

**LAPORAN PENELITIAN**

**STUDI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH**

**EXPANSIVE YANG DISTABILISASI DENGAN**

**CLEAN SET (CS – 10)**

**Dikerjakan Oleh :**

**Ir. Idrus M.Sc**  
**Staff Pengajar Jurusan Sipil ISTN**



**ISTN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**  
**JAKARTA**  
**1993**

KARANGAN PENDAHULUAN

STUDY KAWEBERSEN PERMABALIT 75 TAHUN  
TANPA KAWEBERSEN PERMABALIT 75 TAHUN

OLEH: NAMA (GG-10)

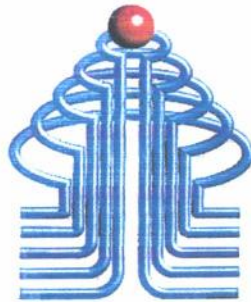
Pekerjaan Akhir :

di kelas M.Sc  
P. H. Prinsip, Jurusan Sipli 1212



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
1997

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN**



**ISTN**

**STUDI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH  
EXPANSIVE YANG DISTABILISASI DENGAN  
CLEAN SET (CS – 10)**

**Dikerjakan Oleh:**

**Ir .Idrus M.Sc, (Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil)**

**Mengetahui :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Ir. Arimulyo Diah Utami, M.T**

**Program Studi Teknik Sipil  
Institut Sain dan Teknologi Nasional  
Jakarta 1993**

LABORAN 1  
MATERI PENDAHULUAN



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BINA SARANA INFORMATIKA

Disusun oleh:  
Nama : ...  
NIM : ...  
Kelas : ...

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik  
Universitas Bina Sarana Informatika  
Jakarta, 2023

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rakhmat dan Karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

Pembuatan Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus diselesaikan pada Fakultas Teknik Sipil – Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.

Laporan Penelitian ini berjudul **“Studi Koefisien Permeabilitas Tanah Expansive Yang Distabilisasi Dengan Clean Set (CS – 10)”**.

Dalam menyusun laporan penelitian ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, karena keterbatasan dan kemampuan yang ada. Walaupun demikian laporan penelitian ini telah dibuat dengan usaha semaksimal mungkin dengan dukungan dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari bahwa Laporan Penelitian ini masih kurang sempurna, oleh karena itu segala saran dan kritikan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, mudah – mudahan laporan Penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu Teknik Sipil.

Jakarta, 1993  
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

KATA PENGANTAR

Aku bersyukur kepada Allah SWT

Atmabudiarta, sebagai penulis buku ini, yang telah memberikan informasi yang sangat bermanfaat mengenai perkembangan teknologi

yang terus berkembang pesat ini, terutama di bidang komunikasi, yang sangat penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penulis berharap semoga buku ini dapat memberikan informasi yang akurat dan bermanfaat bagi pembaca yang tertarik dengan perkembangan teknologi.

Dalam menulis buku ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari keluarga, teman-teman, dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat berharga. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih banyak mengandung kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang berkenan untuk disampaikan.

Untuk kata terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis untuk dapat menyelesaikan buku ini.

Penulis,  
Bismillah

Penulis,  
Bismillah

## DAFTAR ISI

Surat Persetujuan Format .....	ii
Surat Pernyataan Sebagai Pengganti Sumpah .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi .....	Viii
Daftar Gambar. ....	xi
Daftar Tabel. ....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. latar Belakang. ....	1
1.2. Maksud Dan Tujuan. ....	2
1.3. Lingkup Bahasan. ....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Umum. ....	4
2.2. Unified Soil Classification System. ....	4
2.3. AASTHO Soil Classification System. ....	11



2.3.1. Deskripsi Umum Untuk Sub Kelompok	
Klasifikasi Tanah AASTHO. ....	14
2.3.2. Indeks Kelompok AASTHO. ....	16
2.4. Tanah Expansive. ....	18
2.4.1. Pengertian Tanah Expansive. ....	18
2.4.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi	
Pengembangan Tanah. ....	19
2.4.3. Permasalahan Yang Ditimbulkan Tanah Expansive..	20
<b>BAB III. PROSEDUR PENGUJIAN DILABORATORIUM</b>	
<b>DAN PROGRAM KERJA</b>	
3.1. Persiapan Kerja Di Laboratorium. ....	21
3.2. Diagram Alir / Flow Diagram. ....	22
3.3. Prosedur Pemeriksaan. ....	24
3.3.1. Pemeriksaan Berat Jenis (Gs). ....	24
3.3.2. Pemeriksaan Analisa Ayakan Dan Hydrometer. ....	25
3.3.3. Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg. ....	27
3.3.4. Pemeriksaan Pemasatan. ....	28
3.3.5. Permeabilitas. ....	28
3.4. Prosedur Pencampuran. ....	31



## BAB IV. ANALISA DAN INTERPRESTASI DATA

4.1. Pengujian Laboratorium Tanah expansive (Tanah Asli). . . . .	34
4.1.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Expansive (Tanah Tambun). . . . .	35
4.1.2. Klasifikasi Tanah. . . . .	36
4.1.2.1. Klasifikasi Tanah Expansive (Tambun). . . . .	36
4.1.2.1.1. Klasifikasi Tanah Unified (USC). . . . .	36
4.1.2.1.2. Klasifikasi Tanah AASTHO. . . . .	38
4.3. Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Tanah. . . . .	39
4.3.1. Karakteristik Pemadatan. . . . .	39
4.3.1.1. Hasil Karakteristik Pemadatan. . . . .	39
4.3.1.2. Analisa Karakteristik Pemadatan. . . . .	42
4.3.2. Permeabilitas . . . . .	43
4.3.2.1. Hasil Permeabilitas. . . . .	43
4.3.2.2. Analisa Permeabilitas. . . . .	46
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan. . . . .	47
5.2. Saran-saran. . . . .	48
DAFTAR PUSTAKA. . . . .	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Plasticity Chart.

Gambar 2.2. Batas cair dan batas Indeks Plastisitas untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7).

Gambar 2.3. Grafik untuk mendapatkan indeks kelompok suatu tanah.

Gambar 3.1. Diagram alur percobaan.

Gambar 4.1. Diagram plastisitas chart tanah Expanssive.

Gambar 4.2. Grafik hubungan berat isi kering terhadap clean set.

Gambar 4.3. Grafik hubungan persentase clean set dan kadar air tanah Tambun.

Gambar 4.4. Perbandingan nilai koefisien permeabilitas dengan stabilisasi Clean Set.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Arti simbol pada klasifikasi tanah menurut Unified Soil Classification System.

Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah menurut sistem "Unified Soil Classification".

Tabel 2.2. Klasifikasi tanah menurut sistem "Unified Soil Classification" (sambungan).

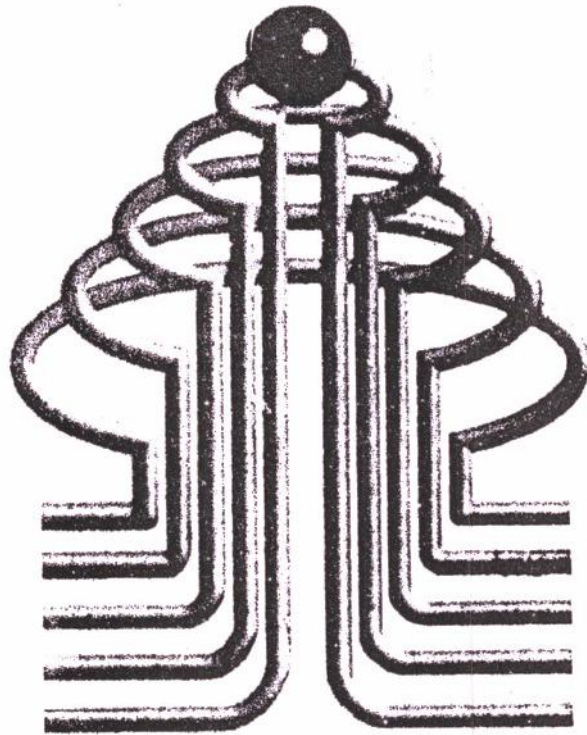
Tabel 2.2. Klasifikasi tanah menurut sistem "Unified Soil Classification System" (sambungan).

Tabel 2.3. Sistem klasifikasi tanah AASTHO

Tabel 2.4. Perbandingan kelompok klasifikasi tanah AASTHO dan USCS.

Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan pemadatan standart.

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan permeabilitas pada berbagai campuran Clean Set.



**ISTN**

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. latar Belakang.

Tanah merupakan faktor penting penggunaannya bagi konstruksi teknik sipil sementara kelakuan kondisi tanah yang berbeda-beda sering dijumpai dalam praktek. Segala macam tanah terdiri atas butiran-butiran dan dari butir-butir tersebut terdapat ruangan/rongga yang disebut pori (voids) dimana pori-pori ini saling berhubungan satu sama lainnya, sehingga air dapat mengalir melalui ruangan pori tersebut. Proses ini disebut rembesan (seepage) dan kemampuan air untuk melewati tanah disebut daya rembesan (permeability).

Studi mengenai aliran air melalui pori-pori tanah diperlukan dalam Mekanika Tanah karena berguna untuk memperkirakan jumlah rembesan air dalam tanah, untuk konstruksi dibawah tanah juga untuk pondasi dibawah muka air tanah, perkerasan (pavement) dan lain-lain.

Percobaan permeabilitas dalam laboratorium dilakukan untuk mendapatkan nilai rembesan ( $k$ ) yaitu nilai yang menyatakan kemudahan aliran air melalui suatu contoh tanah.

Sehubungan dengan seperti halnya diatas juga mengetahui koefisien permeabilitas suatu contoh tanah yaitu tanah expansive yang telah distabilisasi dengan clean set, maka perlu dilakukan serangkaian percobaan dalam laboratorium.

### 1.2. Maksud Dan Tujuan.

Adapun maksud dari penulisan ini adalah untuk mengetahui sejauhmana koefisien permeabilitas yang terjadi atas contoh tanah expansive sebelum dan sesudah adanya proses pencampuran tanah dengan material Clen Set.

Sedang tujuan yang diinginkan pada akhir penulisan adalah agar dapat mengetahui/mempelajari permeability tanah Expansive dan seberapa besar pengaruhnya bila dilakukan pencampuran dengan Clean Set.

### 1.3. Lingkup Bahasan.

Lingkup pembahasan adalah pengujian didalam laboratorium atas contoh tanah yang tidak terganggu (Un disturb) dan terganggu (Disturb).

