TUGAS AKHIR

MENENTUKAN NILAI *MARK-UP* UNTUK MENDAPATKAN HARGA PENAWARAN DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN DELPHI

Disusun oleh:

Rifa`i Helmi Yusuf
91 310 174
Ahmad Andi Solahuddin
93 310 338

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

2003

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENINGKATAN KUAT DUKUNG PADA PERKUATAN TANAH LEMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL

(Penelitian Laboratorium)

FAUZI CHABIBULLAH
99 511 420

WISNU CHRISNA HIDAYAT
99 511 446

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 6/10-04

Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 4/10/04

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan kegiatan penelitian Tugas Akhir serta laporan ini sesuai dengan kurikulum yang ada di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta yang merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang kesarjanaan Strata 1.

Judul penelitian Tugas Akhir penyusun adalah **" Peningkatan Kuat Dukung Pada Perkuatan Tanah Lempung Dengan Menggunakan Geotekstil "**. Tujuan penyusun melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah lempung Bayanan yang sudah diperkuat dengan bahan geotekstil jenis *woven* serta analisisnya terhadap kebutuhan tebal perkerasan jalan.

Penelitian Tugas Akhir penyusun dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta selama kurang lebih tiga bulan, terhitung dari tanggal 25 Maret 2004 sampai 29 Juni 2004.

Selama pelaksanaan kegiatan penelitian di Laboratorium dan penyusunan laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil,Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. A. Halim Hasmar, MT, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Sugiyana, selaku Laboran.
7. Rekan-rekan penelitian Tugas Akhir.
8. Keluarga di rumah.

Pada akhirnya segala daya dan upaya serta kemampuan telah penyusun curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, namun semua ini tidak terlepas dari segala kekurangan yang ada. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik demi kebaikan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum W. Wb

Yogyakarta, Juli 2004

Penyusun

Penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

- **Allah SWT**

Atas berkah dan limpahan rahmat-Nya atas makhluk-Nya

- **Rasulullah SAW**

Menjadi panutan ku disetiap saat

- **Bapak dan Mamak**

Yang telah membesarkan dan mendidikku dengan segala perhatian dan kasih sayang

- **Pak Amien Rais**

Moga perjuangan Bapak sukses dalam menegakkan amar ma'ruf nahi mengkar

- **Pak Nurcholis Madjid**

Moga pemikiran Bapak, guru bangsa yang tak terlupakan

- **My family**

Ayuk Zulaiha, Mas wiwit, Adikku Nurbaiti, Supiati, Titin Suhailia, dan Adikku Chalifatul Anas, moga jadi anak sholeh dan berguna untuk agama, orangtua, nusa dan bangsa.

- **My Hanny Septiyani Tersayang**

Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan selama ini

- **Keluarga Adek Hanny**

Bapak, Ibu, Mas Hadi, Ragil yang di Balikpapan Sepinggan

- **My Kakek and Nenek**

Mbah hadi'ah (alm), mbah abdul djalil, mbah khawari(alm), mbah yam(alm)

- **Partner TA-ku**

Wisnu Chrisna Hidayat, ST terima kasih atas kerja samanya selama ini sampai sukses, moga lancar, sukses dan awet ama lia

- **Temen Kost**

Agus Prasetyo, ST, MT (pak dosen moga cepen sukses dan kabari kalau nikah yaaa…),Dimas, Minyak, Mas Imam, Abdul Didi, Sentot, Pak Budi

- **Temen2 civil 99**

Chandra, Iwan, Doni, Yadi, Fauzan, Good, Ali, Evan, Wawan, Lila, Nurmin, Novan, Rizki, Andi Prima, Ari Tisu, Dayat, Budi, Ijo, Taufik, Ghalib, Arman. Tio , Betty, Dewi, Nur, Ferdi, Leo, Yuma, Yusti, teman lab (Ujang, Ela, Teza, Yogi, Tini, Roy, Buari, Eka dan Pak Sugi terima kasih bantuannya), Atun, Amel, Boy dll yang tidak tersebut namanya.

- **Sobatku**

Sarie, Mbak Watik, Robi, Dian Mauli, Idar, Anjar, Hendro Sucipto, Agus Susanto, Esta (ibu yang baik), Imelda , IB Ilham Malik, Sigit Maulana (cepetan rampung)

- **Temen2 KKN**

Si Gede, Mas Nanang, Dian, Gugun Boy, Beni imut, Ibu Kiki, Mey Nul, Silvia Yulminayla (alm)

Wassalam

Fauzi Chabibullah

Kupersembahkan Tugas Akhir-Ku ini teruntuk :

- **Allah SWT**

Atas segala berkah & limpahan rahmat-Nya yang tiada tara

- **Rasulullah SAW**

Suri tauladan bagi umat Islam

- **Mama & Papa**

Atas segala do'a, restu dan kepercayaan kepada Ananda

- **Adek-adekku**

De Sita, De poppy dan Khairul

- **Keponakanku**

Rizki, smoga jd anak yang saleh & berguna

- **Bungaku "LIANA FARIYANI" tersayang**

Atas segala do'a, motivasi, rasa sayang & cintanya

Pada kesempatan kali ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- **Allah SWT**

Atas berkah & limpahan rahmat-Nya yang tiada tara

- **Rasulullah SAW**

Suri tauladan umat Islam

- **Papa & Mama**

Atas segala daya & upaya sehingga Ananda lulus juga kuliahnya

- **Adek-adeku**

De Sita yang centil, akur-akur ya ma suami jadilah ibu yang baik..he..he..
De Poppy yang imut, yang rajin ya belajarnya jangan pacaran melulu
De Khairul (jadi wagu manggilnya ☺), jagain De Sita ya

- **Keponakanku**

Q-Q, cepet gede ya, jadilah anak yang saleh & berguna

- **Bungaku "LIA"**

Makasih ya Ade Cyg atas sgala....nya, Mas selalu Syg & Cnt bgt ma Ade

- **Keluarga Ade di Magelang**

Papa Hono & Mama Yuli, mohon do'a dan restunya
De Duma, yang rajin ya belajarnya

- **Partner TA-ku**

Fauzi Chabibullah ST, thanx 4 all bro.. bagi2 ya klo ada proyek..he..he..

- **Rocker (Rombongan Cowox Keren) Kost**

Mas Anto (dimana kau berada kini), Anjar (smoga cepet dpt kerja), Idar (yg akur ya ma Sari), Hendy (cayo Ase, selesein kuliahna), Totox (ayo wisuda bareng), Bambang (sapa tu cewex, kenalin donk), Adi (koq ra tau ketok meneh), Adi Khrisna (filmne ono sing anyar neh ra), Yudha (thanx burninganne..he.he)-What's up Dude....

- **Keluarga besar Candi III**

Mbah (nyuwun ngapuro nggeh), Bapak & Ibu kost (maaf bayar kostna telat), Mba Ida (aduh pengantin baru), Isus (kapan nie nyusul Mba'e), Nur (smoga cpt selese kuliahna), Eko (e....kok ngegossip..)

- **Temen-temen Civil '99**

Chandra, Fauzan, Andi, Doni, Sigit, Danang, Wahid "Boy", Gud, Rutin, Yuma, Vita, Mba Novi, Dayat, David (yang dah datang diseminarku), Teza, Yogi, Ujang, Ella, Buari, Eka, Tini, Roy, Choir, Mas Sugi (seperjuangan di LAB. Mektan), Pak Santoro & Mas Heri (Loket TA), Budi, Evan, Yusti, Pudik (asisten LAB. Mektan), Yadi, Nofan, Ijo, Betty, Ghalib, Dewi, Nur, Vicke, Arman, Lila, Ferdy, Saleh, Leo, Edy, Arif, Boy, Iwan, Hanafi (thanx mobilna), de..el..el (abis buanyak buanget....)

- **Temen-temen KKN Ekstensi BT-122**

Diana SE (yang senantiasa mendampingi), Mas Rudy SE (ayo nembak lg Mas), Vita ST (yang centil abiss), Mas Helmy SH (undangan nikahnya ma Vita ya..he..he..), Desy S.Psi (sephia..he..he..), Ridho SE (allow Pak Ketu..), Mas Tony ST (salut perjuangannya..), Fredy ST (Mysterious..), Mba Erna SH (no comment..)

- **Temen-temen**

Hanny S.Psi (yang akur ya sama Masmu, emang ga enak long distance, tp bedo'a aja, Masmu type cowox setia koq, pokokna ta' tunggu undangannya..he..he..), Sari S.Psi (yang akur ya sama Idar, yang sabar aja..he..he..), Rini ST, Pami ST, Nini ST, Cie ST, Aan ST, Umy ST, Nanik ST, Mba Nana Ssi.Apt, Mba Harir Ssi (kopadi club), Denny ST (wong kito galo, dirimu ada di photo anggota Rocker nie..), Wafa (dimana dirimu sekarang), Riyanto ST (sui ra ketemu, neng Dieng neh Yan), Budi ST (tambah gede aja), Mas Arif ST & Mas Amri ST (c..u.. again), de..el..el..

Terima kasih yang tak terhingga kepada semuanya, smoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat & Karunia-Nya kepada kita semua..Amien..amien..amien.. Ya Rabbal 'Alamien..

Wassalam

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

HALAMAN PERSEMBAHAN v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

DAFTAR NOTASI xii

ABSTRAKSI xiii

BAB I **PENDAHULUAN** 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 3

1.3 Manfaat Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Lokasi Pengujian Penelitian 3

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA** 4

2.1 Penelitian Nugraha Nurwantara (2002) 4

2.2 Penelitian Budi Satiawan dan Fitra Darnella (2003) 4

BAB III **LANDASAN TEORI** 7

3.1 Tanah 7

3.1.1 Definisi Tanah 7

3.1.2 Analisis Granuler 10

3.1.3 Batas Konsistensi Tanah 10

3.2 Pengujian Untuk Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah 11

3.2.1 Uji Proktor Standar 11

3.2.2 Pengujian CBR 12

3.2.3 Pengujian Tekan Bebas 13

3.3 Geotekstil 13

BAB IV **METODE PENELITIAN** 16

4.1 Persiapan Penelitian 16

4.2 Alat dan Bahan Penelitian.....16

4.3 Pengujian yang Dilakukan 17

4.4 Prosedur Pengujian Kepadatan dan Daya Dukung Tanah.....17

4.4.1 Pengujian Proktor Standar 17

4.4.2 Pengujian CBR Laboratorium 19

4.4.3 Pengujian Tekan Bebas 21

4.5 Data Penelitian 22

BAB V **HASIL PENGUJIAN DI LABORATORIUM** 25

5.1 Sifat Fisik Tanah 25

5.2 Sifat Mekanik Tanah 25

5.2.1 Pengujian Pemadatan Tanah 26

5.2.2 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).....26

5.2.3 Pengujian Kuat Tekan Bebas 26

BAB VI PEMBAHASAN 31

6.1 Sifat-sifat Tanah Asli 31

6.2 Pengaruh Penggunaan Geotekstil 31

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 33

7.1 Kesimpulan 33

7.2 Saran-saran 34

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Data Sifat Tanah Asli Lempung Bayanan 25

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Proktor Standar 26

Tabel 5.3 Hasil Uji CBR (*California Bearing Ratio*).....26

Tabel 5.4 Hasil Uji Tekan Bebas 27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah 8

Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir 29

Gambar 5.1 Hasil Uji CBR (*California Bearing Ratio*) 28

Gambar 5.2 Hasil Uji Tekan Bebas 28

Gambar 5.3 Hasil Uji Tekan Bebas 29

Gambar 5.4 Hasil Uji Tekan Bebas 30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Berat Jenis Tanah, Analisis Granuler dan Batas Konsistensi Tanah

Lampiran 2 Pengujian Pemadatan Tanah

Lampiran 3 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Lampiran 4 Pengujian Kuat Tekan Bebas

DAFTAR NOTASI

Ws	berat butiran padat	(gram)
Ww	berat air	(gram)
W	berat total	(gram)
Vs	volume butiran padat	(cm^3)
Vw	volume air	(cm^3)
Va	volume udara	(cm^3)
Vv	volume rongga	(cm^3)
V	volume total	(cm^3)
w	kadar air	(%)
γ	berat volume tanah	(gr/cm^3)
Gs	berat jenis	
γs	berat volume butiran padat	(gr/cm^3)
γw	berat volume air	(gr/cm^3)
LL	batas cair	(%)
PL	batas plastis	(%)
IP	indeks plastisitas	(%)
c	kohesi	(kg/cm^2)
q_u	kuat dukung tanah	(kg/cm^2)
φ	sudut geser dalam	(^{0})

ABSTRAKSI

Kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah sedangkan lahan baru yang tersedia sudah mulai sulit untuk diperoleh karena pesatnya pembangunan yang terjadi, kadangkala pembangunan baru terpaksa harus dilakukan pada tanah yang lunak, padahal tanah tersebut tidak memenuhi kualitas tanah yang disyaratkan, sehingga terpaksa harus diperbaiki terlebih dahulu, baik dengan cara distabilisasi atau diperkuat.

Penelitian mengenai peningkatan kuat dukung tanah lempung dan analisisnya terhadap tebal perkerasan Dusun Bayanan ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah JTS FTSP, Universitas Islam Indonesia. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah semua alat yang tersedia di laboratorium sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini mengenai perbaikan tanah dengan cara diperkuat dengan bahan geotekstil jenis woven, dengan variasi lapisan 1, 2 dan 3 lapisan. Sampel tanah dibuat dalam keadaan kering. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik dan mekanik tanah lempung. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian CBR (California Bearing Ratio) dan pengujian Tekan Bebas,. Untuk analisis terhadap nilai tebal perkerasan yang akan didapat ditentukan dari grafik tebal perkerasan.

Dari hasil penelitian, tanah Bayanan tergolong kedalam tanah lempung berlanau, dengan berat jenis 2,52, batas cair 54,03%, batas plastis 37,34%, batas susut 24,86% dan IP 16,69%. Pada uji CBR (California Bearing Ratio), tanah asli yang telah mengalami perkuatan dengan geotekstil, mengalami peningkatan parameter mekanis terjadi kenaikan nilai CBR tanah secara maksimum sebesar 21,92% dari tanah asli. Pada Uji Kuat Tekan Bebas, tanah asli yang telah mengalami perkuatan dengan geotekstil, mengalami peningkatan parameter mekanis terjadi kenaikan nilai kohesi tanah secara maksimum pada penggunaan 3 lapis geotekstil 0,944kg/cm^2 atau sebesar 30,56% dari tanah asli. Untuk nilai sudut geser dalamnya juga mengalami peningkatan pada penggunaan 3 lapis geotekstil 38,34^0 atau sebesar 51,31% dari tanah asli dan untuk nilai qu pada penggunaan 3 lapis geotekstil juga terjadi peningkatan 3,91kg/cm^2 atau sebesar 70,74% dari tanah asli.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik Sipil selalu mempunyai peranan dalam proyek yang terkait dengan konstruksi bangunan yang berdiri diatas tanah, baik konstruksi bangunan gedung, jembatan maupun jalan. Kondisi tanah disetiap tempat tentulah berbeda karena secara alamiah tanah merupakan material yang rumit dan sangat bervariasi. Saat ini kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah sedangkan lahan baru yang tersedia sudah mulai sulit ditemui karena pesatnya pembangunan yang telah terjadi sehingga kadangkala pembangunan baru terpaksa harus dilakukan diatas tanah yang lunak dan tidak stabil. Tanah tersebut harus diperbaiki dahulu dengan distabilisasi atau diperkuat sebelum dipakai sebagai pondasi bangunan diatasnya.

Deskripsi jenis tanah pada suatu daerah tertentu seringkali tersedia bagi banyak proyek dan dapat diperoleh dari peta-peta geologi, peta tanah dan laporan penyelidikan tanah bawah permukaan yang dilakukan dilokasi terdekatnya. Informasi semacam ini perlu dijadikan bahan pertimbangan pendahuluan. Ini dipakai oleh para Insinyur tanah dan pondasi hanya untuk perencanaan program penyelidikan tanah bawah permukaan serta pengujian laboratorium dan pada saat studi kelayakan guna mengantisipasi pondasi yang diperlukan. (Dasar-dasar Analisis Geoteknik, I.S. Dunn, L.R. Anderson, F.W. Kiefer, 1980).

Berdasarkan asalnya, tanah dapat diklasifikasikan secara luas menjadi tanah organik dan tanah anorganik. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari pelapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil. Tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia atau fisis.

Lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Deskripsi tanah lempung dibagi beberapa jenis yaitu lempung keras (*hard clay*), lempung sangat kaku (*very stiff clay*), lempung kaku (*stiff clay*), lempung lunak (*soft clay*) dan lempung sangat lunak (*very soft clay*). (Mekanika Tanah, L.D. Wesley, 1977).

Geosintetik secara umum dibedakan berdasarkan sifat bahan yaitu bahan lulus air (*permeable*) dikenal sebagai geotekstil dan bahan bersifat kedap air (*impermeable*) dikenal sebagai geomembran. (Geosintetik Geoteknik, Suryolelono, 2000)

Geotekstil merupakan bahan, baik yang berasal dari serat-serat asli (kertas filter, papan kayu, bambu) maupun serat-serat sintetis (*fiber*) yang banyak berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan tanah. Mempunyai kuat tarik dan kuat geser yang tinggi yang dapat dipergunakan untuk perkuatan tanah dalam arti memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah tersebut. Geotekstil merupakan bahan sintetis yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan geser tanah.

Berdasarkan dari pengertian diatas penyusun mengangkat topik dalam penelitian tugas akhir dengan judul : **" Peningkatan Kuat Dukung Pada Perkuatan Tanah Lempung Dengan Menggunakan Geotekstil. "**

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung asli dari Dusun Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.
2. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat mekanik tanah lempung yang sudah diperkuat dengan bahan geotekstil jenis *woven*.

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran pengaruh dari penggunaan geotekstil jenis *woven* terhadap kuat dukung tanah lempung.

1.4 Batasan Masalah

1. Tanah lempung yang digunakan berasal dari lokasi Dusun Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.
2. Penelitian terbatas pada sifat fisik dan mekanik tanah lempung, tidak menganalisis unsur kimia tanah lempung.
3. Bahan yang digunakan untuk perkuatan tanah lempung adalah geotekstil jenis *woven* dengan variasi lapisan 1, 2 dan 3 lapis.
4. Dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh perubahan temperatur sampel tanah lempung.

1.5 Lokasi Pengujian Penelitian

Penelitian dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14,4 Sleman, Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Nugraha Nurwantara (2002)

Penelitian yang dilakukan oleh Nugraha Nurwantara (2002), mengambil topik "Perkuatan Tanah Secara Mikro Dengan Geotekstil". Hasil tersebut dengan penambahan serat geotekstil 0,4% untuk panjang serat 1 cm akan menyebabkan penurunan nilai kohesi tanah (c) sebesar 6,24% tetapi akan meningkatkan kekuatan geser tanah sebesar 45,92% karena tegangan aksial meningkat. Semakin banyak serat geotekstil yang ditambahkan pada tanah akan meningkatkan kekuatan tanah. Pada penambahan serat geotekstil 0,4% untuk panjang serat 3 cm kekuatan geser tanah meningkat sebesar 70,45%. Pada penambahan serat geotekstil dengan prosentase 1% kekutan geser tanah akan menurun 2,33%. Jadi penambahan panjang serat 3 cm akan lebih meningkatkan kekuatan geser tanah dibandingkan dengan yang 1 cm. Pada penggunaan serat geotekstil dengan panjang 3 cm dengan prosentase campuran 0,4% kekutan geser tanah lebih besar 18,66% dibandingkan dengan yang 1 cm.

2.2 Penelitian Budi Satiawan dan Fitra Darnella (2003)

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Satiawan dan Fitra Darnella (2003), mengambil topik "Perbaikan Parameter Mekanis Tanah Urug Dengan Cara Stabilisasi Dan Perkuatan Tanah". Hasil penelitian tersebut dengan menggunakan

bahan aditif kapur karbid pada kadar 12% dapat memperbaiki konsistensi tanah, indeks plastisitas meningkat sebesar 78,71% dan batas susut meningkat sebesar 36,59%.

Pengukuran tanah asli dengan penambahan aditif karbid dan geotekstil dilakukan dengan Pengujian Kuat Tekan Bebas dan Pengujian Triaksial Tipe UU, dengan hasil :

1. Uji Tekan Bebas

   Tanah asli yang dicampur dengan aditif kapur karbid, mengalami peningkatan parameter mekanis. Pada penambahan kapur karbid 9% nilai kohesi tanah meningkat maksimum sebesar 23,17% dan nilai sudut gesek dalam meningkat sebesar 108,42%. Tanah asli yang diberi geotekstil 3 lapisan mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 24,50% dan nilai sudut gesek dalam sebesar 221,05%. Sedangkan tanah asli yang mengalami penambahan aditif kapur karbid optimum dan geotekstil optimum mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 21,19% dan nilai sudut gesek dalam sebesar 28,21%.

2. Uji Triaksial Tipe UU

   Tanah asli yang mengalami penambahan aditif kapur karbid, mengalami peningkatan parameter mekanis. Pada penambahan kapur karbid 9% nilai kohesi tanah meningkat maksimum sebesar 448,12% dan sudut gesek dalam meningkat maksimum sebesar 75,36%. Tanah asli yang mengalami penambahan geotekstil 3 lapisan mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 254,03% dan nilai sudut gesek dalam sebesar 168,06%. Sedangkan tanah asli yang mengalami penambahan aditif kapur karbid optimum dan lapisan geotekstil optimum

mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 68,4% dan nilai sudut geser dalam sebesar 132,69%.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

3.1.1 Definisi Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan secara sebagai bahan yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia atau satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk, berpartikel padat dengan disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. (Mekanika Tanah, Braja M. Das, 1988).

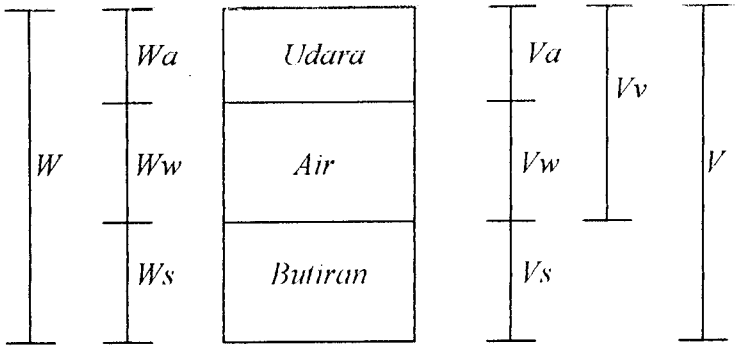
Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan suatu bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada diatasnya. Oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi haruslah dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar.

Karakteristik tanah dasar adalah bagian terbawah dari suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis-lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya. Tanah dasar akan banyak berpengaruh terhadap lapisan perkerasan diatasnya, karena itulah mempersiapkan tanah dasar merupakan suatu pekerjaan yang penting bagi pembangunan konstruksi jalan raya.

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori

udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori.

