CO_2 .

Sedangkan kapur padam dihasilkan dari pepadaman kapur tohor secara kering, berbentuk serbuk. (*sumber : kumpulan bahan kuliah "pengetahuan bahan bangunan" Ir. Jusmin Muliadi, 1980*).



Kapur padam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang digunakan diperoleh dari membeli di toko bangunan dengan sifat fisis antara lain :

- Warna

Kapur berwarna putih

- Komposisi

Unsur pokok dari kapur adalah kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO) dengan sejumlah kecil alumina oksida (Al₂O₃) dan silika dioksida (SiO₂).

(Sumber : penelitian tugas akhir "Studi Karakteristik Tanah Lempung dengan Stabilisasi Abu Sekam dan Kapur", 2000).

2.3. Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Besarnya kembang-susut dari tanah lempung tidak sama satu dengan yang lainnya. Tanah lempung yang mengandung banyak montmorillonite akan mengalami kembang-susut yang amat besar. Besarnya nilai pengembangan dari tanah tergantung pada banyaknya kation-kation bebas dalam tanah. Kation yang bermuatan positif biasanya menempatkan diri diantara permukaan-permukaan partikel tanah yang bermuatan negatif. Dalam hal ini kation berfungsi sebagai pengikat antar partikel-partikel tersebut dan melawan kecenderungan mengembang dari partikel-partikel.

Dengan penambahan bahan stabilisasi berupa senyawa karbonat (kapur) yang mengandung ion-ion positif seperti Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ akan dapat mengurangi pengembangan tanah karena rongga-rongga udara dalam tanah akan terisi. Kation-kation positif akan lebih banyak menempatkan diri pada permukaan-permukaan partikel tanah.

Analisis kimia biasanya tidak digunakan untuk menentukan rumus kimia dari tanah lempung dan pencampuran bahan stabilisasi karena terdapatnya

sejumlah besar mineral lempung yang berbeda. Sebaliknya, suatu prosedur pencampuran dengan cara coba-coba biasanya dilakukan dimana tanah dicampur dengan suatu bahan stabilisasi dalam persentase yang beragam guna mendapatkan persentase optimum dari bahan stabilisasi tertentu yang digunakan dilapangan.

2.4. Identifikasi dan Klasifikasi Tanah Mengembang

Ada tiga cara yang berbeda untuk menggolongkan tanah yang kemungkinan mempunyai sifat mengembang, yaitu :

1. Identifikasi secara mineralogi.
2. Metode tak langsung, seperti sifat indeks, metode *Potential Volume Change* (PVC) dan metode aktivitas.
3. Pengukuran langsung, yang mana dapat memberikan data-data yang lebih tepat.

2.4.1. Identifikasi mineralogi

Komposisi mineral tanah mengembang merupakan faktor penting pada kemungkinan terjadinya pengembangan pada struktur tanah lempung. Muatan-muatan listrik negatif pada permukaan mineral-mineral tanah lempung, kekuatan ikatan antar ion, dan kapasitas pertukaran ion positif (kation) kesemuanya memberikan pengaruh pada pengembangan tanah lempung. Kemungkinan pengembangan dari setiap tanah dapat dihitung dengan cara identifikasi mineralogi. Ada lima cara menidentifikasi hal ini, yaitu :

- a. Difraksi sinar-X (*X-ray diffraction*)
- b. Analisis panas diferensial (*differential thermal analysis*)
- c. Penyerapan zat warna pada permukaan (*dye absorption*)

d. Analisis kimia (*chemical analysis*)

e. Pemisahan oleh mikroskop elektron (*electron microscope resolution*).

Kelima cara untuk mengidentifikasi mineral tanah lempung ini sangat mahal dan tidak ekonomis serta menggunakan peralatan laboratorium yang langka.

2.4.2. Metode pengukuran tak langsung (*Indirect Methods*)

Metode ini memperkirakan potensi pengembangan berdasarkan karakteristik dasar fisik tanah. Pengujian sifat tanah yang sederhana dapat digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan pengembangan tanah, antara lain pengujian batas-batas Atterberg (*Atterberg limit test*).

Oleh Holtz dan Gibbs (1956) dikatakan bahwa indeks plastis dan batas cair adalah indeks-indeks yang bermanfaat untuk menentukan karakteristik pengembangan sebagian besar tanah lempung. Hubungan antara potensi pengembangan dengan indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.7. Hubungan indeks plastisitas dengan potensi pengembangan.

Potensi Pengembangan	Indeks Plastisitas
Rendah	0 – 15
Medium	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat Tinggi	> 55

(Sumber : Fu Hua Chen, 1975, hal. 18)

Batas-batas Atterberg dan kandungan butir lempung digunakan oleh Skempton (1953) untuk mendefinisikan sebuah parameter yang disebut aktifitas (A).

$$A = \frac{IP}{\% \text{ lebih halus dari } 2\mu\text{m}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Skempton menggunakan 3 kategori aktifitas, yaitu :

$A \leq 0,75$	Tidak Aktif
$0,75 < A < 1,25$	Normal
$A > 1,25$	Aktif

2.4.3. Metode pengukuran langsung (*Direct Measurement*)

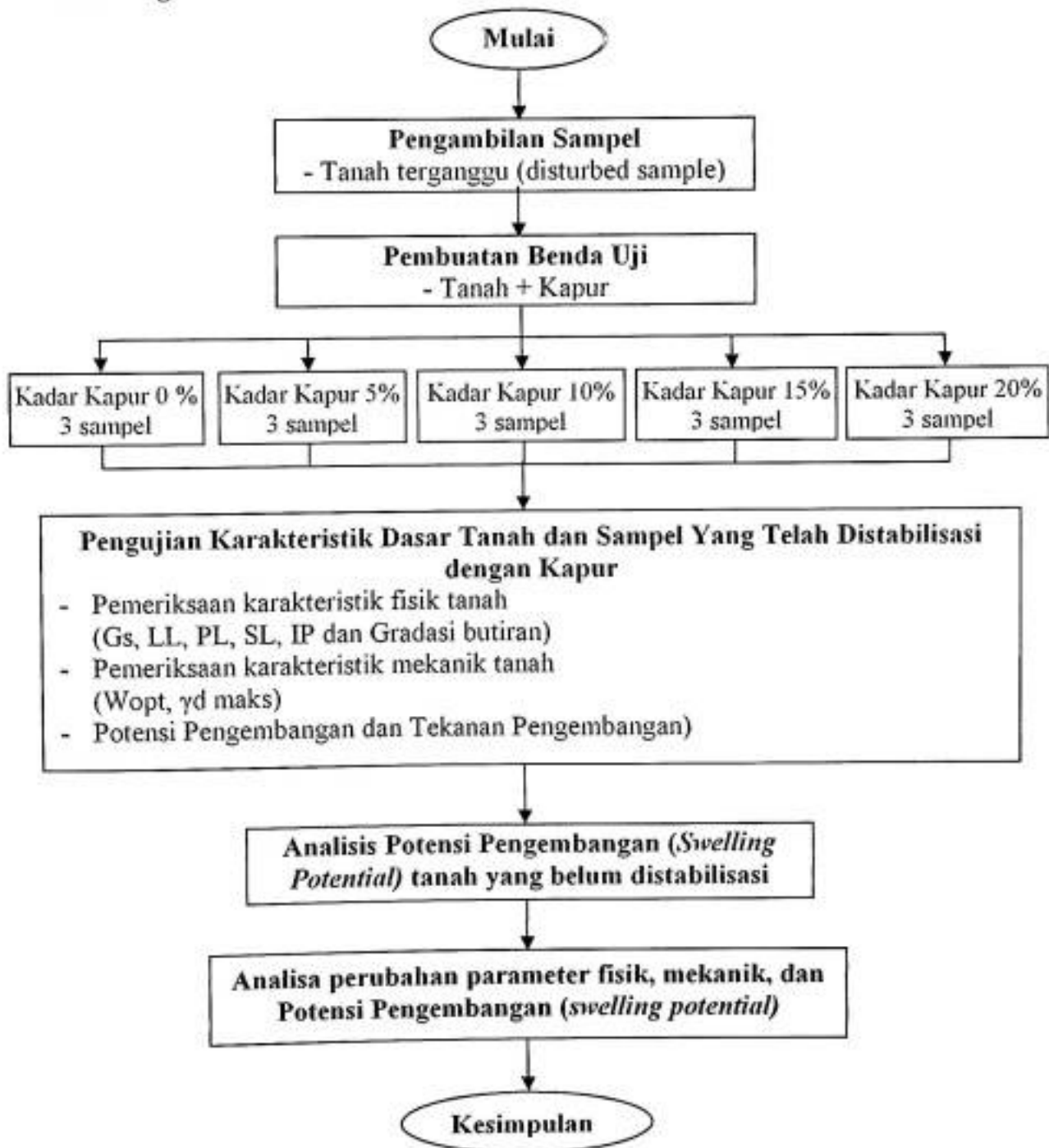
Metode yang paling memuaskan dan mudah dalam menentukan potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tanah adalah dengan pengukuran langsung. Uji pengembangan ini dapat dilakukan pada alat konsolidometer dengan menggunakan tanah tidak jenuh baik tanah asli maupun tanah yang dipadatkan (untuk timbunan). Tanah dibiarkan mengembang sambil menyerap air dibawah beban kecil tertentu. Setelah tanah mencapai pengembangan maksimum, tanah tersebut dibebani sampai kembali ke volume semula. Tekanan pengembangan didefinisikan sebagai tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tanah pada volume semula.

