

B-13

LAPORAN PENELITIAN

**ANALISA TANAH BAUXITE SEBAGAI MATERIAL
PERKERASAN DAN SEBAGAI TANAH TIMBUNAN
PADA LANDASAN PACU BANDAR UDARA KIJANG
TANJUNG PINANG**

Dikerjakan Oleh :

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



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
J A K A R T A
1998**

LAPORAN PENELITIAN

PERFORMANSA DAN SEBAGAI TANDA TUNJUK
PADA KANDUNGAN BAHAN BERKUALITAS

TANGGAL

DI KANTOR

1983

1983

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**



ISTN

**ANALISA TANAH BAUXITE SEBAGAI
MATERIAL PERKERASAN DAN SEBAGAI
TANAH TIMBUNAN PADA LANDASAN PACU
BANDAR UDARA KIJANG
TANJUNG PINANG**

Dikerjakan Oleh:

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

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Wawan Kuswaya, M.T

**Program Studi Teknik Sipil
Institut Sain dan Teknologi Nasional
Jakarta 1998**

LEMBAR PENGESAHAN
LABORATORIUM



ANALISA TANAH BAUXIT SEBAGAI
MATERIAL PERKERASAN DAN SEBAGAI
TANAH TIMBUNAN PADA LAJURAN PANG
BANDAR UDARA KUANG
TALUNG PINANG

Direktori Operasional
Kampus M. C. (SMP) - Departemen Teknik Sipil

Manajemen
Konsultansi Teknik Sipil

Halaman 1 dari 1

Program Studi Teknik Sipil
Institut Sains dan Teknologi Negeri
Tanjung Pinang
Tahun 2008

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 **“Analisa Tanah Bauxite Sebagai Material Perkerasan Dan Sebagai Tanah Timbunan Pada Landasan Pacu Bandar Udara Kijang Tanjung Pinang”**.

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.

LAWA PENGANTAR

1

Alasan dilakukannya segala uji coba - seluruh dipertanggungjawabkan ke hadapan
para ahli karena keakuratan dan ketepatan hasil yang diperoleh dapat
dijadikan sebagai laporan penelitian ini dengan lebih baik.

Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui
keakuratan yang harus disediakan pada faktor-faktor teknik yang
dalam penelitian teknologi ini dan sebagainya.

Laporan penelitian ini berjudul "Analisa Tanah Bauxite
sebagai material keretakan dan sebagai bahan campuran
pada Landasan Pagar Bandara Udara Kijang Tanjung Pinang".

Penelitian ini adalah laporan penelitian ini yang merupakan
hasil yang terdapat kekurangan - kekurangan, karena
keakuratan dan ketepatan yang ada walaupun demikian
laporan penelitian ini telah dapat menjadi acuan sebagai
mungkin untuk keperluan dan bantuan yang diperlukan dan
dapat dijadikan.

Penelitian ini dan pada laporan penelitian ini akan menjadi
sumber data yang dapat digunakan sebagai acuan yang
dapat digunakan sebagai acuan.

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

Jakarta, 1998
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
LEMBAR PERSETUJUAN FORMAT	ii
SURAT PERNYATAAN SEBAGAI PENGGANTI SUMPAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Maksud dan Tujuan	2
I.3. Batasan dan Ruang Lingkup	2
I.4. Metodologi Penulisan	4
I.5. Sistematik Pembahasan	4
BAB II. PENGKLASIFIKASIAN TANAH DASAR	5
II.1. Umum	5
II.2. Sistem Klasifikasi Tanah Unified..	6
II.2.1 Tanah Berbutir Halus	7
II.2.2 Tanah Berbutir Kasar	7
II.2.3 Tanah Organik	8
II.3. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO ..	13
II.3.1 Deskripsi Umum Unit Sub-kelompok Klasifikasi Tanah AASHTO	
II.4. Karakteristik Tanah Umum	17
II.5. Ukuran Partikel Tanah	21

	II.6.	Karakteristik-karakteristik Tanah Bauxite yang Diperoleh di Laboratorium	25
	II.7.	Analisa Indeks Properti Tanah Bauxite	29
	II.7.1	Analisa Triaxial Test	29
	II.7.2	Analisa Konsolidasi	30
	II.7.3	Index Properti	30
	II.7.4	Analisa Ayakan Tanah Bauxite	31
BAB	III.	SIFAT-SIFAT TEKNIS BAHAN TIMBUNAN TANAH	32
	III.1.	Umum	32
	III.2.	Sifat-sifat Teknis Timbunan	33
	III.2.1.	Teori Pemadatan	33
	III.2.2.	Cara-cara Pemeriksaan Kepadatan Tanah	38
	III.2.3.	Kadar Air Keseimbangan (Equilibrium Water Content)	41
	III.2.4.	Pengaruh Pemadatan Terhadap Sifat Teknik Tanah	42
BAB	IV.	DAYA DUKUNG TANAH DAN STABILITAS TANAH TIMBUNAN	52
	IV.1.	Persamaan Umum Daya Dukung Tanah..	52
	IV.2.	Metode Fellenius	56
BAB	V.	CONTOH PERHITUNGAN	64
	V.1.	Uraian Umum	64
	V.2.	Karakteristik Tanah Bauxite	64

V.3.	Kontrol Terhadap Penurunan	64
V.4.	Kontrol Terhadap Daya Dukung	68
V.5.	Kontrol Terhadap Stabilitas Lereng	70
V.5.1	Jika Tanah Urugan Sama dengan Tanah Dasar	70
V.5.2	Jika Tanah Urugan berupa Tanah Bauxite	71
BAB	VI. KESIMPULAN	78
	DAFTAR PUSTAKA	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Bagan klasifikasi tanah unified (Bowles, 1984)	10
2.2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	14
2.3. Kelompok-Kelompok tanah utama pada sistem Klasifikasi tanah	18
2.4. Batasan-batasan Ukuran Gelombang Tanah	22
2.5. Batasan-batasan ukuran Golongan tanah menurut beberapa sistem	23
2.6. Pitrun bauxite/subbase STA.02-B	26
2.7. Pitrun bauxite/subbase STA > 03 - C	26
2.8. Pitrun bauxite/subbase STA.04-D	27
2.9. Pitrun bauxite/subbase STA.04-D	27
2.10. Pitrun bauxite/subbase STA.05-E	28
2.11. Pitrun bauxite/subbase STA.06-F	28
2.12. Indek Properties Tanah Bauxite	31
4.1. Tabel daya dukung	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram platisitas (Bowles, 1984)	12
2.2. Batas cair dan indeks plastisitas untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7), (Bowles,1984)	15
2.3. Gambar Lingkaran Mohr hasil Triaxial Test ...	29
2.4. Grafik analisa ayakan tanah bouxite	31
3.1. Perbedaan Proses Konsolidasi dan Pemadatan tanah	34
3.2. Hubungan antara γ_d kadar air w (%)	34
3.3. Bentuk kurva pemadatan tanah menurut HOGENTOGLER	36
3.4. Kurva pemadatan 5 buah benda uji yang di padatkan	36
3.5. Lima jalan kecil disiapkan untuk pemadatan dilapangan	40
3.6. Hubungan antara γ_d dan jumlah injakan roller dengan kadar air dan tebal lapisan konstan...	40
3.7. Hubungan antara γ_d dan w untuk Roller kapasi- tas 4 ton dengan jumlah injakan 4 kali dan 8 kali	41
3.8. Kurva pemadatan untuk tanah sejenis dengan enersi yang berbeda	43
3.9. Pengaruh peningkatan pemadatan terhadap tanah lempung sejenis	44
3.10. Hubungan antara γ_d dan permeabilitas tanah ..	44

3.11.	Pengaruh pemadatan tanah terhadap kompresibilitas	46
3.12.	Pengaruh pemadatan tanah terhadap kuat geser Undrained untuk tanah lempung	47
3.13.	Penjenuhan 2 benda dengan menjaga agar tidak terjadi perubahan volume	47
3.14.	Perubahan volume tanah pengaruh pembebanan..	49
3.15.	Perubahan volume tanah pengaruh pembengkakan	49
3.16.	Pengaruh kadar air pemadatan terhadap sifat pembengkakan tanah	51
4.1.	Perhitungan daya dukung tanah untuk keruntuhan geser menyeluruh	53
4.2.	Analisa stabilitas dengan metode irisan yang biasa	57
4.3.	Metode Lingkaran Gelincir ; $C = \emptyset$ analisis..	59
4.4.	Tegangan akibat tekanan merata	60
4.5.	Tekanan yang bertambah secara linear di atas bidang jalan	61
4.6.	Penurunan konsolidasi	62
5.1.	Hubungan kadar air (ω) dengan berat isi kering (γ_d) pada tanah bauxite	73
5.2.	Hubungan kadar air (ω) dengan angka pori (e) pada tanah bauxite	74
5.3.	Hubungan penetrasi dan beban pada pemeriksaan CBR tanah bauxite	75
5.4.	Hubungan antara tegangan (σ) dan regangan (ϵ) hasil test kekuatan tekan tak terganggu pada tanah bauxite	76

DAFTAR NOTASI

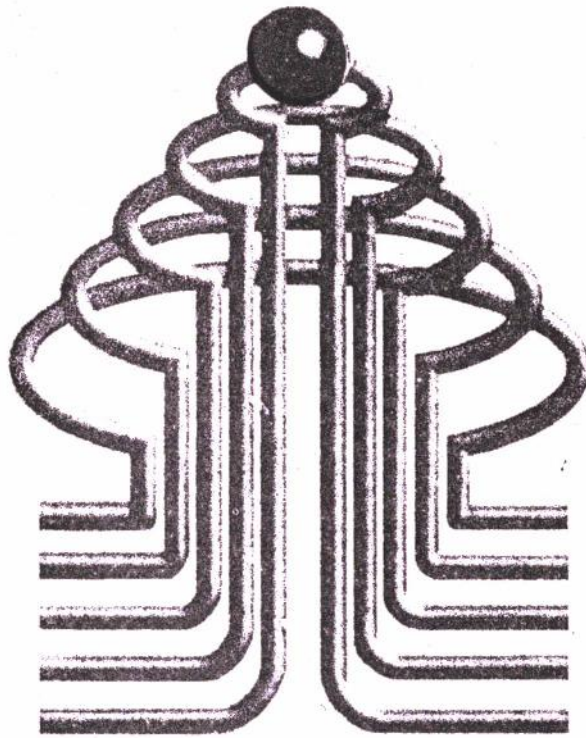
- σ_3 = tegangan vertikal
 σ_1 = tegangan horisontal
 C = kohesi
 θ = sudut geser dalam
 S = tegangan geser
 C_o = angka pori awal
 H_o = tinggi contoh awal
 H_t = tinggi contoh awal di bebani
 C_c = indeks pemanfaatan
 C_v = koefisien konsolidasi
 ω = kadar air
 G_s = specific gravity
 γ = berat isi tanah
 e = angka pori
 n = porositas
 γ_d = berat isi tanah kering
 q_u = daya dukung tanah
 B = lebar pondasi
 N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung
 ω_n = berat irisan tanah n
 ΔL_n = panjang bidang gelincir irisan
 M_D = momen penggerak
 M_R = momen penahan
 q = beban terbagi rata
 σ_z = tegangan arah vertikal

S_c = penurunan konsolidasi

H = tinggi lapisan tanah lunak

σ'_0 = besar tegangan sebelum pembebanan

σ'_1 = besar tegangan sesudah pembebanan



ISTN

BAB I
PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan data geologi, daerah kepulauan Riau disusun oleh batuan-batuan yang berasal dari zaman Praterterier yang membentang dari Semenanjung Malayasia dibagian utara sampai ke pulau Bangka dan Belitung dibagian selatan. Struktur geologi di daerah ini memungkinkan terdapatnya singkapan-singkapan yang mengandung mineral terutama timah dan bauxite. Khusus tanah di daerah Kepulauan Riau (pulau Bintan) tanahnya mengandung bauxite.

Dari hasil peneliitan tanah yang dilakukan oleh Lembaga Penelitian Tanah di daerah Bogor dapat dijelaskan jenis tanah yang ada di wilayah Kabupaten Kepulauan Riau sebagai berikut :

- diwilayah pulau Bunguran dan Jemaja, jenis tanahnya terdiri dari tanah persolik kuning yang miskin akan hara.
- diwilayah pulau Bintan, jenis tanahnya terdiri dari tanah perolik kuning dengan pasir lempung liat berpasir dibagian atas dan liat dibagian bawah.

Dalam rangka pengembangan Banda Udara Kijang Tanjung Pinang, pemakaian material tanah Bauxite sebagai tanah timbunan pada pembangunan konstruksi landasan pacu

lapangan terbang tersebut adalah sebagai alternatif selain tanah merah yang biasa digunakan di lokasi lain.

I.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Pada umumnya dalam merencanakan suatu konstruksi bangunan, perlu diketahui kondisi tanah atau lokasi yang akan dibangun, apakah cukup stabil atau dapat memikul atau menahan beban yang ditimbulkan dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan.

Maka dari itu kita harus mengambil data-data dari tanah tersebut guna untuk dapat dilakukan perhitungan pembangunan yang akan dilaksanakan.

Tujuan utama dari penulisan tugas akhir (skripsi) ini adalah :

- untuk mengetahui kondisi, karakteristik, fisik dan struktural dari tanah bauxite yang paramater parameternya yang digunakan dalam perhitungan.
- untuk menganalisa daya dukung tanah bauxite sebagai material perkerasan dan slob stability (kemantapan lereng) tanah bauxite sebagai timbunan pada landasan pacu pada bandar udara Kijang Tanjung Pinang dibandingkan dengan tanah merah ($C = 0$)

I.3. BATASAN DAN RUANG LINGKUP

Untuk mengetahui sejauh mana daya dukung tanah bauxite sebagai material perkerasan dan sebagai tanah

timbunan pada landasan pacu bandar udara Kinjang Tanjung Pinang, maka dalam tugas akhir ini juga diuraikan karakteristik dari tanah bauxite tersebut dan parameter-nya yang akan digunakan dalam rumus-rumus yang diperoleh dari hasil study literatur yang penulis uraikan dalam bab-bab berikutnya.

Dalam menentukan kemampuan daya dukung dari tanah bauxite tersebut dibahas berdasarkan.

- dari hasil percobaan laboratorium
- analisa dari methode empiris (teoritis)

Begitu juga dalam menentukan slof stability (kemantapan lereng) tanah bauxite sebagai tanah timbunan pada landasan pacu.

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis tidak membahas perencanaan perkerasan landasan pacu dan tidak membahas pengembangan fasilitas-fasilitas bandar udara Kijang Tanjung Pinang tersebut karena hal ini perlu waktu yang lama dan perlu penelitian yang lebih mendalam. Sebagai contoh perhitungan daya dukung tanah dipakai cara Terzaqhi dan perhitungan stabilitas tanah timbunan dipakai metode Fellenius.

Dari hasil pengolahan data laboratorium juga akan didapat suatu hasil kesimpulan dari karakteristik tanah bauxite berdasarkan sifat-sifat teknik bahan timbunan tanah.

I.4. METODOLOGI PENULISAN

Dari hasil penelitian tanah yang dilakukan di laboratorium dan studi-studi pustaka, maka akan didapat suatu pemahaman mengenai tanah bauxite dan kontribusinya bagi pengembangan teknik sipil khususnya dibidang geoteknik.

I.5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Dalam menyusun karya tulis ini, penulis membagi permasalahan menjadi subbab - subbab sebagai berikut :
Pada Bab I pendahuluan berisi latar belakang maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup dan batasan masalah, metodologi dan terakhir sistematika pembahasan.

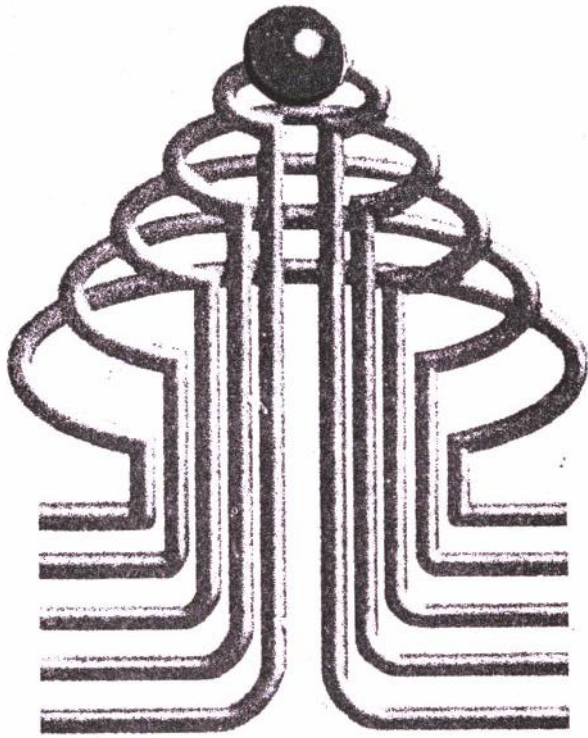
Bab II berisi karakteristik tanah secara umum dan karakteristik tanah bauxite sebagai fokus bahasan.

Bab III berisi tentang sifat-sifat teknis bahan timbunan tanah.

Bab IV berisi tentang teori-teori dasar analisa daya dukung tanah oleh Terzaghi dan stabilitas tanah timbunan berdasarkan metode Fellenius.

Bab V adalah analisa atau contoh perhitungan baik presentasi mengenai hasil-hasil penelitian tanah di laboratorium dan penggunaan parameter-parameter tanah pada analisa daya dukung tanah dan stabilitas tanah timbunan.

Bab VI merupakan kesimpulan dari keseluruhan penulisan dan saran dari penulis berkaitan dengan kesimpulan tersebut.



ISTN

BAB II

PENGLASIFIKASIAN TANAH DASAR

II.1. UMUM

Pengklasifikasian tanah adalah cara untuk menentukan jenis tanah sehingga diperoleh gambaran sepintas mengenai sifat-sifat tanah. Secara umum tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang kohesif dan tidak kohesif. Apabila karakteristik fisis yang selalu terdapat pada massa butir-butir tanah dimana bila sikeringkan butir-butir tanah tersebut akan bersatu kesamanya sehingga suatu gaya akan diperlukan untuk memisahkannya dalam keadaan kering tersebut, maka tanah tadi disebut kohesif. Apabila butir-butir tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu bila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan di dalam air, maka tanah ini disebut tidak kohesif.