Bagian-bagian dari tanah itu sendiri dapat kita gambarkan dalam bentuk diagram fase tanah berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo, 1992)

Dari gambar tersebut diperoleh persamaan :

$W = Ws + Ww$ .....(3.1)

$V = Vs + Vw + Va$ .....(3.2)

$Vv = Vw + Va$ .....(3.3)

Keterangan :

Ws = berat butiran padat

Ww = berat air

Vs = volume butiran padat

Vw = volume air

Va = volume udara

Vv = volume pori

Berat udara (Wa) dianggap sama dengan nol.

Istilah-istilah umum yang dipakai untuk hubungan berat adalah kadar air (*moisture content*) dan berat (*unit weight*). Definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kadar Air (w)

   Kadar air (w) juga disebut *water content* didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki.

$$w = \frac{Ww}{Ws} \times 100\% \quad \text{.....(3.4)}$$

   keterangan : w = kadar air

   Ww = berat air

   Ws = berat butiran

2. Berat Volume Tanah (γ)

   Berat volume tanah (γ) adalah berat tanah dibagi dengan volume.

$$\gamma = \frac{Ww + Ws}{V} \quad \text{.....(3.5)}$$

   keterangan : γ = berat volume tanah

   V = volume total

3. Berat Jenis (Gs)

   Berat jenis adalah perbandingan volume butiran tanah dengan volume air.

$$Gs = \frac{\gamma s}{\gamma w} = \frac{Ww}{Vs\gamma w} \quad \text{.....(3.6)}$$

   keterangan : γs = berat volume tanah butiran padat

   γw = berat volume air

   Vs = volume tanah

3.1.2 Analisis Granuler

1. Pengujian Analisis Hidrometer

   Maksud pengujian adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan nomor 100. Pengujian dilakukan dengan analisa sendimen dengan hidrometer.

2. Pengujian Analisis Saringan

   Menentukan presentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200.

3.1.3 Batas Konsistensi Tanah

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisnya, dimana plastisitas disebabkan oleh adanya partikel dalam tanah. Batas-batas konsistensi tanah yang dikemukakan oleh A. Atteberg (1911) didasarkan kepada kadar air, yaitu :

a. Batas Cair / *Liquid Limit* (LL)

   Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (batas bawah dari daerah plastis).

b. Batas Plastis / *Plastic Limit* (PL)

   Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

c. Batas Susut / *Shrinkage Limit* (SL)

   Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu presentase kadar air dimana pengurangan kadar

air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya. Batas susut dinyatakan dalam persamaan :

$$SL = \frac{(m_1 - m_1)}{m_2} - \frac{(V_2 - V_2)\gamma w}{m_2} \times 100\% \quad \text{.....(3.7)}$$

Keterangan :

m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

m_2 = berat tanah kering oven (gr)

V_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

V_2 = volume tanah kering oven (cm^3)

γw = berat jenis air

3.2 Pengujian Untuk Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah

3.2.1 Uji Proktor Standar

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk menghasilkan pemampatan partikel. Proktor (1933) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering supaya tanah padat. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering maksimumnya.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γd) dengan berat volume basah (γb) dan kadar airnya (w), dinyatakan :

$$\gamma d = \frac{\gamma b}{1 + w} \quad \text{.....(3.8)}$$

Dalam pengujian pemadatan, pengujian dilakukan paling sedikit lima kali dengan kadar air tiap pengujian divariasikan. Selanjutnya, digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume kering pada ordinat.

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*). Pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang. Bila seluruh udara didalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan, tanah akan berada dalam kedudukan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum.

3.2.2 Pengujian CBR

Uji CBR dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Nilai CBR selanjutnya dipakai untuk penentuan tebal perkerasannya. Uji ini dikembangkan oleh *California State Highway Department*, Amerika Serikat pada tahun 1930.

CBR (*California Bearing Ratio*) didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban pengujian (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam presentase.

$$\text{CBR} = \frac{P_T}{P_s} \times 100\% \quad \text{.....(3.9)}$$

keterangan : P_T = beban pengujian (*test load*)

P_s = beban standar (*standar load*)

Nilai CBR yang diperoleh kemudian dipakai untuk menentukan tebal perkerasan yang akan dibuat diatas tanah dasar. Semakin besar nilai CBR-nya, maka tebal perkerasannya akan semakin kecil.

Dalam penelitian kali ini tidak ditinjau pengaruh air terhadap kekuatan tanah dasar, sehingga tidak dilakukan pengujian CBR rendaman dan untuk benda uji CBR hanya menggunakan 2 lapis geotekstil, karena disesuaikan dengan ketentuan prosedur pengujian CBR.

3.2.3 Pengujian Tekan Bebas

Pengujian tekan bebas bermaksud untuk menentukan besarnya sudut geser dalam (φ), kohesi tanah (c) dan kuat tekan tanah (qu). Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya aksial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tanah tersebut tidak pecah.

3.3 Geotekstil

Geotekstil adalah suatu material *geosintetik* atau bahan yang berasal dari *polymer sintetik* seperti *polypropilen, polyetilen, nylon* dan *polyvynil* dari dua tahap :

1. Membentuk atau membuat elemen-elemen garis seperti filament, serat (*fiber*) dan benang (*yarn*) yang berasal dari bahan-bahan *polymer* seperti *polypropylene* dan *polyetilen.*
2. Elemen-elemen garis ini kemudian dikombinasikan menjadi suatu material bidang yang kemudian disebut kain atau tenunan, melalui suatu proses pabrikasi yang memenuhi standar sesuai persyaratan yang telah ditentukan.

Dua tipe utama geotekstil adalah :

1. *Woven* Geotekstil yaitu suatu geotekstil yang dibentuk dari dua elemen garis yang saling tegak lurus dimana keduanya dijalin atau dianyam menjadi satu struktur bidang.
2. *Non Woven* Geotekstil yaitu geotekstil yang dibentuk dari elemen-elemen segaris (filamen atau serat-serat) yang diatur secara mekanis melalui suatu proses kimia dan pengontrolan suhu.

Penggunaan geotekstil pada suatu konstruksi umumnya dirancang sesuai fungsinya yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentu dari geotekstil, yaitu :

1. Lapisan pemisah dibutuhkan pada saat geotekstil diletakkan diantara dua jenis material yang berbeda. Pada penggunaan geotekstil didalam konstruksi jalan untuk memisahkan agregat dengan lapisan tanah dasar yang mempunyai daya dukung yang lemah. Sifat geotekstil yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah kekuatan terhadap pukulan, sobek, tahan pecah dan tembus air.
2. Lapisan penyaring adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari suatu sisi permukaan ke sisi lainnya. Dalam beberapa kasus, geotekstil juga dibutuhkan untuk meloloskan air tanpa rintangan, seperti dalam keadaan dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan. Contoh penggunaan dapat dilihat pada geotekstil yang digunakan untuk membungkus agregat batu drainasi pada konstruksi drainasi jalan.
3. Penyaluran air pada saluran air umumnya, terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai saringan dan sebagai saluran air. Biasanya masuknya tanah disekitar kedalaman saluran drainasi karena terbawa

oleh air tanah yang menuju saluran air tersebut. Dengan kemampuan geotekstil yang tembus air dan mempunyai kemampuan menyaring maka bahan ini sangat tepat untuk berfungsi sebagai filter, yaitu menahan butiran tanah yang terbawa oleh air agar tidak masuk ke saluran drainasi.

4. Pelindung air, terjadi bila bahan tersebut diletakkan diatas aspal yang lama sebelum dihamparkan aspal yang baru. Contoh penggunaannya adalah sebagai lapisan pemisah yang berfungsi untuk mencegah retak refleksi pada lapisan ulang aspal.
5. Perkuatan tanah (*soil reinforcement*). Pada umumnya tanah tidak mampu menahan tegangan tarik. Jika dijumpai kondisi tersebut diatas, maka akan dibuatkan suatu konstruksi geoteknik yang biayanya cukup mahal. Sebagai contoh adalah pembuatan lereng yang sangat curam. Jika lereng tersebut terbuat alami dengan nilai kohesi tinggi mungkin konstruksi masih aman. Tetapi jika dibuat tanah dengan urugan, maka biasanya diperkuat dengan tembok dinding penahan tanah. Tembok penahan tanah dari pasangan batu akan membutuhkan dimensi yang relatif besar, sehingga akan membutuhkan areal yang cukup luas. Jika dibuat dengan beton bertulang membutuhkan waktu yang lama, biaya yang mahal serta kecermatan penulangan. Dengan kemampuan geotekstil yang mampu menahan tarikan dan mampu menahan geser, maka bahan tersebut dapat digunakan sebagai perkuatan pada tanah.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Persiapan Penelitian

Tanah yang dijadikan sampel diambil dari lokasi Dusun Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Sampel tanah yang ada dilokasi diambil dibawa ke laboratorium berupa *Disturb* (terganggu). Persiapan pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian Mekanika Tanah.

4.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah semua alat yang berkaitan dengan pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah berdasarkan standarisasi *American Society for Testing Material* (*ASTM*).

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Tanah

   Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung dari daerah Dusun Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

2. Air

   Air yang dipakai adalah air PDAM yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan adalah jenis *woven* dengan jenis *Textron* tipe GM 250 produksi PT. Geomad Indonesia Jakarta.

4.3 Pengujian yang Dilakukan

Pengujian yang dilakukan di laboratorium adalah :

1. Analisis Granuler (ASTM D 421-72)
2. Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72)
3. Batas-batas Konsistensi Tanah (ASTM D 423-66)
   a. Batas Cair (ASTM D 423-66)
   b. Batas Plastis (ASTM D 424-74)
   c. Batas Susut (ASTM D 427-74)
4. Proktor Standar (ASTM D 698-70)
5. CBR-*California Bearing Ratio* (ASTM D 1883-73)
6. Tekan Bebas (ASTM D 2166-85)

4.4 Prosedur Pengujian Kepadatan dan Daya Dukung Tanah

4.4.1 Pengujian Proktor Standar

1. Benda Uji
   a. Bila sampel tanah dari lapangan dalam keadaan lembab dikeringkan dulu sehingga menjadi gembur. Pengeringan dilakukan di udara atau dengan alat pengering lain dengan suhu sekitar 60° C, kemudian gumpalan tanah tadi ditumbuk tetapi butir asli tidak pecah.
   b. Tanah yang sudah ditumbuk disaring dengan saringan no.4

c. Jumlah sebanyak 15 kg

d. Benda uji dibagi dalam 6 bagian, tiap bagian dicampur air yang ditentukan dan dicampur sampai merata. Penambahan air diatur sehingga diperoleh benda uji sebagai berikut :

1) Tiga buah sampel dengan kadar air kira-kira dibawah optimum dan tiga sampel yang kira-kira diatas optimum

2) Perbedaan kadar air masing-masing antara 3% sampai 5%

3) Masing-masing benda uji dimasukkan kedalam kantong plastik, disimpan selama 12 jam sampai air merata pada contoh tanah.

2. Prosedur Pengujian

a. Timbang cetakan 102 mm (4 inc) dan keping alas dengan ketelitian 5 gram (W_1 gram)

b. Cetakan, leher dan keeping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.

c. Ambil salah satu dari keenam sampel yang sudah disiapkan, diaduk dan

dipadatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :

1) Jumlah seluruh tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 5 mm.

2) Pemadatan dilakukan dengan alat tumbuk standar dengan berat 2,495 kg (5,5 lb) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12inc)

3) Tanah dipadatkan dalam tiga lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbukan.

d. Leher sambung dilepas, potong kelebihan tanah dari bagian keliling dengan pisau perata. Timbangan cetakan yang berisi benda uji beserta keeping alas dengan ketelitian 5 gram (W_2)

e. Benda uji dikeluarkan dengan alat ekstruder dan ambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air kemudian tentukan kadar airnya.

f. Lakukan pengujian yang sama untuk sampel tanah yang lain.

4.4.2 Pengujian CBR Laboratorium

1. Benda uji

   a. Ambil contoh tanah kering udara sebanyak 5 kg

   b. Campur tanah tersebut dengan air sampai kadar air optimum (nilai kadar optimum dilihat pada pengujian pemadatan).

   c. Untuk mencapai kadar air optimum tersebut diperlukan penambahan air dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{penambahan air} = 5000 \times \frac{100 + B}{100 + A} - 1 \text{ (cc)}$$

keterangan : A = kadar air mula-mula

B = kadar air optimum

5000 = berat contoh (gr)

   d. Setelah dicampur hingga rata, masukkan contoh tanah tadi ke dalam kantong plastik, diikat kemudian diamkan selama 24 jam.

   e. Timbang cetakan (*mold*) lalu catat beratnya. Pasang cetakan pada keeping alas dan masukkan spencer disk di dalamnya kemudian pasang kertas filter diatasnya.

f. Padatkan contoh tanah yang sudah dicampur air pada keadaan optimum ke dalam cetakan, kemudian laksanakan pemadatan sesuai dengan percobaan pemadatan. Jumlah tumbukan yang dibutuhkan adalah 56 kali. Untuk benda uji yang diperkuat dengan Geotekstil jumlah tumbukan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan benda uji yang akan dibuat.

g. Buka leher sambungan (*collar*) dan ratakan tanah dengan pisau.

h. Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Timbang benda uji beserta cetakannya kemudian catat beratnya.

i. Untuk pemeriksaan CBR langsung (*unsoaked CBR*), benda uji ini telah siap untuk diperiksa nilai CBR-nya.

2. Prosedur Pengujian

a. Letakkan benda uji beserta keeping alas diatas mesin penetrasi. Letakkan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 pound).

b. Pasang torak penetrasi dan diatur pada permukaan benda uji sehinnga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara Permukaan benda uji dengan torak penetrasi.

c. Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 inc/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inc (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inchi.

d. Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi

sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inchi).

e. Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

4.4.3 Pengujian Tekan Bebas

1. Benda uji

Benda uji berupa tanah berbentuk silinder, tinggi silinder harus antara 2 sampai 3 kali lipat diameter. Diameter minimum benda uji adalah 3,30 cm. jika diameter benda uji 3,3 cm butir tanah terbesar yang diijinkan ada dalam benda uji adalah 1/10 kali diameter benda uji, sedangkan diameter benda uji 7,10 cm, butir tanah terbesar yang diijinkan ada dalam benda uji adalah 1/6 diameter benda uji.

2. Prosedur Pengujian

a. Persiapan benda uji

1). Bila contoh tanah yang diuji adalah contoh tanah tidak asli (disturbed) ukuran lebih besar dari pada benda uji yang diinginkan, potonglah benda uji dengan pisau atau gergaji kawat sehingga sesuai dengan benda uji yang diinginkan.

2). Ukur dengan teliti dan catat ukuran diameter dan tinggi dari benda uji, timbang benda uji untuk menghitung berat volumenya.

3). Untuk benda uji yang diperkuat dengan geotekstil, benda uji dibuat sesuai dengan cetakan.

b. Pembebanan

Tempatkan sampel tanah di atas mesin penekan secara vertikal dan sentris pada pelat dasat alat tekan.

1). Atur alat tekan sehingga plat atas menyentuh permukaan tanah.

2). Dial pada penunjuk beban diatur sehingga menunjukkan nol, demikian pula pada dial pengukur regangannya.

3). Lakukan penekanan dengan mengatur kecepatan pembebanan, dengan kecepatan 1 % tiap menit atau 1,4 mm/menit.

4). Pembacaan dilakukan pada interval waktu 30 detik.

5). Pembebanan dihentikan apabila dial penunjuk beban sudah mengalami penurunan dua kali, atau regangannya sudah mencapai 20% dari tinggi semula.

6). Ambil sampel tanah tadi kemudian ukur sudut pecahnya dengan mengukur sudut (α).

7). Kemudian benda uji dimasukkan dalam kantong plastic, diremas-remas (dihancurkan) setelah itu dicetak kembali dalam tabung cetak belah.

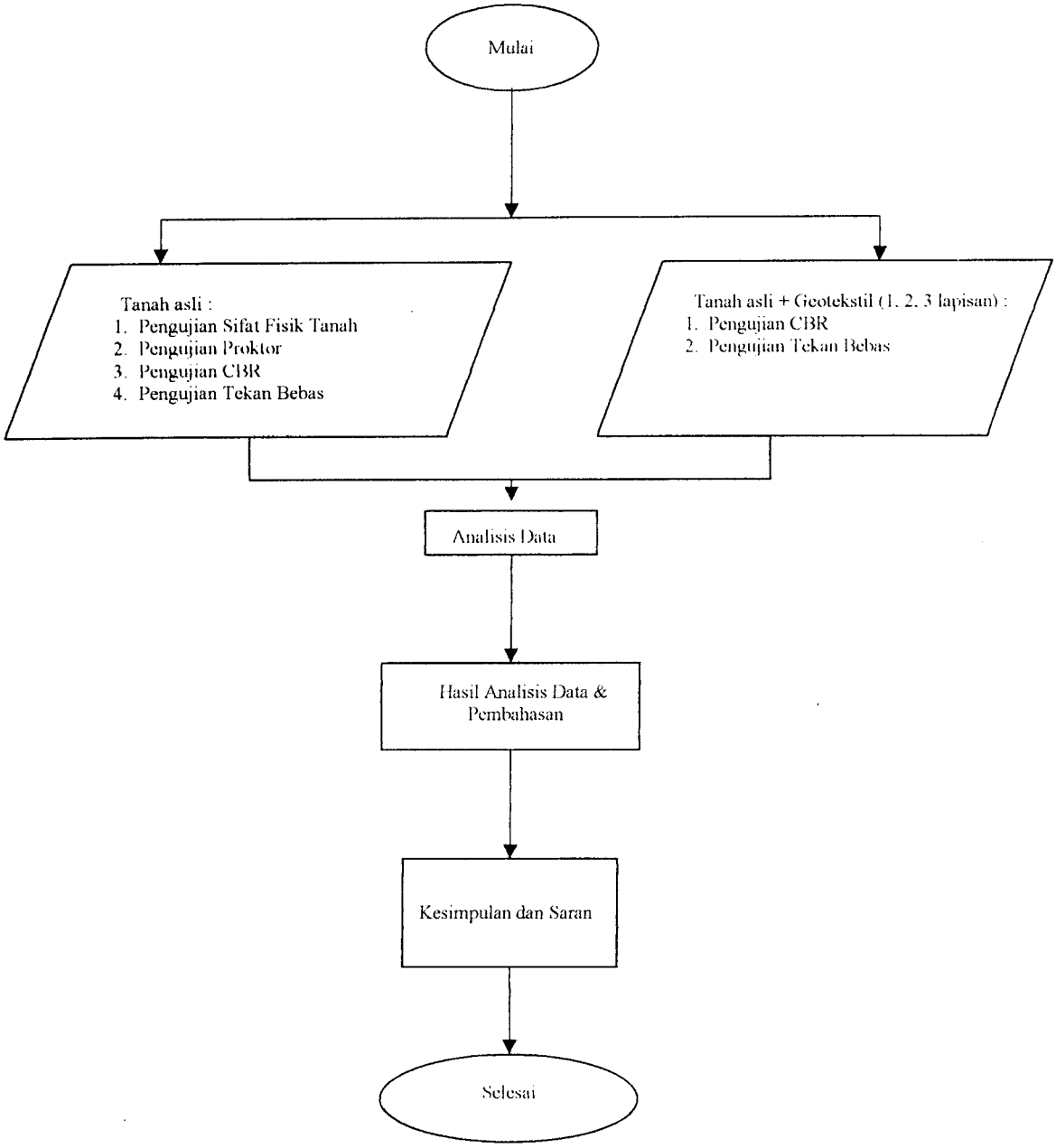
8). Benda uji hasil cetakan ini (*remolded*) diuji lagi sesuai prosedur pembebanan.

9). Tentukan kadar air tanahnya.

4.5 Data Penelitian

1. Kadar air (w), dalam persen (%)
2. Berat jenis (Gs)

3. Batas cair (LL), dalam persen (%)
4. Batas plastisitas (PL), dalam persen (%)
5. Indeks plastis (IP), dalam persen (%)
6. Berat kering maksimum, dalam (kg/cm^2)
7. Kadar air optimum (w opt), dalam persen (%)
8. Kohesi (c), dalam (kg/cm^2)
9. Sudut geser dalam tanah (φ), dalam derajat (^{0})
10. Kuat tekan bebas tanah (qu), dalam (kg/cm^2)
11. Nilai CBR, dalam persen (%)



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

BAB V

HASIL PENGUJIAN DI LABORATORIUM

Pada bab ini akan diterangkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terhadap tanah lempung asli dan tanah lempung yang telah diperkuat dengan menggunakan bahan geotekstil jenis *woven*. Hasil-hasil dari pengujian tersaji dalam bentuk tabel dan grafik.

5.1 Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat tanah di Laboratorium Mekanika Tanah meliputi : Berat Jenis Tanah, Batas Konsistensi Tanah (Batas Cair, Batas Plastis, Batas Susut, Indeks Plastiisitas) dan Analisa Butiran.

Tabel 5.1 Data Sifat Tanah Asli Lempung Bayanan yang akan digunakan

No	Sifat-sifat Tanah	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis	2,52
2	Batas Cair (%)	54,03
3	Batas Plastis (%)	37,34
4	Indeks Plastisitas (%)	16,69
5	Batas Susut (%)	24,86
6	Lolos Saringan No. 200 (%)	79,85

5.2 Sifat Mekanik Tanah

5.2.1 Pengujian Proktor Standar

Hasil dari pengujian proktor standar ini diperoleh Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm^3) dan Kadar Air Optimum (%).