Metode tersebut dapat digunakan untuk memprediksi besarnya volume pengembangan dan tekanan pengembangan. Namun demikian perlu diperhitungkan bahwa uji laboratorium tersebut untuk satu dimensi saja (pengembangan ke arah samping ditahan oleh ring). Sehingga untuk aplikasi dilapangan besaran tersebut harus disesuaikan dengan model yang terdekat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Kerangka Penelitian

3.2. Pengadaan Benda Uji

3.2.1. Pengadaan sampel tanah

Sampel tanah dalam penelitian ini berasal dari bantaran Sungai Pampang. Tanah yang diambil merupakan tanah yang terganggu (*disturbed sample*) yang akan digunakan sebagai tanah timbunan. Tanah diambil dalam kondisi kering udara. Selanjutnya dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin.

Untuk menambah Indeks Plastisitas (IP) tanah lempung tersebut di campur hingga homogen dengan *Commercial Bentonite* sebanyak 15%.

Untuk setiap kadar bahan stabilisasi pada pemeriksaan karakteristik fisik dan mekanik diambil minimal 3 sampel untuk dilakukan pemeriksaan.

3.2.2. Penyediaan bahan stabilisasi

Dalam penelitian ini, bahan stabilisasi yang digunakan adalah kapur. Bahan stabilisasi kapur diperoleh dari membeli di toko bangunan.

3.3. Pemeriksaan Karakteristik Dasar Tanah

3.3.1. Pemeriksaan karakteristik fisik tanah

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari tanah yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan.

Adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Berat jenis spesifik (Gs)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis spesifik dari tanah yang mempunyai butiran lolos saringan No. 40 dengan piknometer.

Berat jenis spesifik adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

2. Analisis gradasi butiran tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui gradasi butiran dari sampel tanah. Untuk pengujian gradasi terbagi dua tahapan, *grain size analysis coarser part* dan *finer part*. Karena sampel yang diuji merupakan tanah berbutir sangat halus maka dipakai pengujian *grain size analysis finer part*.

Penentuan distribusi ukuran suatu tanah dengan cara *hydrometer* didasarkan atas kecepatan mengendap butiran tersebut pada suatu media air yang telah diberi larutan dispersi.

3. Batas-batas Atterberg.

A. Batas cair (*Liquid Limit*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair adalah kadar air batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

Dalam penentuan kadar air pada keadaan ini dilakukan dengan percobaan *Casagrande*, dimana batas cair diperoleh dari nilai kadar air pada waktu celah menutup sepanjang 1,27 cm pada jumlah ketukan 25 kali. Karena sulitnya mengatur kadar air pada waktu celah menutup pada ketukan 25 kali, maka percobaan dilakukan beberapa kali. Untuk menentukan batas cair,

dilakukan dengan memplotkan hubungan kadar air dengan jumlah ketukan yang diperoleh pada kertas semilog.

B. Batas plastis (*Plastic Limit*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air antara keadaan plastis dan keadaan semi padat atau dapat dikatakan kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis.

Penentuan kadar air pada keadaan plastis adalah jika suatu contoh tanah digulung hingga berdiameter ± 3 mm akan mulai tampak retak-retak.

C. Batas susut (*Shrinkage Limit*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar air antara keadaan semi padat dan padat. Dimana pada keadaan ini pengurangan kadar air selanjutnya tidak akan mengakibatkan perubahan volumenya.

Dengan diketahuinya harga-harga batas cair (LL), batas plastis (PL), dan batas susut (SL), maka tingkat keplastisannya dapat diketahui ($PI = LL - PL$).

3.3.2. Pemeriksaan karakteristik mekanik tanah

1. Pengujian kompaksi (Pemadatan)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Pengujian kompaksi ini, dapat digunakan dalam pelaksanaan pemadatan lapangan mengenai kadar air yang disyaratkan untuk mencapai syarat kepadatan yang dikehendaki, tebal lapisan tanah yang dipadatkan, serta jumlah lintasan atau tumbukan alat pemadat untuk tiap lapisan pemadatan.

Pada penelitian ini, pengujian kompaksi dilakukan untuk mendapatkan kadar air optimum (W_{opt}) tanah dimana pada saat itu kepadatan tanah maksimal.

3.4. Pembuatan Benda Uji

3.4.1. Pembuatan benda uji tanpa bahan stabilisasi

Benda uji tanpa bahan stabilisasi adalah tanah asli itu sendiri. Tanah dicampur air sampai mencapai kadar air optimum yang diperoleh dari percobaan kompaksi standar.

