

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN JALAN PADA
RUAS JALAN GODONG - PURWODADI**



DI SUSUN OLEH :

BUNTARA AJI	98511100
WENING WIJAYANTI	98511026

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2003

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN JALAN PADA
RUAS JALAN GODONG – PURWODADI**

Diajukan oleh :

Wening Wijayanti 98511026

Buntara Aji 98511100

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Ir. H. Bachnas, Msc.

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 29-08-2003

Ir. Subarkah, MT.

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 28-08-2003

KUPERSEMBAHKAN KARYA KECIL NAN SEDERHANA INI UNTUK

Pada-Mu Ilahi Rabbi, Nabbi dan Rasulullah Muhammad Saw, panutan syariatku dan yang selalu kutunggu syafaatnya, agama penuntun jiwaku, bagimu ibu pertiwiku yang sedang sedih karena anak-anak bangsa yang durhaka....

Semua keluargaku yang selalu kubanggakan dan tiada kata di dunia ini yang sanggup tuk ucapkan rasa terima kasihku

Sahabat dan teman-temanku seperjuangan berorganisasi di GP Anzor dan Fatayat, IPPK, BANSER, Haqul Yaqin, RAPI, Garda Bangsa terima kasih atas pengertiannya serta sahabat dan teman seperjuangan menimba ilmu di FTSP terutama CIVIL '98 makasih banget untuk motivasi dan segala bantuannya...

Sahabat terbaik di antara yang terbaik, Wening makasih atas pengorbanan semuanya yang telah kau berikan tuk kerja sama kita

Teruntuk dambaanku yang slalu hidup dalam alam khaylan dan tak pernah terwujud dalam kenyataan, makasih banget atas arti diri yang engkau beri untuk hidup ini....

Buntana Aji

"Belajar dari masa lalu, Jalani hari ini, Rencanakan hari Esok"

"Belajar pada waktu kecil seperti mengukir di atas batu dan belajar pada waktu dewasa bak mengukir di atas laut"

Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan Ridho-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- Nabi Muhammad Rasulku, tuntunan hidupku dan penerang jiwaku serta rasa percayaku atas kehadiran-Nya
- Ibu, terimakasih atas doa, kasih sayang, support dan kepercayaannya, sehingga aku bisa menyelesaikan tugas akhir ini
- Ayah, terimakasih atas figur dan kasih sayangny.....sayang waktu tidak berpihak pada kita.
- My sister mba obbo, mbak enta, n dio makasih atas kasih sayang, kebersamaan dan support dan doanya dan *ra bosen bosenne tekon "kapan wisudane?"*
- My second family, anak-anak megantari, atas tawa dan tangisnya, sehingga aku tau betapa berharga arti kebersamaan dengan kalian.
- Windry, makasih doanya, supportnya dan mau mendengar keluh kesahku, walaupun beda pulau kita harus tetep bertemen ya...! Thanks ya yuk.
- Aji, patner TA ku, *matur nuwun* atas kerjasama dan kekompakan kita slama ini menunggu sesustu yang nga pasti tapi pasti (walau pas pendadaran *rodo slenco he..he*) Akhirnya.....jadi tukang insinyur juga kita.
- Anak-anak Sipil F'98 atas kebersamaan, canda dan semuanya, you are the best friends...!!, klas F dah jadi yang pertama tapi jangan jadi yang terakhir juga ya...!
- Temen seperjuangan Anak-anak transport'98 :Black n memet ayo cepetan, temuin terus bapaknya, Ocib, Rahma, Sikembar Wowok n Kokok, Lilik, Dani, Feri, Akhirnya kita lulus juga ya, september adalah hari untuk kita ok..!

Motto

Semua yang ada di bumi itu akan binasa Dan tetap kekal
Dzat Tuhan kamu yang mempunyai kebesaran dan kemuliaan Maka Nikmat
Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan
(Ar Rahman 26-28)

Di balik suatu peristiwa pasti ada sebuah hikmah dan rencana
Allah yang lebih indah buat kita

Buat hidup lebih bahagia dengan *positive thinking* dan berdoa agar tidak putus asa

Serahkan hidupmu, matimu, suka dan gembiramu pada Allah SWT
agar hatimu senantiasa damai

Kulit tidak mewakili isi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobil'aalamin. Segala puji bagi Allah yang telah memberikan limpahan Nikmat, Petunjuk, Kemudahan, dan Ridho-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna mencapai derajat sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Tersusunnya Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara moril maupun materiil, untuk itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih, rasa hormat dan penghargaan yang tinggi kepada:

1. Bapak Prof Ir.H .Widodo MSCE,PhD,selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,Yogyakarta.
2. Bapak Ir.H.Munadir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir.H.Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir.Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Kepala Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah.
6. Bapak Ir.Yatno,selaku Pimpro PPPJJ Jawa Tengah.
7. Bapak Ir. Iskandar, MT, selaku Koordinator Laboratorium Jalan Raya Uniersitas Islam Indonesia Yogyakarta.

8. Bapak Ir. Halim Hasmar, MT, selaku Koordinator Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
9. Bapak Yudi, Bapak Kamto dan Bapak Pranoto, selaku Pengurus Laboratorium Jalan Raya dan Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.
10. Kedua orang tua dan kakak adik, atas semua perhatian ,kasih sayang, dan supportnya.
11. Staf edukatif Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
12. Anak-anak klas F'98 atas kebersamaanya.
13. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu, yang dengan keikhlasannya membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Dalam skripsi ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan, namun terlepas dari segala kekurangan yang ada, penyusun berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Yogyakarta, Juni 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	5
1.4. Hambatan Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Umum.....	6
2.2. Pembahasan.....	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1. Struktur Perkerasan.....	11
3.1.1. Kerusakan-Kerusakan Pada Struktur Perkerasan.....	12

3.1.2. Jenis-jenis Kerusakan Jalan dan Penyebabnya.....	12
3.2. Tanah Dasar (<i>Sub Grade</i>).....	15
3.2.1. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)	17
3.2.2. Klasifikasi Tanah.....	17
3.3. Lalu Lintas.....	20
3.3.1. Volume Lalu Lintas.....	21
3.3.2. Angka Ekuivalen Beban Sumbu.....	21
3.3.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	21
3.3.4. Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekuivalen.....	22
3.3.5. Indeks Permukaan	24
3.3.6. Indeks Tebal Permukaan	25
3.3.7. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR.....	26
3.3.8. Koefisien kekuatan Relatif.....	27
3.3.9. Faktor Regiona	127
3.4. Pelapisan Tambahan.....	28
BABIV METODELOGI PENELITIAN.....	30
4.1. Langkah Penelitian.....	30
4.2. Pengambilan Sampel	30
4.3. Jenis-Jenis Penelitian.....	30
4.3.1. Pemeriksaan Tanah Di Lapangan.....	31
4.3.1.1. Pemeriksaan Kepadatan Tanah di Lapangan.....	31
4.3.1.2. Pemeriksaan Daya Dukung Tanah Di Lapangan	33
4.3.2. Penelitian Di Laboratorium	34

