



SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
No. 113/C.02.01/LP2M/II/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : LP2M-Itenas
JL. P.K.H. Mustafa No.23 Bandung

Menerangkan bahwa,

Nama	NPP	Jabatan
Dr. Yuki Achmad Yakin, S.T., M.T.	20140601	Instruktur

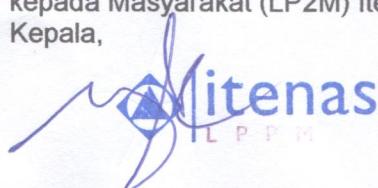
Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Pelatihan Teknisi Laboratorium Mekanika Tanah dan Materia Perkerasan Jalan Bagi Para CPNS di Kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Purwakarta
Tempat : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Purwakarta
Waktu : 12 - 14 November 2019
Sumber Dana : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Purwakarta

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 13 Februari 2020

Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LP2M) Itenas
Kepala,



itenas
L P P M

Dr. Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.
NPP 960604

LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

PELATIHAN TENAGA PENGAWAS GEOTEKNIK DAN PERKERASAN JALAN

di

**KANTOR DINAS BINA MARGA DAN
TATA RUANG KABUPATEN PURWAKARTA**

TIM PENYUSUN:

Ketua: Dr. Yuki Achmad Yakin, S.T., M.T.

Anggota : Ranna Kurnia, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Desember 2019

HALAMAN PENGESAHAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Judul Pengabdian Masyarakat: Pelatihan Tenaga Pengawas Geoteknik dan Perkerasan Jalan

Lokasi: Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta

1. Ketua Tim Pelaksana:
a. Nama Lengkap: Dr. Yuki Achmad Yakin, S.T., M.T.
b. NIDN: 0431017401
c. Jabatan Fungsional: Lektor
d. Perguruan Tinggi: Institut Teknologi Nasional Bandung
e. Program Studi: Teknik Sipil
f. Alamat e-mail: yakinachmadyuki@gmail.com

2. Anggota Tim Pelaksana:
a. Nama Anggota: Ranna Kurnia, S.T., M.T.
b. NIDK: 8827920016
c. Jabatan Fungsional: Asisten Ahli
d. Perguruan Tinggi: Institut Teknologi Nasional Bandung
e. Program Studi: Teknik Sipil
f. Alamat e-mail:

3. Lembaga/Institusi Mitra:
a. Nama Lembaga/Mitra: Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta
b. Penanggung Jawab: Ir. Budhi Supriyadi, M.T.
(Kepala Kantor Dinas)
c. Alamat: Jl. Purnawarman Barat No. 6A
Purwakarta
d. Jarak PT ke lokasi mitra: 50 km

4. Jangka Waktu Pelaksanaan: 3 hari (12-14 November 2019)

5. Sumber Dana: Dinas BM dan TR Purwakarta

Mengetahui,	Bandung, 31 Desember 2019 Ketua,
Dr. Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T. NIP/NIK: 119960604	Dr. Yuki Achmad Yakin, S.T., M.T. NIP/NIK: 120140601

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
BAB 2 CAPAIAN KEGIATAN.....	3
BAB 3 METODE PELAKSANAAN.....	4
3.1. Persiapan dan Pembekalan.....	4
3.2. Pelaksanaan.....	5
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	6
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	7
LAMPIRAN 1 – SURAT PERMOHONAN	
LAMPIRAN 2 – DAFTAR HADIR	
LAMPIRAN 3 – MATERI PELATIHAN	
LAMPIRAN 4 – FOTO KEGIATAN	

Bab 1

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan instansi pemerintah untuk melakukan supervisi pada pelaksanaan proyek jalan di wilayah administrasinya sangatlah penting. Kegiatan pengawasan tersebut harus berdasarkan ketentuan-ketentuan yang baku untuk pekerjaan pemandatan tanah dasar maupun untuk bahan-bahan agregat sebagai subbase. Oleh karena itu, kedua bidang tersebut seyogyanya memerlukan pengetahuan di bidang geoteknik khususnya tentang kompaksi dan di bidang transportasi khususnya perkerasan jalan.

Sehingga, tidak hanya perencana dan pelaksana, tetapi pengawas lapangan pun harus mempunyai kemampuan yang sama bahkan lebih dalam mengontrol kualitas pekerjaan di lapangan. Pada akhirnya, umur jalan dan tingkat layanan jalan dapat dioptimalkan sesuai dengan desain yang ada, sehingga kerusakan yang timbul dapat diminimalisasi.

Tim dosen dari Teknik Sipil Itenas melakukan pengabdian kiepada masyarakat berupa pelatihan kepada para supervisor untuk pelaksanaan pembuatan jalan di lingkungan Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang, Kabupaten Purwakarta. Pelatihan ini bersifat komprehensif yang bertujuan memberikan pemahaman dan pengetahuan tentang teori dan praktik pada pengawasan atau kontrol kualitas dari pekerjaan jalan

1.2. Permasalahan

Adapun permasalahan yang dihadapi oleh calon pengawas lapangan dari instansi ini adalah metode yang tepat untuk mengontrol kualitas pekerjaan lapangan, baik dengan uji laboratorium maupun uji lapangan yang berkaitan dengan masalah kompaksi atau pemandatan baik tanah maupun agregat. Sehingga, nilai kepadatan yang diperoleh dari pengujian laboratorium dan pengujian lapangan harus memenuhi kriteria desain yang telah ditentukan.

Bab 2

Capaian Kegiatan

Pada pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini, indikator capaian yang ingin diperoleh, adalah:

1. Mengetahui dan memahami hal-hal yang berkaitan dengan cara pemasatan tanah dan agregat yang baik dan benar
2. Memiliki kemampuan dalam menyelesaikan persoalan yang berkaitan dengan kontrol kualitas pemasatan tanah dan agregat.
3. Menerapkan ketentuan-ketentuan yang berlaku tentang pemasatan tanah dan agregat di laboratorium dan di lapangan.

Bab 3

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan selama 3 hari, yaitu pada tanggal 12, 13 dan 14 November 2019 di Ruang Rapat Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapan dan Pembekalan

Mekanisme persiapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi:

- a. Koordinasi dengan pejabat terkait pada Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta
- b. Penyiapan sarana dan prasarana

2. Pelaksanaan

Metode ceramah, tanya jawab dan diskusi dilakukan pada pelatihan ini dengan susunan acara, sebagai berikut:

Nomor	Pukul	Acara	Narasumber
Selasa 12 November 2019			
1	08.00 – 12.00	Pemadatan Tanah Lab/Lap	Dr. Yuki A.Y.
	12.00 – 13.00	Istirahat	
2	13.00 – 15.00	Kontrol Kualitas Kompaksi	Dr. Yuki A.Y.
Rabu 13 November 2019			
3	08.00 – 12.00	Pemadatan Agregat + Aspal	Ranna, S.T., M.T.
	12.00 – 13.00	Istirahat	
4	13.00 – 15.00	Kontrol Kualitas di Lapangan	Ranna, S.T., M.T.
Kamis 20 November 2019			
5	08.00 – 12.00	Sandcone, DCP, CBR lap	Dudi
	12.00 – 13.00	Istirahat	
6	13.00 – 17.00	CBR lap untuk agregat	Dudi

Bab 4

Hasil dan Pembahasan

4.1. Pelatihan Pemadatan Tanah dan Agregat

Pelatihan ini sasarannya adalah karyawan-karyawan Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta, yang diproyeksikan menjadi supervisor-supervisor pada pelaksanaan konstruksi jalan pada jalan kabupaten. Jumlah peserta yang mengikuti pelatihan adalah sebanyak lebih kurang 20 orang yang berprofesi sebagai karyawan tetap di lingkungan dinas tersebut. Kegiatan ini diharapkan menjadikan lebih luas wawasan yang berkaitan dengan profesi mereka.

Materi yang diberikan yaitu pemahaman tentang cara pengujian kontrol kepadatan tanah dan agregat pada proyek konstruksi jalan. Materi ini diberikan supaya tenaga pengawas dari instansi pemerintah ini mampu memahami dengan tepat bagaimana menguji tanah dan agregat yang telah dipadatkan, sehingga hasilnya dapat memenuhi yang disyaratkan.

4.2. Evaluasi

Pada setiap akhir kegiatan yang dilaksanakan, evaluasi dilakukan berupa diskusi dan tanya jawab antara pemateri dan para peserta pelatihan. Berdasarkan evaluasi ini, kemampuan peserta dalam menyerap materi yang diberikan cukup baik, contohnya peserta mampu memberikan menjelaskan kembali bagaimana penerapan teori yang diberikan dengan pengalaman kerja yang pernah dilakukan. Pesera mengerti dan sadar bahwa dalam kegiatan proyek konstruksi jalan, pengawasan harus dilakukan secara melekat, sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan standard yang ada.

Bab 5

Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dengan program pelatihan ini, tenaga supervisi dari Kantor Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Purwakarta telah memahami tentang penerapan kontrol kualitas pekerjaan pemasangan tanah dan agregat pada konstruksi jalan.

5.2. Saran

Kegiatan pelatihan ini perlu ditindaklanjuti dengan evaluasi untuk melihat timbal balik antara materi pelatihan dengan kegiatan-kegiatan pengawasan yang akan dilakukan di lapangan.



PEMERINTAH KABUPATEN PURWAKARTA
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PENGAIRAN
Jalan Purnawarman Barat No. 6A Telp. (0264) 201 681
PURWAKARTA

Nomor : 019 /WASDAL/XI/2019
Hal : Permohonan Peminjaman Tenaga Instruktur
Lampiran : -

Purwakarta, 4 November 2019
Kepada Yth,
Dr. techn. Indra Noer Hamdhan
Ketua Jurusan Teknik Sipil Itenas
Di
Bandung

Dengan hormat,

Sehubungan akan dimulainya Kegiatan Pelatihan Teknisi Laboratorium Mekanika Tanah dan Material Perkerasan Jalan bagi para CPNS di kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Purwakarta, pada tanggal 12 – 14 November 2019, maka kami mengajukan permohonan ijin peminjaman tenaga instruktur yang merupakan dosen di jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung.

Adapun tenaga-tenaga instruktur tersebut adalah sebagai berikut :

1. Nama : Dr. Yuki Achmad Yakin, ST, MT.
Jabatan Akademik : Lektor
NIDN : 0431017401
2. Nama : Ranna Kurnia, ST, MT.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
NIDN : 8827920016

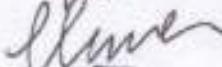
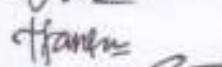
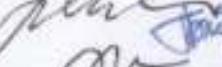
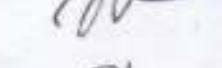
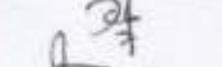
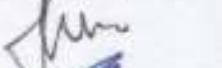
Demikian disampaikan, surat permohonan ini, atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

KEPALA DINAS PEKERJAAN UMUM
BINA MARGA DAN PENGAIRAN
PURWAKARTA



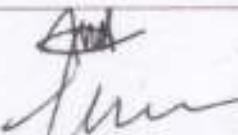
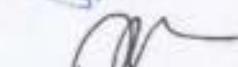
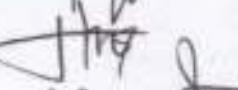
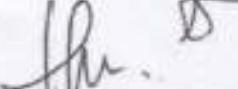
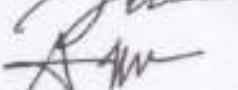
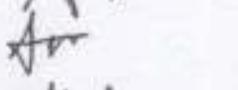
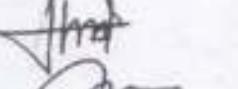
DAFTAR HADIR
BIMBINGAN TEKNIK PENGAWASAN

HARI : SELASA
 TANGGAL : 12 NOVEMBER 2019

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1.	YUKI ACHMAO TAKIN		
2.	RAHMA KURNIA		
3.	IRFAN FAJAR N.		
4.	KICKSAN RACHDIAMAN		
5.	ASTIKA SEPTIAHNI		
6.	IMELDA SIMANBUNSONG		
7.	RACHMAN SYAH I. O		
8.	AGUNG AHMAD W.		
9.	JULI NIRWANTO		
10.	JUWITA LAELI N.		
11.	Saiful Hanan		
12.	Hadiyana		
13.	Didi Supriadi		
14.	INDRI H		
15.	EMPOP Gunawan		
16.	IRMAN BUDIAWA.		
17.	GUSTI		
18.	Fery Herdiansyah		
19.	Ceccep Mutafin		
20.	Ronny		
21.	Egi Sukandar		
22.	Entin Suryatin		

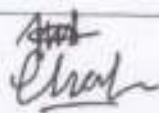
DAFTAR HADIR
BIMBINGAN TEKNIK PENGAWASAN

HARI : RABU
 TANGGAL : 13 NOVEMBER 2019

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1.	YUKI ACHMAD YAKIN		
2.	RANNA KURNIA		
3.	Juli Hirwanto		
4.	JUWITA LAELY N.		
5.	Fery Herdiansyah		
6.	Hendiyana		
7.	IRMAN BURIAWA		
8.	Emcep G		
9.	Irfan Fajar H.		
10.	Riclesan Rachdraman		
11.	Astina Creptiani		
12.	Imelda Samangunsono		
13.	Rachmansyah I.D		
14.	Agung Ahmad. W.		
15.	DTI Supriati		
16.	Indar H		
17.	Fery Herdiansyah		
18.	Gusti		
19.	RONNY		
20.	EDI Sukandar		
21.	Ceccep Mutaqin		
22.	Entin Suryatin		

DAFTAR HADIR
BIMBINGAN TEKNIK PENGAWASAN

HARI : KAMIS
 TANGGAL : 14 NOVEMBER 2019

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1.	YUKI ACHMAD TAKIN		
2.	RANNA KURNIA		
3.	JUWITA LAELY N.		
4.	ASTIKA SEPTIANI		
5.	JULI NIRWANTO		
6.	IMELDA SIMANGUNONG		
7.	AGUNG AHMAD W.		
8.	RACHMANSYAH I.O		
9.	RICKSAN RACHDIAMAN		
10.	IKFAN FAJAR N.		
11.	SARPU L. BAWAN		
12.	Hendi		
13.	PIPI SUPRAYOGI		
14.	INRAZ H		
15.	Empep Gunawan		
16.	LAJAN BURLANA		
17.	GUSTI		
18.	Fery Hurdiansyah		
19.	KONNY		
20.	ESTI Sufan Dwi		
21.	ENTIN Suryatin		
22.	Cecep Mutaqin		

PELATIHAN TEKNISI LAB. MEKTAN DINAS BINA MARGA KAB. PURWAKARTA

INSTRUKTUR:

DR. YUKI ACHMAD YAKIN, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG 2019

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan Tanah merupakan suatu upaya memperoleh informasi bawah tanah untuk perencanaan fondasi bangunan sipil.

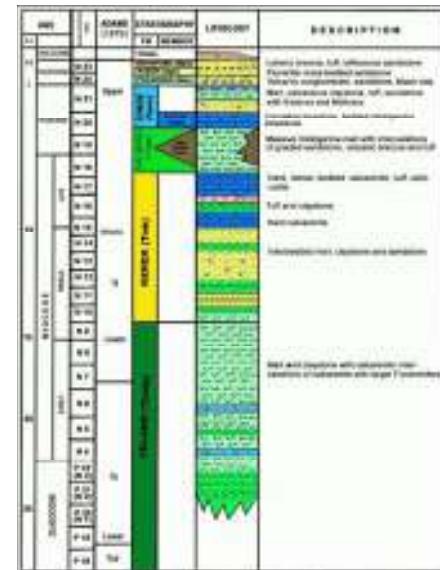
Penyelidikan tanah mencakup antara lain pengeboran tanah, pengambilan sampel tanah, pengujian lapangan, pengujian laboratorium dan observasi air tanah.



Sasaran Penyelidikan Tanah

Sasaran dari penyelidikan tanah meliputi:

- 1) Stratifikasi lapisan tanah.
- 2) Sifat indeks pada setiap lapisan tanah.
- 3) Sifat mekanis pada setiap lapisan tanah antara lain kekuatan geser dan kompresibilitas.
- 4) Kondisi air tanah.
- 5) Komposisi kimia air tanah yang dapat memberi dampak korosi pada konstruksi bawah tanah.
- 6) Jenis fondasi bangunan yang sudah ada di sekitarnya.



Tahapan Penyelidikan Tanah

- 1) Inspeksi lapangan, meliputi pengumpulan informasi seperti informasi geologi sekitar lokasi pekerjaan, data penyelidikan tanah terdahulu dll.
- 2) Penyelidikan awal, meliputi pengeboran atau sondir dengan jumlah minimum untuk mengetahui stratifikasi tanah di lokasi pekerjaan.
- 3) Penyelidikan detail, meliputi pengeboran berdasarkan letak dan informasi lengkap bangunan sipil yang akan dibangun diikuti pengambilan contoh tanah dan uji laboratorium yang lengkap.
- 4) Penyelidikan tambahan, dilakukan untuk klarifikasi keragu-raguan hasil penyelidikan tanah terdahulu atau adanya penyimpangan pelaksanaan lapangan dengan hasil penyelidikan.

Kedalaman Penyelidikan Tanah

Kedalaman penyelidikan tanah tergantung pada jenis struktur, jenis tanah & prakiraan awal jenis fondasi yang akan digunakan:

- 1) Fondasi telapak dan lajur: 3x lebar pondasi atau minimum 9m di bawah dasar fondasi.
- 2) Fondasi rakit: 2x lebar pondasi di bawah dasar fondasi.
- 3) Fondasi tiang grup tunggal: 2x lebar grup di bawah ujung tiang.
- 4) Fondasi tiang-rakit: 2x lebar bangunan di bawah 2/3 panjang tiang.
- 5) Dinding penahan tanah: terbesar dari $0.7x$ lebar galian atau 1x tinggi galian.
- 6) Timbunan tanah: 2x lebar timbunan.
- 7) Apabila ditemui tanah keras atau batuan sebelum memenuhi kriteria kedalaman di atas, penyelidikan tanah harus menembus tanah keras/batuan minimal 5m.

Sipil Itenas 2012 – Page 5

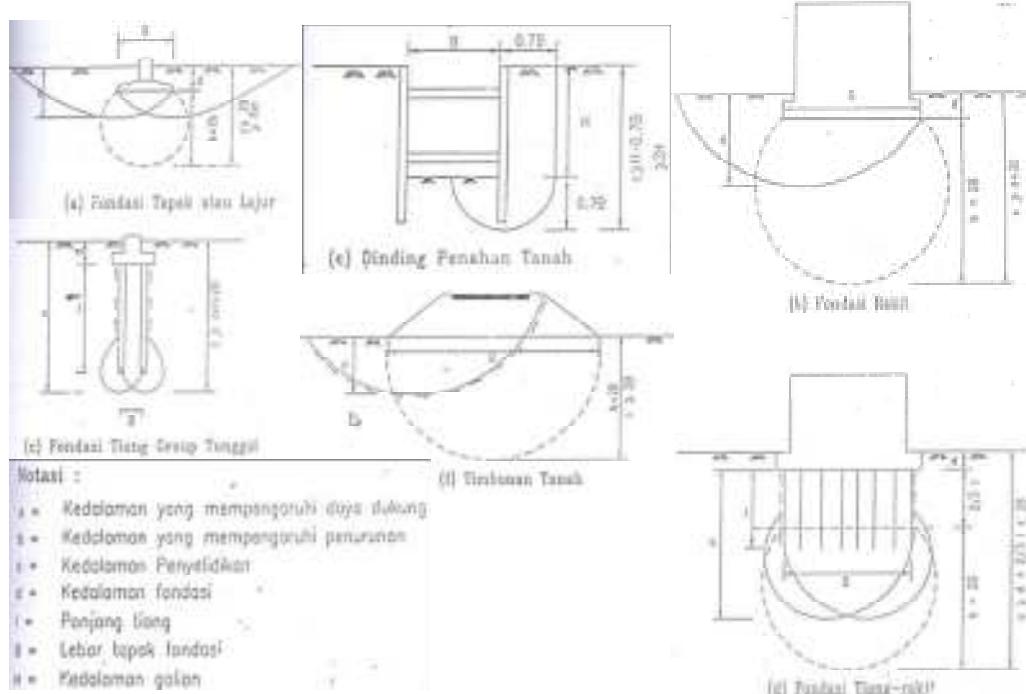
Konfigurasi Penyelidikan Tanah

Konfigurasi penyelidikan tanah tergantung pada kompleks tidaknya kondisi tanah, jenis pekerjaan serta pengalaman setempat:

- 1) Penyelidikan awal: jarak titik 100 sd 200m untuk tanah normal dan 50 sd 100m untuk tanah lunak.
- 2) Penyelidikan detil: jarak titik 15 sd 25m untuk bangunan persegi (gedung, jembatan dll) dan 25 sd 50m untuk konstruksi memanjang (jalan, terowongan, dll)
- 3) Minimum titik penyelidikan pada tahap detil: 3 sd 5 lokasi diatur pada pola teratur.
- 4) Selalu tempatkan titik penyelidikan pada posisi bangunan yang berat dan penting dan pada lokasi dimana diduga terdapat perubahan stratifikasi yang menyolok.

Sipil Itenas 2012 – Page 7

Kedalaman Penyelidikan Tanah



Jenis Penyelidikan Tanah

1) Galian Tanah (Test Pit)

Prosedur: tanah digali secara manual, misal dengan cangkul atau sekop.

Penggunaan/keuntungan:

- Sederhana sehingga sesuai untuk daerah yang susah dicapai.
- Identifikasi tanah dapat dilakukan langsung pada dinding galian.
- Contoh tanah yang diambil berukuran besar.

Keterbatasan:

- Terbatas pada kedalaman dangkal.
- Terbatas pada muka air tanah.



Sipil Itenas 2012 – Page 8

Sumuran Uji (Test Pit)

Kegunaan:

- 1) Penelitian visual tentang keadaan tanah setempat.
 - 2) Pengujian detil tentang perbedaan tanah, struktur, dan profil akibat perubahan cuaca.
 - 3) Observasi aliran air dan pengukurannya.
 - 4) Pengujian rendaman.
 - 5) Pencarian benda-benda geologi dan arkeologi atau detail fondasi yang ada.
 - 6) Penetapan model kelongsoran dari lereng galian, fondasi atau timbunan dengan melokasikan daerah longsor.

Sipil Itenas 2012 – Page 9

Sumuran Uji (Test Pit)

- 7) Mencari kelongsoran geologis dengan membuat/memperluas sumur uji menjadi paritan untuk mendapatkan kedalaman lapisan tanah/batuhan.
 - 8) Mendapatkan cara yang mudah untuk penggalian ditinjau dari segi biaya dan untuk menetapkan kedalaman lapisan batuan
 - 9) Mengadakan percobaan di tempat dalam skala besar termasuk percobaan daya dukung pelat dan percobaan pembebahan horisontal.
 - 10) Melokasikan titik bor.
 - 11) Mendapatkan contoh-contoh tanah.
 - 12) Menetapkan kestabilan galian.



Sinil Itenas 2012 – Page 10

Sumuran Uji (Test Pit)

Jenis Penyelidikan Tanah

2) Auger Boring

Prosedur: pengeboran secara manual dengan memutar dan menekan sebuah auger kedalam tanah dan mengeluarkan tanah yang terjaring dalam auger.



Penggunaan/keuntungan

- Digunakan pada daerah yang susah dicapai.
 - Sederhana, tidak membutuhkan alat canggih dan keterampilan khusus.
 - Tidak terlalu mengganggu struktur tanah

Keterbatasan:

- Terbatas untuk pengeboran dangkal



Sinil Itenas 2012 – Page 12

Pemboran Tangan (Hand Boring)

Pemboran tangan biasanya digunakan untuk pengambilan contoh tanah dalam lapisan dangkal (< 10,00m). Kegunaan untuk mendapatkan keterangan mengenai tanah, jenisnya, sifat-sifat fisis dan keadaan tanah itu sendiri.

Peralatan:

Bor jenis Iwan diameter 10cm dengan mata bor helical, stang bor, pemutar stang bor, tabung sampel ukuran diameter 6,8cm dan panjang 40cm, kepala pengambil sampel diameter 6,8cm.



Sipil Itenas 2012 – Page 13

Jenis Penyelidikan Tanah

3) Pengeboran Bilas (Wash Boring)

Prosedur: pengeboran dilakukan dengan mesin bor rotari. Tanah dikorek dan dibilas dari dasar lubang bor dengan sirkulasi air.

Penggunaan/keuntungan:

- Dapat digunakan pada hampir segala jenis tanah.
- Sangat dianjurkan untuk tanah lunak dan sensitif.
- Relatif tidak menganggu struktur tanah dengan pengoperasian yang baik.

Keterbatasan:

- Tidak dapat mengidentifikasi tanah.
- Kurang sesuai untuk pengeboran pada batuan.
- Kualitas bor sangat tergantung keterampilan juru bor.



Sipil Itenas 2012 – Page 14

Jenis Penyelidikan Tanah

4) Pengeboran Inti (Core Drilling)

Prosedur: pengeboran dilakukan dengan mesin bor rotari. Tanah diambil dengan memutar dan menekan tabung dengan mata bor pada ujung bawah. Tabung tunggal digunakan untuk tanah tanpa sirkulasi air. Tabung ganda atau triple digunakan untuk batuan bersamaan dengan sirkulasi air jernih.

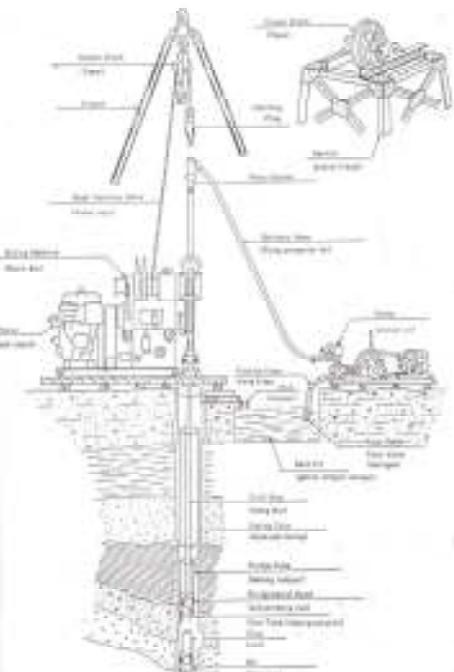
Penggunaan/keuntungan:

- Digunakan pada berbagai jenis tanah tingkat kekerasannya dan tidak sensitif.
- Dapat digunakan pada batuan.
- Dapat mengidentifikasi langsung dengan mengamati contoh tanah atau batuan dalam tabung.