Adapun beberapa pengujian atau test dari contoh tanah yang akan dilakukan dalam laboratorium adalah sebagai



berikut :

1. Index Properties :

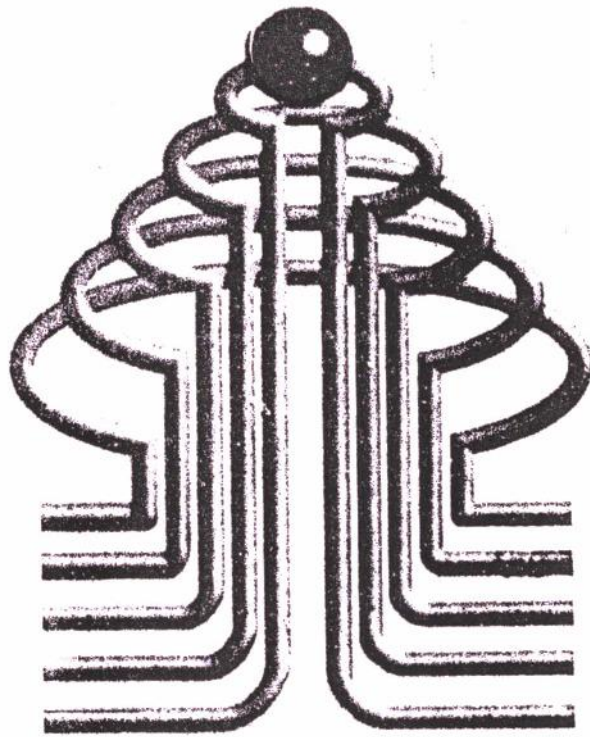
- Analisa Hidrometer.
- Berat Jenis Butir Tanah.
- Batas-batas Atterberg (Kekuatan/Konsistensi).

2. Engineering Properties :

- Pemadatan.
- Koefisien Permeability.

Percobaan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta. Penulisan terbatas pada pekerjaan yang dilakukan di laboratorium dan apa yang terjadi selama pengujian berlangsung.





ISTN

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA.

#### 2.1. Pengertian Umum.

Klasifikasi tanah adalah menggolongkan tanah kedalam kelompok-kelompok yang memiliki sifat karakteristik yang hampir sama dengan cara yang sistimatis, sehingga diperoleh gambaran sepintas mengenai sifat-sifat tanah dalam menghadapi perencanaan dan pelaksanaan.

Sistem klasifikasi yang biasa digunakan adalah "Ünified Soil Clasification System" (USCS) dan "AASTHO Soil Classification System".

#### 2.2. Unified Soil Classification System.

Sistem ini diuraikan oleh Casagrande (1948), awalnya dikembangkan untuk pembangunan lapangan terbang dan jalan, kemudian pada tahun 1952 dimodifikasi sehingga dapat dipakai untuk bendungan dan konstruksi lainnya.

System ini mengklasifikasikan tanah berdasarkan jenis dan unsur-unsur pokok tanah, ukuran butiran-butiran tanah, gradasi, tingkat plastisitas serta unsur organik.

Tanah ditentukan lewat simbol kelompok terdiri dari sebuah prefik dan sebuah sufik. Prefik menunjukkan jenis tanah utama dan sufik menunjukkan subdevisi di dalam kelompok-kelompok dan dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Arti simbol pada klasifikasi tanah menurut Unified Soil Klassification System.

Jenis Tanah	Prefik	Sub kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
Pasir	S	Gradasi buruk	P
Lanau	M	Berlanau	M
Lempung	C	Berlempung	C
Organis	O	$w_L < 50 \%$	L
Gambut	Pt	$w_L > 50 \%$	H

Disamping itu deskripsi verbal umumnya menyertai klasifikasi, misalnya coklat, kasar, pasir bergradasi baik dengan sejumlah kerikil, SW.

Apabila kurang dari 12 % melalui saringan No. 200 perlulah untuk mendapatkan  $C_c$  dan  $C_u$  dalam menentukan apakah tanah itu bergradasi baik atau buruk.

Persamaan  $C_c$  dan  $C_u$  (Bowles, 1986) adalah sebagai berikut :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot 10} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$C_u$  = Koefisien keseragaman

$C_c$  = Koefisien kecekungan

$D_{10}$  = Prosentase butir (10%) yang lebih halus

$D_{30}$  = Prosentase butir (30%) yang lebih halus

$D_{60}$  = Prosentase butir (60%) yang lebih halus

Apabila lebih dari 12 % bahan dapat melalui saringan No. 200, koefisien keseragaman  $C_u$  dan koefisien kecekungan  $C_c$  tidak mempunyai arti dan hanya batas atterberg yang perlu digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah.

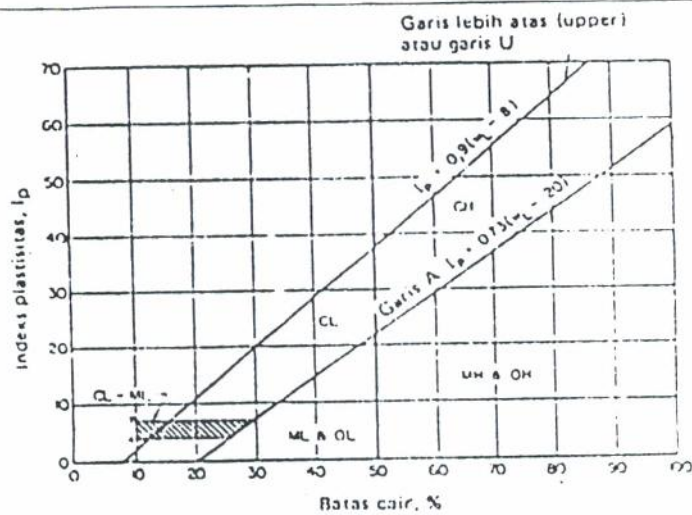
System klasifikasi tanah USCS mendefiniisikan :

- Tanah berbutir kasar apabila lebih dari 50 % tertahan pada saringan No, 200.
- Tanah berbutir halus apabila lebih dari 50 % dapat melalui No. 200.

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung kepada analisa ukuran butir dan distribusi ukuran partikel dimana tanah berbutir kasar adalah :

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

Klasifikasi tanah berbutir halus juga membutuhkan "Plastisity Chart" yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Plasticity Chart.

Keterangan :

- Batas cair (Liquid limit) dan Indeks plastisitas (Plasticity Index) tanah berdasarkan data Test Atterberg



- dari contoh tanah yang lolos saringan No. 40.
- Garis A (A line) menunjukkan garis batas antara Inorganic Clay (CL dan CH) dan Inorganic Silt (ML dan MH) atau Organic Soil (OL dan OH).
  - Garis tegak lurus pada angka 50 digaris batas cair menunjukkan antara low dan High Plasticity dari Clay Silt.
  - Daerah yang dibatasi oleh angka 10 - 29 pada garis batas cair dan angka 4 - 7 pada garis Index plastisitas, menunjukkan klasifikasi tanah untuk jenis CL dan ML.
  - Garis batas atas (garis U) menunjukkan perkiraan dan batas cair yang ditemukan sampai saat ini untuk suatu jenis tanah. Suatu tanah yang digambarkan dibagian kiri dan garis U harus dicurigai kebenaran hasil percobaannya dan batas-batasnya harus diperiksa kembali.

Sistem "Unified Soil Classification" lebih terperinci diperlihatkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah menurut sistem "Unified Soil Classification".

Prosedur-prosedur Identifikasi lapangan (Tidak termasuk partikel-partikel yang lebih besar dari 75 mm dan berdasarkan fraksi-fraksi atas perkiraan berat)							
<p><b>TANAH BERBUTIR KASAR</b> Lebih dari setengah bahan adalah lebih besar dari ukuran saringan No. 200</p> <p><b>PASIR</b> Lebih dari setengah fraksi kasar adalah lebih kecil dari ukuran saringan No. 4</p> <p><b>KERIKIL</b> Lebih dari setengah fraksi kasar adalah lebih besar dari ukuran saringan No. 4</p> <p>(Untuk klasifikasi visual, ukuran 6 mm dapat dipergunakan sebagai ekuivalen dari ukuran saringan No. 4)</p>	<p><b>PASIR BERSIH</b> (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)</p> <p><b>PASIR BERBUTIR HALUS</b> (Jumlah butir halus yang cukup banyak)</p> <p><b>KERIKIL BERSIH</b> (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)</p> <p><b>KERIKIL BERBUTIR HALUS</b> (Jumlah butir halus yang cukup banyak)</p>	<p>Kisaran yang luas dalam ukuran butir dan jumlah yang cukup berarti dari semua partikel ukuran antara</p> <p>Satu ukuran saja yang banyak terdapat atau suatu kisaran ukuran di mana beberapa ukuran antara tidak terdapat</p> <p>Butir halus tidak plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat ML di bawah)</p> <p>Butir halus plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat CL di bawah)</p> <p>Kisaran yang luas dalam ukuran butir dan jumlah yang cukup berarti dari semua partikel ukuran antara</p> <p>Satu ukuran saja yang banyak terdapat atau suatu kisaran ukuran di mana beberapa ukuran antara tidak terdapat.</p> <p>Butir halus tidak plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat ML di bawah)</p> <p>Butir halus plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat CL di bawah)</p>	<p>KERIKIL BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)</p> <p>KERIKIL BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)</p>				
				Prosedur identifikasi dari fraksi yang lebih kecil dari ukuran saringan No. 40			
				<p><b>LANAU DAN LEMPUNG</b> Batas cair lebih kecil dari 50</p>	kekuatan kering (Karakteristik hancur)	Pemuatan (Reaksi terhadap guncangan)	Ketahanan (Konsistensi dekat batas plastis)
					Tidak ada sampai sedikit	Cepat sampai lambat	Tidak ada
					Sedang sampai tinggi	Tidak ada sampai sangat lambat	Sedang
					Sedikit sampai medium	Lambat	Sedikit
				<p><b>LANAU DAN LEMPUNG</b> Batas cair lebih besar dari 50</p>	Sedikit sampai sedang	Lambat sampai tidak ada	Sedikit sampai sedang
					Tinggi sampai sangat tinggi	Tidak ada	Tinggi
Medium sampai tinggi	Tidak ada sampai sangat lambat	Sedikit sampai sedang					
<b>TANAH SANGAT ORGANIS</b>		Langsung dapat diidentifikasi lewat warna, bau, lembut seperti busa dan tekstur serabut ((bersembung))					



Tabel 2.2. Klasifikasi tanah menurut sistem "Unified Soil Classification" (sambungan).