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Proktor Standar

No	Keterangan	Hasil Pengujian
1	Berat Volume Kering Optimum (gr/cm^3)	1,34196
2	Kadar Air Optimum (%)	30.89

5.2.2 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR dilakukan terhadap sampel tanah yang telah dipadatkan dengan kondisi pada saat kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

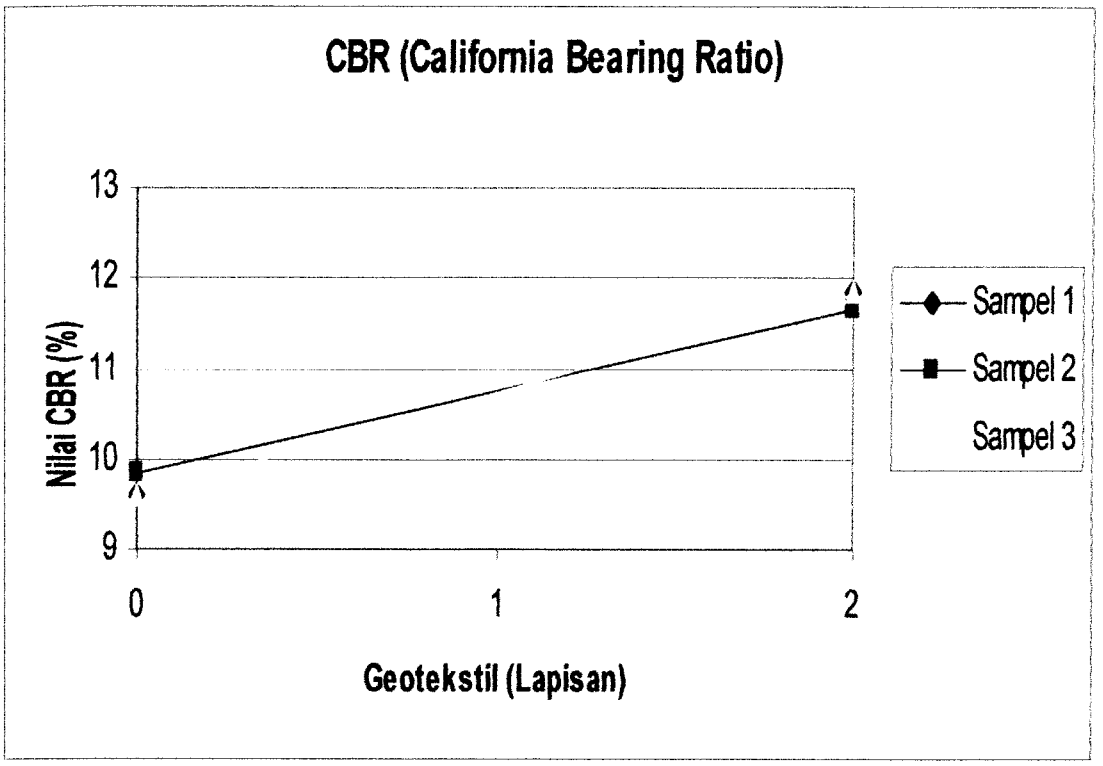
Lapisan Geotekstil	Harga CBR (%)		
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
0	9,59	9,82	9,59
2	11,87	11,64	11,87

5.2.3 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength Test*)

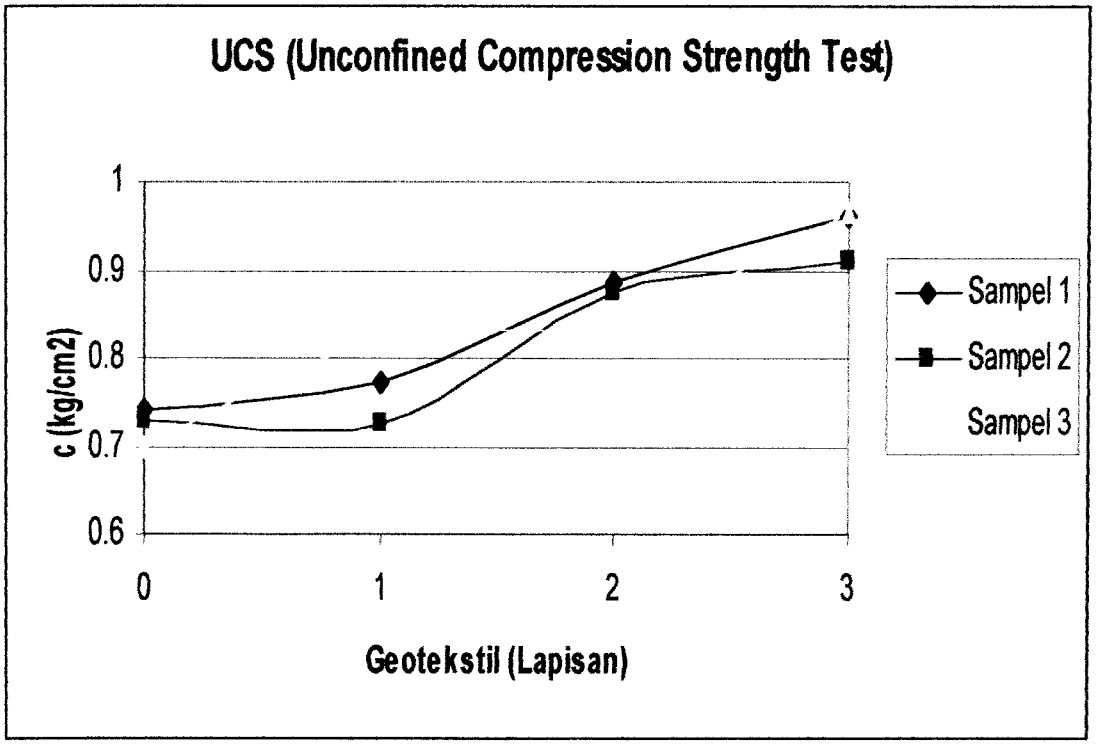
Pengujian Kuat Tekan Bebas dilakukan pada sampel tanah yang dibentuk dengan kondisi pada saat kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength Test*)

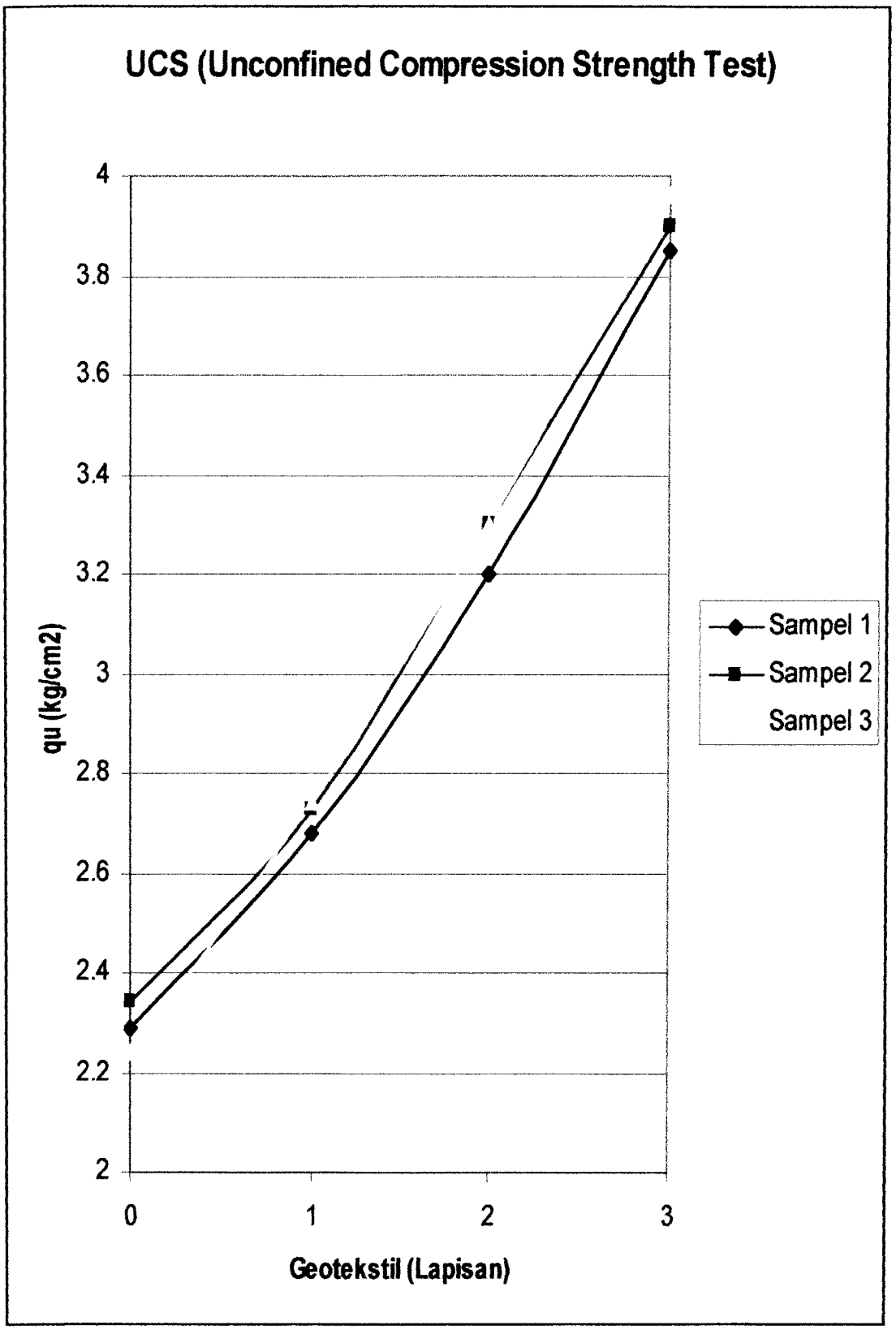
Lapisan Geotekstil	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3		
	qu (kg/cm^2)	c (kg/cm^2)	Φ (^{0})	qu (kg/cm^2)	c (kg/cm^2)	Φ (^{0})	qu (kg/cm^2)	c (kg/cm^2)	Φ (^{0})
0	2,29	0,741	24	2,34	0,729	26	2,24	0,697	26
1	2,68	0,773	30	2,73	0,726	34	2,74	0,823	28
2	3,20	0,885	32	3,30	0,876	34	3,30	0,840	36
3	3,85	0,959	37	3,90	0,909	40	3,96	0,963	38



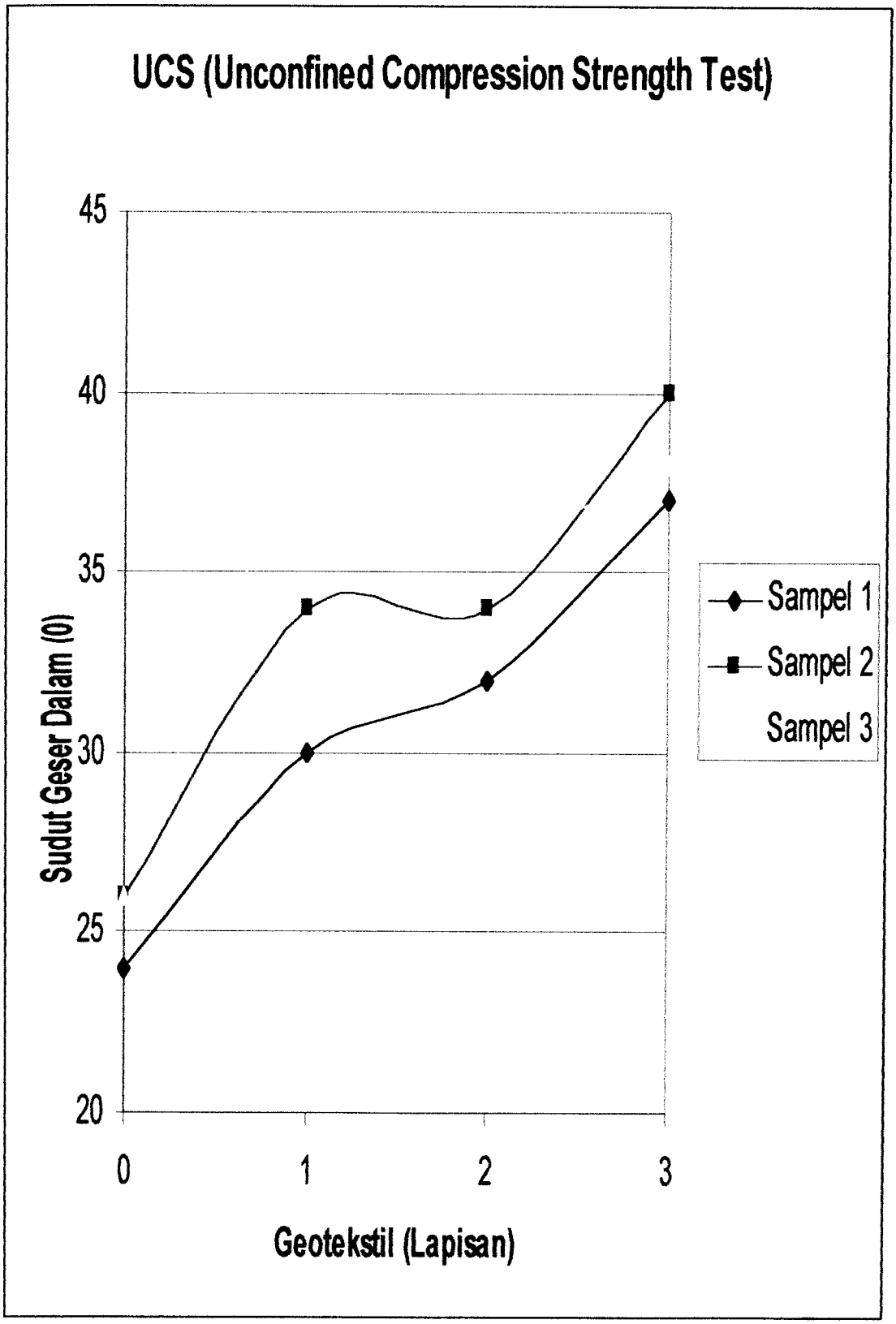
Gambar 5.1 Hasil Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)



Gambar 5.2 Hasil Pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength Test*)



Gambar 5.3 Hasil Pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength Test*)



Gambar 5.4 Hasil Pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength Test*)

BAB VI

PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas karakteristik dari lempung Bayanan berdasarkan hasil dari penelitian Laboratorium yang telah disajikan dalam bab lima. Selain itu juga dibahas pengaruh tanah yang telah diperkuat dengan Geotekstil.

6.1 Sifat-sifat Tanah Asli

Dari analisis granuler didapat presentase pasir 20,15%, lanau 40,71% dan lempung 39,14%, maka berdasarkan klasisfikasi tanah USCS tanah Bayanan tergolong kedalam lempung berlanau (*silty clay*), dengan berat jenis 2,52, batas cair 54,03%, batas plastis 37,34%, batas susut 24,86% dan index plastisitas 16,69%.

6.2 Pengaruh Penggunaan Geotekstil Terhadap Kuat Dukung Tanah

Penggunaan perkuatan tanah dengan menggunakan geotekstil juga mampu memberikan peningkatan nilai parameter mekanis tanah.

Pada pengujian CBR (California Bearing Ratio), perkuatan dengan penambahan geotekstil sebanyak 2 lapisan mampu memberikan peningkatan nilai CBR, terjadi peningkatan Nilai CBR yaitu sebesar 21,92% dari tanah asli.

Pada pengujian Kuat Tekan Bebas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai c (kg/cm^2), φ (^{0}) dan qu (kg/cm^2). Pada. perkuatan dengan

penambahan geotekstil sebanyak 1, 2 dan 3 lapisan mampu memberikan peningkatan secara maksimal. Pada perkuatan dengan 3 lapis geotekstil diperoleh peningkatan kohesi sebesar 30,56% terhadap tanah asli, begitu juga pada sudut geser dalam terjadi peningkatan yaitu sebesar 51,3% terhadap tanah asli, dan nilai qu naik sebesar 70,74% terhadap tanah asli.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap tanah lempung Bayanan dapat diambil kesimpulan :

1. Dengan presentase pasir 20,15%, lanau 40,71% dan lempung 39,14%, maka berdasarkan klasisfikasi tanah USCS tanah Bayanan tergolong kedalam lempung berlanau (*silty clay*), dengan berat jenis 2,52, batas cair 54,03%, batas plastis 37,34%, batas susut 24,86% dan indeks plastisitas 16,69%.
2. Pada Uji CBR (*California Bearing Ratio*), tanah asli yang telah mengalami perkuatan dengan geotekstil, mengalami peningkatan nilai CBR tanah sebesar 21,92% dari tanah asli.
3. Pada Uji Tekan Bebas, tanah asli yang telah mengalami perkuatan dengan menggunakan geotekstil mengalami kenaikan nilai kohesi tanah dari 0,723 kg/cm^2 menjadi 0,774 kg/cm^2 pada perkuatan dengan 1 lapis geotekstil atau meningkat sebesar 7,05% dari tanah asli. Kemudian meningkat lagi pada perkuatan dengan 2 lapis geotekstil menjadi 0,867 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 19,91% dari tanah asli. Pada perkuatan dengan 3 lapis geotekstil nilai kohesi meningkat lagi menjadi 0,944 kg/cm^2 atau meningkat 30,56% dari tanah asli. Sedangkan untuk nilai sudut geser dalamnya juga

mengalami peningkatan dari 25,34° menjadi 30,67° untuk perkuatan dengan 1 lapis geotekstil atau meningkat sebesar 21,032% dari tanah asli. Untuk perkuatan dengan 2 dan 3 lapis geotekstil masing-masing juga mengalami peningkatan sebesar 34° dan 38,34° atau meningkat sebesar 34,18% dan 51,31% dari tanah asli. Dari meningkatnya nilai kohesi dan sudut gesek dalam maka meningkat pula nilai qu dari 2,29 kg/cm^2 menjadi 2,72 kg/cm^2 atau sebesar 18,78% dari tanah asli, kemudian meningkat lagi menjadi 3,27 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 42,79% dan meningkat lagi menjadi 3,91 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 70,74% dari tanah asli untuk perkuatan dengan menggunakan 1,2 dan 3 lapis geotekstil.

7.2 Saran-saran

Saran-saran ini terutama ditujukan bagi para peneliti yang berminat untuk melanjutkan penelitian lempung Bayanan, khususnya bagi peneliti perkuatan tanah lempung Bayanan dengan geotekstil.

1. Penelitian terhadap lempung Bayanan perlu dilakukan dengan pengambilan tanah pada titik sampel yang lain, untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang karakteristik lempung Bayanan.
2. Penelitian lempung Bayanan dengan bahan perkuatan geotekstil perlu ditindaklanjuti untuk meneliti parameter tanah yang lain seperti pengembangan (*Swelling*), permeabilitas dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Das. Braja. M, 1988, MEKANIKA TANAH I, Penerbit Erlangga, Jakarta

Das. Braja. M, 1993, MEKANIKA TANAH II, Penerbit Erlangga, Jakarta

Dunn. I. S, Anderson. L. R, Kiefer. F. W, DASAR-DASAR ANALISIS GEOTEKNIK, 1992, IKIP Semarang Press, Semarang

Fitra Darnella dan Budi Satiawan, 2003, PERBAIKAN PARAMETER MEKANIS TANAH URUG DENGAN CARA STABILISASI DAN PERKUATAN TANAH, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta

G. Djatmiko Soedarmo, S. J. Purnomo, 1997, MEKANIKA TANAH I, Kanisius, Yogyakarta

Hary Christady, 1992, MEKANIKA TANAH I, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Hary Christady, 2002, MEKANIKA TANAH II, Betta Offset, Perum FT UGM, Yogyakarta

Kabul Basah Suryolelono, 2000, GEOSINTETIK GEOTEKNIK, Penerbit Nafiri, Yogyakarta

Nugraha Nurwantara, 2002, PERKUATAN TANAH SECARA MIKRO DENGAN GEOTEKSTIL, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta

Tim Penyusun, PANDUAN PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH, Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, Yogyakarta

Wesley. L. D, 1977, MEKANIKA TANAH, DPU, Jakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

(Pengujian Berat Jenis Agregat, Analisis Granuler, dan Batas Konsistensi Tanah)

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT

yek : Tugas Akhir
asi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
de sampel : Tanah asli

REGAT HALUS (lolos #10)

1	No pengujian	1	2
2	Berat Picknometer (W1)	15.60	15.74
3	Berat Picknometer +tanah kering (W2)	26.23	26.10
4	Berat Picknometer + tanah + air (W3)	46.53	45.97
5	Berat Picknometer + air (W4)	40.10	39.70
6	Temperatur (t^o)	28.00	28.00
7	Bj pata temperatu (t^0)	0.992670	0.992670
8	Bj pata temperatu (27,5 ^{0}C)	0.996410	0.996410
7	Berat tanah kering (Wt)	10.63	10.36
8	A = Wt + W4	50.73	50.06
9	I = A - W3	4.20	4.09
10	Berat Jenis tanah, Gs = Wt / I	2.53	2.53
11	Bret Jenis = Gs. (Bj t^0 / Bj t 27,5 ^{0}C)	2.52	2.52
12	Berat jenis rata-rata	2.52	

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Jogjakarta.