4.3.2.1. Analisis <i>Hidrometer</i>	34
4.3.2.2. Pemeriksaan Analisa Saringan	36
4.3.2.3. Pemeriksaan Batas Cair Tanah.....	36
4.3.2.4. Pemeriksaan Batas Susut Tanah.....	38
4.3.2.5. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah	39
4.3.2.6. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah.....	40
4.3.2.7 Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan <i>Proktor Standart Tes</i>	42
4.3.2.8. Pemeriksaan CBR Laboratorium.....	43
4.3.2.9. Pemeriksaan <i>Sweeling</i> Tanah	45
4.3.2.10 Pemeriksaan <i>Ekstraksi</i> Aspal	46
4.3.2.11. Analisis Saringan.....	47
BAB V HIPOTESIS.....	51
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS.....	52
6.1. <i>Ekstraksi</i> Aspal.....	52
6.2. Analisis Saringan.....	53
6.3. Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah.....	56
6.3.1. Pemeriksaan Batas Cair tanah.....	56
6.3.2. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah	56
6.3.3. Indeks Plastis tanah	57
6.3.4. Pemeriksaan Batas Susut tanah.....	57
6.3.5. Pengujian Berat Jenis Tanah Dasar.....	58
6.3.6. Pengujian Berat Volume Tanah	59
6.3.7. Pemeriksaan <i>Sweeling</i> Tanah	60

6.4. CBR Lapangan dengan DCP	61
6.5. Pengujian Kepadatan Tanah (Standar Proktor).....	62
6.6. Pengujian CBR Laboratorium	63
6.7. Pengujian Kepadatan Tanah Lapangan	64
6.8. Pengujian Analisis <i>Hidrometer</i> dan Saringan	65
6.9. Inventarisasi Kerusakan Jalan Pada Titik yang Ditinjau.....	68
6.10. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (pelapisan tambahan) dengan Metode Analisa Komponen 1987.....	69
6.10.1. Data Perencanaan	70
6.10.2. Angka Ekuivalen (E).....	71
6.10.3. Faktor Distribusi Kendaraan (c).....	72
6.10.4. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)	72
6.10.5. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	72
6.10.6. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)	72
6.10.7. Menghitung Lintas Ekuivalen rencana (LER).....	72
6.10.8. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	73
6.10.9. Menentukan Tebal Lapis Tambahan	73
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	75
7.1. Kesimpulan.....	75
7.2. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Denah Lokasi Penelitian.....	2
Gambar 3.1. Struktur Kekerasan Jalan.....	11
Gambar 4.1. Flow Cart Penelitian.....	50
Gambar 6.1. Grafik Gradasi Agregrat Hasil Penelitian dan Gradasi Agregrat Berdasarkan JMF yang disyaratkan DPU.....	54
Gambar 6.2. Grafik Indeks Propertis Tanah.....	58
Gambar 6.3. Grafik Berat Jenis Tanah.....	59
Gambar 6.4. Grafik Berat Volume Tanah Basah.....	60
Gambar 6.5. Grafik Berat Volume Tanah Kering.....	60
Gambar 6.6. Grafik Pemeriksaan <i>Sweeling</i> Tanah.....	61
Gambar 6.7. Grafik CBR Lapangan.....	62
Gambar 6.8. Grafik Kadar Air Optimum.....	63
Gambar 6.9. Grafik Berat Volume tanah Kering Untuk Standar Proktor.....	63
Gambar 6.10. Grafik Kepadatan Tanah Lap dan Kepadatan Tanah Lab.....	65
Gambar 6.11. Grafik Persentase Jenis Tanah.....	66
Gambar 6.12. Grafik Distribusi Butir Tanah.....	67
Gambar 6.13. Struktur Perkerasan Sebelum dan Sesudah Overlay.....	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Inventarisasi Ruas Jalan	2
Tabel 1.2. Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian.....	3
Tabel 1.3. Luas total kerusakan.....	4
Tabel 3.1. Tingkat Ekspansifitas Tanah.....	17
Tabel 3.2. Klasifikasi Tanah.....	18
Tabel 3.3. Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	23
Tabel 3.4. Koefisien Distribusi Kendaraan.....	24
Tabel 3.5. Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana.....	25
Tabel 3.6. Tebal Minimum Lapis Permukaan.....	25
Tabel 3.7. Tebal Minimum Lapis aapondasi.....	26
Tabel 3.8. Koefisien Kekuatan Relatif.....	27
Tabel 3.9. Faktor Regional.....	28
Tabel 3.10 Nilai kondisi perkerasan jalan.....	29
Tabel 6.1. Hasil Uji Ekstraksi Aspal.....	53
Tabel 6.2. Hasil Analisis Saringan.....	54
Tabel 6.3. Analisis Saringan Hasil <i>Ekstraksi</i> dibandingkan dengan JMF.....	55
Tabel 6.4. Batas Cair Tanah.....	56
Tabel 6.5. Batas Plastis Tanah.....	56
Tabel 6.6. Nilai Indeks Plastisitas.....	57
Tabel 6.7. Pemeriksaan Batas Susut Tanah Dasar.....	58
Tabel 6.8. Pengujian Berat Jenis tanah	59

Tabel 6.9. Berat Volume Tanah Basah dan Kering.....	60
Tabel 6.10. Pemeriksaam <i>Sweeling</i> Tanah.....	61
Tabel 6.11. CBR Lapangan.....	61
Tabel 6.12. <i>Standart Proctor</i> Untuk Tanah Dasar.....	62
Tabel 6.13. Perhitungan CBR Laboratorium.....	64
Tabel 6.14. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Lap dan Lab.....	65
Tabel 6.15. Persentase Jenis Tanah.....	65
Tabel 6.16. Distribusi Pembagian Butir Tanah.....	66
Tabel 6.17. Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menghadapi era perdagangan bebas saat ini sarana dan prasarana transportasi memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan dan peningkatan transportasi darat berupa jalan raya merupakan salah satu langkah untuk melayani kegiatan-kegiatan dalam mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang tinggi.

Tingginya pertumbuhan penduduk seiring dengan bertambahnya waktu, perkembangan dalam bidang sosial, ekonomi, politik, dan peningkatan mobilitas penduduk menyebabkan volume lalu lintas bertambah padat. Peningkatan volume lalu lintas menyebabkan kenaikan beban dan repetisi beban pada perkerasan.

Kerusakan pada perkerasan jalan antara lain disebabkan oleh meningkatnya repetisi beban lalu lintas, sistem drainase yang kurang baik, air, iklim, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, material konstruksi perkerasan dan sistem pengolahan bahan yang kurang baik, dan kurang baiknya proses pemadatan lapisan atas tanah dasar. Salah satu jalan yang sering mengalami kerusakan pada lapis perkerasan yaitu ruas Jalan Godong – Purwodadi yang merupakan jalan kolektor dengan kecepatan 40 km/jam dengan lebar 7 m dan panjang 17,95 km. Sistem drainase pada ruas jalan Godong-Purwodadi berupa drainase alami (daerah kanan dan kiri jalan berupa sungai dan persawahan) dan buatan (terdapat pada daerah pemukiman), untuk lebih jelasnya

Mengingat kondisi tanah di Indonesia yang sebagian besar bersifat *ekspansif* serta mempunyai *indek plastisitas* yang tinggi, maka dalam perencanaan konstruksi jalan masalah tanah dasar (*sub grade*) perlu mendapat penanganan khusus, karena keawetan dan kekuatan struktur lapis permukaan, terutama perkerasan lentur sangat dipengaruhi perubahan kembang susut yang terjadi pada tanah dasar.

Pada ruas Jalan Godong-Purwodadi ini kondisi lingkungannya adalah pemukiman, persawahan, dan sungai. Dengan tinggi muka air tanah yang bervariasi antara -1.5 sampai dengan -3.5 , tinggi muka air tanah didapat dari pengamatan pada muka air sungai, sawah, dan sumur-sumur disekitar lokasi penelitian. Kondisi lingkungan dijelaskan pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kondisi lingkungan lokasi penelitian.