Tanah dapat diklasifikasikan pula sebagai tanah yang berbutir kasar dan halus, partikel-partikel tanah yang besar dengan beberapa yang halus (kecil) akan terlihat kasar atau disebut tanah yang bertekstur kasar. Gabungan partikel-partikel yang lebih kecil akan memberikan bahan yang bertekstur sedang, dan gabungan partikel-partikel yang berbutir halus akan menghasilkan tanah yang bertekstur halus.

Dari beberapa sistem klasifikasi yang ada hanya dua buah sistem yang akan kita tinjau, yaitu :

- Sistem klasifikasi tanah Unified (Unified Soil Classification) adalah sistem yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik pondasi seperti untuk bendungan, bangunan, konstruksi yang hampir sama. Sistem ini banyak pula dipergunakan untuk mendisain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah bagi jalan.
- Sistem klasifikasi tanah AASHTO (American Association of State Highway dan Transportation Officials), umum digunakan untuk spesifikasi pekerjaan tanah pada lintas transportasi.

II.2. SISTEM KLASIFIKASI TANAH UNIFIED

Sistem ini yang pada awalnya dikembangkan untuk pembangunan lapangan terbang di Amerika, dikembangkan oleh Arthur Casagrande (1948), yang kemudian mengalami sedikit modifikasi pada tahun 1952 untuk dapat dipergunakan pada bendungan dan konstruksi-konstruksi lainnya.

Sistem klasifikasi tanah unified ini berdasarkan hasil-hasil laboratorium dan banyak dipakai secara luas. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisa ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Berdasarkan hasil-hasil percobaan tersebut di atas tanah diberi dua huruf yang menunjukkan jenis tanah utamanya dan sub-divisinya, dimana huruf pertama (awalan) menunjukkan jenis tanah utama dan huruf kedua (akhiran) menunjukkan sub-divisi dari tanah tersebut.

Sistem klasifikasi ini menempatkan tanah dalam tiga kelompok yaitu :

- a. Tanah yang berbutir halus yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos saringan no. 200 lebih dari 50%.
- b. Tanah yang berbutir kasar yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos saringan no. 200 kurang dari 50%.
- c. Tanah organis yaitu tanah yang mengandung prosentase bahan-bahan organis yang tinggi.

III.2.1. Tanah Berbutir Halus

Kelompok tanah ini mempergunakan huruf-huruf sebagai berikut ;

* Huruf pertama (awalan)

M - Lanau

C - Lempung

O - Organik

* Huruf kedua (akhiran)

L - Plastisitas rendah

H - Plastisitas tinggi

Jadi tanah berbutir halus ini dapat dikelompokkan atas enam kelompok klasifikasi seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

II.2.2. Tanah Berbutir Kasar

Kelompok tanah ini mempergunakan huruf-huruf sebagai berikut :

* Huruf pertama (awalan)

G - Kerikil

S - Pasirng

* Huruf kedua (akhiran)

W - Bergradasi baik

P - Bergradasi buruk

M - Berlanau

C - Berlempung

Kerikil dan pasir dapat dibedakan berdasarkan prosentase kelolosan saringan no. 4, yakni :

- a. Kerikil, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos saringan no. 4 kurang dari 50%.
- b. Pasir, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos saringan no. 4 lebih dari 50%.

Kedua jenis tanah ini dibagi lagi ke dalam empat kelompok:

1. Kelompok GW dan SW, yaitu kerikil dan pasir yang bergradasi baik dengan sedikit atau tanpa butiran halus (lolos saringan no. 200 lebih kecil dari 50%). Kelompok tanah ini harus memenuhi syarat koefisien keseragaman C_u (Coefficient of uniformity) dan koefisien kecekungan C_c (Coefficient of concavity), yaitu : (Bowles, 1984).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ lebih besar } 4 \quad (2.1)$$

$$C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}} \text{ antara } 1 \text{ sampai } 3 \quad (2.2)$$

2. Kelompok GP dan SP, yaitu kerikil dan pasir yang bergradasi buruk dengan sedikit atau tanpa butiran

halus (lolos saringan no. 200 lebih kecil dari 50%); kelompok ini tidak memenuhi persyaratan C_u dan C_c .

3. Kelompok GM dan SM, yaitu kerikil atau pasir berlanau bergradasi buruk (lolos saringan no. 200 lebih besar dari 12%). Mempunyai indeks plasisitas lebih kecil dari 4 dan batas Atterberg terletak dibawah garis A (lihat plasticity chart pada gambar 2.1).

4. Kelompok GC dan SC, yaitu kerikil atau pasir berlempung bergradasi buruk (lolos saringan no. 200 antara 5% sampai 12%) mempunyai indeks plastisitas lebih besar dari 7 dan batas atterberg terletak di atas garis A (lihat plasticity chart pada gambar 2.1).

Kelompok-kelompok tanah diatas dapat dirangkum seperti pada tabel 2.1. dan gambar 2.1.

II.2.3. Tanah Organik

Kelompok tanah ini sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang baik. Tanah khusus dari kelompok ini adalah humus, komponen umum dari tanah ini adalah partikel-partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan yang regas lainnya.

Sistem klasifikasi tanah Unified dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2.1. Bagan klasifikasi tanah unified (Bowles, 1984)

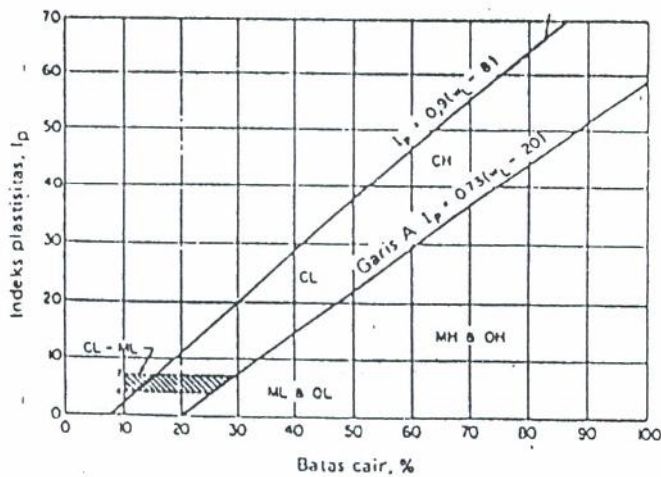
Prosedur-prosedur identifikasi lapangan (Tidak termasuk partikel-partikel yang lebih besar dari 75 mm dan berdasarkan fraksi-fraksi atas perkiraan berat)				
TANAH BERBUTIR KASAR Lebih dari setengah bagian adalah lebih besar dari ukuran saringan No. 200	Lebih dari setengah fraksi kasar adalah lebih besar dari ukuran saringan No. 4 (Untuk klasifikasi visual, ukuran 6 mm dapat dipergunakan sebagai ekuivalen dari ukuran saringan No. 4)	PASIR BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)	KERIKIL BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)	Kisaran yang luas dalam ukuran butir dan jumlah yang cukup berarti dari semua partikel ukuran antara
			KERIKIL HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	Satu ukuran saja yang banyak terdapat atau suatu kisaran ukuran di mana beberapa ukuran antara tidak terdapat
		PASIR BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)	KERIKIL BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	Butir halus tidak plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat ML di bawah)
			PASIR BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)	Butir halus plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat CL di bawah)
		PASIR BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	PASIR BERSIH (Butir halus yang tidak ada atau sedikit)	Kisaran yang luas dalam ukuran butir dan jumlah yang cukup berarti dari semua partikel ukuran antara
			PASIR BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	Satu ukuran saja yang banyak terdapat atau suatu kisaran ukuran-ukuran dimana beberapa ukuran antara tidak terdapat.
		PASIR BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	PASIR BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	Butir halus tidak plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat ML di bawah)
			PASIR BERBUTIR HALUS (Jumlah butir halus yang cukup banyak)	Butir halus plastis (untuk prosedur identifikasi, lihat CL di bawah)
TANAH BERBUTIR HALUS Lebih dari setengah bagian adalah lebih kecil dari ukuran saringan No. 200 (Ukuran saringan No. 200 adalah partikel terkecil yang masih dapat dilihat dengan mata telanjang)	Prosedur identifikasi dari fraksi yang lebih kecil dari ukuran saringan No. 40			
	LANAU DAN LEMPUNG Batas cair lebih kecil dari 50	kekuatan kering (Karakteristik hancur)	Pemuaian (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
	LANAU DAN LEMPUNG Batas cair lebih besar dari 50	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
	TANAH SANGAT ORGANIS		Langsung dapat diidentifikasi lewat warna, bau, lembut seperti busa dan tekstur serabut	

Tabel 2.1. (sambungan)

Simbol kelompok	N a m a	Keterangan yang dibutuhkan untuk menerangkan tanah
CIW	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: <u>Pasir berlanau</u>; 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>
GI	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 inorganis 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 geologis, 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: <u>Lanau berlempung, coklat</u>; agak plastis; persentase kecil dari pasir, banyak lobang-lobang akar yang vertikal, teguh dan kering di tempat; lus; (ML)</p>
CL	Lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus	
OL	Lanau organis dan lanau-lempung organis dengan plastisitas rendah	
MII	Lanau inorganis, tanah berpasir atau berlanau halus mengandung mika atau diatom, lanau elastis	
CII	Lempung inorganis dengan plastisitas tinggi; lempung gemuk	
OII	Lempung organis dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
PI	Gambut (peat), rawang (muck), gambu (rawa (peat-bog), dan sebagainya	

Kriteria klasifikasi laboratorium		
Penggunaan kurva ukuran butir dalam mengidentifikasi fraksi-fraksi yang diberikan pada identifikasi lapangan Tentukan persentase dari kerikil dan pasir dari kurva ukuran butir. Tergantung 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 12,2 persen Kasus di batas antara memerlukan pemakaian simbol ganda	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ 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 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ 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	

Tabel 2.1 Sambungan



Gambar 2.1. Diagram platistitas (Bowles, 1984)

II.3. SISTEM KLASIFIKASI TANAH AASHTO

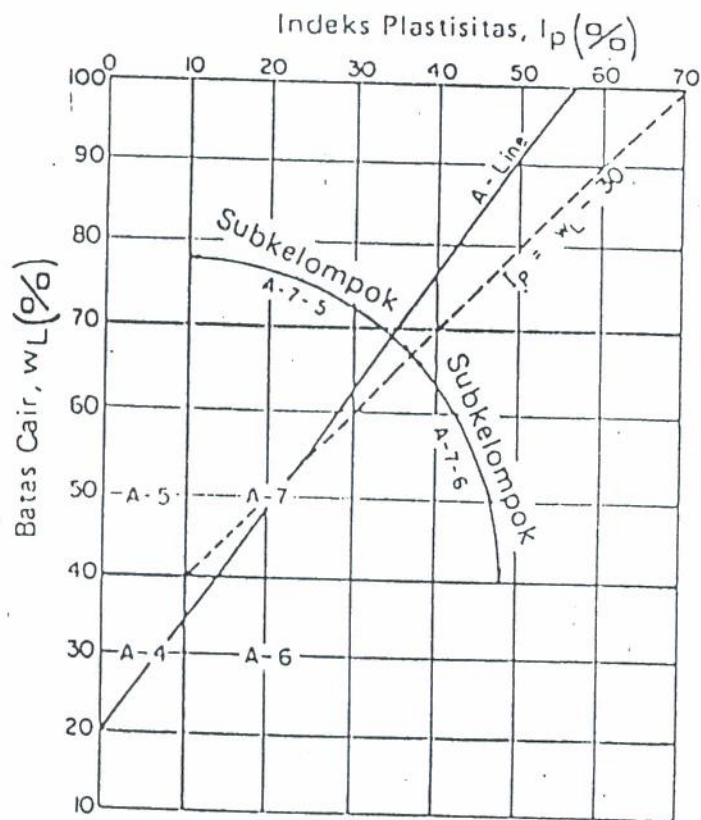
Pada tahun 1931 Bureu of Public Roads (BPR) menerima sistem klasifikasi tanah yang didasarkan pada hasil kerja dari Hogentogler dan Terzaghi. Sistem ini didasarkan pada ketahanan tanah terhadap beban roda kendaraan.

Sistem ini mengklasifikasikan tanah kedalam delapan kelompok, yakni kelompok A-1 sampai dengan A-8 dan menambahkan dua sub-kelompok dalam A-1, empat sub-kelompok dalam A-2, dan dua sub-kelompok dalam A-7. Dari hasil revisi terakhir yang dilakukan terhadap sistem ini, maka Bureu of Public Roads hanya mengakui tujuh kelompok saja yakni A-1 sampai A-7 tanpa ada perubahan yang radikal dari tipe-tipe tanah yang disimbolkan dalam simbol tersebut. Sedangkan kelompok yang tercakup kedalam simbol A-8 yang terdiri dari gambut dan humus yang sangat lunak dan tidak mampu memikul beban roda kendaraan tidak dipakai lagi, karena tidak sesuai dengan tanah yang terdapat di lapangan, tetapi karakteristik tanah yang timbul hanya merupakan hasil test laboratorium saja. Sistem klasifikasi tanah AASHTO pada saat ini dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO.

Klasifikasi umum	Bahan-bahan (35% atau kurang melalui No. 200)							Bahan-bahan lanau-lempung (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: Berser 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 Kekerasan melalui No. 40 Batas cair: Indeks plastisitas	6 maks.		N.P.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min.	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	0			4 maks.	8 maks.	12 maks.	16 maks.	20 maks.
Jenis bahan pendukung utama	Fragmen batuan, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Kondisi umum sebagai tanah	Sangat baik sampai baik							sedang sampai buruk			

Sedangkan gambar 2.2. dapat dipergunakan untuk mendapatkan batas-batas grafis dari batas cair (w_L) dan indeks plastisitas (IP), untuk kelompok-kelompok A-4 sampai dengan A-7.



Gambar 2.2. Batas cair dan indeks plastisitas untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7), (Bowles, 1984)

II.3.1. Deskripsi Umum Untuk Sub-Kelompok Klasifikasi Tanah AASHTO

Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir dengan tidak lebih dari 35% bahan lolos saringan no. 200. Bahan khas dalam kelompok A-1 adalah campuran yang bergradasi baik dari kerikil, pasir kasar, pasir halus dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas yang sangat kecil atau tidak ada sama sekali. Sub-kelompok A-1a, yang dapat mengandung kerikil yang cukup banyak merupakan bahan yang bergradasi lebih besar daripada A-1b yang terutama terdiri dari pasir kasar. Bahan pengikat dalam kelompok ini dapat mempunyai sejumlah kecil plastisitas (IP lebih kecil atau sama dengan 6).

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

Tanah A-2 juga merupakan bahan berbutir tetapi dengan jumlah bahan yang lolos saringan nomor 200 yang cukup banyak (tetapi tidak lebih dari 35%). Bahan ini terletak pada batas di antara bahan yang termasuk dalam kelompok A-1 dan a-3 dan bahan lanau-lempung dari kelompok A-4 sampai A-7.

Apabila lebih dari 35% dari bahannya lolos saringan nomor 200 maka tanah ini akan mengandung butiran halus yang "cukup banyak" dan diklasifikasikan sebagai kelompok tanah A-6. Kelompok A-4 sampai A-7 dianggap

sebagai tanah berbutir halus, dan semuanya mempunyai lebih dari 35% bahan yang lolos saringan nomor 200.

Kemudian kelompok A-7 dibagi lagi atas :

A-7-5 apabila $IP < (W_L - 30)$

A-7-6 apabila $IP > (W_L - 30)$

gambar II.2 dapat dipakai untuk mengklasifikasikan sub-kelompok A-7 dengan cepat. Kelompok tanah A-8 adalah gambut (sangat organik) atau rawang (tipis, sangat ber-air, mengandung bahan organik yang cukup banyak).

II.4. KARAKTERISTIK TANAH UMUM

Tanah selalu mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bahan bangunan itu sendiri seperti sebagai bahan timbunan untuk jalan, lapangan terbang dan lain-lain.

Tenaga-tenaga teknik sipil yang berkecimpung dalam perencanaan atau pelaksanaan mengenai fungsi serta sifat-sifat tanah itu bila dilakukan pembebanan terhadapnya. Maka dari itu untuk mengetahui dan membedakan dengan tepat masing-masing sifat tanah ini telah dipakai metode sistematis. Metode sistematis ini pada umumnya disebut Sistem Klasifikasi Tanah.

Sistem Klasifikasi Tanah ini dimaksud untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah dengan cara yang sistematis, untuk menentukan kesesuaiannya terhadap pemakaian tertentu, yang berdasarkan pada pengalaman

terdahulu. Sistem Klasifikasi Tanah ini juga berguna untuk menyampaikan informasi mengenai keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya.

Dari beberapa sistem klasifikasi yang ada, disini akan kita tinjau satu buah sistem saja yaitu Sistem Klasifikasi Tanah Unified (Unified Soil Classification - USC).

Sistem Klasifikasi Tanah Unified ini paling sering dipakai (dan secara internasional) untuk pekerjaan teknik pondasi seperti untuk bendungan, bangunan dan konstruksi yang lainnya. Sistem ini juga biasa dipakai untuk membuat lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan bagi jalan raya.

Tabel 2.3. Kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi tanah.

Jenis Tanah	Prefiks	Sub kelompok	Sufiks
kerikil	G	gradasi baik	W
		gradasi buruk	P
pasir	S	berlanau	M
		berlempung	C
lanau	M		
lempung	C	wL < 50 %	L
organis	O	wL > 50 %	H
gambut	Pt		

Kerikil yang bergradasi baik adalah GW, pasir yang bergradasi buruk adalah SP, pasir yang bergradasi baik

adalah SW, pasir berlanau adalah SM, lempung dengan batas cair > 50% adalah CH dan sebagainya.

Suatu tanah bergradasi baik atau tidak seragam apabila terdapat distribusi yang merata dari ukuran-ukuran butir yang ada yaitu apabila terdapat butir-butir dengan ukuran yang memungkinkan, diantara batas-batas atas bawah gradasi.