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah

Tanggal : 5 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

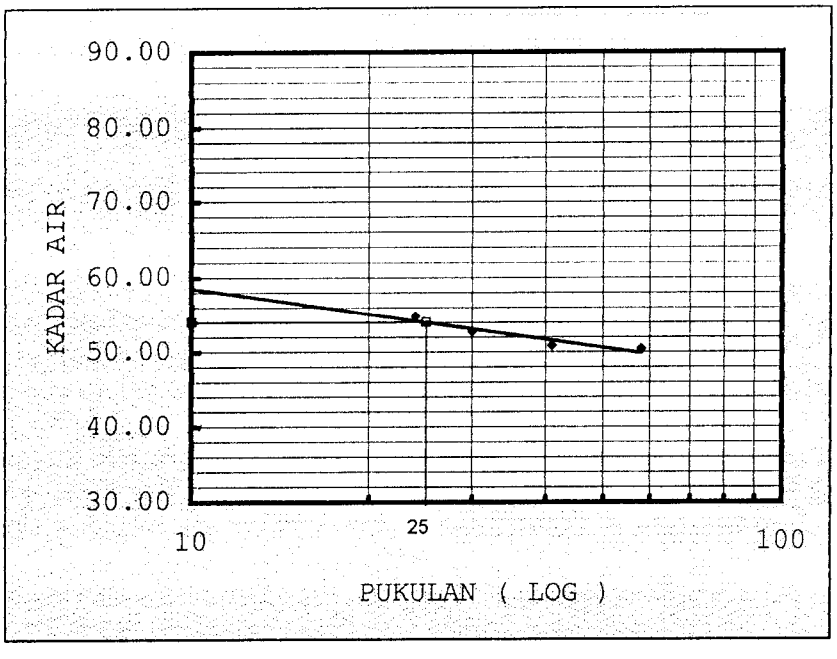
NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
1	NO CAWAN	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat cawan kosong	21.90	22.00	21.70	21.50	21.75	21.60	21.96	21.74
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	47.00	49.60	41.40	46.40	56.30	53.92	38.40	33.60
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	38.10	39.84	34.60	37.80	44.64	43.05	32.71	29.76
5	Berat air (3) - (4)	8.90	9.76	6.80	8.60	11.66	10.87	5.69	3.84
6	Berat tanah kering (4) - (2)	16.20	17.84	12.90	16.30	22.89	21.45	10.75	8.02
7	**KADAR AIR =** (5) / (6) **x 100 % =**	54.94	54.71	52.71	52.76	50.94	50.68	52.93	47.88
8	KADAR AIR RATA-RATA =		54.823		52.74		50.81		50.41
9	**PUKULAN**		24		30		41		58

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO			
1	NO CAWAN	1	2
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.00	21.73
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	47.00	46.90
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	40.20	40.06
5	BERAT AIR (3)-(4)	6.80	6.84
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	18.20	18.33
7	**KADAR AIR =** (5) / (6) **x 100 % =**	37.36	37.32
8	KADAR AIR RATA-RATA =	37.34	

KESIMPULAN

FLOW INDEX	:	**5.202**
BATAS CAIR	:	**54.03**
BATAS PLASTIS	:	**37.34**
INDEX PLASTISITAS	:	**16.69**



GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
Test no
Depth

Location : Dusun Bayanan, Magelang, Jawa Tengah
Date : 1 Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Soil sample (disturbed/undisturbed)
Mass of soil = 60 gr
Specific Grafity , G = 2.520
K2 = a/W x 100 = 1.7204568

Hydromoter type = 152 H
Hydr. Correction, a = 1.032
Meniscus corretion, m = 1

Sive Analisis

Save No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass e/W x 100%	Remarks
4	4.750	d1 = 0.00	e1 = 60.00	100.00	e7 = W - Sd
10	2.000	d2 = 2.15	e2 = 57.85	96.42	e6 = d7 + e7
20	0.850	d3 = 0.43	e3 = 57.42	95.70	e5 = d6 + e6
40	0.425	d4 = 1.54	e4 = 55.88	93.13	e4 = d5 + e5
60	0.250	d5 = 2.25	e5 = 53.63	89.38	e3 = d4 + e4
140	0.106	d6 = 3.86	e6 = 49.77	82.95	e2 = d3 + e3
200	0.075	d7 = 1.86	e7 = 47.91	79.85	e1 = d2 + e2
		Sd = 12.09			

Hirometer Analisis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
12.48										
12.50	2	34	-2.0	28	35	10.564	0.0127	0.02930283	37.3	64.17
12.53	5	31	-2.0	28	32	11.056	0.0127	0.01895869	34.3	59.01
2.55	30	27	-2.0	28	28	11.710	0.0127	0.00796581	30.3	52.13
13.48	60	25	-2.0	28	26	12.038	0.0127	0.00571089	28.3	48.69
14.01	250	22	-2.0	28	23	12.529	0.0127	0.00285426	25.3	43.53
12.48	1440	16	-2.0	27	17	13.512	0.0127	0.00123502	19.3	33.20

Remarks :

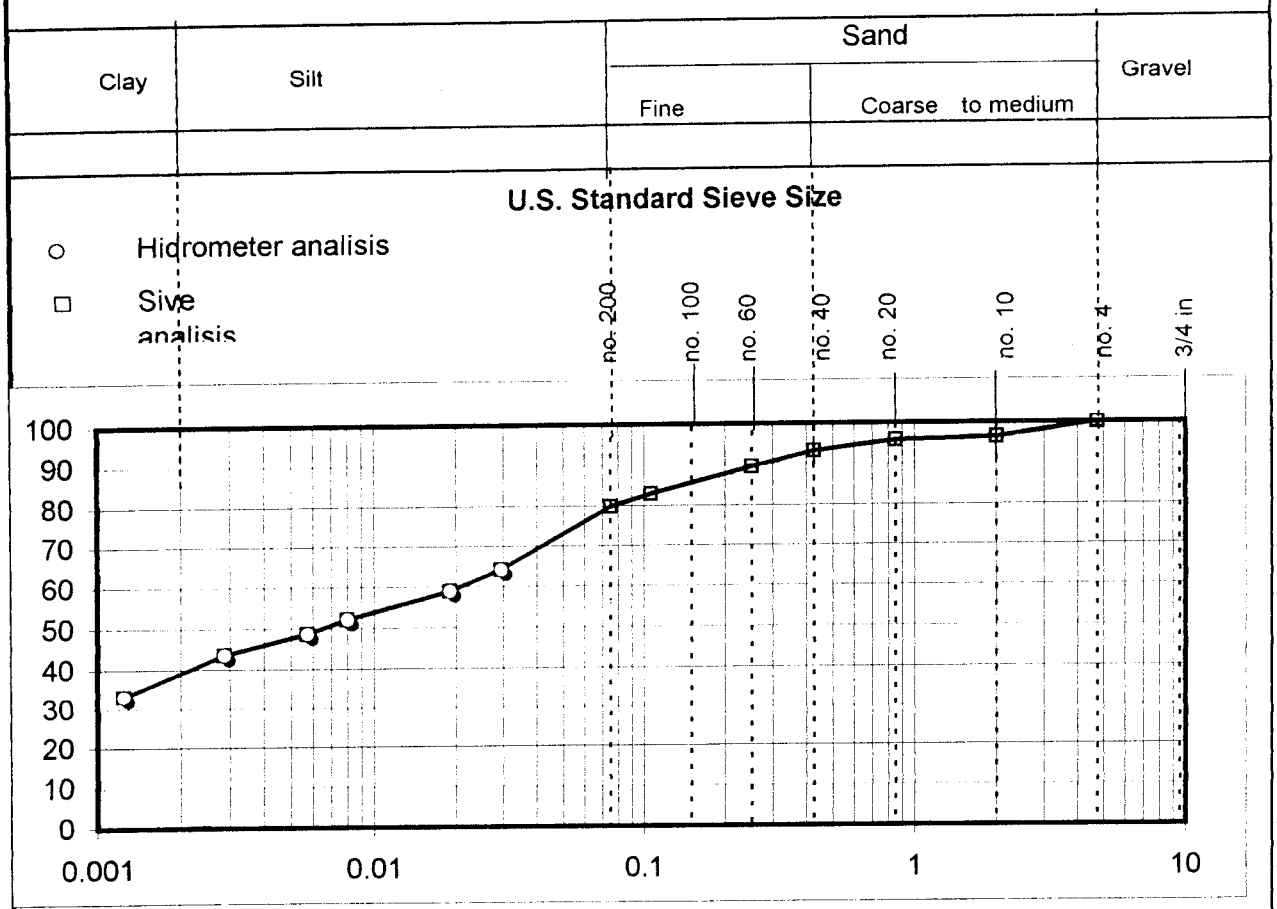
Rc = R1 - R2 + Cr (Cr =Temperatur correction factors)

R' = R1 + m (m correctoin for meniscus)

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project	: Tugas Akhir	Tested	: Wisnu + Fauzi
Smple no.		Date	: 1 Mei 2004
Depth		Location	: Dusun Bayanan, Magelang, Jawa Tengah

Soil sample (disturbed/undisturbed)
Specifig Gravity : 2.52
Discription of soil :



Finer # 200 :	79.85 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	
Sand :	20.15 %	Cu = D60/D10	
Silt :	40.71 %	= D30² / (D10xD60)	
Clay :	39.14 %		

SOIL MECHANICS LABORATORY
CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
NO Sampel : _____

DIKERJAKAN : Wisnu + Fauzi
TANGGAL : 24 April 2004

1	No Pengujian (kode sampel)			1		2	
2	Berat jenis tanah			2.52		2.52	
3	Berat Cawan Susut	W1 (gr)		38.45	41.20	39.90	38.50
4	Berat cawan susut + tanah basah	W2 (gr)		65.20	67.77	66.40	65.40
5	Berat cawan susut + tanah kering	W3 (gr)		56.65	59.40	58.00	56.80
6	Berat air	Wa (gr)	= (W2-W3)	8.55	8.37	8.40	8.60
7	Berat tanah Kering	Wo (gr)	=(W3-W1)	18.20	18.20	18.10	18.30
8	Berat air raksa yang terdesak tanah kering						
	+ gelas ukur	Wr (gr)		198.75	198.75	197.62	197.62
9	Berat gelas ukur	W4 (gr)		39.00	39.00	39.00	39.00
#	Volume tanah kering	Vo (Cm^3)	=(Wr-W4)/13,6	11.75	11.75	11.66	11.66
#	Batas Susut Tanah	SL (%)	=((Vo/Wo)-(1/Gs)) x 100%	24.86	24.86	24.76	24.05
#	Batas susut tanah rata-rata	SL (%)		24.86		24.40	

LAMPIRAN 2

(Pengujian Pemadatan Tanah)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH

Proctor test

PROYEK	: Tugas Akhir	DIKERJAKAN	: Wisnu + Fauzi
Asal Sampel	: Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah	TANGGAL	: 27-Apr-04
NO Sampel	:		

DATA SILINDER			
1	Diameter (ø) cm	:	10.21
2	Tinggi (H) cm	:	11.54
3	Volume (V) cm³	:	944.82
4	Berat gram	:	1873

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

	Berat jenis Gs	:	2.52

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
3	Penambahan air	%	5	7.5	17.5	22.5	27.5
4	Penambahan air	ml	100	150	350	450	550

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah pada	gram	3112	3210	3540	3510	3413
3	Berat tanah padat	gram	1239	1337	1667	1637	1540
4	Berat volume tanah	gr/cm³	1.311	1.415	1.764	1.733	1.630

PENGUJIAN KADAR AIR

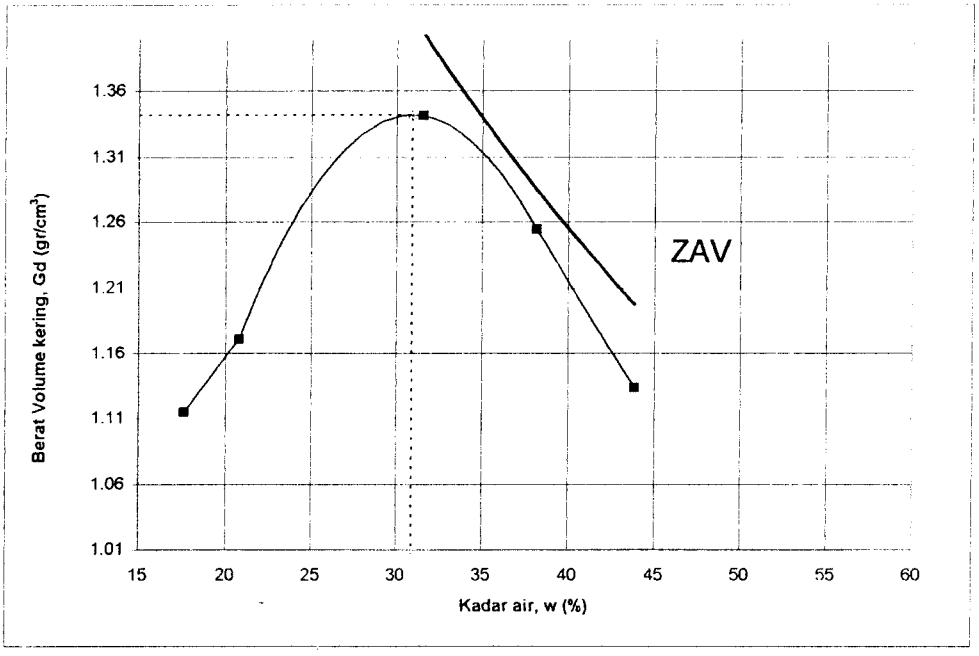
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	22.66	21.60	22.10	22.30	21.60	22.20	22.50	22.45	22.00	21.50
4	Berat cawan + tanah basah	gram	46.70	51.15	35.30	37.30	52.30	53.13	58.60	49.10	51.90	59.40
5	Berat cawan + tanah kering	gram	43.00	46.85	33.00	34.75	45.00	45.65	48.90	41.55	42.95	47.65
8	Kadar air = w	%	18.19	17.03	21.10	20.48	31.20	31.90	36.74	39.53	42.72	44.93
9	Kadar air rata-rata			17.61		20.79		31.55		38.14		43.83
10	Berat volume tanah kering	gr/cm³		1.115		1.172		1.341		1.254		1.133

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)

1.34196

KADAR AIR OPTIMUM (%)

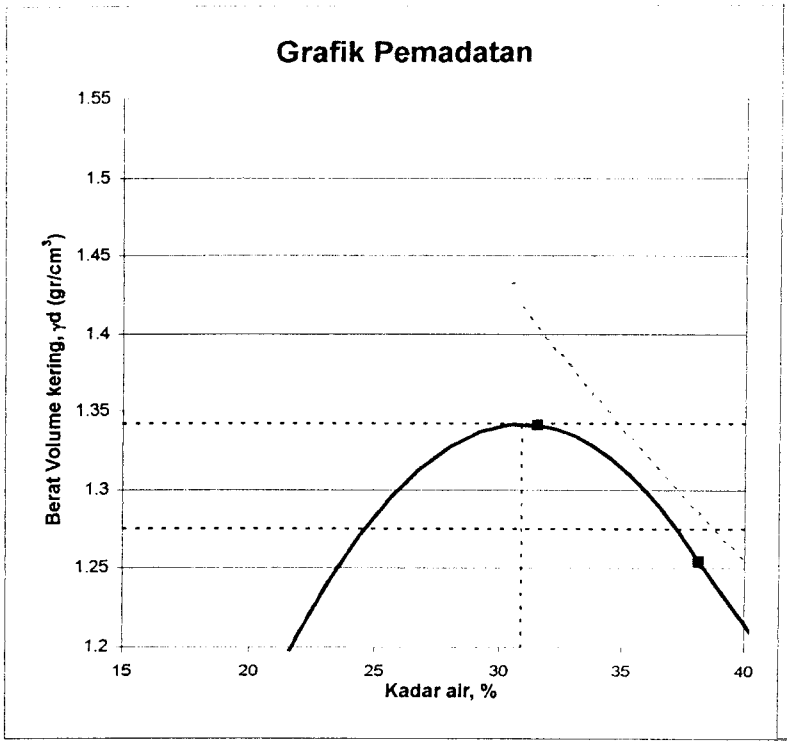
30.89

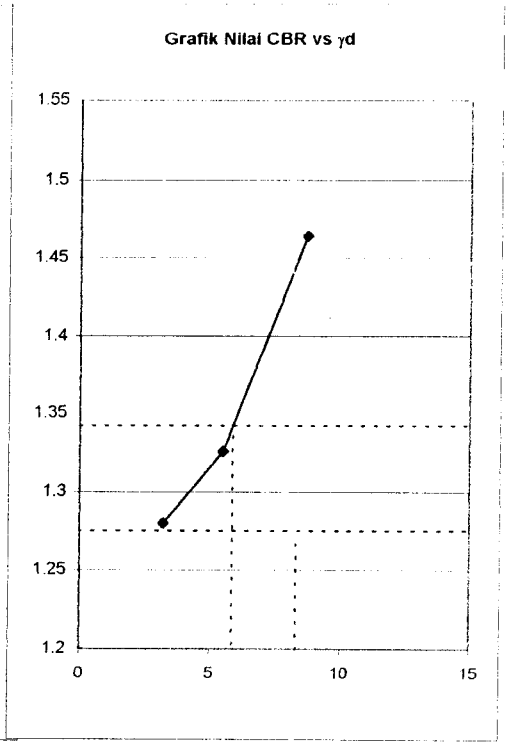


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DESAIN CBR TANPA RENDAMAN
(UNSOAKED CBR DESIGN)

PROYEK : Tugas Akhir — DIKERJAKAN : Wisnu + Fauzi
LOKASI : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah — TANGGAL 27-Apr-04





Berat volume maksimum	(γd Max) =	1.342	gr/cm³
Kadar air optimum	(w) =	30.892	%
95% berat volume maksimum	(γd 95%) =	1.2749	gr/cm³
Nilai CBR pada γd kering maksimum	=	5.8489	%
Nilai CBR pada 95% γd kering maksimu	=	8.3011	%

LAMPIRAN 3

(Pengujian CBR – *California Bearing Ratio*)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
No titik : Tanah Asli-1

Tanggal : 6 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

Standard — Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

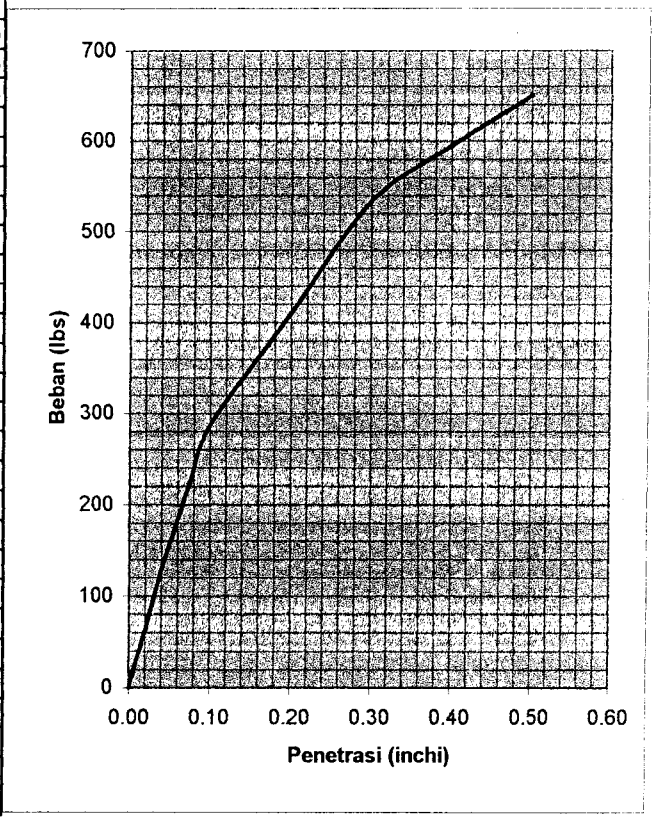
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	1		13.6969	0
1/2	0.025	4		54.7876	0
1	0.050	14		191.757	0
11/2	0.075	19		260.241	0
2	0.100	21		287.635	0
3	0.150	27		369.816	0
4	0.200	30		410.907	0
6	0.300	39		534.179	0
8	0.400	43.5		595.815	0
10	0.500	47.5		650.603	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	67.01	43.50
Tanah kering + cawan (W2 gr)	56.50	38.50
Cawan kosong (W3 gram)	22.00	22.10
Air (W1-W2 gram) ... (1)	10.51	5.00
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	34.50	16.40
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30.46	30.49

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	9.59 %	**9.13 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8320	
Berat cetakan	4584	
Berat tanah basah	3736	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.725	
Berat isi kering	1.322	

ATAS



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
No titik : Tanah Asli-2

Tanggal : 6 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

Standard Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

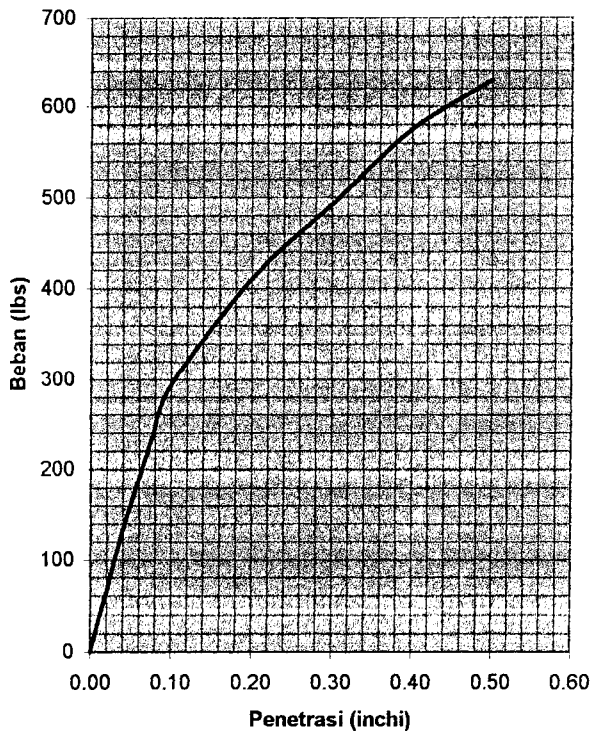
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	7		95.8783	0
1	0.050	10		136.969	0
11/2	0.075	15		205.454	0
2	0.100	21.5		294.483	0
3	0.150	25		342.423	0
4	0.200	30		410.907	0
6	0.300	36		493.088	0
8	0.400	42		575.27	0
10	0.500	46		630.057	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	67.01	43.50
Tanah kering + cawan (W2 gr)	56.50	38.50
Cawan kosong (W3 gram)	22.00	22.10
Air (W1-W2 gram) ... (1)	10.51	5.00
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	34.50	16.40
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30.46	30.49

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	9.82 %	**9.13 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8320	
Berat cetakan	4584	
Berat tanah basah	3736	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.725	
Berat isi kering	1.322	

ATAS



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
No titik : Tanah Asli+ Geotekstil 2 Lapis-1

Tanggal : 6 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

Standard — Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

Penetrasi

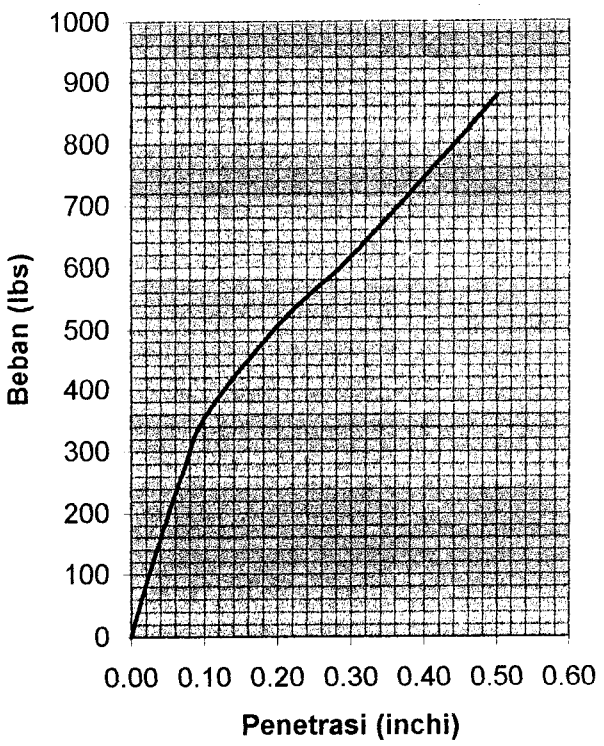
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji Atas	Pembacaan Arloji Bawah	Beban (lbs) Atas	Beban (lbs) Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	5.5		75.333	0
1	0.050	13		178.06	0
11/2	0.075	19		260.241	0
2	0.100	26		356.119	0
3	0.150	30		410.907	0
4	0.200	37		506.785	0
6	0.300	45		616.361	0
8	0.400	54.5		746.481	0
10	0.500	64		876.602	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	71.20	70.21
Tanah kering + cawan (W2 gr)	59.60	59.00
Cawan kosong (W3 gram)	21.80	21.90
Air (W1-W2 gram) ... (1)	11.60	11.21
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	37.80	37.10
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30.69	30.22

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	11.87 %	**11.26 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8344	
Berat cetakan	4584	
Berat tanah basah	3760	
Isi cetakan	2166 28	
Berat isi basah	1.736	
Berat isi kering	1.331	

ATAS



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
No titik : Tanah Asli+ Geotekstil 2 Lapis-2

Tanggal : 6 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

Standard Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8344	
Berat cetakan	4584	
Berat tanah basah	3760	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.736	
Berat isi kering	1.331	