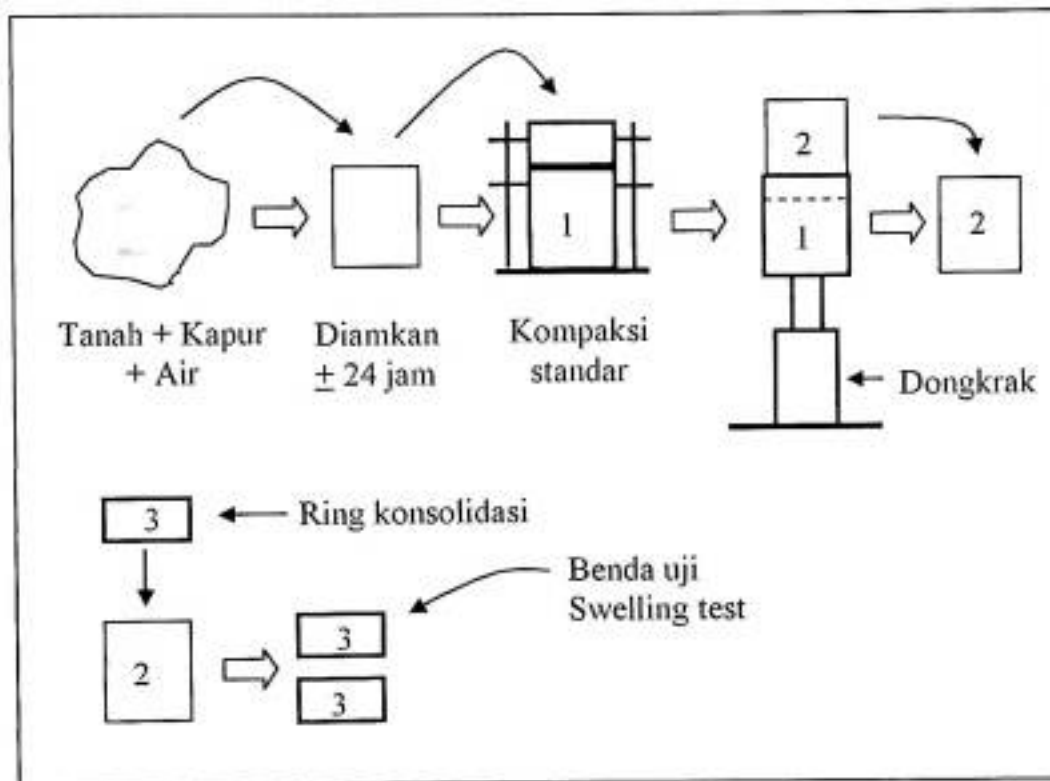
Setelah tanah dan air tercampur merata, sampel disimpan dalam kantong plastik dan ditutup rapat untuk mencegah keluar masuknya udara yang dapat mengubah kondisi kadar air tanah tersebut, kemudian disimpan selama 24 jam agar air dapat meresap keseluruhan bagian tanah. Setelah 24 jam, tanah dikeluarkan kemudian dilakukan pemadatan dengan kompaksi standar.

3.4.2. Pembuatan benda uji dengan bahan stabilisasi

Persentase bahan stabilisasi kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat kering tanah.

Tanah dicampur dengan bahan stabilisasi (kapur) sesuai dengan persentase-persentase bahan tersebut secara merata. Setelah tercampur merata ditambahkan air sampai mencapai kadar air optimum yang diperoleh dari percobaan kompaksi standar. Setelah tanah, kapur dan air tercampur merata, sampel disimpan dalam kantong plastik dan ditutup rapat untuk mencegah keluar atau masuknya udara yang dapat merubah kondisi kadar air tanah

tersebut, kemudian didiamkan ± 24 jam agar air dapat meresap merata keseluruhan bagian tanah. Setelah 24 jam sampel dikeluarkan kemudian dilakukan pemadatan dengan kompaksi standar.



Gambar 3.2. Proses pembuatan benda uji

Untuk benda uji *swelling test*, dilakukan pencetakan tanah yang telah dikompaksi dengan menggunakan ring konsolidasi dengan diameter 6,35 cm dan tinggi 2,54 cm. Setiap hasil pemadatan kompaksi dapat dicetak 2 benda uji yakni pada bagian atas dan bawah mould. Setelah dicetak, sampel dimasukkan ke alat konsolidometer dan dilakukan *swelling test*.

3.5. Pengujian Potensi Pengembangan (*swelling potential*) dan Tekanan Pengembangan (*swelling pressure*)

Pengujian potensi pengembangan dimaksudkan untuk mengetahui besarnya pengembangan pada tanah lempung. Uji pengembangan dapat dilakukan pada alat konsolidometer. Tanah yang telah dicampur dengan air dalam keadaan kepadatan maksimal (kadar air optimum) dipadatkan dengan menggunakan kompaksi standar dan dicetak pada ring konsolidasi dan dipasang pada alat konsolidasi dengan beban awal tertentu ($0,069 \text{ kg/cm}^2$) dan dibiarkan mengembang sambil menyerap air sampai berhenti mengembang. Potensi pengembangan adalah besarnya pengembangan tanah dibandingkan dengan tebal benda uji mula-mula (dalam bentuk persen).

Besarnya tekanan pengembangan dapat diketahui dengan pengujian tekanan pengembangan. Setelah tanah berhenti mengembang, sampel dapat di uji dengan cara konvensional sebagaimana pada uji konsolidasi. Tekanan pengembangan didefinisikan sebagai tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tanah ke volume semula.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli

Dari hasil pengujian laboratorium yang meliputi pemeriksaan fisik dan mekanik serta potensi pengembangan dan tekanan pengembangan pada benda uji tanah asli dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli

PEMERIKSAAN	TANAH ASLI
1. Berat jenis spesifik	Gs = 2,667
2. Batas-batas atterberg	
• Liquid Limit	LL = 92,37 %
• Plastic Limit	PL = 30,76 %
• Shrinkage Limit	SL = 15,67 %
• Plasticity Indeks	PI = 61,61 %
3. Gradasi butiran	Lanau = 61,5 % Lempung = 38,5 %
4. Pemadatan	W_{opt} = 30,50 % γ_{dry} = 1,294 gr/cm ³
5. Klasifikasi tanah	USCS = CH AASHTO = A - 7 - 5
6. Aktifitas	A = 1,6 (Aktif)
7. Potensi pengembangan Tekanan pengembangan	10,62 % 1.285 kg/cm ²

Sumber : Hasil penelitian

4.1.1. Hasil pemeriksaan karakteristik fisik tanah asli

Hasil pemeriksaan sifat fisik tanah ini diperlukan untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini.

Dalam menanggulangi masalah tanah tersebut diatas, telah banyak penelitian yang dilaksanakan baik dengan cara pemadatan ataupun stabilisasi dengan bahan kimia. Oleh karena itu, kami tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan salah satu jenis bahan kimia sebagai bahan stabilisasi, yaitu kapur.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan membandingkan perilaku dan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung sebelum dan sesudah distabilisasi dengan kapur. Dari hasil penelitian ini kita juga dapat menganalisa potensi pengembangan (swelling potential) dan tekanan pengembangan (swelling pressure) dari tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi dengan kapur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Besarnya kembang-susut dari tanah lempung tidak sama satu dengan yang lainnya. Tanah lempung yang mengandung banyak montmorillonite akan mengalami kembang-susut yang amat besar. Besarnya nilai pengembangan dari tanah tergantung pada banyaknya kation-kation bebas dalam tanah. Kation yang bermuatan positif biasanya menempatkan diri diantara permukaan-permukaan partikel tanah yang bermuatan negatif. Dalam hal ini kation berfungsi sebagai pengikat antar partikel-partikel tersebut dan melawan kecendrungan mengembang dari partikel-partikel.

Dengan penambahan bahan stabilisasi berupa senyawa karbonat (kapur) yang mengandung ion-ion positif seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ akan dapat mengurangi pengembangan tanah karena rongga-rongga udara dalam tanah akan terisi. Kation-kation positif akan lebih banyak menempatkan diri pada permukaan-permukaan partikel tanah.