Suatu tanah adalah bergradasi buruk atau seragam apabila contoh yang ada sebagian besar terdiri dari satu ukuran butir atau kurang dalam ukuran butir tertentu. Pasir pantai merupakan salah satu contoh dari tanah bergradasi buruk.

Sistim klasifikasi tanah unified mendefinisikan tanah sebagai berikut :

1. berbutir kasar apabila lebih dari 50% tertahan pada saringan no. 200.
2. berbutir halus apabila lebih dari 50% dapat melalui saringan no. 200.

Tanah berbutir kasar adalah :

1. kerikil apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan no. 40.
2. pasir apabila lebih dari setengah fraksi kasar di antara ukuran saringan no. 4 dan no. 200.

Tanah berbutir kasar adalah :

GW, GP	5% melalui
atau	saringan no. 200
SW, SP	

GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC	5% < melalui
atau	saringan no. 200 < 12%
SW-SM, -SM, SW-SC, SP-SC	
GM, GC	12% melalui
atau	saringan no. 20
SM, SC	

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung analisa ukuran butir dan distribusi ukuran partikel. Sedangkan tanah berbutir halus membutuhkan bagian plastisitas.

Sifat-sifat fisis yang dipergunakan untuk menentukan kesesuaian suatu tanah sebagai bahan konstruksi untuk tanah timbunan seperti pada bendungan dan tanggul, untuk digunakan pada lokasi bangunan sebagai bahan timbunan untuk lapangan terbang dan jalan raya adalah sebagai berikut :

- persentase kerikil, pasir dan butir-butir halus lainnya membutuhkan suatu analisa saringan.
- plastisitas <wL, wP dan Ip> membutuhkan batas Atterberg.

Selanjutnya akan disajikan data-data dari hasil penelitian dari penulis dan dari pakar-pakar tanah < ahli mekanika tanah > baik penelitian lapangan maupun dari penelitian dilakukan di laboratorium untuk memberikan karakteristik tanah bauxite yang umumnya dijumpai di daerah pengambilan tanah pada Km. 10 Tanjung Pinang Kepulauan Riau.

Disini akan kita tinjau pekerjaan subbase saja karena tanah yang dipakai untuk timbunan lapangan terbang ini adalah tanah bauxite.

Untuk pekerjaan subbase ini dilakukan test laboratorium dari material bauxite < dipakai pitrun bauxite, yang diambil dari Km. 10 Tanjung Pinang > dilakukan secara random dengan membagi lokasi sebagai berikut :

- pada R/W - 22 : diambil sebanyak 2 sample yang kemudian mewakili area B dan C.
- pada R/W - 04 : diambil sebanyak 3 sample yang kemudian mewakili area D, E dan F.

Sample yang telah diambil kemudian dilakukan test-test laboratorium yaitu :

- Analisa saringan
- Atterberg limit
- Sand Equivalent
- Kotoran organik

II.5. UKURAN PARTIKEL TANAH

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (soil-

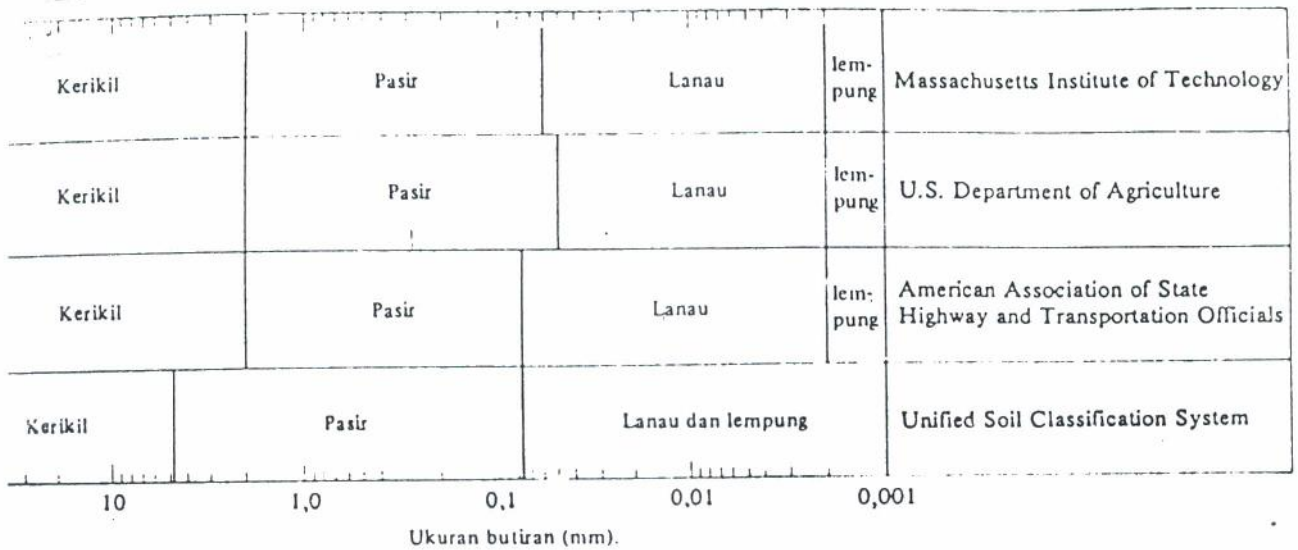
separate-size limits). Pada tabel 2.4 ditunjukkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT), U.S. Department of Agriculture (USDA), Amerika Association of state Highway and Transportation Officials (AASHTO) dan oleh U.S. Army Corps of Engineers dan U.S. Bureau of Reclamation yang kemudian menghasilkan apa yang disebut sebagai Unified Soil Classification System (USCS). Pada tabel tersebut, sistem MIT diberikan hanya untuk keterangan tambahan saja. Sistem MIT ini penting artinya dalam sejarah perkembangan batasan ukuran golongan jenis tanah. Pada saat sekarang, sistem Unified (USCS) telah diterima di seluruh dunia. Sistem ini sekarang telah dipakai pula oleh American Society of

Tabel 2.4. Batasan-batasan Ukuran Gelombang Tanah

Nama golongan	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachuserrrs Institute Technology (MIT)	> 2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
US Departmen of Agriculture (USDA)	> 2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association of State Higway and Transportation Officials (AASHTO)	7,62-2	2-0,075	0,075-0,002	0,002
Unified Soil Clasification system (US. Army Corps of Engineers, US Bureau of Reclamation)	76,2-2	4,75-0,075	Halus yaitu lanau dan lempung < 0,0075	

Testing and Materials (ASTM). Tabel 2.5. menunjukkan batasan-batasan ukuran dalam bentuk grafik.

Tabel 2.5. Batasan-batasan ukuran golongan tanah menurut beberapa sistem



Kerikil (gravels) adalah kepingan-kepingan dari batuan yang kadang-kadang juga mengandung partikel-partikel mineral quartz, feldspar, dan mineral-mineral lain

Pasir (sand) sebagian besar terdiri dari mineral quartz dan feldspar. Butiran dari mineral yang lain mungkin juga masih ada pada golongan ini.

Lanau (silts) sebagian besar merupakan fraksi mikroskopis (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran quartz yang sangat halus,

dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika.

Lempung (clays) sebagaimana besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (clay minerals), dan mineral-mineral yang sangat halus lain. Pada tabel 2.4 lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (= 2 mikron). Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung (lihat ASTM D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung (hanya berdasarkan pada ukurannya saja). Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (clay minerals). Dari segi mineral (bukan ukurannya), yang disebut tanah lempung (dan mineral lempung) ialah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang "menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air" (Grim, 1953). Jadi dari segi mineral, tanah juga dapat disebut sebagai tanah bukan lempung (non-clay soils) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel quartz, felspar, dan mika dapat berukuran submikroskopis, tetapi umumnya mereka tidak dapat menyebabkan terjadinya sifat plastis dari tanah).

Dari segi ukuran, partikel-partikel tersebut memang dapat digolongkan sebagai partikel lempung. Untuk itu, akan lebih tepat bila partikel-partikel tanah yang berukuran kecil dari 2 mikron ($= 2\mu$), atau < 5 mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut sebagai lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($< 1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung.

II.6. KARAKTERISTIK-KARAKTERISTIK TANAH BAUXITE YANG DIPEROLEH DI LABORATORIUM

Berdasarkan hasil test dari laboratorium, tanah bauxite yang dipakai untuk pekerjaan subbase pada landasan pacu pada bandar udara Kijang Pinang dibagi beberapa titik <sample> dimana sample-sample itu mewakili area yang telah dibagi secara random.

Data-data itu akan disajikan pada tabel-tabel dibawah ini :

Tabel 2.6. Pitrun bauxite/subbase STA. 02 - B

Liquid limit	23 %
Plastis limit	19 %
Plasticity index	4 %
Prosentase butir lewat	
Saringan no. 200	24,1 %
M/c ¹	21,2 %
M/c optimal	10 %
d	2,089
CBR 01"	35,82%
CBR 02"	35,67%
Spesific grafiti	2,646

Tabel 2.7. Pitrun bauxite / subbase STA > 03 - C

Liquid limit	23,05 %
Plastis limit	18,92 %
Plasticity index	4,13 %
Prosentase butir lewat	
Saringan no. 200	25,2 %
M/c ¹	20,8 %
M/c optimal	10 %
d	2,049
CBR 01"	35,42%
CBR 02"	35,18%
Spesific grafiti	2,643%

Tabel 2.8. Pitrun bauxite / subbase STA. 04 - D

Liquid limit	22,45 %
Plastis limit	18,87 %
Plasticity index	3,58 %
Prosentase butir lewat	
Saringan no. 200	26,4 %
M/c:	20,67 %
M/c optimal	8,33 %
d	2,085 %
CBR 01"	36,67 %
CBR 02"	35,35 %
Spesific grafity	2,648 %

Tabel 2.9. Pitrun bauxite / subbase STA. 04 - D

Liquid limit	22,45 %
Plastis limit	18,87 %
Plasticity index	3,58 %
Prosentase butir lewat	
Saringan no. 200	26,4 %
M/c:	20,67 %
M/c optimal	8,33 %
d	2,085 %
CBR 01"	36,67 %
CBR 02"	35,35 %
Spesific grafity	2,648 %

Tabel 2.10. Pitrun bauxite / subbase STA. 05 - E

Liquid limit	22,9	%
Plastis limit	19,0	%
Plasticity index	3,9	%
Prosentase butir lewat		
Saringan no. 200	24,3	%
M/c ¹	20,81	%
M/c optimal	8,68	%
d	2,063	%
CBR 01"	35,2	%
CBR 02"	35,0	%
Spesific grafity	2,648	%

Tabel 2.11. Pitrun bauxite / subbase STA 06 - F

Liquid limit	22,75	%
Plastis limit	18,80	%
Plasticity index	3,95	%
Prosentase butir lewat		
Saringan no. 200	23,90	%
M/c ¹	20,85	%
M/c optimal	8,87	%
d	2,072	%
CBR 01"	35,82	%
CBR 02"	35,67	%
Spesific grafity	2,653	%

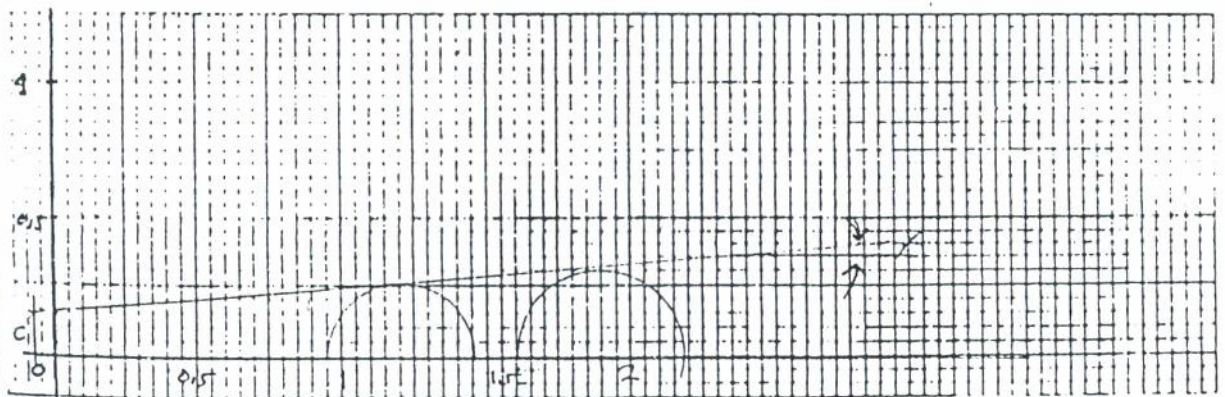
2.7. ANALISA INDEKS PROPERTI TANAH BAUXITE

Dari hasil data-data yang diperoleh dilaboratorium mengenai tanah bauxite melalui tes triaxial, konsolidasi, dilakukan analisa untuk mendapat harga indeks properti dan analisa ayakan untuk mendapatkan prosentase karakteristik tanah bauxite.

II.7.1. Analisa Triaxial Test

- Mencari harga C dan θ

Tegangan vertikal (σ_3) = 0,5 kg/cm² dan 1 kg/cm².
Tegangan horizontal (σ_1) = 0,45 kg/cm² dan 0,59 kg/cm².
Dari analisa lingkaran Mhor (gambar 2.3) dibawah ini berdasarkan σ_3 dan σ_1 didapat harga kohesi (C) dan sudut geser dalam.



Gambar 2.3. Lingkaran Mhor hasil Triaxial Test

Dimana : Kohesi C = 0,15 kg/cm² = 1,5 ton/m²

Sudut geser dalam $\theta = 9^\circ$

II.7.2. Analisa Konsolidasi

- Menghitung harga e_o , C_c dan C_v

a. Angka pori awal e_o

$$e_o = \frac{H_o - H_t}{H_t} = 1,71$$

b. Compression Index (C_c) = index pemampatan

$$C_c = 0,156 \quad e_o + 0,0107 = 0,28$$

c. Koefisien Konsolidasi (C_v)

$$C_v = \frac{0,212 H}{t \cdot 90} \text{ (m}^2/\text{dt)} = 0,035 \text{ m}^2/\text{dt}$$

II.7.3. Index Properti

- Menghitung G_s , γ , w , e , n , γ_d

a. Kadar air (w) = $\frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$
 $= 19,13 \%$

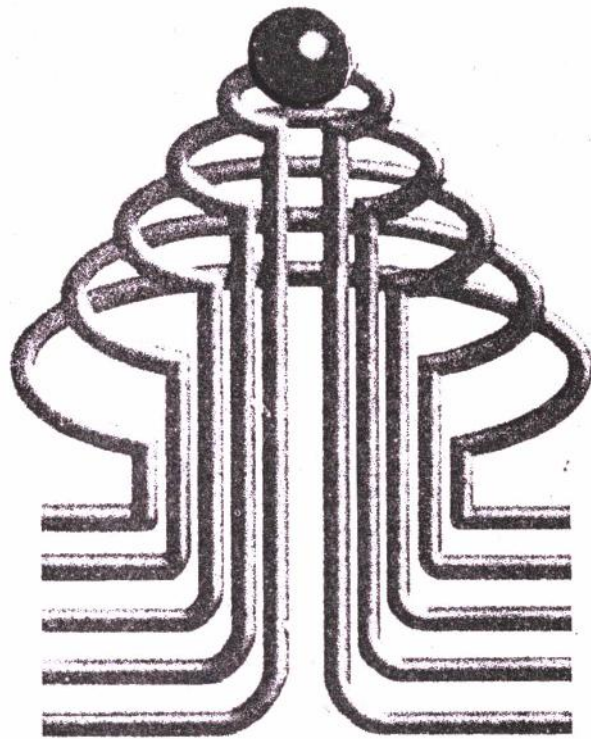
b. Spesific gravity (G_s) = $\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} = 2,667$

c. Berat isi tanah (γ) = $\frac{\text{berat tanah}}{\text{volume tanah}} = 2,01 \text{ ton/m}^3$

d. Angka pori (e) = $e_o - \Delta e = 1,63$

e. Porositas (n) = $\frac{e}{1 + e} = 0,620$

f. Berat isi tanah kering (γ_d) = $\frac{\gamma_v \cdot G_s}{1 + e} = 1,64$



ISTN

BAB III

SIFAT-SIFAT TEKNIS BAHAN TIMBUNAN TANAH

III.1. UMUM

Sejak jaman dahulu kala sampai sekarang, orang telah menggunakan tanah sebagai bahan konstruksi untuk pembuatan bangunan sipil seperti bendungan, tanggul, jalan raya, lapangan terbang dan lain-lain. Ini terutama disebabkan karena penyebarannya yang sangat luas dipermukaan bumi, sederhana cara mengerjakannya serta relatif sangat murah/ekonomis.

Satu hal yang pasti bahwa di dalam pemadatan tanah, orang berusaha meningkatkan sifat teknis tanah yang bersangkutan, yaitu

- 1) meningkatkan kekuatan geser
- 2) mengurangi kompresibilitasnya, dan
- 3) mengurangi sifat kerembesannya.

Sampai berapa jauhkah peningkatan ini dapat dicapai ? Hal ini terutama tergantung pada berat volume kering (atau void ratio), derajat kejenuhan (S_r) dan mikrostruktur dari bahan yang dipadatkan masing-masing faktor ini dipengaruhi dipengaruhi lagi oleh kadar air, energi pemadatan dan cara pemadatan.

Dalam mendesain suatu timbunan tanah yang dipadatkan, seorang teknisi perlu mempunyai pengetahuan yang cukup memadai tentang parameter-parameter tanah yang mempengaruhi kestabilan lereng. Parameter-parameter ini

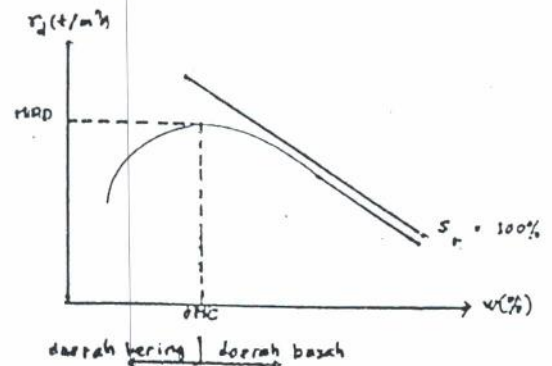
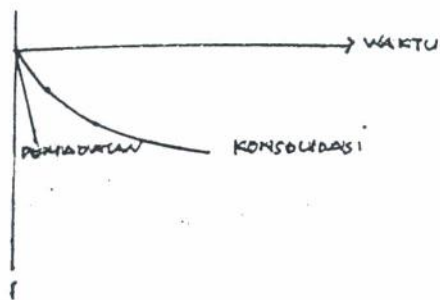
dapat diperoleh dengan melakukan uji indeks properti, uji kompaksi, uji kuat geser, uji konsolidasi dan uji permeabilitas di laboratorium. Dalam tahap pradesain atau di daerah terpencil dimana fasilitas laboratorium sulit ditemukan parameter-parameter biasanya dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan empiris yang telah teruji coba disuatu lokasi.