Ruas Jalan	Panjang (km)	Kondisi Lingkungan		Tinggi Muka Air Tanah (m)
		Kanan	Kiri	
Godong-Klampok	3	Pemukiman	Pemukiman	-1.5
Klampok-Jatilor	3	Sungai	Sungai	-3.5
Jatilor-Penawangan	3	Pemukiman	Pemukiman	-1.5
Penawangan-Jetis	5	Sawah	Sawah	-2.5
Jetis-Purwodadi	4.1	Pemukiman	Pemukiman	-2

Survei kerusakan jalan pada ruas Jalan Godong- Purwodadi dengan mengambil batasan Daerah Godong-Klampok-Jatilor-Penawangan-Jetis-Purwodadi, karena daerah ini mempunyai kondisi lingkungan yang berbeda dan ketinggian muka air tanah yang berbeda juga. Kerusakan terparah terdapat didaerah yang kondisi lingkungannya sungai dan sawah, pada daerah ini kerusakan gelombang mencapai 100%, sedangkan pada daerah pemukiman kerusakan yang terjadi relatif lebih kecil

dibandingkan areal persawahan dan sungai. Kerusakan jalan yang terjadi pada ruas Jalan Godong- Purwodadi adalah sebagai berikut:

Tabel 1.3 Luas total kerusakan dalam (m²) dan dalam (%) kerusakan.

Jenis Kerusakan Jalan	Luas kerusakan Jalan (m ²)	Persen Kerusakan Jalan (%)
Gelombang	7983.5	63.011
Lubang	97.59	0.077
Pelcpasan Butiran	173.2	0.136
Retak Halus	2581.283	2.037
Retak Pinggir	12678.38	10.006
Retak Kulit buaya	7084.94	5.591
Retak Pada Sambungan Pelebaran	2239.7	1.79
Retak Pertemuan Perkerasan dengan Bahu	10	0.007
Ambias	30653.64	24.194
Alur	6.4	0.005
Kegemukan	16.57	0.013
Pengausan	132.06	0.104

Contoh perhitungan persen kerusakan jalan :

Panjang jalan = 18.100 m, dengan lebar 7 m.

Untuk kerusakan jenis gelombang:

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{\text{total luas kerusakan}}{\text{luas total jalan}} = \frac{79835}{18100 \times 7} = 63.011$$

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan jalan ditinjau dari:

- a. beban lalu lintasnya,
- b. keadaan strukrur perkerasan pada lapisan *surefacenya*, dan
- c. sifat dan jenis tanah dasarnya.

1.3 Manfaat Penelitian

Sebagai masukan kepada pihak yang berkepentingan untuk perbaikan jalan tersebut terutama pada bagian tanah dasar (*sub grade*).

1.4 Hambatan Penelitian

1. sulitnya mencari data dan perijinan,
2. keterbatasan waktu dan tenaga, dan
3. lokasi penelitian yang jauh.

1.5 Batasan Masalah

1. sampel diambil pada bagian ruas Jalan Godong-Purwodadi yang rusak,
2. pengujian meliputi : Pemeriksaan CBR lapangan, kepadatan tanah lapangan, analisis *hidrometer*, pemeriksaan batas cair tanah, pemeriksaan batas susut tanah, pengujian kepadatan tanah, pemeriksaan CBR laboratorium, pemeriksaan *swelling* tanah, pemeriksaan *ekstraksi* aspal, dan analisis saringan,
3. struktur jalan yang diteliti hanya pada lapis perkerasan jalannya saja (*surface* jalan), dengan mengasumsikan CBR pada *sub base coarse* dan *base coarse* 90%,
4. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) untuk mencari I diambil pada tahun 1996, 1998, 2001, dan 2002, dan
5. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) untuk menentukan tebal *overlay* diambil pada tahun 2002 sebagai tahun terakhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. UMUM

Tanah dasar (*sub grade*) adalah bagian konstruksi perkerasan jalan yang terletak pada lapisan yang paling bawah. Kemampuan tanah untuk mendukung beban adalah $0,5-1,5 \text{ kg/cm}^2$, sehingga diperlukan konstruksi perkerasan jalan agar beban roda dapat disebarakan lebih luas di atas permukaan tanah, sehingga tegangan yang timbul lebih kecil dari kemampuan tanah.

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*sub grade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), selain dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan kaku. (Sukirman, 1999).

Beban kendaraan yang dilimpahkan kelapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan, selanjutnya disebarakan ke lapisan-lapisan di bawahnya dan akhirnya di terima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan lapis perkerasan, tetapi

juga tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan tanah, kadar air, *drainase*. (Sukirman,1999). Dengan adanya hal tersebut diatas sudah pernah dilakukan penelitian untuk mengatasi itu, diantaranya:

1. Agus Sofan dan Wiji Utomo, (Tahun 1997)

Topik yang diambil oleh kedua peneliti adalah "Studi Kasus Kerusakan Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko-Nagung Wates Kabupaten Kulon Progo".

Pokok permasalahannya bahwa jalan tersebut mengalami kerusakan meskipun baru beberapa bulan dilapisi ulang (*overlay*). Prosedur penelitiannya dengan melakukan *core drill* dan pemeriksaan properties tanah. Kesimpulan penyebab rusaknya yaitu pengausan agregat kasar selama masa layan dan penggunaan kadar aspal yang kurang dari kadar optimum.

3. Umar Syarif, (Tahun 2000)

Topik yang diambil peneliti yaitu "Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan KH.Ahmad Dahlan Daerah Istimewa Yogyakarta". Pokok permasalahannya yaitu kondisi jalan yang kurang stabil karena kerusakan berupa kegemukan (*bleeding*) dan kriting (*cracking*). Penelitian yang dilakukan yaitu penelitian di lapangan dan di laboratorium (ekstraksi beton aspal, analisa saringan, pemeriksaan kepadatan beton aspal dan pemeriksaan berat jenis agregat). Berdasarkan penelitian ini, kerusakan disebabkan oleh *bleeding*, *sliding* yang disebabkan kadar aspal yang berlebih dan bersama-sama dengan agregat hasil degradasi naik ke permukaan.

3. (Adyawati PTZ, Tahun 2001)

Pada seminar penyebarluasan dan sosialisasi standar bidang teknologi prasarana jalan di Semarang ini mengambil topik “ Permasalahan Tanah Ekspansif dan Penanggulangannya”. Pokok permasalahan topik ini adalah kondisi tanah di Indonesia kebanyakan tanah lempung. Dilihat dari mineral pembentuknya tanah lempung dibagi menjadi tanah lempung ekspansif yang mempunyai karakter kembang susut besar bila terjadi perubahan kadar air, karena hal ini banyak terjadi kerusakan jalan yang membutuhkan biaya mahal untuk perbaikan. Pengambilan lokasi dilakukan pada ruas-ruas jalan didaerah Semarang. Proses penyelidikan dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap identifikasi dengan pengumpulan data dilanjutkan dengan pengujian hasil untuk mengidentifikasi bahwa tanah tersebut mempunyai kembang susut besar, dan tahap pengujian lanjutan dengan pengambilan sampel. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu prinsip penanganan kerusakan jalan pada tanah ekspansif dengan penggantian material, pengubahan sifat fisik, pengubahan sifat kimiawi, pembebanan serta pemasangan membran.