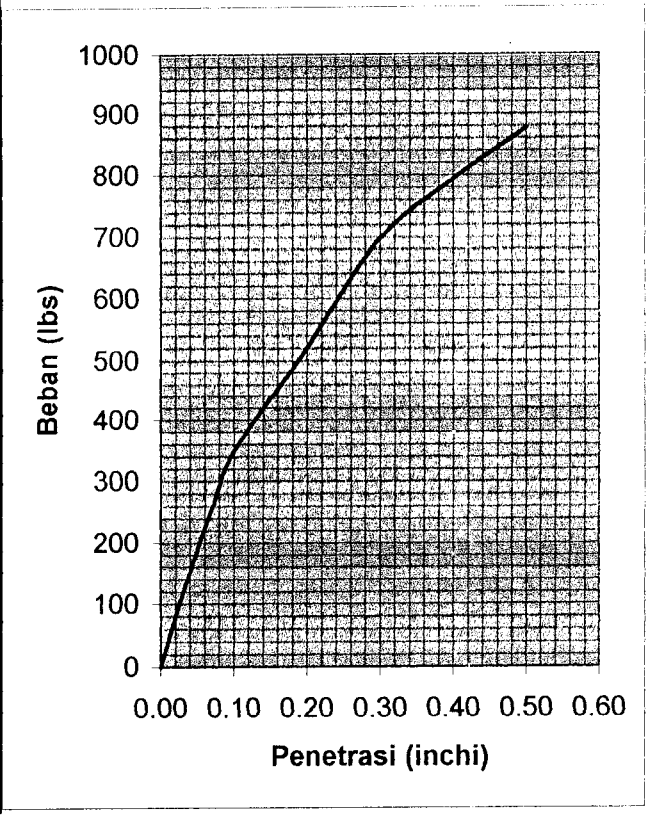
Penetrasi

Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji Atas	Pembacaan Arloji Bawah	Beban (lbs) Atas	Beban (lbs) Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	7		95.8783	0
1	0.050	11.5		157.514	0
11/2	0.075	16		219.15	0
2	0.100	25.5		349.271	0
3	0.150	30		410.907	0
4	0.200	38		520.482	0
6	0.300	51		698.542	0
8	0.400	58		794.42	0
10	0.500	64		876.602	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	71.20	70.21
Tanah kering + cawan (W2 gr)	59.60	59.00
Cawan kosong (W3 gram)	21.80	21.90
Air (W1-W2 gram) ... (1)	11.60	11.21
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	37.80	37.10
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30.69	30.22

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	11.64 %	**11.57 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
No titik : Tanah Asli+ Geotekstil 2 Lapis-3

Tanggal : 6 Mei 2004
Dikerjakan : Wisnu + Fauzi

Standard — Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

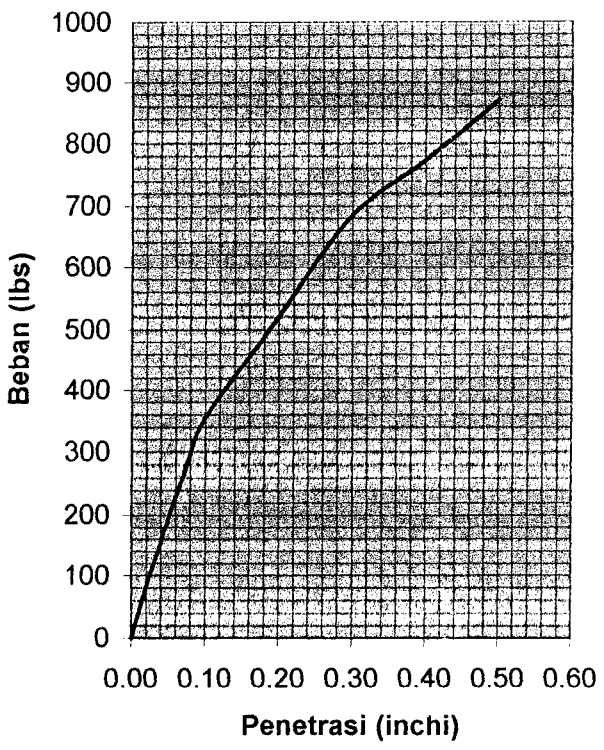
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	3		41.0907	0
1/2	0.025	9		123.272	0
1	0.050	12.5		171.211	0
11/2	0.075	17		232.847	0
2	0.100	26		356.119	0
3	0.150	31		424.604	0
4	0.200	38		520.482	0
6	0.300	50		684.845	0
8	0.400	56.5		773.875	0
10	0.500	63.5		869.753	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	71.20	70.21
Tanah kering + cawan (W2 gr)	59.60	59.00
Cawan kosong (W3 gram)	21.80	21.90
Air (W1-W2 gram) ... (1)	11.60	11.21
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	37.80	37.10
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30.69	30.22

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	11.87 %	**11.57 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8344	
Berat cetakan	4584	
Berat tanah basah	3760	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.736	
Berat isi kering	1.331	

ATAS



LAMPIRAN 4

(Pengujian Kuat Tekan Bebas)

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

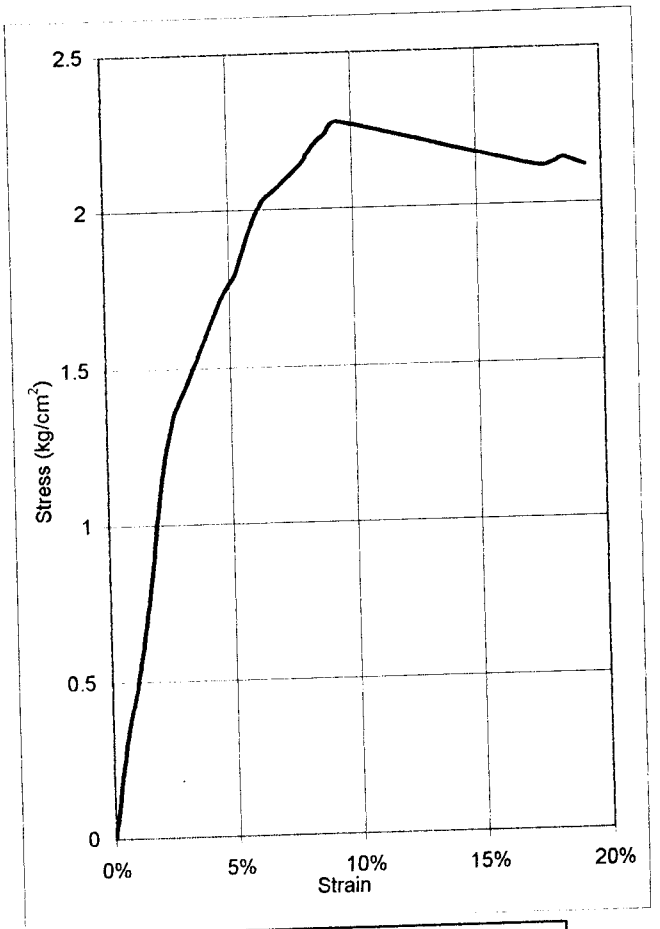
Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Tanah Asli-1

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	155.12
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.70858
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.31367

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	95.60	106.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	79.00	85.98
Water Content %	29.11	31.01
Averege water content %	30.06	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	5.5	0.53%	3.6806	0.306484
80	9	1.05%	6.0228	0.498866
120	14	1.58%	9.3688	0.771885
160	20.5	2.11%	13.7186	1.124217
200	24.5	2.63%	16.3954	1.336353
240	26.5	3.16%	17.7338	1.437629
280	28.5	3.68%	19.0722	1.537727
320	30.5	4.21%	20.4106	1.636645
360	32.5	4.74%	21.749	1.734384
400	34	5.26%	22.7528	1.804408
440	36.5	5.79%	24.4258	1.926323
480	38.5	6.32%	25.7642	2.020524
520	39.5	6.84%	26.4334	2.061359
560	40.5	7.37%	27.1026	2.101604
600	41.5	7.89%	27.7718	2.14126
640	43	8.42%	28.7756	2.205977
680	44	8.95%	29.4448	2.244306
720	45	9.47%	30.114	2.282045
1330	46	17.50%	30.7832	2.125928
1400	47	18.42%	31.4524	2.147894
1470	47	19.34%	31.4524	2.123643



qu = 2.28204 kg/cm2
α = 57 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 24 °
Cohesion = 0.741 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Tanah Asli-2

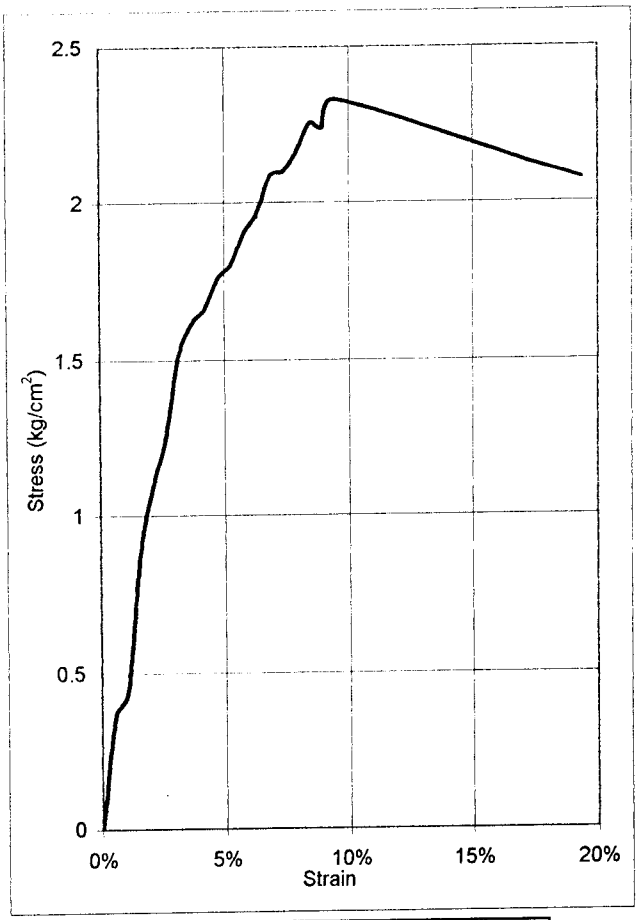
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	155.12
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.70858
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.31367

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	95.60	106.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	79.00	85.98
Water Content %	29.11	31.01
Averege water content %	30.06	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	6.5	0.53%	4.3498	0.362208
80	8	1.05%	5.3536	0.443436
120	16	1.58%	10.7072	0.882155
160	20	2.11%	13.384	1.096797
200	23	2.63%	15.3916	1.254535
240	28	3.16%	18.7376	1.519005
280	30	3.68%	20.076	1.61866
320	31	4.21%	20.7452	1.663475
360	33	4.74%	22.0836	1.761066
400	34	5.26%	22.7528	1.804408
440	36	5.79%	24.0912	1.899935
480	37.5	6.32%	25.095	1.968043
520	40	6.84%	26.768	2.087452
560	40.5	7.37%	27.1026	2.101604
600	42	7.89%	28.1064	2.167058
640	44	8.42%	29.4448	2.257279
680	44	8.95%	29.4448	2.244306
720	46	9.47%	30.7832	2.332757
1330	46	17.50%	30.7832	2.125928
1400	46	18.42%	30.7832	2.102194
1470	46	19.34%	30.7832	2.078459



qu = 2.33276 kg/cm2
α = 58 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 26 °
Cohesion = 0.729 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Tanah Asli-3

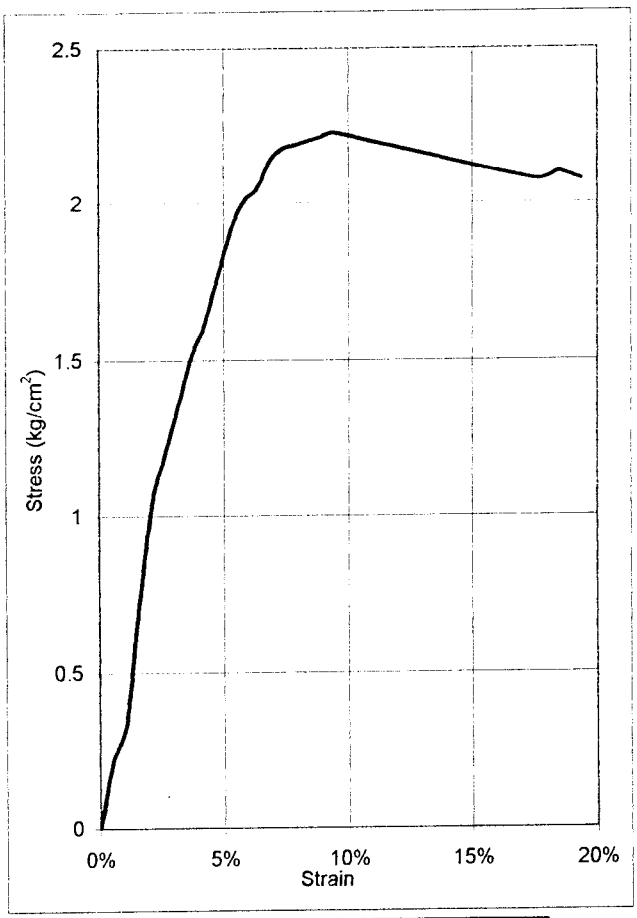
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	155.12
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.70858
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.31367

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	95.60	106.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	79.00	85.98
Water Content %	29.11	31.01
Averege water content %	30.06	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	4	0.53%	2.6768	0.222897
80	6	1.05%	4.0152	0.332577
120	13	1.58%	8.6996	0.716751
160	19	2.11%	12.7148	1.041957
200	22	2.63%	14.7224	1.19999
240	25	3.16%	16.73	1.356254
280	28	3.68%	18.7376	1.510749
320	30	4.21%	20.076	1.609815
360	33	4.74%	22.0836	1.761066
400	36	5.26%	24.0912	1.910549
440	38	5.79%	25.4296	2.005487
480	39	6.32%	26.0988	2.046764
520	41	6.84%	27.4372	2.139638
560	42	7.37%	28.1064	2.179441
600	42.5	7.89%	28.441	2.192857
640	43	8.42%	28.7756	2.205977
680	43.5	8.95%	29.1102	2.218802
720	44	9.47%	29.4448	2.231333
1330	45	17.50%	30.114	2.079712
1400	46	18.42%	30.7832	2.102194
1470	46	19.34%	30.7832	2.078459



qu = 2.23133 kg/cm2
α = 58 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 26 °
Cohesion = 0.697 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 1 lapis-1

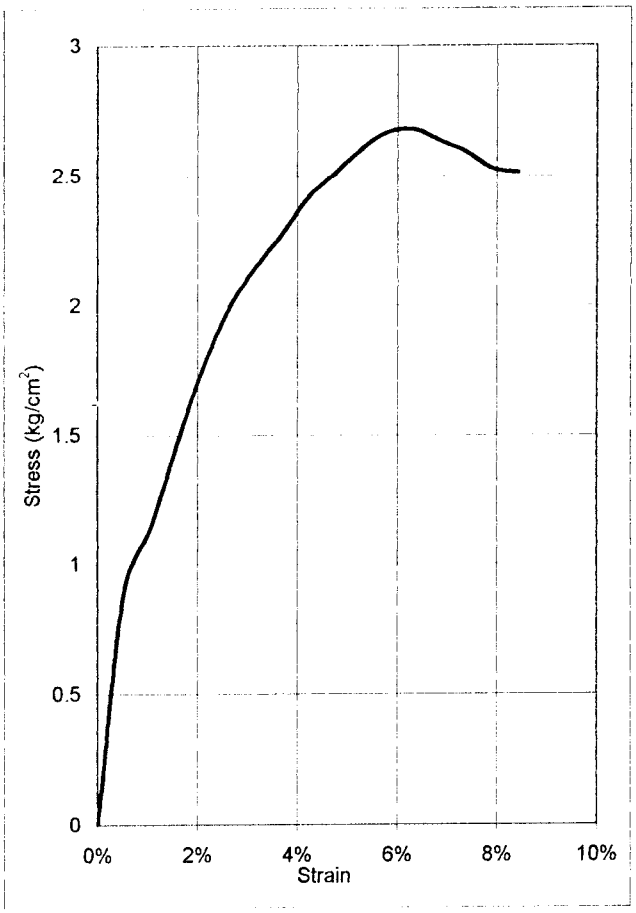
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	153.1
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.68633
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.2958

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.50	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.82	29.46
Averege water content %	30.14	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	16	0.53%	10.7072	0.89159
80	20.5	1.05%	13.7186	1.136305
120	26.5	1.58%	17.7338	1.461069
160	32	2.11%	21.4144	1.754875
200	36.5	2.63%	24.4258	1.990893
240	39.5	3.16%	26.4334	2.142881
280	42	3.68%	28.1064	2.266124
320	45	4.21%	30.114	2.414722
360	47	4.74%	31.4524	2.508186
400	49	5.26%	32.7908	2.60047
440	50.5	5.79%	33.7946	2.665187
480	51	6.32%	34.1292	2.676538
520	50.5	6.84%	33.7946	2.635408
560	50	7.37%	33.46	2.594573
600	49	7.89%	32.7908	2.528235
640	49	8.42%	32.7908	2.513788



qu	=	2.67654 kg/cm2
α	=	60 °
Angle Of Internal friction, ϕ	=	30 °
Cohesion	=	0.773 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

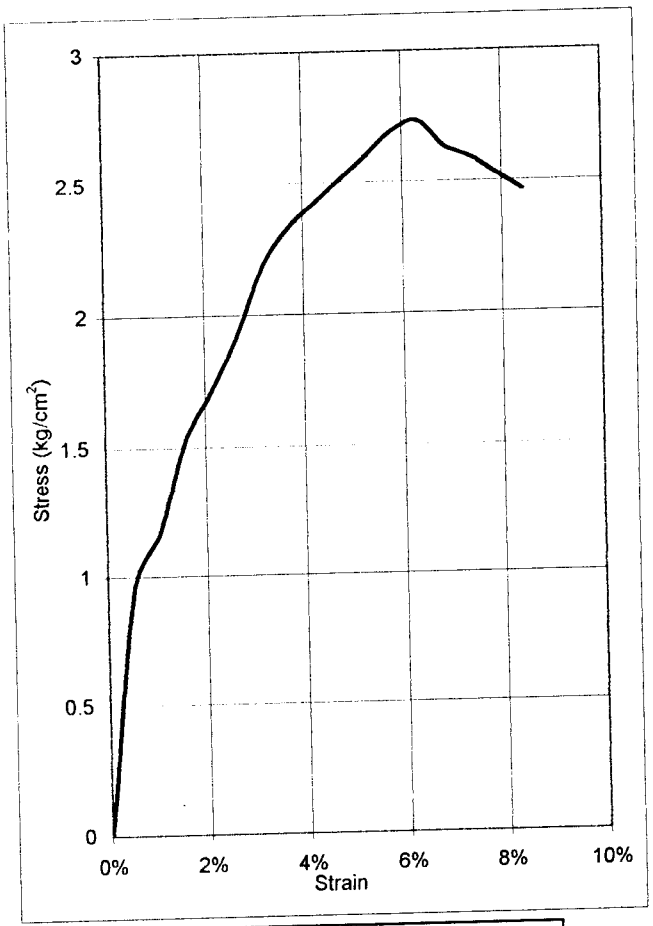
Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 1 lapis-2

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	153.1
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.68633
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.2958

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.50	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.82	29.46
Averege water content %	30.14	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	17	0.53%	11.3764	0.947314
80	21	1.05%	14.0532	1.16402
120	27.5	1.58%	18.403	1.516204
160	31	2.11%	20.7452	1.700035
200	35	2.63%	23.422	1.909075
240	40	3.16%	26.768	2.170007
280	43	3.68%	28.7756	2.320079
320	45	4.21%	30.114	2.414722
360	47	4.74%	31.4524	2.508186
400	49	5.26%	32.7908	2.60047
440	51	5.79%	34.1292	2.691575
480	52	6.32%	34.7984	2.729019
520	50.5	6.84%	33.7946	2.635408
560	50	7.37%	33.46	2.594573
600	49	7.89%	32.7908	2.528235
640	48	8.42%	32.1216	2.462486



qu = 2.72902 kg/cm2
α = 62 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 34 °
Cohesion = 0.726 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 1 lapis-3

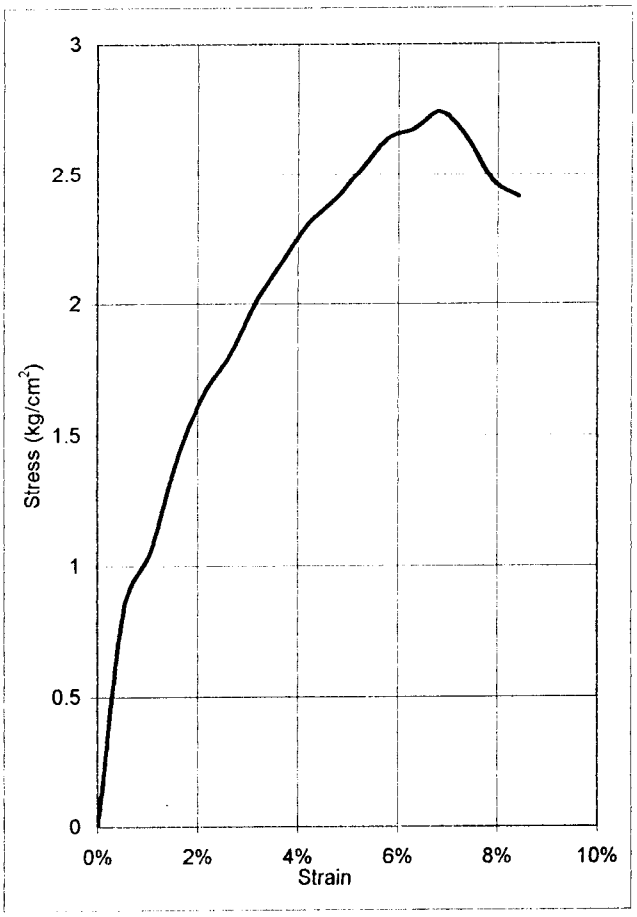
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	153.1
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.68633
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.2958

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.50	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.82	29.46
Averege water content %	30.14	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	15	0.53%	10.038	0.835865
80	19	1.05%	12.7148	1.053161
120	25.5	1.58%	17.0646	1.405934
160	30	2.11%	20.076	1.645195
200	33	2.63%	22.0836	1.799985
240	37	3.16%	24.7604	2.007256
280	40	3.68%	26.768	2.158213
320	43	4.21%	28.7756	2.307401
360	45	4.74%	30.114	2.401454
400	47.5	5.26%	31.787	2.520864
440	50	5.79%	33.46	2.638799
480	51	6.32%	34.1292	2.676538
520	52.5	6.84%	35.133	2.739781
560	51	7.37%	34.1292	2.646465
600	48	7.89%	32.1216	2.476638
640	47	8.42%	31.4524	2.411184



qu	=	2.73978 kg/cm2
α	=	59 °
Angle Of Internal friction, ϕ =		28 °
Cohesion	=	0.823 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 2 lapis-1