III.2. SIFAT-SIFAT TEKNIS TANAH TIMBUNAN

III.2.1. Teori Pemadatan

Seperti diketahui, massa tanah terdiri dari susunan partikel-partikel padat, air dan udara. Udara dan air mengisi ruang pori yang terbentuk di antara partikel padat.

Pemadatan pada massa tanah, berarti memperkecil volumenya (ruang pori), yang umumnya menggunakan beban dinamis dan terutama dipengaruhi oleh mekanisme pergerakan dari partikel padatnya. Sedangkan proses konsolidasi adalah pemadatan yang terjadi, sebagai akibat dari perubahan volume pori yang disebabkan oleh beban statis dan dipengaruhi oleh tekanan air pori atau permeabilitasnya (fungsi dari waktu). Jadi pemampatan pada proses konsolidasi adalah fungsi dari waktu dan hubungannya dengan pemadatan dapat diperiksa pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Perbedaan Proses Konsolidasi dan Pemadatan Tanah γ_d Gambar 3.2. Hubungan antara kadar air w (%)

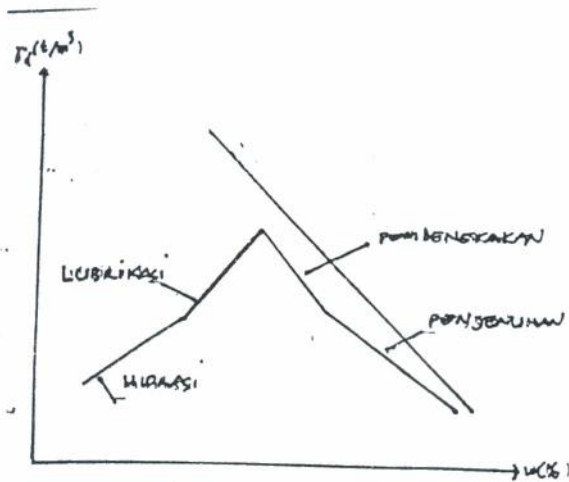
PROCTOR (c, f, HILF, 1975) untuk pertama kali memperkenalkan prinsip-prinsip cara pemadatan tanah dan aplikasinya. Setelah itu berbagai laboratorium di dunia memperkenalkan standarnya masing-masing, sekalipun pada prinsipnya mengikuti cara Proctor. Namun sedemikian jauh telah diketahui, bahwa dengan berbagai standar pemadatan dan berbagai cara memadatkan tanah, baik dilapangan maupun di laboratorium akan diperoleh hasil yang mempunyai kesamaan gambaraannya (periksa gambar 3.2).

Pada tiap standar pemadatan yang dipergunakan, akan memperoleh sebuah nilai kadar air optimum (optimum moisture content = OMC) yang menghasilkan kepadatan kering maximum (maximum dry density = MDD). Pada kadar air lainnya, baik daerah kering (dry side) maupun di

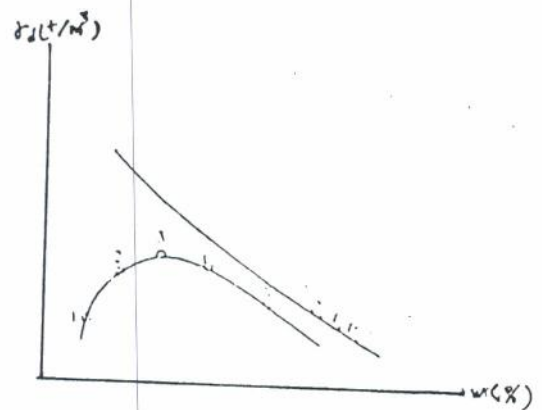
daerah basah (wet side) terhadap optimumnya, akan diperoleh kepadatan yang lebih kecil dari pada kepadatan maksimumnya. Makin jauh dari kadar optimumnya, kepadatan yang didapatkan juga makin berkurang.

Beberapa penyelidik seperti PROCTOR (1933), HOGENTOGLER (1936), HILF (1956), LAMBE (1960), OLSON (1936), BARDEN & SIDES (1970) telah mencoba menerangkan bentuk kurva hubungan kadar air dan kepadatan dari tanah lempung.

PROCTOR (1933) berpendapat bahwa pemadatan di daerah yang sangat kering akan mengakibatkan timbulkan efek kapiler yang menahan Bergeraknya butir yang satu terhadap yang lain (tahanan geser tinggi), sehingga kepadatannya akan menjadi kecil. Pemadatan dengan meningkatkan kadar air mengakibatkan licinnya (lubrication) bidang butiran, sehingga butir-butir bergerak untuk mencari bentuk yang lebih stabil. Ini berakibat meningkatnya kepadatan tanah. Proses pemadatan dengan peningkatan kadar air yang disertai pula dengan peningkatan kepadatan, berlangsung sampai satu titik (optima) dimana kadar air dan volume udara tidak bisa dikeluarkan lagi. Pemadatan dengan peningkatan kadar air lebih lanjut akan menimbulkan peningkatan volume udara dan air, yang berakibat menurunnya kepadatan tanah.



Gambar 3.3. Bentuk kurva Pemadatan Tanah Menurut HOGENTOGLER



Gambar 3.4. Kurva Pemadatan 5 buah Benda Uji yang dipadatkan

HOGENTOGLER (1936) menganggap bahwa bentuk dari kurva pemadatan terjadi dalam empat fase yaitu :

1. Hydrasi yang diperkirakan terjadi karena absorpsi dari butir padat, yang membentuk lapisan air yang tipis di sekelilingnya.
2. Lubrikasi (pelincinan) yang terjadi karena penebalan lapisan air di sekeliling butir yang melincinkan, sehingga butir-butir mencari bentuk yang stabil.
3. Pembengkakan yang terjadi karena peningkatan volume void tanpa merubah volume udara.
4. Penjenuhan terjadi karena volume dara seluruhnya terisi oleh air.

HILF (a956) dan OLSON (1963) menggunakan teori tekanan air pori pada tanah yang tidak jenuh untuk

menerangkan bentuk kurva pemadatan. Pada kadar air yang rendah. Pemadatan dengan peningkatan kadar air mengakibatkan penurunan tekanan kapiler, sehingga kepadatan tanah meningkat. Pada kadar air melewati kadar air optimum akan menyebabkan terperangkapnya udara oleh air dan berkembanglah tekanan pori yang cukup besar untuk melawan proses pemadatan lebih lanjut.

LAMBE (1960) mencoba menerangkan bentuk kurva pemadatan dengan menggunakan teori kimia permukaan (surface chemical theories). Pada kadar yang rendah terjadi konsentrasi elektrolit yang tinggi, sehingga terbentuk butir-butir yang terflokulasi (floculation of particles). Flukulasi adalah penyebab rendahnya kepadatan tanah. Pemadatan dengan peningkatan kadar air akan mengurangi konsentrasi elektrolit, sehingga membentuk struktur yang dispersif (dispersive structure) yang mengakibatkan peningkatan kepadatan tanah. Peningkatan kepadatan ini diperkirakan, karena struktur yang dispersif ini memperkenankan Bergeraknya butir-butir yang satu terhadap yang lainnya, dalam bentuk yang lebih stabil.

BARDEN dan SIDER (1970) melakukan pengamatan secara mikroskopis pada sejumlah tanah lempung terpadatkan. Pengamatannya ditujukan pada pengaruh kadar air atas struktur butir tanah. Sekalipun bertolak dari pangkal yang berbeda, namun kesimpulannya memperkuat pendapat rekannya yang lebih dahulu.

GILBERT (1959) serta LANGFERDE, CHEN dan JUSTICE (1968) mengungkapkan, bahwa peristiwa terperangkapnya udara oleh air (ruang pori tidak bagi saling berhubungan) terjadi mulai pada kadar air disekitar optimumnya. Pada kondisi ini udara secara praktis tidak dapat lolos dari ruang porinya, sehingga kepadatannya makin berkurang. Demikian pula, tanah yang kering sulit dipadatkan, karena peningkatan tegangan kapiler memberikan perlawanan atas usaha pemadatan.

III.2.2. Cara-cara Pemeriksaan Kepadatan Tanah

1) Di laboratorium :

Pemeriksaan kepadatan tanah di laboratorium pada umumnya dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Cara standar Proctor

A.S.T.M. (American Society for Testing Materials) menggunakan standar ini sebagai salah satu cara untuk mengerjakan pemadatan tanah di laboratorium. Kemudian ternyata bahwa standar ini banyak dipakai diberbagai negara, juga Indonesia. Pertama kali cara ini diperkenalkan oleh PROCTOR (1933), sehingga terkenal dengan nama Standar Proctor Compaction Test. Pemadatannya dikerjakan dengan peralatan yang telah dibakukan oleh ASTM (D 698-66T). Tenaga pemadatan diperoleh dengan menjatuhkan secara bebas sebuah penumbuk berat 5,5 lbs (=2,48 kg), diameter 2" (5,1 cm) setinggi 12" (= 30,48 cm) di atas lapisan tanah yang dihamparkan merata. Tanah tersebut

ditempatkan didalam silinder besi diameter 4" (=10,16 cm), tinggi 4.6" (=11,68 cm) dalam 3 lapisan. Setiap lapisan ditumbuk 25 kali. Enersi yang diperoleh sebesar 12,40 ft. lb/Cu.ft (=60,5965 ton/m³). Contoh tanah, diremas dengan tangan dahulu hingga hancur dan dikeringkan di udara (air dried). Kemudian disaring dengan saringan no. 4. Terhadap contoh-contoh yang lewat saringan tersebut dibuat 5 buah kelompok contoh ini dibiarkan selama 24 jam (curing) supaya kadar airnya merata. Kemudian kelima contoh dipadatkan, sehingga diperoleh kurva pemadatan seperti terlihat pada gambar 3.4.

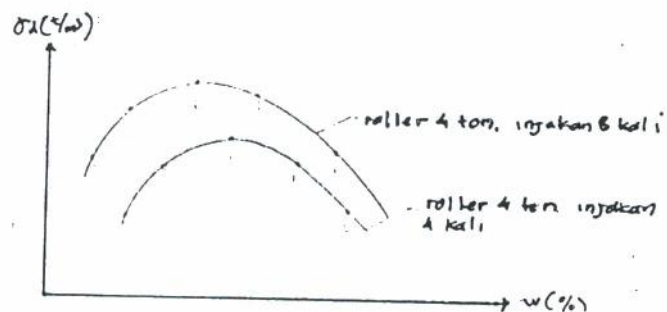
2. Cara Modified AASHTO

Pada prinsipnya pemeriksaan dengan cara lain sama dengan standar proctor, tetapi menggunakan enersi pemadatan yang lebih besar. Tenaga hasil juga dengan penumbukan. Berat pemukul 10 lbs. (4,54 kg) dijatuhkan setinggi 18" 45,72 cm sebanyak 25 kali pada setiap lapisan tanah. Tanah ditempatkan dalam silinder dengan ukuran diameter 6" (15,24 cm) dan tinggi 5" (= 12,70 cm) dalam 5 lapisan. Tenaga pemadatan yang diperoleh sebesar 56,250 ft lb/cu ft (=274,7441 ton/m³). Biasanya cara ini dipergunakan untuk menentukan karakteristik pemadatan bagi perencanaan jalan raya.

3. Di Lapangan :

Seperti halnya pemeriksaan di laboratorium, maka

jumlah injakan, kepadatan kering (γ_d) dan tipe alat pemadat untuk setiap jalan kecil dimana kadar air dan ketebalan lapisan adalah variabel yang konstan (pemeriksaan gambar 6). Untuk setiap lapangan kecil (1 sampai dengan 5) diperoleh satu kurva hubungan γ_d vs jumlah injakan, dengan kadar air yang berbeda-beda pada setiap jalan kecil. Dari kurva-kurva yang diperoleh ini, maka kurva pemadatan dapat digambarkan (periksa gambar 7) dengan berbagai variasi jumlah injakan.



Gambar 3.7. Hubungan antara γ_d dan w untuk Roller Kapasitas 4 ton dengan jumlah injakan 4 kali dan 8 kali.

Pemilihan kurva pemadatan biasanya diambil yang terletak antara jumlah injakan 2 atau 8 kali. Lebih dari 8 kali injakan, menunjukkan bahwa alat yang dipakai tidak sesuai serta ekonomis lagi.

III.2.3. Kadar Air Keseimbangan (Equilibrium Water Content)

Yang dimaksud dengan kadar air keseimbangan adalah kadar air dimana struktur tanah berada di dalam

keseimbangan dengan keadaan lingkungannya.

INGLES (1974) menganjurkan agar pemadatan tanah tidak perlu selalu dilakukan pada kadar air optimum (OMC = Optimum Moisture Content), karena hal ini tidak selalu menguntungkan. Sebaiknya pemadatan tanah lempung dilakukan pada kadar air keseimbangan, karena tahap konstruksi diselesaikan, tanah yang telah dipadatkan tidak mengalami perubahan volume yang berarti akibat penyusutan (shrinkage) ataupun pembengkakan (swelling). Ternyata disini kadar air keseimbangan memegang peranan yang sangat penting di dalam perencanaan lereng timbunan dan dapat diperoleh dengan mengadakan pengamatan secara teratur terhadap kadar air bahan timbunan, yang hendak dipakai di lapangan.

III.2.4. Pengaruh Pemadatan Terhadap Sifat Teknik Tanah

Timbunan yang direncanakan biasanya mempunyai fungsi :

1. memikul beban (jalan raya, jalan kereta api, lapangan terbang).
2. menahan muatan air (bendungan tanah dan bendungan tanah batu).

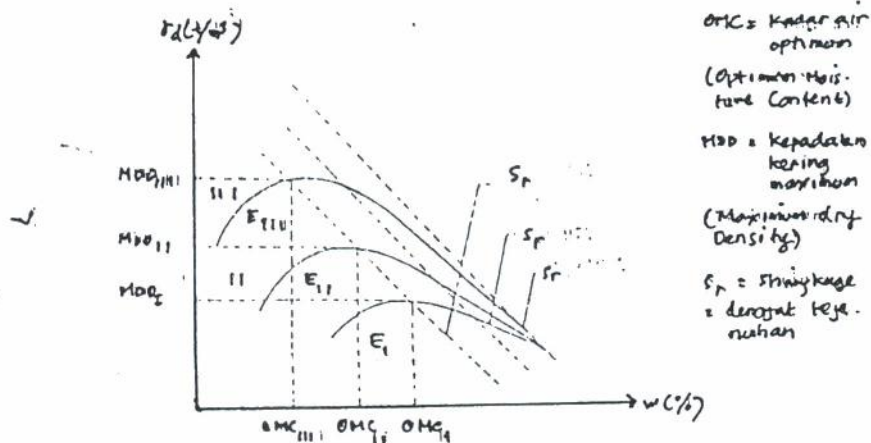
Agar supaya bangunan ini tetap stabil selama masa guna bangunannya (lifetime), maka seorang perencana perlu mengetahui pengaruh cara pemadatan tanah terhadap sifat-sifat teknisnya :

1. pengaruh enersi pemadatan terhadap kurva pemadatan.
2. permeabilitas (untuk bangunan penahan air)
3. kompresibilitas
4. kekuatan geser
5. pengaruh pemadatan tanah terhadap pembengkakan dan penyusutannya.

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh LAMBE (1959), SEED dan CHAN (1959), maka dibawah ini akan diuraikan secara lebih terperinci mengenai pengaruh-pengaruhnya.

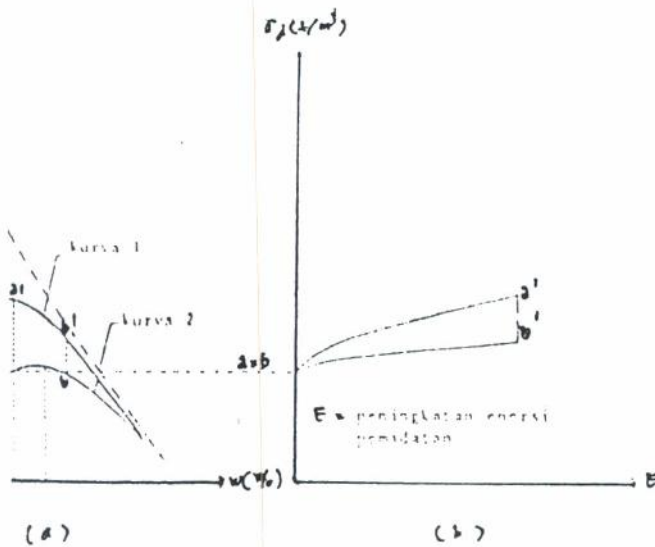
1. Pengaruh enersi pemadatan terhadap kurva pemadatan :

Bila sejenis tanah dipadatkan dengan berbagai enersi pemadatan, maka diperoleh berbagai kelompok kurva pemadatan yang mempunyai kadar air optimum (OMC) dan kepadatan kering maksimum yang berbeda-beda (periksa gambar 3.8).

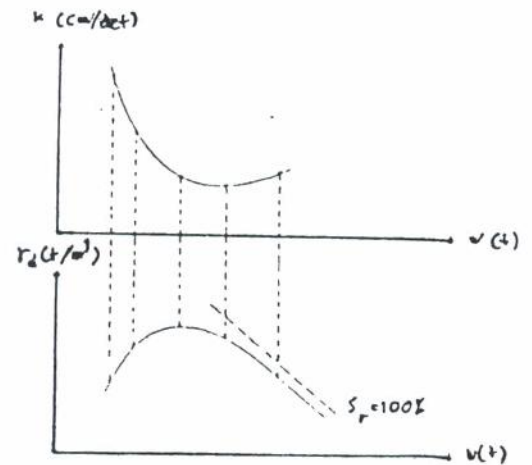


Gambar 3.8. Kurva Pemadatan untuk Tanah Sejenis dengan Enersi yang berbeda.