4. One Y Dekawanto dan Riyanto, (Tahun 2001)

Topik yang diambil peneliti yaitu “Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Kasongan Kasihan”. Pokok permasalahannya yaitu kondisi jalan yang kurang stabil karena kerusakannya berupa retak-retak yang disebabkan adanya pengaruh kembang susut tanah atau kurang kuatnya daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut. Penelitian yang dilakukan mengenai Sifat-sifat Fisik Tanah, Uji CBR Lapangan, Kepadatan Tanah Lapangan, Uji Proctor, Uji CBR Laboratorium, Uji Analisis **Hidrometer**, Analisis Saringan dan Uji *Ekstraksi* Aspal.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Lapisan *subgrade* pada jalan Kasongan-Kasilan cenderung bersifat *highly expansive*, dengan PI melebihi angka 20 dan nilai *swelling*nya melebihi angka 4 %.
2. Nilai CBR nya sangat rendah yaitu 2,5 %, tidak memenuhi persyaratan minimum yang ditetapkan Bina Marga untuk *subgrade* yaitu sebesar 5%.
3. Nilai CBR Laboratorium maksimal sebesar 4,8755 %. Ini berarti tidak memenuhi persyaratan minimum *subgrade* sebesar 5%.
4. Pengelompokan tanah menggunakan system AASHTO, tanah *subgrade* yang diteliti termasuk dalam kelompok : Ts1 = A - 7 - 6 (10,40) ; Ts2 = A - 7 - 5 (16,14) ; Ts3 = A - 7 - 6 (20) ; Ts4 = A - 7 - 5 (20).

2.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dan seminar yang telah dilakukan diatas maka penulis dapat mengambil kesimpulan :

1. Penelitian Umar Syarif, Agus Sofan dan Wiji Utomo.

Kedua penelitian hanya meneliti kerusakan jalan yang disebabkan oleh struktur perkerasannya saja tetapi tidak meneliti kerusakan jalan yang disebabkan oleh tanah dasar. Kerusakan yang terjadi pada jalan tersebut disebabkan oleh kadar aspal yang berlebih dan bersama-sama dengan agregat halus hasil degradasi naik ke permukaan, kerusakan agregat kasar selama masa layan dan penggunaan kadar aspal yang kurang dari kadar optimum.

2. Seminar dan Penelitian One Y Dekawanto dan Riyanto

Penelitian tentang kerusakan jalan hanya dilakukan pada tanah dasarnya, tidak pada struktur perkerasannya. Kerusakan jalan yang terjadi disebabkan karena tanah dasar yang bersifat lempung ekspansif.

Berdasarkan penelitian dan seminar yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai bahan acuan penulis untuk meneliti kerusakan pada ruas Jalan Godong-Purwodadi, dimana kerusakannya berupa retak-retak, gelombang, lubang, amblas yang disebabkan adanya pengaruh kembang susut tanah dan kurang kuatnya daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut.

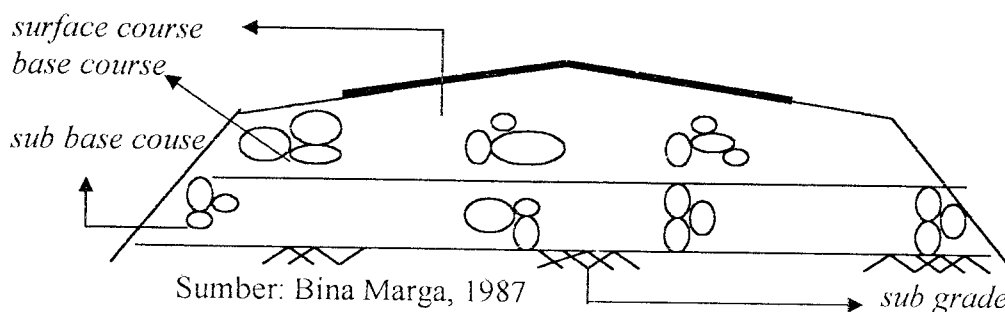
BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Struktur Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*sub grade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), selain dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan kaku. (Sukirman, 1999).

Perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan yang masing-masing mempunyai karakteristik dan fungsi yang tersendiri yang berkaitan dengan penerimaan dan penyebaran beban lalu lintas. Lapisan-lapisan tersebut terdiri atas: Lapisan permukaan (*surface course*) lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*sub base course*) dan tanah dasar (*sub grade*). (Suprpto TM 1991) lihat gambar 3.1.



Gambar 3.1. Struktur perkerasan jalan.

3.1.1 Kerusakan –kerusakan pada struktur perkerasan jalan

Seperti pada umumnya bangunan sipil yang melayani beban hidup, jalan raya juga mengalami penurunan kemampuan pelayanan strukturnya, yaitu sejak jalan itu dibuka untuk melayani lalu lintas ramai jalan mencapai kondisi yang tidak mantap. Penurunan kemampuan ini dipengaruhi oleh sifat-sifat konstruksi perkerasan disatu fihak dan perkembangan lalu lintas difihak yang lain.

Kerusakan pada struktur perkerasan jalan menurut Silvia Sukirman dapat disebabkan oleh:

1. lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban,
2. air , yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase yang jelek dan naiknya air akibat sifat kapilaritas,
3. material struktur perkerasan, dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri dan atau dapat pula karena sistem pengolahan bahan yang kurang baik,
4. iklim, Indonesia beriklim tropis yang suhu udara dan curah hujannya tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan,
5. kondisi tanah dasar yang labil, kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik dan atau sifat tanah dasarnya yang jelek, dan
6. proses pemadatan diatas tanah dasar yang kurang baik.

3.1.2. Jenis- jenis kerusakan jalan dan penyebabnya

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Retak (*cracking*), terjadi pada lapisan permukaan jalan dan dapat dibedakan menjadi sebagai berikut:
 - a. Retak halus (*hair cracking*); Lebar celah lebih kecil dari 3 mm, penyebaran setempat / luas, meresapkan air, berkembang menjadi retak kulit buaya. Penyebabnya adalah penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan yang kurang stabil.
 - b. Retak kulit buaya (*alligator cracks*); Kecil menyerupai kulit buaya, meresapkan air, lebar celah lebih besar dari 3 mm, saling berangkai membentuk kotak air, berkembang menjadi lubang akibat pelepasan butir. Penyebabnya adalah penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, air tanah, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil.
 - c. Retak pinggir (*edge crack*); Memanjang dengan atau tanpa cabang, mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu, meresapkan air, berkembang menjadi besar diikuti pelepasan butir pada tepi retak. Penyebabnya adalah sokongan dari samping kurang, drainase kurang baik, penyusutan tanah disekitarnya atau terjadi penurunan tanah di daerah tersebut.
2. Perubahan bentuk (*distorsi*)
 - a. Alur (*ruts*), terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat berupa menggenangya air hujan yang dapat menimbulkan retak-retak sehingga mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas.

