

LAPORAN PENELITIAN

PENGARUH SIKLUS BASAH KERING TERHADAP

TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN

DAN FLY ASH

Dikerjakan Oleh :

Ir. Idrus M.Sc
Staff Pengajar Jurusan Sipil ISTN



ISTN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
1996

LABORATORIUM

REKAYASA TEKNIK BANGUNAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS

YOGYAKARTA

1990

1990



INSTITUT TEKNIK BANGUNAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
1990

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**



ISTN

**PENGARUH SIKLUS BASAH KERING
TERHADAP TANAH TANG DISTABILISASI
DENGAN SEMEN DAN FLY ASH**

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 Sains dan Teknologi Nasional
Jakarta 1996**

REPUBLIC OF INDONESIA
MINISTRY OF HEALTH



REPUBLIC OF INDONESIA
MINISTRY OF HEALTH
DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH

Department of Public Health
Faculty of Health Sciences
University of Indonesia
Jakarta, Indonesia

Department of Public Health

Faculty of Health Sciences
University of Indonesia
Jakarta, Indonesia
1998

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 **“Pengaruh Siklus Basah Kering Terhadap Tanah Tang Distabilisasi Dengan Semen Dan Fly Ash”**.

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, 1996
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

DAFTAR ISI

	Hal
ABSTRAK	... i
KATA PENGANTAR	... ii
DAFTAR ISI	... iv
DAFTAR TABEL	... vi
DAFTAR GAMBAR	... vii
BAB I PENDAHULUAN	... 1
1.1 Latar Belakang	... 1
1.2 Maksud dan Tujuan	... 3
1.3 Ruang Lingkup	... 3
1.4 Metode Penulisan	... 4
1.5 Sistematika Penulisan	... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	... 6
2.1 Tanah Dasar sebagai Bagian Konstruksi Jalan	... 6
2.2 Stabilisasi Tanah	... 8
2.2.1 Konsep umum stabilisasi tanah dasar	... 8
2.2.2 Macam - macam stabilisasi tanah	... 8
2.3 Klasifikasi Tanah	... 10
2.3.1 Sistim klasifikasi tanah Unified	... 11
2.3.2 Sistim klasifikasi tanah AASHTO	... 12
2.4 Stabilisasi Tanah dengan Semen	... 15

2.4.1	Perkembangan tanah semen	... 15
2.4.2	Semen	... 15
2.4.3	Fly Ash	... 16
BAB III	METODE PENELITIAN	... 22
3.1	Persiapan Bahan	... 22
3.2	Metode Campuran Tanah Semen	... 22
3.3	Pengamatan	... 23
BAB IV	HASIL PENGUJIAN	... 32
4.1	Hasil Pengujian Terhadap Tanah Asli	... 32
4.2	Pengujian Terhadap Campuran Tanah dengan Semen dan Tanah dengan Semen dan Fly Ash	... 34
4.2.1	Pengaruh semen dan semen & fly ash terhadap plastisitas tanah	... 34
4.2.2	Pengaruh siklus basah kering terhadap nilai CBR	... 35
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN - SARAN	... 40
5.1	Kesimpulan	... 40
5.2	Saran - Saran	... 41
	DAFTAR PUSTAKA	... 42
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1. Sistim klasifikasi tanah Unified	11
Tabel 2.2. Sistim klasifikasi AASHTO	12
Tabel 4.1. Sifat fisik tanah asli	32
Tabel 4.2. Pengaruh kadar semen dan fly ash terhadap Plastisitas tanah	34
Tabel 4.3 Pengaruh siklus basah kering terhadap nilai CBR	35
Tabel 4.4. Berat isi kering (d) pada pengujian CBR	38
Tabel 4.5. Kadar air (w) pada pengujian CBR	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Nilai-nilai batas-batas Atterberg untuk subkelompok A4, A5, A6, A7	14
Gambar 4.1. Hasil pengujian pemadatan tanah asli	33
Gambar 4.2. Pengaruh siklus terhadap nilai CBR	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jalan raya merupakan sarana yang sangat penting dalam fungsinya untuk menghubungkan satu daerah dengan daerah lainnya terutama untuk perkembangan daerah itu sendiri. Di negara - negara berkembang, peningkatan transportasi terutama melalui penyediaan kendaraan bermotor dan jalan raya merupakan tujuan utama.

Dengan meningkatnya arus pembangunan disuatu daerah maka kepadatan lalu lintasnya otomatis akan meningkat pula, yang berarti menuntut tingkat pelayanan yang hanya dapat dicapai dengan menambah jumlah jalan raya yang ada dan menetapkan tebal perkerasan konstruksi jalan yang sesuai.

Untuk mendapatkan perkerasan konstruksi jalan raya yang baik kekuatan tanah dasarnya memegang peranan yang sangat penting. Apabila suatu tanah yang terdapat dilapangan bersifat sangat lepas atau mudah tertekan, tidak mempunyai indeks konsisiten yang sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi serta mempunyai sifat lainnya yang tidak di inginkan, sehingga tidak sesuai untuk pembangunan suatu proyek jalan maka tanah tersebut perlu di stabilisasi.

Stabilisasi dapat dilakukan dengan menerapkan salah satu tindakan berikut :

1. Menambah material untuk menyebabkan perubahan - perubahan kimia dan fisis dari material tanah.

2. Mengganti lapisan tanah yang buruk dengan yang lebih baik.
3. Menambah kerapatan tanah.

Sifat tanah asli merupakan suatu bahan yang kompleks dan sangat bervariasi kandungan mineralnya. Dengan sifat tersebut maka tanah memberikan kemungkinan yang luas dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi jalan.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam perencanaan tebal perkerasan :

1. Tanah dasar.
2. Volume, komposisi dan beban lalu lintas.
3. Sifat bahan dan jenis konstruksi.
4. Faktor lingkungan.

Dari sekian banyak faktor - faktor di atas penulis akan membahas tanah dasar (sub grade) di karenakan tebal tipisnya perkerasan yang direncanakan tergantung dari kekuatan sub grade tersebut, dengan kata lain semakin besar nilai kekuatan sub grade maka biaya pembuatan jalan semakin kecil. Masalah kekuatan tanah dasar juga merupakan kegagalan secara umum untuk mewujudkan perkerasan jalan yang direncanakan. Maka oleh karena itu permasalahan tanah dasar pada konstruksi jalan raya layak untuk di kaji lebih lanjut.

Jika tanah digunakan sebagai bahan pondasi suatu jalan atau sebagai material konstruksi suatu timbunan maka tanah tersebut harus dalam keadaan stabil, yang mana tanah tersebut mampu secara terus menerus menahan terjadinya pergerakan lateral akibat suatu beban dalam keadaan cuaca yang bagaimanapun.

Sifat - tanah yang memberikan stabilitas tanah adalah kekuatan geser yang tinggi, permeabilitas yang rendah dan kemampuan menyerap air yang rendah. Untuk mendapatkan sifat - sifat tanah seperti itu dapat dilakukan dengan bermacam - macam proses seperti pemadatan atau stabilitas.

Dari beberapa metode stabilitas tanah yang biasa digunakan pada konstruksi jalan ini, penulis akan mencoba mengadakan penelitian mengenai pengaruhnya terhadap cuaca.

Dalam tulisan ini akan dibahas mengenai pengaruh cuaca terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen dan fly ash.

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh cuaca (basah dan kering) terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen dan fly ash.

Tujuan penulisan yang ingin dicapai pada akhir penulisan ini diharapkan mengetahui kesimpulan mengenai :

1. Sifat - sifat sub grade setelah dicampur dengan semen dan fly ash.
2. Mengetahui perbandingan antara tanah yang distabilisasi dengan semen dan yang distabilisasi dengan fly ash, terhadap pengaruh basah dan kering.

1.3 RUANG LINGKUP DAN BATAS PEMBAHASAN.

Lingkup pembahasan dititik beratkan pada pengaruh cuaca terhadap kondisi tanah yang distabilisasi dengan semen dan fly ash didaerah kelapa gading - Jakarta Utara.

Parameter yang digunakan untuk mengetahui pengaruh cuaca terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen dan fly ash adalah nilai Atterberg, Specific Gravity, Analisa Saringan, CBR.

Penulisan ini hanya terbatas pada hasil percobaan yang dilakukan pada laboratorium, sesuai dengan diagram alur pekerjaan yang digunakan.

1.4 METODE PENULISAN.

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah berdasarkan teori - teori laboratorium MEK-TAN dengan dibantu Literatur Mekanika tanah sebagai buku acuan serta bahan - bahan yang didapatkan dibangku kuliah.

1.5 SISTIMATIKA PENULISAN.

Penulisan tugas akhir ini terbagi dalam 5 bab, dengan tahapan secara garis besar adalah sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Dalam bab ini penulis menguraikan mengenai latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini serta sistimatika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini penulis menguraikan mengenai klasifikasi tanah, macam tanah, macam stabilisasi tanah, macam-macam stabilisasi tanah dengan semen. Perkembangan tanah semen, semen dan fly ash.