Analisis kimia biasanya tidak digunakan untuk menentukan rumus kimia dari tanah lempung dan pencampuran bahan stabilisasi karena terdapatnya sejumlah besar mineral lempung yang berbeda. Sebaliknya, suatu prosedur pencampuran dengan cara coba-coba biasanya dilakukan dimana tanah dicampur dengan suatu bahan stabilisasi dalam persentase yang beragam guna mendapatkan persentase optimum dari bahan stabilisasi tertentu yang digunakan dip lapangan.

2.2. Identifikasi dan Klasifikasi Tanah Mengembang

Ada tiga cara yang berbeda untuk menggolongkan tanah yang kemungkinan mempunyai sifat mengembang, yaitu :

1. Identifikasi secara mineralogi.

Ada lima cara menidentifikasi hal ini, yaitu :

- a. Difraksi sinar-X (*X-ray diffraction*)
- b. Analisis panas diferensial (*differential thermal analysis*)
- c. Penyerapan zat warna pada permukaan (*dye absorption*)
- d. Analisis kimia (*chemical analysis*)
- e. Pemisahan oleh mikroskop elektron (*electron microscope resolution*).

Kelima cara untuk mengidentifikasi mineral tanah lempung ini sangat mahal dan tidak ekonomis serta menggunakan peralatan laboratorium yang langka.

2. Metode pengukuran tak langsung, seperti sifat indeks, metode *Potential Volume Change (PVC)* dan metode aktivitas.

Metode ini memperkirakan potensi pengembangan berdasarkan karakteristik dasar fisik tanah.

Tabel 2.1. Hubungan indeks plastisitas dengan potensi pengembangan.

Potensi Pengembangan	Indeks Plastisitas
Rendah	0 – 15
Medium	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat Tinggi	> 55

(Sumber : Fu Hua Chen, 1975, hal. 18)

Batas-batas Atterberg dan kandungan butir lempung digunakan oleh Skempton (1953) untuk mendefinisikan sebuah parameter yang disebut aktifitas (A).

$$A = \frac{IP}{\% \text{ lebih halus dari } 2\mu\text{m}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Skempton menggunakan 3 kategori aktifitas, yaitu :

- | | |
|-------------------|-------------|
| $A \leq 0,75$ | Tidak Aktif |
| $0,75 < A < 1,25$ | Normal |
| $A > 1,25$ | Aktif |

3. Pengukuran langsung, yang mana dapat memberikan data-data yang lebih tepat

Uji pengembangan ini dapat dilakukan pada alat konsolidometer dengan menggunakan tanah tidak jenuh baik tanah asli maupun tanah yang dipadatkan (untuk timbunan). Tanah dibiarkan mengembang sambil menyerap air dibawah beban kecil tertentu. Setelah tanah mencapai pengembangan maksimum, tanah tersebut dibebani sampai kembali ke volume semula. Tekanan pengembangan didefinisikan sebagai tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tanah pada volume semula.

Namun demikian perlu diperhitungkan bahwa uji laboratorium tersebut untuk satu dimensi saja (pengembangan ke arah samping ditahan oleh ring). Sehingga untuk aplikasi dilapangan besaran tersebut harus disesuaikan dengan model yang terdekat.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Sistematika Penelitian

Adapun langkah-langkah dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengadaan Benda Uji

Sampel tanah dalam penelitian ini berasal dari bantaran Sungai Pampang yang ditambahkan dengan *Commercial Bentonite* sebesar 15 % untuk menaikkan indeks plastisitasnya.

2. Pemeriksaan Karakteristik Dasar Tanah

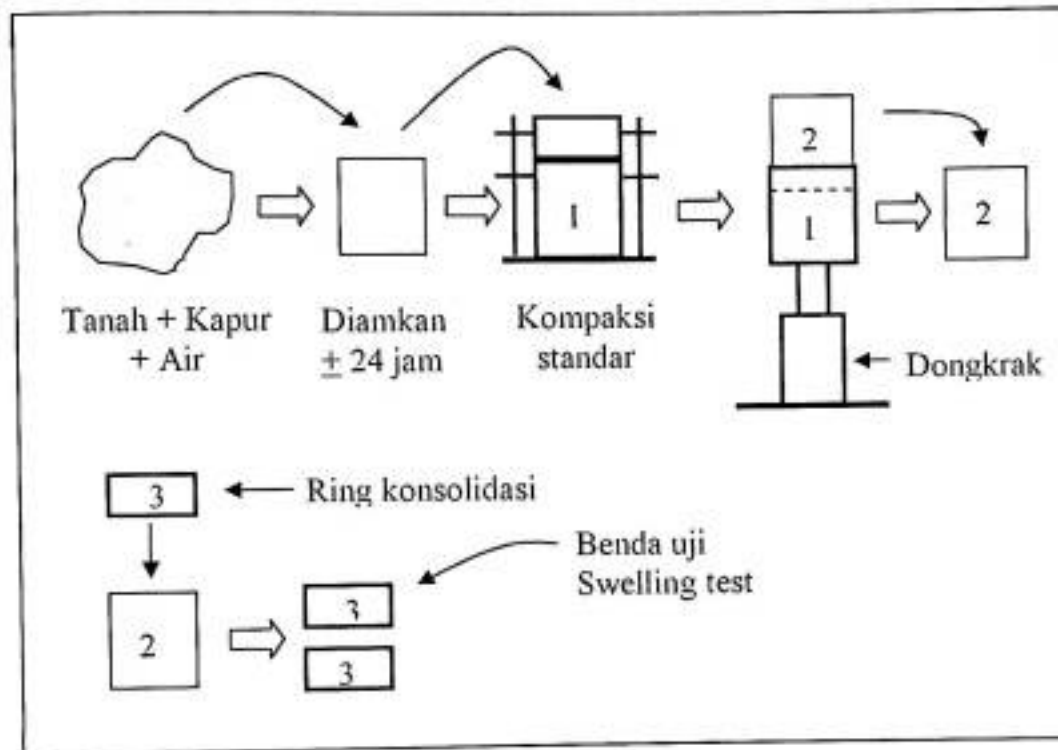
a). Karakteristik Fisik

1. Berat Jenis Spesifik
2. Analisa Gradasi Butiran Tanah
3. Batas-batas Atterberg

b). Karakteristik Mekanis

-Kompaksi

3.2. Pembuatan Benda Uji



Gambar 3.1. Proses Pembuatan Benda Uji

Tanah yang telah dikompaksi dicetak dengan menggunakan ring konsolidasi dengan diameter 6 cm dan tinggi 2 cm. Setiap hasil pemadatan kompaksi dapat dicetak 2 benda uji yakni pada bagian atas dan bawah mould. Setelah dicetak, sampel di masukkan ke alat konsolidometer dan dilakukan *swelling test*.

3.5. Pengujian Potensi Pengembangan (*swelling potential*) dan Tekanan Pengembangan (*swelling pressure*)

Tanah yang telah dicampur dengan air dalam keadaan kepadatan maksimal (kadar air optimum) dipadatkan dengan menggunakan kompaksi standar dan dicetak pada ring konsolidasi dan dipasang pada alat konsolidasi dengan beban awal tertentu ($0,069 \text{ kg/cm}^2$) dan dibiarkan mengembang sambil menyerap air sampai berhenti mengembang. Potensi pengembangan adalah besarnya pengembangan tanah dibandingkan dengan tebal benda uji mula-mula (dalam bentuk persen).

Setelah tanah berhenti mengembang, sampel dapat di uji dengan cara konvensional sebagaimana pada uji konsolidasi. Tekanan pengembangan didefinisikan sebagai tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tanah ke volume semula.