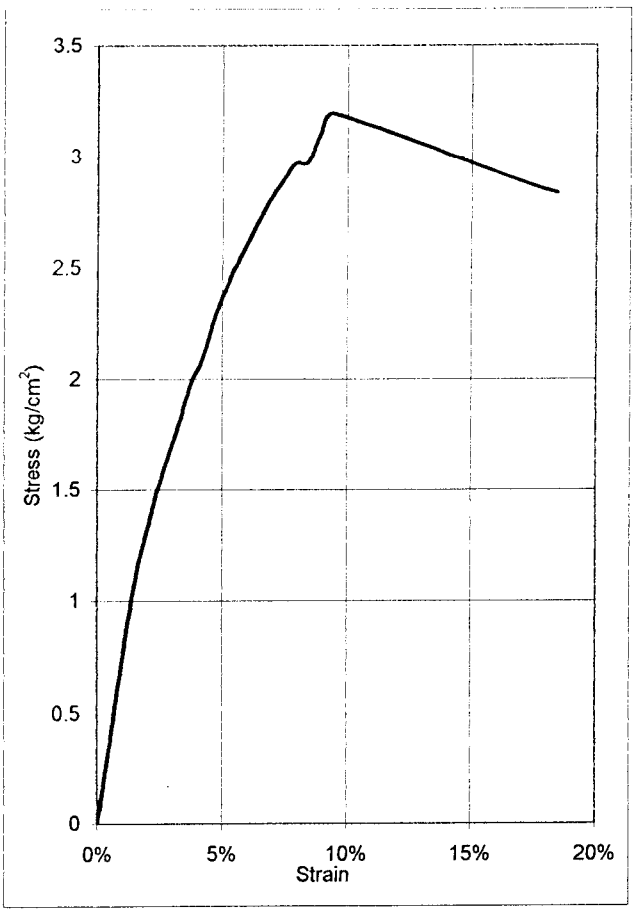
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67421
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28145

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.58	105.58
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.94	30.36
Averege water content %	30.65	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	7	0.53%	4.6844	0.39007
80	14	1.05%	9.3688	0.776013
120	20.5	1.58%	13.7186	1.130261
160	25	2.11%	16.73	1.370996
200	29	2.63%	19.4068	1.581805
240	32.5	3.16%	21.749	1.76313
280	36.5	3.68%	24.4258	1.969369
320	39	4.21%	26.0988	2.092759
360	43	4.74%	28.7756	2.294723
400	46	5.26%	30.7832	2.441257
440	48.5	5.79%	32.4562	2.559635
480	51	6.32%	34.1292	2.676538
520	53.5	6.84%	35.8022	2.791967
560	55.5	7.37%	37.1406	2.879976
600	57.5	7.89%	38.479	2.966806
640	58	8.42%	38.8136	2.975504
680	61	8.95%	40.8212	3.111424
720	63	9.47%	42.1596	3.194863
1330	62	17.50%	41.4904	2.865382
1400	62	18.42%	41.4904	2.833392



qu = 3.19486 kg/cm2
α = 61 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 32 °
Cohesion = 0.885 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 2 lapis-2

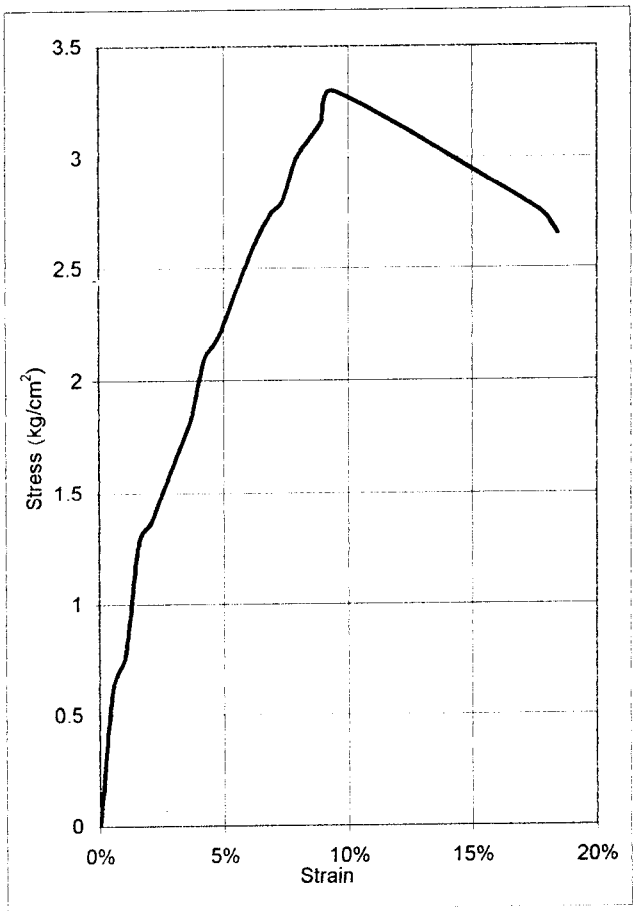
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67421
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28145

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.58	105.58
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.94	30.36
Averege water content %	30.65	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	11	0.53%	7.3612	0.612968
80	14	1.05%	9.3688	0.776013
120	23	1.58%	15.3916	1.268098
160	25	2.11%	16.73	1.370996
200	28	2.63%	18.7376	1.52726
240	31	3.16%	20.7452	1.681755
280	34	3.68%	22.7528	1.834481
320	39	4.21%	26.0988	2.092759
360	41	4.74%	27.4372	2.187992
400	44	5.26%	29.4448	2.335116
440	47	5.79%	31.4524	2.480471
480	50	6.32%	33.46	2.624057
520	52.5	6.84%	35.133	2.739781
560	54	7.37%	36.1368	2.802139
600	58	7.89%	38.8136	2.992604
640	60	8.42%	40.152	3.078107
680	62	8.95%	41.4904	3.162431
720	65	9.47%	43.498	3.296287
1330	60	17.50%	40.152	2.77295
1400	58	18.42%	38.8136	2.650592



qu = 3.29629 kg/cm2
α = 62 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 34 °
Cohesion = 0.876 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 2 lapis-3

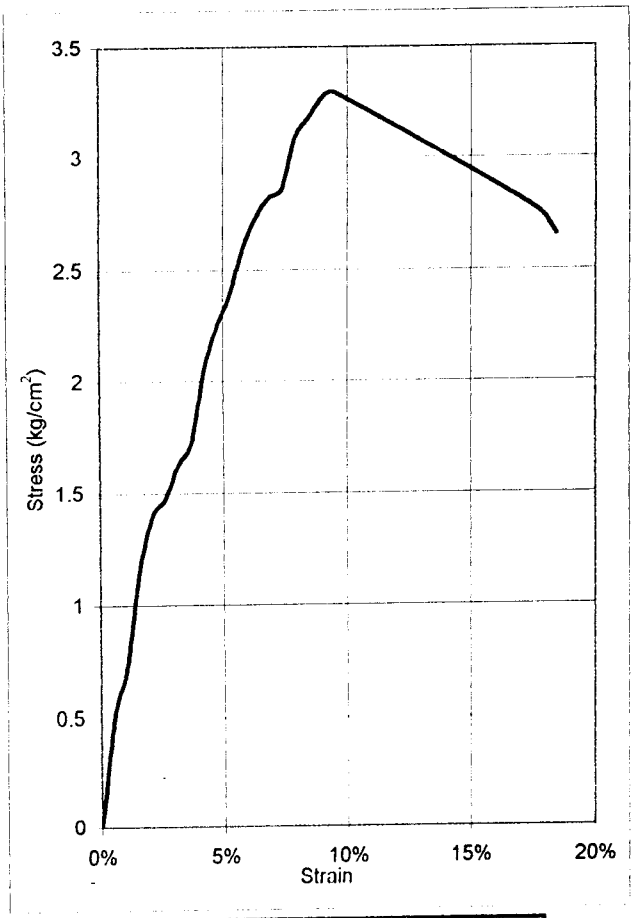
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67421
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28145

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	106.58	105.58
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	30.94	30.36
Averege water content %	30.65	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	9	0.53%	6.0228	0.501519
80	13	1.05%	8.6996	0.720584
120	21	1.58%	14.0532	1.157828
160	25.5	2.11%	17.0646	1.398416
200	27	2.63%	18.0684	1.472715
240	30	3.16%	20.076	1.627505
280	32	3.68%	21.4144	1.72657
320	38	4.21%	25.4296	2.039099
360	42	4.74%	28.1064	2.241357
400	45	5.26%	30.114	2.388187
440	49	5.79%	32.7908	2.586023
480	52	6.32%	34.7984	2.729019
520	54	6.84%	36.1368	2.81806
560	55	7.37%	36.806	2.85403
600	60	7.89%	40.152	3.095797
640	62	8.42%	41.4904	3.180711
680	64	8.95%	42.8288	3.264445
720	65	9.47%	43.498	3.296287
1330	60	17.50%	40.152	2.77295
1400	58	18.42%	38.8136	2.650592



qu = 3.29629 kg/cm2
α = 63 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 36 °
Cohesion = 0.840 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 3 lapis-1

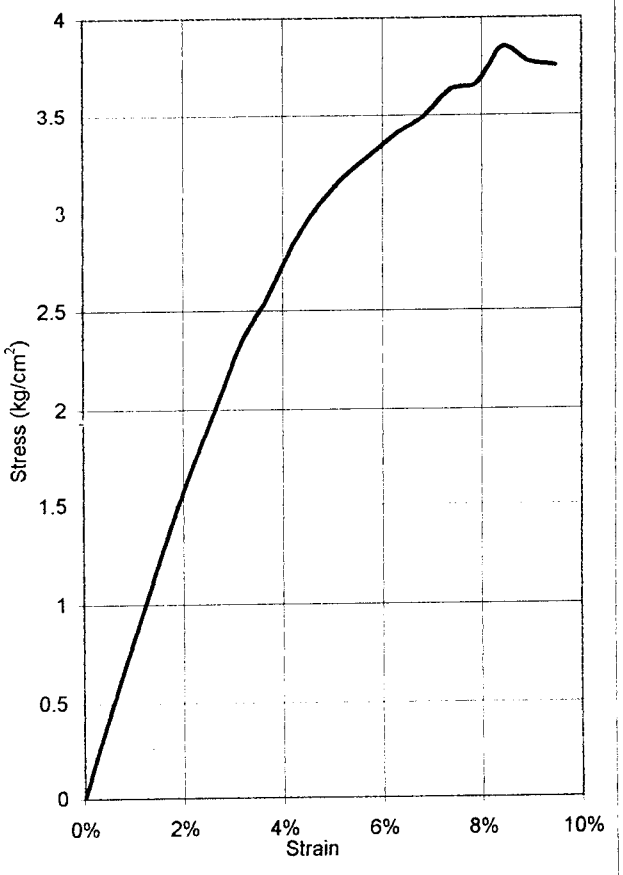
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152.3
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67752
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28482

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	107.05	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	31.67	29.46
Averege water content %	30.56	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	8	0.53%	5.3536	0.445795
80	15.5	1.05%	10.3726	0.859157
120	23	1.58%	15.3916	1.268098
160	30	2.11%	20.076	1.645195
200	36.5	2.63%	24.4258	1.990893
240	43	3.16%	28.7756	2.332757
280	47.5	3.68%	31.787	2.562878
320	53	4.21%	35.4676	2.844006
360	57	4.74%	38.1444	3.041842
400	60	5.26%	40.152	3.184249
440	62.5	5.79%	41.825	3.298498
480	65	6.32%	43.498	3.411274
520	67	6.84%	44.8364	3.496482
560	70	7.37%	46.844	3.632402
600	71	7.89%	47.5132	3.66336
640	75	8.42%	50.19	3.847634
680	74	8.95%	49.5208	3.774514
720	74	9.47%	49.5208	3.752696



qu	=	3.84763 kg/cm2
α	=	63.5 °
Angle Of Internal friction, ϕ	=	37 °
Cohesion	=	0.959 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 3 lapis-2

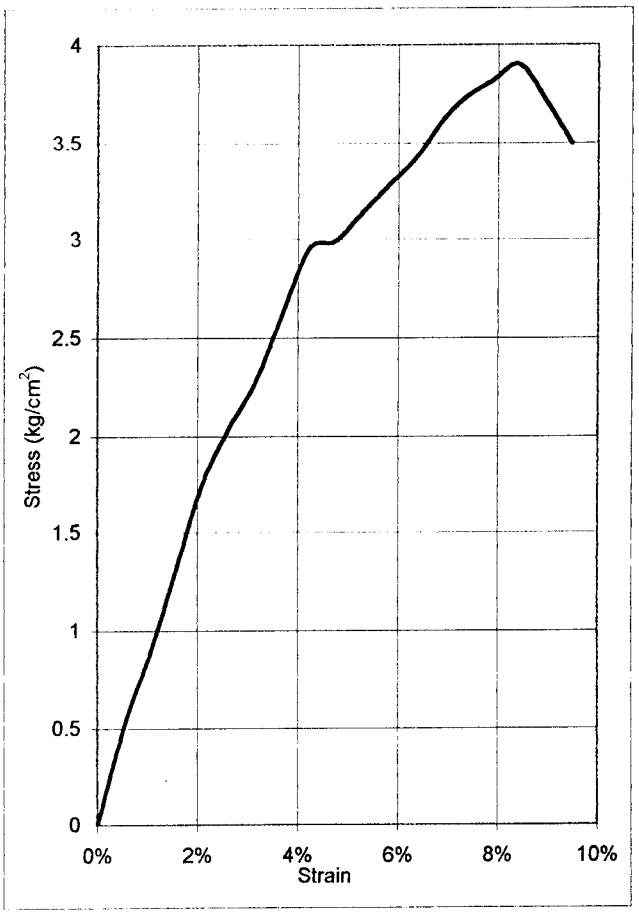
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152.3
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67752
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28482

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	107.05	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	31.67	29.46
Averege water content %	30.56	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	9	0.53%	6.0228	0.501519
80	16	1.05%	10.7072	0.886872
120	24	1.58%	16.0608	1.323232
160	32	2.11%	21.4144	1.754875
200	37.5	2.63%	25.095	2.045438
240	42	3.16%	28.1064	2.278507
280	48.5	3.68%	32.4562	2.616833
320	55	4.21%	36.806	2.951327
360	56	4.74%	37.4752	2.988476
400	59	5.26%	39.4828	3.131178
440	62	5.79%	41.4904	3.27211
480	65	6.32%	43.498	3.411274
520	69	6.84%	46.1748	3.600855
560	72	7.37%	48.1824	3.736185
600	74	7.89%	49.5208	3.81815
640	76	8.42%	50.8592	3.898936
680	73	8.95%	48.8516	3.723507
720	69	9.47%	46.1748	3.499136



qu = 3.89894 kg/cm2
α = 65 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 40 °
Cohesion = 0.909 kg/cm^2

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : TA
Location : Dusun Bayanan, Kab. Magelang, Jawa Tengah
Boring No. :
Campuran : Lempung+Geotekstil 3 lapis-3

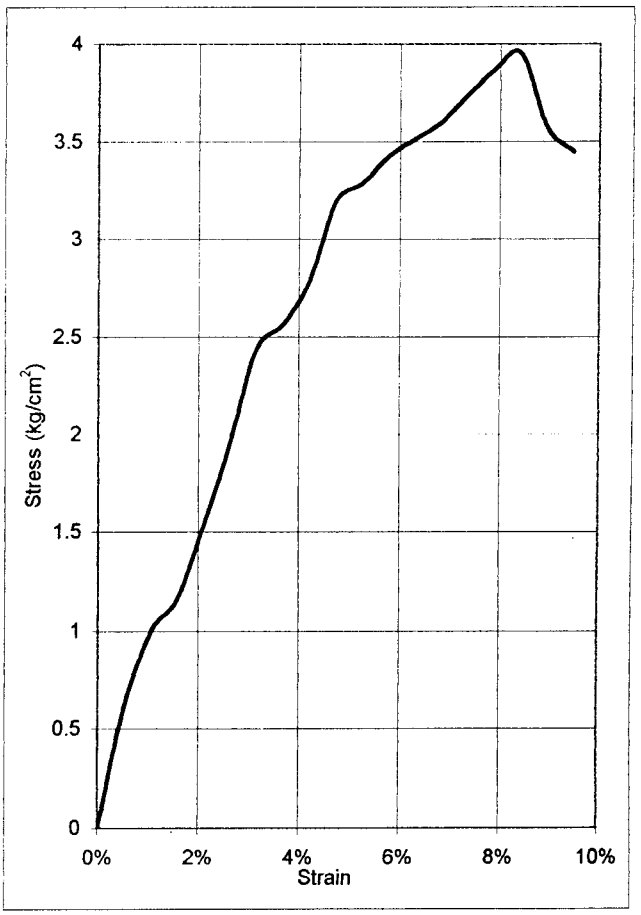
Date : Mei 2004
Tested by : Wisnu + Fauzi

Sample data	
diam (mm)	3.9
Area (mm^2)	11.9459
Ht,Lo (mm)	7.6
Vol (mm^3)	90.7889
Wt (gr)	152.3
Wet Unit wt (gr/cm^3)	1.67752
Dry Unit wt (gr/cm^3)	1.28482

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	21.42
Wt of Cup + Wet soil, gr	107.05	105.00
Wt of Cup + Dry soil, gr	86.59	85.98
Water Content %	31.67	29.46
Averege water content %	30.56	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10^{-2})	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/Lo$),	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	11	0.53%	7.3612	0.612968
80	18	1.05%	12.0456	0.997731
120	21	1.58%	14.0532	1.157828
160	28	2.11%	18.7376	1.535516
200	36	2.63%	24.0912	1.96362
240	45	3.16%	30.114	2.441257
280	47.5	3.68%	31.787	2.562878
320	52	4.21%	34.7984	2.790345
360	60	4.74%	40.152	3.201939
400	62	5.26%	41.4904	3.29039
440	65	5.79%	43.498	3.430438
480	67	6.32%	44.8364	3.516236
520	69	6.84%	46.1748	3.600855
560	72	7.37%	48.1824	3.736185
600	75	7.89%	50.19	3.869747
640	77	8.42%	51.5284	3.950238
680	70	8.95%	46.844	3.570486
720	68	9.47%	45.5056	3.448423



qu = 3.95024 kg/cm2
α = 64 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 38 °
Cohesion = 0.963 kg/cm^2

Perancangan Stabilisasi untuk Struktur Berbahan Tanah (Earth Structure) dengan Geotekstil di atas Tanah Lunak

PT. GEOMAT INDONESIA

TRADING · ENGINEERING · CONTRACTOR

GEOSYNTHETIC SPECIALIST

Office : RUKAN SENTRA PEMUDA, Jl. Pemuda No 81 Kav 17, Jakarta Timur 13270
Phone : (62-21) 4786384, 4786386, 8106834, Fax. : (62-21) 4759449
Warehouse : Jl. Kebon Nanas Raya No. 3, Jakarta 13410, Phone : (62-21) 8195534

Tinggi Minimum Urugan

Dalam pelaksanaan struktur urugan dan jalan di atas tanah lunak dengan CBR < 3 yang merupakan tipikal tanah Asia, lapisan urugan mula-mula dengan ketebalan rencana yang cukup di atas tanah dasar yang lemah dan geotekstil adalah perlu selama pelaksanaan. Ini memungkinkan kendaraan konstruksi memasuki lokasi sehingga operasi pengurugan berikut dapat dilaksanakan. Semua bekas roda yang terjadi pada tahap ini dapat diurug selama peletakan *subbase* berikutnya untuk mempertahankan tebal rencana yang dibutuhkan dan menjamin stabilitas.

Tinggi minimum rencana urugan mula-mula untuk jalan dengan dan tanpa perkerasan dipengaruhi oleh CBR tanah dasar, kondisi lapangan, beban kendaraan konstruksi dan beban berulang, dan dapat dihitung dengan menggunakan metode berikut :

- Metode modifikasi AASHTO - Polyfelt
- Metode Steward dkk. (1977)

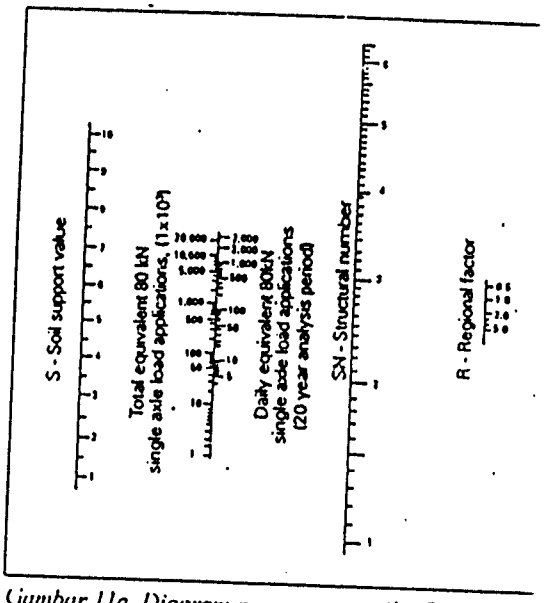
Seharusnya untuk kebutuhan kinerja jangka panjang yang berbeda, metode perancangan untuk jalan atau pekerjaan tanah dengan perkerasan tidak bisa memakai perancangan jalan tanpa perkerasan. Ini disebabkan untuk struktur dengan perkerasan, bekas roda tidak diijinkan. Bagaimanapun untuk struktur pekerjaan tanah tanpa perkerasan, beberapa bekas roda biasanya diperbolehkan terjadi melampaui umur rencana struktur yang diberikan sejauh tidak mengganggu pelayanan.

Untuk kekuatan tanah dasar lebih dari CBR 3, geotekstil jarang dibutuhkan untuk separasi, walaupun mereka menyediakan drainasi dan filtrasi. Korelasi untuk perhitungan CBR dan nilai kekuatan tanah disajikan dalam tabel 3.

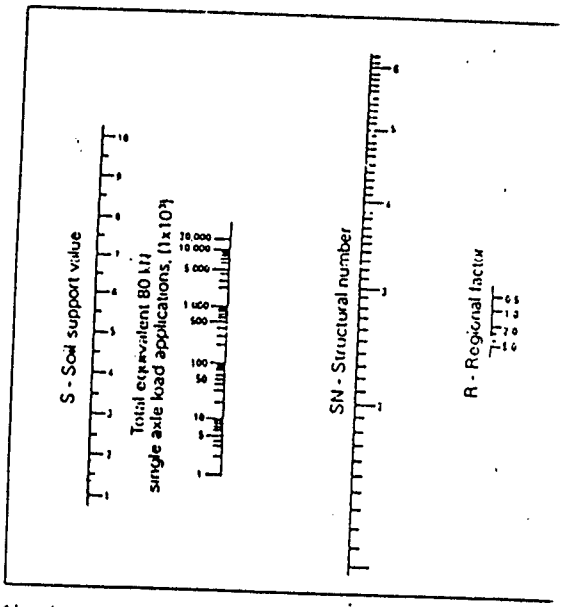
Metode 1 : metode modifikasi AASHTO - Polyfelt

Metode perancangan ini berdasarkan atas pengembangan data oleh *the American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, 1972), ditambah dan dimodifikasi oleh pengalaman lebih kurang 15 tahun dengan geotekstil Polyfelt dalam konstruksi jalan dan dilengkapi oleh hasil tes laboratorium yang mutakhir.