Bab III : Metode Penelitian

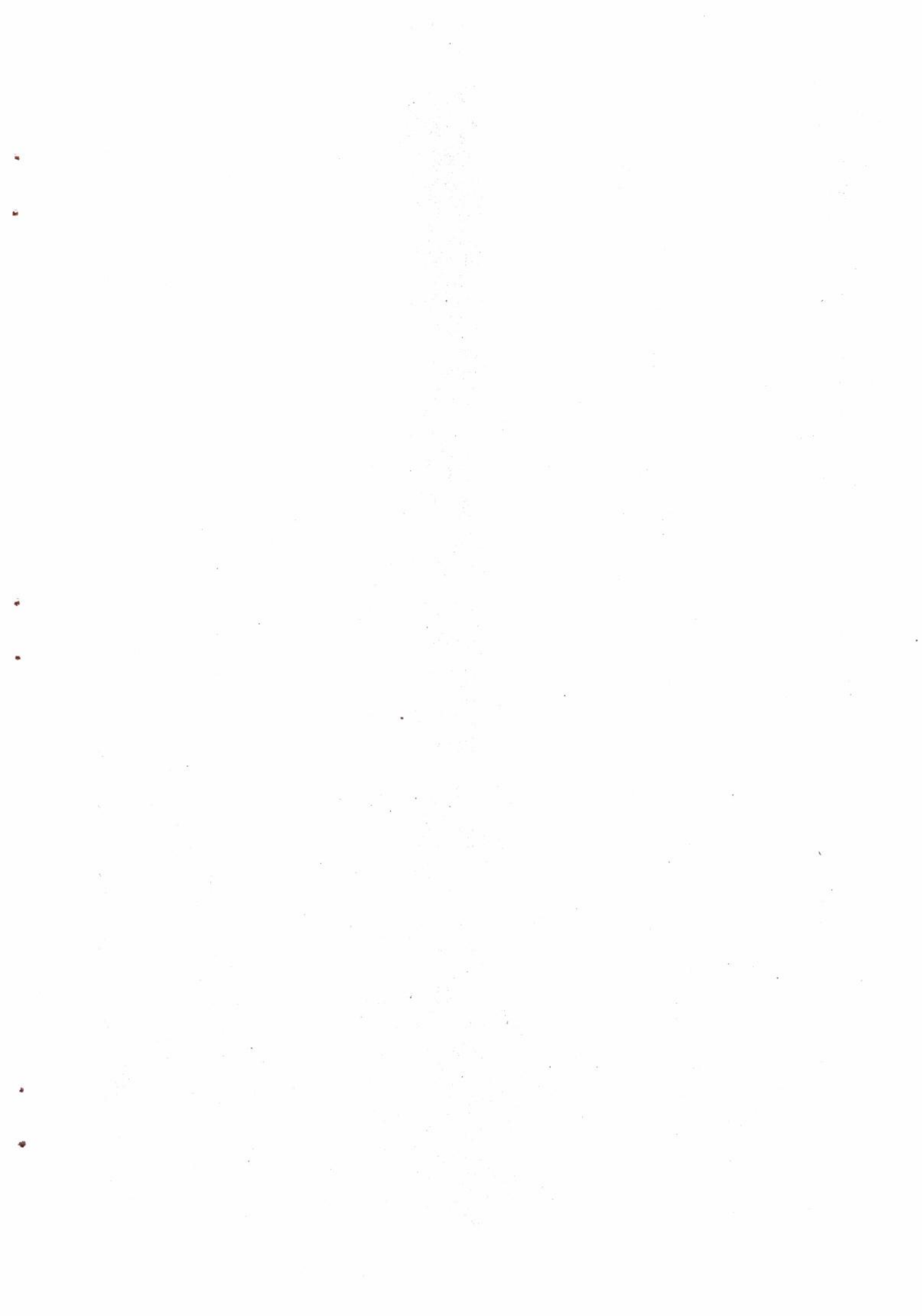
Dalam bab ini penulis menguraikan cara kerja yang diterapkan di laboratorium. Cara kerja ini juga disertai bahan yang akan digunakan, proses pencampuran bahan serta pengujian bahan-bahan tersebut.

Bab IV : Hasil Pembahasan

Dalam bab ini penulis menguraikan mengenai hasil - hasil yang diperoleh dalam pengujian di Laboratorium serta melakukan pembahasan tentang pengaruh basah kering terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen dan dengan semen dan fly ash.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini penulis menguraikan mengenai kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian di laboratorium dan mengemukakan saran - saran yang bisa digunakan untuk menerapkan stabilisasi tanah dengan semen dan semen dan fly ash.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TANAH DASAR SEBAGAI BAGIAN KONSTRUKSI JALAN RAYA.

Konstruksi jalan raya terdiri dari tanah dasar (sub grade) dan perkerasan jalan (pavement) bagian - bagian perkerasan jalan adalah merupakan lapis - lapis material yang dipilih dan dikerjakan menurut persyaratan tertentu sesuai dengan macam dan fungsinya untuk menyebarkan beban roda kendaraan sedemikian rupa sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar dalam batas daya dukungnya.

Sesuai dengan permasalahan yang akan di bahas dalam penulisan ini, maka peninjauan hanya terbatas mengenai lapisan tanah dasar.

Tanah dasar adalah bagian yang berada dibawah struktur perkerasan yang mana mempunyai fungsi sebagai pendukung tegangan desak akibat beban lalu lintas yang telah disebarkan melalui lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari karakteristik dan daya dukung tanah dasar, terutama pada perkerasan lentur (rigid pavement). Kekuatan tanah dasar akan menentukan tebal tipisnya lapisan konstruksi perkerasan di atasnya.

Hal - hal yang perlu diperhatikan pada tanah dasar adalah :

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- Tidak seragamnya daya dukung tanah.
- Sifat pengembangan dan penyusutan dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tertentu.
- Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas yang berulang sehingga terjadi penurunan.

Untuk mencegah timbulnya persoalan diatas serta mengingat begitu pentingnya peranan dan pengaruh dari tanah dasar terhadap perkerasan jalan, maka tanah dasar sebaiknya dipersiapkan dengan mantap agar kontruksi jalan raya nantinya dapat berfungsi dengan baik.

Biasanya kemantapan suatu tanah akibat dari kekuatan tanah tersebut ditinjau dari daya dukungnya. Cara-cara yang umum dipakai sekarang ini merupakan cara empiris yaitu cara yang tidak berdasarkan pada teori yang benar - benar yang tepat. Cara ini berdasarkan sebagian pada pengalaman dan masing-masing memakai cara tersendiri untuk menentukan kekuatan tanah.

Cara yang paling umum dipakai, terutama di Indobesia untuk mengetahui daya dukung tanah dasar adalah CBR (California Bearing Ratio)¹

Tetapi ada cara lain yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar yaitu cara kekuatan tekan bebas (Unconfined Compressive Test).

¹ Wesley, L.D. Dr. Ir. Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta 1997.

2.2 STABILISASI TANAH.

2.2.1 Konsep Umum Stabilisasi Tanah Dasar.

Sebagian besar lokasi bangunan didaerah perkotaan telah di gunakan sehingga lokasi alternatif mungkin tidak akan praktis. Akhir - akhir ini, tempat - tempat seperti bekas penimbunan sampah, rawa - rawa, semak belukar, tepi bukit, dan areal kurang baik lainnya telah dipakai sebagai lokasi konstruksi, dan gejala ini terlihat cenderung berlangsung terus dan bahkan makin banyak terjadi. Apabila tempat alternatif tidak tersedia atau pertimbangan lingkungan, oposisi dari masyarakat dan penggunaan Zona telah sangat membatasi pilihan yang tersedia, maka makin dibutuhkan modifikasi atau stabilisasi terhadap tanah pada lokasi bangunan guna mendapatkan sifat - sifat yang diinginkan. Penyelesaian yang secara ekonomis menguntungkan merupakan suatu tantangan bagi para Insyur Geoteknik.

2.2.2 Macam - macam Stabilisasi Tanah.

tabilisasi tanah yang digunakan untuk meningkatkan mutu tanah ada 3 macam, yaitu sebagai berikut :²

1. *Stabilisasi cara mekanis.*

Melakukan perbaikan tanah dengan tanpa penambahan bahan - bahan tertentu untuk memberikan daya dukung, kekuatan dan tekanan perubahan terhadap sifat - sifat tanah dapat di realisir dengan :

- Membuang udara (mengurangi volume rongga) dari tanah dengan cara pemadatan.
- Kadar air dijaga dalam suatu batas yang konstan (misalnya dengan drainase).
- Perbaikan Gradasi yaitu penambahan Fraksi tanah yang masih kurang.

² *Kezdi Arpod, Stabilized Earth Roads, Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1979*

2. *Stabilisasi cara fisik.*

Perbaikan tanah dengan memanfaatkan perubahan - perubahan fisik yang terjadi terhadap tanah seperti :

- Hidrasi (Proses hidrasi) semen akan membentuk ikatan. Antara partikel tanah sehingga campuran semen dan tanah akan mengeras.
- Absorpsi / penyerapan air (seperti yang terjadi pada stabilitas kapur).
- Evaporasi / penguapan, yaitu dengan penguapan emulsi aspal (bitumen) untuk menguatkan tanah.

3. *Stabilisasi cara kimiawi*

Perbaikan tanah dengan menggunakan reaksi - reaksi kimia terhadap tanah sehingga tanah menjadi keras diantaranya :

- Pertukaran ion, yaitu dengan menukar reaksi ion antara butir - butir tanah.
- Presipitasi / Pengendapan, yaitu dengan mencampur dua macam campuran, sehingga akan menimbulkan atau menghasilkan suatu campuran yang baru dimana dapat menimbulkan pepadatan pada tanah atau stabilisasi tanah.
- Polimerisasi, yaitu dalam kondisi tertentu, beberapa zat sederhana dicampur sehingga akan membentuk zat baru yang memiliki molekul lebih besar dan akan menimbulkan pengaruh stabilisasi.