- b. Amblas (*grade depression*), terjadi setempat dengan atau tanpa retak yang dapat dideteksi dengan adanya genangan air yang dapat meresap kedalam lapisan perkerasan yang dapat menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah adanya beban kendaraan yang melebihi beban rencana, pelaksanaan yang kurang baik atau penurunan tanah dasar.
 - c. Gelombang; Memanjang, luas, menghambat pengaliran air, mengurangi kenyamanan dan membahayakan pemakai jalan. Penyebab gelombang adalah adanya beban kendaraan yang melebihi beban rencana, pelaksanaan yang kurang baik atau penurunan tanah dasar.
 - d. Jembul (*unheaval*); terjadi setempat dengan atau tanpa retak yang terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar yang *ekspansive*.
3. Cacat permukaan (*desintegrasi*)

Cacat ini mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Cacat permukaan ini dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Lubang (*pothols*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang ini menampung dan meresapkan air kedalam lapisan permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan. lubang dapat terjadi akibat:
 - 1. campuran material lapis permukaan jelek, seperti: kadar aspal rendah, agregrat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregrat tidak baik, dan suhu campuran tidak memenuhi syarat,
 - 2. lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregrat mudah lepas akibat pengaruh cuaca,

3. sistem drainase jelek, sehingga air banyak meresap dan mengumpul dalam lapisan perkerasan, dan
 4. retak-retak yang tidak segera ditangani, sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.
- b. Pelepasan butir (*raveling*), dapat terjadi secara meluas yang disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.
 - c. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan.
4. Pengausan (*polished agregrat*)
- Permukaan jalan yang licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregrat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregrat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk kubikal.
5. Kegemukan (*bleeding*)
- Permukaan jalan yang licin dan pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan terjadi jejak roda. *Bleeding* dapat disebabkan pemakaian aspal yang tinggi pada campuran, pemakaian aspal yang terlalu banyak pada *primecoat* dan *tack coat*.
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*)
- Penurunan yang terjadi disepanjang bekas penanaman utilitas yang dikarenakan pemadatan yang tidak memenuhi syarat.

3.2 Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Dalam pengertian tehnik secara umum, definisi tanah adalah: material yang terdiri dari agregrat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi

(terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah lapuk, disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut, (Braja,M.Das, 1988).

Tanah dasar adalah lapisan paling bawah dari jalan raya, kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tanah dasar terdiri dari tanah galian, tanah timbunan, dan tanah urugan.

Penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi pemeriksaan hasil laboratorium tidak dapat mencakup secara terperinci (tempat demi tempat). Koreksi-koreksi perlu dilakukan, baik dalam tahap perencanaan detail maupun pelaksanaan, disesuaikan dengan kondisi setempat. Umumnya persoalan tanah dasar adalah sebagai berikut:

1. perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas,
2. sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air,
3. daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaan yang kurang baik, dan
4. lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.

Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granuler soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Kondisi *sub grade* yang perlu diperhatikan adalah tentang sifat *ekspansifitas* tanah. *Ekspansifitas* tanah dapat diketahui dari percobaan *plasticity*

index dan *swelling potensial*. Rumus yang dipakai untuk menghitung *swelling* adalah sebagai berikut:

Swelling: $\frac{H_2-H_1}{H_1} \times 100\%$

H1

Keterangan: H1 : tinggi mula-mula benda uji

H2 : tinggi akhir benda uji setelah terjadi pengembangan

Tabel 3.1 Tabel tingkat *ekspansifitas* tanah.

<i>Degree of Expanzion</i>	PI	<i>Swell (%)</i>
<i>Non exp</i>	0-10	<2
<i>Moderately</i>	10-20	2-4
<i>High exp</i>	>20	>4

Sumber: Nelson J. D, Expansive soil.

3.2.1 Daya Dukung Tanah Dasar.

Daya dukung tanah dasar ditetapkan menggunakan parameter tanah CBR (*California Bearing Ratio*). Ada dua jenis CBR yaitu:

1. CBR Lapangan : Pada CBR jenis ini, penelitian dilakukan dilakukan dilapangan. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan yaitu: dengan metode DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*) atau dapat juga menggunakan alat penetrasi CBR.
2. CBR Laboratorium: Pada CBR jenis ini, sampel tanah diambil dalam keadaan lepas, kemudian dipadatkan dilaboratorium, setelah itu diperiksa CBRnya.

3.2.2 Klasifikasi Tanah.

Sistem ini pertama kali dipekenalkan oleh **Hogentgotler** dan **Terzagi** yang kemudian diambil oleh **Bureau of publik road**. Sistem ini mencoba

mengelompokkan tanah berdasarkan sifatnya terhadap beban roda. Setelah mengalami beberapa kali perbaikan kemudian diambil oleh AASHO (tabel 3.2).

Tabel 3.2 Klasifikasi tanah.

KLASIFIKASI UMUM	BAHAN BERBUTIR KASAR							BAHAN BERBUTIR HALUS			
	<35% atau kurang lewat No. 200							>35% atau kurang lewat No. 200			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
Klasifikasi Kelompok	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7					
Analisa saringan (% lolos)											
No. 10	50 max										
No. 40	30 max	50 max									
No. 200	15 max	25 max	35 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	
Sifat fraksi yg lewat No. 40:											
Batas Cair			40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	40 min	40 max	41 min	
Indeks Plastisitas	6 max	N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min	
Jenis umum	Fragmen batuan kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil atau pasir lanauan atau lempungan				Tanah lanauan	Tanah lempungan			
Tingkat umum sbg tanah dasar	Sangat baik sampai baik					Cukup sampai buruk					

CATATAN : Indeks Plastisitas untuk sub kelompok A - 7 - 5 < LL - 30, sedang
Indeks Plastisitas untuk sub kelompok A - 7 - 6 < LL - 30

Sumber : Braja, M. Das, 1988.

Sistem ini membagi tanah menjadi 7 kelompok yang diberinama dari A-1 sampai dengan A-7. Adapun perinciannya adalah sebagai berikut:

1. A-1: adalah kelompok tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir-butir halus, dengan atau tanpa sifat-sifat plastis,
2. A-2: sebagai kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. Kelompok tanah ini terdiri dari campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus yang cukup banyak (<35%),

3. A-3: adalah kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir-butir halus saringan no:200 dan tidak plastis,
4. A-4: adalah kelompok tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah,
5. A-5: adalah kelompok lanau yang mengandung lebih banyak butir-butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari kelompok A-4,
6. A-6: adalah kelompok tanah lempung yang masih menandung butir-butir pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumennya cukup besar, dan
7. A-7: adalah kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis. Tanah ini mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

Untuk dapat membedakan kemampuan memikul beban roda dari jenis tanah yang satu dengan yang lain dalam satu kelompok tanah, AASHTO mempergunakan "*group indeks*". *Group indeks* ini dibuat berdasarkan asumsi sebagai berikut:

1. semua kelompok yang termasuk dalam kelompok A-1, A-3, dan A-2 kecuali A-2-6 dan A-2-7 adalah kelompok tanah yang baik untuk tanah dasar jalan atau dapat digunakan sebagai tanah dasar jalan dengan penambahan sedikit bahan pengikat,
2. material pada kelompok lain termasuk A-2-6 dan A-2-7 merupakan material yang kualitasnya sebagai tanah dasar berkurang dari A-2-5 sehingga membutuhkan lapisan pondasi bawah atau penambahan tebal lapis pondasi atas,
3. anggapan bahwa batasan tanah berbutir halus adalah 35% lolos saringan no 200 dan mengabaikan sifat plastisitasnya,

4. anggapan bahwa batasan batas cair (*liquid limit*) adalah 40%, dan
5. anggapan bahwa batasan *indeks plastis* adalah 10%.

Dengan anggapan-anggapan di atas *Group Indeks* dapat ditentukan dengan rumus:

$$GI: (F-35)(0,2+0,005(LL-40))+0,01(F-15)(PI-10)$$

Keterangan:

GI : *Group Indeks*.

F : Jumlah persen lolos saringan no 200 yang berdasarkan material yang lolos saringan 3 inch.

LL : batas cair.

PL : *plastis limit*.

PI : *indeks plastis* (PI=LL-PL).

Group Indeks dinyatakan dengan bilangan bulat dan dituliskan kurung di belakang jenis kelompok jenis tanahnya. Jika *group indeks* yang diperoleh negatif, dinyatakan sebagai bilangan nol. Jika >20, ditulis sebagai bilangan 20.