Sipil Itenas 2012 – Page 15

Pemboran Dalam (Deep Boring)

Pengeboran dilakukan dengan memutar dan menekan tabung tunggal yang dilengkapi mata bor pada ujung bawah dengan bantuan mesin bor rotari. Tanah yang masuk ke dalam tabung dikeluarkan secara periodik. Untuk kedalaman di atas muka air tanah, air sering dituangkan ke dalam lubang bor untuk melumasi mata bor. Pipa casing umumnya digunakan untuk mencegah runtuhnya lubang bor.



Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah tidak asli (disturbed sample): sampel diambil dari sampel tanah dengan bor. Tanah yang diambil adalah sampel dari setiap lapisan yang ditentukan dengan pemeriksaan visual. Sampel tanah dimasukkan kedalam kantong plastik dan diberi label.

Pengambilan sampel tanah asli (undisturbed sample):

sampel tanah diambil dengan menggunakan tabung sampel (diameter 6,8 cm dan panjang 40cm) dengan cara ditekan perlahan-lahan. Kedua ujung tabung sampel diratakan dan dibersihkan dan diberi parafin sebagai isolator.



Sipil Itenas 2012 – Page 17

Jenis Penyelidikan Tanah

Keterbatasan:

- Tidak sesuai untuk tanah lunak dan sensitif.
- Dapat mengganggu struktur pasir bila muka air tanah dijaga.
- Kualitas bor sangat tergantung keterampilan juru bor.



Sipil Itenas 2012 – Page 18

Jenis Pengujian di Lapangan

1) Uji Penetrasi Standar (Standard Penetration Test, SPT)

Paramater yang didapat: Nilai N-SPT.

Sifat tanah yang dapat langsung diperoleh atau melalui korelasi:

- Identifikasi kepadatan pasir.
- Identifikasi kekerasan tanah lempung.
- Kuat geser tanah lempung.
- Sudut geser tanah pasir.

Pengujian ini biasanya dilakukan pada pekerjaan pengeboran. Perlu diperhatikan standarisasi energi.



Sipil Itenas 2012 – Page 19

Jenis Pengujian di Lapangan



Sipil Itenas 2012 – Page 20

Jenis Pengujian di Lapangan

Sand		Clay	
N SPT value	Relative Density	N SPT value	Consistency
0 – 4	Very Loose	<2	Very Soft
4 – 10	Loose	2 – 4	Soft
10 – 30	Medium	4 – 8	Medium
30 – 50	Dense	8 – 15	Stiff
>50	Very Dense	15 – 30	Very Stiff
		>30	Hard

N Value	Friction Angle, ϕ' (Deg.)	Relative Density, D_r (%)	Description	N Value	Unconfined Compression Strength (kg/cm ²)	Consistency
Less than 4	25 – 28	Less than 15	Very loose	Less than 2	Less than 0.25	Very soft
4 – 10	29 – 32	15 – 60	Loose	2 – 5	0.25 – 0.50	Soft
10 – 30	33 – 35	60 – 75	Medium	5 – 9	0.50 – 1.00	Medium
30 – 50	36 – 40	75 – 90	Dense	9 – 17	1.00 – 2.00	Stiff
Over 50	41 – 45	Over 90	Very dense	17 – 33	2.00 – 4.00	Very stiff
				Over 33	Over 4.00	Hard

Sipil Itenas 2012 – Page 21

Jenis Pengujian di Lapangan

2) Uji Sondir Mekanis (Cone Penetration Test, CPT)

Paramater yang didapat: Nilai konus qc, friksi lokal fs.

Sifat tanah yang dapat langsung diperoleh atau melalui korelasi:

- Identifikasi jenis tanah serta kepadatan dan kekerasan.
- Kuat geser tanah lempung dan pasir.

Pengujian ini biasanya kurang sensitif untuk tanah lempung yang sangat lunak. Biasanya harus diikuti pengeboran tangan pada penyelidikan detail.



Sipil Itenas 2012 – Page 22

Sondir

Kegunaan: untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman.

Alat yang digunakan adalah Dutch Cone Penetrometer dengan bikonus jenis Begemann dengan kapasitas maksimum 250 kg/cm².



Sipil Itenas 2012 – Page 23

Sondir

Keuntungan:

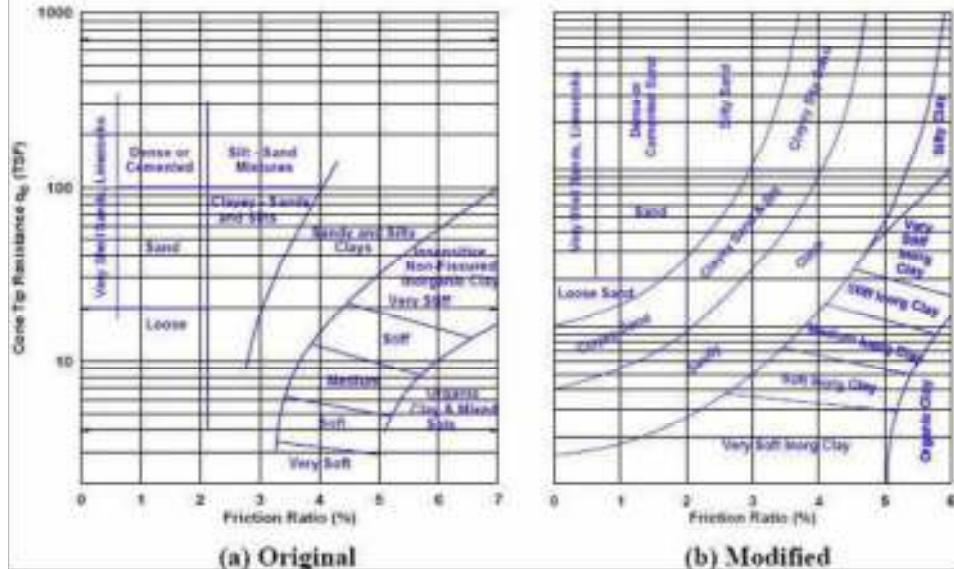
- Dapat dengan cepat menentukan tanah keras.
- Dapat diperkirakan perbedaan lapisan.
- Dengan rumus empiris hasilnya dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tiang.
- Cukup baik untuk digunakan pada lapisan yang berbutir halus.

Kerugian:

- Jika terdapat batuan lepas bisa memberikan indikasi lapisan tanah keras yang salah.
- Tidak dapat mengetahui jenis tanah secara langsung.
- Jika alat tidak lurus dan konus tidak bekerja dengan baik maka hasil yang diperoleh bisa meragukan.

Sipil Itenas 2012 – Page 24

Sondir



Sipil Itenas 2012 – Page 25

Jenis Pengujian di Lapangan

3) Uji Sondir Elektrik (Electric Cone Test, Piezocone Test)

Paramater yang didapat: Nilai konus q_c , friksi lokal f_s dan tegangan air pori.

Sifat tanah yang dapat langsung diperoleh atau melalui korelasi:

- Identifikasi jenis tanah serta kepadatan dan kekerasan.
- Kuat geser tanah lempung.
- Koefisien konsolidasi lateral dari uji disipasi.

Pengujian ini dianjurkan untuk tanah liat sangat lunak seperti pada proyek reklamasi. Biasanya harus diikuti pengeboran tangan pada penyelidikan detail.

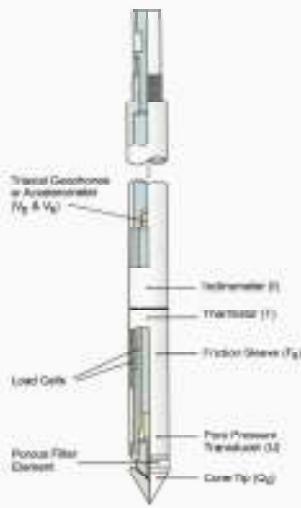


Sipil Itenas 2012 – Page 26

Sondir Elektrik

Sondir Elektrik mampu mengukur tekanan konus dan tekanan friksi secara menerus dengan akurasi jauh lebih baik daripada sondir mekanik.

Koreksi berat tiang tekan seperti yang dilakukan untuk sondir mekanik tidak perlu dilakukan untuk sondir listrik karena sensor tepat berada diujung konus.



Sipil Itenas 2012 – Page 27

Sondir Elektrik

Sondir Elektrik ada yang dilengkapi sensor untuk mengukur tekanan air pori yang sangat berguna untuk penentuan jenis tanah:

- a) Tekanan air pori yang cenderung sama dengan tekanan hidrostatik menunjukkan tanah jenis pasiran.
- b) Tekanan air pori yang lebih besar dari tekanan hidrostatik menunjukkan tanah liat lunak hingga sedang.
- c) Untuk tanah liat atau pasir sangat padat, tekanan air pori cenderung lebih kecil daripada tekanan hidrostatik.

Sipil Itenas 2012 – Page 28

Jenis Pengujian di Lapangan

4) Uji Baling-Baling (*Field Vane Shear Test*)

Paramater yang didapat: kuat geser tanah.

Sifat tanah yang dapat langsung diperoleh atau melalui korelasi:

- *Field vane shear strength.*

Hasil pengujian ini perlu dikoreksi untuk mendapatkan kuat geser yang sesuai.



Sipil Itenas 2012 – Page 29

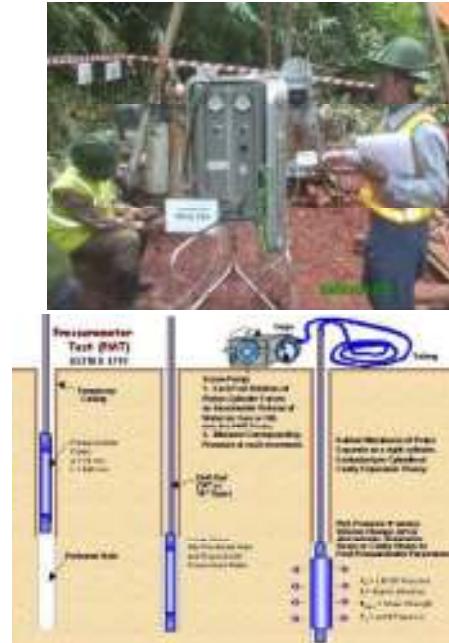
Jenis Pengujian di Lapangan

5) Uji Beban Lateral Silinder (Pressuremeter Test - PMT, Lateral Load Test - LLT)

Paramater yang didapat: initial pressure p_o , yield pressure p_y , limit pressure p_l , pressuremeter modulus (E_M)

Parameter yang diperoleh dapat digunakan langsung untuk menghitung daya dukung dan penurunan.

Pengujian ini sangat tergantung dari persiapan lubang bor.



Sipil Itenas 2012 – Page 30

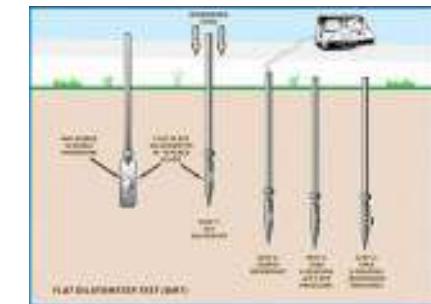
Jenis Pengujian di Lapangan

6) Uji Beban Lateral Pipih (*Dilatometer Test - DMT*)

Paramater yang didapat: modulus dilatometer E_D , indeks material I_D , Indeks tegangan horisontal K_D , indeks tegangan air pori (U_D)

Sifat tanah yang dapat langsung diperoleh atau melalui korelasi:

- Identifikasi jenis tanah serta kepadatan dan kekerasan.
 - Modulus deformasi.
 - Kuat geser tanah lempung.



Sipil Itenas 2012 – Page 31

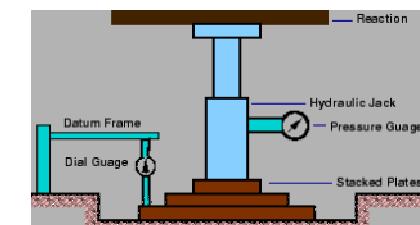
Jenis Pengujian di Lapangan

7) Uji Beban Pelat (*Plate Bearing Test*)

Paramater yang didapat: modulus deformasi E, kuat geser tanah lempung (S_u)

Sifat tanah yang didapat hanya berlaku pada kedalaman $2x$ sisi pendek pelat.

Perlu diinterpretasi dengan hasil pengujian yang lain bila dilakukan uji tunggal.



Sipil Itenas 2012 – Page 32

PELATIHAN TEKNISI LAB. MEKTAN DINAS BINA MARGA KAB. PURWAKARTA

INSTRUKTUR:

DR. YUKI ACHMAD YAKIN, ST, MT



JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG 2019

Proses Pembentukan Tanah

Proses pembentukan tanah adalah perubahan dari bahan induk menjadi lapisan tanah. Perkembangan tanah dari bahan induk yang padat menjadi bahan induk yang agak lunak, selanjutnya berangsur-angsur menjadi tanah pada lapisan bawah (subsoil) dan lapisan tanah bagian atas (topsoil), dalam jangka waktu lama sampai ratusan tahun hingga ribuan tahun.



Perubahan-perubahan dari batuan induk sampai menjadi tanah karena batuan induk mengalami proses pelapukan yaitu proses penghancuran karena iklim.

Proses Pembentukan Tanah

Faktor-faktor pembentukan tanah:

1) Iklim

Suhu, jika suhu semakin tinggi maka makin cepat pula reaksi kimia berlangsung.

Curah hujan, makin tinggi curah hujan, makin tinggi pula tingkat keasaman tanah.

2) Bahan Induk

Yang dimaksud bahan induk adalah bahan penyusun tanah itu sendiri yang berupa batuan

3) Organik

Bahan organik berpengaruh dalam pembentukan warna dan zat hara dalam tanah.

Proses Pembentukan Tanah

4) Makhluk Hidup

Semua makhluk hidup berpengaruh. Baik itu jasad renik, tumbuhan, hewan bahkan manusia

5) Topografi

Topografi alam dapat mempercepat atau memperlambat kegiatan iklim. Misalnya pada topografi miring membuat kecepatan air tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya erosi.

6) Waktu

Lamanya bahan induk mengalami pelapukan dan perkembangan tanah memainkan peran penting dalam menentukan jenis tanah yang terbentuk.

Jenis-jenis Tanah

Berdasarkan proses pembentukannya, tanah dapat dibagi menjadi 4 jenis yaitu:

- 1) Tanah residual (*residual soil*).
- 2) Tanah colluvial (*colluvial soil*).
- 3) Tanah endapan air (*water transported soil*).
- 4) Tanah endapan angin (*wind transported soil*).
- 5) Tanah endapan sungai es (*soil of glacial origin*)



Sipil Itenas 2012 – Page 5

Tanah Residual

Tanah residual adalah tanah yang terbentuk dari proses penghancuran dan pelapukan batuan dasar dan masih berada di tempat asalnya. Tekstur tanah residual tergantung kepada kondisi lingkungan dimana tanah tersebut terbentuk dan kepada tipe batuan induknya.

Granite menghasilkan lanau kepasiran dan pasir kelanauan dengan komposisi mineral mica dan lempung kaulin yang bervariasi. Basalt menghasilkan lempung dengan kadar montmorillonite yang tinggi bersifat plastis.



Tanah Residual

Tingkat pelapukan bervariasi terhadap kedalaman. Cela dan rekahan pada batuan akan mempercepat proses pelapukan.

Lapisan tanah residual yang terdalam pada umumnya masih memiliki susunan komposisi mineral dan orientasi butiran dari batuan asal. Kedalaman pelapukan sangat tergantung pada jenis batuan, permeabilitas, dan tingkat sementasi batuan.

Inti	Profil Tanah / Batuan	Unsur
(digunakan pelapukan)		
Tanah Asal (aspects)		Umuraya berpasir gelap
Tanah Residual		Material batuan telah menjadi tanah mineral
Pelapukan Mengeluruk (completely weathered)		Plangir mineral batuan telah lepas dan menjadi tanah
Wajukan Tingkat Tinggi (highly weathered)		Lapisan tanah 30% material batuan telah lepas menjadi tanah
Pelapukan Sedang (moderately weathered)		Kering dan 30% material batuan telah lepas menjadi tanah
Pelapukan Tingkat Rendah (slightly weathered)		Pembuatan werna batuan yang merupakan selanjutnya batuan di atasnya
Batuan Segar (fresh rock)		Tidak ada tanah batuan mengalami pelapukan

Sipil Itenas 2012 – Page 7

Tanah Colluvial

Tanah colluvial adalah tanah yang terbentuk dari tanah yang berpindah dari tempat asalnya akibat gaya gravitasi pada saat kejadian keruntuhan lereng

Jenis Material :
Boulder (>300mm),
cobbles (>75mm),
tanah asal lereng.

Sifat-sifat tanah colluvial: Tanah colluvial di atas lereng umumnya tidak stabil



Sipil Itenas 2012 – Page 8

Sipil Itenas 2012 – Page 6

Tanah Endapan Air

Tanah endapan air dibagi menjadi 3 golongan, tergantung dari macam air yang mengangkut dan mengendapkannya, yaitu:

- 1) Tanah *alluvium* (oleh air sungai).
- 2) Tanah *lacustrine* (di danau).
- 3) Tanah *marina* (di pantai / air laut)



Sipil Itenas 2012 – Page 9

Tanah Endapan Air - Lacustrine

Tanah alluvium terbentuk ketika danau berfungsi sebagai tempat pengendapan dari partikel-partikel tanah yang terbawa oleh air sungai yang bermuara di danau tersebut. Di daerah yang gersang, proses sedimentasi akan menyebabkan danau lambat laun menjadi dangkal dan mengering pada musim kering. Di daerah yang lembab, ketika danau terisi sedimen dan menjadi dangkal, tumbuh-tumbuhan di sekitar tepian danau meningkat.

Pembusukan material tumbuh-tumbuhan ini menghasilkan bahan organik yang mengendap bersama dengan lanau dan lempung hingga terbentuk tanah organik → tanah gambut → tanah rawa (*marshland*)



Sipil Itenas 2012 – Page 11

Tanah Endapan Air - Alluvium

Tanah alluvium terbentuk ketika air sungai dari pegunungan mencapai dataran rendah. Partikel-partikel kecil yang terapung di dalam air sungai terbawa ke daerah hilir relatif tanpa mengalami perubahan secara fisik. Partikel-partikel yang lebih besar seperti pasir, kerikil dan kerakal, diangkut dan bergulung di dasar sungai, akibatnya partikel ini akan terkikis dan berbentuk bulat.



Daerah alluvial yang luas akan terbentuk dimana air sungai pegunungan mencapai dataran rendah. Proses ini terus berlanjut hingga terbentuk dataran alluvial dan aliran sungai mengalami perubahan arah.

Sipil Itenas 2012 – Page 10

Tanah Endapan Air - Marina

Tanah marina terbentuk ketika air sungai bermuara di laut. Ketika kecepatan air sungai bekurang, partikel-partikel kasar yang dibawa air sungai akan diendapkan terlebih dahulu dan partikel yang lebih halus diendapkan kemudian di kejauhan. Proses sedimentasi yang terjadi mirip dengan yang terjadi di daerah danau yaitu pengendapan terjadi di air yang relatif tenang dan bebas dari pengaruh ombak.

Partikel-partikel halus yang diendapkan di air asin akan terflokulasi dan membentuk lempung marina yang sangat sensitif. Lempung marina umumnya bersifat lunak dan sangat mudah dimampatkan dan hanya mampu memikul beban ringan.



Sipil Itenas 2012 – Page 12

Tanah Endapan Angin

Pergerakan angin melalui daerah bertanah pasir atau lanau yang luas akan membawa partikel-partikel berukuran pasir dan lanau. Partikel-partikel yang berukuran lebih besar dari 0.05 mm (pasir) akan berguling atau terangkat ke udara untuk jarak yang relatif pendek dan akan tertumpuk membentuk bukit-bukit pasir (*sand dunes*).

Partikel-partikel lanau yang lebih halus akan terbawa ke daerah yang lebih jauh. Angin mensortir butiran-butiran pasir dan mengendapkannya dengan ukuran butir yang relatif seragam dan umumnya dalam keadaan lepas (*loose condition*).



Sipil Itenas 2012 – Page 13

Tanah Endapan Sungai Es

Material tanah yang diendapkan langsung oleh es disebut dengan TILL dimana tanah jenis ini sangat beragam tekturnya, partikelnya bervariasi dari kerakal (*boulder*) hingga lempung. Air yang mencair dari lempengan-lempengan es membawa pasir dan kerikil dan mengendapkannya di depan sungai es dan disebut OUTWASH.

Ketika ujung depan sungai es tetap stationer selama bbrp tahun, aliran material yang terbawa oleh yang mencair akan menumpuk dalam bentuk bukit di depan sungai es → TERMINAL atau END MORRAINES.



Sipil Itenas 2012 – Page 14

Tanah-Tanah Khusus

Perilaku tanah sering tergantung dari keberadaan material tanah yang khusus, contohnya:

- 1) Tanah expansive.
- 2) Tanah collapsible.
- 3) Quick clay
- 4) Tanah organic



Sipil Itenas 2012 – Page 15

Tanah Expansive

Tanah expansive, yaitu tanah yang berpotensi mengalami pengembangan (peningkatan volume) bila terekspos terhadap air.

Misalnya clay shales dan tanah lempung dengan kadar montmorillonite yang tinggi.



Sipil Itenas 2012 – Page 16

Tanah Collapsible

Tanah *collapsible*, yaitu tanah dengan potensi pengurangan volume yang besar ketika mengalami peningkatan kadar air. Perubahan volume terjadi tanpa adanya perubahan beban eksternal.

Misalnya tanah loess, pasir dan lanau bersementasi lemah (gypsum/halite) yang mudah larut dalam air. Tanah *collapsible* ini umumnya dijumpai di daerah gersang.



Sipil Itenas 2012 – Page 17

Quick Clay

Quick clay merupakan tanah lempung yang sangat peka (*high sensitivity*) terhadap gangguan. Kekuatan geser tanah ini akan berkurang drastis ketika mengalami gangguan. Semua quick clay merupakan lempung marina dengan kadar kepekaan lebih besar dari 15.

Kadar kepekaan adalah perbandingan antara kuat geser tanah asli dengan kuat geser tanah terganggu.

$$S_t = \frac{q_u, \text{tidak terganggu}}{q_u, \text{terganggu}}$$



Sipil Itenas 2012 – Page 18

Tanah Organik

Tanah organik merupakan tanah yang mengandung banyak komponen organik, ketebalannya dari beberapa meter hingga puluhan meter di bawah tanah. Tanah jenis ini umumnya berkuat geser rendah dan mudah mengalami penurunan yang besar.

Mengandung massa kayu berserat, berwarna gelap hitam, berbau tumbuhan yang membusuk



Sipil Itenas 2012 – Page 19

Komposisi Tanah

Tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- 1) Berangkal (*boulders*), potongan batuan yang besar, biasanya ukurannya lebih besar dari 250 – 300 mm.
- 2) Kerakal (*cobbles*) atau *pebbles*, partikel batuan yang berukuran 150 – 250 mm.
- 3) Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 – 150 mm.
- 4) Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 – 5 mm. Berkisar dari kasar (3 – 5 mm) sampai halus (< 1 mm).
- 5) Lanau (*silt*), partikel batuan yang berukuran dari 0,005 – 0,074 mm.
- 6) Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran dari 0,001 – 0,005 mm.
- 7) Koloid (*colloids*), partikel mineral yang diam, berukuran lebih kecil dari 0,001mm.

Sipil Itenas 2012 – Page 20

St	Derajat Kepekaan	
<4	Tidak sensitif	Kebanyakan lempung pada umumnya
4 < St < 8	Sensitif	
> 8	Sangat sensitif	

Definisi Dasar

- 1) Berat isi tanah (γ) adalah perbandingan antara berat tanah dan volume tanah.

$$\gamma = \frac{\text{berat tanah}}{\text{volume tanah}}$$

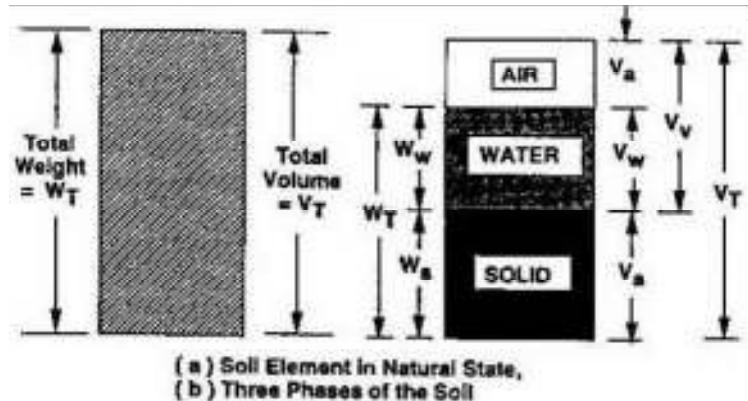
Dalam mekanika tanah dikenal beberapa definisi berat isi tanah: berat isi basah (γ_m), berat isi jenuh (γ_{sat}), berat isi kering (γ_d)

- 2) Kerapatan tanah (ρ) adalah perbandingan antara massa tanah dan volume tanah.

$$\rho = \frac{\text{massa tanah}}{\text{volume tanah}}$$

Sipil Itenas 2012 – Page 21

Definisi Dasar



Hubungan antara volume dan berat pada suatu massa tanah.