Simbol kelompok	Nama	Keterangan yang dibutuhkan untuk menerangkan tanah
OW	Kerikil bergradasi baik, campuran kerikil-pasir; sedikit atau tidak ada butir halus.	<p>Derikan nama; tentukan perkiraan persentase pasir dan kerikil, ukuran maksimum, bersudut atau bundar (angularity), kondisi permukaan, dan kekerasan butir-butir kasar; nama lokal atau geologi, dan keterangan-keterangan penting lainnya; dan simbol dalam kurung.</p> <p>Untuk tanah tidak terganggu tambahkan keterangan mengenai stratifikasi, derajat kekompakan, sementasi, kondisi kelembaban, dan karakter-karakter drainase.</p> <p>CONTOH: Pasir berlanau; mengandung kerikil, sekitar 20 persen keras, partikel kerikil bersudut dengan ukuran maksimum 12 mm, pasir bundar dan agak bersudut (subangular) dari kasar sampai halus; sekitar 15 persen butir halus nonplastis dengan kekuatan kering yang rendah; cukup padat, dan lembab di tempat; pasir aluvial; (SM)</p>
GP	Kerikil bergradasi buruk; campuran kerikil-pasir; sedikit atau tidak ada butir halus.	
GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau bergradasi buruk.	
GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung bergradasi buruk.	
SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tanpa butir halus.	
SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil; sedikit atau tanpa butir halus.	
SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau bergradasi buruk.	
SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung bergradasi buruk	
ML	Lanau inorganik dan pasir sangat halus, tepung batuan, pasir halus berlanau, pasir halus berlanau atau berlempung dengan sedikit plastisitas	<p>Derikan nama; tentukan derajat dan karakter plastisitas, jumlah dan ukuran maksimum butir-butir kasar; warna, dalam kondisi basah, bau apabila ada, nama lokal atau geologi, dan keterangan-keterangan penting lainnya; dan simbol dalam tanda kurung.</p> <p>Untuk tanah tidak terganggu tambahkan keterangan mengenai struktur stratifikasi, konsistensi dan sudah dibentuk, kondisi kelembaban dan drainase.</p> <p>CONTOH: Lanau berlempung, coklat; agak plastis, persentase kecil dari pasir, banyak lubang-lubang akar yang vertikal, teguh dan kering di tempat; lius; (ML)</p>
CL	Lempung inorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus	
OL	Lanau organik dan lanau-lempung organik dengan plastisitas rendah	
MH	Lanau inorganik, tanah berpasir atau berlanau halus mengandung mika atau diatoma, lanau elastis	
CH	Lempung inorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk	
OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Pt	Gambut (peat), rawang (muck), gambut rawa (peat-bog), dan sebagainya	

Tabel 2.2. Klasifikasi tanah menurut sistem "Unified Soil Classification System" (sambungan).

Kriteria klasifikasi laboratorium		
Pergunakan kurva ukuran butir dalam mengidentifikasi fraksi fraksi yang diberikan pada identifikasi lapangan	$C_L = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Lebih besar dari 4 $C_U = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Di antara 1 & 3	
	Tidak memenuhi semua syarat gradasi untuk GW	
	Batas Atterberg di bawah garis "A"; atau $I_p$ kurang dari 4	Di atas garis "A" dengan $I_p$ antara 4 dan 7 merupakan kasus batas antara yang membutuhkan simbol ganda.
	Batas Atterberg di atas garis "A"; dengan $I_p$ lebih besar dari 7	
	$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Lebih besar dari 6 $C_U = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Di antara 1 dan 3	
	Tidak memenuhi semua syarat gradasi untuk SW	
Batas Atterberg di bawah garis "A"; atau $I_p$ kurang dari 4	Di atas garis "A" dengan $I_p$ di antara 4 dan 7 adalah merupakan kasus batas antara yang membutuhkan simbol ganda.	
Batas Atterberg di atas garis "A"; dengan $I_p$ lebih besar dari 7		

Tentukan persentase dari kerikil dan pasir dari kurva ukuran butir. Tegantung kepada persentase dari butir halus (fraksi yang lebih kecil dari saringan ukuran No. 200), tanah berbutir kasar diklasifikasikan sebagai berikut:  
 Kurang dari 5 persen : GW, GP, SW, SP,  
 Lebih dari 12 persen : GM, GC, SM, SC,  
 5 sampai 12 persen : Kasus di batas antara memerlukan pemakaian simbol ganda

2.3. AASTHO Soil Classification System.

Sistem klasifikasi Bureau of Public Roads (BPR) diakhir tahun 1920-an telah direvisi beberapa kali. Sistem ini mengklasifikasikan tanah ke dalam 8 (delapan) kelompok, A-1 sampai A-8.

Sistem yang direvisi (Highway Research Board, 1945) mempertahankan kedelapan kelompok dasar tanah tadi tetapi menambah 2 (dua) sub kelompok A-1, 4 (empat) sub kelompok dalam A-2, dan 2 (dua) sub kelompok dalam A-7. Sistem klasifikasi yang direvisi ini diambil AASTHO sebagai standard M-145.

Tabel 2.3. memperlihatkan sistem klasifikasi tanah AASTHO pada saat ini. Kelompok tanah A-8 tidak diperlihatkan, tetapi merupakan gambut atau rawa yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Yang diperlihatkan adalah kelompok A-1 sampai A-7 dengan 2 (dua) sub kelompok dalam A-1, 4 (empat) sub kelompok dalam A-2 dan 2 (dua) sub kelompok dalam A-7 dengan jumlah 12 sub kelompok tanah di dalam klasifikasi ini.

Secara umum sistem klasifikasi ini membahas pengelompokan tanah sebagai berikut :

- Lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan apabila kelompoknya berada lebih di kanan dalam tabel 2.3, yaitu tanah A-6 lebih tidak memuaskan jika dibandingkan dengan tanah A-3.
- Lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan apabila



2. Indeks kelompok bertambah untuk sub kelompok tertentu, misal tanah A-6 (3) adalah lebih tidak memuaskan daripada tanah A-6 (1).

Tabel 2.3. Sistem klasifikasi tanah AASTHO.

Perhatikan bahwa A-8, gambut dan rawang ditentukan dengan klasifikasi visual dan tidak diperlihatkan dalam tabel.

Klasifikasi umum	Bahan-bahan (35% atau kurang melalui No. 200)							Bahan-bahan lanau-lembing (Lebih dari 35% melalui No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5; A-7-6
Ukuran saringan: Persen melalui: No 10 No 40 No 200	50 maks. 30 maks. 15 maks.	50 maks. 25 maks.	51 maks. 10 maks.	35 maks.	35 maks.	35 maks.	35 maks.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Karakteristik saringan melalui No. 40 Batas cair: Indeks plastisitas	6 maks.		NP	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min. 10 maks.	41 maks. 10 maks.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min.	41 maks. 11 min.
Indeks kelompok	0		0	0			4 maks.	5 maks.	12 maks.	16 maks.	20 maks.
Tipe-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batuan, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Peringkat umum sebagai tanah	Sangat baik sampai baik							sedang sampai buruk			

### 2.3.1. Deskripsi Umum Untuk Sub Kelompok Klasifikasi Tanah AASTHO.

Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir dengan tidak lebih dari 35 % bahan melalui saringan No. 200. Bahan khas dalam kelompok A-1 adalah campuran kerikil, pasir kasar, pasir halus yang bergradasi baik dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas yang sangat kecil atau tidak ada sama sekali.

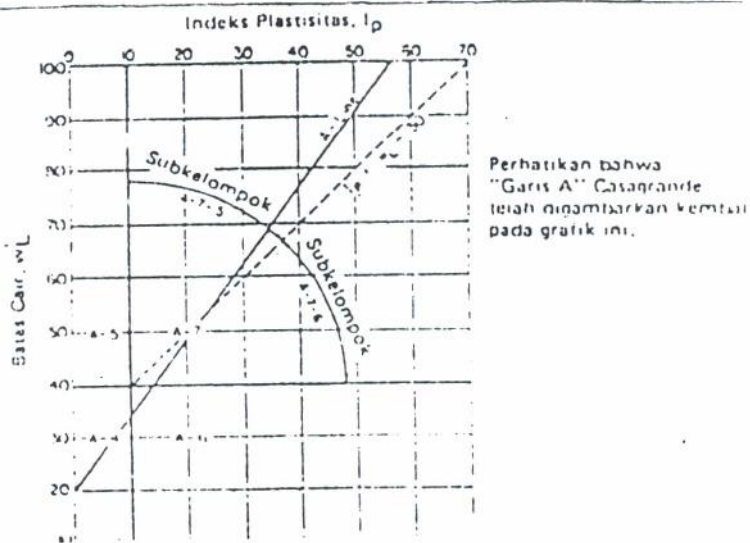
Tanah A-3 merupakan pasir halus yang relatif seragam, seperti pasir pantai yang halus atau pasir hasil hembusan angin di padang pasir.

Kelompok A-2 juga merupakan bahan berbutir dengan jumlah bahan yang cukup banyak melalui saringan No. 200 (tetapi tidak lebih dari 35 %). Bahan ini terletak pada batas diantara bahan yang termasuk dalam kelompok A-1 sampai A-7. Apabila lebih dari 35 % bahan dapat melalui saringan No. 200, maka tanah akan mengandung butir-butir halus yang cukup banyak dan diklasifikasikan sebagai kelompok A-6.

Kelompok A-4 sampai A-7 dianggap sebagai tanah berbutir halus dan semuanya mempunyai bahan yang dapat melalui saringan No. 200.

Kelompok tanah A-7 dibagi lagi atas :

- A-7-5 Apabila  $IP < (W_L - 30)$
- A-7-6 Apabila  $IP > (W_L - 30)$



Gambar 2.2. Batas cair dan batas Indeks Plastisitas untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7).

Gambar 2.2. dapat dipakai secara cepat untuk menentukan klasifikasi sub kelompok A-7.

Kelompok tanah A-8 adalah gambut (sangat organis) atau rawang (tipis, sangat berair dengan bahan organis yang cukup banyak) dan diidentifikasi lewat pemeriksaan terhadap deposit.

Tabel 2.4. memperlihatkan perbandingan kelompok tanah dari "ASTHO Soil Classification System" dengan "Unified

Soil Classification System".

Tabel 2.4. Perbandingan kelompok klasifikasi tanah AASTHO dan USCS.

AASTHO	USCS
A - 1a	GW, GP, SW, GM
A - 1b	SW, SP, SM, GC
A - 3	SP
A - 2 - 4	CL, ML
A - 2 - 5	CL, ML, CH, MH
A - 2 - 6	CL, ML
A - 2 - 7	CL, ML, CH, MH
A - 4	CL, ML
A - 5	CL, ML, CH, MH
A - 6	CL, ML
A - 7	CL, ML, CH, MH
A - 8	Gambut dan Rawang atau organis lain

### 2.3.2. Indeks Kelompok AASTHO.

Untuk menentukan tingkatan relatif dari bahan di dalam satu sub kelompok, maka dibentuk suatu indeks kelompok yang merupakan fungsi dari persentase tanah yang melalui saringan No. 200 dan batas Atterberg.