Cara lain untuk stabilisasi tanah ada 4, yaitu :³

1. Secara dinamis (yang paling murah), yaitu memadatkan tanah dasar dengan wals biasa atau dengan wals khusus, sebaiknya dengan wals yang dilengkapi alat penggetar (Vibrator)

³ Soedarsono, Djoko Untung. *Konstruksi Jalan Raya Jakarta* : Badan Penerbit Pekerjaan Umum 1985

2. Memperbaiki Gradasi, yaitu dengan menambahkan fraksi yang masih kurang, kemudian diaduk dan dipadatkan. Biasanya yang kurang ialah fraksi - fraksi yang berbutir kasar dan untuk ini biasa dipergunakan koral campur pasir atau pasir biasa.
3. Dengan sistem Stabilisasi kimia yaitu dengan menambah semen P.C. kapur atau bahan kimia lainnya, kemudian diaduk dan didapatkan sepanjang tanah dasar tersebut tidak jelek sekali.
4. Membongkar dan mengganti. Bila tanah dasar jelek sekali maka tidak ada cara lain selain dari pada tanah aslinya di bongkar (diganti) dan kemudian diganti dengan tanah lain / pasir yang kualitasnya cukup baik (CBR lebih 6 %).

2.3 KLASIFIKASI TANAH.

Tanah dapat di klasifikasikan secara umum sebagai tanah tidak kohesif dan tanah kohesif atau sebagai tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Istilah ini terlalu umum, sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah yang hampir sama sifatnya. Disamping itu klasifikasi di atas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk suatu bahan konstruksi atau tidak.

Karena metode Stabilitas sangat berpengaruh pada jenis tanah yang akan distabilisasi, maka klasifikasi dari suatu jenis tanah merupakan persyaratan yang harus diketahui lebih dahulu sebelum pekerjaan stabilisasi tanah dapat dilaksanakan.

Sejumlah sistem klasifikasi tanah digunakan pada akhir - akhir ini, namun yang paling umum digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah yaitu klasifikasi tanah sistem AASHTO dan klasifikasi tanah sistem Unified.

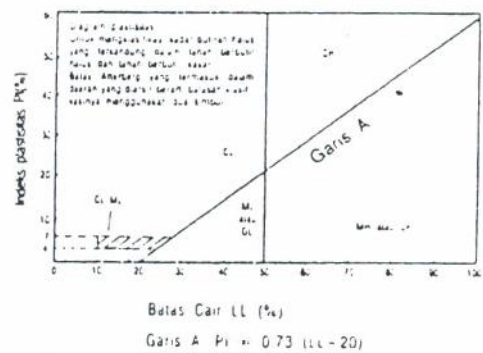
2.3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified.

Pada sistem ini Tanah di klasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50 % tinggal dalam saringan No. 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau dan lempung) Jika lebih dari 50 % lewat saringan Nomer 200. selanjutnya tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok seperti dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1.

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria Klasifikasi	
Kerikil 50% atau lebih dari kelas kerikil tertahan saringan no. 200 (4.75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas maka dipakai simbol simbol	
	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
Pasir lebih dari 50% kelas pasir tertahan saringan no. 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas maka dipakai simbol simbol	
	SC	Pasir berlanau, campuran pasir-lempung		
	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation: D-2488
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (clean clays)	
OL		Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
MH		Lanau tak organik atau pasir halus diatomae lanau elastis		
Lanau dan lempung batas cair > 50%	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation: D-2488	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi	PT	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 50% lolos saringan no. 200, GM, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos saringan no. 200, Batasan klasifikasi GM, GC, SM, SC 5% - 12% lolos saringan no. 200 Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol double



2.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO.

Sistem ini membagi tanah kedalam 8 kelompok, A1 sampai A8 termasuk sub kelompok. Tanah - tanah dalam tiap kelompoknya di evaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus - rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas - batas Atterberg.

Sistem Klasifikasi AASHTO dapat dilihat dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2.

Klasifikasi umum	Material granuler (< 35% lolos saringan no.200)							Tanah-tanah lempung - lempung (< 35% lolos saringan no.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan (%)											
< 75 mm (no. 20)	50 maks	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
< 425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	—	—	—	—	—	—	—	—
< 75 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
batas maks lolos saringan no. 40											
Batas dan (PI)	—	—	—	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
indeks plastis (PI)	6 maks	np	np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks				8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang cocok pada umumnya	pecahan batu, kerikil dan pasir		pasir halus	kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				tanah berlanau		tanah berlempung	
Perkiraan umum seberapa tanah dasar	sangat baik sampai baik							sedang sampai buruk			

Catatan: kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya. PI.
 untuk PI < 30 klasifikasinya A-7-5
 untuk PI > 30 klasifikasinya A-7-6
 np = nonplastis

Indeks kelompok (Group Indeks) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah dalam kelompoknya.

$$GI = (F - 35) [0,2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.001 (F - 15) (PI - 10)$$

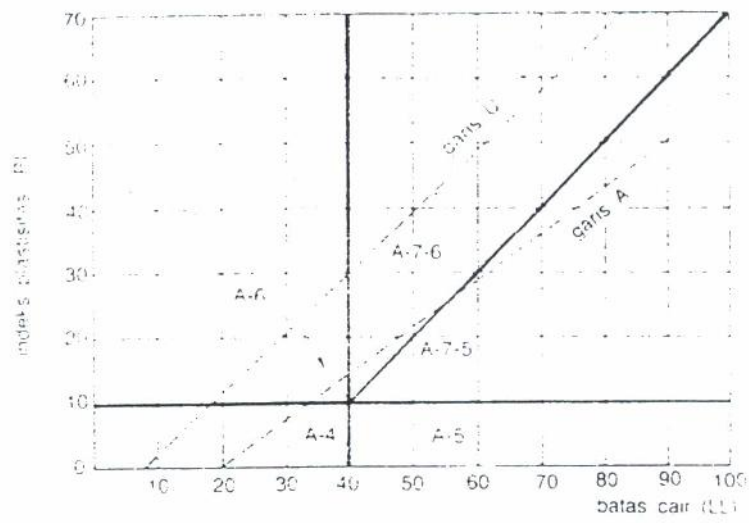
dengan

GI	=	Indeks kelompok (Group Indeks).
F	=	Persen material lolos saringan No. 220
LL	=	Batas Cair.
PI	=	Indeks Plastis.

Bila nilai Indeks kelompok (GI) semakin tinggi semakin kurang ketepatan penggunaan tanahnya. Tanah Granuler diklasifikasikan kedalam klasifikasi A1 sampai A3. tanah A1 Granuler yang bergradasi baik, sedangkan A3 adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A2 termasuk tanah Granuler (kurang dari 35 % lewat saringan No. 200) tetapi masih terdiri dari atas lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasi dari A4 sampai A7, yaitu tanah lempung lanau perbedaan keduanya didasarkan pada batas batas Atterberg Gambar 2.1 dapat digunakan untuk memperoleh batas - batas antara batas cair (LL) dan indeks Plastis (PI) untuk kelompok A4 sampai A7 dan untuk sub kelompok dalam A - 2.

Dalam gambar 2.1 Garis A dari Gasagrande dan garis U digambarkan bersama - sama. Tanah Organik tinggi seperti tanah gambur (peat) diletakan dalam kelompok A8.

Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Nilai-nilai batas-batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7.

2.4 STABILISASI TANAH DENGAN SEMEN.

2.4.1 Perkembangan Tanah Semen

Perkembangan dan pengembangan campuran tanah semen dilakukan pada permulaan abad ke 20 di Amerika serikat. Bertahun - tahun orang membuat dan mengembangkan campuran kombinasi tanah dan semen, dengan tujuan utama yaitu untuk menghasilkan bahan lapisan perkerasan yang kuat dan tahan lama dengan biaya yang sangat murah.

Penelitian dan percobaan tanah semen terus dilakukan, maka akibatnya makin bertambah hasil penelitian percobaan jalan dengan lapisan pengerasan tanah - semen. Ribuan kilometer jalan tanah - semen telah dibangun di Amerika serikat dan Kanada, akibatnya banyak negara - negara lain yang mengikuti jejaknya untuk mengadakan penelitian yang lebih intensif dan juga membangun jalan - jalan dengan menggunakan bahan tanah - semen sebagai lapisan pengerasan badan jalan.

Di Indonesia pada tahun 1973 didaerah jambi, untuk daerah - daerah yang sulit mendapat sumber krikil dan pasir atau terlalu jauh jarak pengangkutan bahan - bahan maka telah di coba mengerjakan stabilisasi tanah dengan semen⁴.

2.4.2 Semen.

Bahan yang digunakan pada stabilisasi semen salah satunya adalah semen. Semen adalah Material yang memberikan sifat - sifat adhesip dan kohesip yang membuat bagian - bagian mineral terikat satu dengan lainnya menjadi suatu masa yang kokoh (Iskandar, 1979).

⁴ Campuran tanah semen sebagai lapisan perkerasan pada konstruksi jalan raya A T P U Prop. Dati I JABAR 1978

Semua semen dapat digunakan untuk stabilisasi tanah. tapi umumnya yang dipakai adalah semen Portland (PC), mengingat PC mudah didapatkan dan selalu tersedia di pasaran di dalam jumlah besar. Apapun jenis semen yang digunakan, harus dikonfirmasi dahulu terhadap standar semen normal, karena jenis semen yang tidak cocok akan mengakibatkan kegagalan. Mutu semen yang rendah ataupun semen yang telah rusak sedapat mungkin tidak digunakan. (*Herry Budianto, 1986*).