Sipil Itenas 2012 – Page 22

Definisi Dasar

- 3) Angka pori (*void ratio*) e didefinisikan sebagai:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \text{ dimana } 0 < e \ll \infty$$

Nilai-nilai khas untuk angka pori untuk pasir berkisar $0.5 - 0.8$, sedangkan untuk tanah kohesif berkisar $0.7 - 1.1$.

- 4) Porositas (*porosity*) n didefinisikan sebagai:

$$n = \frac{V_v}{V_T} \text{ dimana } 0 \leq n \leq 1$$

dengan $V_T = V_v + V_s$ maka:

$$e = \frac{n}{1-n}$$

Sipil Itenas 2012 – Page 23

Definisi Dasar

- 5) Kadar air (*water content*) w didefinisikan sebagai:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \text{ dalam \% dimana } 0 \leq w \leq \infty$$

- 6) Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) S didefinisikan sebagai:

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \text{ dalam \% dimana } 0 \leq S \leq 100$$

- 7) Berat jenis (*specific gravity*) G_s didefinisikan sebagai:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$

dimana: γ_s = berat satuan butiran tanah (tanpa pori). Nilai khas G_s untuk tanah berkisar antara 2.65 sd 2.72.

Sipil Itenas 2012 – Page 24

Hubungan antar Parameter Dasar

(a) Unit weight of mass: $\gamma = \frac{G + Se}{1 + e} \gamma_w$

(b) Unit weight of mass: $\gamma = \frac{1 + w}{1 + e} G \gamma_w$

(c) Dry unit weight: $\gamma_d = \frac{G}{1 + e} \gamma_w$; $\gamma_d = \frac{G}{1 + wG/S} \gamma_w$

(d) Submerged or buoyant unit weight: $\gamma_b = \frac{G - 1}{1 + e} \gamma_w$

(e) $V_s = \frac{e}{1 + e} V$ (f) $V_s = \frac{1}{1 + e} V$

(g) $V_s = \frac{Se}{1 + e} V$ (h) $W_s = \frac{Se}{1 + e} V \gamma_w$ where γ = unit weight of mass

(i) $W_s = \frac{1}{1 + e} V G_d \gamma_w$ (j) $W = \frac{G + Se}{1 + e} V \gamma_w$

γ_b = submerged unit weight
 γ_d = dry unit weight of soil
 γ_s = unit weight of solids
 W = total weight of soil mass
 V = total volume of soil mass
 G = specific gravity of solids

Sipil Itenas 2012 – Page 25

Carih 2.1 Diketahui: Tanah basah seberat 1870 g dipadatkan ke dalam wadah (mold) yang mempunyai volume 1000 cm³. Tanah disusunkan ke dalam wadah dan diketahui berat jenah 1677 g. Berat jenah G_d sebagaimana diatas 2,00.

DITANYA: Hitung kandungan berat air?

- Kadar air w
- Berat jenah kering γ_d
- Persentase e
- Perenggan kapasitas V
- Berat jenah jenah γ_{sd}

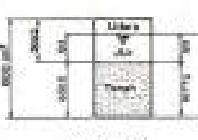
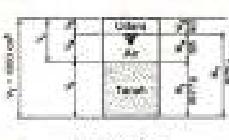
PENYELESAIAN: Banyaknya air per enggan membuat diagram blok apabila hendak menyelidikkan mudah seperti di atas, sebagai contoh antara elemen apa yang diketahui dan apa yang ditanya. Diagram blok pada awalnya adalah berbentuk seperti yang diperlihatkan pada Gambar E2-1a.

Langkah 1: Hitung kandungan berat air:

Apabila tanah dikeringkan di dalam oven, kohlingan dalam bentuk kering adalah akibat hilangnya air yang mengapung. Temperatur oven tidak cukup tinggi untuk mengapungkan tanahnya sendiri, oleh karena itu,

$$W_d = 1870 - 1677 = 193 \text{ g}$$

$$w = \frac{W_d}{W_s} = \frac{193}{1677} \times 100 = 11,5 \text{ persen}$$



Langkah 2: Hitung berat jenah kering:

$$\gamma_d = \frac{1677}{1000} = 1,677 \text{ g/cm}^3 = 16,77 \text{ kN/m}^3$$

Carih 2-4: Diketahui: Contoh tanah yang berat dengan berat jenah 2,00 dan kadar air sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah} + \text{tanah basah} &= 150,63 \text{ g} \\ \text{Berat tanah} + \text{tanah kering} &= 131,38 \text{ g} \\ \text{Berat tanah} &= 26,48 \text{ g} \end{aligned}$$

DITANYA:

- Kadar air dalam tanah
- Berat jenah kering dan jenah dari tanah (mengikuti satuan SI dan g)

PENYELESAIAN: Gunter diagram blok (Gambar E2-5a) dan prinsip data yang di-
ambil dan hasilnya pada diagram berikut, dapat dituliskan

Langkah 1: Hitung kadar air dari data kadar air yang diberikan:

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah kering} &= 131,38 - \text{berat tanah} \\ &= 131,38 - 26,48 = 104,90 \text{ g} \\ \text{berat air} &= 131,38 - 104,90 = 26,48 \text{ g} \end{aligned}$$

berat tanah air dibulatkan sebagai

$$w = \frac{26,48}{104,90} \times 100 = 25,1 \text{ persen}$$

Dari Gambar E2-6, definisi w , dan menggunakan $\gamma_w = 1,0$,

$$\begin{aligned} \gamma_d &= w \gamma_d = w G_d = w(1 - e) = 0,997 \\ &= 0,181(1 - 0,251) = 0,443 = 0,443 \text{ m} \end{aligned}$$

Oleh karena $\gamma_T = 1 + \gamma_d + \gamma_w$, maka kita dapat menuliskan nilai-nilai yang ada:

$$\begin{aligned} 0,443 &= 0,443n + 1 - n = 1,0 \\ n &= 0,556 \text{ (satuan)} \end{aligned}$$

dan volume batu adalah

$$V_d = 1 - n = 1 - 0,556 = 0,443$$

dan massa berat jenah langsung dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned} \gamma_d &= \frac{W_d}{V_d} = 0,674(0,443)(19,807) = 17,62 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,674(0,443) = 11,23 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Berat jenah jenah dibulatkan sebagai (dengan mempergunakan definisi untuk kadar air)

$$\begin{aligned} \gamma_{sd} &= \gamma_d + W_d \\ &= 17,62 + 0,181(17,62) = 20,04 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

dan dalam satuan-satuan lama, berat jenah jenah adalah

$$\gamma_{sd} = \frac{20,04}{9,807} (62,4) = 132,8 \text{ lb/in}^3$$

Sipil Itenas 2012 – Page 27

Tanah Kohesif dan Non Kohesif

Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatkan antara butir – butirnya, misal tanah lempung.

Tanah kohesif dapat bersifat tidak plastis, plastis atau berupa cairan kental, tergantung pada nilai kadar airnya.



Tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatkan antara butir – butirnya, misal tanah pasir.



Tanah non kohesif tidak memiliki garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air.

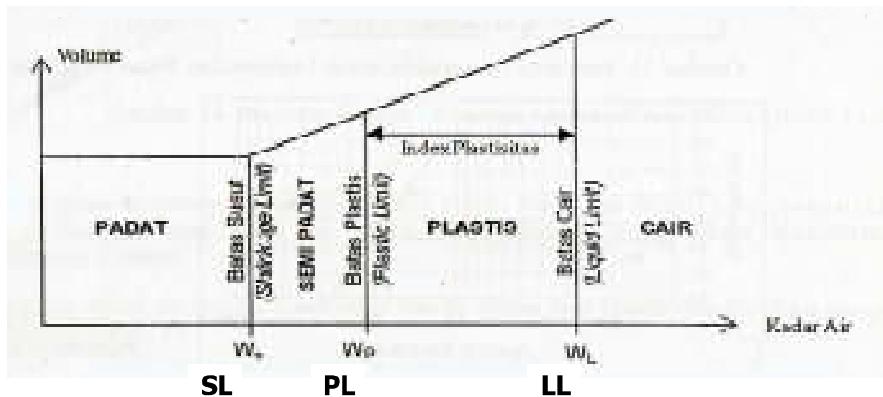
Sipil Itenas 2012 – Page 28

Sipil Itenas 2012 – Page 26

Batas Atterberg (Batas Konsistensi)

Atterberg Limits (ASTM D 4318)

Dilakukan pada material tanah yang lolos saringan No. 40 (ukuran 0.425mm)



Sipil Itenas 2012 – Page 29

Batas Atterberg (Batas Konsistensi)

Menurut **Albert Atterberg**, batas-batas konsistensi tanah didasarkan pada kadar air, yaitu:

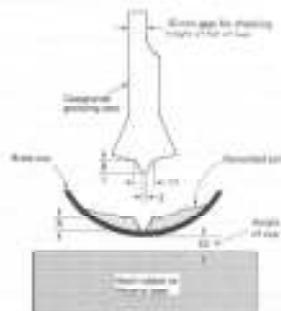
- 1) **Batas cair (liquid limit) LL atau w_L** yaitu kadar air dimana untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental.

Batas cair ini didefinisikan secara kasar sebagai kadar air dimana 25 kali pukulan oleh alat batas cair akan menutup celah (groove) standar yang dibuat pada lempengan tanah untuk panjang 12,7cm.



Sipil Itenas 2012 – Page 30

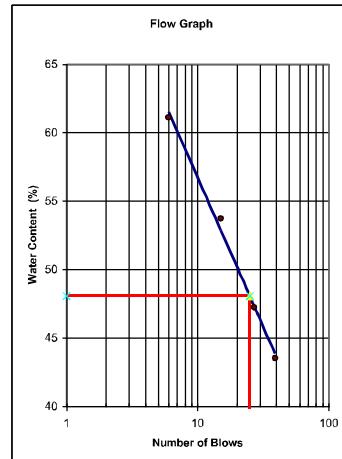
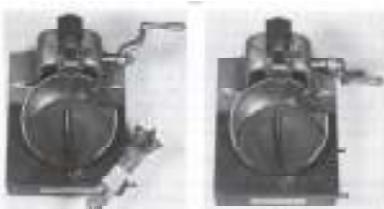
Batas Atterberg – Batas Cair



LIQUID LIMIT TEST			PLASTIC LIMIT TEST	
TEST NO.	NO. OF BLOWS	WATER CONTENT	TEST NO.	WATER CONTENT
1	6	61.13 %	5	23.75 %
2	15	53.73 %	6	24.85 %
3	27	47.24 %		%
4	39	43.53 %	MEAN VALUE	24.30 %

LIQUID LIMIT w_L : 48.06 %
PLASTIC LIMIT w_p : 24.30 %
PLASTICITY INDEX I_p : 23.76 %

NOTE: _____



Sipil Itenas 2012 – Page 31

Batas Atterberg (Batas Konsistensi)

- 2) **Batas plastis (plastic limit) w_p** yaitu kadar air dimana untuk nilai-nilai di bawahnya, tanah tidak lagi berperilaku sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan plastis dalam kadar air yang berkisar antara w_L dan w_p yang disebut indeks plastisitas (I_p):

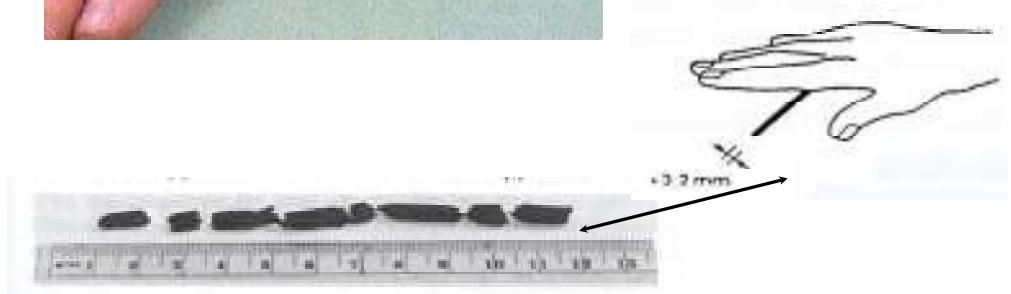
$$I_p = w_L - w_p$$



Batas plastis secara kasar didefinisikan sebagai kadar air dimana selapis tanah yang digulung sampai berdiameter 3 mm akan putus atau terpisah.

Sipil Itenas 2012 – Page 32

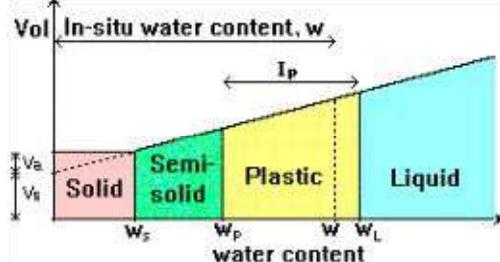
Batas Atterberg – Batas Plastis



Sipil Itenas 2012 – Page 33

Batas Atterberg (Batas Konsistensi)

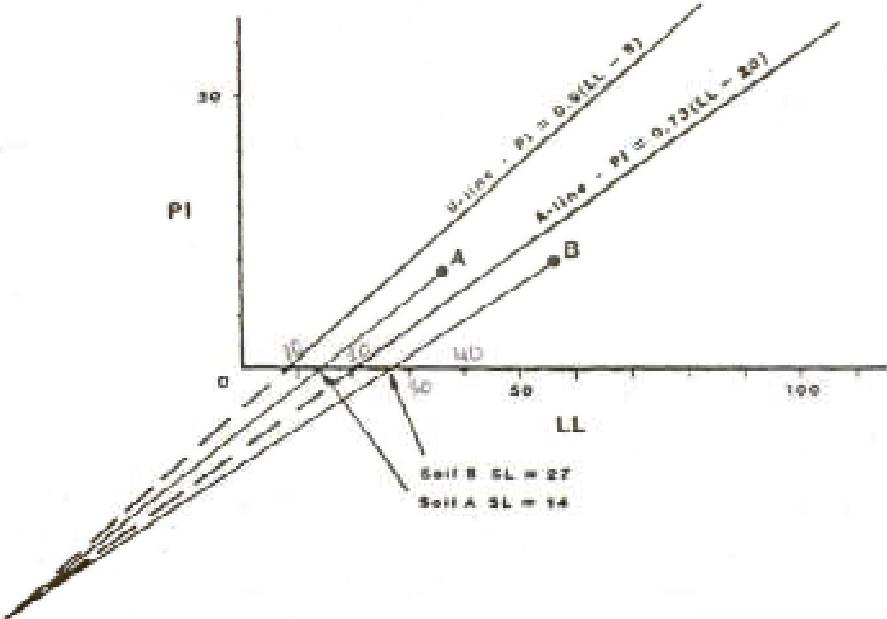
- 3) Batas susut (*shrinkage limit*) w_s yaitu kadar air yang didefinisikan pada derajat kejemuhan = 100 %, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terjadi perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus.



Sipil Itenas 2012 – Page 34

Batas Atterberg - Batas Susut

Pendekatan Casagrande untuk menentukan Shrinkage Limit:



age 35

Indeks Konsistensi Tanah

Keadaan konsistensi dari tanah dapat ditentukan melalui suatu hubungan yang disebut indeks kecairan (*liquidity index*) I_L

$$I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p}$$

Dimana w_N adalah kelembaban alamiah atau nilai kadar air suatu tanah di lapangan.

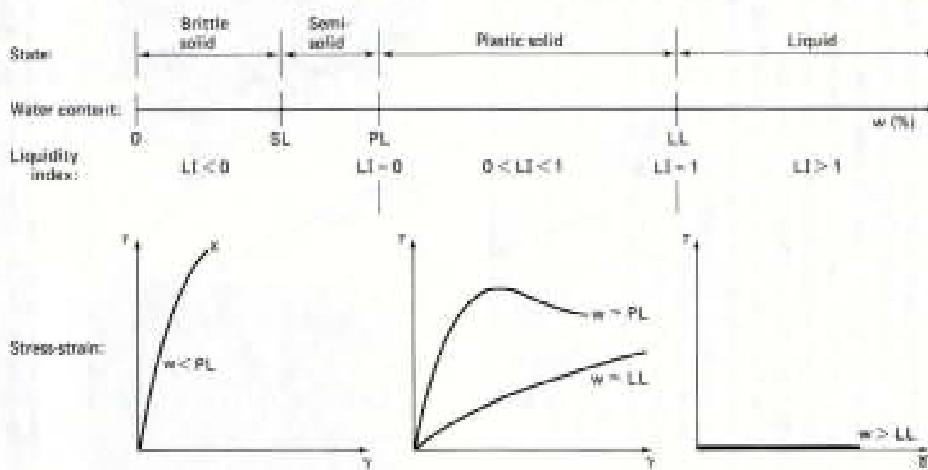
Apabila $0 < I_L < 1$, maka tanah berada dalam daerah plastis.

Apabila $I_L \geq 1$, maka tanah berada dalam keadaan cair atau hampir cair.

Sipil Itenas 2012 – Page 36

Perilaku Tegangan - Regangan

Perilaku Stress – Strain Tanah Lempung
Berdasarkan Daerah Atterberg Limits



Sipil Itenas 2012 – Page 37

Atterberg Limit - Sifat Mekanik

Parameter Tanah Lempung

Liquid Limit (LL):

$$C_c \approx 0.009(LL - 10\%)$$

untuk NC clay, low - moderate sensitivity

Pada kondisi LL (tanah remolded):

Undrained shear strength, $s_u \approx 0.03 \text{ kg/cm}^2$

Liquidity Index (LI):

Kadar air alami mendekati LL, $LI \approx 1$, $qu \approx 0.3 - 1.0 \text{ kg/cm}^2$

Kadar air alami mendekati PL, $LI \approx 0$, $qu \approx 1 - 5 \text{ kg/cm}^2$

di mana: qu = unconfined compressive strength

Tekstur Tanah

Tekstur tanah dapat didefinisikan sebagai penampilan visual suatu tanah berdasarkan komposisi kualitatif dari ukuran butiran tanah dalam suatu massa tanah tertentu.

Partikel-partikel tanah yang besar dengan beberapa partikel kecil akan terlihat kasar atau disebut tanah yang **bertekstur kasar**. Gabungan partikel yang lebih kecil akan memberikan bahan yang yang **bertekstur sedang**, dan gabungan partikel yang berbutir halus akan menghasilkan bahan tanah yang **bertekstur halus**.

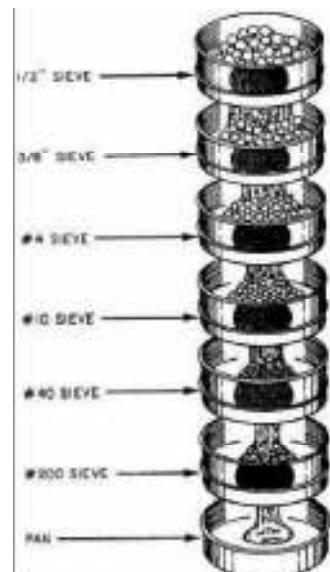


Sipil Itenas 2012 – Page 39

Ukuran Butiran Tanah

Ukuran butiran tanah tergantung pada diameter partikel tanah yang membentuk massa tanah itu.

Ukuran butiran ditentukan dengan menyaring sejumlah tanah melalui seperangkat saringan yang disusun dengan lubang yang paling besar berada di atas dan makin ke bawah makin kecil. Jumlah tanah yang tertahan pada saringan tertentu disebut sebagai salah satu ukuran butiran contoh tanah itu.



Sipil Itenas 2012 – Page 40

Sipil Itenas 2012 – Page 38

Analisis Saringan (Sieve Analysis)

Analisis Saringan adalah suatu kegiatan analisis untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan standard tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm).

Sieve Number	Opening Size (mm)
4	4.750
10	2.000
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075



Sipil Itenas 2012 – Page 41

Analisis Hidrometer

Analisis Hidrometer adalah suatu kegiatan analisis untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah berbutir halus yang lolos saringan No. 200 berdasarkan sedimentasi tanah dalam air.



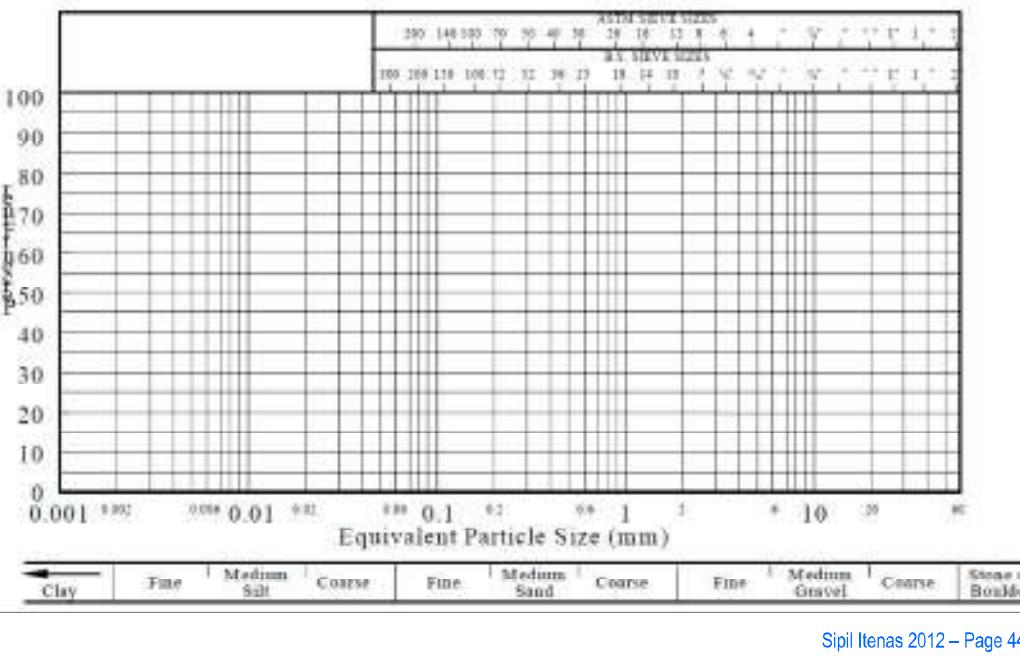
Sinil Itenas 2012 – Page 42

Ukuran Partikel atau Butiran

ASTM (D 422; D 663)	Boulders	Cobbles	Gravel	Size			Site	Clay	Colloids
				Coarse	Medium	Fine			
		300	TP	4.75	2.0	0.425	0.075	0.005	0.001
				141	101	1400	(200)		
AASHTO (T 86)	Boulders		Gravel	Sand			Site	Clay	Colloids
				Coarse	Medium	Fine			
		75		2.0	0.425	0.075		0.005	0.001
USCS	Boulders	Cobbles	Gravel	Sand			Fines (Silt, Clay)		
				Coarse	Fine	Coarse	Medium	Fine	
		300	75	10	4.75	2.0	0.426	0.075	
British Std. and M.L.T.	Boulders	Cobbles	Gravel	Sand			Site		Clay
				Coarse	Medium	Fine	Coarse	Medium	
		200	60	20	8	2.0	0.8	0.2	0.06
							0.02	0.005	0.002

Sipil Itenas 2012 – Page 43

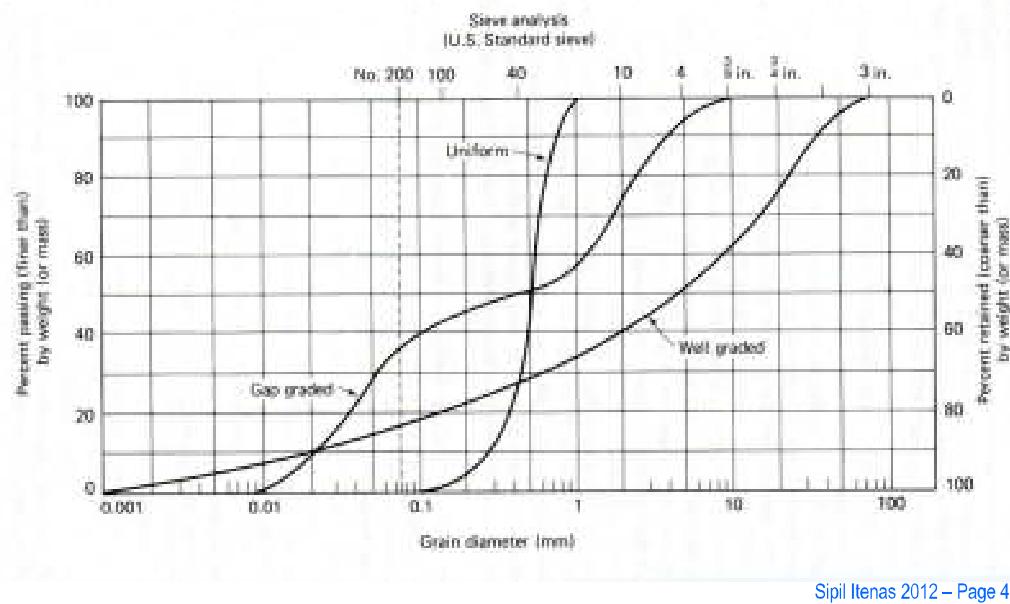
Analisa Butiran (Sieve Analysis)



Sinil Itenas 2012 – Page 44

Kurva Analisa Butiran (Sieve Analysis)

Kurva Distribusi Ukuran Partikel Tanah



Parameter Bentuk

Kurva Distribusi Ukuran Partikel Tanah

Koefisien keseragaman (*coefficient of uniformity*) C_u

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

D_{60} = diameter butir yang lolos saringan sebanyak 60 persen

D_{10} = diameter butir yang lolos saringan sebanyak 10 persen

$C_u = 1$ adalah tanah yang memiliki satu ukuran butir

$C_u = 2$ atau 3 adalah tanah bergradasi buruk

$C_u > 15$ adalah tanah bergradasi baik

Parameter Bentuk

Kurva Distribusi Ukuran Partikel Tanah

Koefisien kelengkungan (*coefficient of curvature*) C_c

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

D_{30} = diameter butir yang lolos saringan sebanyak 30 persen

$C_c = 1 - 3$ adalah tanah yang memiliki gradasi baik jika

$C_u > 4$ untuk kerikil

$C_u > 6$ untuk pasir

47

Sipil Itenas 2012 – Page 47

Sistem Klasifikasi Tanah

- Sistem AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

Digunakan terutama untuk mengklasifikasikan tanah subgrade

- Sistem USCS (Unified Soil Classification System)

Digunakan oleh ASTM (American Society for Testing and Materials) dan the Uniform Building Code (UBC)

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

- AASHTO membagi tanah menjadi 7 kelompok besar: A-1 sampai A-7
- A-1, A-2, dan A-3 : $\leq 35\%$ lolos ayakan No.200
- A-4, A-5, A-6, dan A-7: $\geq 35\%$ lolos ayakan No.200
- Kriteria Plastisitas:
 - Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai PI ≤ 10 .
 - Nama berlempung dipakai apabila bagian-bagian tanah yang halus mempunyai PI > 11 .