Indeks kelompok dapat diperoleh dari jumlah nilai dari gambar 2.3a. dan b yang merupakan persentase grafis dari persamaan berikut :



$$GI = 0,2a + 0,005ac + 0,01 bd \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

a = Bagian dari persentase yang melalui saringan No. 200 yang lebih besar daripada 35 dan tidak melebihi 75, dinyatakan sebagai bilangan bulat (batas dari 1 sampai 40)

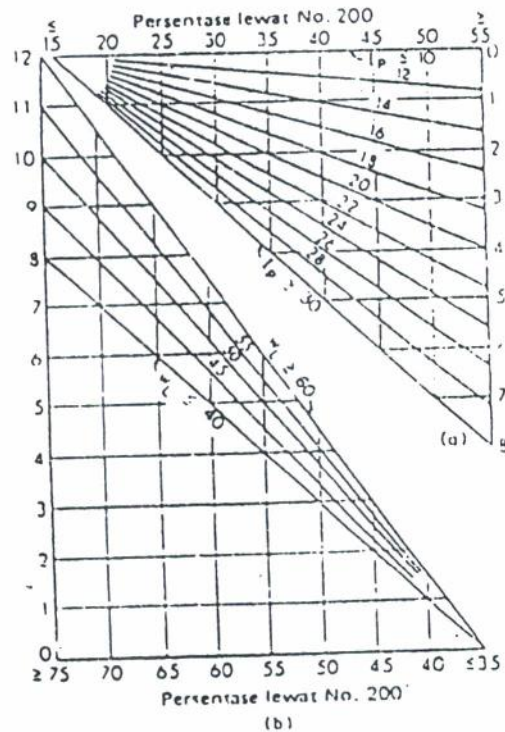
b = Bagian dari persentase yang melalui saringan No. 200 yang lebih besar dari 15 dan tidak melebihi 55, dinyatakan sebagai bilangan bulat (batas dari 1 sampai 40)

c = Bagian dari batas cair yang lebih besar dari 40 dan tidak lebih besar dari 66, dinyatakan sebagai bilangan bulat (batas dari 1 sampai 20)

d = Bagian dari ideks plastisitas yang lebih dari 10 dan tidak lebih dari 30, dinyatakan sebagai bilangan bulat (batas dari 1 sampai 20).

Indeks kelompok harus dibulatkan kebilangan bulat terdekat dan ditempatkan dalam tanda kurung, misalnya A-2-6 (3). Pada umumnya makin besar nilai indeks kelompoknya, makin kurang baik tanah tersebut untuk dipakai dalam

pembangunan jalan raya, untuk tanah-tanah di dalam sub kelompok itu.



Gambar 2.3. Grafik untuk mendapatka indeks kelompok suatu tanah.

## 2.4. Tanah Expansive.

### 2.4.1. Pengertian Tanah Expansive.

Tanah expansive adalah suatu tanah lempung yang banyak mengandung mineral Montmorillinite, sehingga mempunyai kemampuan perubahan volume yang besar. Dimana tanah akan mengembang bila kadar air tanahnya bertambah dan menyusut bila kadar airnya berkurang.

#### 2.4.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengembangan Tanah.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengembangan tanah, antara lain :

##### 1. Komposisi Mineral

Besarnya pengembangan tanah tergantung dari jenis dan banyaknya mineral expansive dari tanah tersebut. Tanah yang mengandung mineral Kaolinite dan Illite tidak bersifat expansive, tetapi tanah yang mengandung mineral Montmorillinite mempunyai potensi pengembangan yang cukup besar.

##### 2. Sifat Fisik Daripada Tanah

Tanah yang mempunyai berat isi kering ( $\gamma$  dry) yang lebih besar mempunyai potensi pengembangan yang lebih besar. ( $\gamma$  dry makin besar, potensi pengembangan makin besar).

##### 3. Faktor Lingkungan

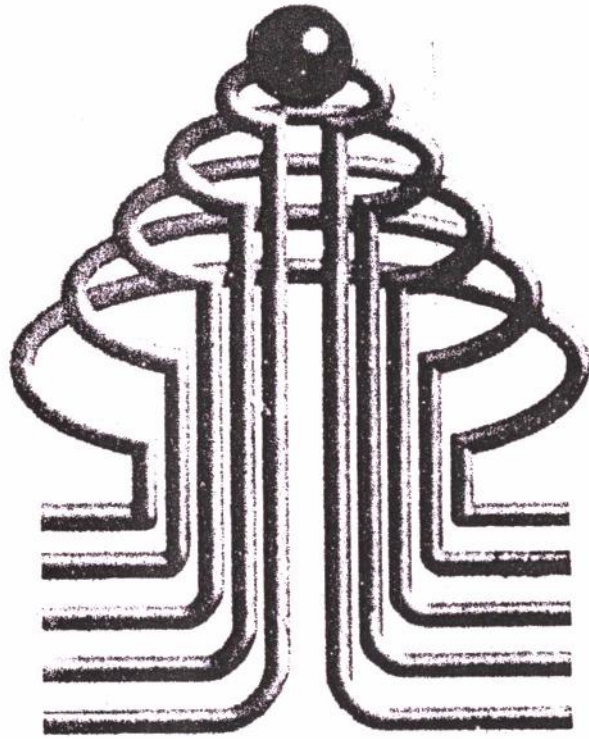
Termasuk dalam faktor lingkungan adalah perbedaan periode musim dan besarnya curah hujan. Jika Evaporasi melebihi presipitasi rata-rata pertahun, tanah akan mengembang lebih besar, daripada jika presipitasi melebihi evaporasi rata-rata pertahun.

Pada musim kemarau, akar-akar tanaman akan menghisap air

lebih banyak sehingga tanah disekitarnya mengalami penyusutan dan dapat menyebabkan tanah menjadi retak. Bocornya saluran sanitasi air yang ada dibawah tanah disekitar bangunan akan mengubah kadar air dalam tanah sehingga tanah akan mengalami proses pengembangan.

#### 2.4.3. Permasalahan Yang Ditimbulkan Tanah Ekspansip.

Adanya tanah yang bersifat expansive ini menimbulkan berbagai masalah dan kerusakan, seperti : terangkat dan retaknya pelat baja lantai satu bangunan, retaknya badan jalan, miringnya suatu bangunan, retak pada dinding dan lain sebagainya yang mengakibatkan kerugian yang sangat besar.



ISTN



**BAB III**  
**PROSEDUR PENGUJIAN DILABORATORIUM**  
**DAN PROGRAM KERJA**

**3.1. Persiapan Kerja Di Laboratorium.**

Sebelum mengadakan penelitian di laboratorium Mekanika Tanah, penulis mengadakan beberapa persiapan teknis teknis yang akan diuji, alat-alat penunjang dilaboratorium, maupun persiapan non teknis. Disamping itu program kerja disusun bersamaan dengan dimulainya pelaksanaan persiapan kerja.

Dengan dibuatnya program kerja di laboratorium, maka diharapkan akan mempermudah kegiatan selama penelitian berlangsung. Adapun material yang akan diuji penulis adalah tanah expansive yang berasal dari daerah Tambun.

Setelah persiapan selesai, maka disusun program kerja yang akan dikerjakan di laboratorium beserta prosedur pengujiannya. Mengenai prosedur dan alir kerja akan diuraikan pada bagian ini.

### 3.2. Diagram Alir / Flow Diagram.

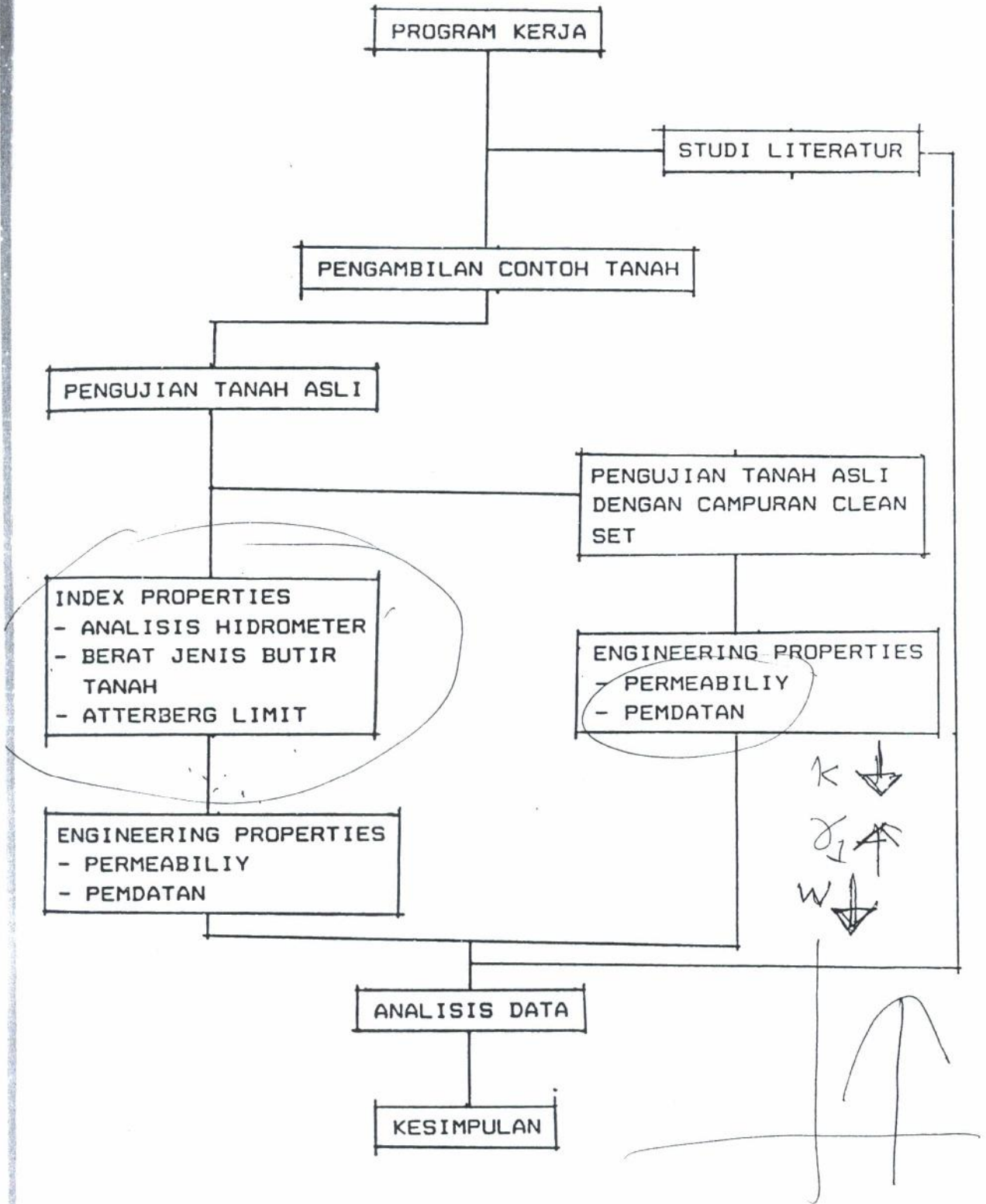
Diagram alir yang menunjukkan berbagai tingkat dari program kerja yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat dalam gambar 3.1. Dalam alir ini terlihat pelaksanaan pekerjaan mulai dari pengambilan sample tanah asli sampai dengan pelaksanaan percobaan.