Makin tinggi enersi pematatan ($E_{III} > E_{II} > E_I$) yang dipakai, maka diperoleh hasil kepadatan maximum ($MDD_{III} + MDD_{II} + MDD_I$) makin rendah. Dari hasil yang diperoleh di atas ini, maka peningkatan kepadatan suatu jenis tanah dengan enersi yang lebih tinggi hanya berfaedah, bila kadar air keseimbangannya berada pada daerah kering. Gambar 3.8 memperlihatkan secara kualitatif, hubungan antara peningkatan enersi pematatan dan peningkatan kepadatan kering.



Gambar 3.8. Pengaruh Peningkatan pematatan terhadap tanah lempung sejenis



Gambar 3.10. Hubungan antara γ_d dan permeabilitas tanah

Kurva 1 dan 2 pada gambar 3.9 memperlihatkan hubungan antara kada air dan kepadatan kering untuk sejenis tanah dengan enersi pematatan yang berbeda. Bila kadar air yang dipadatkan berada pada titik b yaitu pada daerah basah dari kurva 2 maka peningkatan kepadatan

mencapai bb . Sebaliknya bila kadar air pemadatan berada pada daerah kering dari kurva 2, yaitu titik a , maka kepadatan keringnya dapat mencapai titik a' yang jauh lebih tinggi dari pada b' .

2) Pengaruh pemadatan tanah terhadap permeabilitasnya :

Pada gambar 10 diperlihatkan suatu hubungan antara kepadatan kering dan permeabilitas tanah. Setiap contoh tanah mula-mula dipadatkan pada kadar air dan berat volume kering tertentu. Kemudian contoh tanah tersebut diuji permeabilitasnya. Hasilnya menunjukkan bahwa pada daerah kering dari OMC, peningkatan kadar air mengakibatkan penurunan permeabilitas tanah. Permeabilitas minimum terjadi pada kadar air sedikit di atas OMC. Pada daerah basah dari OMC peningkatan kadar air mengakibatkan peningkatan permeabilitas sedikit. Peningkatan ataupun penurunan nilai permeabilitas, banyak dipengaruhi oleh orientasi dari butir-butir dan berat volume kering tanah (void ratio).

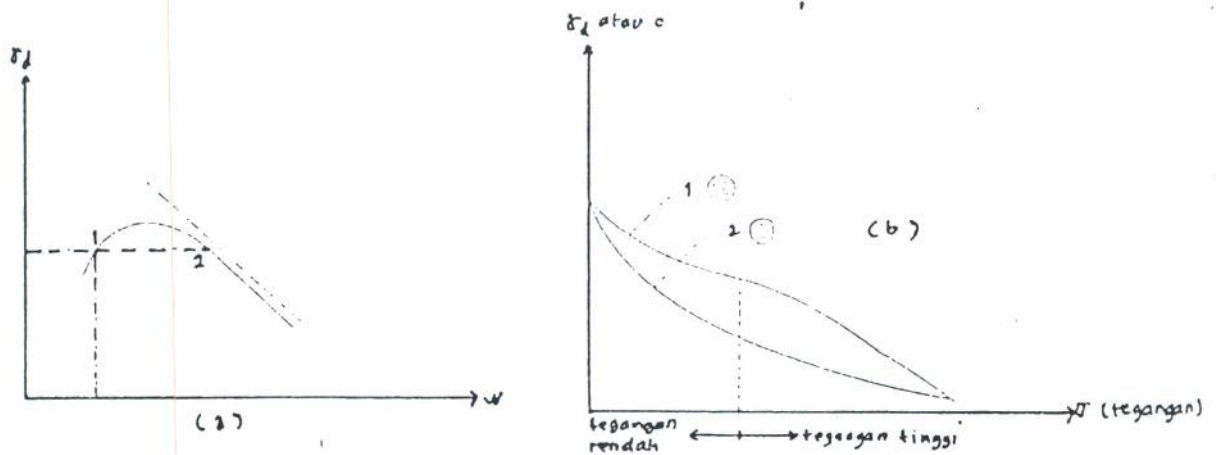
Dengan demikian bila enersi pemadatan ditingkatkan maka nilai peningkatan enersi pemadatan, akan mengakibatkan meningkatnya berat volume kering tanah disertai reorientasi butir-butir.

Pengaruh pemadatan tanah terhadap kompresibilitas
Didalam gambar 11 diperlihatkan 2 macam kurva kompresibilitas yaitu :

1. kurva 1 berupa tanah dipadatkan pada daerah kering

dari OMC dengan $\gamma_{d1} = \gamma_{d2}$ dan $w_1 < w_2$ (periksa gambar 11a).

2. kurva 2 berupa tanah yang dipadatkan pada daerah basah dari OMC dengan $\gamma_{d2} = \gamma_{d1}$ dan $w_2 > w_1$ (periksa gambar 3.11.b).



Gambar 3.11. Pengaruh Pemadatan Tanah Terhadap Kompresibilitas.

Pada tegangan vertikal yang rendah terlihat bahwa tanah yang dipadatkan pada daerah kering dari OMC yaitu kurva 2, mempunyai kompresibilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang lanjut mengakibatkan peningkatan kompresibilitas kurva 1, yang pada akhirnya berimpit dengan kurva 2. Hal ini terutama disebabkan karena berorientasi dari struktur yang pada mulanya tidak teratur menjadi struktur yang teratur (sejajar).

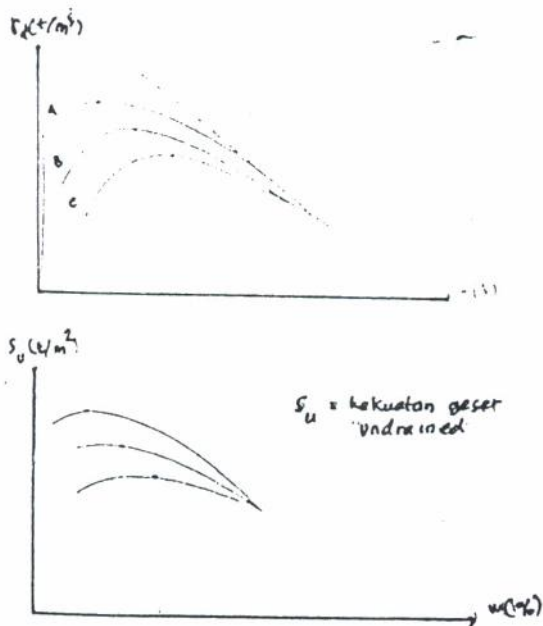
Pengaruh pemadatan tanah terhadap kuat geser.

1. Kekuatan geser pada kadar air pemadatan

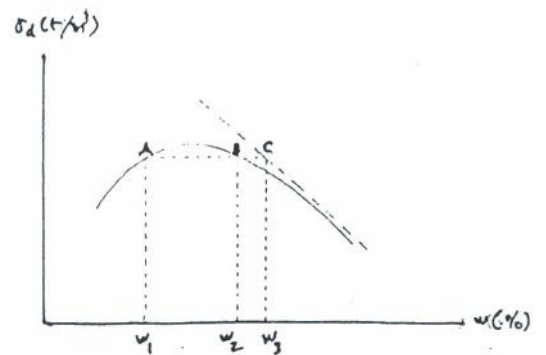
Dalam gambar 3.12 disajikan 2 macam kurva yaitu

kurva pemadatan dengan berbagai enersi dan kurva kekuatan geser "undrained" pada berbagai kadar air pemadatan. Kurva ini diperoleh dari hasil uji laboratorium untuk lempung dan diperoleh gejala sebagai berikut :

- Peningkatan enersi pemadatan pada daerah kering dari OMC menghasilkan peningkatan kekuatan geser tanah.
- Peningkatan enersi pemadatan di daerah basah dari OMC tidak menghasilkan peningkatan geser yang berarti.
- Pada enersi pemadatan yang sama kekuatan geser pada daerah kering adalah lebih tinggi dibandingkan di daerah basah.



Gambar 3.12. Pengaruh Pemadatan Tanah Terhadap Kuat Geser "Undrained" untuk tanah lempung



Gambar 3.13. Penjenuhan 2 benda dengan menjaga agar tidak terjadi perubahan volume

Kekuatan geser setelah penjumlahan

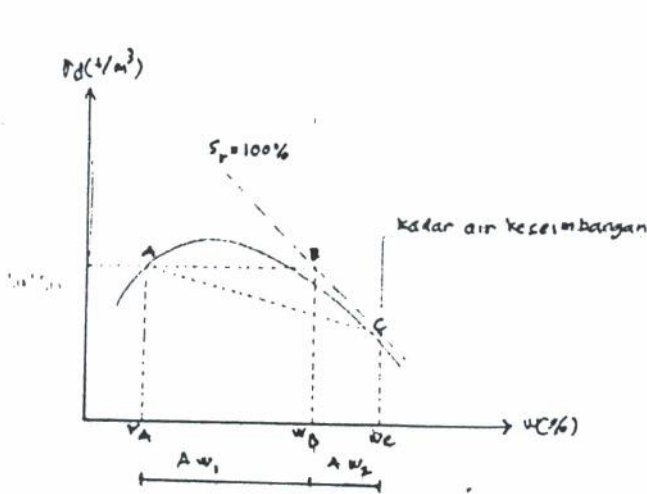
Bila dua buah tanah dengan γ_d yang sama tetapi berlainan kadar airnya dijenuhkan (periksa gambar 3.13), dengan menjaga agar tidak terjadi perubahan volume, maka kekuatan geser "undrained" adalah sedikit lebih tinggi pada contoh tanah yang dipadatkan di daerah kering. Sebaliknya, bila pembengkakan (swelling) dibiarkan terjadi secara bebas, maka contoh tanah yang mengalami pembengkakan lebih tinggi mempunyai kekuatan geser "undrained" maupun "drained" yang lebih rendah.

Pengaruh pemadatan tanah terhadap pembengkakan dan penyusutan.

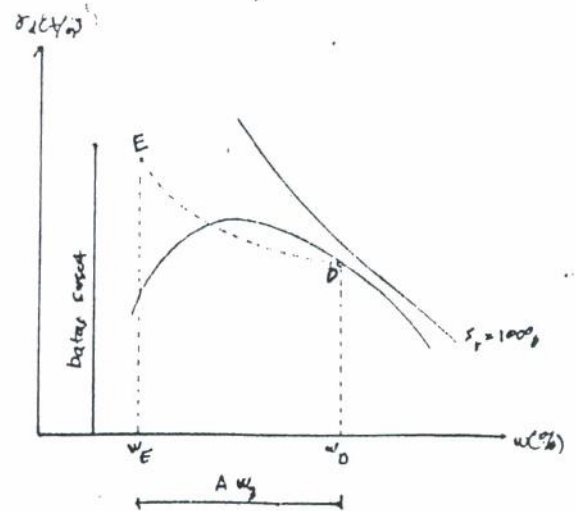
Bila suatu jenis tanah dipadatkan di daerah kering dari OMC, sedangkan kadar air keseimbangan berada pada daerah basah, maka suatu peningkatan volume akan terjadi, karena struktur tanah belum mencapai keseimbangan. Sebagai contoh, didalam gambar 3.14. diperlihatkan jenis tanah yang dipadatkan di titik A dengan kadar air w_A , sedangkan kadar air keseimbangannya berada pada w_c . Didalam mencapai keseimbangan, maka titik A mempunyai tendensi membengkak untuk mencapai titik C yang mempunyai berat volume kering yang lebih kecil ($\gamma_{dA} > \gamma_{dc}$; $w_A < w_c$). Bila titik A dijenuhkan dengan mengusahakan agar tidak terjadi perubahan volume di dalam massa tanah, maka titik A akan mencapai titik B, ($\gamma_{dA} = \gamma_{dB}$; $w_B > w_A$). Perbedaan kadar air karena penjumlahan. Perbedaan air antara titik B dan C adalah w_2 yang merupakan peningkatan

kadar air karena pembengkakan.

Sebaliknya bila suatu jenis tanah dipadatkan di daerah basah dari OMC, sedangkan kadar air keseimbangan berada pada daerah kering dari OMC, maka suatu penurunan volume akan terjadi karena struktur tanah belum mencapai keseimbangan. Sebagai contoh, didalam gambar 3.15 diperlihatkan suatu jenis tanah yang dipadatkan dititik D dengan kadar air w_D , sedangkan kadar air keseimbangannya



Gambar 3.14. Perubahan volume tanah pengaruh pembebenngkakan



Gambar 3.15. Perubahan volume tanah pengaruh pembengkakan

berada pada w_E . Untuk mencapai keadaan seimbang, maka kadar air w_D mempunyai tendensi berubah menjadi w_E yang diikuti dengan penyusutan volume ($\gamma_{DE} > \gamma_{DD}$; $w_E < w_D$). Perbedaan kadar air antara titik E dan D adalah w_3 , yang merupakan pengurangan kadar air karena penyusutan.

Dari hasil penyelidikan yang dilakukan oleh SEED dan CHAN (1959) dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanah yang dipadatkan didaerah kering dari OMC mempunyai sifat membengkak (swelling) lebih besar dari pada tanah yang dipadatkan di daerah basah.
2. Sebaliknya tanah yang dipadatkan didaerah kering dari OMC mempunyai sifat menyusut (shrinkage) lebih kecil dari pada yang dipadatkan di daerah basah.

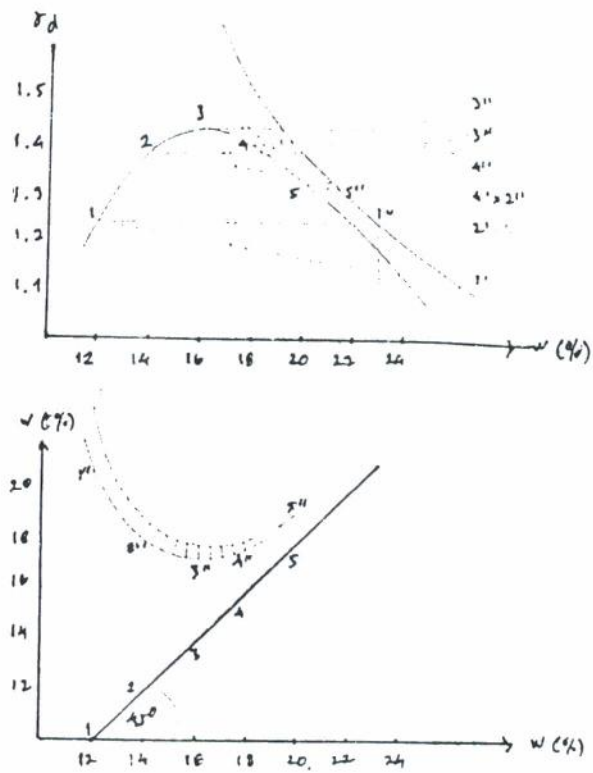
Didalam gambar 3.16. diperlihatkan suatu contoh tanah yang dipadatkan pada beberapa kadar air, yang kemudian dibiarkan membengkak dengan perendaman.

Keuntungan dan kerugian dari tanah yang mengalami pembengkakan :

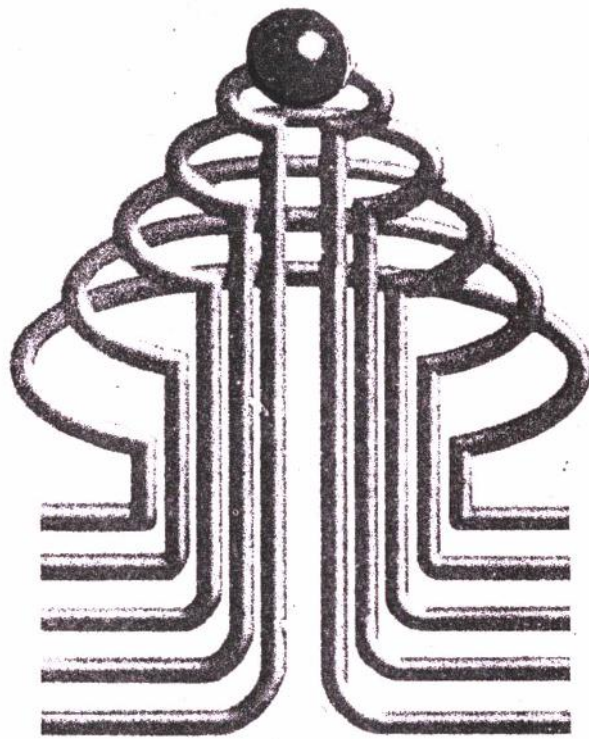
1. kadar air meningkat sehingga berat volume kering menurun.
2. kekuatan geser menurun
3. kompresibilitas meningkat (peningkatan penurunan)
4. permeabilitas

Keuntungan dan kerugian dari tanah yang mengalami penyusutan :

1. kadar air menurun, sehingga volume kering meningkat
2. kekuatan geser meningkat
3. kompresibilitas menurun
4. retakan kecil timbul karena timbul tegangan listrik
5. permeabilitas meningkat.



Gambar 3.16. Pengaruh kadar air pematatan terhadap sifat pembengkakan tanah.