Hal - hal yang menyebabkan semen sangat disukai sebagai bahan stabilisasi antara lain:

1. Semen mudah didapatkan, tersedia dalam jumlah besar dengan harga yang relatif terjangkau.
2. Penggunaan semen pada umumnya membutuhkan lebih sedikit perawatan dibandingkan dengan metode stabilisasi lainnya.
3. Hampir semua jenis tanah dapat di stabilisasi dengan semen apabila digunakan sejumlah semen dan air yang tepat serta pemadatan dan perawatan (curing) yang memadai.

2.4.3 Fly Ash.

Lembaga penelitian dan bahan - bahan mendefinisikan Pozzolan sebagai Siliceum, atau Siliceum dan Aluminium (aluminous) yang mana di dalamnya terkandung sedikit atau tidak adanya unsur semen tetapi akan terdapat, bila Pozzolan itu terbagi dalam bentuk yang tepat dan dengan adanya kelembaban. bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar untuk membentuk bahan yang mengandung unsur semen.

Fly ash tipe F dan C di proses dan didistribusikan oleh Pozzolanitic yaitu dengan proses pembakaran batu bara dalam mesin - mesin bertenaga besar. Pozzolanitic Fly ash dikumpulkan dalam alat pengendap elektostatika (electrostatic precipitator) atau ruang

penyimpanan, lalu diklasifikasikan menurut ukuran partikel yang tepat, dengan demikian akan mendapatkan ukuran partikel yang tepat, dengan demikian akan mendapatkan ukuran yang sama, produk yang berkualitas.

Fly ash tipe F terdapat dalam jumlah yang besar. Dihasilkan jika salah satu dari batu bara muda atau kumpulan dari batu bara muda terbakar, tipe F pada umumnya memiliki unsur kapur yang rendah, biasanya dibawah 7 persen, dan mengandung kombinasi yang lebih besar atas silica, alumina dan besi (lebih besar dari 70 persen) dari Fly ash tipe C.

Fly ash tipe C secara normal terdapat pada batu bara muda (lignite) atau kumpulan dari batu bara muda. Batu bara tipe ini dapat menghasilkan debu dengan kandungan unsur kapur yang lebih tinggi umumnya lebih dari 15 persen sering kali mencapai 30 persen. Ini membuat tipe c memiliki sifat pengerasan diri yang unik.

Karena kedua tipe dari Fly ash ini memberi kualitas yang sangat besar bagi berbagai macam bahan bangunan, pada umumnya perbedaan mereka sebagai berikut

TIPE F

1. Menghasilkan panas paling efektif yang didapatkan pada saat penyempurnaan bahan bangunan dan karena itu di anggap sebagai bahan pengganti yang baik untuk beberapa macam - macam semen yaitu pada masa bahan bangunan, dan kekuatan pencampuran yang tinggi, tipe F adalah jalan keluar dari beberapa masalah besar yang terdapat pada bahan bangunan di musim panas.
2. Mengandung Sufide dan sulfate dengan daya tahan yang sama atau lebih besar atas semen tipe V. Tipe F sering kali dipergunakan pada saat bahan bangunan membutuhkan ion sulfat dalam tanah dan air di dasar tanah.

IPE C

Terutama berguna pada saat menstabilkan tanah karena tipe C tidak terdapat adanya penambahan unsur kapur.

PERINCIAN ASTM UNTUK FLY ASH

Seperti semua bahan yang digunakan dalam pembuatan bahan bangunan, Fly ash harus memenuhi persyaratan kuat dari perincian ASTM. Perincian Fly ash terdapat pada ASTM - C - 618 " fly ash dan Pozzolan murni atau calcined natural untuk digunakan sebagai campuran mineral pada bahan bangunan semen portland ". Sementara standar ini masih dalam peninjauan dan perubahan, pembahasan atau perincian ini, masih tercakup dalam penulisan ini di ikuti artikel ini.

Perincian ini terbagi atas standar dan daya kemampuan fisika dan kimia dan syarat - syarat utama ini di peruntukkan bagi nama fly ash yang dihasilkan saat kondisi tertentu yang hanya terdapat ketika persyaratan tertentu muncul.

SYARAT KIMIA STANDAR

Penyajian terakhir atas oksida utama ditunjukkan dengan adanya SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 dan berpungsi sebagai pembeda utama antara fly ash tipe F dan tipe C. Meskipun tidak secara pasti terdaftar, terdapatnya keadaan oksida yang 20 persen lebih rendah pada fly ash tipe C mengakibatkan bertambahnya jumlah kandungan unsur Kapur (CaO).

Pembatasan kandungan SO_3 berdasarkan atas penurunan jumlah perluasan selama masa hidrasi.

Kandungan kelembaban dibatasi untuk mendapatkan kemampuan aliran yang tepat meskipun berkadar hanya kurang lebih 1 persen akan dapat menimbulkan masalah pada aliran.

Kehilangan pada saat pembakaran / Loss On Ignition (LOI) adalah jumlah dari kandungan karbon yang tidak terbakar pada fly ash. Sangat diharapkan untuk dapat menjaga keadaan LOI dalam tingkatan yang paling rendah bila mungkin, terutama pada bahan bangunan yang mengangkut udara karena karbon menyerap kumpulan.

Udara yang terangkut, menyebabkan sulit penyebaran yang merata dalam campuran. Tingkat LOI yang rendah juga dibutuhkan untuk segi keindahan yaitu untuk mencegah pengotoran / perubahan warna pada bahan bangunan. LOI untuk Fly ash tipe F akan di kurangi sampai 6 persen pada pembahasan berikut dalam perincian ini.

SYARAT FISIKA STANDAR

Kesempurnaan : perincian batas teratas pada kekasaran dari fly ash yaitu 34 persen menahan sampai pada saringan ke 325. Menjaga kesempurnaan yang sama pada fly ash adalah hal yang sangat penting dalam memproduksi bahan bangunan.

Aktifitas pozzolanic dengan kapur adalah juga merupakan ukuran dari aktifitas pozzolanic pada fly ash yang telah di uji dan juga merupakan tanda dari reaktifitasnya dengan type unsur kapur yang telah di uji pula.

Keberadaan air adalah penting yang dapat menandakan kapasitas dari fly ash untuk mengurangi kebutuhan akan air. Fly ash yang paling aktif dan berkualitas tinggi membutuhkan air kira - kira 90 persen atas kontrol semen.

Perluasan dengan menggunakan mesin autoclave menghasilkan total hidrasi semen pada suhu dan tekanan tinggi dan memberikan ketentuan / kapasitas yang akurat dalam jangka waktu yang lama dari sifat bahan bangunan yang terbuat dari fly ash.

Persyaratan yang sama bagi gravitasi yang terperinci ini dan kesempurnaan dari fly ash menguatkan level yang konsisten / tetap dari fly ash yang memungkinkan persamaan produksi dari bahan bangunan.

SYARAT KIMIA TETENTU

Pembatasan Mgo telah dihapuskan dari perincian ini. Penelitian sebelumnya telah gagal menghubungkan antara kandungan Mgo dengan penyebaran : karena pengujian penyebaran dengan mesin autoclave sebenarnya digunakan untuk mengukur penyebaran yang potensial.

Keadaan alkali diukur berdasarkan keadaan campuran unsur kapur yang jenuh. Perincian ini hanya terjadi bila reaksi dari kumpulan alkali tersebut kemungkinan bertemu.

SYARAT FISIKA TERTENTU

Beragam - macam faktor adalah hasil dari kesempurnaan times LOI. Tujuannya adalah untuk mencegah baik kesempurnaan ataupun LOI dalam mencapai batas perincian secara serempak dan juga merupakan cara untuk mempertahankan keseragaman.

Pertambahan pada uji penyusutan kering meninjau efek - efek dari penyusutan tersebut terhadap fly ash dalam contoh uji yang menggunakan mesin mengaduk semen.

Fly ash yang berkualitas baik sebenarnya akan dapat mengurangi penyusutan saat pengeringan pada bahan bangunan. Fly ash dengan LOI dibawah 1 persen biasanya tidak mempengaruhi campuran yang di inginkan secara berarti.

Reaksi semen alkali mengukur keefektipan Fly ash dalam mengurangi reaksi kumpulan alkali dengan menggunakan semen beralkali tinggi dan kaca Pyrex yang reaktif sebagai aggregate pengujian ini hanya bisa kondisi kumpulan alkali telah dapat di duga.

Penelitian ASTM telah meneliti (fully cover) syarat -syarat bagi Fly ash atas bahan bangunan semen di Portland dan menyediakannya untuk menggunakan yang

sama , bahan - bahan yang teruji dengan baik untuk produksi bahan bangunan yang menggunakan Fly ash.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 PERSIAPAN BAHAN

Bahan contoh tanah yang akan diteliti untuk stabilitas ini di ambil dari daerah Kelapa Gading Jakarta Utara sedangkan semen yang digunakan semen (PC) Type I, dan Fly ash diambil dari proyek PLTU Suralaya. Gumpalan / bongkahan contoh tanah yang akan diuji dihancurkan, lalu dijemur dalam keadaan tersebar rata, agar pengeringan yang diharapkan merata kesemua tanah.

Pengeringan ini perlu diperhatikan agar kandungan air yang ada dalam tanah sama banyaknya keseluruhan tanah dan agar penelitian berjalan dengan baik. Setelah keadaan tanah cukup kering, kemudian tanah tersebut ditumbuk lalu disaring dengan saringan No. 4 agar pembagian butiran dapat sama atau mendekati keseragaman. Kemudian contoh tanah disimpan dalam plastik untuk menjaga penguapan kadar air.