Adapun tanah ini diuji terhadap batas-batas Atterberg dan pengujian terhadap kemampuan tanah tersebut, dalam hal ini menghitung besarnya kemampuan tanah terhadap koefisien permeabilitas tanah dalam hal ini tanah Tambun.

Analisa data dilakukan dengan pengujian kemampuan tanah Tambun itu sendiri untuk baik terhadap pemadatan maupun perubahan permeabilitasnya akibat adanya stabilisasi dengan clean set, hal ini menjadi tujuan pokok dan secara keseluruhan tanah ini dianalisa terhadap sifat-sifat fisik maupun sifat mekanik.

Pengamatan dilakukan setelah penganalisaan, dimana akan terjadi perubahan kecepatan aliran air didalam tanah tersebut.





Gambar 3.1. Diagram alur percobaan.

### 3.3. Prosedur Pemeriksaan.

Prosedur pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah ISTN Jakarta, meliputi pemeriksaan sebagai berikut :

Pemeriksaan terhadap tanah expansive dengan menggunakan percobaan-percobaan :

- Specific Gravity (Gs)
- Batas-batas Atterberg
- Analisa Ayakan dan Hydrometer
- Pemasatan.
- Permeabilitas.

#### 3.3.1. Pemeriksaan Berat Jenis (Gs).

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari tanah expansive yang berasal dari daerah Tambun. Dengan menggunakan piknometer, percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk tiap tanah untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Tanah Tambun dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak  $\pm$  5 gram, dimana berat masing-masing piknometer telah ditimbang.

Kemudian tanah + piknometer ditimbang, lalu dimasukkan

air sampai ± separuh piknometer dan direbus supaya udara yang terdapat pada pori-pori tanah dapat keluar, setelah itu didinginkan dalam desicator. Setelah itu suhu piknometer stabil, lalu diisi dengan air sampai penuh dan ditimbang.

Dari data tersebut, maka didapat nilai daripada Specific Gravity ( $G_s$ ) dengan menggunakan rumus :

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

dengan :

$W_1$  = Berat Piknometer

$W_2$  = Berat Piknometer + Tanah

$W_3$  = Berat Piknometer + Tanah + Air

$W_4$  = Berat Piknometer + Air

### 3.3.2. Pemeriksaan Analisa Ayakan Dan Hydrometer.

Pemeriksaan ini hanya dilakukan pada tanah asli, dimana dari hasil pemeriksaan ini akan diketahui jenis gradasi tanah asli, apakah gradasi seragam baik, buruk atau seragam. Hal itu dapat dilihat dari grafik lengkung gradasi atau grafik lengkung pembagian butir.

Penentuan ukuran butir ini dilakukan dengan memakai cara, yaitu :

- a. Untuk butiran kasar dengan memakai cara saringan (analisa saringan), yaitu tanah dikeringkan dalam oven, setelah itu disaring pada serangkaian saringan dengan ukuran lubang tertentu, mulai dari yang kasar sampai yang halus. Dengan demikian butiran tanah terpisah menjadi beberapa bagian dengan batas ukuran yang diketahui.

Saringan yang kasar ukurannya ditentukan berdasarkan dimensi dari lubangnya, misalnya 5 inchi, 12 inchi dan seterusnya sampai kecil 4 inchi. Sedangkan saringan yang lebih halus dari ukuran ini ditentukan menurut jumlah kawat per inchi persegi, misalnya saringan No. 40 mempunyai 40 kawat per inchi, saringan No. 10 mempunyai 10 kotak per inchi. Pada saringan No. 40 terdapat 40 kali 40 lubang setiap inchi per segi.

Saringan kecil adalah saringan No. 200 (200 kawat per inchi) yang ukuran lubangnya sama dengan ukuran batas antara pasir dengan lanau, sehingga cara saringan ini hanya dapat dipakai untuk butiran sampai sekecil pasir halus.



- b. Untuk pengukuran butir yang lebih kecil dari pasir halus dipakai cara analisa Hydrometer (pengendapan). Benda uji/ tanah dicampur dengan air (biasanya sebanyak 1000 cc) dalam tabung lalu dikocok kemudian dibiarkan berdiri supaya butir-butir mengendap, lalu dimasukan Hydrometer ke dalam tabung dan diukur penurunannya tiap jangka waktu tertentu.

### 3.3.3. Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg.

Pemeriksaan ini menggunakan alat batas cair dari Cassagandre, dimana percobaan ini dilakukan terhadap tanah expansive. Pada tanah ini percobaan ini dilakukan terhadap penentuan batas-batas atterberg untuk mengetahui besar dari kreterian indeks tanah dari tanah Tambun tersebut.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh tanah expansive terhadap plastisitas tanah, yang antara lain berupa Batas Cair (LL), Batas Plastis (PL), serta Index Plastisitas (PI).

Batas cair adalah kadar air contoh tanah yang dihitung pada alat batas cair, setelah alur yang dibuat menjadi bersatu sepanjang  $\pm 1$  cm. Nilai dari batas cair ini



ditentukan pada ketukan ke 25, sedangkan batas plastis berarti minimum kadar air pada tanah yang mulai retak pada diameter  $\pm 3$  cm. Semua pemeriksaan ini dilakukan kira-kira 1 jam setelah didapatkan campuran yang seragam.

#### 3.3.4. Pemeriksaan Pematatan.

Pemeriksaan pematatan standart yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mould dengan diameter  $\pm 100$  mm, dan tinggi  $\pm 120$  mm, penumbuk dengan berat  $\pm 2,5$  kg dijatuhkan dari ketinggian  $\pm 300$  mm dengan jumlah 25 kali untuk tiap-tiap lapisan, dimana terdapat 3 lapisan dalam satu tabung/mould pematatan.

Tanah tersebut kemudian diberi air sesuai dengan kadar air rencana dan kemudian diaduk lagi sampai rata, kemudian dipadatkan. Masing-masing benda uji untuk mendapatkan nilai kadar air optimumnya serta nilai berat isi kering maksimum dari masing-masing contoh tanah.

#### 3.3.5. Permeabilitas.

Semua macam tanah terdiri dari butir-butir dengan ruang yang terisi udara atau pori (Voids) antara butir-butir tersebut. Antara butir-butir tersebut selalu berhubungan

satu sama yang lainnya, sehingga air dapat mengalir melalui ruang pori tersebut. Proses ini disebut Rembesan (Seepage) dan kemampuan tanah dapat dirembesi disebut "Daya Rembesan" (Permeability).

Rembesan air tanah selalu berjalan lancar secara linier atau garis yang ditempuh oleh air dengan bentuk yang teratur. Rembesan air yang dimaksud untuk mengukur kemampuan untuk tanah dilewati air melalui pori-porinya. Serta jumlah aliran air melalui pori-pori tanah menurut hukum Darcy.

Untuk nilai  $k$  dapat langsung mengukur banyaknya air yang masuk dan keluar dari sebuah contoh tanah dalam waktu tertentu dengan memberikan tegangan air yang konstan pada contoh tanah tadi.

Cara melakukan percobaan ini ada 2 cara :

1. Dengan tegangan tetap (Constan Head).
2. Dengan tegangan menurun (Falling Head).

Cara pertama dapat dipakai asal banyaknya air yang dapat merembes cukup dalam waktu singkat.

Cara kedua dari sumber air yang masuk ke dalam contoh tanah melalui suatu pipa dengan diameter kecil.

Penentuan nilai  $k$  dilakukan dengan mengukur penurunan

ketinggian air pada pipa tersebut, dalam jangka waktu tertentu. Jadi tegangan air sekarang tidaklah tetap dan rumus dari Darcy dapat ditulis pada saat tertentu.

$$\text{Cara I : } K = \frac{Q.L}{A.h.t}$$

$$\text{Cara II : } K = \frac{a.t}{A.t} \log e \frac{h_0}{h_1} \text{ atau}$$

$$K = 2,3 \frac{a.l}{A.t} \log \frac{h_0}{h_1}$$

Pada percobaan ini yang dilakukan adalah cara II.

Faktor-faktor yang mempengaruhi air rembesan dalam tanah yaitu :

- a. Ukuran butir tanah.
- b. Sifat dari pori cairan.
- c. Kadar pori.

Nilai tanah ini juga tergantung dari macam tanah tersebut karena kecepatan (V) pada rumus Darcy bukan kecepatan air sebenarnya didalam pori tanah sedangkan kecepatan sesungguhnya, tergantung dari besarnya masing-masing pori tanah. Nilai rembesan (Koefisien rembesan) pada beberapa

macam tanah adalah sebagai berikut :

MACAM TANAH	KOEFISIEN REMBESAN (cm\det)
1. Pasir yang mengandung lempung atau lanau.	$10^{-2}$ sampai $5 \times 10^{-3}$
2. Pasir halus	$5 \times 10^{-2}$ sampai $10^{-3}$
3. Pasir kelanauan	$2 \times 10^{-3}$ sampai $10^{-4}$
4. Lanau	$5 \times 10^{-4}$ sampai $10^{-5}$
5. Lempung	$10^{-6}$ sampai $10^{-9}$

#### 3.4. Prosedur Pencampuran.

Tanah yang kering udara dicampur dengan menggunakan variasi dari sejumlah bahan clean set , dimana banyaknya clean set yang dipakai untuk campuran tanah asli dihitung berdasarkan berat kering tanah asli itu sendiri dan dinyatakan dalam persen berat.

Dalam penelitian ini penulis mengambil urutan campuran additive berturut-turut 0%, 3%, 6%, dan 9% terhadap berat tanah kering asli.