ISTN

BAB IV

DAYA DUKUNG TANAH DAN STABILITAS TANAH TIMBUNAN

IV.1. PERSAMAAN UMUM DAYA DUKUNG TANAH

Sejak dikembangkannya persamaan daya dukung oleh Terzaghi, beberapa peneliti telah bekerja dibidang ini dan telah memperbaiki cara penyelesaiannya (yaitu, Mayerhof, 1951, Lundgren dan Martensen, 1953; Bella 1962). Hasil temuan yang berbeda-beda tersebut menyimpulkan bahwa faktor daya dukung N_c , dan N_q tidak berubah terlalu banyak. Akan tetapi, untuk suatu harga θ tertentu harga N_γ yang didapat oleh para peneliti tadi menunjukkan perbedaan yang mencolok. Hal ini disebabkan oleh adanya bermacam-macam asumsi mengenai bentuk massa tanah yang berada tepat dibawah pondasi, seperti yang akan dijelaskan dalam paragraf berikut :

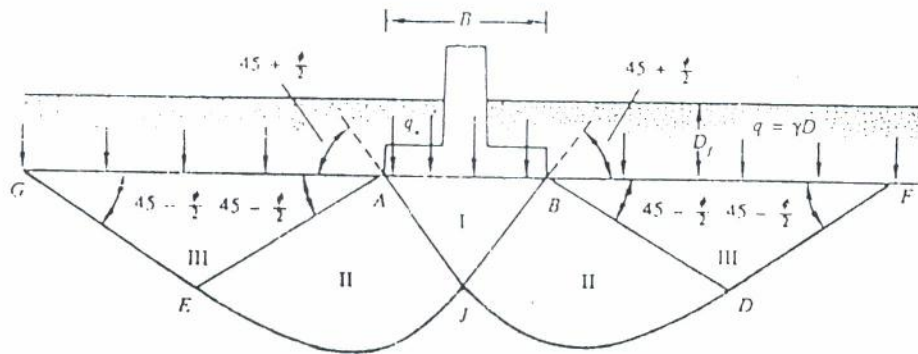
Selama menurunkan persamaan daya dukung untuk pondasi lajur, Terzaghi bahwa permukaan dasar pondasi adalah kasar dan membentuk sudut θ dengan arah horisontal. Kemudian, hasil pengujian model menunjukkan (sebagai contoh, De Beer dan Vesic, 1958) bahwa asumsi Terzaghi tentang sifat umum dari permukaan bidang longsor dalam tanah yang dipakai untuk menentukan besarnya daya dukung batas adalah benar. Walaupun demikian, pengujian akhir-akhir ini membuktikan bahwa sisi-sisi AJ dan BJ dari massa tanah ABJ ternyata membentuk sudut sebesar $45 + \frac{\theta}{2}$ terhadap horisontal dan bukan sebesar θ . Tipe mekanisme

keruntuhan tersebut ditunjukkan dalam gambar 4.1. Tipe keruntuhan ini terdiri dari zona aktif menurut Rankine (Zona I), dua zona geser radial (Zona II), dua zona pasif menurut Rankine (Zona III). Kurva-kurva JD dan JE merupakan lengkung spiral logaritmis. Berdasarkan pada tipe mekanisme keruntuhan inilah, daya dukung batas pondasi lajur dievaluasi dengan menggunakan metode superposisi.

dimana :

$$q_u = q_c + q_q + q_g \dots\dots\dots(4.1)$$

dengan q_c adalah konstribusi kohesi, q_q untuk beban luas (surcharge), dan q_g untuk berat volume tanah.



Gambar 4.1. Perhitungan daya dukung tanah untuk keruntuhan geser menyeluruh.

Reissner (1924) menuliskan q_q sebagai berikut :

$$q_q = qN_q \dots\dots\dots(4.2)$$

dengan

$$N_q = e^{x \tan \theta} \tan^2 \left[45 + \frac{\theta}{2} \right] \dots\dots\dots(4.3)$$

Sementara itu, Prandtl (1921) menunjukkan bahwa

$$q_c = cN_c \dots\dots\dots(4.4)$$

dengan

$$N_c = (N_q - 1) \tan \theta \dots\dots\dots(4.5)$$

Caquot dan Kerisel (1953) menuliskan q_γ sebagai

$$q_\gamma = \frac{1}{2} B\gamma N_\gamma \dots\dots\dots(4.6)$$

Harga-harga numerik yang diberikan oleh Caquot dan Kerisel dapat diperkirakan (Vesic, 1973) sebagai :

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \theta \dots\dots\dots(4.7)$$

Dengan menggabungkan persamaan (4.1) (4.2) (4.3) (4.4) kita dapatkan :

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma BN_\gamma \dots\dots\dots(4.8)$$

Persamaan (4.8) ini merupakan bentuk umum persamaan daya dukung seperti yang diberikan oleh Terzaghi. Tetapi harga faktor daya dukungnya tidak sama. Besarnya N_q , N_c dan N_γ yang didefinisikan dengan persamaan (4.3), (4.5) dan (4.7) diberikan dalam tabel 4.1. Walaupun demikian, untuk semua tujuan praktis faktor daya dukung dari Terzaghi memberikan hasil yang cukup bagus. Perbedaan-perbedaan yang ada dari faktor daya dukung biasanya kecil sekali dibandingkan dengan parameter-parameter tanah yang tidak diketahui.

Tabel 4.1 Faktor Dava Dukung

\emptyset (1)	N_c (2)	N_q (3)	N_r (4)	N_y/N_c (5)	$\tan \emptyset$ (6)
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	0.86	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	12.34	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.66	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19

IV.2. Metode Fellenius

Analisis stabilitas dengan menggunakan metode irisan atau seperti metode Fellenius, dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar dengan AC merupakan lengkungan lingkaran sebagai permukaan bidang longsor percobaan. Tanah yang berada di atas bidang longsor percobaan dibagi dalam beberapa irisan tegak. Lebar dari tiap-tiap irisan tidak harus sama. Perhatikan satu satuan tebal tegak lurus irisan melintang lereng seperti gambar; gaya-gaya yang bekerja pada irisan tertentu (irisan no n) ditunjukkan dalam Gambar 4.3b. W_n adalah berat irisan. Gaya-gaya N_r dan T_r adalah komponen tegak dan sejajar dari reaksi R. P_n dan P_{n+1} adalah gaya normal yang bekerja pada sisi-sisi irisan. Demikian juga, gaya geser yang bekerja pada sisi irisan adalah T_n dan T_{n+1} . Untuk memudahkan, tegangan air pori dianggap sama dengan nol. Gaya P_n , P_{n+1} , T_n , dan T_{n+1} , adalah sulit untuk ditentukan. Tetapi, kita dapat membuat asumsi perkiraan bahwa resultan P_n dan T_n adalah sama besar dengan resultan P_{n+1} dan T_{n+1} , dan juga garis-garis kerjanya segaris.

Untuk pengamatan keseimbangan

$$N_r = w_n \cos \alpha_n$$

Gaya geser perlawanan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$T_r = \tau_d(\Delta L_n) = \frac{\tau_f(\Delta L_n)}{F_s} = \frac{1}{F_s} [c + \sigma \tan \theta] \Delta L_n \dots \dots \dots (4.9)$$

Tegangan normal σ dalam persamaan di atas Persamaan (4.9) adalah sama dengan :

$$\frac{N_r}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n}$$

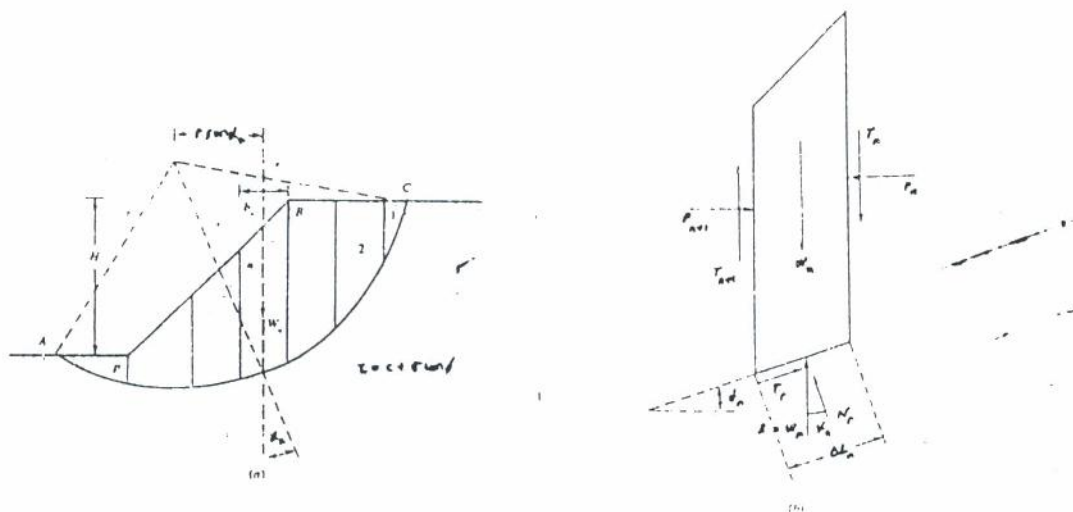
Untuk keseimbangan blok percobaan ABC, momen gaya dorong terhadap titik O adalah sama dengan momen gaya perlawanan terhadap titik O, atau

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{F_s} \left[C + \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n} \right] (\Delta L_n)(r)$$

atau

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (C \Delta L_n + W_n \cos \alpha_n \cdot \tan \theta)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n} \dots \dots \dots (4.10)$$

Dimana : ΔL_n dalam Persamaan (4.10) diperkirakan sama dengan $\frac{(b_n)^n}{\cos \alpha_n}$ dengan b_n = lebar potongan nomor n.



Gambar 4.2. Analisa stabilitas dengan metode irisan yang biasa.

Perhatikan bahwa harga α_n bisa negatif atau positif. Harga α_n adalah positif bila lereng bidang longsor yang merupakan sisi bawah dari irisan, berada pada kwadran yang sama dengan lereng muka tanah yang merupakan sisi atas dari irisan. Untuk mendapatkan angka keamanan yang minimum yaitu, angka keamanan untuk lingkaran kritis beberapa percobaan dibuat dengan cara mengubah letak pusat lingkaran yang dicoba. Metode ini umumnya dikenal sebagai "metode irisan yang sederhana (ordinary method of slices)".

Untuk mudahnya, suatu lereng dalam tanah yang homogen ditunjukkan dalam gambar (4.2).

Untuk memudahkan metode Fellenius tersebut bisa juga dengan mengansumsikan tegangan normal (N), tegangan perlawanan (T) dan berat irisan tanah (W) melalui pusat rotasi (O). Momen penggerak $M_D = T \times r$, dimana r adalah radius lingkaran gelincir.

Jika C adalah kohesi dan ΔL adalah panjang kurva lingkaran, dari persamaan Coulomb dapat dihitung menjadi $(C \Delta L + N \tan \theta)$ (4.11)

Sepanjang permukaan lingkaran AB, kita ambil

$$\text{Momen penggerak } M_D = r \cdot \Sigma T \text{(4.11)}$$

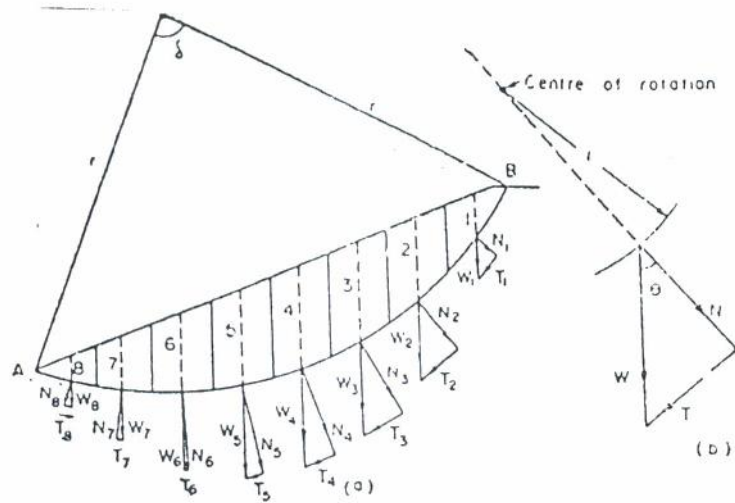
$$\text{Momen penahan } M_r = r [C \Sigma \Delta L + \tan \theta \Sigma N] \text{ (4.12)}$$

Dimana : ΣT = Jumlah tegangan perlawanan

ΣN = Jumlah tegangan normal

$$\Sigma \Delta L = L_{AB} = \frac{2 \pi r \delta}{360^\circ}$$

Penyederhanaan metode Fellenius seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Metode Lingkaran Gelincir; $C = 0$ analisis

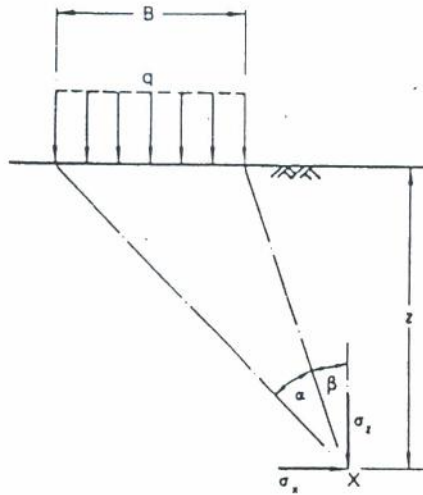
Faktor keamanan gelincir adalah :

$$F_s = \frac{M_R}{M_D} = \frac{C \sum L + \tan \phi \sum N}{\sum T} \dots\dots\dots(4.14)$$

IV.3. DISTRIBUSI TEGANGAN DAN PENURUNAN PADA TIMBUNAN TANAH

V.3.1. Bidang Jalur Memikul Tekanan Merata

Tegangan-tegangan pada suatu titik (x) akibat beban merata dari timbunan (q) pada sebuah bidang jalur dengan lebar B dan panjang tidak terhingga dinyatakan dalam sudut α dan β yang didenisikan dalam gambar 4.4.



Gambar 4.4. Tegangan Akibat Tekanan Merata

$$\Delta\sigma_z = \sigma_z = \frac{q}{\pi} \{ \alpha + \sin \alpha \cos (\alpha + 2\beta) \} \dots\dots\dots(4.15)$$

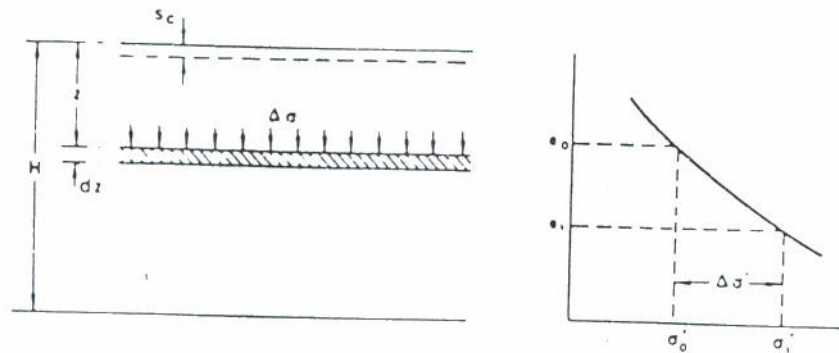
$$\Delta\sigma_x = \sigma_x = \frac{q}{\pi} \{ \alpha + \sin \alpha \cos (\alpha + 2\beta) \} \dots\dots\dots(4.16)$$

$$\tau_{x z} = \sigma_z = \frac{q}{\pi} \{ \sin \alpha \sin (\alpha + 2\beta) \} \dots\dots\dots(4.17)$$

IV.3.2. Bidang Jalan Memikul Tekanan yang Bertambah Secara Linear

Tegangan-tegangan pada titik (x) akibat beban atau tekanan yang bertambah secara linear dari nol sampai q pada bidang jalan dengan lebar B diberikan dalam sudut α dan β dan panjang R_1 dan R_2 , seperti didefinisikan dalam gambar 4.5.

pada suatu elemen dengan tebal dz pada kedalaman Z naik sebesar $\Delta\sigma$ seperti persamaan (4.15) dan (4.18) atau terlihat pada gambar 4.6.

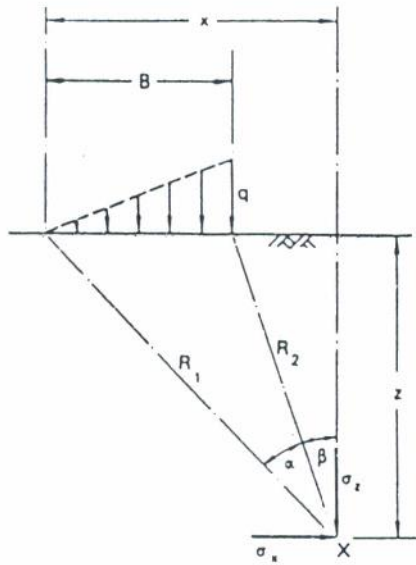


Gambar 4.6. Penurunan Konsolidasi

Diasumsikan bahwa kondisi regangan lateral nol digunakan pada lapisan lempung tersebut setelah konsolidasi selesai, akan terjadi kenaikan sebesar $\Delta\sigma'$ pada tegangan vertikal efektif, sesuai dengan kenaikan tegangan dari σ'_0 ke σ'_1 dan penurunan angka pori dari l_0 ke l_1 pada kurva $1 - \sigma'$. Penurunan volume persatuan volume lempung dapat dinyatakan dalam angka pori sebagai berikut :

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{l_0 - l_1}{1 + l_0}$$

Karena regangan lateral adalah nol, penurunan volume persatuan volume sama dengan berkurangnya ketebalan persatuan tebal, yaitu penurunan persatuan kedalaman. Sehingga dengan perbandingan penurunan lapisan dengan tebal dz diberikan oleh :



Gambar 4.5. Tekanan yang bertambah secara linear di atas bidang jalan.

$$\Delta\sigma_z = \sigma_z = \frac{q}{\pi} \left\{ \frac{x}{B} \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\beta \right\} \dots\dots\dots(4.18)$$

$$\Delta\sigma_x = \sigma_x = \frac{q}{\pi} \left\{ \frac{x}{B} \alpha - \frac{z}{B} \ln \frac{R_1^2}{R_2^2} + \frac{1}{2} \sin 2\beta \right\} \dots\dots(4.18)$$

$$\tau_{xz} = \frac{q}{2\pi} \left\{ 1 + \cos 2\beta - 2\frac{z}{B} \alpha \right\} \dots\dots\dots(4.20)$$