Adapun hasil pemeriksaan karakteristik fisik tanah adalah sebagai berikut :

4.1.1.1. Berat jenis spesifik (Gs)

Dari hasil pengujian berat jenis spesifik diperoleh $G_s = 2.67$

Dari nilai berat jenis yang diperoleh tanah lempung tersebut diduga mengandung mineral montmorillonite yang mempunyai berat jenis 2,65-2,80.

4.1.1.2. Batas-batas Atterberg

A. Batas cair (LL)

Dari grafik hubungan jumlah ketukan (blows) dan kadar air w (%) diperoleh nilai batas cair (LL) = 92,37 %

B. Batas plastis (PL)

Dari pengujian batas plastis diperoleh nilai batas plastis (PL) = 30,76 %

C. Batas susut (SL)

Dari pengujian batas susut diperoleh nilai batas susut (SL) = 15,67 %. Hal ini berarti tanah tersebut mempunyai volume terkecil pada kadar air 15,67 %, dimana penambahan kehilangan kadar airnya tidak akan menyebabkan perubahan volume.

Berdasarkan hasil-hasil diatas diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar (PI) = 61,61 %. Berdasarkan Tabel 2.6. dimana tanah yang mempunyai $PI > 17$ %, merupakan lempung dengan plastisitas tinggi.

4.1.1.3 Analisa gradasi butiran

Dari pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisis saringan diperoleh hasil, tanah tersebut lebih besar dari 50 % lolos saringan No.200 (0,075 mm). sehingga analisis ukuran butir menggunakan alat hidrometer.

Dari hasil pengujian hidrometer diperoleh hasil, sebagian besar ukuran butir adalah fraksi lanau yaitu sebesar 61,5 % sedangkan fraksi lempung sebesar 38,5 %.

Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,075 mm, tidak didasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas-batas Atterbergnya.

4.1.2. Hasil pemeriksaan karakteristik mekanik tanah asli

Dari pengujian pemadatan standar (Proctor Test) diperoleh $W_{opt} = 30,50$ % dan $\gamma_d \text{ maks} = 1,294 \text{ gr/cm}^3$.

4.1.3. Klasifikasi tanah

Berdasarkan hasil-hasil pemeriksaan karakteristik fisik tanah diperoleh klasifikasi tanah sebagai berikut :

1. Metode Unified Soil Classification System (USCS)

Berdasarkan hasil analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan No. 200 (0.075 mm) lebih besar dari 50 % sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus.

Batas cair (LL) = 92,37 % dan indeks plastisitas (PI) = 61,61 %. Dengan menggunakan diagram plastisitas, didapatkan klasifikasi tanah asli berada di atas garis empiris A, $[PI = 0,73(LL - 20)]$ masuk ke dalam range CH yang merupakan simbol untuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.

2. Metode American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Berdasarkan hasil analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan No. 200 (0.075 mm) lebih besar dari 50 % sehingga tanah tersebut dapat diklasifikasi ke dalam kelompok (A - 4; A - 5; A - 6; A - 7).

Batas cair (LL) = 92,37 %. Untuk tanah dengan batas cair lebih besar dari 41 % maka tanah masuk ke dalam kelompok A - 5 dan A - 7.

Indeks plastisitas (PI) = 61,61 %. Untuk kelompok A - 5 nilai IP maksimum sebesar 10 % sedangkan untuk kelompok A - 7 nilai IP minimumnya sebesar 11 %, maka tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A - 7 (A - 7 - 5 dan A - 7 - 6).

Dengan batas plastis (PL) = 30,76 % maka tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A - 7 - 5 (PL > 30 %)

Tanah yang berada pada kelompok A - 7 - 5 termasuk ke dalam klasifikasi tanah lempung dengan tingkat plastisitas tinggi.

4.1.4. Hasil pemeriksaan potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tanah Asli

• Metode pengukuran tidak langsung

Berdasarkan data Indeks Plastisitas (PI) = 61,61 % dapat disimpulkan bahwa tanah asli memiliki potensi pengembangan yang tinggi sesuai dengan Tabel 2.6 (PI = 20 - 55 %).

Potensi pengembangan dapat pula diperkirakan berdasarkan persentase ukuran lempung yang lebih kecil dari 0,002 mm dan aktifitas (A) mineral lempung.

$$A = \frac{61.61}{38.5} = 1.60$$

Dengan aktifitas tersebut tanah lempung dapat dikategorikan aktif ($A > 1,25$).

- **Metode pengukuran langsung**

Dengan menggunakan alat konsolidometer maka diperoleh potensi pengembangan (%) pada kadar air optimum (w_{opt}) dan kepadatan maksimum ($\gamma_{d maks}$) adalah 10,62 % dengan tekanan pengembangan 1,286 kg/cm². Hal ini berarti tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tanah pada volume semula adalah 1,286 kg/cm².

4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Yang Distabilisasi Dengan Kapur

Hasil dari pengujian laboratorium pada pemeriksaan fisik dan mekanik serta potensi pengembangan dan tekanan pengembangan dari setiap kadar kapur dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan karakteristik tanah yang telah distabilisasi dengan kapur

Pemeriksaan	Kadar Kapur				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
1. Berat jenis spesifik	2,67	2,65	2,63	2,61	2,60
2. Batas-Batas Atterberg					
• Batas Cair (%)	92,37	89,94	83,03	79,42	75,81
• Batas Plastis (%)	30,76	36,25	40,49	45,81	49,57
• Batas Susut (%)	15,67	17,05	20,57	22,43	32,47
• Indeks Plastisitas (%)	61,61	48,70	42,53	33,80	26,23
3. Pemadatan					
• Wopt (%)	30,50	28,88	31,31	31,69	32,94
• γ_{dry} (gr/cm ³)	1,294	1,253	1,236	1,220	1,192
4. Aktivitas	1,6	1,26	1,10	0,87	0,68
5. Potensi Pengembangan (%)	10,62	10,41	9,08	8,07	7,17
Tekanan Pengembangan (kg/cm ²)	1,286	1,261	1,173	1,026	0,933

Sumber : Hasil penelitian

4.2.1. Hasil pemeriksaan karakteristik fisik tanah

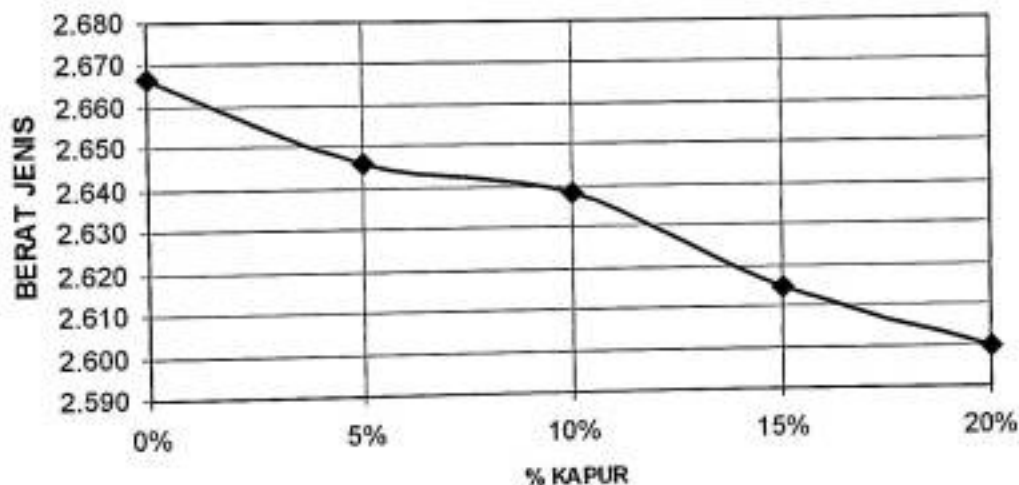
4.2.1.1 Berat Jenis (Gs)

Dari pemeriksaan berat jenis tanah yang distabilisasi dengan kapur didapatkan nilai berat jenis yang diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil pemeriksaan berat jenis tanah yang distabilisasi dengan kapur

Persentase Kapur	Berat Jenis (Gs)
0%	2.667
5%	2.646
10%	2.639
15%	2.615
20%	2.600

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.1. Hubungan persentase kapur Vs berat jenis

Dari Gambar 4.1. terlihat hasil pengujian terhadap berat jenis campuran tanah lempung ditambah variasi kapur menunjukkan adanya penurunan dari nilai berat jenis. Hal ini dapat terjadi karena berat jenis kapur lebih ringan dibandingkan dengan tanah lempung.