Ketebalan lapisan jalan dihitung berdasarkan AASHTO, sebagai fungsi dari nomor struktural (SN) dan koefisien



Gambar 11a. Diagram perancangan nilai SN untuk p (volume lalulintas rendah)



Gambar 11b. Diagram perancangan SN untuk pt 2,5 (volume lalulintas tinggi)

CBR 1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Very Poor Subgrade	Poor Subgrade	Fair Subgrade	Medium Subgrade
14 20 42 84	81	118	147
Approximate CBR	Identification Proced	
Less than 2	Easily penetrated with th	
2-3	Moderate effort to penetrate v	
3-6	Indented by thumb	
6-16	Indented by thumbna	
Over 16	Difficult to indent with thur	

Tabel 3. Diagram korelasi untuk menghitung CBR dan nilai kekuatan tanah (Koerner, 1986)

ɜn material (a_i) diberikan dalam persamaan 4.

$$SN < \Sigma a_i . D_i$$

Persamaan 4

na,

SN = nomor struktural
a_1, a_2 ... = koefisien lapisan material
D_1, D_2 ... = ketebalan masing-masing lapisan material (mm).

or struktural, SN yang dibutuhkan di atas tanah r jalan untuk volume jalan yang rendah dan tinggi ıt dihitung sebagai suatu fungsi dari daya dukung h (S), nomor dari beban berulang (W_{80kN}), faktor ɔnal (R) dan kemampuan pelayanan sambungan (pt) ɜan menggunakan gambar 11a dan 11b.

ık menghitung nilai SN, dibutuhkan nilai daya ɜng tanah dasar ekivalen dan jumlah atau beban ılang harian untuk periode rencana guna menghitung ıor struktural tanpa beban. Nomor struktural tanpa an digunakan bersama dengan faktor regional terpilih ık menghitung SN rencana yang dapat dipakai pada ktur secara keseluruhan. Ketebalan agregat di atas ıh dasar tanpa geotekstil dapat dihitung dengan ıggunakan persamaan 4.

nbar 12 memperlihatkan korelasi antara daya dukung ɜh, S dan CBR dari tanah dasar yang diperoleh dari *h Department of Highways*. Faktor regional dapat ɜtimasi dari analisa kondisi iklim yang dapat mpengaruhi kekuatan tanah dasar. Berdasarkan ɜrangan tes jalan AASHO, nilai-nilai yang dapat ınakan dalam analisa pendekatan untuk kondisi Asia erikan dalam tabel 4. Koefisien tipikal lapisan material erikan dalam tabel 5.

ngaruh geotekstil Polyfelt TS dalam daya dukung ıah dan umur rencana struktur jalan biasa, diberikan am gambar 13 dan 14.

ıngan mendapatkan nilai daya dukung modifikasi, Sg, n beban berulang lalu lintas rencana, $W_{80kN(g)}$, nomor uktural modifikasi dapat diperoleh dengan cara yang ma dari gambar 11a atau 11b. Dengan menggunakan ktor regional dan koefisien material yang diberikan di as, ketebalan dari jalan tanpa perkerasan dengan ɜparasi geotekstil dapat dihitung.

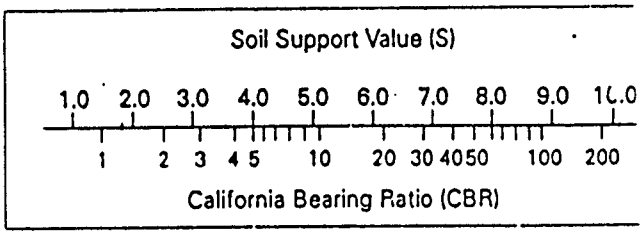
ɜrbandingan biaya secara langsung dapat dilakukan

Climatic condition	Regional factor, R
Subgrade material (dry season)	0.2-1.5
Subgrade material (wet season)	4.0-5.0

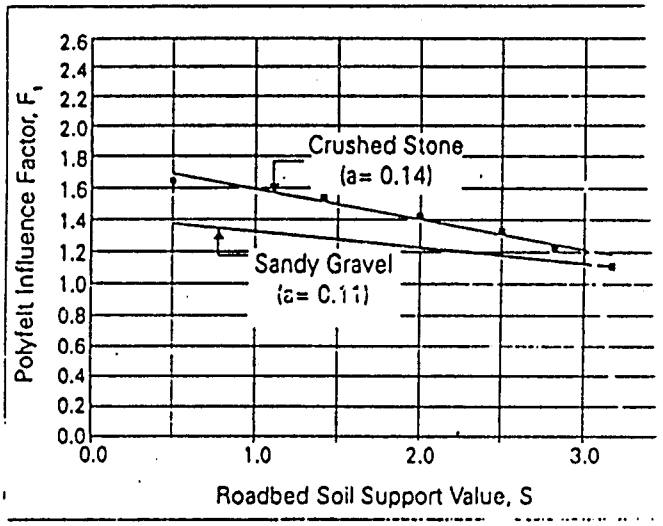
bel 4. Faktor regional, R

Material layer	a_i
Asphalt surface course	0.44
Crushed stone base course	0.14
Sandy gravel subbase course	0.11
Sand or sandy- clay	0.05-0.10.

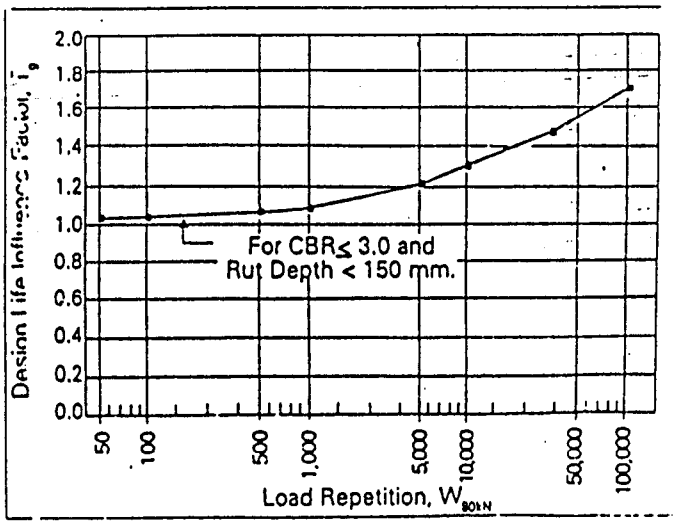
Tabel 5. Tipikal koefisien-koefisien lapisan material



Gambar 12. Korelasi antara CBR dan nilai daya dukung tanah (Utah Dept. of Highway)



Gambar 13. Pengaruh Polyfelt pada daya dukung tanah. Daya dukung tanah modifikasi, $Sg = F_1 \times S$



Gambar 14. Pengaruh Polyfelt pada umur rencana jalan. Beban berulang yang disesuaikan, $W'_{80kN(g)} = W_{80kN} T_g$

ıengurangan ketebalan agregat dengan dan ɔtekstil Polyfelt

alan tanpa perkerasan disarankan untuk ah ketebalan akhir kira-kira 75 mm untuk ıti permukaan urugan yang hilang dalam jangka ıjang yang disebabkan oleh lalulintas dan aliran nukaan. Pengalaman menunjukkan bahwa si jalan di atas tanah dasar yang sangat jelek (< seringkali tidak mungkin tanpa menggunakan il. Dalam hal demikian, kontaminasi dari lapisan *ubbase* berkisar 100 - 150 mm atau lebih besar.

ı 2 : metode Steward dkk. (1977)

ini dikembangkan oleh Steward, Williamson dan (1977) untuk *U.S. Forest Service* (USFS), ırkan analisa teori dan tes empiris (laboratorium ɔangan) serta sesuai untuk perancangan jalan erkerasan volume rendah.

ini mempertimbangkan jumlah bekas roda yang rjadi di bawah tekanan yang bekerja pada tanah kibat beban lalulintas, dengan dan tanpa separasi ɜtil. Steward dkk. (1977) memperkenalkan ı ini dalam hubungannya dengan faktor kapasitas umum seperti yang diberikan dalam tabel 6.

ı ini dapat diaplikasikan untuk :

nlah kendaraan yang lewat sampai dengan 10000

ıisan material tanpa kohesi yang dipadatkan mpai CBR 80

at geser tanah dasar dengan CBR < 3

ıeser tanah tak terdrainasi, c dalam kN/m^2 dapat leh dari tes CBR dengan menggunakan naan 5.

c dalam kN/m^2 = 28 x CBR

Persamaan 5

ɔenentuan kedalaman bekas roda, faktor kapasitas dukung (N_c) dan jenis beban roda yang diantisipasi ıa pelaksanaan, ketebalan agregat yang dibutuhkan an dan tanpa separasi geotekstil dapat diperoleh ıambar 15,16 atau 17.

	Ruts (mm)	Traffic (Passes of 80kN equiv. axle)	Bearing capacity factor, N_c
Without Geotextile	<50	>1000	2.8
	>100	<100	3.3
With Geotextile	<50	>1000	5.0
	>100	<100	6.0

l 6. Faktor-faktor kapasitas daya dukung untuk berbagai bekas roda kondisi lalulintas baik dengan maupun tanpa separasi geotekstil ward dkk., 1977)

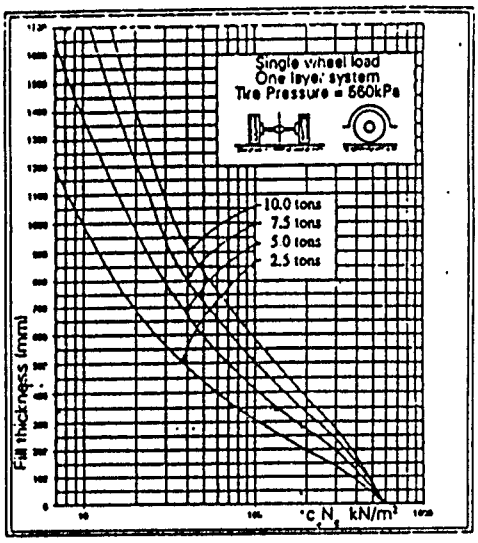


Fig. 15

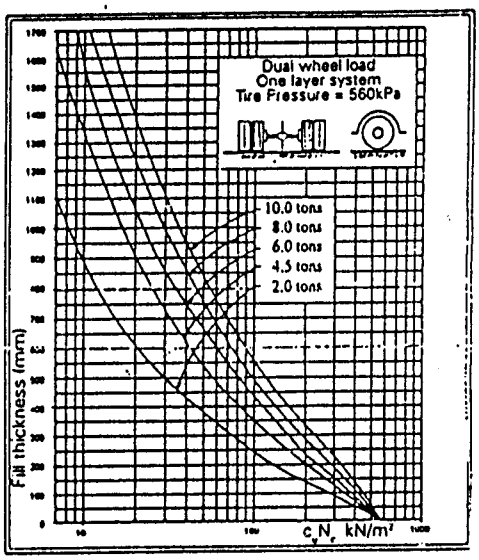


Fig. 16

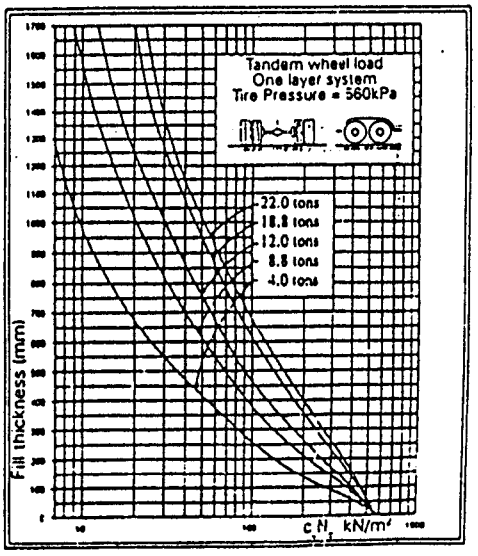


Fig. 17

Kurva perancangan ketebalan agregat untuk berbagai beban roda

ngan perkerasan mengharuskan tidak ada bekas la urugan *base*. Christopher dan Holtz (1991) nkan asumsi batas berikut untuk mencegah da dalam pelaksanaan jalan dengan perkerasan nggunakan geotekstil di atas tanah sangat lunak CBR < 3 :

nsikar geotekstil tidak menyediakan dukungan tural. Oleh karena itu tidak diperbolehkan ya pengurangan dalam ketebalan agregat yang uhkan (yakni permukaan, *base* dan *subbase*).

ambahan agregat stabilisasi awal yang rlukan di atas geotekstil untuk memperbolehkan laraan konstruksi masuk dan konstruksi kutnya. Dengan adanya polyfelt, penghematan ga dapat dicapai dengan berkurangnya balan agregat stabilisasi yang tidak diperlukan k mendukung struktur.

luasi penurunan dan drainasi yang dibutuhkan is dibuat, sama seperti perancangan versional.

lapisan pertama, agregat yang akan ditonjolkan levati peralatan konstruksi dengan volume yang kecil selama pelaksanaan, pendekatan ngan dengan menggunakan geotekstil untuk ngan perkerasan yang telah selesai (perbagian) sama seperti jalan tanpa perkerasan.

Berdasarkan asumsi di atas, diambil prosedur perancangan berikut :

- Perancangan ketebalan agregat masing-masing (yakni permukaan, *base* dan *subbase* jalan) dengan dan tanpa geotekstil dengan menggunakan metode AASHTO. Saat menjaga ketebalan yang sama untuk lapisan permukaan dan *base* dengan dan tanpa geotekstil, diperoleh penghematan pada lapisan *subbase* dengan adanya geotekstil.
- Perancangan ketebalan urugan stabilisasi mula-mula yang dibutuhkan selama pelaksanaan dengan geotekstil. Langkah perancangan ini sama seperti untuk jalan tanpa perkerasan menggunakan metode modifikasi AASHTO - Polyfelt (untuk jumlah beban gandar ekivalen (ESAL) > 1000) atau metode Steward dkk. (untuk ESAL < 10000).
- Perbandingan tebal lapisan *subbase* dan tebal urugan stabilisasi mula-mula dengan geotekstil. Nilai terbesar dari kedua tebal inilah yang digunakan untuk tebal lapisan *subbase* yang dibutuhkan untuk jalan dengan perkerasan menggunakan geotekstil.
- Penentuan ketahanan jebol geotekstil yang dibutuhkan.
- Pemeriksaan kriteria filtrasi geotekstil.
- Pemilihan geotekstil dan spesifikasi properti yang dibutuhkan untuk fungsi kinerja.

Perancangan

ukan tebal agregat *subbase* dengan dan tanpa geotekstil untuk konstruksi jalan dengan perkerasan di atas g unak. Menentukan tipe geotekstil Polyfelt yang dibutuhkan dan mengevaluasi penghematan pengurangan an urugan dengan adanya geotekstil.

a. dasar	Lempung lunak jenuh air, CBR = 1, $k_s = 4 \times 10^{-5}$ cm/s 125mm permukaan jalan (50mm w.c., 75mm b.c.) 285mm lapisan *base* material *subbase*: - lempung kepasiran berbatu dengan diameter rata-rata 50 mm; koefisien keseragaman, C_u >5; berat volume 19 kN/m^3
ulintas selama pelaksanaan	truk 3 gandar 30 ton (dibebani) - beban gandar 10 ton Jumlah beban berulang (ekivalen beban gandar standar), W_{80kN} = 1000 selama pelaksanaan kedalaman bekas roda yang diijinkan, r < 100 mm (4 inci) Lebar bidang kontak roda (roda ganda), B = 0,4 m
lulintas setelah pelaksanaan	Intensitas lalulintas jalan dengan perkerasan (beban ekivalen standar), $W_{80kN} = 1,1 \times 10^6$ (umur rencana = 7 tahun)

gkah 1 : Menentukan tebal lapisan agregat tanpa geotekstil

l gambar 12, diperoleh nilai daya dukung tanah,S	CBR = 1 Nilai daya dukung tanah, S = 1,4	
l gambar 11b, tentukan nomor struktural, SN untuk ume lalulintas yang tinggi, pt = 2,5	Nilai daya dukung tanah, S = 1,4 Jumlah beban berulang, W_{80kN} = $1,1 \times 10^6$ Faktor regional, R = 4,0 (tabel 4) Nomor struktur, SN = 150	
nentukan koefisien material dari tabel 5	permukaan jalan, D_1 = 125 mm *base* jalan, D_2 = 285 mm *subbase jalan*, D_3	$a_1 = 0,44$ $a_2 = 0,14$ $a_3 = 0,10$
ngan menggunakan persamaan 4, hitung tebal *base*, D_3	$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$ D_3 = 551 mm Pertambahan tebal *subbase*, D_3 akibat kontaminasi lapisa bawah 150mm Total tebal *subbase* yang dibutuhkan tanpa geotekstil D = 551 + 150 = 701mm (ambil 700mm) Catatan : Pengalaman membuktikan bahwa konstruksi jale di atas tanah dasar dengan kapasitas daya dukung yan sangat rendah adalah tidak mungkin tanpa mempergunake geotekstil yang sesuai untuk fungsi separasi.	

ngkah 2 : Menentukan tebal lapisan agregat dengan menggunakan Polyfelt

etode modifikasi AASHTO - Polyfelt

ıri gambar 13 , tentukan nilai daya dukung tanah odifikasi, Sg dengan adanya geotekstil Polyfelt	Nilai daya dukung tanah, S = 1,4 Faktor pengaruh Polyfelt = 1,25 Nilai daya dukung tanah modifikasi, $Sg = F_1 \times S = 1,5 \times 1,4 = 1,75$	
ıri gambar 14, tentukan beban berulang rencana yang esesuaikan, $W_{80kN(g)}$ dengan adanya geotekstil Polyfelt	Beban berulang, W_{80kN} = $1,1 \times 10^6$ Faktor pengaruh umur rencana, T_g = 1,7 Beban berulang rencana yang disesuaikan, $W_{80kNg)} = W_{80kN}/T_g = 1,1 \times 10^6/1,7 = 650 \times 10^3$	
ıri gambar 11b, tentukan nomor struktural, SN untuk ıume lalulintas tinggi, pt = 2,5	Daya dukung tanah modifikasi, Sg = 1,75 Beban berulang yang disesuaikan, $W_{80kN(g)} = 650 \times 10^3$ Faktor regional, R = 4,0 (tabel 4) Nomor Struktural, SN = 132,6	
ıntukan koefisien material dari gambar 5	Lapisan permukaan, D_1 = 125mm Lapisan *base*,D_2 = 285mm Lapisan *subbase*, D_3	$a_1 = 0,44$ $a_2 = 0,14$ $a_3 = 0,10$
ınakan persamaan 4, hitung tebal *subbase*, D_3	$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$ D_3 = 376mm (ambil 380mm)	

ıkah 3 : Penentuan tebal lapisan stabilisasi mula-mula dengan Polyfelt

ɔde Steward dkk., 1977

tabel 6, diperoleh faktor kapasitas daya dukung, Nc	Untuk kendaraan yang lewat 1000 kali dan bekas roda 100mm, Nc = 5,5
akan persamaan 5, diperoleh c dalam kN/m²	c dalam kN/m² = 28 x CBR jadi, cNc = 28 x 5,5 = 154kN/m²
gambar 15, diperoleh tebal urugan stabilisasi	Beban per gandar = 10ton jadi, beban roda tunggal = 5ton cNc = 154kN/m² Tebal urugan stabilisasi yang dibutuhkan = 330mm

Tebal urugan stabilisasi mula-mula dengan Polyfelt = 330mm

Oleh karena itu tebal *subbase*, D_3 dengan Polyfelt haruslah 380mm

Penghematan tebal *subbase* dengan Polyfelt = 700 - 380 = 320mm

ıgkah 4 : Perhitungan kuat tahan jebol Polyfelt yang dibutuhkan

uk kendaraan konstruksi berat	Panjang kontak ban = 0,5B jadi, L = 0,5 x 0,4 = 0,2m
ıakan persamaan 2, diperoleh tekanan pada elevasi mukaan *subgrade*, P	Untuk beban gandar, p_a = 10ton (100kN) sehingga, P = 112kPa
ıakan persamaan 3b, diperoleh kuat tahan ɔl geotekstil yang dibutuhkan	misalkan $d_h = d_{50}$ (agregat bulat) = 50mm tebal lapangan, h = 330mm diameter jebol CBR alat "plunger test", d_p = 50mm (DIN54307) faktor bentuk batu = 2,0 F.K. jalan tanpa perkerasan = 1,5 (tabel 1) kuat tahan jebol geotekstil yang dibutuhkan, F_g = 2640N
h Polyfelt TS650	Kuat jebol CBR = 2700N

angkah 5 : Perhitungan filter yang dibutuhkan Polyfelt

ari tabel 2, diperoleh kriteria permeabilitas dan enahan tanah (*soil retention*) geotekstil Polyfelt.

Untuk material urugan kategori 'b' dan tekanan lalu sedang (selama pelaksanaan),
Ukuran bukaan geotekstil yang dibutuhkan O_{90} ([0,15mm
Permeabilitas geotekstil yang dibutuhkan, $k_g > 100k_s$

'ilih Polyfelt TS 650

Ukuran bukaan O_{90} (D_{15}) = 0,10mm
(menurut Institut Franzius)
Permeabilitas vertikal = 0,4cm/detik
(menurut Institut Franzius)

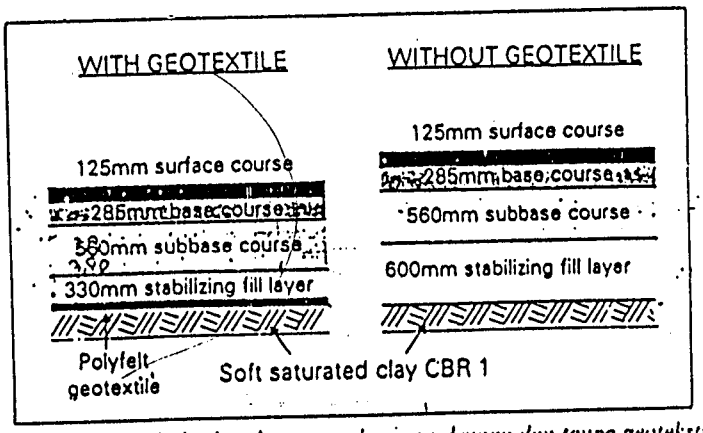
Sehingga Polyfelt TS 650 adalah sesuai

Langkah 6 : Perkiraan keuntungan biaya dengan menggunakan Polyfelt

Berdasarkan analisa di atas, berikut ini penghematan biaya langsung dengan menggunakan geotekstil yang dap dihitung :

Asumsi biaya urugan (suplai, kirim dan pemadatan)	misalkan	US$10,00/m^3
Penghematan dalam *subbase*, US$10 x 0,32m	misalkan	US$ 3,20/m^2
Biaya geotekstil (pemasangan)	misalkan	US$ 1,70/m^2
Penghematan biaya bersih	kira-kira	US$ 1,50/m^2

Sebagai tambahan, penghematan biaya tidak langsung lebih lanjut seperti pengangkutan, bahan bakar, biaya perawatan kendaraan dan lain-lain dapat dicapai.
Perbandingan ketebalan jalan dengan dan tanpa perkerasan ditunjukkan dalam gambar 18.