3.2 METODE PEMBUATAN CAMPURAN TANAH SEMEN

Tanah uji dicampur dengan semen sebagai bahan stabilisasi atau dengan semen dan fly ash lalu diberi air sambil diaduk hingga dianggap homogen. Kemudian dimasukkan dalam mold dan berikutnya adalah waktu curing. Pemberian airnya adalah $(\omega_{\text{optimum}} - \omega) \times \text{Berat tanah kering}$.

Sedangkan pemberian kadar semen pada percobaan yang direncanakan adalah : 8% dari berat kering tanah uji dan untuk campuran semen dan fly ash ditambahkan fly ash sebanyak 10 % dari berat semen.

3.3 PENGAMATAN

Pengujian yang dilakukan selama penelitian terbagi atas 2 bagian, yaitu pengujian terhadap tanah asli meliputi : Berat jenis, Atterberg, Analisa saringan dan Hydrometer, Kadar air, CBR, dan kuat tekan bebas.

1. BERAT JENIS (SPESIFIC GRAVITY)

Yang dimaksud dengan berat jenis adalah perbandingan antara berat isi didalam air. Berat jenis tanah dinyatakan sebagai bilangan saja. Nilai rata-ratanya adalah sebesar 2,65 dengan variasi yang agak kecil, yaitu jarang dibawah 2,4 atau diatas 2,8.⁵

Piknometer dicuci dengan air suling dan dikeringkan, setelah itu piknometer dan tutupnya ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram (W_1). Contoh tanah lebih kurang 5 gram (sudah dihaluskan) dimasukkan kedalam piknometer dan ditimbang bersama tutupnya dengan ketelitian 0,01 gram (W_2).

Tambahkan air suling sehingga Piknometer dididihkan selama 10 menit dengan botol dimiring-miringkan untuk membantu mempercepat pengeluaran udara yang tersekap. Setelah udara tidak ada lagi dalam tanah maka piknometer diangkat dari kompor lalu air ditambahkan sampai penuh kedalamnya. kemudian didinginkan didalam desicator. Setelah mencapai suhu konstan, bagian luar piknometer dikeringkan dan ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram (W_3).

⁵ Dr. Ir. WESLEY, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbitan P U 1977

Bila isi piknometer belum diketahui maka ditentukan sebagai berikut : piknometer dikosongkan dan dibersihkan, piknometer diisi dengan air suling dan dipasang tutupnya. Bagian luarnya dikeringkan, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0.01 gram dan dikoreksi terhadap suhu (W4).

Perhitungan berat jenis contoh tanah dengan rumus sebagai berikut :⁶

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

Keterangan :

W1 = berat piknometer (gram)

W2 = berat piknometer dan bahan kering (gram)

W3 = berat piknometer, bahan dan air (gram)

W4 = berat piknometer dan air (gram)

2. ANALISA SARINGAN DAN HYDROMETER.

Analisa saringan dilakukan untuk menyaring butiran yang besar atau mengandung batu pada serangkaian saringan dengan ukuran tertentu, mulai dari yang kasar sampai dengan yang halus. Saringan diguncang dengan tangan atau dengan mesin pengguncang selama 15 menit. Perhitungan Prosentase : berat contoh tanah yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total contoh tanah.

Analisa Hydrometer dilakukan dengan mengambil contoh tanah lolos saringan No. 200 lalu diredam dengan 50 ml air suling dan bahan dispersi (sodium hexa metaphospat) sebanyak 100 ml kemudian diaduk sampai merata didalam mangkok dan dibiarkan terendam selama 24 jam. Sesudah peredaman ditambahkan air suling kira-kira setengah penuh, kemudian campuran itu diaduk selama 15 menit.

⁶ Pedoman Prak. Mekanika - Tanah / FTSP / S T N 1990

Campuran dipindahkan kedalam gelas ukur, dan ditambahkan air suling sampai campuran menjadi 1000 ml, kemudian dikocok dalam arah mendatar selama 1 menit. Setelah dikocok tabung dilatekkan dan masukkan hydrometer dengan hati-hati. Hydrometer dibiarkan terapung bebas, dan Stopwatch ditekan, angka skalanya dibaca pada 1/2, 1 dan 2 menit. Dibaca pada puncak miniscus-nya dan dicatat pembacaan-pembacaan itu sampai 0,5 gram per liter yang terdekat atau 0,01 berat jenis. Sesudah pembacaan pada menit ke 2, hydrometer diangkat dengan hati-hati, dicuci dengan air suling yang bersuhu sama seperti suhu tabung percobaan.

Hydrometer dimaksudkan dengan hati-hati kedalam tabung dan dilakukan pembacaan hydrometer pada saat 5, 15 dan 30 menit, 1, 4 dan 24 jam. Suhu campuran diukur sekali dalam 15 menit yang pertama dan kemudian pada setiap pembacaan berikutnya.

3. KADAR AIR

Contoh tanah ditempatkan dalam cawan yang bersih, kering dan diketahui beratnya. Cawan dan isinya ditimbang dan beratnya dicatat. Kemudian ditempatkan dioven lebih kurang 24 jam atau sampai beratnya konstan, lalu didinginkan dalam desicator. Setelah dingin ditimbang dan beratnya dicatat. Kadar air dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kadar air} = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100 \%$$

Keterangan :

W1 = berat cawan + tanah basah

W2 = berat cawan + tanah kering

W3 = berat cawan

4. C.B.R. (California Bearing Ratio)

CBR adalah suatu besaran yang dinyatakan dalam persen (%), bertujuan untuk mencari nilai perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan yang sama. Nilai CBR suatu jenis tanah/material umumnya dipakai untuk menyatakan daya dukungnya.

Pengukuran nilai CBR menggunakan alat yang disebut Penetrometer, caranya yaitu dengan melakukan test penetrasi menggunakan dongkrak mekanis (Piston Penetrasi). Luas piston tersebut 3 inc persegi dengan kecepatan penetrasi 0,05 inch per menit.

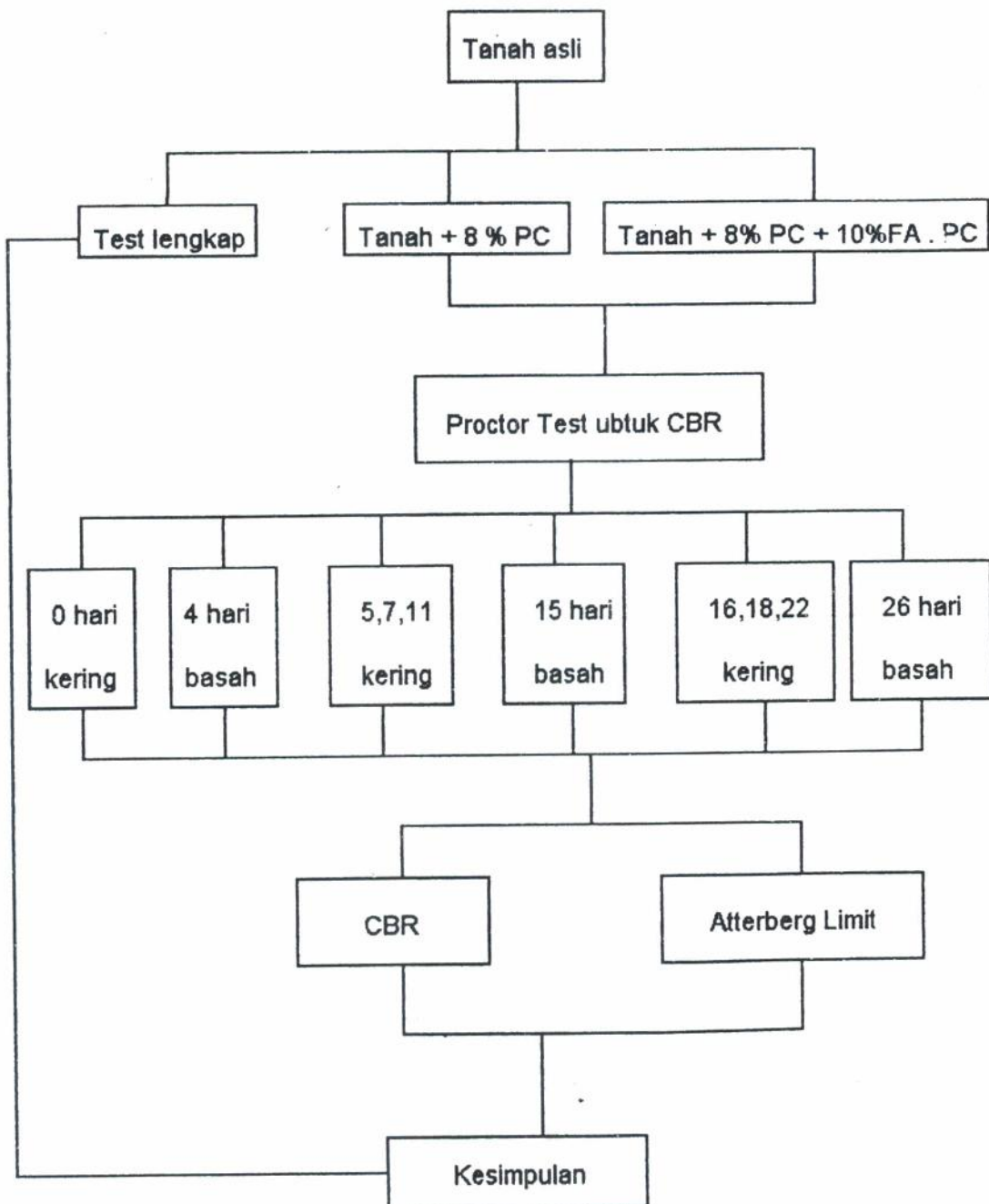
Nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 dan 0,2 inch dengan cara membagi beban penetrasi masing-masing dengan beban besar 3000 pound dan 4000 pound. Dalam bentuk rumus dinyatakan :

$$CBR = \frac{\text{Beban benda uji saat piston menembus } 0,1''}{\text{Beban standar saat piston menembus } 0,1''} \times 100 \%$$

Dilaboratorium biasanya dilakukan dua macam percobaan yaitu yang diredam (soaked) dan yang tidak diredam (unsoaked) dengan masing-masing menghasilkan nilai CBR.