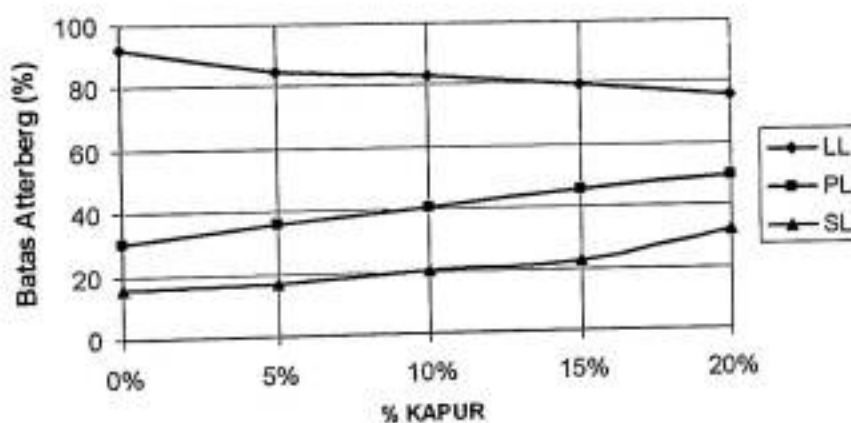
1.2.1.2. Batas-batas Atterberg

Dari pemeriksaan batas-batas Atterberg untuk tanah yang distabilisasi dengan kapur yang memiliki variasi persentase dari berat kering tanah didapatkan nilai-nilai batas-batas Atterberg diperlihatkan pada Tabel 4.4.

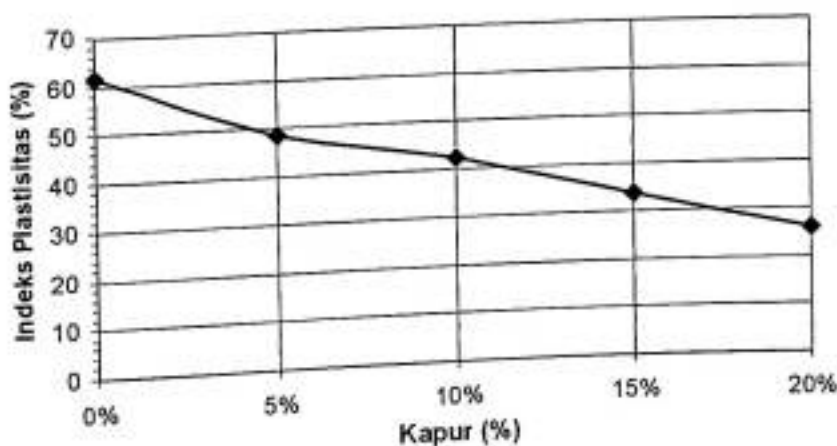
Tabel 4.4. Hasil pemeriksaan batas-batas atterberg tanah yang distabilitasi dengan kapur.

Persentase Kapur	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)	Indeks Plastisitas (%)
0%	92.369	30.758	15.665	61.611
5%	84.938	36.246	17.046	48.693
10%	83.027	40.492	20.571	42.535
15%	79.420	45.612	22.344	33.808
20%	75.807	49.574	32.475	26.233

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.2. Hubungan persentase kapur Vs batas-batas Atterberg



Gambar 4.3. Hubungan persentase kapur Vs indeks plastisitas

Dari Gambar 4.2. dan 4.3. terlihat bahwa hasil pengujian terhadap batas-batas Atterberg campuran tanah lempung ditambah variasi persentase kapur

menunjukkan adanya penurunan dari nilai batas cair yang mengakibatkan indeks plastisitasnya juga menurun. Sedangkan batas susut campuran tanah tersebut mengalami kenaikan, hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan kapur maka dapat mengurangi pengembangan dari tanah.

4.2.2. Hasil pemeriksaan karakteristik mekanik tanah

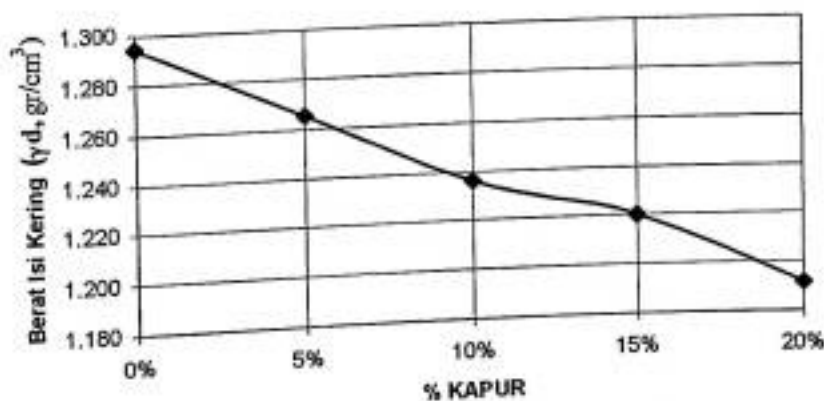
1. Pemasatan (kompaksi)

Dari pengujian kompaksi untuk tanah yang distabilisasi dengan persentase kapur 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % dari berat kering tanah maka didapatkan nilai $\gamma_{d \text{ maks}}$ dan w_{opt} yang diperlihatkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil pemeriksaan kompaksi tanah yang distabilisasi dengan kapur

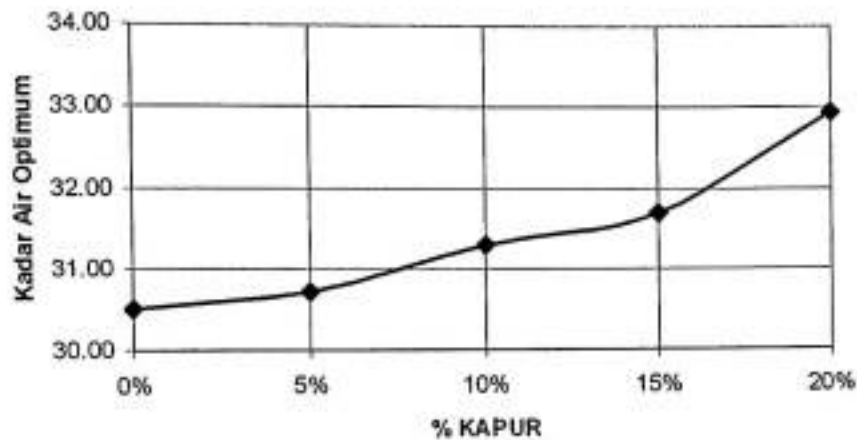
Persentase Kapur	Kompaksi	
	w_{opt} (%)	$\gamma_{d \text{ maks}}$ (gr/cm ³)
0%	30.50	1.294
5%	30.71	1.265
10%	31.31	1.236
15%	31.69	1.220
20%	32.94	1.192

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.4. Hubungan persentase kapur Vs berat isi kering maksimum

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar kapur, berat isi kering dari tanah yang dipadatkan juga menurun.