IV.4. PENURUNAN KONSOLIDASI

Untuk menghitung penurunan konsolidasi (consolidation Settlement), diperlukan nilai koefisien kompresibilitas volume (\$C_v\$) dan indek kompresi (\$C_c\$). Bila lapisan lempung jenuh dengan tebal \$H\$, akibat pembangunan (beban diatasnya), tegangan vertikal total

$$\begin{aligned}
 dS_c &= \frac{l_0 - l_1}{1 + l_0} dz \\
 &= \left[\frac{l_0 - l_1}{\sigma'_1 - \sigma'_0} \right] \left[\frac{\sigma'_1 - \sigma'_0}{1 + l_0} \right] dz \\
 &= m_v \Delta\sigma' dz
 \end{aligned}$$

dimana S_c = penurunan konsolidasi

Penurunan lapisan dengan tebal H adalah :

$$S_c = \int_0^H m_v \Delta\sigma' dz$$

Jika m_v dan $\Delta\sigma'$ diasumsikan konstan terhadap kedalaman, maka :

$$S_c = m_v \Delta\sigma' H \dots\dots\dots(4.21)$$

atau

$$S_c = \frac{l_0 - l_1}{1 + l_0} \cdot H \dots\dots\dots(4.22)$$

atau, untuk kasus lempung terkonsolidasi normal,

$$S_c = \frac{C_c}{1 + l_0} H \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} \longrightarrow = \sigma'_1 = \sigma'_0 + \Delta\sigma'$$

dimana :

S_c = Penurunan konsolidasi

H = Tebal lapisan lempung dibawah timbunan tanah

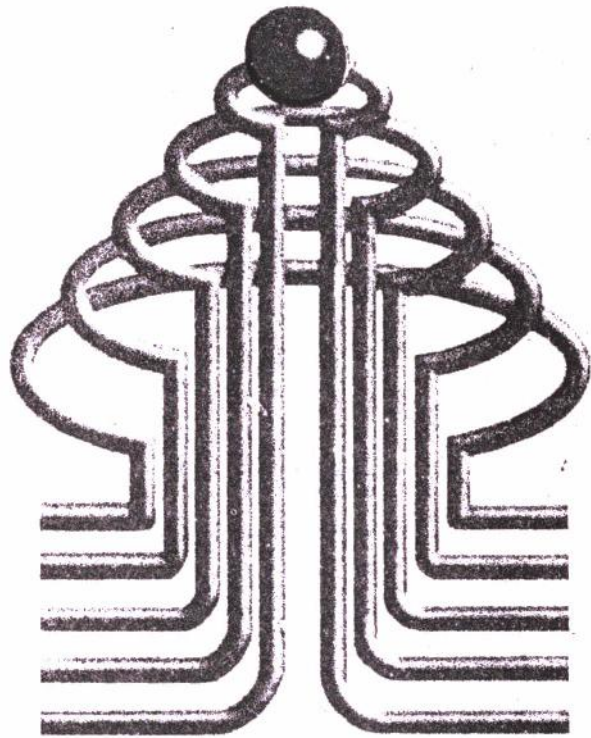
C_c = Indek kompresi

l_0 = angka pori awal

$\Delta\sigma'$ = Besar kenaikan tegangan

σ'_0 = Besar tegangan sebelum pembebanan

σ'_1 = Besar tegangan setelah pembebanan



ISTN

BAB V
CONTOH PERHITUNGAN

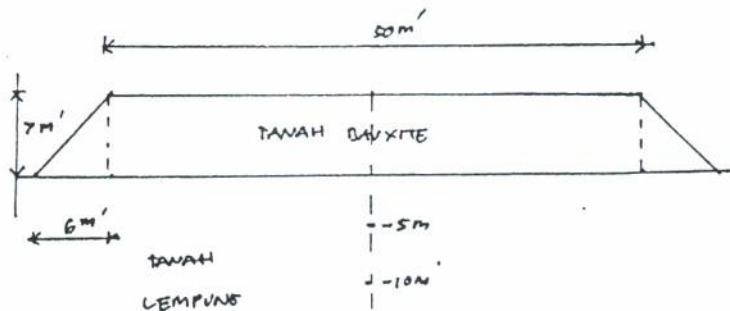
V.1. URAIAN UMUM

Untuk mengetahui sejauh mana karakteristik tanah bauxite dan perilaku tanah bauxite, maka dalam bab V ini dibuat suatu analisa perhitungan baik terhadap pengaruh penurunan (settlement) akibat tanah timbunan dari tanah bauxite atau tanah c- ϕ lainnya, pengaruh daya dukung lapisan atas (subgrade) dan stabilitas tanah timbunan jika tanah timbunan sama dengan tanah dasar atau ditimbunan berupa bauxite seperti yang akan kita analisa.

V.2. KARAKTERISTIK TANAH BAUXITE

Dari gambar 5.1., 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 yang berupa gambar-gambar hasil dari penelitian laborium tanah bauxite.

V.3. KOTROL TERHADAP PENURUNAN



Diketahui : Tanah bauxite :

$$\gamma_1 = 2,73 \text{ k/m}^3$$

$$c_1 = 1,5 \text{ t/m}^2$$

$$\theta_1 = 9^\circ$$

$$C_c = 0,28$$

$$P_o = 1,16$$

Tanah lempung

$$\gamma_2 = 1,8 \text{ t/m}^2$$

$$C^2 = 2 \text{ t/m}^2$$

$$\theta = 0$$

$$e_o = 0,33$$

$$C_c = 1$$

Hitung penurunan pada kedalaman lempung

$$H = 5 \text{ M}, 10 \text{ M}, 15 \text{ m}, 20 \text{ M}, 25 \text{ M} \text{ dan } 30 \text{ M}$$

Penyelesaian :

a) $H = 5 \text{ M}$

$$S = \frac{C_c}{1 + e_o} H \log \frac{\sigma_o + \Delta \sigma_o}{\sigma_o}$$

- Sebelum pembebanan :

$$\sigma_o = 5 \cdot \gamma$$

$$= 5 \cdot 1,8$$

$$= 9 \text{ t/m}^2$$

$$q = 6 \cdot 2,01$$

$$= 12,06 \text{ t/m}^2$$

- Sesudah pembebanan :

Bidang terbagi rata

$$\alpha = 78^\circ = 1,361 \text{ Rad}$$

$$\sin \alpha = 0,978$$

$$\beta = -\alpha/2$$

$$\cos (\alpha + 2\beta) = 1$$

- Pertambahan beban

$$\Delta \sigma_o = \Delta_{z1} = \frac{q}{\pi} (\alpha \sin \alpha)$$

$$= \frac{12,06}{\pi} (1,361 + 0,978)$$

$$= 8,879 \text{ t/m}^2$$

- Sesudah pembebanan

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \Delta\sigma = 9 + 12,195$$

$$= 17,979$$

Bidang segitiga \longrightarrow (lihat gambar 4.5)

$$\alpha = 3^\circ = 0,052 \text{ Rad}$$

$$\beta = 78^\circ$$

$$\Delta\sigma_0 = \Delta\sigma_{z1} = \frac{q}{\pi} \left(\frac{x}{B} \alpha - 1/2 \sin 2\beta \right)$$

$$= \frac{12,06}{\pi} \left(\frac{31}{6} \cdot 0,052 - 1/2 \sin 156^\circ \right)$$

$$= 0,251 \text{ t/m}$$

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \Delta\sigma = 9 + 0,251 = 9,251 \text{ t/m}^2$$

Penurunan pada kedalaman 5 m

$$S = \frac{C_c}{1 + I_0} H \cdot \log \frac{\sigma_0 + \Delta\sigma_0}{\sigma_0}$$

$$= \frac{1}{1 + 0,33} 5 \log \left(\frac{17,979 + 9,251 \cdot 2}{9} \right)$$

$$= 1,81 \text{ m}$$

b) H = 10 m

$$S = \frac{C_c}{1 + I_0}$$

- Sebelum pembebanan

$$\sigma_0 = 10 \cdot \gamma$$

$$= 10 \cdot 1,8$$

$$= 18 \text{ t/m}^2$$

$$q = 6 \cdot 2,01$$

$$= 12,06 \text{ t/m}^2$$

- Sesudah pembebanan

Bidang terbagi rata :

$$\alpha = 69^\circ = 1,204 \text{ rad}$$

$$\beta = -\frac{\alpha}{2} \longrightarrow \cos(\alpha + 2\beta) = 1$$

- Pertambahan beban

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_o &= \Delta\sigma_{z_1} = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin \alpha) \\ &= \frac{12,06}{\pi} (1,204 + 0,934) \\ &= 8,207 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

- Sesudah pembebanan

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sigma_o + \Delta\sigma = 18 + 8,207 \\ &= 26,207 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Bidang segitiga :

$$\alpha = 4^\circ = 0,070 \text{ Rad}$$

$$\beta = 69^\circ$$

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_o &= \Delta\sigma_{z_2} = \frac{q}{\pi} \left(\frac{x}{B} \alpha - 1/2 \sin 2\beta \right) \\ &= \frac{12,06}{\pi} \left(\frac{31}{6} \cdot 0,07 - 1/2 \sin 138^\circ \right) \\ &= 0,105 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

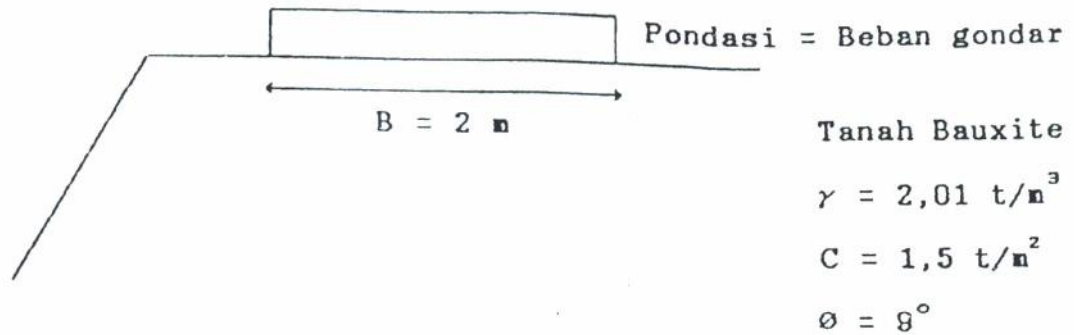
$$\sigma_1 = \sigma_o + \Delta\sigma = 18 + 0,105 = 18,105 \text{ t/m}^2$$

Penurunan pada kedalaman 10 m

$$\begin{aligned}S &= \frac{C_c}{1 + I_o} H \log \left(\frac{\sigma_o + \Delta\sigma_o}{\sigma_o} \right) \\ &= \frac{1}{1 + 0,33} 10 \log \left(\frac{26,207 + 2 \cdot 18,105}{18} \right) \\ &= 4,06 \text{ m}\end{aligned}$$

V.4. KONTROL TERHADAP DAYA DUKUNG

V.4.1. Jika Urugan adalah Tanah Bauxite



Penyelesaian :

Asumsi pondasi adalah pondasi menerus

$$\begin{aligned}q_u &= CN_c + qN_q + 1/2 B \gamma N_\gamma \longrightarrow D_f = 0 \\ & \qquad \qquad \qquad q = D_f \cdot \gamma \\ &= CN_c + 1/2 B \gamma N_\gamma \\ &= (1,5 \cdot 7,92) + (1/2 \cdot 2 \cdot 2,01 \cdot 1,03) \\ &= 11,88 + 2,07 \\ &= 13,95 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Daya dukung ultimate (batas) tanah bauxite yang diizinkan untuk setiap $\text{m}^2 = 19,79 \text{ ton}$

V.4.2. Jika Tanah Lain

$$\begin{aligned}\text{a) } \gamma &= 2,01 \text{ t/m}^3 \\ C &= 1,5 \text{ t/m}^2 \\ \phi &= 0^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= CN_c + 1/2 B \gamma N_\gamma \\
 &= (1,5 \cdot 5,44) + (1/2 \cdot 2 \cdot 2,01) \\
 &= 10,17 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

b) γ dan c tetap, $\theta = 15^\circ$

$$\begin{aligned}
 q_u &= CN_c + 1/2 B \gamma \cdot N_\gamma \\
 &= (1,5 \cdot 10,98 + 1/2 \cdot 2 \cdot 2,01 \cdot 2,65) \\
 &= 16,47 + 5,326 \\
 &= 21,797 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

c) γ dan C tetap, $\theta = 30^\circ$

$$\begin{aligned}
 q_u &= CN_c + 1/2 B \gamma \cdot N_\gamma \\
 &= (1,5 \cdot 30,14 + 1/2 \cdot 2 \cdot 2,01 \cdot 22,40) \\
 &= 90,234 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

d) $\gamma = 2,01$; $C = 0$ dan $\theta = 35^\circ$

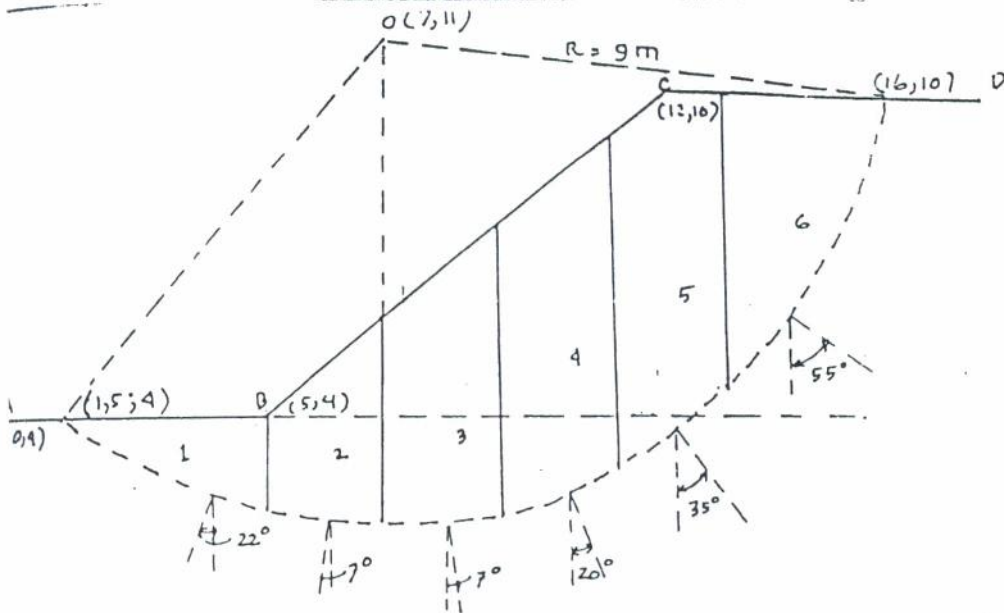
$$\begin{aligned}
 q_u &= CN_c + 1/2 B \gamma N_\gamma \\
 &= (1/2 \cdot 2 \cdot 2,01 \cdot 48,03) \\
 &= 96,54 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

V.5. KONTROL TERHADAP STABILITAS LERENG

V.5.1. Jika Tanah Urugan Sama dengan Tanah Dasar

Tanah urugan = Tanah lempung

Lempung tanah homogen (1 lapisan)



$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$
 $C = 2 \text{ t/m}^2$
 $\phi = 0^\circ$

Irisan No.	W_n (t/m)	α_n ($^\circ$)	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	ΔL_n (m)	$W_n \sin \alpha_n$ (t/m)	$W_n \cos \alpha_n$ (t/m)
1	8,82	-22	-0,375	0,927	3,776	- 2,308	8,176
2	10,44	- 7	-0,122	0,993	2,014	- 1,274	10,367
3	16,20	7	0,122	0,993	2,014	1,976	16,087
4	20,88	20	0,342	0,940	2,128	7,141	19,627
5	22,32	35	0,574	0,819	2,442	12,812	18,280
6	21,60	55	0,818	0,574	5,226	17,690	12,298
					Σ	17,780	84,935

Keterangan : Irisan No. 1, 2, 3, 4, 5 memakai data tanah lapisan 2
 Irisan No. 6 memakai data tanah lapisan 1.