Perhitungan proporsi campuran antara tanah ditambah bahan NaOH adalah sebagai berikut:



- Misalnya dalam percobaan pemadatan . Contoh tanah 6 kantong plastik, dengan berat masing-masing  $W_t=5000$  gram.
- $W_r$  diambil = 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, dan 50%.

$$W_s = \frac{5000}{1 + 0,175} = 4255,32 \text{ gram}$$

Contoh bahan kimia dengan komposisi sebanyak 3%, sehingga jumlah NaOH yang dibutuhkan adalah:

3% \* 4255,32 = 127,65 gram. Maka penambahan air untuk campuran dengan menggunakan kadar air rencana 25% adalah sebesar:

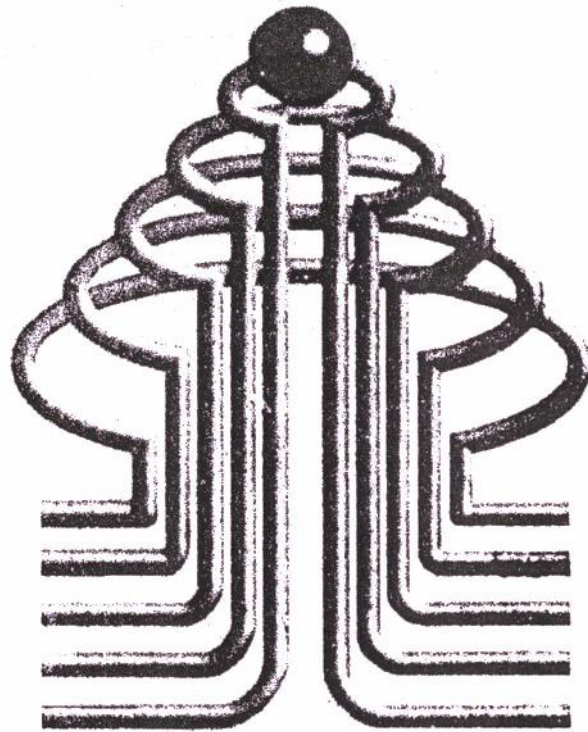
$$W_{wc} = (25\% - 17,500\%) \cdot 4255,32 = 319,15 \text{ cc.}$$

Berdasarkan perhitungan proporsi pencampuran diatas, maka didalam penelitian ini diambil empat macam persentase campuran clean set seperti yang telah diuraikan diatas. Agar kadar bahan clean set yang akan dicampur dengan tanah asli sesuai dengan apa yang direncanakan, maka dari bahan tersebut dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- Dihitung kadar air contoh tanah yang akan dicampur dengan additive sehingga akan diketahui berapa banyak air yang dikandung dalam tanah tersebut.



- Setelah kadar air tanah asli diketahui, lalu direncanakan kadar air untuk campuran tanah dengan additive yang kita ingini sesuai dengan rencana.
- Kemudian dicari berat kering dari masing-masing contoh tanah, berdasarkan kadar air tanah asli yang telah didapat. Perhitungan berat kering ini mencampur berapa banyak clean set yang diperlukan untuk campuran, sesuai dengan persentase rencana.
- Kemudian dicari berapa banyak air yang diperlukan untuk campuran, dan juga dihitung dari kadar air rencana.



ISTN

## BAB IV

## ANALISA DAN INTERPRESTASI DATA

## 4.1. Pengujian Laboratorium Tanah expansive (Tanah Asli).

Pengujian laboratorium tanah expansive pada daerah Tambun meliputi pengujian sifat fisik dan mekanik yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah Institut Sain dan Teknologi Jakarta. Dalam hal ini tanah expansive dihitung sebelum distabilisasi dan sesudah distabilisasi dengan Clean Set. Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan tanah expansive terutama mengenai perubahan koefisien permeabilitas tanah. Hal ini dimungkinkan karena tanah expansive itu sendiri merupakan tanah lempung yang banyak mengandung mineral montmorillinite dan sangat sensitip terhadap perubahan air.

Pengujian sifat fisik dan mekanik dari tanah expansive meliputi pengujian-pengujian khususnya mengenai batas-batas atterberg, berat jenis, kadar air, analisa ayakan dan hydrometer, koefisien permeabilitas.

#### 4.1.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Expansive (Tanah Tambun).

Hasil Pengujian laboratorium tanah expansive, untuk sifat fisik dan mekanik dapat terlihat dengan jelas seperti dibawah ini.

- Berat jenis = 1,682
- Analisa ukuran butir :
  - Lolos saringan No. 40 (0,420 mm) : 92,4 %
  - Lolos saringan no. 200 (0,074 mm) : 88,2 %
- Analisa hidrometer :
  - Batu Krikil (Grave) : 2 mm - 8 mm : 1,263%
  - Pasir (Sand) : 0,06 - 0,2 mm : 10,201%
  - Lanau (Silt) : 0,002 - 0,06 mm : 39,387%
  - Lempung (Clay) : < 0,002 mm : 49,149%
- Batas-batas Atterberg :
  - Batas cair (WL) : 96,5 %
  - Batas plastis (PL) : 28,027 %
  - Indeks Plastis (IP) : 68,473 %
- Pematatan :
  - Kadar air optimum (W opt) : 83,49 %
  - Kerapatan kering max ( $\tau$  max) : 0,649 gram/cm<sup>3</sup>



#### 4.1.2. Klasifikasi Tanah.

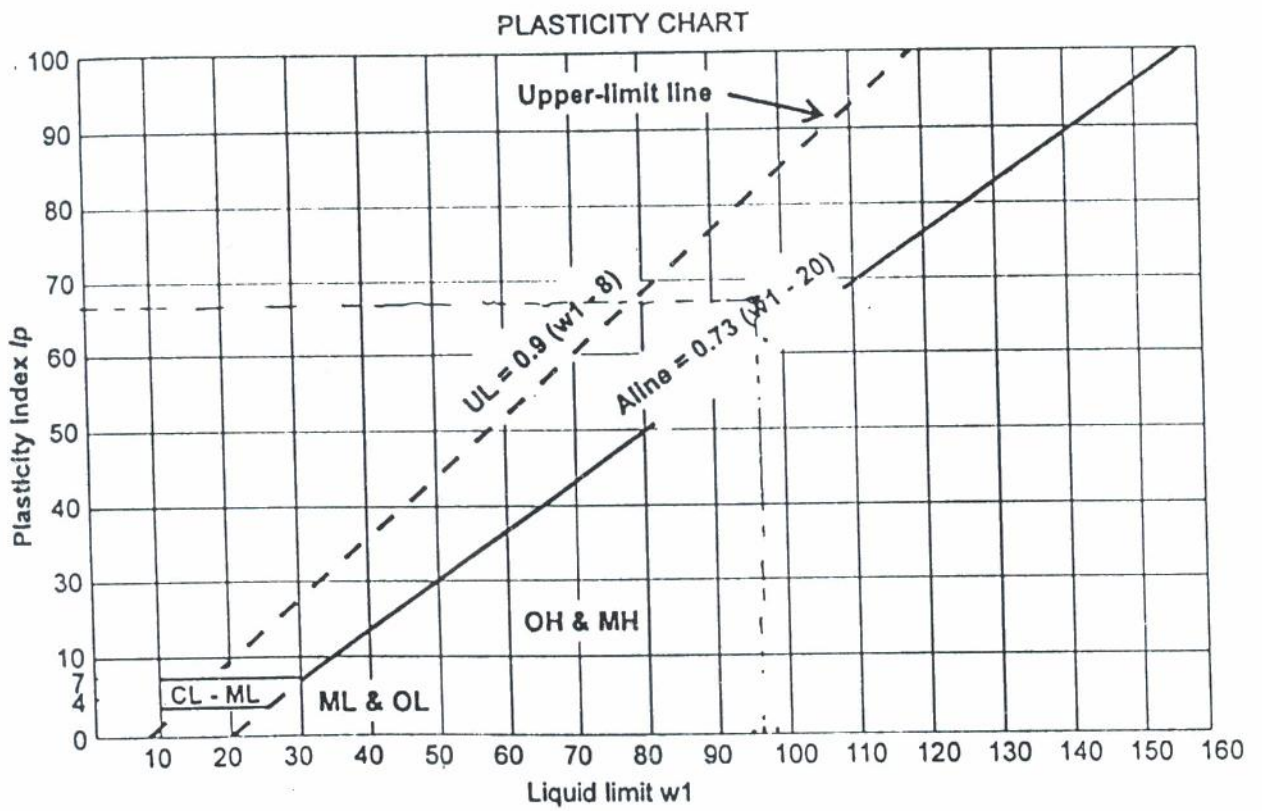
##### 4.1.2.1. Klasifikasi Tanah Expansive (Tambun).

##### 4.1.2.1.1. Klasifikasi Tanah Unified (USC).

Dari pengujian analisa ukuran butir kedalaman 100-145 cm tanah Tambun , dimana lebih dari 50 % tanah dapat lolos dari saringan NO.200, maka tanah dapat digolongkan sebagai tanah : Tanah berbutir halus.

Dari diagram plastisitas seperti yang terlihat dari gambar 4.1 yang nilai-nilainya didapat dari pengujian batas-batas Atterberg. Dari diagram tersebut menunjukkan tanah termasuk jenis CL dan ML yaitu lanau dengan batas cair tinggi dan mengandung bahan organik.





Gambar 4.1. Diagram plastisitas chart tanah Expanssive.

#### 4.1.2.1.2. Klasifikasi Tanah AASTHO.

Dari pengujian analisa ukuran butir tanah expansive, tanah yang lolos saringan No. 200 adalah 88,2. Pengujian batas-batas Atterberg, nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) adalah 96,5 % dan 66.473 %. Dengan menggunakan nilai-nilai di atas maka pada tabel 4.1. tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah kelompok A - 7 (tanah berlempung). Untuk menentukan sub kelompok, digunakan gambar 2.8 atau dengan perhitungan untuk tanah ini  $IP < LL - 30$ , yaitu :  $96,5 - 30 = 66,5$  , dari nilai batas-batas Atterberg didapat  $IP = 68,43\%$  , dimana  $(94,5 - 30) < IP$ , maka tanah adalah kelompok A - 7 - 6 .

Jadi klasifikasi tanah sistem AASTHO adalah A - 7 - 6, yaitu lanau kelempungan dengan batas cair tinggi dan elastis, dimana pada umumnya tanah ini buruk untuk digunakan sebagai tanah dasar untuk konstruksi.