Gambar 4.5. Hubungan persentase kapur Vs kadar air optimum

Sedangkan dari Gambar 4.5. di atas terlihat bahwa kadar air optimum meningkat seiring dengan bertambahnya persentase kapur. Hal ini dikarenakan kapur dengan kandungan Ca(OH)_2 dapat menyerap air lebih banyak dibandingkan dengan tanah lempung.

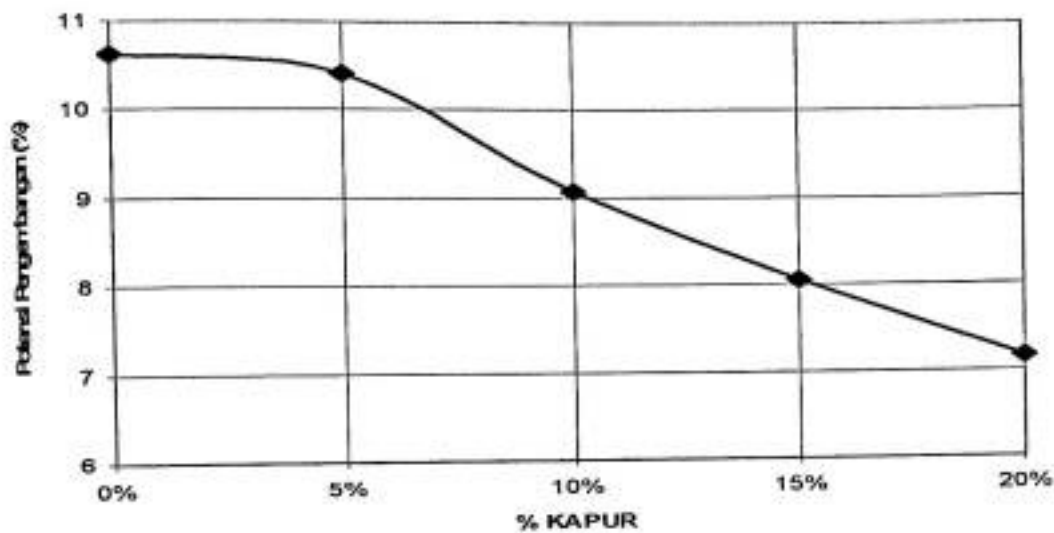
4.2.3. Hasil pemeriksaan potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tanah Asli

Pengujian potensi pengembangan dan tekanan pengembangan yang dilakukan di alat konsolidometer memberikan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.6. Hasil pengujian potensi pengembangan dan tekanan pengembangan untuk tanah yang distabilisasi dengan kapur

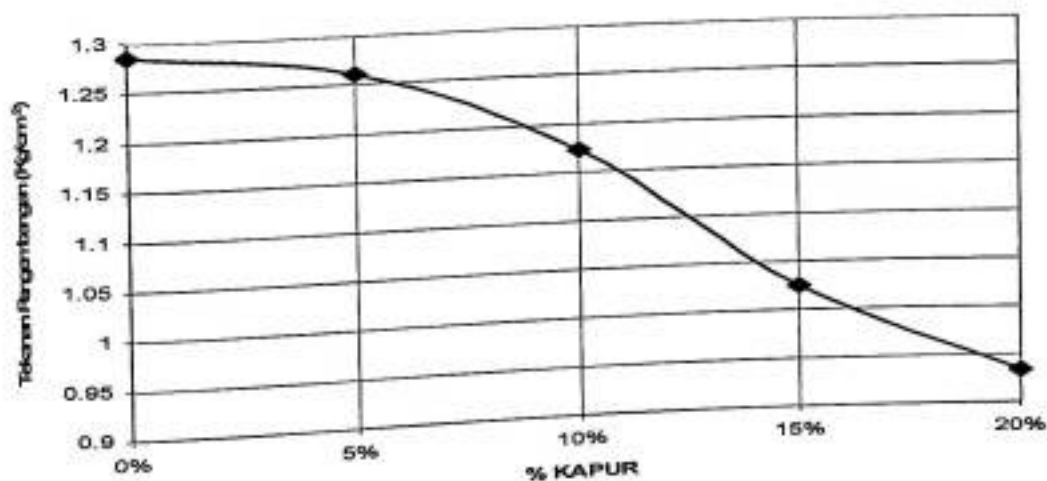
Persentase Kapur	Potensi Pengembangan (%)			Tekanan Pengembangan (kg/cm^2)		
	I	II	RATA-RATA	I	II	RATA-RATA
0%	10.650	10.595	10.623	1.285	1.287	1.286
5%	10.485	10.340	10.413	1.264	1.259	1.261
10%	9.230	8.925	9.078	1.188	1.158	1.173
15%	8.115	8.020	8.068	1.025	1.026	1.026
20%	7.395	6.935	7.165	0.948	0.919	0.933

Sumber : Hasil penelitian



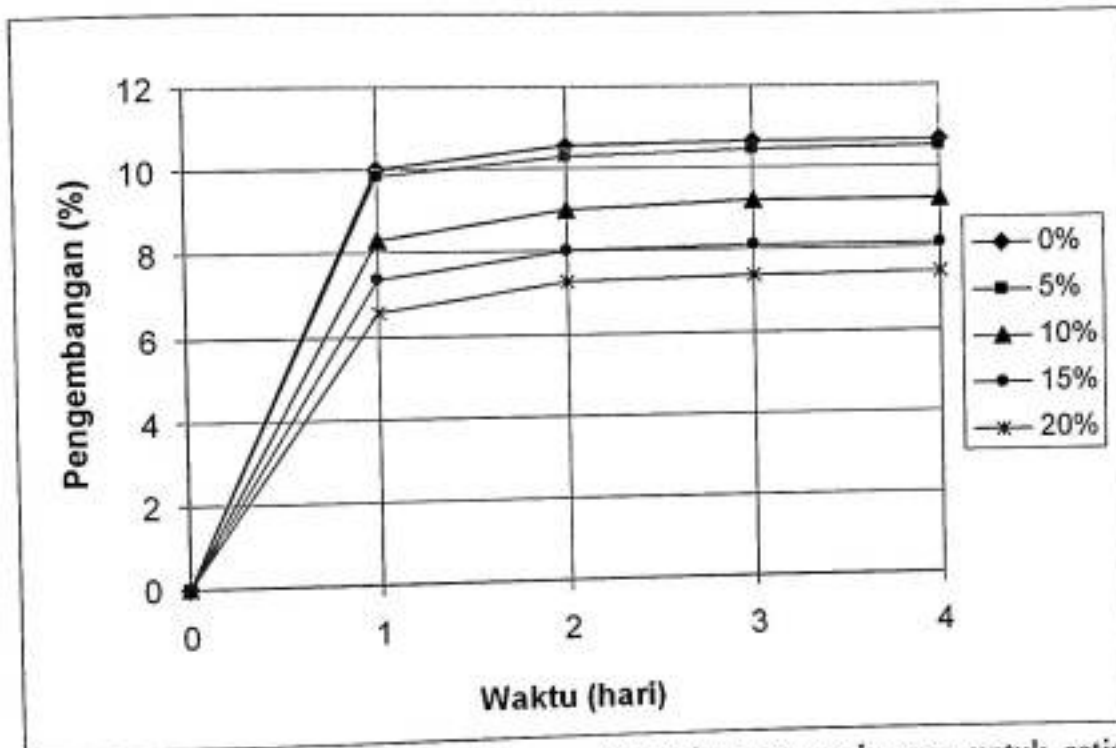
Gambar 4.6. Hubungan persentase kapur Vs potensi pengembangan

Pada Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh kadar kapur terhadap potensi pengembangan. Pada penambahan 5% belum terlalu berpengaruh terhadap penurunan potensi pengembangan, namun untuk kadar 10% hingga 20% sudah dapat terlihat bahwa penurunan potensi pengembangan akibat penambahan bahan stabilisasi cukup signifikan.