Sipil Itenas 2012 – Page 49

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

TABLE 3-8 Classification of Soils and Soil-Aggregate Measures^a

General Classification	Coarse Materials (20% or less passing 0.075 mm)						Silty-Clay Materials (More than 25% passing 0.075 mm)									
	A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6					
Grain analysis, percent passing:	A-1.0	A-1.0	A-2	A-2.0	A-2.0	A-3	A-3.0	A-3.0	A-4	A-4	A-5	A-5	A-6	A-7.0	A-7.0	
2.00 mm (No. 10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.425 mm (No. 40)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.075 mm (No. 200)	10 max.	25 max.	31 min.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Characterization of fractions passing 0.075 mm (No. 200)																
Liquid limit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Plasticity index	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Usual types of significant constituent materials	Sand (granular, granular, and sand)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Silty or clayey gravel and sand	Silty soil	Clayey soil
General rating as aggregate	Excellent to good	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Fair to Poor		

^aAmerican Association of State Highway and Transportation Officials, 1973. Used by permission.

^bPlasticity index of A-7.0 subgroup is equal to or less than LL minus 20. Plasticity index of A-7.0 subgroup is greater than LL minus 20 (see Fig. 3-5).

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm, dan yang tertahan ayakan no.10 (2mm)

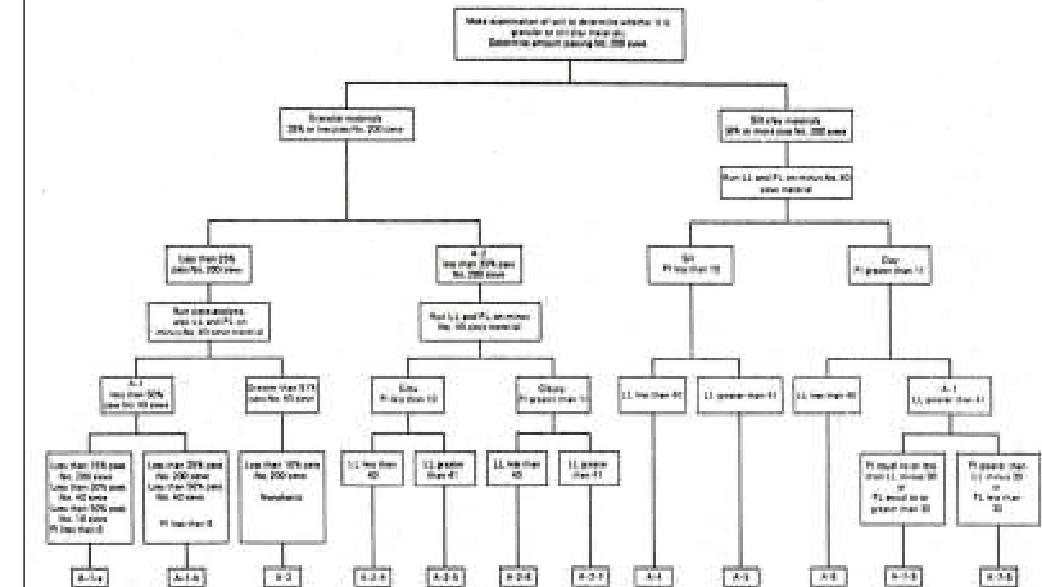
Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No.10 (2mm), dan tertahan ayakan No.200 (0.075mm)

Lanau dan lempung:

bagian tanah yang lolos ayakan No.200.

Sipil Itenas 2012 – Page 50

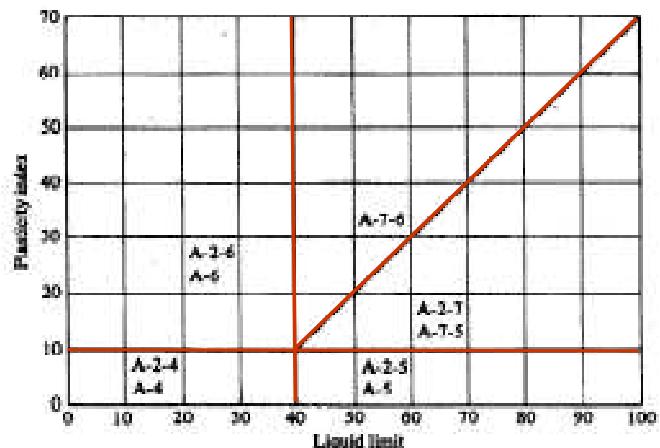
Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO



Sipil Itenas 2012 – Page 52

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

Rentang LL vs. PI untuk kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7



Sipil Itenas 2012 – Page 53

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

GROUP INDEX (GI):

- GI dipergunakan untuk mengevaluasi mutu dari suatu tanah sebagai material lapisan tanah dasar jalan (subgrade)
- Kualitas tanah dinyatakan berbanding terbalik dengan harga GI
- Persamaan untuk menghitung GI:
$$GI = (F-35)[0.2 + 0.005(LL-40)] + 0.01(F-15)(PI-10)$$

F : persentase butiran yang lolos ayakan No.200
LL : batas cair (liquid limit)
PI : index plastisitas
- Harga GI ini ditulis dalam kurung di belakang nama klasifikasi tanah yang bersangkutan. Contoh: A-4(3)

Sipil Itenas 2012 – Page 54

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

Aturan untuk menghitung harga GI:

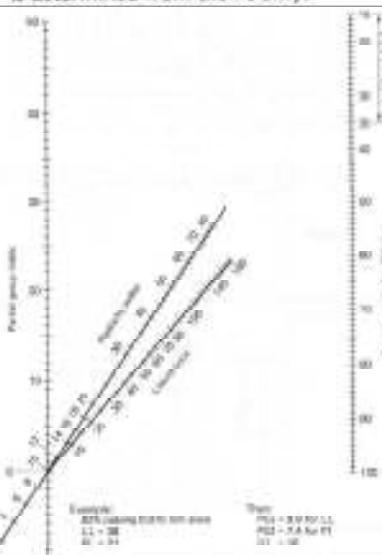
- Apabila dari perhitungan didapat harga GI yang negatif, maka harga GI dianggap nol
- Harga GI yang tidak bulat (pecahan), dibulatkan ke angka yang paling dekat
- Tidak ada batas atas
- Untuk tanah A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan A-3, harga GI selalu sama dengan nol
- Untuk tanah A-2-6, A-2-7 hanya bagian PI saja yang digunakan, sehingga persamaan di atas menjadi:
$$GI = 0.01(F-15)(PI-10)$$

Sipil Itenas 2012 – Page 55

Sistem Klasifikasi Tanah - AASHTO

Group index (GI) = $(F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$,
where F = % passing 0.075 mm sieve, LL = liquid limit, and PI = plasticity index.

When working with A-2-6 and A-2-7 subgroups the Partial Group Index (PGI) is determined from the PI only.



Kelas Subgrade	Nilai Indeks Group
Sangat baik	0
Baik	0 – 1
Sedang	2 – 4
Buruk	5 – 9
Sangat buruk	10 – 20

Sipil Itenas 2012 – Page 56

Membagi tanah menjadi 2 kelompok besar:

□ **Tanah berbutir kasar (Coarse Grained Soil):**

- Tanah kerikil dan pasir dimana $< 50\%$ berat lolos ayakan No.200
- Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf G (Gravel/kerikil) atau S (Sand/pasir)

□ **Tanah berbutir halus (Fine Grained Soil):**

- Tanah dimana $> 50\%$ berat lolos ayakan No.200
- Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf M (Silt/lanau anorganik), C (Clay/lempung anorganik), O untuk tanah lempung dan lanau organik
- Simbol PT (peat) dipakai untuk tanah gambut, muck, dan tanah lain dengan kadar organik tinggi

● **Simbol lain:**

- W = well graded (tanah dengan gradasi baik)
- P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)
- L = low plasticity/plastisitas rendah ($LL < 50$)
- H = high plasticity/plastisitas tinggi ($LL > 50$)

Sipil Itenas 2012 – Page 57

Tanah berbutir halus (Fine Grained Soil):

- Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambar batas cair dan index plastisitas tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas.
- Garis diagonal pada bagan plastisitas dinamakan garis A yang mempunyai persamaan (fungsi) $PI = 0,73(LL - 20)$

Sipil Itenas 2012 – Page 59

Tanah berbutir kasar (Coarse Grained Soil):

- Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC
- Selain itu masih perlu diperhatikan faktor-faktor berikut untuk klasifikasi yang lebih teliti:
 - Persentase butiran yang lolos ayakan No.200 (0.075 mm)
 - Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No.4 (4.75 mm)
 - Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc) untuk tanah dengan persentase lolos ayakan No.200 antara 0 sampai 12%
 - LL dan PI bagian tanah yang lolos ayakan No.40 (0.425 mm), dimana $\geq 5\%$ dari tanah tersebut lolos ayakan No.200
 - Apabila persentase butiran yang lolos ayakan No.200 adalah antara 5% sampai 12%, diperlukan simbol ganda seperti GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC.

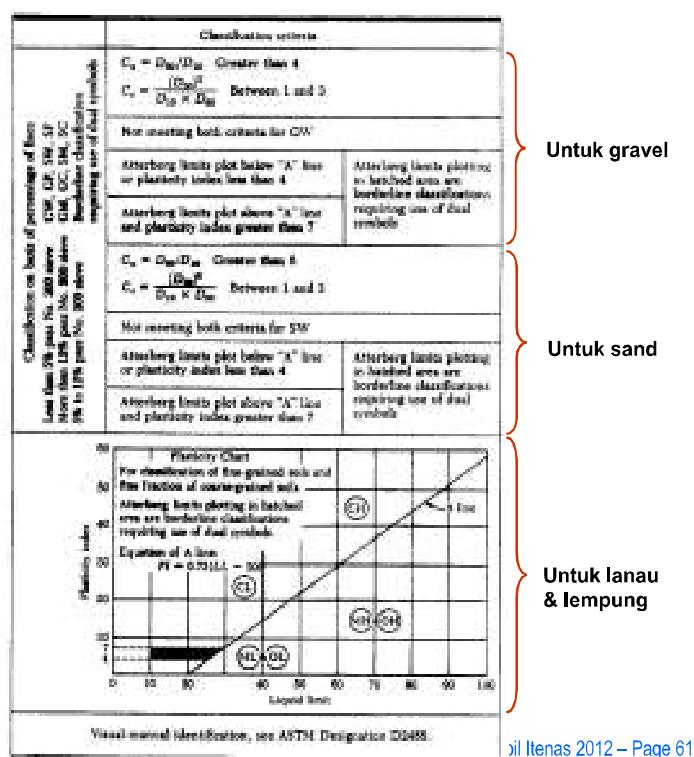
Sipil Itenas 2012 – Page 58

Klasifikasi Menurut USCS

Major divisions		Group symbols	Typical names
Coarse Grained Soils More than 50% retained on No. 200 sieve ¹	Fines 50% or more of coarse fraction retained in No. 4 sieve	GW	Well-graded gravel and gravel-sand mixtures, little or no fines
		GP	Poorly graded gravel and gravel-sand mixtures, little or no fines
Sands More than 50% of coarse fraction passes No. 4 sieve	GM	Gravelly sand, gravel-sand-silt mixtures	
		GC	Clayey gravel, gravel-sand-clay mixtures
Silty More than 50% of coarse fraction passes No. 4 sieve	SW	Well-graded sand and gravelly sand, little or no fines	
		SP	Poorly graded sand and gravelly sand, little or no fines
Sands More than 50% of coarse fraction passes No. 4 sieve	SM	Silty sand, sand-clay mixtures	
		SC	Clayey sand, sand-clay mixtures
Fine Grained Soils 50% or more passes No. 200 sieve ¹	Sands and Clays Liquid limit $\geq 50\%$ or less	ML	Organic silts, very fine sand, rock flour, silt, clayey fine sand
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, less clays
		OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity
Sands and Clays Liquid limit $\geq 50\%$ or less	MH CH OM	MH	Inorganic silts, silty sand or distinctively fine sand or silt, plastic silts
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays
		OM	Organic clays of medium to high plasticity
Highly Organic Soils	PT	Peat, muck, and other highly organic soils	

2 – Page 60

Klasifikasi Menurut USCS



bil Itenas 2012 – Page 61

Diagram Plastisitas (ASTM, Casagrande)

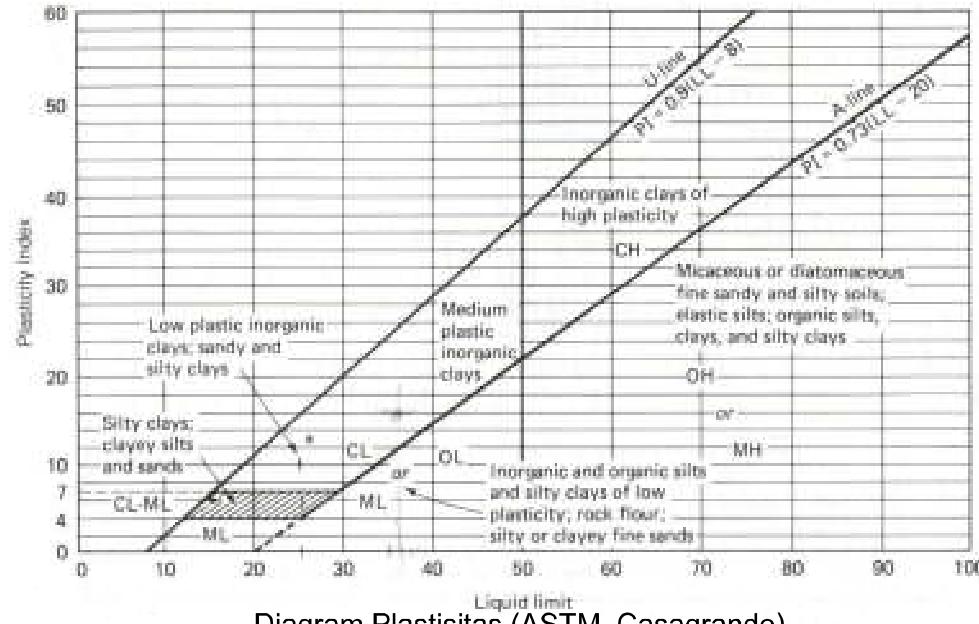
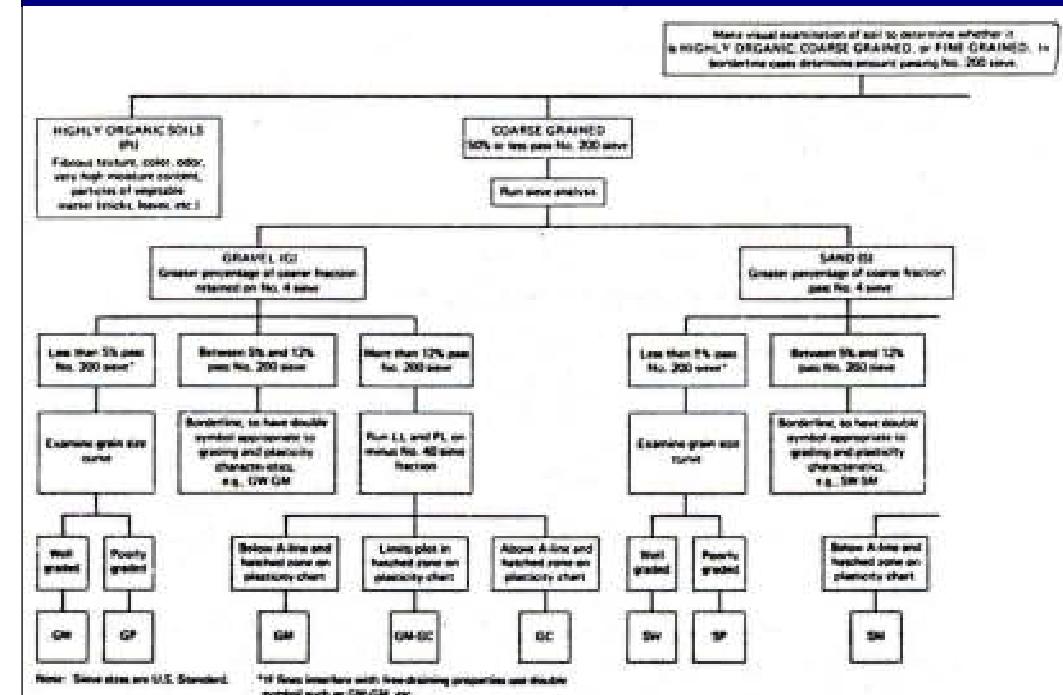


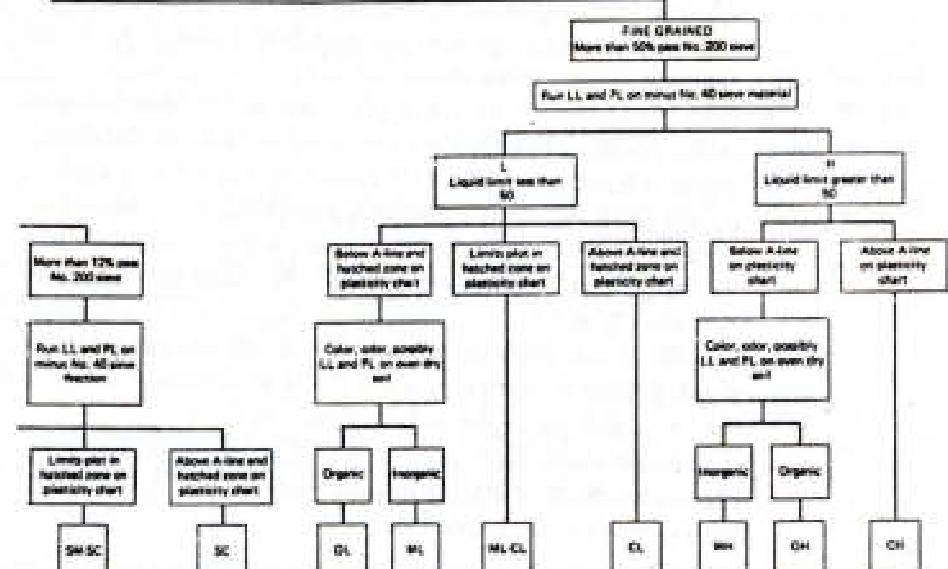
Diagram Plastisitas (ASTM, Casagrande)

Untuk tanah berbutir halus dan bagian butir halus dari tanah berbutir kasar

Sistem Klasifikasi Tanah - USCS



Sistem Klasifikasi Tanah - USCS



PELATIHAN TEKNISI LAB. MEKTAN DINAS BINA MARGA KAB. PURWAKARTA

INSTRUKTUR:

DR. YUKI ACHMAD YAKIN, ST, MT



JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG 2019

Pemadatan (Compaction)

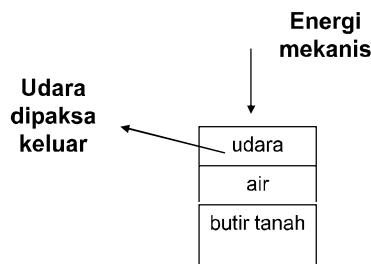
Pemadatan adalah proses menaikkan berat jenis tanah dengan energi mekanis agar partikel solid pada tanah memadat dan menjadi kompak serta mengurangi partikel udara yang mengisi rongga pada massa tanah

Tujuan pemadatan (*compaction*):

- Mengurangi kompresibilitas
- Menaikkan daya dukung tanah
- Mengurangi potensi likuifaksi
- Menaikkan daya tahan thd erosi
- Mengontrol *shrinkage* dan *swelling*



Proses Pemadatan



$$VT = V_{udara} + V_{air} + V_{butir}$$

Dengan pemasatan V_u turun $\rightarrow VT \downarrow$

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \gamma \uparrow \quad \gamma_d \uparrow \rightarrow \text{daya dukung} \uparrow$$
$$\gamma_d \downarrow \rightarrow \text{daya dukung} \downarrow$$

Proses Pemadatan

Tiga kondisi tanah pada proses pemasatan:



Tanah kering \rightarrow sulit dipadatkan karena gesekan antar butir



Kalau ditambahkan air \rightarrow memudahkan pemasatan karena air sebagai (yang diharapkan) pelumas



Kalau ditambah air lagi \rightarrow sulit dipadatkan

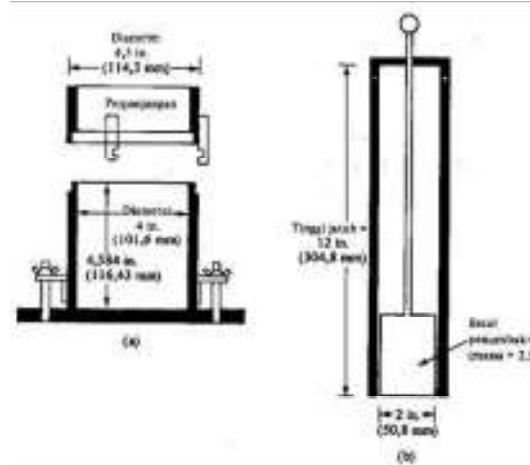
Proses Pemadatan

Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel – partikel tanah.

Karena adanya air, partikel – partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat.

Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat.

Uji Pemadatan di Laboratorium



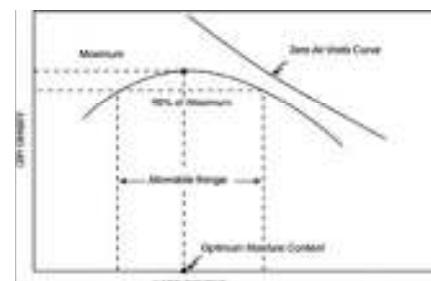
Uji Pemadatan di Laboratorium

Pengujian pemadatan di laboratorium terdiri dari 2 metode:

- Pemadatan ringan (*Standard Proctor*)
- Pemadatan berat (*Modified Proctor*)

Tujuan pengujian pemadatan di laboratorium adalah untuk memperoleh:

- Kadar air optimum (*optimum moisture content* – OMC)
- Berat jenis kering maksimum (*maximum dry density* – MDD)



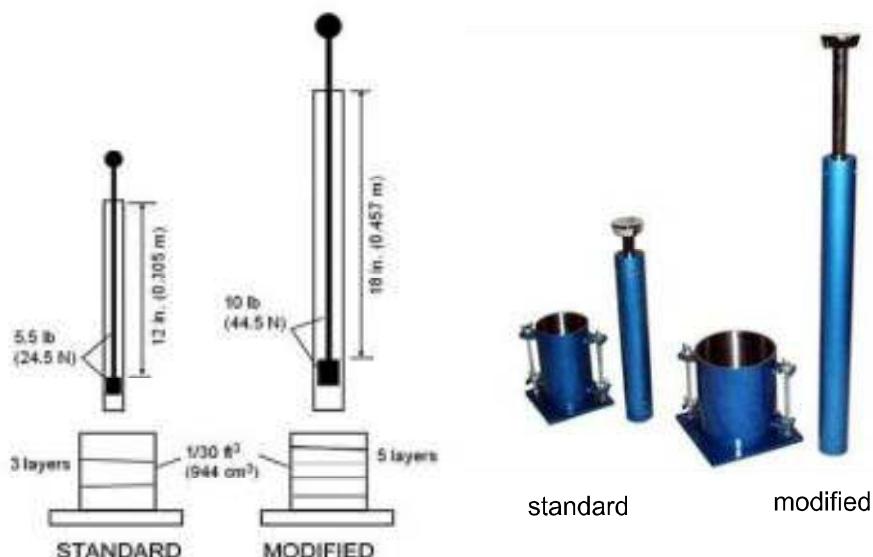
Spesifikasi Uji Pemadatan

Penjelasan	ASTM D-698		AASHTO T-99		ASTM D-1557		AASHTO T-180	
	Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D	Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D
Volume	cm ³	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9
Tinggi	mm	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33
Diameter	mm	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6
Berat palu	kg	2.5	2.5	2.5	2.5	4.54	4.54	4.54
Tinggi jatuh	mm	304.8	304.8	304.8	304.8	457.2	457.2	457.2
Jumlah lapisan		3	3	3	3	5	5	5
Pukulan/lapis		25	56	25	56	25	56	25
Lolos ayakan		No. 4	No. 4	¾ in.	¾ in.	No. 4	No. 4	¾ in.