### 4.3. Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Tanah.

#### 4.3.1. Karakteristik Pemasatan.

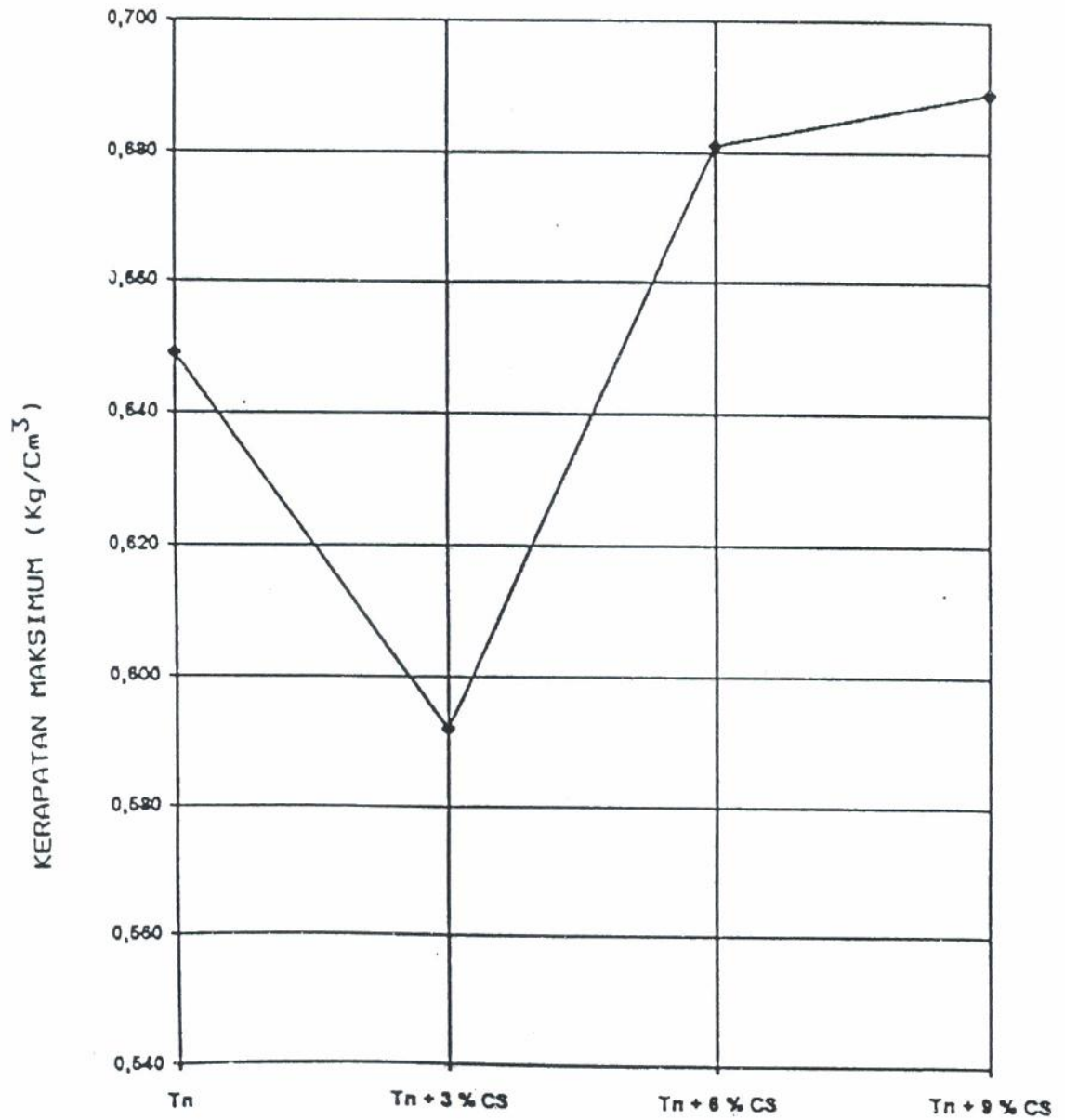
##### 4.3.1.1. Hasil Karakteristik Pemasatan.

Dalam hubungan tanah expansive (tambun) asli campuran Clean Set dapat mempengaruhi kerapatan tanah dan kadar air maksimum yang berbeda dengan karakteristik tanah asli.

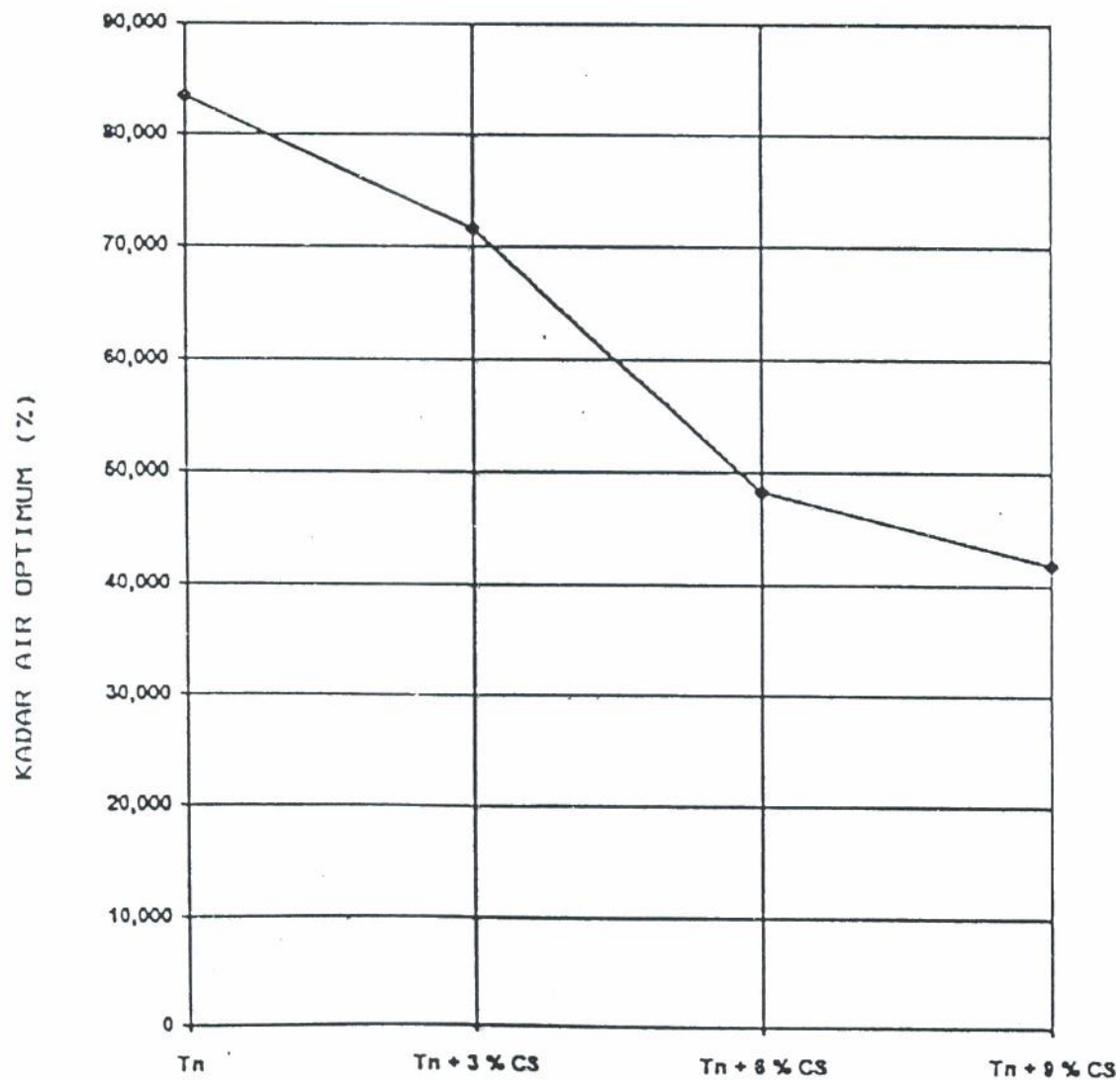
Dari tabel 4.2 dan gambar 4.2 dapat dilihat hasil pemeriksaan kepadatan standar tanah asli dan tanah yang dicampur dengan Clean set. Penambahan clean set dengan berbagai variasi persentase, penambahan beberapa persen clean set menurunkan kadar air optimum dan menaikkan kepadatan kering maksimum masing-masing campuran.

Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan pemasatan standart.

No	Bahan	Kadar air optimum (W opt) %	Kerapatan Max ( $\tau_{max}$ ) $9R/cm^3$
1	Tanah Asli	83,490	0,649
2	Tanah + 3 % Clean Set	71,530	0,592
3	Tanah + 6 % Clean Set	48,260	0,681
4	Tanah + 9 % Clean Set	41,843	0,689



Gambar 4.2. Grafik hubungan berat isi kering terhadap persentase clean set.



Gambar 4.3. Grafik hubungan persentase clean set dan kadar air tanah Tambun.



#### 4.3.1.2. Analisa Karakteristik Pematatan.

Hasil pengujian pematatan standart pada tanah asli serta tanah yang telah dicampur dengan clean set dengan persen yang telah dicantumkan sebelumnya, dapat ditinjau pada tabel 4.2.

Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa dengan penambahan persentase clean set, memberikan pengaruh yang sangat berarti kepada nilai kepadatan kering maksimum dan nilai kadar air optimum dari masing-masing campuran.

Pada penambahan clean set 3 %, nilai kadar air optimum sebesar 71,53 % ,disini terlihat nilai kadar air optimum ini naik dibandingkang dengan tanah asli sebesar 83,49 %. Penurunan kadar air optimum ini menunjukkan bahwa pada tanah expansive ini penambahan clean set mulai bereaksi. Air yang ada dalam tanah dengan perlahan-lahan mulai mengikat clean set dengan demikian ,air tanah akan mengikat dengan clean set.

Untuk penambahan clean set 6 %, kadar air optimum yang dikandung tanah tersebut menjadi lebih kecil dibandingkan dengan penambahan clean set 3 % . Demikian pula pada penambahan clean set 9 % kadar air optimum menjadi lebih

kecil dibanding pada tanah expansive yang dicampur dengan 6 % clean set.

Berat isi kering untuk tanah yang tidak dicampur dengan clean set  $0,649 \text{ gr/cm}^3$ . Untuk tanah yang telah dicampur dengan clean set berat isi kering tanah menjadi lebih besar sesuai dengan penambahan persentase clean set. Hal ini juga menunjukkan berat isi kering tanah akan lebih besar jika kadar air turun. Penyebab naiknya berat isi kering adalah akibat kadar air optimum menjadi kecil.