Pada percobaan CBR yang diredam (Soaked) peredaman benda uji didalam air dilakukan selama 4 hari. Selama peredaman itu benda uji dianggap selesai didapatkan maka dapat langsung dilakukan test CBR. Kemudian contoh tanah dikeluarkan dari cetakan lalu diambil secukupnya untuk menentukan kadar airnya.

PROSEDUR PERCOBAAN



6. ATTERBERG

Tujuan percobaan batas-batas Atterberg untuk mengetahui nilai dari batas cair, batas plastis dan batas mengkerut yang dilakukan pada bagian tanah yang lolos saringan no. 40. Cara melakukan batas-batas Atteberg akan diuraikan secara terperinci dibawah ini.

a. BATAS CAIR (Liquid Limit)

Contoh tanah yang telah dipersiapkan diletakkan dalam kaca pengaduk, kemudian diaduk dengan menambahkan air suling sedikit sampai homogen. Setelah contoh tanah tersebut menjadi campuran merata. Contoh tanah ini diambil sebagian dan diletakkan diatas mangkok alat batas cair, permukaannya diratakan sedemikian sehingga sejajar dengan permukaan alat, bagian yang paling tebal harus lebih kurang 1 cm.

Kemudian dibuat alur dengan jalan membagi dua contoh tanah didalam mangkok itu dengan menggunakan alat pembuat alur (spatula) melalui garis tengah pemegang mangkok dan simetris. Pada waktu membuat alur harus tegak lurus permukaan mangkok. Alat diputar sedemikian sehingga mangkok naik/jatuh dengan kecepatan 2 putaran per detik. Pemutaran ini dilakukan terus sampai dasar alur contoh tanah bersinggung sepanjang kira-kira 1,25 cm dan dicatat jumlah pemukulannya pada waktu bersinggungan itu. Kemudian contoh tanah diambil langsung dari mangkok pada alur, lalu dimasukkan ke dalam cawan yang telah dipersiapkan untuk memeriksa kadar airnya.

Mangkok alat batas cair dibersihkan, dan contoh tanah diatas kaca pengaduk, diaduk kembali dengan merubah kadar airnya. Kemudian diulangi pekerjaan seperti diatas 3 kali berturut-turut dengan variasi kadar air yang berbeda-beda.

b. BATAS PLASTIS (Plastic limit)

Contoh tanah diletakkan diatas pelat kaca, kemudian diaduk sehingga kadar airnya cukup merata lalu dibuatlah bola-bola tanah itu digeleng diatas pelat kaca dengan telapak tangan dengan kecepatan 80 - 90 gelangan per menit.

Penggelangan dilakukan terus sampai contoh tanah membentuk batang dengan diameter 3 mm. Jika contoh tanah sudah retak sebelum mencapai 3 mm pada penggelangan, maka contoh tanah disatukan kembali lalu ditambah air sedikit dan diaduk sampai merata. Jika ternyata penggelangan bola-bola itu bisa mencapai diameter lebih dari 3 mm tanpa menunjukkan retakan, maka contoh tanah perlu dibiarkan beberapa saat di udara, agar kadar airnya berkurang sedikit. Pemeriksaan kadar air batang tanah dilakukan ganda.

Adapun keadaan antara batas cair, batas plastis dan batas susut dapat dilihat pada keadaan-keadaan gambar berikut :⁷



Dimana :

- Batas Cair (*Liquid Limit*)

Adalah keadaan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan Plastis (Yaitu batas atas dari daerah plastis).

- Batas Plastis (*Plastic Limit atau PL*)

⁷ Dr. Ir. Wesley, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit P.U, 1977.

Adalah keadaan kadar air tanah telah melampaui keadaan plastis menuju semi plastis, dimana tanah tersebut menjadi lebih kering dari keadaan plastis.

- **Batas Susut (*Shrinkage Limit* atau *SL*)**

Adalah keadaan kadar air tanah pada batas antara keadaan semi plastis dengan keadaan beku.

Untuk menentukan dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis dapat dinyatakan seperti notasi berikut :

$$P.I = L.L - P.L$$

Keterangan :

P.I = Indeks Plastis (Plastic Index)

L.L = Batas Cair (Liquid Limit)

P.L = Batas Plastis (Plastic Limit)

7. PEMADATAN

Cetakan dengan diameter 102 mm (4") dan keping alas ditimbang dengan ketelitian 5 gram (B1). Salah satu dari kelima contoh diambil diaduk dan dipadatkan didalam cetakan dengan cara sebagai berikut : Jumlah seluruh tanah yang dipergunakan harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 0,5 cm. Pemadatan dilakukan dengan penumbuk standar 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Tanah dipadatkan dalam 3 (tiga) lapisan dan tiap-tiap lapisan dipadatkan dengan 25 tumbukan.

Kelebihan tanah dari bagian keliling leher dipotong dengan pisau dan leher sambung dilepaskan. Digunakan alat perata untuk meratakan kelebihan tanah sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan. Cetakan berisi contoh tanah beserta keping atas ditimbang dengan ketelitian 5 gram (B2).

Contoh tanah tersebut dikeluarkan dari cetakan dengan mempergunakan alat pengeluaran contoh tanah (extruder) dan potong sebagian kecil dari contoh tanah pada keseluruhan tingginya untuk pemeriksaan kadar air, kemudian ditentukan kadar air dari contoh tanah tersebut.

Perhitungan :

$$\tau = \frac{B2 - B1}{w} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

$$\tau_d = \frac{\tau \times 100}{(100 + w)} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

Keterangan :

τ	= Berat isi basah	(gr/cm ³)
B1	= Berat cetakan dan keping alas	(gr)
B2	= Berat cetakan, keping alas dan contoh tanah	(gr)
V	= Isi cetakan	(cm ³)
τ_d	= Berat isi kering	(gr/cm ³)
w	= Kadar air	(%)



BAB IV

HASIL-HASIL PENGUJIAN

4.1 HASIL PENGUJIAN TERHADAP TANAH ASLI

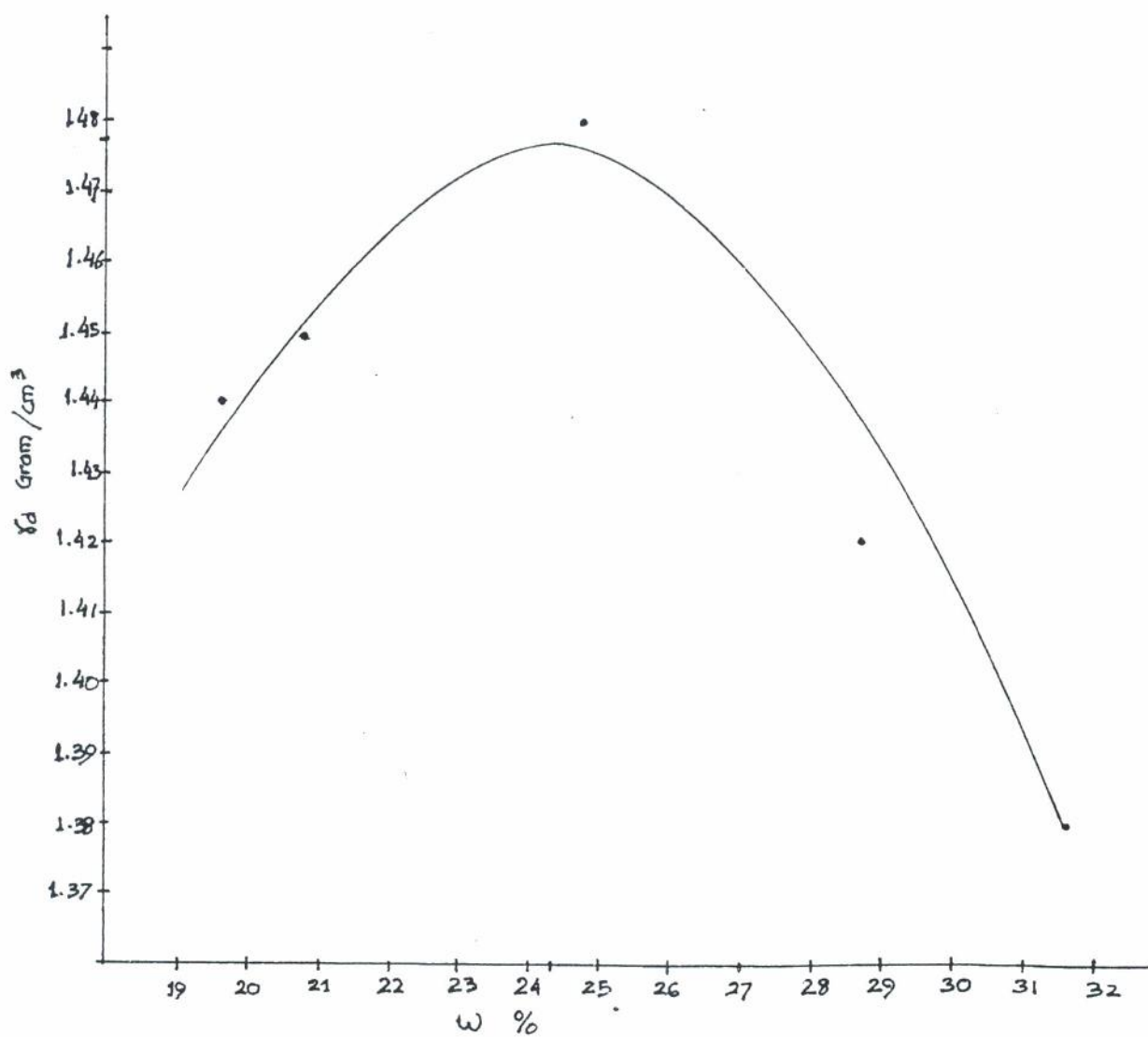
Hasil pengujian tanah asli yang berasal dari daerah Kelapa Gading, Jakarta Utara dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Sifat fisik tanah asli.