Gambar 18. Tebal jalan dengan perkerasan dengan dan tanpa geotekstil Polyfelt

Catatan : Tebal urugan mula-mula dengan geotekstil adalah 330mm, yang merupakan tebal stabilisasi minimum selama pelaksanaan

APLIKASI GEOTEXTILE PADA PROYEK PELEBARAN JALAN PACKAGE AP - 15 WIDANG - GRESIK III, JAWA TIMUR

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang paling utama pada suatu bangunan jalan yang dilalui beban-beban berat adalah kecilnya CBR atau daya dukung subgrade / tanah dasar, sehingga jalan yang dibangun diatasnya mudah mengalami kerusakan. Kerusakan yang kerap terjadi berupa retak-retaknya aspal jalan dan/ atau penurunan jalan secara tidak merata akibat beban-beban yang bekerja diatas jalan secara terus menerus. Kerusakan seperti ini tentu sangat mengganggu kenyamanan pemakai jalan, bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan hingga menimbulkan korban jiwa.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu metode yang dapat mencegah atau mengurangi kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan, untuk memberikan kenyamanan pemakai jalan serta mengurangi kecelakaan-kocelakaan yang terjadi akibat jalan rusak. Seiring dengan kemajuan teknologi yang ada pada saat ini, telah ditemukan suatu lapisan sintetis yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap pelapukan yang ditempatkan diatas tanah dasar (*subgrade*) sebelum dilakukan penimbunan tanah untuk badan jalan. Lapisan sintetis yang disebut geotextile ini akan mencegah bercampurnya material timbunan yang baik dengan tanah dasar yang buruk, sehingga kuat dukung tanah dasar meningkat. Sejalan dengan hal tersebut kami memperkenalkan geotextile dengan berat 150 gr/m^2 yang mempunyai kuat tarik 25 kN/m yang cukup relevan untuk digunakan dalam mengatasi permasalahan yang ada pada Proyek Pelebaran Jalan Widang - Gresik III.

II. GEOTEXTILE

Geotextile adalah salah satu dari bagian geosintetik yang pemanfaatannya telah cukup luas di Indonesia. Sebagai bahan sintetis, geotextile umumnya terbuat dari polymer yaitu polypropilene dan polyester. Dimana dari kedua polymer tersebut dihasilkanlah geotextile yang mempunyai sifat kuat tarik dan sifat tembus air yang baik (bersifat *porous*) Sebagai mana umumnya bahan plastik yang menjadi musuh tanah, maka geotextile mempunyai sifat yang lebih baik lagi dibandingkan bahan plastik umum. Dari bahan pembentuknya, geotextile mempunyai sifat ketahanan yang tinggi terhadap pengaruh bahan-bahan kimia tanah, bakteri-bakteri pembusukan dan pengaruh sinar ultra violet sehingga sangat tepat untuk diaplikasikan pada tanah.

Menurut cara pembuatannya, geotextile digolongkan menjadi 2 macam, yaitu geotextile yang dianyam (*woven*) dan geotextile yang tidak dianyam (*non woven*).

a. Geotextile dianyam (*woven geotextile*)

Adalah geotextile yang cara pembuatannya menggunakan mesin penenu geotextile. Geotextile tipe non woven mempunyai kuat tarik (*tensile strength* yang cukup tinggi sehingga pada aplikasinya di lapangan geotextile non wove lebih banyak digunakan sebagai perkuatan (*reinforcement*) dan sebagai lapisa pemisah (*separator*). Sebagai perkuatan, geotextile berfungsi sebagai tulangai tanah (seperti besi tulangan pada konstruksi beton bertulang), sedangkai sebagai separator geotextile berfungsi memisahkan antara tanah lunak dengai tanah keras.

b. Geotextile tidak dianyam (*non woven geotextile*)

Adalah geotextile yang metode pembuatannya dengan cara penjaruman atau merekatkan serat-serat pembentuknya. Geotextile jenis tidak dianyam ini kua tariknya lebih kecil dibandingkan dengan geotextile yang dianyam, tetap mempunyai sifat permeabilitas yang baik. Sesuai dengan karakteristik fisiknya maka geotextile tidak dianyam lebih banyak digunakan sebagai bahan penyaring (*filtration*) dan sebagai pengalir (*drainage*). Sebagai alat untuk memperlanca proses mengalirnya air, maka fungsi geotextile jenis tidak dianyam akar berfungsi sebagai pengalir sekaligus penyaring, yaitu menyaring butiran tanah agar tidak ikut terbawa aliran air.

III. KEUNTUNGAN PENGGUNAAN GEOTEXTILE

Penggunaan geotextile sebabagai bahan pemisah (*separator*) antara materia timbunan yang baik dengan tanah dasar yang jelek akan memberikan banyak keuntungan-keuntungan dibandingkan tanpa adanya geotextile atau dengan menggunakan metode konvensional. Sebelum ditemukan geotextile, awalnya untuk bahan pemisah digunakan anyaman bambu. Namun karena bambu merupakan bahan yang mudah lapuk dan pori-pori anyamannya tidak teratur maka hasil yang dicapai tidak maksimum. Hal ini akan sangat berbeda jika dibandingkan penggunaan geotextile. Selanjutnya keuntungan-keuntungan penggunaan geotextile sebagai perkuatan lereng dapat dibedakan berdasarkan aspek-aspek berikut :

Keuntungan dari Aspek Teknis

Geotextile terbuat dari bahan sintetis yang tahan terhadap air, bahan-bahan kimia tanah, bakteri pembusukan, maupun sinar ultraviolet. Mempunyai kekuatan tarik , kekuatan coblos, kekuatan robek yang bermacam-macam sehingga mudah disesuaikan dengan permasalahan yang ada .

Keuntungan dari Aspek Pekerjaan

Dikemas dalam bentuk roll yang dan siap digelar pada lokasi proyek tanpa harus melakukan penggalian terlebih dahulu dan dapat memanfaatkan tanah setempat yang ada. Tidak diperlukan perakitan yang bermacam-macam, dan tidak memerlukan tenaga kerja serta peralatan kerja yang banyak.

Keuntungan dari Aspek Waktu

Sebagai material perkuatan yang telah jadi, geotextile siap diaplikasikan sesuai dengan permasalahan yang ada tanpa perlu persiapan yang bermacam-macam. Dapat digelar pada areal yang kering maupun basah tidak tergantung cuaca. Dengan Jaminan stock bahan yang selalu ada dan mudah dalam instalasi, maka secara keseluruhan pekerjaan pelapisan jalan dengan geotextile jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya.

Keuntungan dari Aspek Biaya

Dengan kemudahan dan kecepatan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan, dan harga geotextile yang relatif tidak mahal, serta umur jalan yang menjadi lebih lama, maka dari segi biaya penggunaan geotextile sebagai bahan pelapis jalan akan sangat memberikan keuntungan dibandingkan tanpa diberi perkuatan geotextile.

IV. LATAR BELAKANG PERMASALAHAN DAN SOLUSINYA

Berdasarkan data-data dari NORTH JAVA TRANSPORT CORRIDOR STUDY PHASE II, FINAL ENGINEERING DESIGN PART I TECHNICAL REPORT, Link 28/042.0 Lamongan - Gresik , maka proyek yang akan dikerjakan adalah berupa pelebaran jalan. Tetapi tanah dasar untuk areal pelebaran jalan mempunyai CBR yang rata-rata cukup rendah untuk syarat *sub grade* jalan yaitu berkisar antara 1.35 % s/d 3.60%, dan bahkan sebagian daerahnya terendam air. Dengan kondisi seperti ini dikuatirkan akan terjadi penurunan yang berlebihan dan tidak merata pada bagian pelebaran tersebut, sehingga dapat merusak struktur jalan secara keseluruhan. Ditambah lagi dengan adanya beban berulang dari lalu lintas kendaraan, maka kemungkinan seperti itu mudah sekali terjadi.

Dari keadaan diatas maka diperlukan suatu solusi yang dapat meningkatkan CBR tanah, sehingga penurunan yang terjadi dapat diminimalkan. Berdasarkan analisa teknis maka penggunaan solusi geotextile sebagai separator merupakan salah-satu solusi yang cukup tepat untuk permasalahan tersebut. Dengan adanya geotextile, maka lapisan tanah lunak tidak akan bercampur dengan lapisan tanah timbunan yang baik dan dengan kuat tarik *(tensile strength)* yang dimiliki geotextile maka beban-beban yang bekerja diatasnya akan tersebar secara merata pada lapisan geotextile.

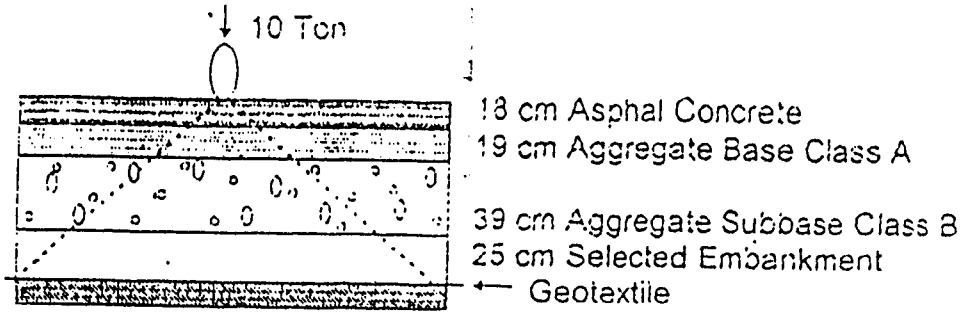
V. APLIKASI GEOTEXTILE SEBAGAI *SEPARATOR* DAN *REINFORCEMENT*

Sesuai dengan data-data tanah yang digunakan pada Proyek Pelebaran Jalan Widang - Gresik III, maka geotextile yang diaplikasikan dalam hal ini akan berfungsi sebagai *separator* dan juga sebagai *reinforcement*. Untuk separator, geotextile akan memisahkan lapisan tanah lunak dengan tanah timbun yang baik. Saat terjadi tekanan pada lapisan geotextile akibat beban-beban diatasnya, air akan masuk kedalam timbunan tanah yang baik (proses *pumping*) tetapi butiran tanah lunak tidak ikut terbawa karena tersaring oleh pori-pori dari geotextile Dengan demikian kuat dukung dari tanah timbunan tidak menurun akibat pengaruh bercampurnya air dari tanah lunak. Pada awal pelaksanaan umumnya akan terjadi *rutting* yaitu alur deformasi bekas roda yang bersifat plestis. Namun dengan kuat tarik yang dimiliki geotextile dan jika elongation yang terjadi sudah maksimal, maka pada penimbunan lapisan selanjutnya tidak akan terjadi deformasi lagi. Dengan kata lain beban-beban yang membebani geotextile telah ditahan bersama oleh kuat tari yang dimiliki lapisan geotextile, sehingga jika terjadi penurunan akan sangat kecil sekali dan secara bersamaan.

Untuk timbunan yang cukup tinggi, selain harus menjaga kestabila dari kuat dukung tanah dasar *(sub grade)* juga perlu dijaga kestabilan lereng embankment dari bahaya kelongsoran. Dalam hal ini geotextile lebih berfungsi sebagai perkuatan *(reinforcement)*. Kelongsoran terjadi akibat pertahanan geser tanah tidak mampu menahan gaya-gaya penyebab kelongsoran dari berat sendiri tanah maupun berat beban kendaraan disepanjang garis kelongsoran. Dengan adanya geotextile maka kuat tarik geotextile pada garis kelongsoran akan berfungsi sebagai tulangan tarik (seperti baja tulangan pada beton), sehingga kuat geser tanah meningkat. Semakin besar kuat tarik geotextile yang digunakan atau semakin banyak lapisan geotextile yang digunakan maka semakin meningkat pula kekuatan geser tanah lereng untuk menahan kelongsoran

5.1. Hitungan Geotextile Sebagai Separator

Untuk perhitungan ini diambil tinggi timbunan yang paling minimum, karena semakin kecil ketebalan tanah timbunan maka semakin besar beban yang diterima geotextile. Tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan perencanaan dari NORTH JAVA TRANSPORT CORRIDOR STUDY PHASE II, FINAL ENGINEERING DESIGN PART I TECHNICAL REPORT, Link 28/042.0 Lamongan - Gresik, halaman 2.10, 2.20 dan 2.21 adalah sebagai berikut :



Dengan asumsi bahwa kontak area antara roda dengan jalan adalah 20 cm, maka tekanan dalam arah vertikal diatas lembaran geotextile akibat beban kendaraan dan berat material perkerasan dapat dihitung sebagai berikut :

q = q akibat beban roda kendaraan + q akibar berat sendiri lapisan perkerasan

$$q = \frac{10}{(2.22 \times 2.22)} + ((0.37 \times 2) + (0.39 \times 1.5) + (0.25 \times 1.7)) = 3.55 \text{ Ton/m}^2$$

Beban horizintal (desakan kesamping) yang harus dipikul geotextile

$$1.11 \text{ m} \times 3.55 \times \frac{1 - \sin 45^0}{1 + \sin 45^0} = 0.6760 \text{ Ton / m'}$$

Dengan Safety Faktor (SF) = 2, maka :

P = 2 x 0.6760 = 1.352 Ton / m' =13.22 kN/m'

Digunakan geotextile dengan berat 150 gr/m^2 yang mempunyai kuat tarik 25 kN/m', dan untuk perencanaan diambil 75% x 25 kN/m' = 18.75 kN/m. Dari perhitungan diatas maka kuat tarik geotextile 18.75 kN/m' > 13.22 kN/m', sehingga geotextile berat 150 gr/m2 dan kuat tarik 25 kN/m' memenuhi persyaratan.

5.2. Hitungan Geotextile Sebagai Reinforcement

Berdasarkan gambar potongan melintang jalan yang ada, maka pada beberapa section jalan terdapat timbunan tanah embakment yang cukup tinggi hingga 4 meter. Dengan demikian terdapat lereng-lereng jalan yang rawan terhadap kelongsoran akibat kondisi tanah dasar yang lunak. Dengan menggunakan parameter tanah yang ada maka faktor keamanan lereng dapat dihitung sebagai berikut :

Tanah dasar (diambil yang paling kritis dari data yang ada) :

ϕ (sudut gesek)	= 0^0
γ (berat volume)	= 15 kN/m^3
C (cohesi)	= 16 kN/ m^2

Tanah timbunan embakment :

ϕ (sudut gesek)	= 30^0
γ (berat volume)	= 17 kN/m^3
C (cohesi)	= 30 kN/ m^2
β (sudut lereng)	= 45^0

Dengan menggunakan program komputer *Mirafi Reinforcement Stability Slope* (MRSS) ver 2.1, dari data-data diatas maka dapat diketahui faktor keamanan lereng yaitu :

Tanpa perkuatan geotextile

SF = 1.212 < 1,5.....tidak aman !!!

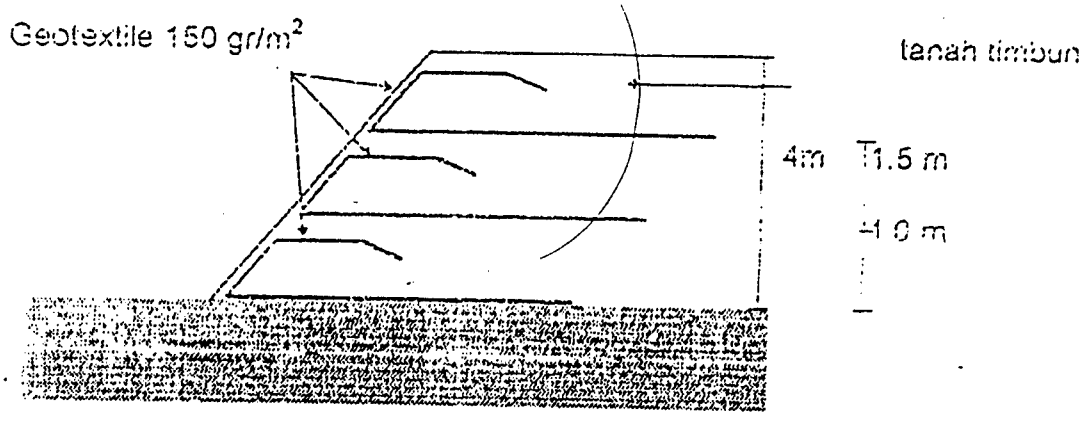
Analisa hitungan pada lampiran 1

Dengan perkuatan geotextile

Digunakan geotextile tipe GM-150 yang mempunyai kuat tarik (*tensile strength*) 25 kN/m' sebanyak 3 lapisan. Faktor keamanan lereng meningkat menjadi :

SF = 1,516 > 1,5 .....aman !!!

Analisa hitungan pada lampiran 2



Berdasarkan analisa hitungan, panjang geotextile yang masuk bagian lereng adalah 5,5 meter. Tetapi karena lereng jalan yang ada sudah cukup stabil, maka panjang geotextile dapat disesuaikan dengan lebar perencanaan yang ada dengan pemberian sisa geotextile sebagai angkur pada sisi lereng jalan awal dan pemadatan harus tetap berdasarkan peraturan pemadatan yang ada. Untuk beberapa variasi timbunan lereng dan jumlah lapisan geotextile yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

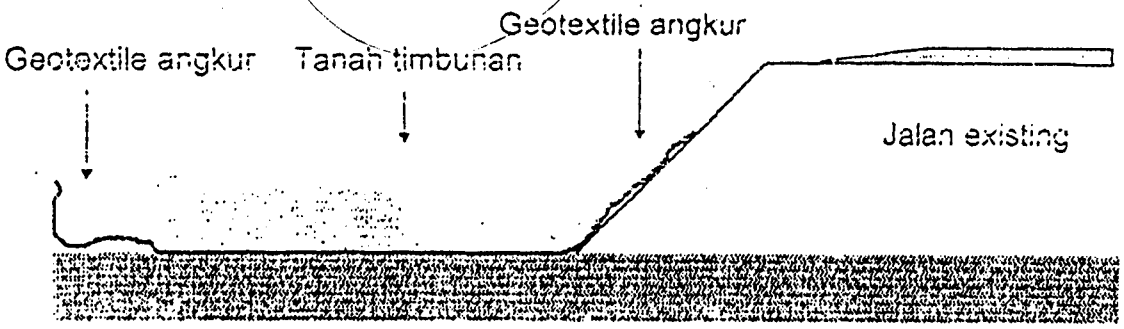
VI. METODE PELAKSANAAN

Urutan pelaksanaan pekerjaan dapat diurutkan sebagai berikut :

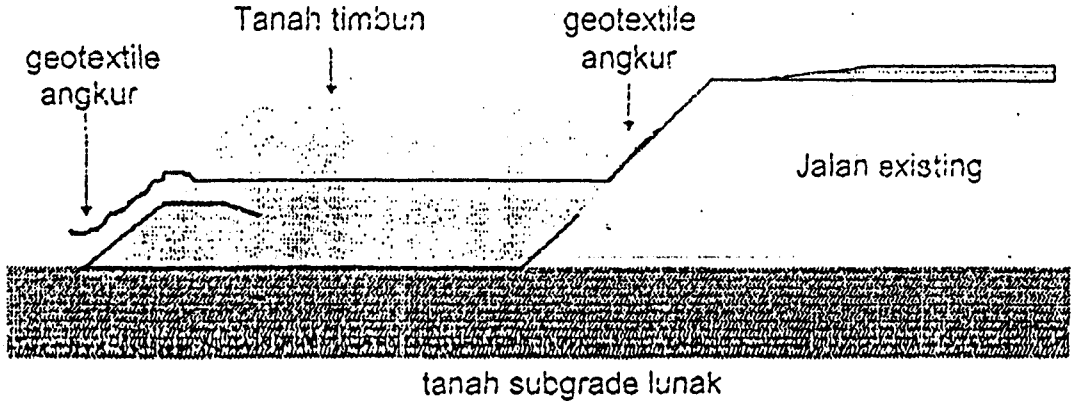
1. Untuk timbunan yang rendah (lereng stabil), pekerjaan diawali dengan pembersihan area dari akar-akar tanaman dan batu-batuan runcing yang dapat merobek geotextile.

2. Selanjutnya geotextile dapat digelar langsung diatas area pelebaran jalan. Untuk memberikan ikatan antara geotextile dengan lereng jalan awal, maka perlu diberi panjang sisa geotextile yang akan berfungsi sebagai angkur terhadap lereng jalan yang ada.

3. Tanah timbun dapat ditempatkan diatas geotextile, untuk dipadatkan dengan aturan pemadatan per 30 cm, terus menerus hingga sampai tinggi timbunan yang direncanakan.



4. Untuk timbunan yang tinggi (lereng tidak stabil) metode pelaksanaan pekerjaan penggelaran geotextile sama seperti langkah pada no 1, 2 dan 3. Bedanya dalam hal ini terdapat 3 lapisan geotextile, sehingga tanah timbunan yang telah digelar dipadatkan hingga setinggi lapisan geotextile berikutnya, dengan tetap melakukan pemadatan per 30 cm.



5. Demikian seterusnya hingga tergelar 3 lapisan geotextile dengan tinggi yang sesuai perencanaan.

MECHANICAL PROPERTIES						
Ultimate Tensile Strength	ASTM D 5035-90					
• Length		kN/m	27,10	40,22	50,18	60,02
• Width		kN/m	26,20	41,10	43,20	54,11
Ultimate Elongation at Break	ASTM D 5035-90					
• Length		%	16,90	17,50	18,30	19,70
• Width		%	18,00	20,50	23,10	32,00
Ultimate Tear Strength	ASTM D 4533-85					
• Length		N	577,80	690,00	750,50	799,50
• Width		N	554,30	800,80	843,70	1035,90
HIDRAULIC PROPERTIES						
Coefisien Permeability at 100 mm Waterhead	ICI-Beban 10 kg	l/m²/sec	64,10	100,00	130,00	144,00
Pore Size (O_{95})	ASTM D 4751-87	u	150,00	130,00	125,00	70,00
PHYSICAL PROPERTIES						
Weight	ASTM D 3776-90	gr/m²	150	200	225	250
Thickness	ASTM D 1777	mm	0,48	0,60	0,85	1,10
Width / roll	-	m	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8
Length / roll	-	m	150 / 200	150 / 200	150 / 200	150 / 200
Material	-	-	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene
Colour	-	-	Black	Black	Black	Black
CHEMICAL PROPERTIES						
Effect of Soil Natural Acidity or Alkanity	-	-	NIL	NIL	NIL	NIL
Effect on U.V. Light	-	-	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized

JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Fauzi Chabibullah	99 511 420	Teknik Sipil
2	Wisnu Chrisna Hidayat	99 511 446	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

Stabilisasi tanah lempung dengan geotekstil

PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2003- 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I : A Halim Hasmar,Ir,H,MT
DOSEN PEMBIMBING II : Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MT

Yogyakarta, 17-Dec-03
a.n. Dekan,

Ir.H.Munadhir,MT

Catatan.

Seminar : .....
Sidang : .....
Pendadaran : .....

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14.4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Fauzi Chabibullah	99 511 420	Teknik Sipil
2.	Wisnu Chrisna Hidayat	99 511 446	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Peningkatan Kuat Dukung Pada Perkuatan anah Lempung Dengan Menggunanakn Geotekstil Untuk Sub-Grade Jalan Raya

PERIODE KE : II (Des 03 - Mei 04)
TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : A Halim Hasmar,Ir,H,MT
Dosen Pembimbing II : Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MT

Jogjakarta, 2 July 2004
a.n. Dekan

Ir. H. Munadhir, MS.

opember 2004

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____