standard

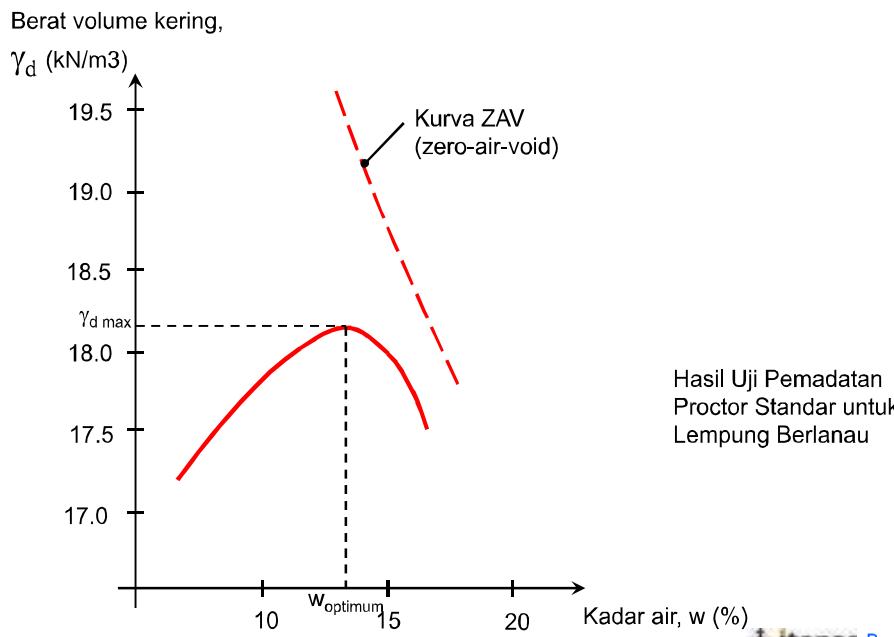
modified

Alat Uji Pemadatan di Laboratorium



itenas Page 9

Kurva Pemadatan

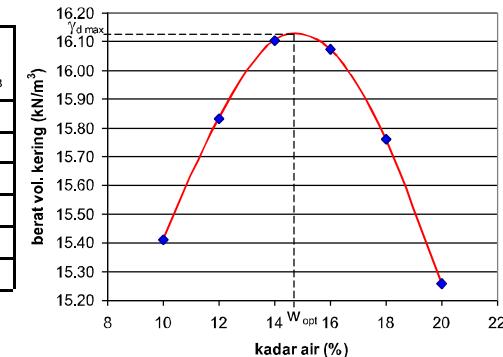


itenas Page 10

Contoh Hasil Uji Pemadatan Standard

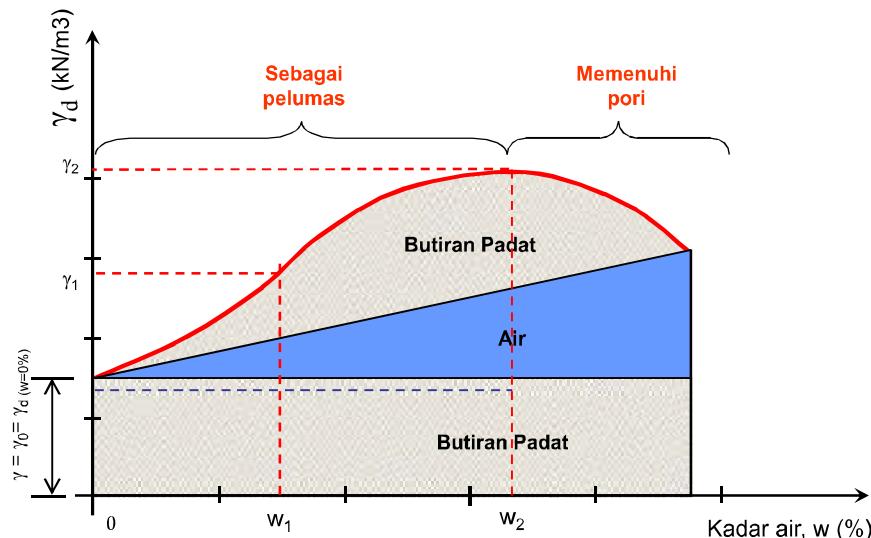
Volume Mold = 943,9 cm³
Berat penumbuk = 2,5 kg
Tinggi jatuh = 304,8 mm
Jumlah lapisan = 3 lapis
Jumlah tumbukan = 25 kali/lapis

No. uji	Berat basah kg	γ kN/m ³	Kadar air %	γ_d kN/m ³
1	1.6	16.95	10	15.41
2	1.674	17.73	12	15.83
3	1.733	18.36	14	16.10
4	1.760	18.65	16	16.07
5	1.755	18.60	18	15.76
6	1.728	18.31	20	15.26



itenas Page 11

Pengaruh Air terhadap Pemadatan



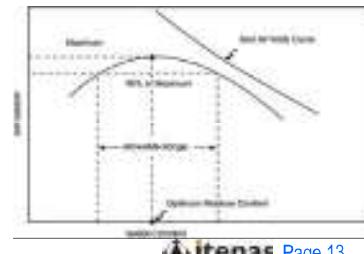
itenas Page 12

Pengaruh Air terhadap Pemadatan

Kadar air yang ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pemadatan yang sama, maka berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga akan meningkat secara bertahap pula.

Adanya penambahan kadar air justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal ini disebabkan karena air tersebut kemudian menempati ruang – ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel – partikel padat dari tanah.

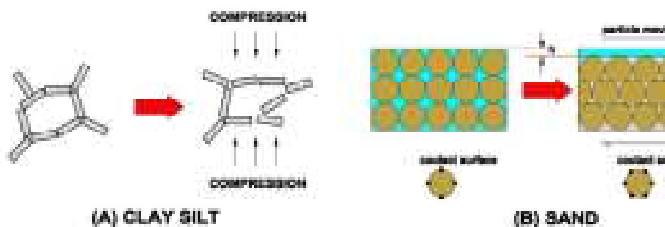
Kadar air dimana berat volume kering maksimum tanah (*maximum dry density*) dicapai disebut kadar air optimum (*optimum moisture content*).



itenas Page 13

Pengaruh Faktor Lain terhadap Pemadatan

- Jenis tanah, terutama distribusi ukuran butiran, bentuk butiran tanah, berat spesifik bagian padat tanah.



(A) CLAY SILT

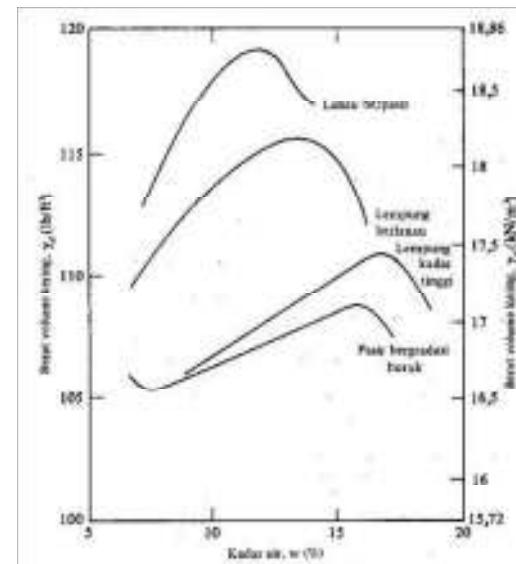
(B) SAND

- Cara pemadatan, bila cara pemadatan persatuan volume tanah berubah, maka kurva pemadatan juga akan berubah. Tetapi tingkat kepadatan suatu tanah tidak langsung sebanding (proporsional) dengan usaha pemadatannya.

itenas Page 14

Kurva Pemadatan

Bentuk umum kurva pemasatan empat jenis tanah (ASTM D-698):



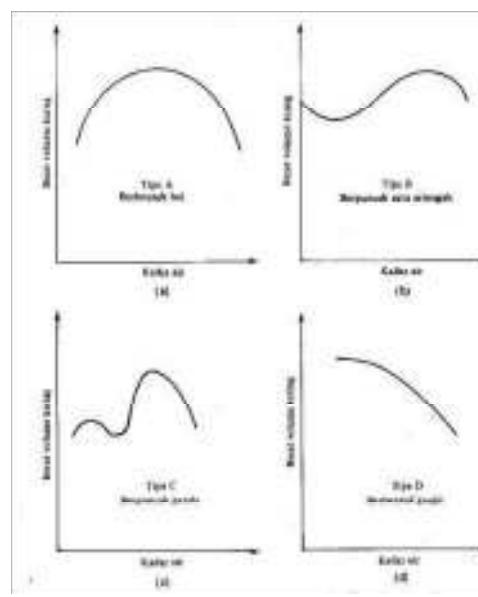
itenas Page 15

Kurva Pemadatan

Macam-macam tipe kurva pemasatan :

Lee dan Suedkamp (1972):

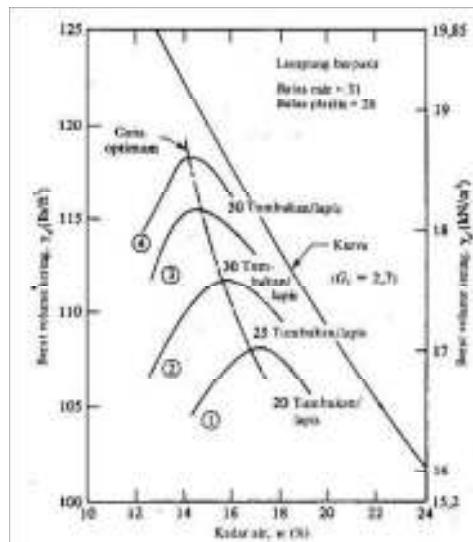
- Tipe A kurva mempunyai satu puncak, untuk tanah yang mempunyai batas cair = 30-70.
- Tipe B kurva mempunyai satu setengah puncak, tanah yang mempunyai batas cair < 30
- Tipe C kurva mempunyai puncak ganda, untuk tanah yang mempunyai batas cair < 30
- Tipe D kurva mempunyai puncak tertentu atau disebut ganjil, untuk tanah yang mempunyai batas cair > 70, kemungkinan kurva seperti tipe C atau D.



itenas Page 16

Kurva Pemadatan

Pengaruh energi pada pemadatan lempung berpasir :



itenas Page 17

Uji CBR (California Bearing Ratio)

Penentuan Nilai CBR:

Benda Uji: tanah dalam mold hasil kompaksi

Perlengkapan: Mesin penekan, Proving Ring, piston dengan luas penampang 3 in²

Kecepatan piston: 0.05 in/menit

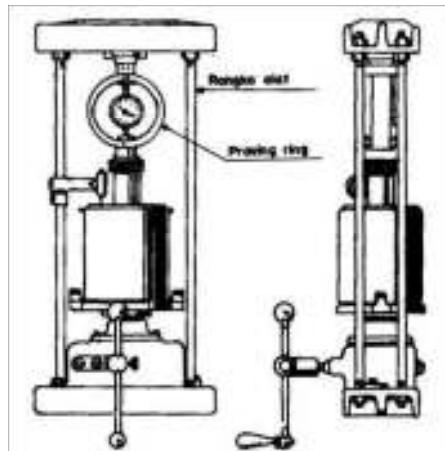
Beban standar:

Penetrasi [inch]	Beban standar [lbs]	Beban standar [lbs/in ²]
0.1	3000	1000
0.2	4500	1500
0.3	5700	1900
0.4	6900	2300
0.5	7800	2600

itenas Page 19

CBR (California Bearing Ratio)

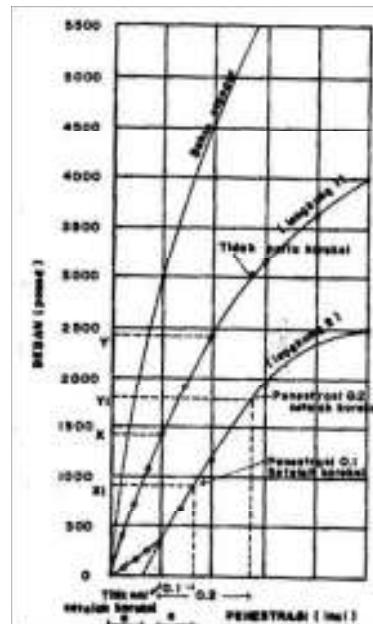
CBR: perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0.1 in. atau 0.2 in. dengan beban yang ditahan oleh batu pecah standar pada penetrasi 0.1 in. atau 0.2 in. (dinyatakan dalam %)



itenas Page 18

Uji CBR (California Bearing Ratio)

Penentuan Nilai CBR:



$$CBR_{0.1''} = \frac{x}{3000} \times 100\%$$

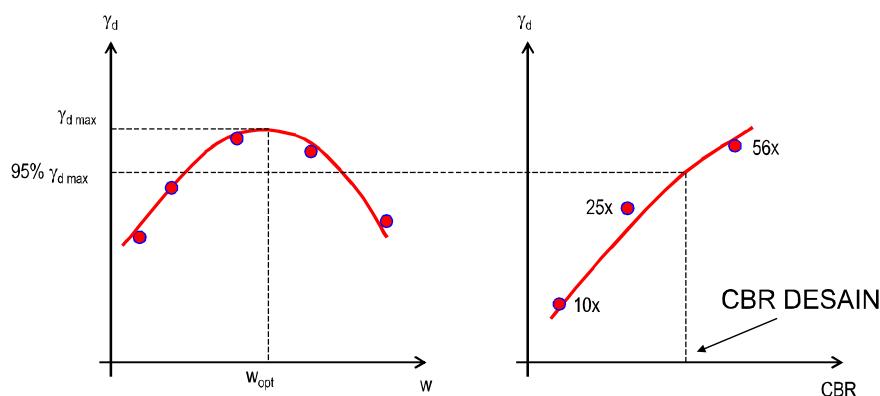
$$CBR_{0.2''} = \frac{y}{4500} \times 100\%$$

Nilai CBR adalah harga tertinggi dari $CBR_{0.1''}$ dan $CBR_{0.2''}$

itenas Page 20

CBR Desain

Kurva Pemadatan vs. CBR



CBR Desain

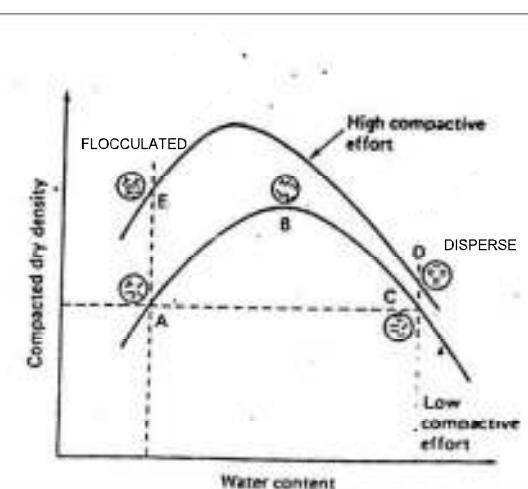
	USCS	CBR (%)
Coarse -grained soil	GW	40 - 80
	GP	30 - 60
	GM	20 - 60
	GC	20 - 40
	SW	20 - 40
	SP	10 - 40
	SM	10 - 40
	SC	5-20
Fine-grained soil	ML	≤ 15
	CL	≤ 15
	OL	≤ 5
	MH	≤ 10
	CH	≤ 15
	OH	≤ 5

CBR Desain

	D(mm)
Bedrock	>1024,00
Boulder	256,00-1024,00
Cobble	64,00-256,00
Gravel	2,00-64,00
Sand	0,074-2,00
Silt	0,0015-0,074
Clay	0,0001-0,0015
Colloid	0,000001-0,0001
Solution	<0,000001

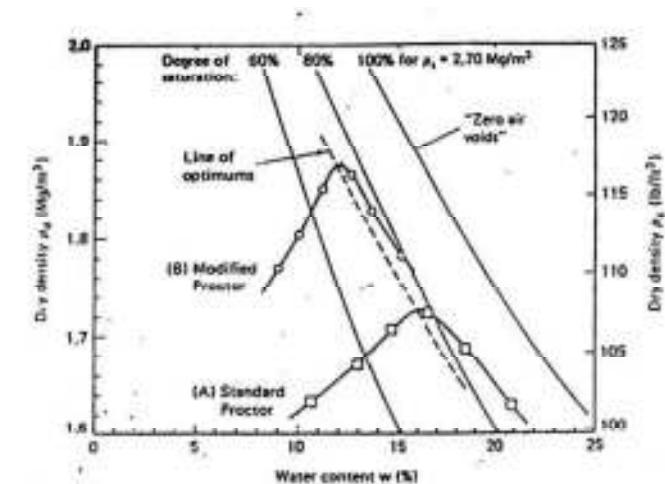
Sifat Tanah Hasil Pemadatan

Pengaruh Kadar Air terhadap Struktur Tanah:



Sifat Tanah Hasil Pemadatan

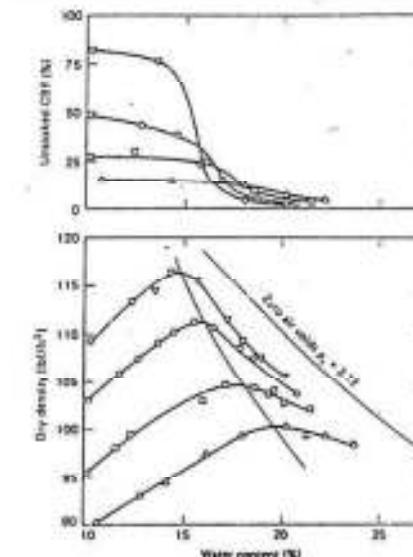
Pengaruh Energi Pemadatan:



itenas Page 25

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

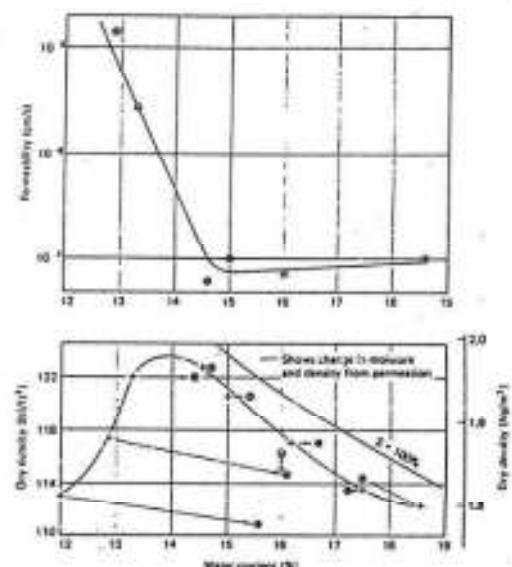
Pengaruh Energi terhadap CBR:



itenas Page 27

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

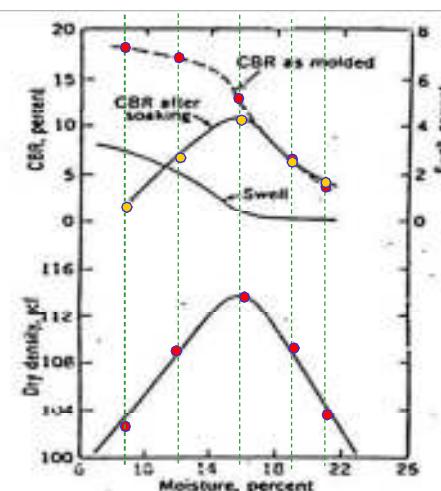
Pengaruh Kadar Air terhadap permeabilitas:



itenas Page 26

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

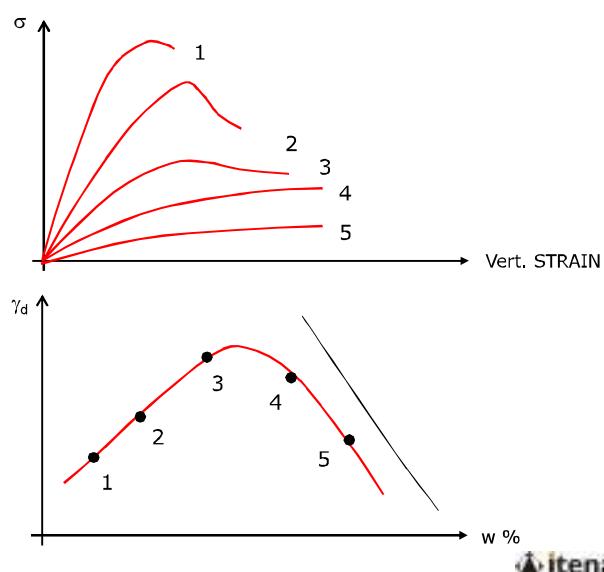
Pengaruh Kadar Air terhadap CBR:



itenas Page 28

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

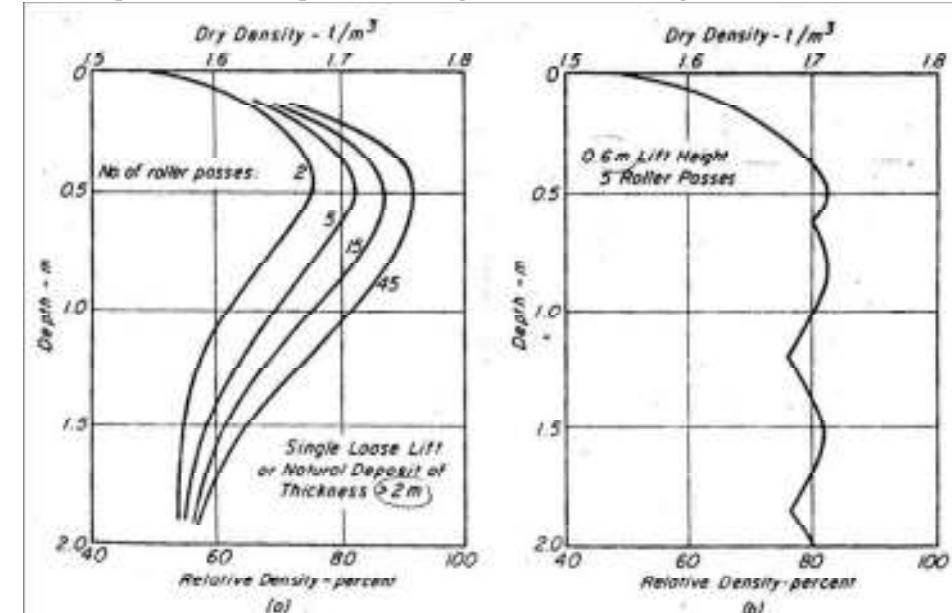
Pengaruh Kadar Air terhadap STRENGTH:
(diuji segera setelah pemadatan)



itenas Page 29

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

Pengaruh Energi terhadap kedalaman pemadatan:



Sifat Tanah Hasil Pemadatan

Pengaruh Kadar Air terhadap STRENGTH:
(diuji segera setelah pemadatan)

Soil	E_s (tsf)
very soft clay	5 - 50
soft clay	50 - 200
medium clay	200 - 500
stiff clay, silty clay	500 - 1000
sandy clay	250 - 2000
clay shale	1000 - 2000
loose sand	100 - 250
dense sand	250 - 1000
dense sand and gravel	1000 - 2000
silty sand	250 - 2000

itenas Page 30

Correlation Void Ratio and Unit Weight

Typical Values of Void Ratio and Unit Weight

Soil description	Void ratio	Dry unit weight (pcf)	Saturated unit weight (pcf)
Uniform sand	1.0 - 0.4	83 - 118	84 - 136
Silty sand	0.9 - 0.3	87 - 127	88 - 142
Clean, well-graded sand	0.95 - 0.2	85 - 138	86 - 148
Silty sand and gravel	0.85 - 0.14	89 - 146	90 - 155
Sandy or silty clay	1.8 - 0.25	60 - 135	100 - 147
Well-graded gravel, sand, silt, and clay mixture	0.7 - 0.13	100 - 148	125 - 156
Inorganic clay	2.4 - 0.5	50 - 112	94 - 133
Colloidal clay (50% < 2μ)	12 - 0.6	13 - 106	71 - 128

(NAVFAC DM 7.1, 1982)

1 pcf = 0,157 kN/m³

itenas Page 32

Problems #1

Following are the observations from a Proctor's compaction test:

Wet density (gr/cm ³)	1.77	1.92	2.038	2.10	2.055
Moisture content (%)	9.7	11.52	13.42	16.12	18.50

Spesific gravity of the soil grains is 2.65. Draw the zero air void curve and find out O.M.C and M.D.D for the soil.

Problems #2

Proctor's compaction test with a soil gave the following observations:

Moisture content (%)	8.945	12.50	14.95	18.08	20.90
Wet density (gr/cm ³)	1.844	2.05	2.12	2.045	2.015

Draw the 85% saturation curve and zav curve. If an embankment will be made with the same soil, recommend how much water should be added to the soil for standard compaction and what should be the compaction density. Degree of compaction may be assumed to be 90%. Spesific gravity of soil grains is 2.6.

Problems #3

The following observations were noted during CBR test with a soil.

Penetration (mm)	0,000	0,625	1,250	1,875	2,500	3,125	3,750	4,375	5,000	6,250	7,500
Load (kN)	0,05	0,32	0,78	1,19	1,51	1,77	1,96	2,12	2,26	2,50	2,64

And the standard load are:

Penetration (mm)	2,5 mm (0,1 inch)	5,0 mm (0,2 inch)
Load (kN)	13,5	20

Find out the CBR design for the soil.

Problems #4

In a Proctor's compaction test the maximum dry density was found to be 1.8 gr/cm³ and optimum moisture content 15.2%. If the spesific gravity of the soil grains is 2.65, calculate degree of saturation and void ratio at the maximum dry density?

PELATIHAN TEKNISI LAB. MEKTAN DINAS BINA MARGA KAB. PURWAKARTA

INSTRUKTUR:

DR. YUKI ACHMAD YAKIN, ST, MT



JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG 2019

Pemadatan di Lapangan

PEMADATAN
DI LABORATORIUM
- $w\%$ op. dan γ_d maks.

TRIAL
COMPACTION

PELAKSANAAN
DILAPANGAN



Pemadatan di Lapangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemadatan di lapangan:

- Keadaan tanah dan jenis tanah di lapangan
- Jenis alat penggilas yang digunakan
- Tebal lapisan yang dipadatkan



Pemadatan di Lapangan

Penggilas (Rollers) yang sering digunakan untuk pemadatan tanah:

- Pneumatic rubber tired compactors
- Smooth-wheeled rollers
- Sheepsfoot rollers
- Vibratory rollers
- Tamping foot rollers



Pneumatic Rubber-Tired Roller

Pemadatan lempung dengan pneumatic rubber-tired roller:



Pemadatan lempung biasanya lebih susah dibanding pemasangan pasir dan kerikil, karena lempung memerlukan kondisi kadar air optimum selama pemasangan. Ban-ban karet memberikan tekanan statis pada lempung dan menyebabkan kepadatan yang bagus

Sipil Itenas 2012 – Page 5

Vibratory-Sheepsfoot Roller

Pemadatan lempung dengan vibratory-sheepsfoot roller:



Pads (kaki kambing) pada drum menekan tanah bila kondisinya lepas (lunak) dan memadatkannya dari bawah ke atas.