Contoh:A-1-a(0).

Kualitas tanah sebagai tanah dasar konstruksi jalan berbanding terbalik dengan GI. Tanah dengan kelompok yang sama tetapi mempunyai *group indeks* yang lebih kecil tanah yang lebih baik sebagai tanah dasar jalan.A1-a(0) lebih baik sebagai tanah dasar dibandingkan denganA-1-a(3).

3.3 Lalu lintas

Jumlah beban yang dipikul oleh suatu lapis perkerasan sangat ditentukan oleh besar kecilnya arus lalu lintas pada suatu ruas jalan, untuk itu ketebalan lapis

perkerasan juga harus disesuaikan dengan beban lalu lintas yang akan dilayaninya selama masa layan.

Hal-hal yang berkaitan dengan lalu lintas yang harus diperhatikan antara lain: volume lalu lintas, angka ekivalen beban sumbu, faktor pertumbuhan lalu lintas, dan lalu lintas ekivalen.

3.3.1 Volume lalu lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama satu satuan waktu. Untuk perencanaan tebal lapis perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan /hari/2 arah tanpa median dan kendaraan/hari/1 arah atau 2 arah dengan median.

3.3.2 Angka ekivalen beban sumbu

Angka ekivalen adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan, terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan, terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar (SAL) seberat 8,16 ton (18.000lbs), (Bina Marga,1987).

$$\text{Angka Ekivalen Sumbu Tunggal} = 1 \times \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu Tunggal (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4$$

$$\text{Angka Ekivalen Sumbu Ganda} = 0,086 \times \left[\frac{\text{Beban satu Sumbu Ganda (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4$$

3.3.3 Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen / tahun. Hal ini perlu diketahui karena dalam perencanaan selalu memperhitungkan volume lalu

lintas pada tahun yang akan datang sesuai dengan umur jalan yang direncanakan.

Pertumbuhan lalu lintas terdiri atas (Fachrurrozi, 1991):

1. pertumbuhan lalu lintas normal, yaitu penambahan volume lalu lintas dikarenakan bertambahnya kendaraan di jalan raya,
2. lalu lintas bangkitan, yaitu naiknya volume lalu lintas disebabkan dibukannya jalan baru, dan
3. perkembangan lalu lintas yang diakibatkan oleh adanya perbaikan lingkungan dan perkembangan daerah yang terus menerus setelah dibuatnya jalan baru.

3.3.4 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan lintas Ekvivalen

Lalu lintas harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah untuk jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median.

Kerusakan struktur perkerasan jalan raya pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air dibagian perkerasan jalan dan repetisi beban lalu lintas. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar yang dikenal dengan lintas ekivalen. Menurut Bina Marga, lintas ekivalen ini terdiri atas:

1. Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP), yaitu dihitung sejak jalan tersebut dibuka (awal umur rencana) dengan rumus:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Keterangan: j = jenis kendaraan

2. Lintas Ekvivalen Akhir (LEA), yaitu dihitung pada akhir umur rencana, dihitung dengan rumus:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Keterangan: i = perkembangan lalu lintas

j = jenis lalu lintas

3. Lintas Ekuivalen Tengah (LET), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

4. Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LER = LET \times FP$$

Faktor penyesuaian (FP) ditentukan dengan rumus:

$$FP = UR/10$$

Lintas ekuivalen ini merupakan beban bagi perkerasan jalan yang hanya diperhitungkan untuk satu jalur yaitu lajur tersibuk (lajur dengan volume tertinggi). Lajur ini disebut lajur rencana. Jalan raya yang mempunyai dua lajur, lajur rencana adalah salah satu lajur

Menurut Bina Marga, jika ruas jalan tidak mempunyai batas jalur maka jalur tersebut ditentukan berdasarkan tabel 3.3

Tabel 3.3 Jumlah jalur berdasarkan lebar perkerasan.

lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L \leq 5,5m$	1 lajur
$5,5m \leq L < 8,25m$	2 lajur
$8,25m \leq L < 11,25m$	3 lajur
$11,25m \leq L < 15m$	4 lajur
$15m \leq L < 18,75m$	5 lajur
$18,75m \leq L < 22m$	6 lajur

Sumber: Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat pada lajur rencana ditentukan menurut tabel 3.4

Tabel 3.4. Koefisien distribusi kendaraan (C).

Jumlah jalur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,5	0,70	0,5
3 lajur	0,40	0,4	0,5	0,475
4 lajur	-	0,3	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,2	-	0,40

*) berat total < 5 ton, misalnya: mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

**) berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

Sumber: Metade Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

3.3.5 Indeks Permukaan

Menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sehubungan dengan pelayanan bagi lalu lintas yang lewat Adapun nilai indeks permukaan beserta artinya dapat dilihat dibawah ini:

IP= 1,0 adalah menyatakan permukaan jalan yang rusak berat,

IP=1,5 adalah menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan (jalan tidak terputus),

IP= 2,0 adalah menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap,

Ip= 2,5 adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan Ip pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER) seperti tersebut dalam tabel 3.5

Tabel 3.5 Indeks permukaan pada akhir umur rencana.

LER= Lintas Ekuivalen Rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	Arteri	tol
<10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	-
10-100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100-1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
>1000	-	2,0-2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal
 Sumber: Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

3.3.6 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Merupakan fungsi dari daya dukung tanah, faktor regional, umur rencana dan indeks permukaan. Nilai ITP dapat dicari dengan rumus;

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

Keterangan : a_1, a_2, a_3 = koefisien relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing perkerasan(cm)

Angka 1,2,3 berarti lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Persyaratan tebal masing-masing lapisan dapat dilihat pada tabel 3.6 dan 3.7

Tabel 3.6 Tebal minimum lapis permukaan.

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3,00	-	lapis pelindung, BURAS, BURTU/BURDA
3,00-6,70	5	LAPEN/ Aspal makadam, HRA, ASBUTON, LASTON
6,71-7,49	7,5	LAPEN/ Aspal makadam, HRA, ASBUTON, LASTON
7,50-9,99	7,5	ASBUTON, LASTON
>10,00	10,0	LASTON

Sumber: Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

Tabel 3.7 Tebal minimum lapis Pondasi.

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3.00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam, lapen, laston atas
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam, lapen, laston atas

batas 20 cm tersebut bisa diturunkan menjadi 15 cm jika untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

Sumber: Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

Untuk setiap ITP bila digunakan pondasi bawah tebal minimimnya adalah 10 cm

3.3.7 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR.

Daya dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut:

- Ditentukan harga CBR terendah,
- Ditentukan harga CBR rata-rata dari masing-masing nilai CBR,
- Jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%, sedangkan jumlah yang lainnya merupakan prosentase dari 100%, dan

d. Nilai CBR rata-rata didapat dari nilai angka prosentase 100%.

Daya Dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan nomogram yng dikorelasikan terhadap nilai CBR rata-rata.

3.3.8 Koefisien kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan oleh nilai hasil uji Marsali (kg) (untuk beban aspal), atau CBR (%) (untuk pondasi atau pondasi bawah). Nilai koefisien relatif untuk masing-masing bahan dapat dilihat pada tabel 3.8

Tabel. 3.8. Koefisien kekuatan relatif (a).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS(kg)	Kt(kg/cm ²)	CBR(%)	
0.4	-	-	744	-	-	laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.3	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.3	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Makadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0.2	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	Stab tanah dengan kapur
-	0.14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0.13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0.12	-	-	-	60	Batu pecah [©]
-	-	0.13	-	-	70	Sirtu/pitrun(kelas A)
-	-	0.12	-	-	50	Sirtu/pitrun(kelas B)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0.1	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

3.3.9 Faktor Regional

Faktor regional yaitu faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan suatu tempat.