#### 4.3.2. Permeabilitas .

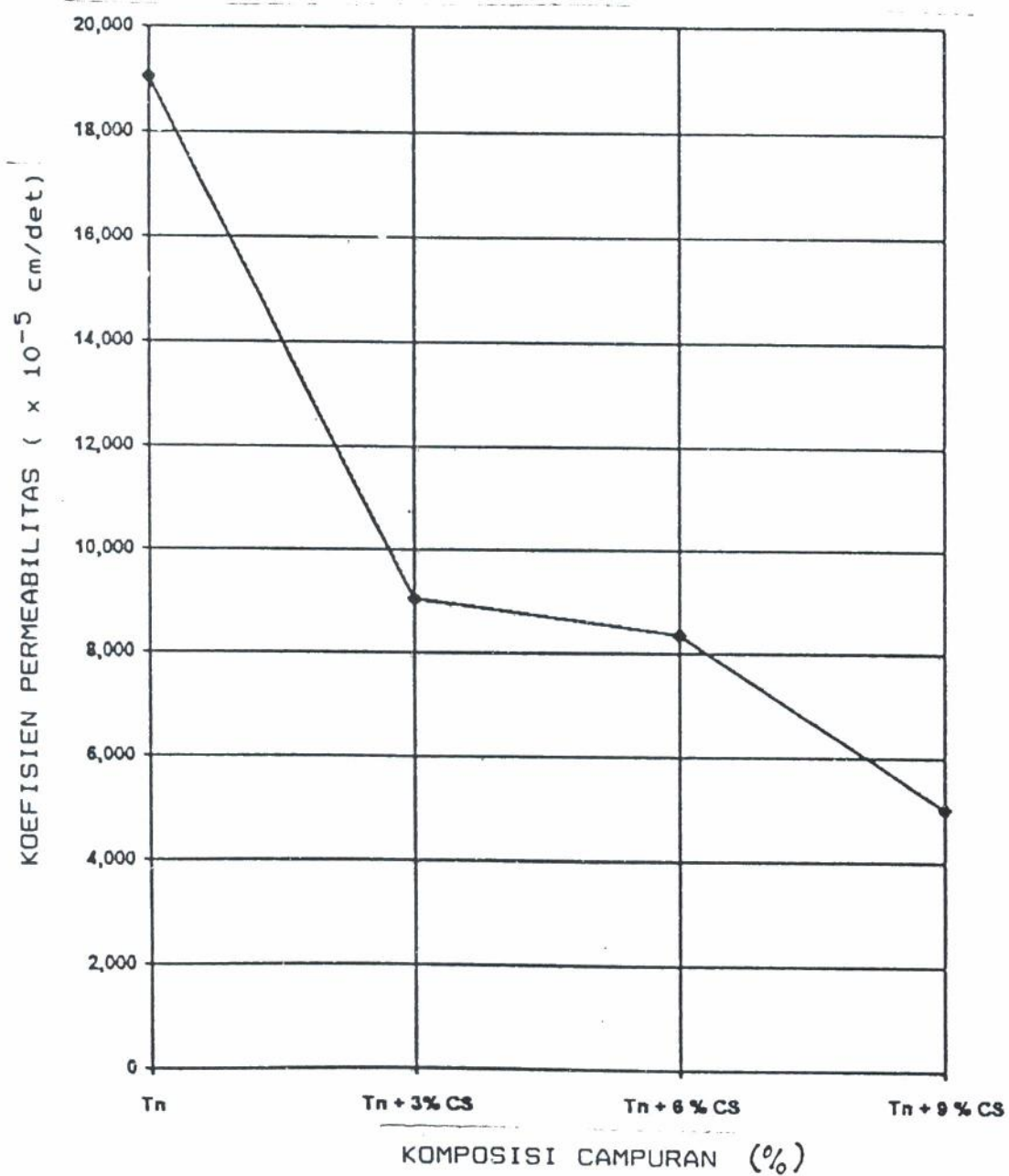
##### 4.3.2.1. Hasil Permeabilitas.

Pengaliran air didalam tanah sangat dipengaruhi oleh keadaan dari tanah , dalam hal ini tanah yang diselidiki adalah tanah expansive Tambun.

Tanah expansive mempunyai sangat terpengaruh oleh air, dimana koefisien permeabilitas tanah ini mempunyai nilai yang kecil. Adapun nilai hasil penyelidikan tanah expansive dengan berbagai campuran clean set adalah sebagai berikut dibawah ini.

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan permeabilitas pada berbagai campuran Clean Set.

No	Bahan	Kt * $10^{-5}$ cm/det	K15 * $10^{-6}$ cm/det
1	Tanah Asli	2,78412	19,0378
2	Tanah + 3 % Clean Set	1,36913	9,0398
3	Tanah + 6 % Clean Set	1,28967	8,3570
4	Tanah + 9 % Clean Set	0,78521	5,0370



Gambar 4.4. Perbandingan nilai koefisien permeabilitas dengan stabilisasi Clean Set.

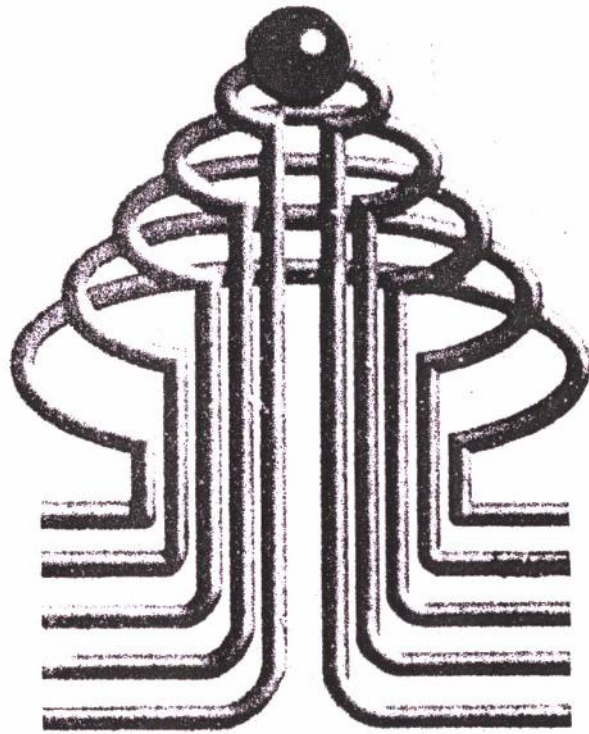
#### 4.3.2.2. Analisa Permeabilitas.

Permeabilitas tanah merupakan daya alir dari air dalam tanah tersebut. Tanah expansive mempunyai kandungan air yang besar dan kemampuan aliran air didalam tanah itu kurang baik. Terlihat dari hasil percobaan tanah dengan campuran clean set mempunyai nilai permeabilitas yang berbeda-beda, berarti ada pengaruh clean set terhadap pengaliran air.

Permeabilitas tanah expansive tanpa pencampuran clean set mempunyai nilai permeabilitas  $19,0378 \times 10^{-5}$  cm/det. Dengan penambahan clean set 3 % terlihat nilai permeabilitas air sebesar  $9,0398 \times 10^{-5}$  cm/det dibandingkan tanah tanpa campuran clean set menurun. Hal ini menunjukkan kecepatan pengaliran air tanah berkurang. Untuk penambahan clean set dengan persentase 6 % dan 9 % dengan nilai  $8,3570 \times 10^{-5}$  cm/det dan  $5,0370 \times 10^{-5}$  cm/det. Hal ini menunjukkan nilai permeabilitas tanah bertambah kecil akibat penambahan clean set, sehingga tanah yang telah dicampur dengan clean set tersebut akan lebih sulit ditembus oleh air.

Dengan sulitnya tanah tersebut ditembus oleh air pada penambahan clean set, berarti stabilisasi tanah expansive dengan clean set berhasil.





**ISTN**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN.

#### 5.1. Kesimpulan.

Setelah mengadakan beberapa kegiatan percobaan dilaboratorium maka penulis mendapatkan beberapa hasil daripada pengujian stabilisasi tanah expansive dengan memakai clean set (CS-10) dalam berbagai variasi persentase campuran. Adapun dari hasil-hasil percobaan itu, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

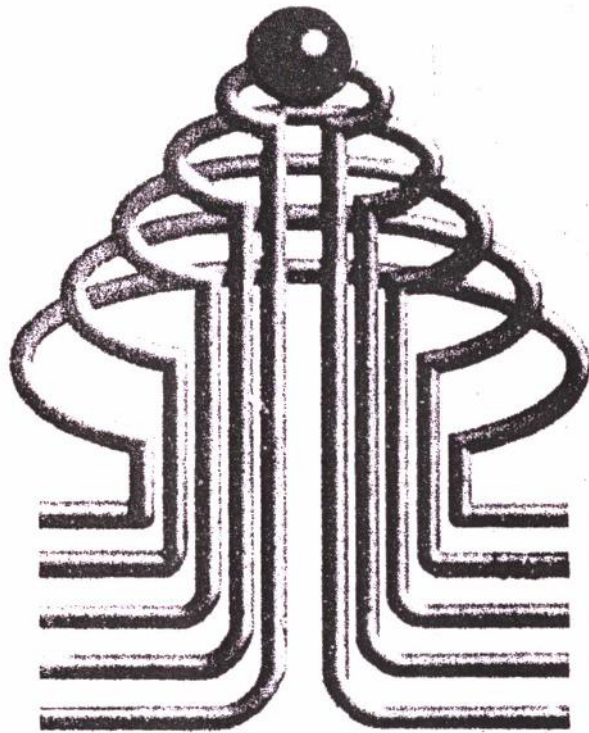
- Bahwa dengan adanya penambahan bahan stabilisasi ada suatu perubahan koefisien permeabilitas pada tanah expansive.
- Penambahan bahan stabilisasi clean set pada tanah expansive memberikan pengaruh kepada karakteristik pemadatan, makin tinggi persentase clean set yang diberikan maka terjadi penurunan nilai pada kadar air optimum . Nilai kadar air optimum dengan persentase penambahan clean set 0%, 3 %, 6% dan 9%, yaitu 83,49 % ,71,53%, 48,26% dan 41,843% akan terlihat terjadi penurunan.

- Turunnya kadar air optimum dengan stabilisasi clean set mengakibatkan kenaikan berat isi kering sesuai dengan persentase penambahan clean set tersebut. Besarnya nilai kerapatan kering dengan persentase penambahan clean set 0%, 3%, 6% dan 9%, yaitu  $0,649 \text{ gr/cm}^3$ ,  $0,592 \text{ gr/cm}^3$ ,  $0,681 \text{ gr/cm}^3$  dan  $0,689 \text{ gr/cm}^3$ .
- Koefisien permeabilitas tanah expansive setelah distabilisasi dengan clean set 0%, 3%, 6% dan 9% menunjukkan adanya pengurangan nilai permeabilitas yaitu  $19,0378 \times 10^{-5} \text{ cm/det}$ ,  $9,0398 \times 10^{-5} \text{ cm/det}$ ,  $8,3570 \times 10^{-5} \text{ cm/det}$  dan  $5,0370 \times 10^{-5} \text{ cm/det}$ . Dengan pengurangan koefisien permeabilitas tersebut berarti air tanah akan lebih sulit mengalir, sehingga tanah akan lebih aman terhadap gangguan air.

## 5.2. Saran-saran.

1. Setelah melihat daripada hasil-hasil pengujian yang diperoleh selama penelitian di laboratorium, dimana nilai permeabilitas terjadi penurunan akibat adanya stabilisasi dengan clean set, oleh karena itu sebaiknya pengamatan dilanjutkan agar dapat dilakukan pula terhadap jenis-

- jenis tanah yang lain.
2. Untuk pelaksanaan dilapangan pencampuran clean set diusahakan dengan seteliti mungkin sehingga pengaruhnya dapat merata pada tanah yang ingin distabilisasikan.



**ISTN**



## DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J 1986, Analisa dan Disain Pondasi jilid 1 dan 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Braja M Das, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1 dan 2, Penerbit Erlangga Jakarta , 1991.
3. Idrus, 1994, Pedoman Praktikum Mekanika Tanah Jilid 1,2 dan 3, Penerbit Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta.
4. Karl Terzaghi dan Ralph., "Mekanika Tanah dalam Rekayasa", Erlangga, 1987.
5. R.F.Craig, Budi Susilo, "Mekanika Tanah", Airlangga, 1989
6. Sunggono, Mekanika Tanah, Penerbit Nova Bandung, 1982.
7. Pedoman - Teknis "Clean Set".