Setelah beberapa lintasan dan jika tanah sudah agak terpadatkan, seluruh berat roller akan membebani tanah dan memadatkannya melalui pads yang tertumpu langsung di atas permukaan tanah sehingga menghasilkan tekanan pemasangan yang cukup besar terhadap tanah

Sipil Itenas 2012 – Page 7

Smooth-Wheeled Roller

Pemadatan pasir dengan vibratory steel-wheeled roller:



Penggunaan penggilas vibratory pada pemasangan pasir dan kerikil akan lebih efektif dibanding tekanan statis (static pressure). Kadar air tanah saat pemasangan tidak berpengaruh terhadap hasil pemasangan. Tenaga total yang dihasilkan pada vibratory roller sama dengan berat roller ditambah beban dinamik akibat vibrasi

Sipil Itenas 2012 – Page 6

Tamping-Foot Roller

Pemadatan lempung dengan tamping-foot roller:



Tamping-foot roller: cocok untuk pemasangan lempung.

Seperti sheepsfoot roller, kaki-kaki yang menonjol di atas drum terpenetrasi pada permukaan tanah yang lepas/lunak dan memadatkannya dari bawah ke atas

Sipil Itenas 2012 – Page 8

Highway Off-ramp Construction

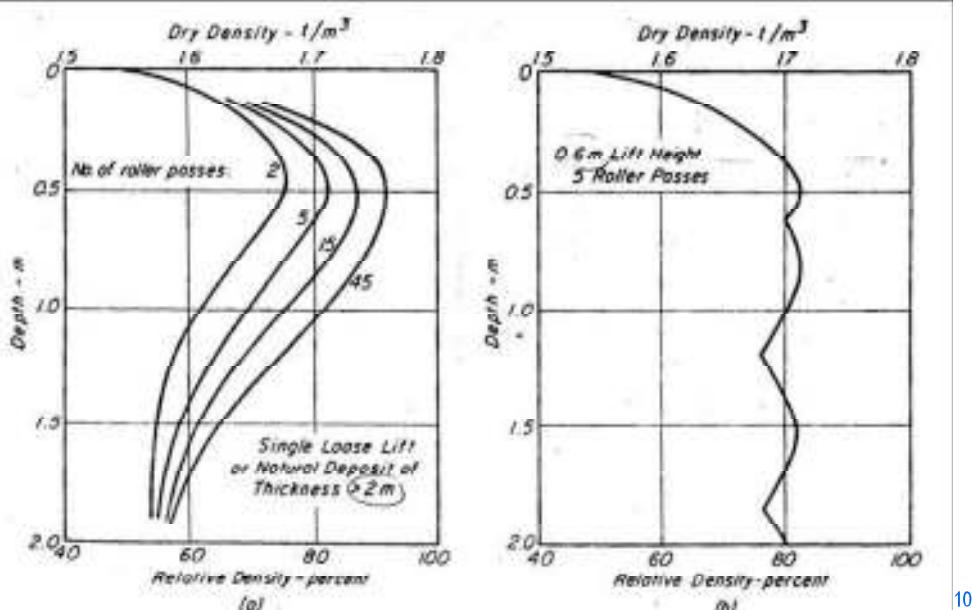


Roller ini dilengkapi dengan cangkul perata untuk membentuk permukaan subgrade dan kaki-kaki kambing untuk memadatkan tanah (kelempungan). Sebelumnya tanah diurugkan di atas tanah dasar dengan menggunakan truk. Kemudian roller menghamparkannya dengan ketebalan 15 - 20 cm, pada saat yang sama kaki kambing memadatkannya hamparan tanah tadi

Sipil Itenas 2012 – Page 9

Sifat Tanah Hasil Pemadatan

Pengaruh Energi terhadap kedalaman pemadatan:



Off-ramp Construction - Conditioning

Untuk mengkondisikan tanah lempung pada kadar air optimumnya, dilakukan penyemprotan air dengan mobil tangki.

Selain itu penyemprotan air juga membantu mengurangi debu saat pengerjaan tanah



Sipil Itenas 2012 – Page 11

Mechanical Compaction

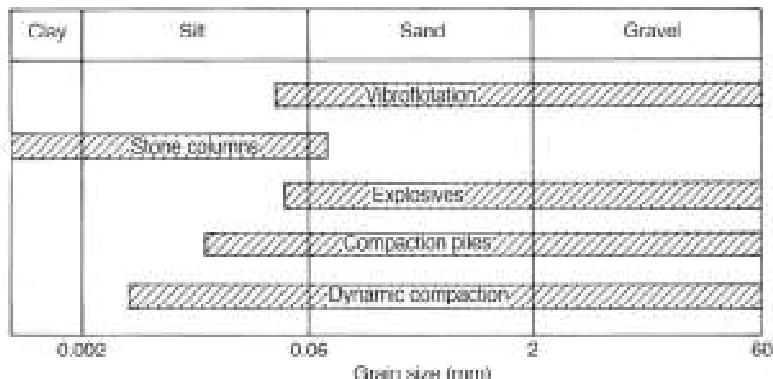
Mechanical Compaction

1. Surface Compaction
2. Deep Compaction
 - a. Dynamic Compaction: Heavy Tamping
 - b. Vibro-compaction: Vibro-flotation dan Vibro-replacement
 - c. Explosive-compaction: Blasting

Sipil Itenas 2012 – Page 12

Deep-Mechanical Compaction

Metode-metode perbaikan tanah secara mekanis yang sesuai dengan jenis tanah atau ukuran butiran tanah:



Sipil Itenas 2012 – Page 13

Dynamic Compaction

Dynamic Compaction

Metode kompaksi ini dilakukan dengan menjatuhkan beban berat pada permukaan tanah dari suatu ketinggian tertentu.

Menard memperkenalkan pertama kali alat dynamic compaction ini dengan karakteristik sebagai berikut:

Tamper mass	up to 170 ton
Fall	up to 22 m
Compaction effect	to 40 m depth
Spacing	to 14 m

Sipil Itenas 2012 – Page 14

Dynamic Compaction

Dynamic Compaction

Dynamic compaction dengan menggunakan alat yang lebih kecil disebut heavy tamping, yaitu:

Berat	12 ton
Tinggi jatuh	12 m
Jarak antara	2 – 3 m
Efek kedalaman	6 m

Teknik konstruksi disebut heavy tamping, sedangkan proses geotekniknya disebut dynamic compaction.

Dynamic consolidation merupakan proses pemanatan tanah yang disebabkan pembebaan secara tiba-tiba, meliputi deformasi geser, tekanan air pori dan konsolidasi.

Dynamic Compaction

Heavy tamping menghasilkan drainase yang lebih baik pada lapisan tanah, sehingga mempercepat proses konsolidasi. Tekanan ekses air pori berlangsung beberapa jam atau hari pada tanah pasir.

Heavy tamping cocok untuk pemanatan daerah pembuangan sampah yang memiliki ukuran pori yang besar, sehingga tidak akan menimbulkan masalah penurunan jangka panjang.

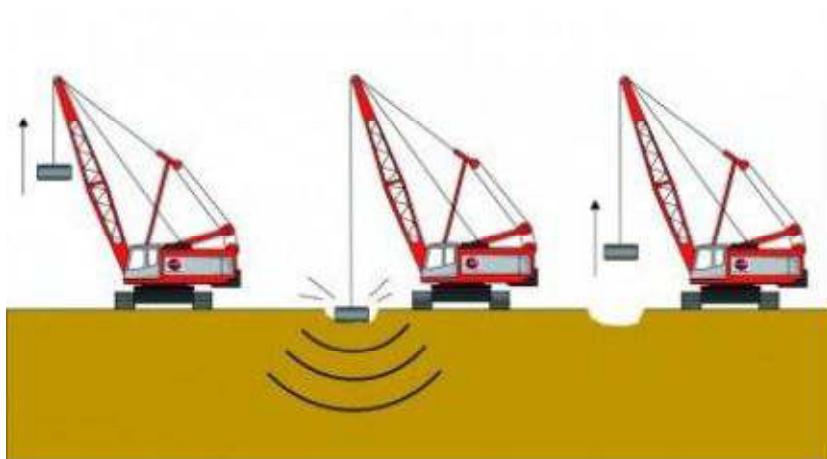
Suatu rule of thumb untuk menghitung kedalaman efektif, D (m) dari proses heavy tamping adalah dengan rumus

$$D = 0.5 (W \cdot H)^{0.5}$$

dimana, W adalah berat beban (ton) dan H adalah tinggi jatuh (m).

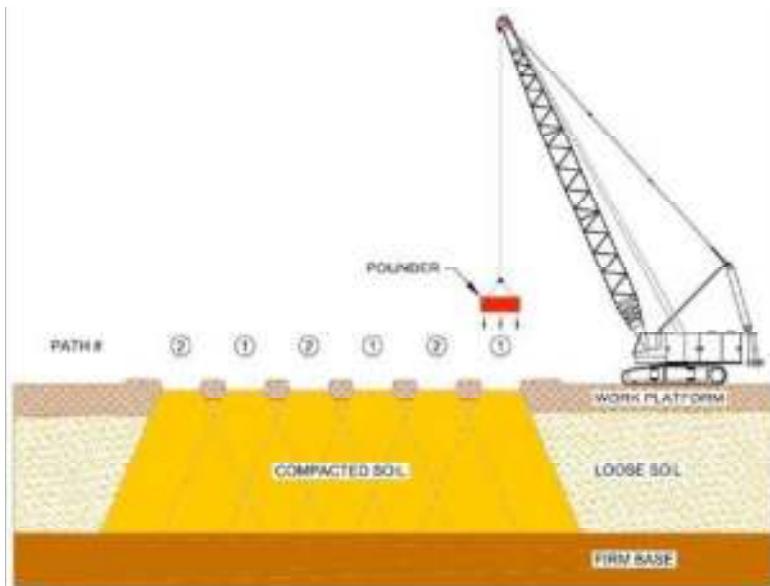
Sipil Itenas 2012 – Page 16

Dynamic Compaction



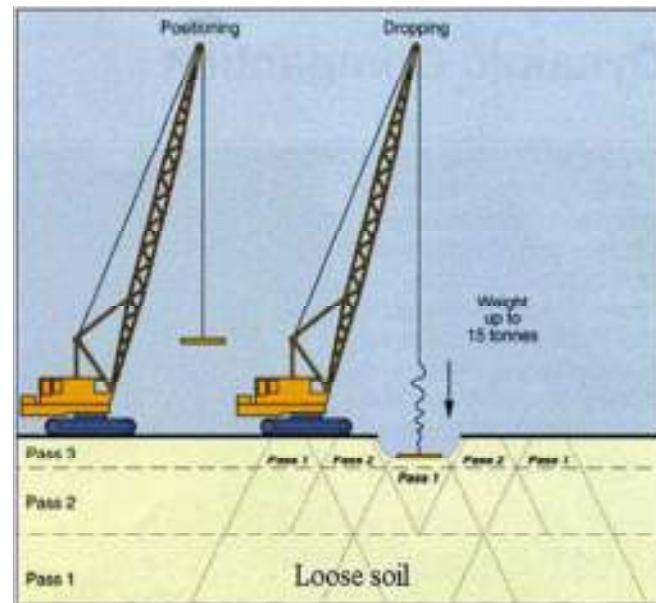
Sipil Itenas 2012 – Page 17

Dynamic Compaction



Sipil Itenas 2012 – Page 18

Dynamic Compaction



Sipil Itenas 2012 – Page 19

Dynamic Compaction



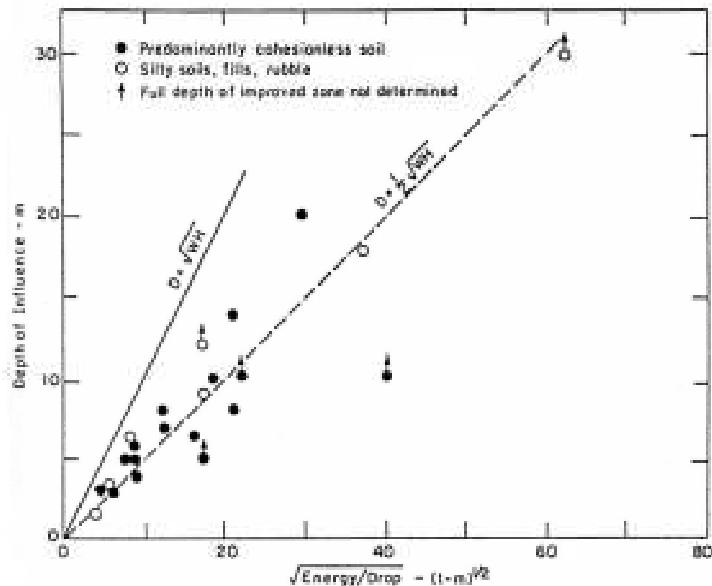
Sipil İtenas 2012 – Page 20

Dynamic Compaction



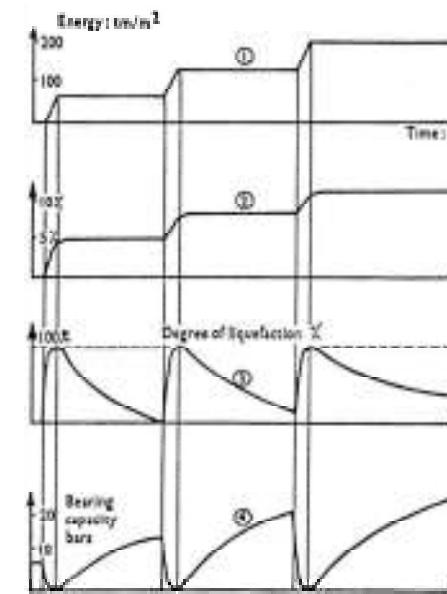
Sipil Itenas 2012 – Page 21

Dynamic Compaction



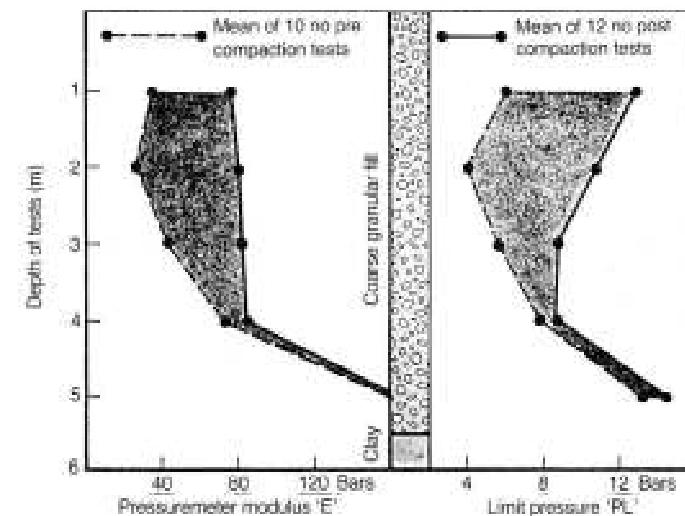
Sipil Itenas 2012 – Page 22

Dynamic Compaction



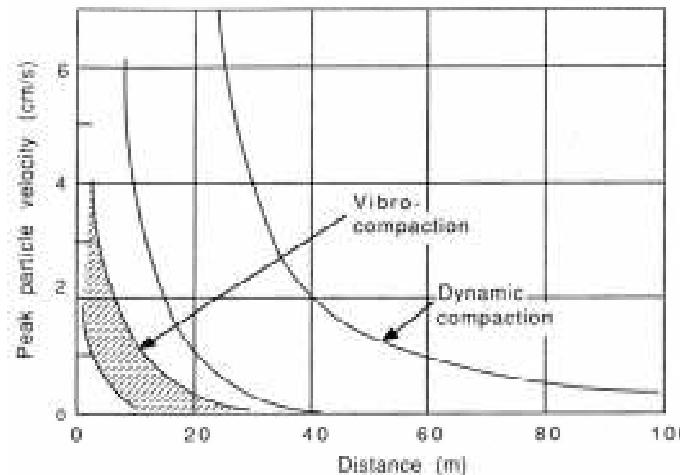
Sipil Itenas 2012 – Page 23

Dynamic Compaction



Sipil Itenas 2012 – Page 24

Dynamic Compaction



Sipil Itenas 2012 – Page 25

Vibro-compaction

Vibro-compaction

Spesifikasi alat penggetar / vibrator

Motor output	35 – 120 kW
Speed	1800 – 3000 rpm
Centrifugal force	160 – 220 kN
Amplitude	4 – 16 mm
Penetration Depth	35 m
Total Depth per Day	200 – 500 m

Sipil Itenas 2012 – Page 27

Vibro-compaction

Vibro-compaction

Metode pemasangan tanah dengan menggunakan vibrator atau alat penggetar yang dikaitkan pada ujung tiang baja yang diturunkan ke dalam tanah.

Pada metode vibro-compaction standard, arah getaran untuk pemasangan tanah adalah arah vertikal.

Vibro-compaction dibagi menjadi dua macam, yaitu vibro-flotation untuk tanah berbutir kasar dan vibro-replacement untuk tanah berbutir halus.

Vibro-flotation

Vibro-flotation

Metode pemasangan tanah dengan menggunakan vibrator dengan arah getaran pemasangan yang bersifat horizontal pada kedalaman yang dikehendaki.

Kecepatan penetrasi bergantung kepada tipe tanah, berat sistem vibrasi, dan parameter-parameter vibrasi. Biasanya, air ditambahkan untuk proses pemasangan ini, yaitu dengan water jets atau air yang bertekanan. Vibrator memiliki panjang 3 sampai 5 meter dengan massa 2 ton.

Sipil Itenas 2012 – Page 26

Sipil Itenas 2012 – Page 28

Vibro-flotation

Vibro-flotation

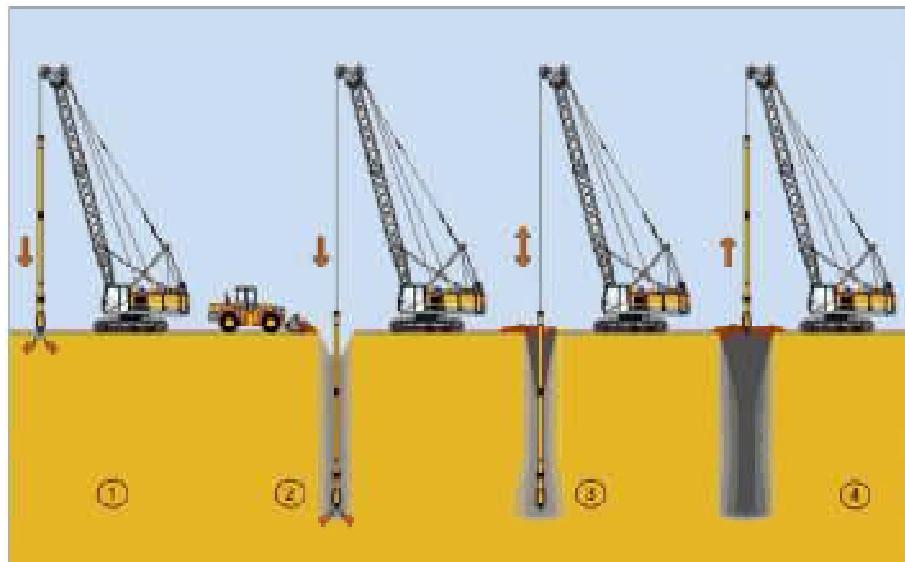
Pasir lepas merespon dengan baik terhadap vibro-flotation, dimana sebuah lekukan akan terbentuk di permukaan tanah, yang harus diisi dengan pasir atau pasir dan gravel.pasir

Lapisan pasir yang dipadatkan dengan proses ini membentuk kolom-kolom pasir yang terpadatkan dengan diameter 2 sampai 4 meter.

Hal ini meningkatkan daya dukung tanah dan mengurangi sifat kompresibilitas tanah.

Sipil Itenas 2012 – Page 29

Vibro-flotation



Sipil Itenas 2012 – Page 31

Vibro-flotation

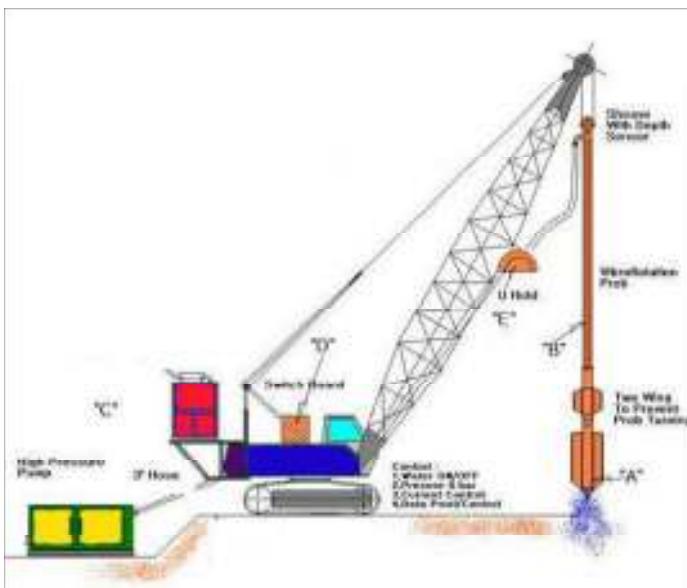
Vibro-flotation

Metode ini cocok untuk tanah pasir lepas, khususnya dengan nilai N-SPT antara 5 sampai 10 dekat dengan permukaan, dan metode ini tidak cocok untuk tanah lempung.

Bergantung kepada spacing, kepadatan relatif dapat diperoleh sampai 85%.

Sipil Itenas 2012 – Page 30

Vibro-flotation



Sipil Itenas 2012 – Page 32

Vibro-flotation



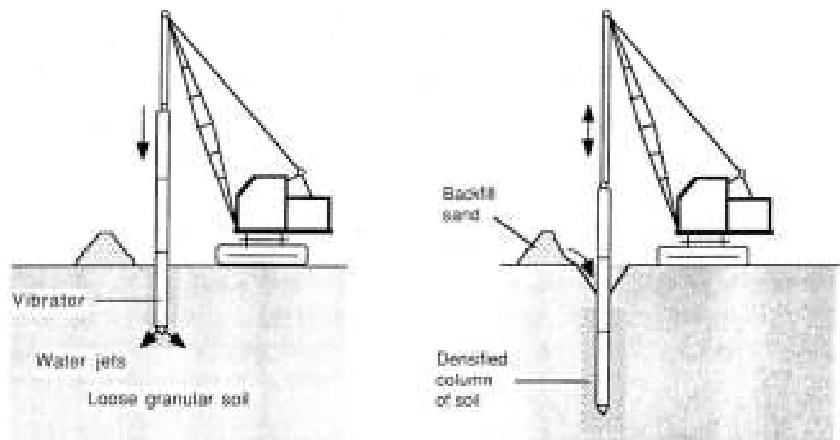
Sipil Itenas 2012 – Page 33

Vibro-flotation



Sipil Itenas 2012 – Page 34

Vibro-flotation

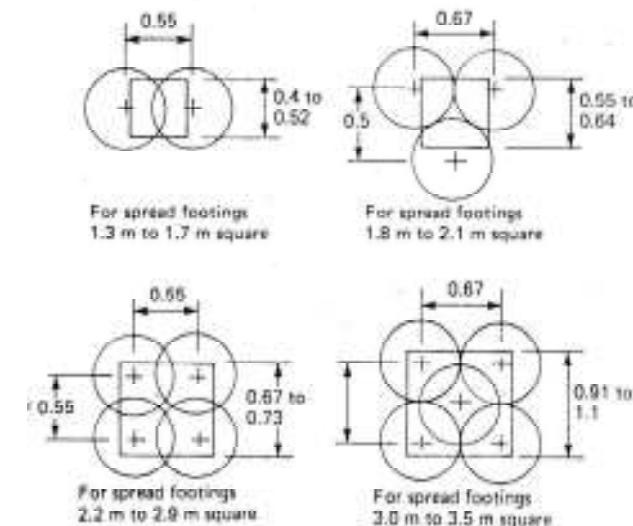


a. Vibro-compaction

Sipil Itenas 2012 – Page 35

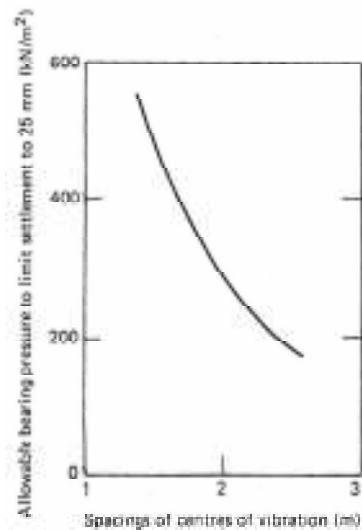
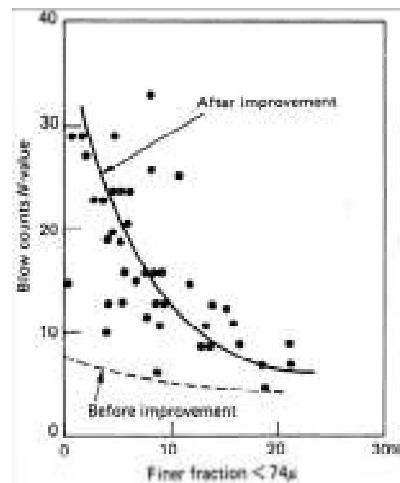
Vibro-flotation

Konfigurasi titik-titik pemasangan dengan vibroflotation.