Di Indonesia perbedaan kondisi lingkungan yang dipertimbangkan meliputi;

- a. Kondisi lapangan, yaitu tingkat permeabilitas tanah dasar, perlengkapan drainasi, bentuk alinyemen serta prosentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton dan kendaraan berhenti,
- b. Iklim, mencakup curah hujan rata-rata pertahun.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.9

Tabel.3.9. Faktor regional.

	Kelandaian I (<6)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	<30%	>30%	<30%	> 30%	<30%	>30%
Iklim I <900mm/th	0.5	1.0-1.5	1	1.5-2.0	1.5	2.0-2.5
Iklim II >mm/th	1.5	2.0-2.5	2	2.5-3.0	2.5	3.0-3.5

Sumber: Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

3.4. Pelapisan Tambahan

Perhitungan pada pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai daftar dibawah ini.

Tabel 3.10 Nilai kondisi pekerasan jalan .

1. Lapis permukaan	
Umumnya retak-retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda.....	90-100%
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda tapi tetap stabil..	70-90%
Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan.....	50-70%
Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30-50%
2. Lapis pondasi :	
a. Pondasi aspal beton atau penetrasi makadam	
Umumnya tidak retak.....	90-100%
Terlihat retak halus namun masih stabil.....	70-90%
Retak sedang pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan.....	50-70%
Retak banyak, menunjukkan ketidakstabilan	30-50%
b. Stabilisasi tanah dengan semen dan kapur	
Indeks plastis ≤ 10	70-100%
c. Pondasi makadam atau batu pecah:	
Indeks plastis ≤ 6	80-100%
3. Lapis pondasi bawah.	
Indeks plastis ≤ 6	90-100%
Indeks plastis > 6	70-90%

Sumber : Metode Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Langkah Penelitian

Ada dua macam penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Penelitian di lapangan
2. Penelitian di laboratorium

Penelitian di lapangan meliputi pemeriksaan kepadatan tanah lapangan dengan *sand cone* dan pemeriksaan CBR lapangan dengan *Dynamic Cone Penetometer*. Sedangkan penelitian di laboratorium meliputi: pemeriksaan analisis *hidrometer*, batas cair tanah, batas plastis tanah, batas susut tanah, CBR laboratorium, *swelling*, analisis saringan, dan pemeriksaan ekstraksi aspal.

4.2 Pengambilan Sampel

Sampel yang diteliti diperoleh dari ruas Jalan Godong- Purwodadi yang berupa tanah dasar dan material perkerasan jalan. Material perkerasan jalan diambil dengan alat *core drill*, sedangkan tanah dasar diambil dari sisi perkerasan jalan (bahu jalan).

4.3 Jenis- jenis Penelitian

Pengujian dilakukan dilokasi subyek penelitian dan di laboratorium Jalan Raya dan laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

- d. pasir gradasi standar,
- e. pahat,
- f. palu,
- g. sendok tanah, dan
- h. satu set alat pemeriksaan kadar air.

B. Jalannya Penelitian

1. Kalibrasi alat

- a. botol kosong ditimbang (w_1) gr,
- b. botol diisi pasir standar rata permukaan, kemudian ditimbang (w_3),
- c. kerucut dipasang pada botol yang sudah berisi penuh air dan ditimbang (w_4),
- d. botol dan kerucut dipasang terbalik pada plat, kran dibuka sampai pasir berhenti mengalir, kemudian kran ditutup,
- e. botol, corong, dan pasir sisa ditimbang (w_5),
- f. botol dikosongkan, dan
- g. botol diisi air penuh dan ditimbang.

2. Mencari volume tanah lapangan

- a. plat dipasang pada permukaan tanah yang rata dan dipaku di setiap sudut,
- b. tanah dilubangi sesuai lingkaran plat sedalam 20 cm, tanah dimasukkan dan ditimbang,
- c. plat dibersihkan, kemudian botol dan kerucut berisi pasir penuh dipasang terbalik pada alat, kran dibuka sampai pasir tidak mengalir lagi dan kran ditutup,

Universitas Islam Indonesia. Pengujian sampel yang dilakukan di lokasi penelitian antara lain:

- a. Pemeriksaan CBR Lapangan dengan *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP),
- b. Pemeriksaan kepadatan lapangan dengan *sand cone*.

Sedangkan pengujian yang dilakukan di laboratorium antara lain:

- a. Pemeriksaan Ekstraksi Aspal,
- b. Pemeriksaan Analisis Saringan,
- c. Pemeriksaan Kepadatan dengan Uji Proktor,
- d. Pemeriksan CBR (*California Bearing Rasio*),
- e. Pemerikssaan Batas Cair tanah,
- f. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah,
- g. Pemeriksaan Batas Susut Tanah,
- h. Pemeriksaan Analisis *Hidrometer*, dan
- i. Pemeriksaan *Sweeling*.

4.3.1 Pemeriksaan Tanah di Lapangan

4.3.1.1 Pameriksaan Kepadatan Tanah lapangan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah dengan cara pengukuran volume lubang secara langsung dengan meggunakan *sand cone*.

A. Peralatan yang digunakan:

- a. corong *sand cone*,
- b. botol *sand cone*,
- c. plat logam,

- d. botol, kerucut dan pasir sisa diangkat dan ditimbang (w_7), dan
- e. tanah yang sudah ditimbang dicari kadar airnya.

4.3.1.2. Pemeriksaan Daya Dukung Tanah di Lapangan

Daya dukung tanah dasar dapat ditetapkan dengan menggunakan parameter CBR (*California Bearing Ratio*), cara yang digunakan dengan metode/alat DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*).

A. Peralatan yang digunakan: satu set peralatan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dengan pemberat seberat 20 lbs. Ujung baja berbentuk kerucut dengan luas 0,5 in besudut 30° atau 60°.

B. Jalannya Penelitian

- a. peralatan DCP dirangkai sampai siap digunakan,
- b. tanah digali sampai kedalaman yang diinginkan, kemudian diratakan seluas 15x20 cm. Untuk tanah yang tidak terdapat lapisan perkerasan cukup dibersihkan dari rumput, bahan-bahan organik dan humusnya,
- c. alat diletakkan pada alat yang sudah ditentukan, kemudian catat kedalaman dengan mistar ukur sebelum pemberat dijatuhkan,
- d. pemberat dijatuhkan dari ketinggian 20 inch lewat sebuah tiang dengan diameter 5/8 inch, kemudian dicatat kedalaman yang diperoleh dari setiap 5 kali tumbukan, dan
- e. data yang diperoleh dikorelasikan ke dalam grafik korelasi antara DCP dan CBR lapangan.

4.3.2 Penelitian di Laboratorium

4.3.2.1 Analisis *Hidrometer*

Analisis *hidrometer* bertujuan untuk mengetahui diameter butiran.

A. Peralatan yang digunakan

1. *mixer*,
2. gelas ukur kapasitas 1000 cc,
3. oven,
4. timbangan,
5. termometer,
6. larutan H_2SiO_3 ,
7. cawan pengaduk, dan
8. *stop watch*.