Irisan No.	W _n (t/m)	α _n (°)	sin α _n	Cos α _n	ΔLn (m)	W _n sin α _n (t/m)	W _n cos α _n (t/m)
1	8,67	-22	-0,375	0,927	3,776	- 2,308	8,176
2	10,08	- 7	-0,122	0,993	2,014	- 1,274	10,367
3	16,92	7	0,122	0,993	2,014	1,976	16,087
4	20,88	20	0,342	0,940	2,128	7,141	19,627
5	22,68	35	0,574	0,819	2,442	12,812	18,280
6	30,30	55	0,819	0,574	5,226	17,690	12,298
Σ					17,780	35,038	

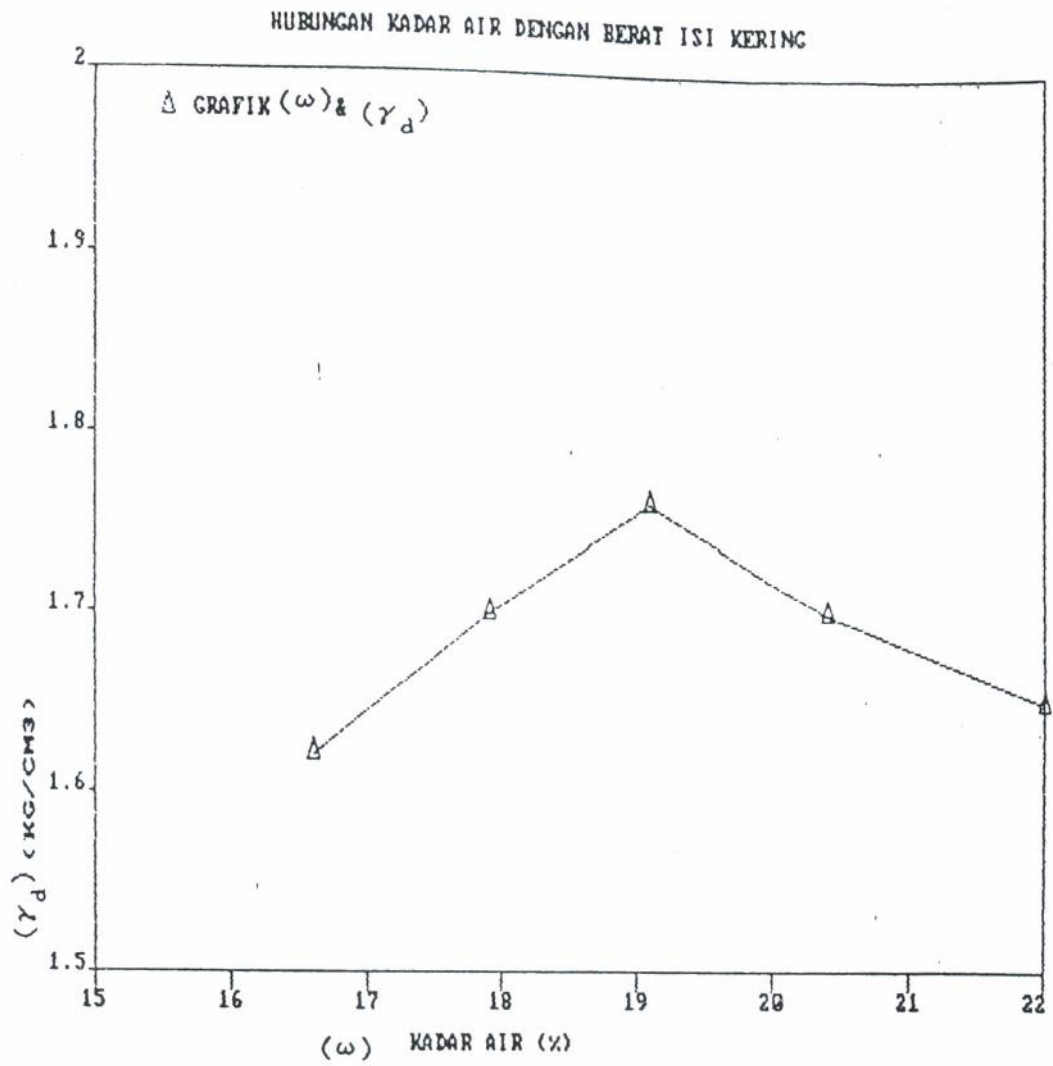
$$F_s = \frac{(\Sigma \Delta ln) (c) + (\Sigma W_n \text{Cos } \alpha_n) \tan \theta}{\Sigma W_n \text{Sin } \alpha_n}$$

$$F_s = \frac{(17,780) (2) (84,9350 \tan 0^\circ)}{25,038} = 1,015$$

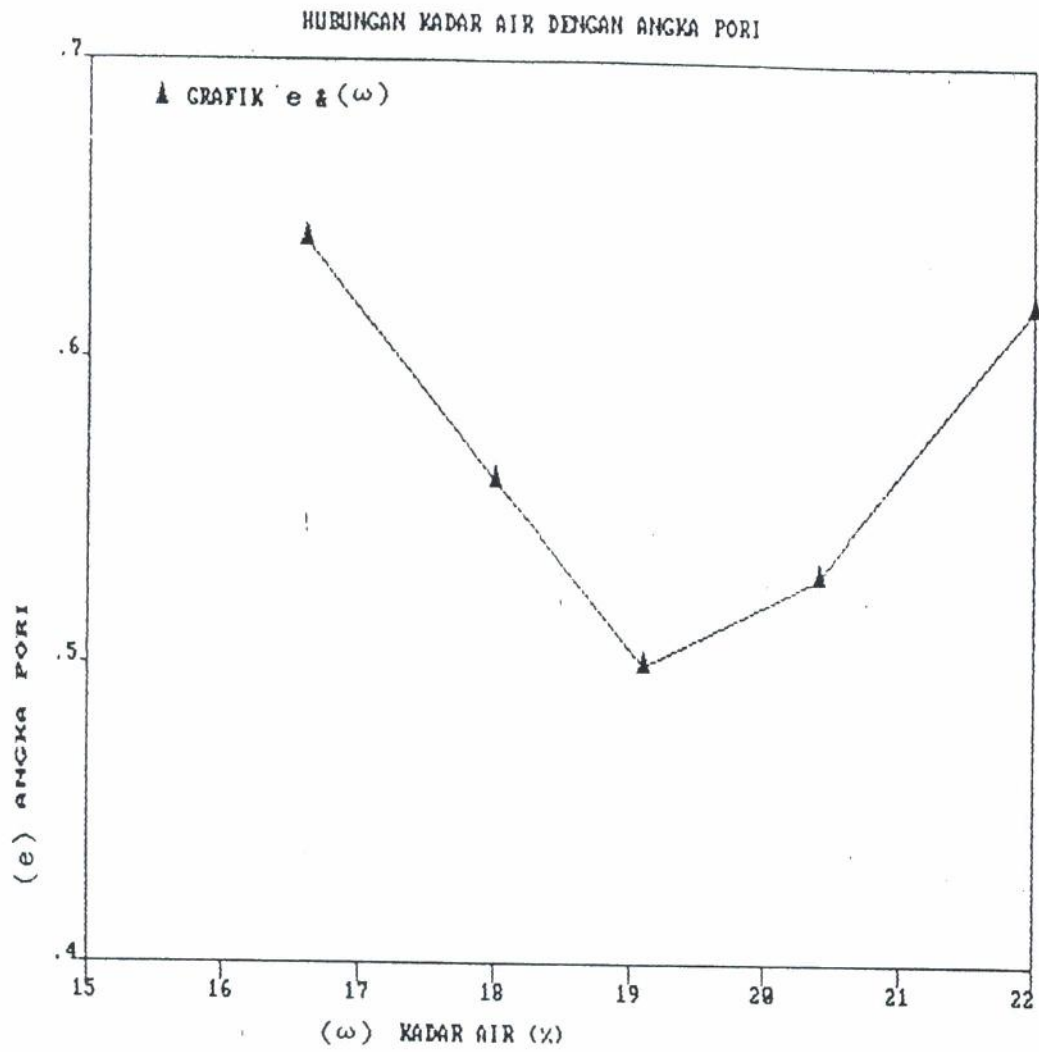
$$F_s = \frac{(\sum_{n=1}^5 \Delta ln \cdot c_2) + (\Delta ln_{\sigma} C_1) + (\sum_{n=1}^5 W_n \text{Cos } \alpha_n \tan 0^\circ)(W_{\sigma} \text{Cos } \alpha_{\sigma} \tan \theta^\circ)}{\sum_{n=1}^6 W_n \text{Sin } \alpha_n}$$

$$F_s = \frac{(12,374 \cdot 2) + (5,226 \cdot 1,5) + (0) + (17,392 \cdot 0,158)}{(35,451)}$$

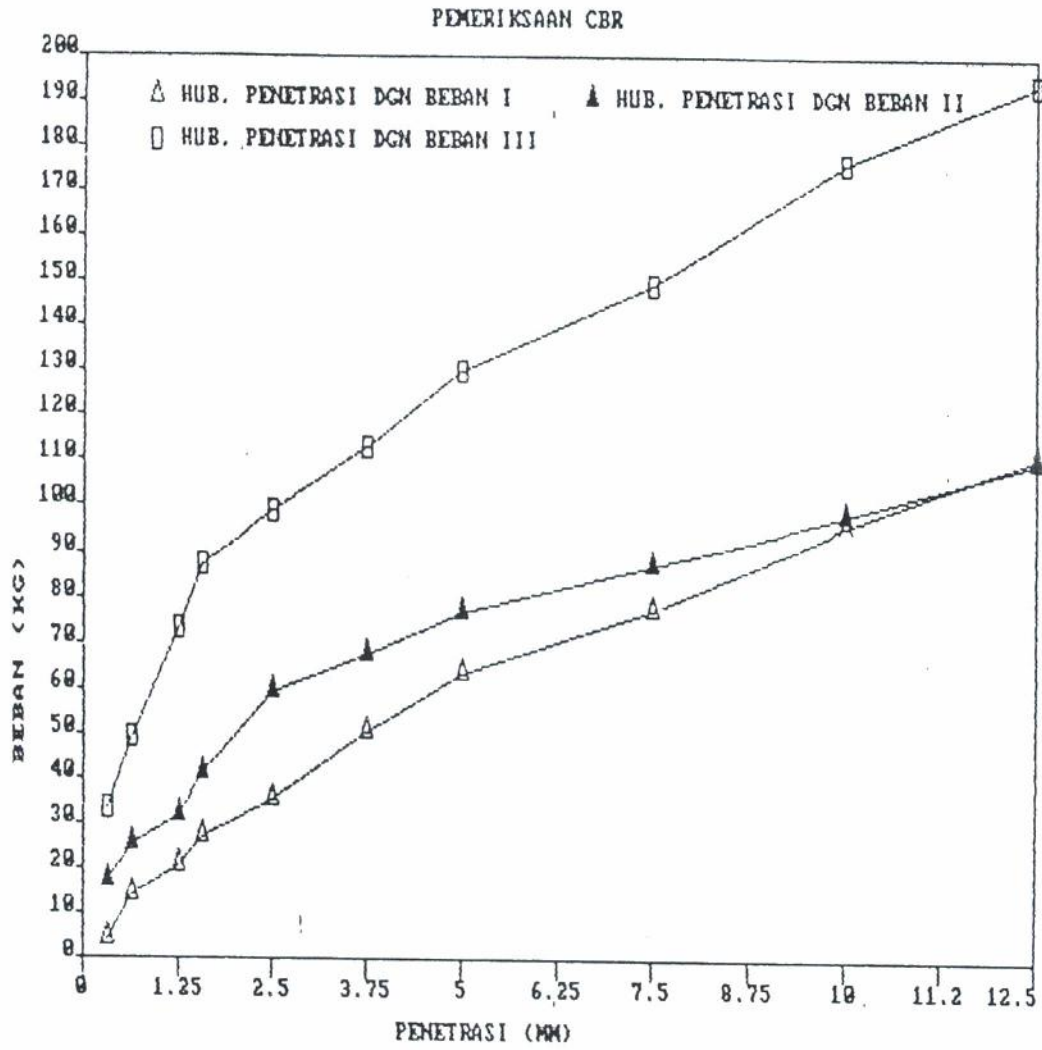
$$= 0,995$$



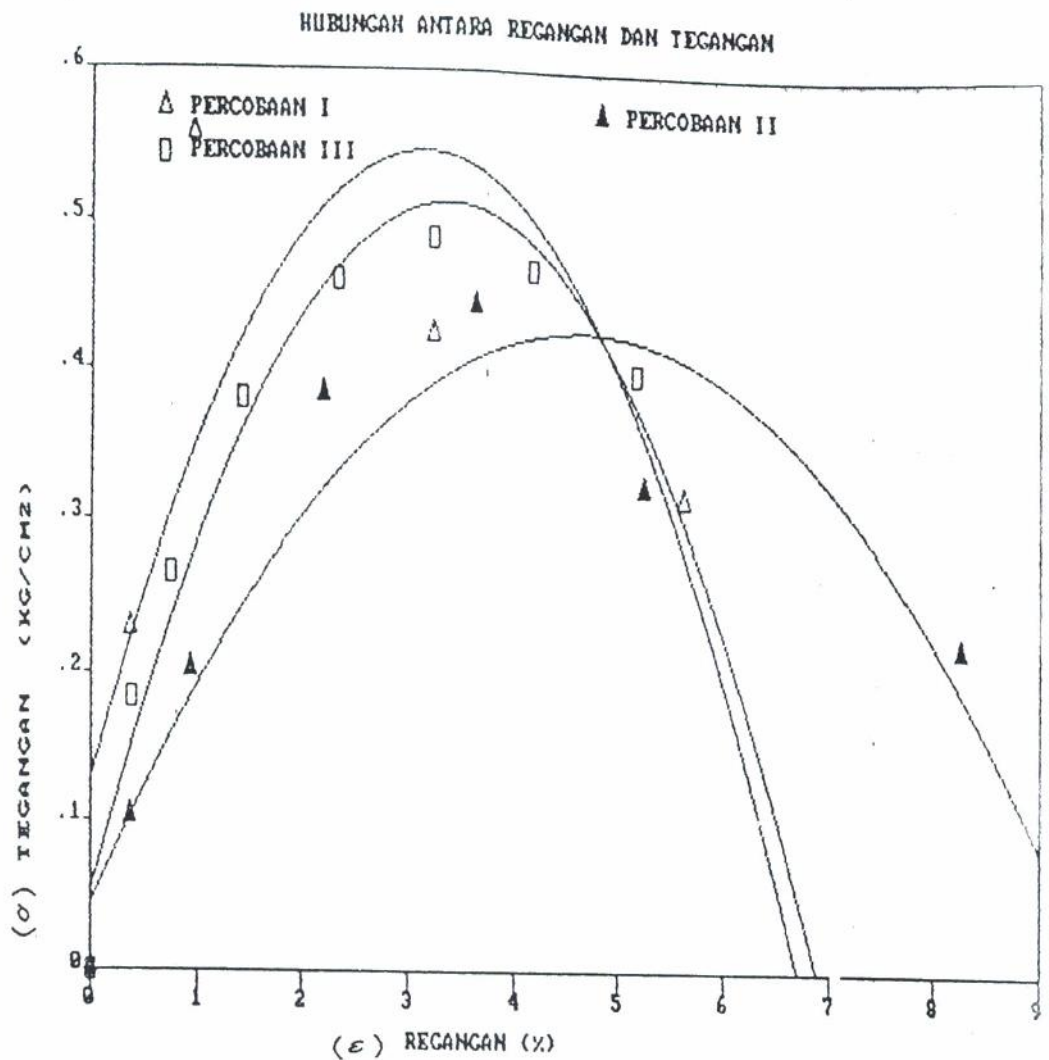
Gambar 5.1. Hubungan kadar air (ω) dengan berat isi kering (γ_d) pada tanah bauxite



Gambar 5.2. Hubungan kadar air (ω) dengan angka pori (e) pada tanah bauxite



Gambar 5.3. Hubungan penetrasi dan beban pada pemeriksaan CBR tanah bauxite



REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(1.303E-01) + (2.401E+00) * X + (-3.461E+00) * X^2$$

THE VARIANCE - 1.568E-02

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(4.536E-02) + (1.484E+00) * X + (-1.445E+00) * X^2$$

THE VARIANCE - 2.561E-03

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(5.438E-02) + (2.463E+00) * X + (-3.313E+00) * X^2$$

THE VARIANCE - 8.388E-04

Gambar 5.4. Hubungan antara tegangan (σ) dan regangan (ϵ) hasil test kekuatan tekan tak terganggu pada tanah bauxite



ISTN

BAB VI
K E S I M P U L A N

Dari hasil analisa laboratorium karakteristik tanah bauxite pada Bab II berupa index properties dan hasil laboratorium mengenai hubungan berat isi tanah dengan kadar air serta aplikasi pemakaian index properties tanah bauxite pada stabilitas lereng (F_s), penurunan tanah embankment (Settlement) dan daya dukung tanah ultimate (q_u) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah bauxite mempunyai karakteristik seperti tabel 2.12. Jika dilihat harga kohesi tanah bauxite $C = 1,5 \text{ ton/m}^2$ dan sudut geser dalam $\phi = 9^\circ$, ini menunjukkan bahwa tanah bauxite hampir mendekati lempung.
2. Analisa penggunaan tanah bauxite pada stabilitas lereng, settlement timbunan dan daya dukung ultimate tanah bauxite mempunyai karakteristik sebagai berikut:

a. Dalam hal stabilitas lereng (F_s) :

Penggunaan tanah bauxite pada timbunan (embankment) mempunyai faktor keamanan (F_s) yang lebih rendah jika embankment menggunakan tanah lempung. Hal ini dipengaruhi oleh kecilnya nilai kohesi tanah dan sudut geser tanah pada tanah bauxite, sedangkan pemakaian dengan tanah lempung yang mempunyai harga kohesi tinggi nilainya akan berpengaruh pada besar faktor keamanan (F_s).

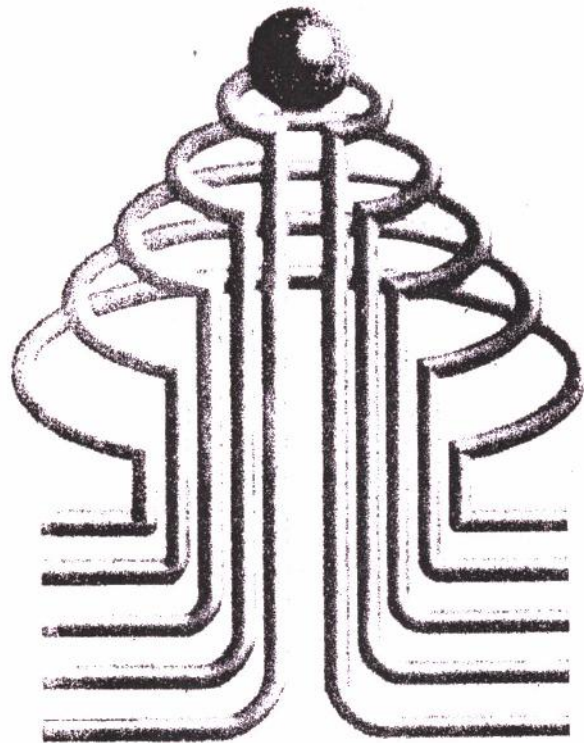
b. Dalam penurunan tanah (S) :

Dalam penurunan tanah embankment diatas lapisan lempung lunak, urugan tanah bauxite sebagai embankment dengan tinggi 7 m pada kedalaman tanah lempung 5 m dan 10 m mempunyai settlement (penurunan embankment) sebesar $S = 2,43$ m dan 4,229 m.

c. Dalam daya dukung tanah (q_u) :

Jika tanah urugan berupa tanah bauxite daya dukung yang dihasilkan kurang dari jika digunakan tanah lain yang mempunyai sudut geser lebih besar (berpasir).

3. Dalam hal hubungan berat isi tanah kering (γ_d) dan kadar air (w) pada tanah bauxite seperti gambar 5.1. besar berat isi optimum sebesar $1,76 \text{ kg/cm}^2$ pada kadar air 19 %. Sedangkan hubungan antara angka pori dan kadar air seperti gambar 5.2. pada kadar air 19 % besar angka pori minimum $e = 0,5$.



ISTN

DAFTAR PUSTAKA

1. Braja M. Das, Noor Endah dan Indra Surya, "Mekanika Tanah Penerbit Erlangga, 1984. Jilid I dan II.
2. Joseph E Bowles, "Analisa dan Disain Pondasi "Penerbit Erlangga 1991.
3. Joseph E Bowles, "Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah" Penerbit Erlangga 1986.
4. RF. Craigh dan Budi Susilo, "Mekanika Tanah, 1986.
5. Hasil Penyelidikan tanah Bouxite Labcratorium Mekanika Tanah ISTN.