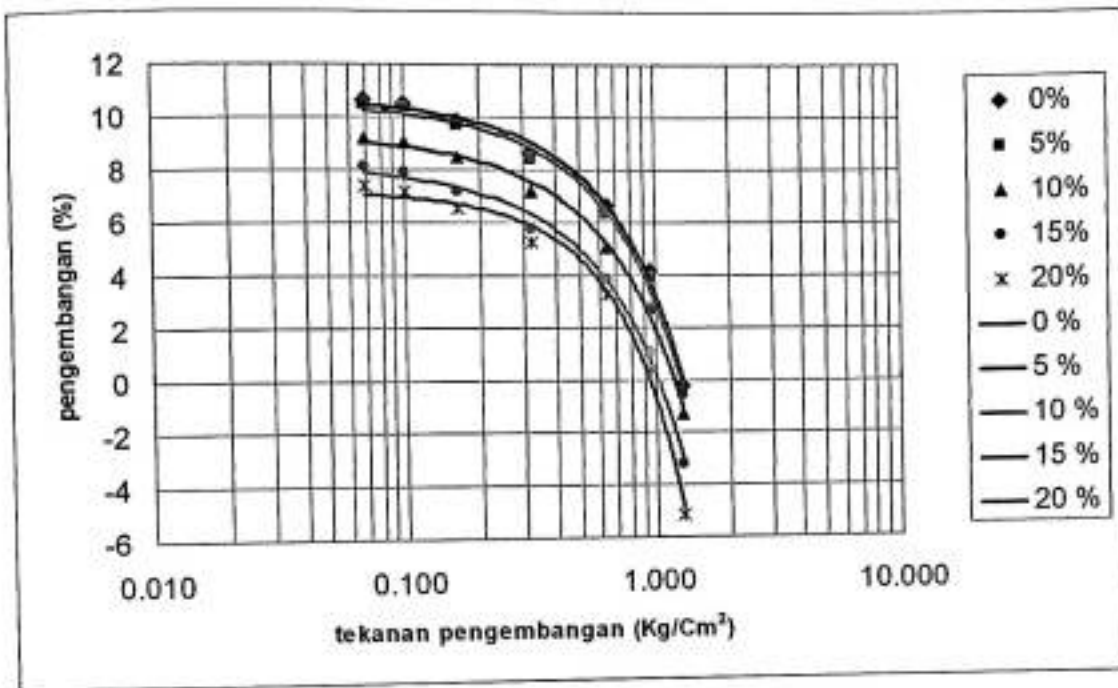
Gambar 4.7. Hubungan persentase kapur Vs tekanan pengembangan

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa dengan menurunnya potensi pengembangan maka tekanan pengembangan juga menurun seiring dengan penambahan kadar bahan stabilisasi.



Gambar 4.8. Hubungan pengembangan Vs waktu pengembangan untuk setiap persentase kapur

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa walaupun pada penambahan 5% kadar kapur tidak berpengaruh banyak terhadap penurunan potensi pengembangan, tetapi pada penambahan berikutnya yakni 10%, 15% dan 20% penurunan potensi pengembangannya cukup besar. Pada grafik diatas juga memperlihatkan bahwa sampel tanah mengalami pengembangan yang drastis pada masa awal (24 jam).



Gambar 4.9. Hubungan tekanan pengembangan (kg/cm²) Vs potensi pengembangan (%)

Dari Gambar 4.9. menunjukkan bahwa jika potensi pengembangan semakin berkurang maka tekanan pengembangannya juga semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh kurangnya tekanan yang dibutuhkan untuk mengembalikan benda uji ke volume semula.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Tanah dasar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :
 - a. Menurut Unified Soil Classification System (USCS), contoh tanah termasuk ke dalam range CH yakni lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, dimana nilai indeks plastisitas yang didapatkan adalah sebesar 61,61%.
 - b. Menurut AASHTO, contoh tanah termasuk dalam klasifikasi kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan tingkat plastisitas tinggi.
2. Pemeriksaan sifat fisik tanah dari tanah asli dan penambahan bahan stabilisasi 5% - 20% memperlihatkan bahwa akibat penambahan kadar kapur yang memiliki daya serap air yang tinggi, batas cair menurun tetapi untuk batas plastis dan susutnya mengalami peningkatan.
3. Dengan bertambahnya kadar kapur, maka kadar air optimum semakin meningkat, namun kepadatan kering maksimum semakin menurun. Hal ini disebabkan karena kapur memiliki daya serap air yang tinggi yang menyebabkan kadar air pada tanah meningkat

sehingga pori-pori tanah diisi oleh air yang sebenarnya dapat diisi oleh partikel-partikel tanah.

4. Penambahan kapur dengan persentase sebesar 5% - 20% pada tanah asli dapat menurunkan nilai indeks plastisitas sebesar 35,378%. Selain itu nilai Aktivitas yang tinggi pada tanah lempung juga turun seiring dengan penambahan kapur.
5. Pemeriksaan potensi pengembangan secara langsung dengan menggunakan benda uji pengembangan menunjukkan semakin bertambah kadar kapur, semakin menurun potensi pengembangannya, begitu pula dengan tekanan pengembangannya.

5.2. Saran

1. Sebaiknya dalam penelitian digunakan sampel yang lebih banyak untuk meningkatkan keakuratan penelitian.
2. Untuk mengetahui potensi ekspansif tanah lempung dari nilai pengembangannya, sebaiknya pengujian dilakukan dengan beban yang lebih variatif sesuai dengan beban yang dialami dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. dan Hainim, J.K., 1993, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Erlangga Jakarta.
- Chen, Fu Hua, 1975, *Foundation on Expansive Soils*, First Edition, Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
- Craig, R. F., 1991, *Mekanika Tanah*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1988, *Mekanika Tanah I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Day, R.W., 2001, *Soil Testing Manual (Procedures, Classification Data and Sampling Practices)*, McGraw-Hill, New York.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Edisi-3, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ilmiah, Akhbar dan Suciati, Herlina, 2000, *Studi Swelling Potential Pada tanah lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Sekam*, Tugas Akhir Jurusan Sipil fakultas teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Muliadi Jusmin, Ir., 1980, *Pengetahuan Bahan Bangunan*, Fakultas Teknik UnHas, Makassar.
- Soedarmo, Ir.G., Djatmiko dan Purnomo, Ir.S.J.Edy, 1997, *Mekanika Tanah I*, Kanisius, Yogyakarta.
- Shirley, L.H. Ir., 1994, *Geoteknik dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium)*, Nova, Bandung.