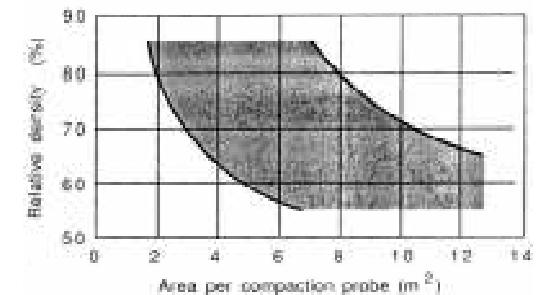
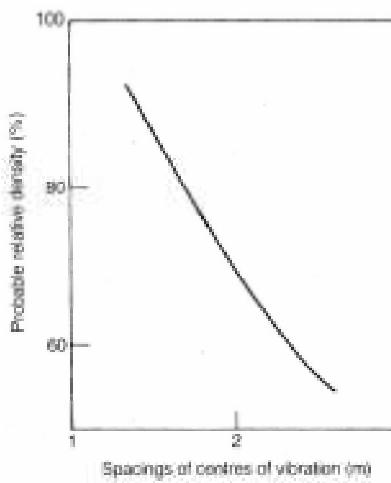
Sipil Itenas 2012 – Page 36

Vibro-flotation



Sipil Itenas 2012 – Page 37

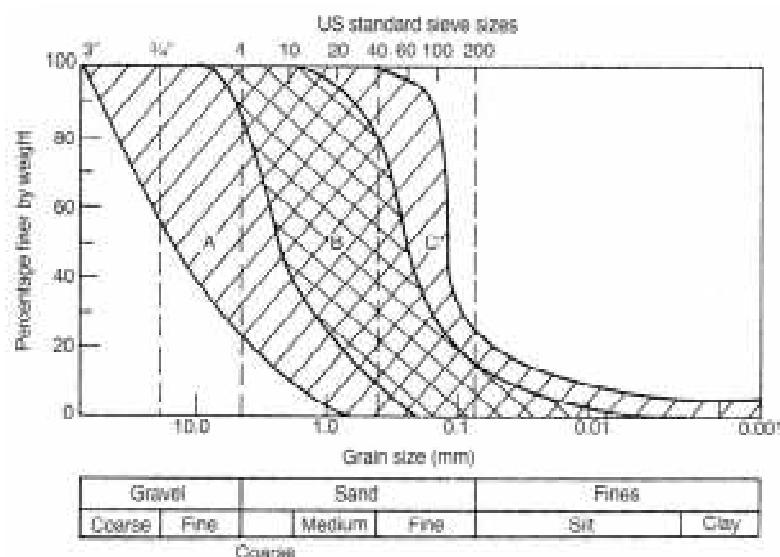
Vibro-flotation



Sipil Itenas 2012 – Page 39

Vibro-flotation

Jenis tanah B adalah yang paling cocok untuk vibroflotation



Sipil Itenas 2012 – Page 38

Vibro-replacement

Vibro-replacement

Metode pemasatan tanah dengan menggunakan vibrator yang diaplikasikan pada tanah kohesif.

Vibrator menghasilkan lubang silinder pada tanah yang diisi dengan material butiran kasar, seperti gravel dan batu pecah, yang selanjutnya dipadatkan dengan vibrator.

Sipil Itenas 2012 – Page 40

Vibro-replacement

Vibro-replacement

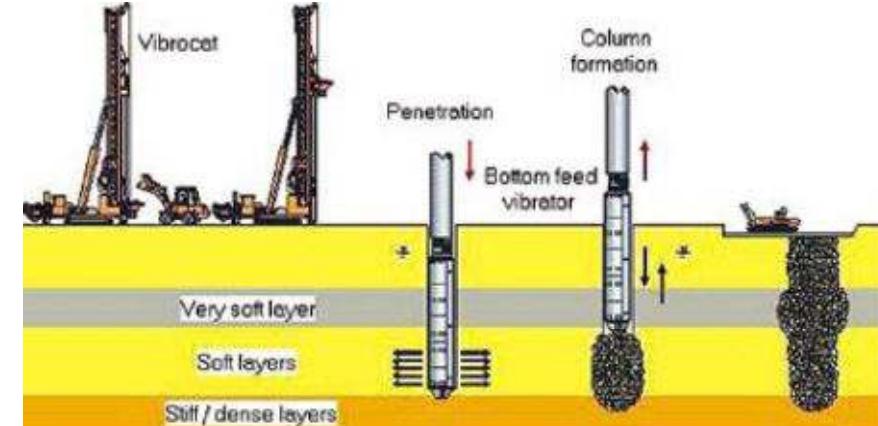
Vibrator ini berupa tabung yang berlubang yang digetarkan di dalam tanah dengan bantuan air atau udara yang bertekanan.

Ketika alat ditarik, batu pecah dan gravel kasar dituangkan melalui tabung dan dipadatkan. Hasil yang diperoleh adalah suatu kolom pasir padat dan atau gravel dengan kapasitas beban sebesar 100 sampai 400 kN.

Vibro-replacement sangat cocok pada tanah lempung dengan undrained shear strength pada rentang 20 sampai 60 kPa.

Sipil Itenas 2012 – Page 41

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 43

Vibro-replacement

Vibro-replacement

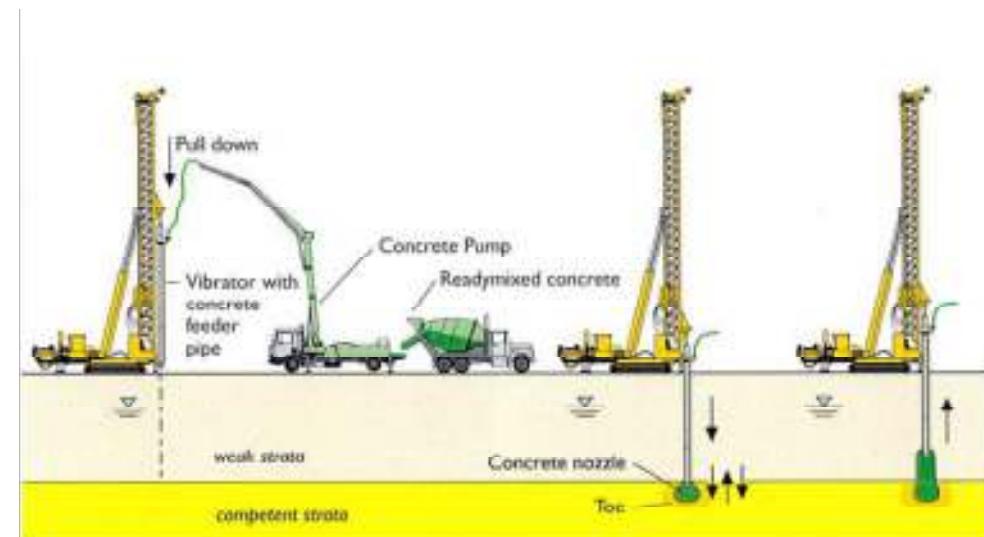
Vibro-replacement dengan tambahan bahan-bahan stabilisasi sangat tepat diklasifikasikan sebagai grouting compaction.

Metode ini meliputi kolom-kolom batu mortar, yang dibentuk dengan menyuntikkan mortar pada stone column.

Concrete vibro-columns dibuat dengan memompakan beton ke dalam rongga-rongga yang terbentuk oleh vibrator.

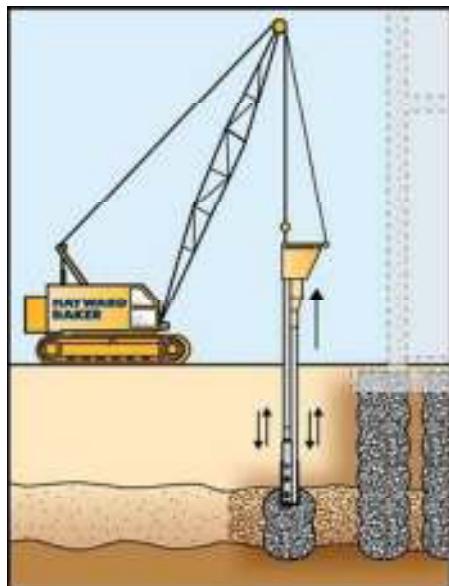
Sipil Itenas 2012 – Page 42

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 44

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 45

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 47

Vibro-replacement



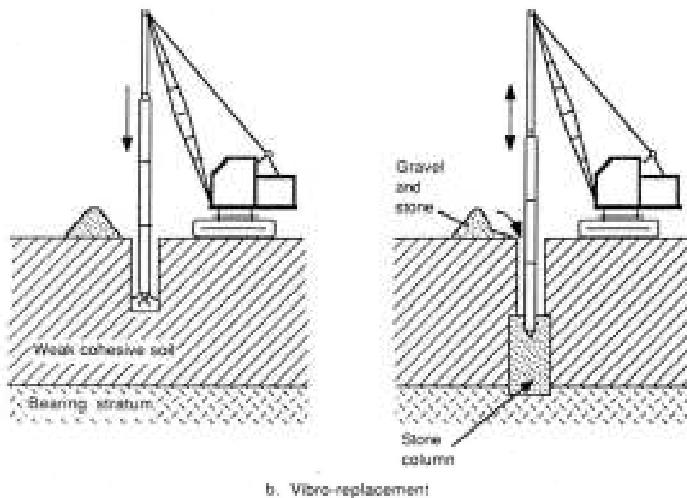
Sipil Itenas 2012 – Page 46

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 48

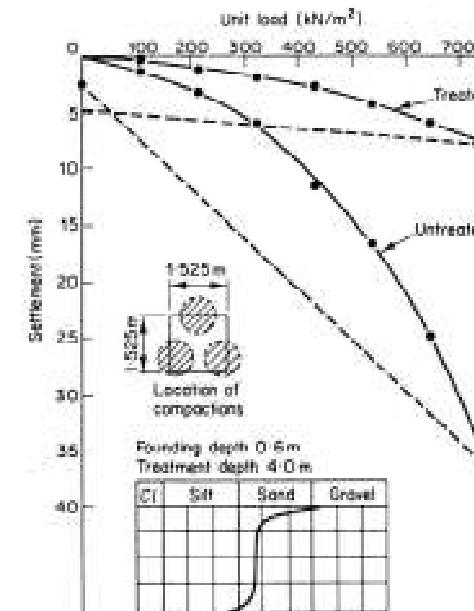
Vibro-replacement



b. Vibro-replacement

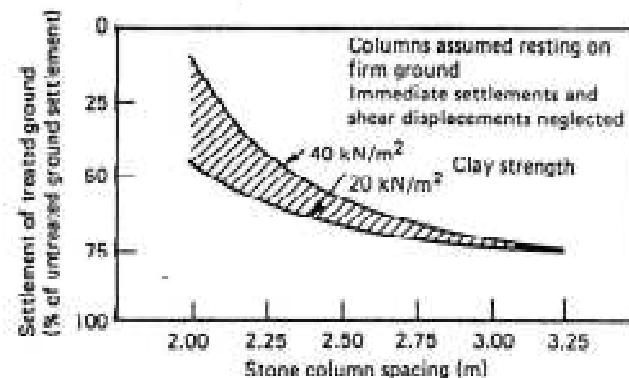
Sipil Itenas 2012 – Page 49

Vibro-replacement



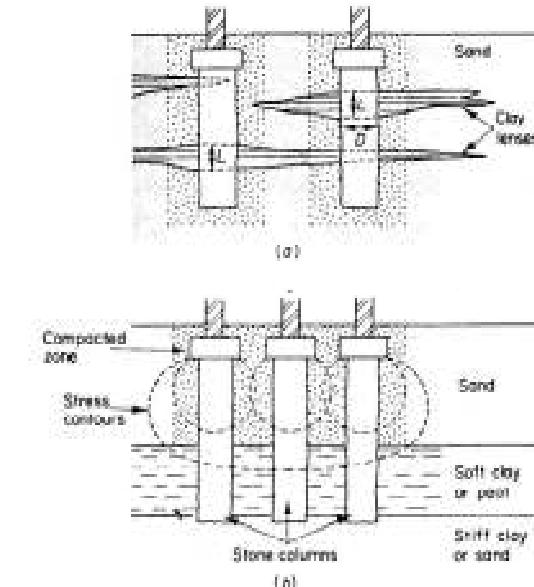
Sipil Itenas 2012 – Page 51

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 50

Vibro-replacement



Sipil Itenas 2012 – Page 52

PELATIHAN TEKNISI LAB. MEKTAN DINAS BINA MARGA KAB. PURWAKARTA

INSTRUKTUR:

DR. YUKI ACHMAD YAKIN, ST, MT



JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG 2019

Jenis Pekerjaan Geoteknik

- Galian → slope, sheet pile, retaining wall
- Timbunan → material, tinggi, slope, kepadatan & CBR, *settlement*
- Urugan (*back fill*) → material, alat, kepadatan
- Fondasi dangkal → elevasi tanah dasar, material fondasi, geometri
- Fondasi dalam → material, kedalaman (design), kalendering, loading test

Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran Timbunan yang Diperkuat dengan Geotextile di Km 111 Ciganea-Sukatani



Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran Timbunan yang Diperkuat dengan Geotextile di Km 111 Ciganea-Sukatani



Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran Badan Jalan Tenggarong – Samarinda
STA 5+900



Page 5

Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran Badan Jalan Bentuas – Muara Jawa,
Kalimantan Timur



MBT MEI 2013 – Page 6

Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran Badan Jalan Bentuas – Muara Jawa,
Kalimantan Timur



MBT MEI 2013 – Page 7

Permasalahan Geoteknik

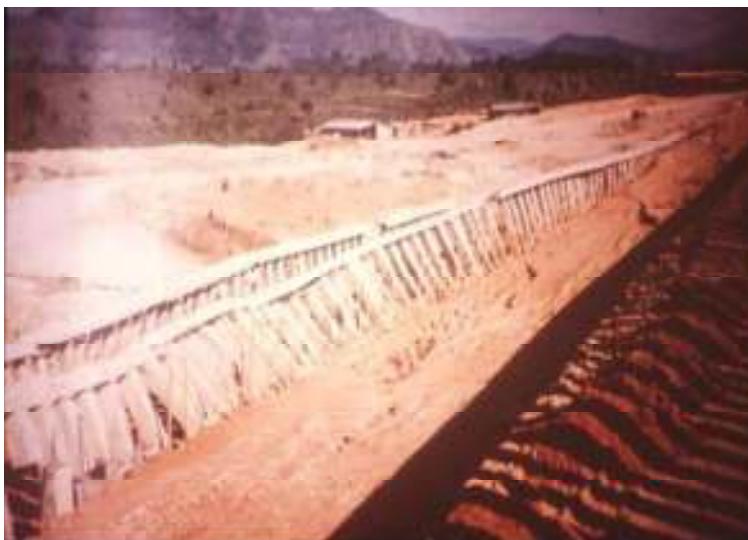
Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



MBT MEI 2013 – Page 8

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



MBT MEI 2013 – Page 9

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



MBT MEI 2013 – Page 11

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



MBT MEI 2013 – Page 10

Permasalahan Geoteknik

Kelongsoran pada lereng



MBT MEI 2013 – Page 12

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif

Mei 2006



MBT MEI 2013 – Page 13

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif

Mei 2006



MBT MEI 2013 – Page 14

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



Agustus 2005

MBT MEI 2013 – Page 15

Permasalahan Geoteknik

Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif

Juni 2006



MBT MEI 2013 – Page 16

Permasalahan Geoteknik

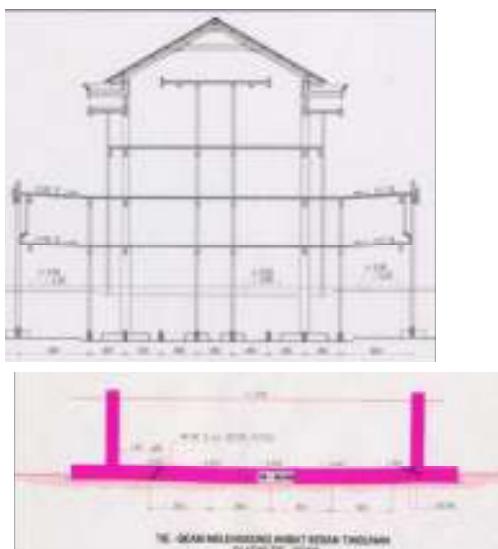
Kegagalan Struktur Akibat Tanah Ekspansif



MBT MEI 2013 – Page 17

Permasalahan Geoteknik

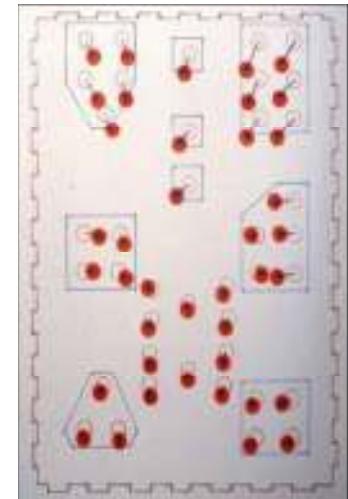
Defferential Settlement Pada Bangunan Dengan Fondasi Dangkal



MBT MEI 2013 – Page 18

Permasalahan Geoteknik

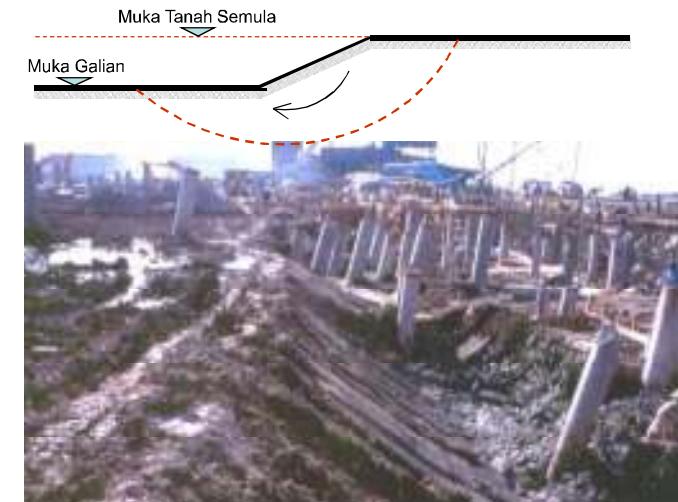
Masalah Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Saat Penggalian



MBT MEI 2013 – Page 19

Permasalahan Geoteknik

Masalah Penggalian Pada Tanah Lunak



MBT MEI 2013 – Page 20

Penyebab Kegagalan:

- Kesalahan Desain
- Kesalahan Pelaksanaan
- Faktor Alam
- Dll.

Perlu Quality Control



21

MBT MEI 2013 – Page 21

Quality Control

Latar Belakang Quality Control (Pelaksanaan):

Keharusan pelaksanaan pekerjaan untuk mengacu:

- Gambar desain
- Spesifikasi teknik
- Peraturan (standard)

22

MBT MEI 2013 – Page 22

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

1. Persiapan

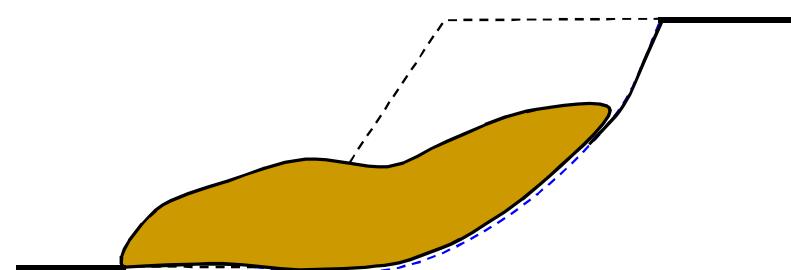
- Sebelum pengurukan dimulai harus dilakukan pembersihan terhadap rumput dan tumbuhan, termasuk menimbun lubang-lubang yang mungkin ada
- Tanah permukaan yang sudah melapuk harus dikupas dahulu setebal ± 30 cm
- Massa tanah longsoran harus dikupas sampai mencapai bawah bidang longsor untuk diganti dengan material urugan
- Lereng yang akan diurug harus dipotong dan dibuat terasering dengan beda tinggi 1 m untuk mendapatkan ikatan antara tanah asli dan tanah urug yang lebih bagus

23

MBT MEI 2013 – Page 23

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

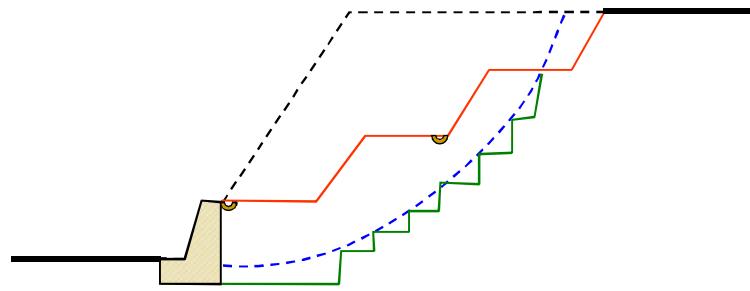


24

MBT MEI 2013 – Page 24

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

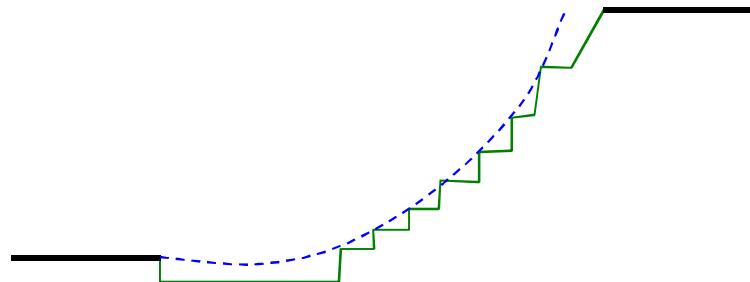


25

MBT MEI 2013 – Page 25

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

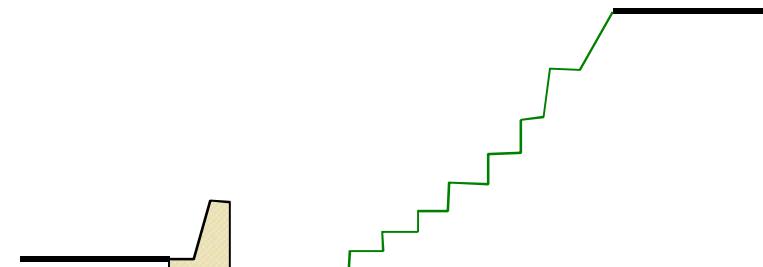


26

MBT MEI 2013 – Page 26

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

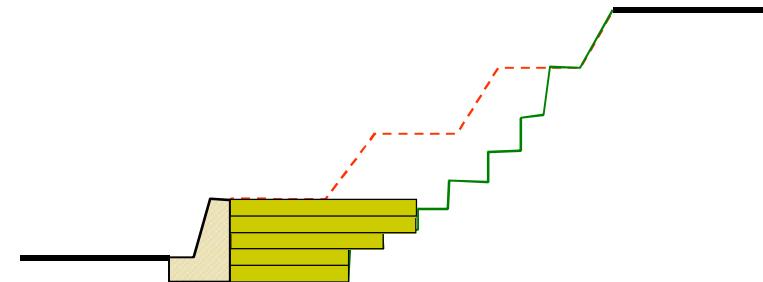


27

MBT MEI 2013 – Page 27

Contoh Spesifikasi Teknis

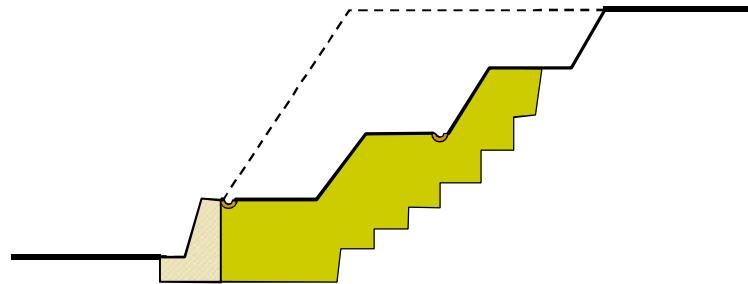
Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran



28

MBT MEI 2013 – Page 28

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran



29

MBT MEI 2013 – Page 29

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

2. Penghamparan Material Timbunan

- Segera setelah material timbunan datang dari lokasi penggalian (quarry) harus langsung dihamparkan pada daerah yang akan diurug
- Material timbunan dihamparkan secara merata di lokasi yang akan diurug, sehingga apabila dipadatkan akan memenuhi toleransi ketebalan lapisan yang ditentukan
- Penghamparan material timbunan tidak diijinkan pada saat hujan
- Apabila terpaksa dilakukan penimbunan material yang baru datang, maka tumpukan tanah harus dilindungi dari air hujan, sampai timbunan siap dihamparkan untuk dipadatkan

30
MBT MEI 2013 – Page 30

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

3. Pemadatan

- Segera setelah penghamparan material timbunan maka setiap lapisan harus segera dipadatkan secara menyeluruh dengan alat pemadat yang cocok
- Kadar air material timbunan menjelang dipadatkan harus **lebih basah dari kadar air optimum** yang didapat dari uji pemadatan di laboratorium. Kadar air optimum ini adalah kadar air dimana kepadatan kering maksimum tanah bersangkutan bisa dicapai apabila dipadatkan sesuai dengan AASHTO T99
- Timbunan harus dipadatkan secara merata, sehingga semua bagian area yang dipadatkan mempunyai kepadatan yang sama
- Lapisan yang sudah dipadatkan harus diuji kepadatannya dan diterima oleh Konsultan sebelum lapisan berikutnya dihamparkan
- Di tempat, dimana akan diberi pasangan dinding penahan (bawah) dan saluran drainase (lereng), pemadatannya harus dilakukan menyeluruh dahulu, baru dilakukan penggalian sesuai dengan volume pasangan yang akan dibuat