Analisis	Nilai	Satuan
Karakteristik Partikel :		
- Kerikil (Gravel) : 2 mm - 8 mm	0.44	%
- Pasir (Sand) : 0.06 mm - 0.2 mm	4.81	%
- Lanau (Silt) : 0.002 - 0.6 mm	54.34	%
- Lempung (Clay) : < 0.002 mm	40.41	%
Batas Atteberg :		
- Batas Cair (LL)	101.5	%
- Batas Plastis (PL)	18.34	%
- Indeks Plastis (PI)	83.16	%
Pemadatan Standar		
- Kadar air optimum (w_{opt})	24.35	%
- Kepadatan Maksimum (d_{max})	1.477	Gram/cm ³
Berat Jenis (Gs)	2.29	-
Kekuatan		
- CBR	12.27	%

Gambar 4.1

Grafik Pemadatan Tanah Asli



4.2 PENGUJIAN TERHADAP CAMPURAN TANAH DENGAN SEMEN DAN TANAH DENGAN SEMEN DAN FLY ASH.

Di dalam percobaan ini dilakukan pencampuran dengan dua macam campuran yaitu :

- Tanah asli di campur dengan 8 % semen.
- Tanah asli di campur dengan 8 % semen dan di tambah fly ash sebanyak 10 % dari berat semen.

Dan dengan penambahan air sebagai berikut :

Tambahan air

$$\text{Berat Kering (BK)} = \frac{\text{Berat tanah basah}}{1 + w}$$

$$\text{Tambahan air} = \frac{W_{opt} - W}{100} \times \text{Berat kering tanah}$$

Selanjutnya berdasarkan hasil-hasil pengujian tersebut penulis mencoba menganalisa sebagai berikut.

4.2.1 Pengaruh Semen dan Semen dan fly Ash Terhadap Plastisitas Tanah.

Tabel 4.2

Bahan	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gs
Tanah asli	101.5	18.34	83.16	2.29
Tanah asli + semen	63.89	33.20	30.69	2.67
Tanah asli + semen + Fly ash	112.36	30.57	81.79	2.52

Penentuan batas cair setiap campuran terhadap tanah diperoleh dengan melakukan interpolasi dan memplotkannya pada ketukan ke - 25. Dari pemakaian semen 8 % didapat nilai batas cair (LL) sebesar 63.89 % dan Plastis Indeks (PI) sebesar 30.69 %, hasil ini menunjukkan penurunan sebesar 38,61 % untuk nilai LL dan sebesar 53,47 % untuk nilai PI. Sedangkan pada penambahan semen + fly ash didapat batas cair (LL) sebesar 112,36 % dan Plastik Indeks (PI) sebesar 81.79 %, hasil ini menunjukkan kenaikan pada LL sebesar 10.86 % dan penurunan PI sebesar 1.37 %.

Hal ini terjadi karena adanya penyerap air tanah (absorpsi) oleh senyawa kimia semen, dimana mengakibatkan butir-butir tanah menjadi agak lebih besar (flokulasi). Dengan adanya proses kimia ini, menyebabkan plastisitas tanah menurun sehingga tanah menjadi lebih baik dan pekerjaan perbaikan tanah dapat lebih mudah dilaksanakan. Semakin kecil nilai LI dan PI maka makin baik mutu tanah tersebut sebagai bahan konstruksi jalan.

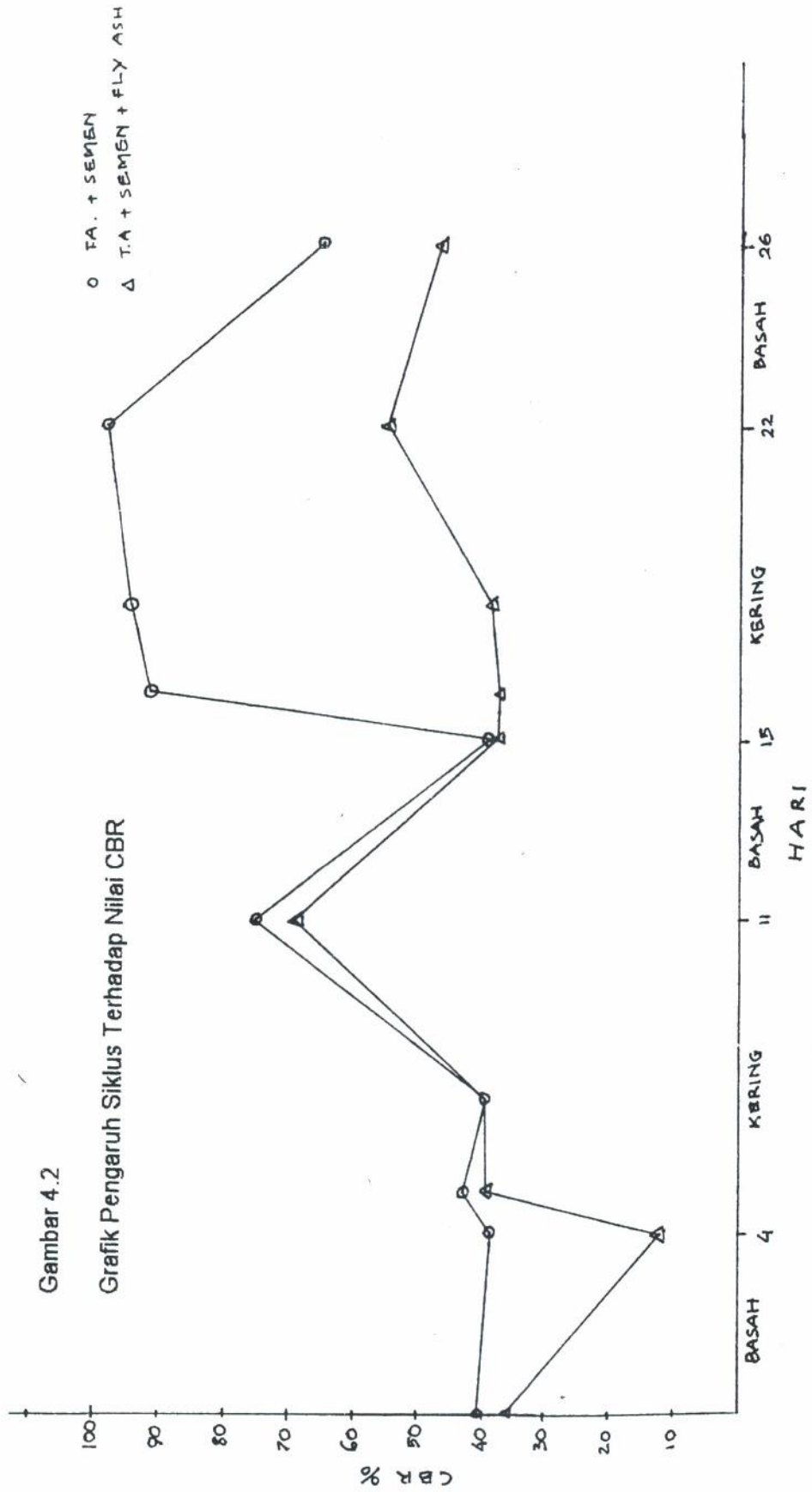
4.2.2 Pengaruh Siklus Basah Kering Terhadap CBR.

Tabel 4.3

SIKLUS	hari ke	CBR (%) T.A + Semen	CBR (%) T.A + Semen + fly ash
Kering (0)	0	40.67	36.67
Basah (0 - 4)	4	39	12.67
Kering (4 - 11)	5	42.67	39.33
	7	40	40
	11	75	69.33
Basah (11 - 15)	15	39	38
Kering (15 - 22)	16	91.67	37.67
	18	94.33	38.67
	22	98.33	55
Basah (22 - 26)	26	65	46.67

Gambar 4.2

Grafik Pengaruh Siklus Terhadap Nilai CBR



Dari tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengujian nilai CBR bahwa pada campuran semen mendapatkan nilai yang lebih besar. Pada pencampuran tanah semen perubahan nilai CBR dari siklus basah pertama ke siklus basah kedua tidak mengalami perubahan sedangkan ke siklus basah yang ketiga mengalami kenaikan sebesar 26 %.

Pada siklus kering pertama ke siklus kering kedua mengalami kenaikan sebesar 2 %, sedangkan ke siklus kering yang ketiga mengalami kenaikan sebesar 57,66 %. Sedangkan untuk keseluruhan siklus nilai CBR tanah mengalami kenaikan sebesar 24,33 %.