31

MBT MEI 2013 – Page 31

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

4. Jaminan Kualitas

- Material timbunan yang bisa digunakan adalah jenis silty clay yang memenuhi klasifikasi USCS sebagai material CL, ML, atau SM dengan kepadatan kering setelah dipadatkan sesuai dengan modified compaction tidak kurang dari 1.50 t/m^3 , serta bila diuji triaxial UU dengan dijenuhkan terlebih dahulu harus memiliki harga undrained shear strength $C_u \geq 40 \text{ kPa}$.
- Karena material timbunan yang diambil dari sekitar lokasi dermaga umumnya mempunyai kecenderungan kembang susut (swelling soil), maka pada pekerjaan pemadatan ini harus dipenuhi hal-hal sebagai berikut:
 - Tanah tidak mempunyai aktivitas lebih besar daripada 1.0 atau derajat pengembangan yang digolongkan oleh AASHTO T258 sebagai sangat tinggi dan extra tinggi tidak boleh digunakan sebagai material timbunan

32

MBT MEI 2013 – Page 32

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

4. Jaminan Kualitas

- Kadar air saat dipadatkan harus **lebih besar dari kadar air optimum** ($\pm 4\%$)
 - Penghamparan tanah sebelum dipadatkan harus mempunyai ketebalan maximum 30 cm tiap lapisan
 - Kepadatan maximum setiap lapis harus **kurang dari kepadatan kering maximum γ_d max** yang dimiliki oleh tanah tersebut

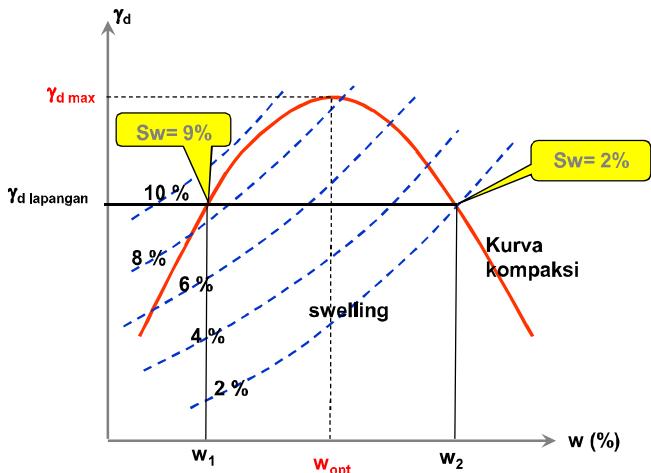
c. Pengujian kepadatan harus dilakukan tiap lapis dengan uji sand cone, dan bila hasil pengujian menunjukkan hasil yang kurang daripada kepadatan yang disyaratkan, maka harus dilakukan pemanjatan ulang

33
MBT MEI 2013 – Page 33

Contoh Spesifikasi Teknis

Pekerjaan Tanah Akibat Kelongsoran

4. Jaminan Kualitas



34
MBT MEI 2013 – Page 34

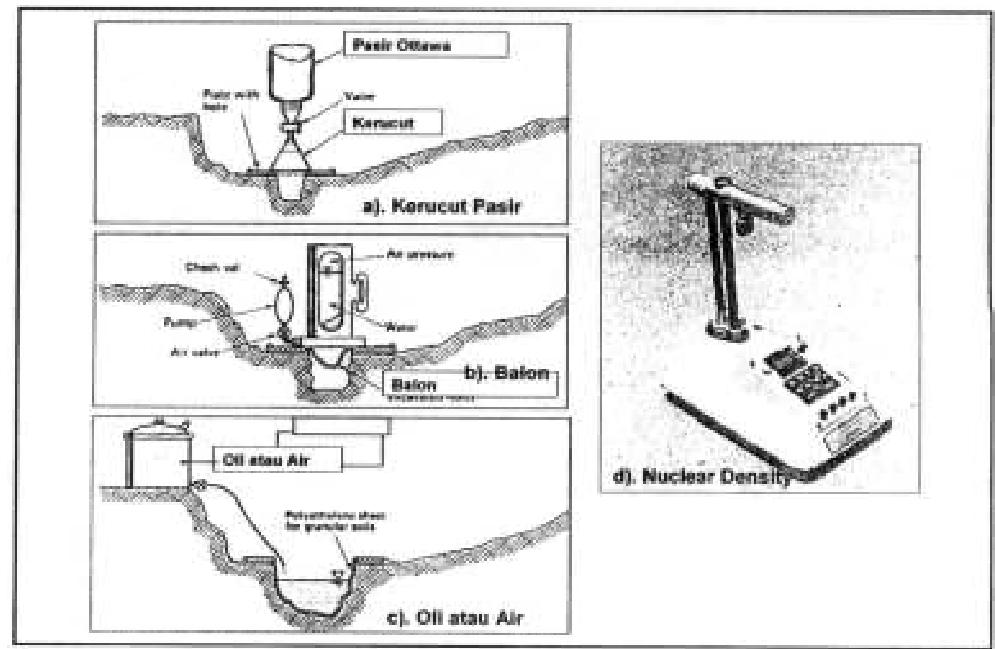
Kontrol Kepadatan Lapangan

Metode:

- Metode kerucut pasir (*sand cone method*)
 - Metode balon karet (*rubber balloon method*)
 - Metode dengan air atau oli
 - Menggunakan alat kepadatan nuklir

MBT MEI 2013 – Page 35

Kontrol Kepadatan Lapangan



Sand Cone & Nuclear Gauge Test

Lab #6: Sand Cone and Nuclear Gauge Tests

Wysmamn, Eastwood, Stinckard, Patoka

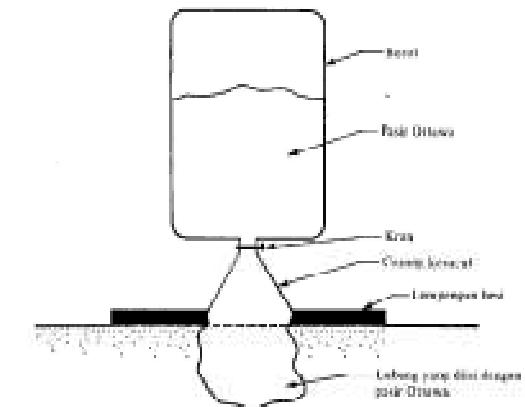
MBT MEI 2013 – Page 37

Rubber Ballon Test



MBT MEI 2013 – Page 38

Sand Cone Method



MBT MEI 2013 – Page 39

Sand Cone Method

Prosedur Pengujian Sand Cone:

- a. Kalibrasi pasir untuk menentukan γ_d pasir dan berat kerucut (W_c)
- b. Timbang botol berikut pasir di dalamnya dan kerucut (W_1)
- c. Buat lubang dengan diameter dan dalam kira-kira 10cm
- d. Kumpulkan tanah dari lubang dan timbang (W_2)
- e. Tentukan kadar air tanah dari lubang (w)
- f. Berat kering tanah dari lubang
$$W_3 = \frac{W_2}{1 + \frac{w}{100}}$$
- g. Telungkupkan kerucut di atas lubang dan buka keran sehingga pasir memenuhi lubang dan kerucut, lalu tutup keran
- h. Timbang botol, kerucut dan sisa pasir yang tertinggal (W_4)
- i. Berat pasir yang mengisi lubang dan kerucut: $W_5 = W_1 - W_4$
- j. Volume lubang:
$$V = \frac{W_5 - W_c}{\gamma_d \text{ pasir}}$$
- k. Berat Volume tanah yang diuji (dari lubang)
$$\gamma_d = \frac{\text{berat kering tanah yang digali}}{\text{Volume lubang}} = \frac{W_3}{V}$$
- l. Bandingkan berat volume kering hasil uji kerucut pasir dengan kurva pemadatan dan CBR dari laboratorium (umumnya kepadatan dianggap cukup apabila γ_d lapangan sudah mencapai 95% dari γ_d max).

MBT MEI 2013 – Page 40

Sand Cone Method

Typical Values of Void Ratio and Unit Weight

Soil description	Void ratio	Dry unit weight(pcf)	Saturated unit weight(pcf)
Uniform sand	1.0 - 0.4	83 - 118	84 - 136
Silty sand	0.9 - 0.3	87 - 127	88 - 142
Clean, well-graded sand	0.95 - 0.2	85 - 138	86 - 148
Silty sand and gravel	0.85 - 0.14	89 - 146	90 - 155
Sandy or silty clay	1.8 - 0.25	60 - 135	100 - 147
Well-graded gravel, sand, silt, and clay mixture	0.7 - 0.13	100 - 148	125 - 156
Inorganic clay	2.4 - 0.5	50 - 112	94 - 133
Colloidal clay (50%<2 μ)	12 - 0.6	13 - 106	71 - 128

(NAVFAC DM 7.1, 1982)

1 pcf = 0,157 kN/m³

MBT MEI 2013 – Page 41

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer



MBT MEI 2013 – Page 43

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer

Kegunaan: untuk mengevaluasi subgrade jalan dalam perencanaan konstruksi jalan.

DCP dilakukan untuk mengetahui nilai CBR tanah berdasarkan ASTM D6951. Penetrasi konus dinamis (dynamic cone penetrometer) adalah suatu alat yang digunakan untuk menguji dengan cepat kekuatan lapisan jalan tanpa pengikat (tanah dasar, pondasi bahan berbutir). Pengujian dilakukan menerus sampai kedalaman 100 cm. Dari pengujian ini dapat dikorelasikan dengan nilai CBR lapangan.



MBT MEI 2013 – Page 42

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer

Peralatan yang digunakan:

- 1) Hammer/penumbuk beban (9.07kg).
- 2) Konus dan stang/stick untuk penetrasi kedalam tanah.
- 3) Mistar ukur yang dilekatkan pada stang/stick



Diukur: mm/ jumlah pukulan → dikorelasikan dengan nilai CBR (%)

MBT MEI 2013 – Page 44

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer

Korelasi hasil pengujian DCP dengan nilai CBR:

mm/blow	Nilai CBR	mm/blow	Nilai CBR
≤ 4	70	18	12
5	65	19	10
6	43	20	9
7	30	23	8
8	29	25	7
9	26	28	6
10	23	33	5
11	21	38	4
12	20	43	3
13	19	60 – 70	2
14	16	80 – 100	< 1
15	15		
16	13	≥ 100	

MBT MEI 2013 – Page 45

Sondir



MBT MEI 2013 – Page 47

Sondir

Kegunaan: untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman.

Alat yang digunakan adalah Dutch Cone Penetrometer dengan bikonus jenis Begemann dengan kapasitas maksimum 250 kg/cm^2 untuk sondir ringan (2,5 ton) dan 1000 kg/cm^2 untuk sondir berat (10 ton)

Peralatan yang digunakan:

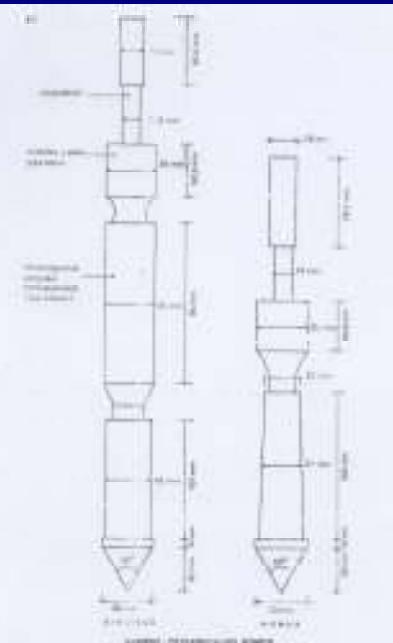
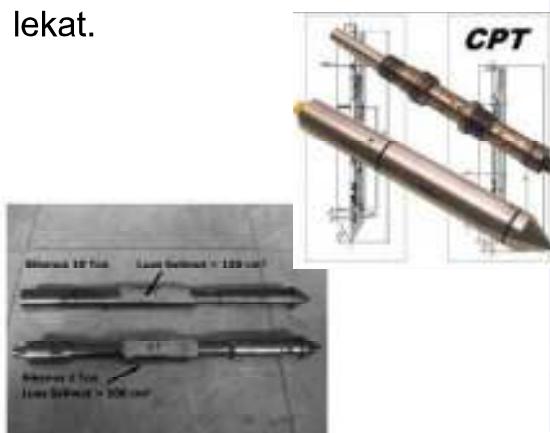
- 1) Mesin penekan.
- 2) Stang $\pm 1.0\text{m}$.
- 3) Konus dan bikonus.
- 4) Manometer



MBT MEI 2013 – Page 46

Sondir

Konus standard digunakan hanya untuk mengetahui besar tekanan, sedangkan bikonus digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan konus dan hambatan lekat.



MBT MEI 2013 – Page 48

Sondir

Keuntungan:

- 1) Dapat dengan cepat menentukan tanah keras.
- 2) Dapat diperkirakan perbedaan lapisan.
- 3) Dengan rumus empiris hasilnya dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tiang.
- 4) Cukup baik untuk digunakan pada lapisan yang berbutir halus.

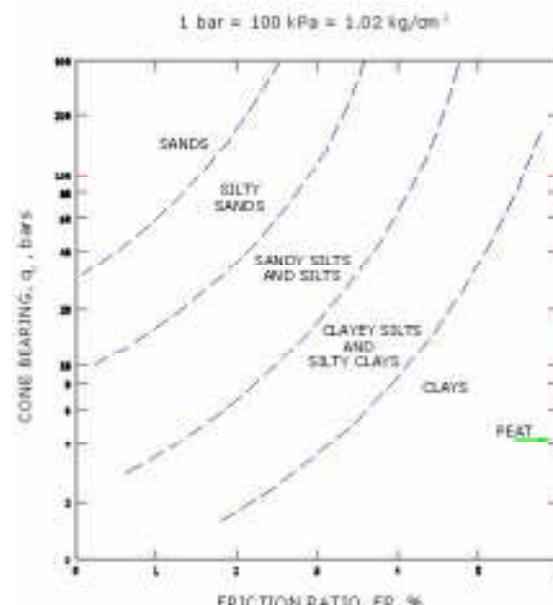
Kerugian:

- 1) Jika terdapat batuan lepas bisa memberikan indikasi lapisan tanah keras yang salah.
- 2) Tidak dapat mengetahui jenis tanah secara langsung.
- 3) Jika alat tidak lurus dan konus tidak bekerja dengan baik maka hasil yang diperoleh bisa meragukan.

MBT MEI 2013 – Page 49

Sondir

Korelasi antara data sondir dengan jenis tanah



MBT MEI 2013 – Page 50

Sondir

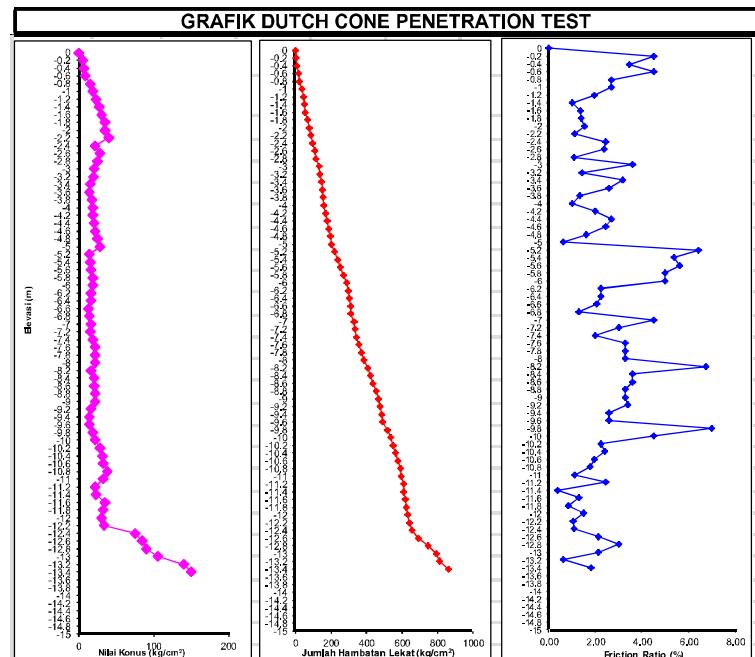
Contoh hasil sondir:

DUTCH CONE PENETRATION TEST						
Project	:			Date : 23 Februari 2013		
Test Nomor	: S1			Tested by : Team		
Site Name	: 13,2 meter			Koordinat UTM : 769633		
Location	: Kawasan Industri Pupuk Kujang - Provinsi Jawa Barat			9290994		
ELEVASI (m)	PEMBACAAN		TAHANAN		Hambatan Lekat (JP-PK) * C2 (kg/cm ²)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (kg/cm ²)
	PK	JP	qc= PK*c ₀	fs=LF (JP-PK) * C1		FR (fs/qc) (%)
0	0	0	0	0	0	0
-0.2	5	7.5	5	0.225	4.5	4.5
-0.4	6.5	9	6.5	0.225	4.5	9
-0.6	8	12	8	0.36	7.2	16.2
-0.8	15	19.5	15	0.405	8.1	24.3
-1	18.5	24	18.5	0.495	9.9	34.2
-1.2	23	28	23	0.45	9	43.2
-1.4	27	30	27	0.27	5.4	48.6
-1.6	30	34.5	30	0.405	8.1	56.7
-1.8	35	40.5	35	0.495	9.9	66.6
-2	35	41	35	0.54	10.8	77.4
-2.2	40	45	40	0.45	9	86.4
-2.4	22	28	22	0.54	10.8	97.2
-2.6	28.5	36	28.5	0.675	13.5	110.7
-2.8	25	28	25	0.27	5.4	116.1
-3	20	28	20	0.72	14.4	130.5
-3.2	19	22	19	0.27	5.4	135.9
-3.4	15.5	21	15.5	0.495	9.9	145.8
-3.6	14	18	14	0.36	7.2	153
-3.8	17	19.5	17	0.225	4.5	157.5

MBT MEI 2013 – Page 51

Sondir

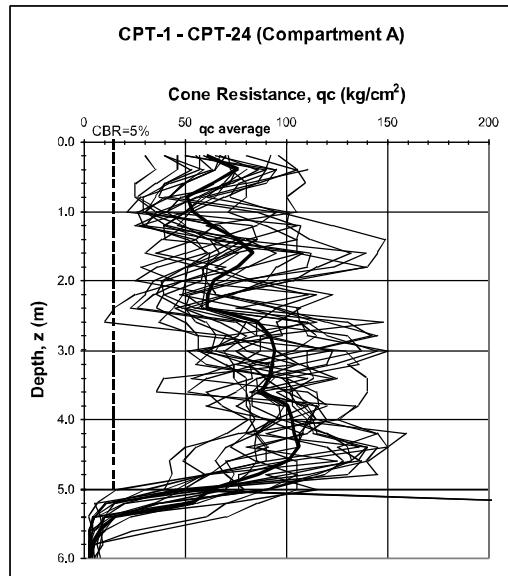
Contoh hasil sondir:



MBT MEI 2013 – Page 52

Sondir

Contoh hasil sondir:



MBT MEI 2013 – Page 53

Sondir Elektrik

Sondir Elektrik ada yang dilengkapi sensor untuk mengukur tekanan air pori yang sangat berguna untuk penentuan jenis tanah:

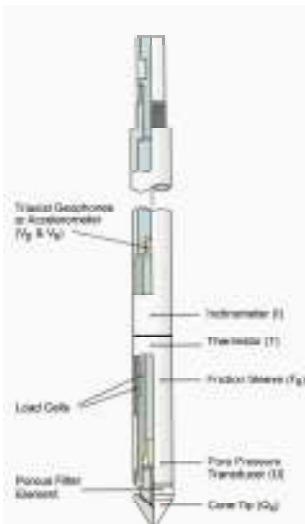
- Tekanan air pori yang cenderung sama dengan tekanan hidrostatik menunjukkan tanah jenis pasiran.
- Tekanan air pori yang lebih besar dari tekanan hidrostatik menunjukkan tanah liat lunak hingga sedang.
- Untuk tanah liat atau pasir sangat padat, tekanan air pori cenderung lebih kecil daripada tekanan hidrostatik.

MBT MEI 2013 – Page 55

Sondir Elektrik

Sondir Elektrik mampu mengukur tekanan konus dan tekanan friksi secara menerus dengan akurasi jauh lebih baik daripada sondir mekanik.

Koreksi berat tiang tekan seperti yang dilakukan untuk sondir mekanik tidak perlu dilakukan untuk sondir listrik karena sensor tepat berada diujung konus.



MBT MEI 2013 – Page 54

Pengujian SPT

Kegunaan: untuk menentukan kepadatan dan konsistensi tanah/batuan secara dinamis di tempat (insitu).

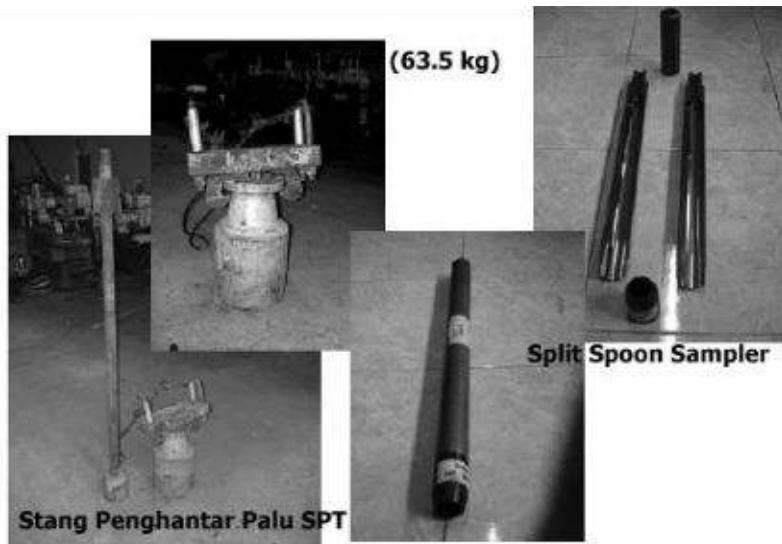
Peralatan yang digunakan:

- 1) Split spoon sampler.
- 2) Beban penumbuk ± 63.5 kg dengan tinggi jatuh 75cm.
- 3) Peralatan bor.



MBT MEI 2013 – Page 56

Pengujian SPT



MBT MEI 2013 – Page 57

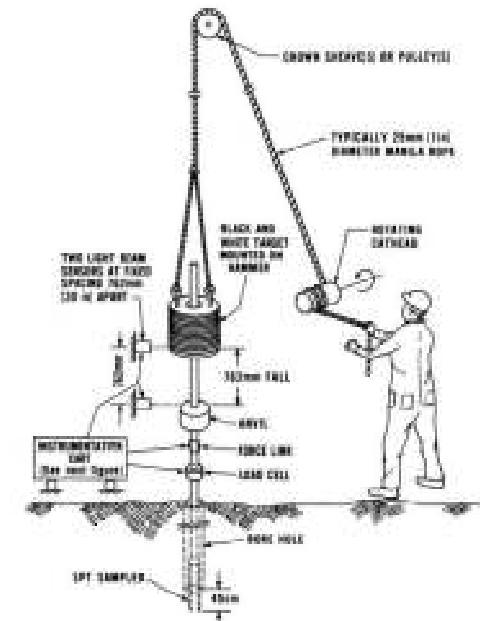
Pengujian SPT



MPT/MET 2013 - Page 58

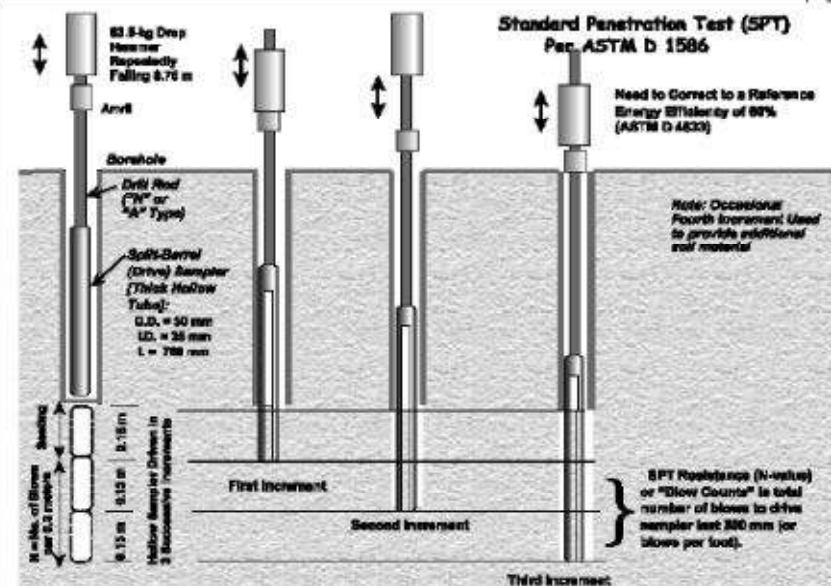
Pengujian SPT

Parameter yang diperoleh: jumlah pukulan / tumbukan (N-SPT), yaitu banyaknya tumbukan yang diperlukan untuk penetrasi Split spoon sampler/Split Barrel sampler sebesar 30 cm terakhir dari pembacaan penetrasi 45 cm.



MBT MEI 2013 – Page 59

Pengujian SPT



MBT MEI 2013 – Page 60

Pengujian SPT

Tingkatan konsistensi tanah:

SONDIR (CPT) qc (kg/cm ²)	SPT (N)	CONSISTENCY
0 – 5	0 – 2	Very soft
5 – 10	2 – 5	Soft
10 – 20	5 – 10	Medium stiff
20 – 40	10 – 20	Stiff
40 – 80	20 – 30	Very stiff
80 – 100	> 30	Hard

MBT MEI 2013 – Page 61

Pengujian SPT

Hubungan tingkat kepadatan relatif (Dr), sudut geser dalam (ϕ), nilai konus (qc) dengan N_{SPT}

TINGKAT KEPADATAN	Dr	ϕ (°)	SONDIR (CPT) qc (kg/cm ²)	N SPT
Sangat lepas	< 0.2	< 30	< 20.4	< 4
Lepas	0.2 – 0.4	30 – 35	20.4 – 45.9	4 – 10
Agak Padat	0.4 – 0.6	35 – 40	45.9 – 132.6	10 – 30
Padat	0.6 – 0.8	40 – 50	132.6 – 224.4	30 – 50
Sangat Padat	> 0.8	> 45	> 224.4	> 50

MBT MEI 2013 – Page 62