Pada campuran tanah semen dan fly ash nilai CBR juga mengalami perubahan, pada siklus basah pertama nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 25,33 %. Pada siklus basah kedua mengalami kenaikan sebesar 8,67 %. Sedangkan untuk siklus kering pertama nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 32,66 % dan terjadi penurunan sebesar 14,33 % untuk siklus kedua. Secara keseluruhan nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 10 %.

Dari nilai diatas dapat dilihat bahwa semen membutuhkan waktu proses agar dapat memberikan sifat-sifat adhesif dan kohesif yang membuat bagian-bagian mineral terikat satu sama lain.

Menurut persyaratan nilai CBR dan kegunaannya seperti tertera di bawah ini, apabila nilai CBR nya > 50 % tanah termasuk dalam penggolongan “ sangat baik “ dan dapat digunakan sebagai “ lapisan perkerasan “ pada konstruksi jalan.

Nilai CBR	Penggolongan	Digunakan untuk
0 - 3 %	sangat buruk	Tanah dasar
3 - 7 %	buruk - sedang	Tanah dasar
7 - 20 %	sedang	Perkerasan bawah
20 - 50 %	baik	Perkerasan bawah & atas
> 50 %	sangat baik	Perkerasan

Dapat juga dilihat dari persyaratan di atas bahwa dengan menambahkan semen dan fly ash nilai CBR terendah sebesar 12,67 %, sedangkan nilai CBR terendah untuk campuran tanah semen sebesar 39 %, keduanya sudah memadai untuk digunakan sebagai lapisan perkerasan bawah.

Tabel 4.4 Berat Isi kering (γ_d) pada pengujian CBR

Hari	Siklus	Bahan	
		Tanah + Semen	Tanah + Semen + fly ash
0	Kering	1,349	1,383
4	Basah	1,300	1,382
5	Kering	1,305	1,471
7	Kering	1,396	1,446
11	Kering	1,367	1,814
15	Basah	1,256	1,441
16	Kering	1,299	1,414
18	Kering	1,325	1,477
22	Kering	1,307	1,500
26	Basah	1,366	1,560

Tabel 4.5 Kadar air (w) pada pengujian CBR

Hari	Siklus	Bahan	
		Tanah + Semen	Tanah + Semen + fly ash
0	Kering	25,04	36,67
4	Basah	38,29	25,25
5	Kering	38,58	25,87
7	Kering	34,70	24,38
11	Kering	28,53	24,67
15	Basah	43,99	27,13
16	Kering	39,30	28,44
18	Kering	38,60	27,05
22	Kering	27,33	25,13
26	Basah	27,76	26,36

Tabel 4.4 dan 4.5 menunjukkan nilai-nilai yang didapat dari hasil pengujian CBR baik mengenai berat isi kering (γ_d) dan kadar air (w) selama percobaan.

Mengenai berat isi kering (d) harga pada siklus kering akan lebih besar dari pada siklus basah. Hal ini terjadi karena selama perendaman air akan masuk kedalam pori-pori butiran tanah hingga mengakibatkan daya dukungnya menjadi berkurang. Perhitungan mencari besarnya berat isi kering sebagian dipengaruhi oleh faktor kadar air yang dapat juga dipengaruhi oleh faktor berat isi basah dimana untuk mendapatkannya diutamakan dari timbangan berat tanah basah dalam cetakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

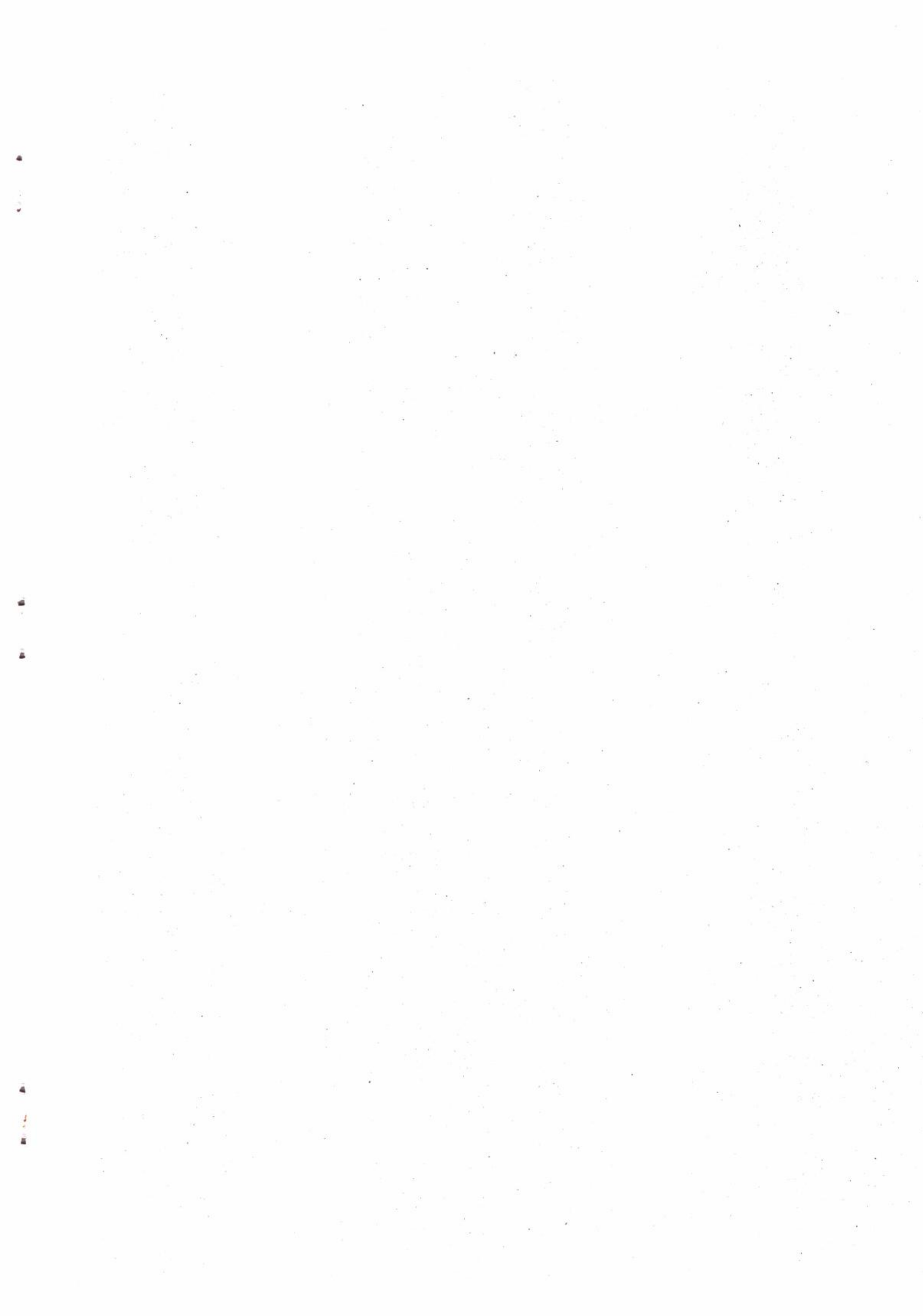
Dari hasil yang didapat melalui pengujian contoh tanah di laboratorium mengenai siklus basah kering terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen dan fly ash, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Mengacu pada persyaratan nilai CBR terhadap fungsinya untuk konstruksi jalan, maka tanah dengan campuran semen 8 % ditambah fly ash 10 % dari berat semen dapat digunakan untuk lapisan sub base. Sedangkan campuran tanah ditambah semen 8 % dapat digunakan untuk lapisan base.
2. Pada campuran tanah semen dan fly ash pada siklus pertama dan kedua dari kering ke basah mengalami penurunan yang cukup besar. Ini dikarenakan serbuk semen belum begitu menyatu dengan tanah. Tetapi setelah melalui proses perendaman karena air telah menjadi suatu larutan dengan serbuk semen, akan lebih mudah memasuki celah-celah tanah atau rongga maupun pori-pori tanah. Dalam hal ini air bersifat sebagai penghantar.
3. Setelah melalui siklus basah kering nilai CBR cenderung tidak mengalami perubahan yang berarti dari nilai awal CBR campuran.

5.2 SARAN - SARAN

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari pengujian di laboratorium, maka penulis mencoba memberikan beberapa saran-saran.

1. Pada waktu pencampuran sebaiknya dicampur dan diaduk sampai merata dengan air sehingga nantinya akan didapat hasil yang merata dan lebih baik.
2. Stabilisasi tanah semen ditambah fly ash, dapat menjadi salah satu pilihan dari beberapa alternatif stabilisasi yang ada, terutama untuk daerah yang mempunyai curah hujan cukup besar, sehingga tanah sering mengalami perubahan-perubahan dari basah ke kering dan sebaliknya.



DAFTAR PUSTAKA

1. L. D. Wesley, "Mekanika Tanah", DPU, Jakarta 1977.
2. Direktorat Penyelidikan Masalah Jalan dan Tanah, "Stabilisasi Tanah", DPU, Jakarta 1970.
3. R. F. Craig, Budi Susilo S., "Mekanika Tanah", Erlangga, Jakarta 1987.
4. Soedarsono, Djoko U., "Konstruksi Jalan Raya", DPU, Jakarta 1985.
5. Arifin S., "Campuran tanah - semen sebagai lapisab perkerasan pada konstruksi jalan raya", Akademi Teknik P.U, Prop. Dati I Ja-Bar, Bandung 1978.
6. Sjahdanulirwan M., "Petunjuk pelaksanaan stabilisasi tanah - semen", Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan P.U, Dep. P.U, Bandung 1986.
7. Institut Sains dan Teknologi Nasional, "Pedoman Praktikum Mekanika Tanah", FTSP, Jakarta 1985.