B Jalannya Penelitian

1. Membuat Larutan Standar
 - a. menimbang *reagen* (H_2SiO_3) seberat 2 gr kemudian dilarutkan dalam 250 cc air destilasi hingga larut, dan
 - b. larutan standar ini dibagi menjadi 2 bagian, yang satu bagian dimasukkan dalam tabung kapasitas 1000cc, sedangkan sebagian lagi tetap dalam gelas ukur semula.
2. Membuat Suspensi

Diambil sampel tanah kurang lebih 50 gr kering, kemudian dimasukkan dalam gelas ukur kapasitas 500 cc direndam sampai ± 30 menit kemudian

dimixer selama 10 menit. Larutan suspensi dimasukkan kedalam gelas pengendap.

3. Pembacaan *Hidrometer*

- a. pembacaan dilakukan setelah suspensi dikocok sebanyak 60 kali. Jam (t) pada waktu melakukan suspensi tersebut dianggap sebagai t_0 ,
- b. cara melakukan pembacaan :
 1. Kira-kira 20 atau 30 detik sebelum pembacaan *hidrometer* diambil dari tabung ke tiga, dicelupkan hati-hati dan pelan-pelan sampai mencapai kedalaman taksiran yang akan terbaca, kemudian dilepaskan (tanpa menimbulkan guncangan) kemudian pada saat dibaca skala yang ditunjukkan oleh puncak meniskus muka air R_e (pembacaan belum dikoreksi)
 2. Setelah dibaca dipindahkan secara pelan kedalam silinder kedua. Dalam tabung gelas kedua ini dibaca skala hidrometer + R_z (koreksi pembacaan)
 3. Setelah pembacaan hidrometer selesai, dilakukan pengukuran satu suspensi dengan termometer, dan
- c. setelah pembacaan yang terakhir, larutan dituang ke atas ayakan no 200 kemudian sampel tanah yang tertahan di atas ayakan benar-benar bersih. Hasil pencucian digunakan sebagai sampel pada analisis saringan.

4.3.2.2 Pemeriksaan Analisis Saringan

Analisis saringan digunakan untuk mengetahui koefisien keseragaman (koefisien *uniformitas*: Cu),

A. Peralatan yang digunakan:

- a. satu set ayakan terdiri dari No 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan saringan ,
- b. kuas,
- c. panci, dan
- d. timbangan.

B. Jalannya Penelitian

- a. dari penelitian analisis *hidrometer* sudah didapat butiran tanah yang tertinggal pada saringan no 200 yang sudah dikeringkan,
- b. sisa butiran tanah tersebut ditimbang (w_3), kemudian dilakukan pengayakan dengan saringan no 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan, dan
- c. butiran-butiran tanah yang tertinggal pada setiap ayakan ditimbang dicatat dan dimasukkan dalam tabel saringan.

4.3.2.3 Pemeriksaan Batas Cair Tanah

A Peralatan yang digunakan:

- a. *casagrande*,
- b. *grooving tool*,
- c. *mortar* (cawan porselin),
- d. *spatel* (penumbuk),
- e. air *destilasi*, dan
- f. satu set alat pengujian kadar air.

B Jalannya penelitian

- a. sampel tanah yang sudah disaring dengan saringan no 40 dimasukkan dalam mangkok porselin,
- b. ditambahkan air dalam mangkok sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata dari kering ke encer,
- c. adukan tadi dimasukkan dalam mangkuk *cassagrande* kemudian diratakan dengan *spatel*, ratakan permukaan tanah dengan *spatel*, ratakan permukaan tanah dengan mangkuk bagian depan,
- d. dengan alat pembarut dibuat alur lurus pada garis tengah mangkuk searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris,
- e. dilakukan gerakan pemutaran, sehingga mangkuk terangkat dan jatuh pada alatnya, dengan putaran dua kali/ detik, putaran dihentikan apabila kedua tanah sudah terlihat berhimpit ($\pm 1/2$ " atau 12,7 mm) dan catat jumlah ketukannya,
- f. jumlah ketukan pada pengujian pertama ini kurang lebih 40 ketukan,
- g. bila pengujian pertama selesai, tanah yang masih ada di mangkuk diambil, dan kembalikan ke dalam mangkuk porselin, mangkuk *cassagrande* dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pengujian berikutnya, dan
- h. semua pekerjaan di atas diulangi sehingga diperoleh 4-5 data hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan. Ketukan yang dipakai adalah antara 15 sampai 45, dengan masing-masing pengujian selisih hampir sama.

4.3.2.4 Pemeriksaan batas susut tanah

Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara cair dan plastis.

A. Peralatan yang digunakan:

- a. cawan porselin dan *spatel*,
- b. cawan susut dari porselin/ monel yang berbentuk bulat dan beralas datar,
- c. pisau perata,
- d. satu unit alat untuk menentukan volume, dan
- e. satu set alat pengujian kadar air.

B. Jalannya penelitian

1. Pembuatan sampel:

- a. sampel tanah diambil dari sisa pengujian batas cair tanah,
- b. sampel tanah diletakkan pada mangkuk porselin, ditambahkan sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan *spatel* sampai merata (homogen),
- c. cawan dibersihkan, ditentukan volume ring (V), dengan mengukur tinggi (t), diameter (d), kemudian ditimbang berat ring (w_1) gr,
- d. vaselin / oli dioleskan kedalam cawan sampai rata, kemudian adukan tanah tadi dimasukkan kedalam cawan susut sedikit demi sedikit sambil diketuk-ketukkan di lantai agar tidak ada udara terperangkap didalam cawan susut, sehingga semua volume cawan terisi tanah, tepi cawan yang terkena tanah dibersihkan kemudian ditimbang beratnya (w_2) gr,

- e. tanah tersebut dikeringkan didalam oven yang dihidupkan 60° C sampai beberapa jam, kemudian suhu dinaikkan sampai 100° C. Hal ini dilakukan supaya tanah tidak pecah, dan
- f. cawan dan tanah kering dikeluarkan dari cawan susut, jangan sampai pecah, kemudian dihitung volumenya.

2. Penghitungan volume

- a. mangkuk kaca ditempatkan dalam mangkuk porselin yang lebih besar,
- b. air raksa dituangkan kedalam mangkuk kaca sampai penuh,
- c. permukaan air raksa diratakan dengan plat kaca berpaku dengan ujung paku ikut dicelupkan ke dalam air raksa,
- d. mangkuk kaca tadi dipindahkan kemangkuk porselin yang satunya lagi, kemudian sampel tanah kering dimasukkan ke dalam mangkuk kaca, lalu ditekan dengan plat kaca yang berpaku sampai tenggelam,
- e. plat kaca diangkat, kemudian mangkuk kaca dipindahkan ke dalam mangkuk porselin yang pertama, dan
- f. dituangkan air raksa yang berada di mangkuk porselin kedua ke dalam gelas ukur lalu ditimbang.

Volume tanah kering sama dengan berat air raksa yang tertumpah karena terdesak tanah dibagi dengan berat jenisnya

4.3.2.5 Pemeriksaan Batas Plastis Tanah

A. Peralatan yang digunakan:

- a. plat kaca,
- b. *spatula*,

- c. *wash bottle*,
- d. cawan porselin, dan
- e. seperangkat alat pengujian kadar air.

B. Jalannya Penelitian

- a. sampel tanah ditimbang sebanyak 15 sampai 20 gr, diambil setelah pengujian batas cair,
- b. dibuat bola tanah dengan diameter 1 cm,
- c. sampel tanah digiling-giling di atas plat kaca dengan telapak tangan berkecepatan giling 1,5 detik setiap gerakan maju - mundur,
- d. setelah sampel tanah berdiameter 3 mm dan mulai kelihatan retak-retak, sampel tanah tersebut menunjukkan dalam keadaan plastis, dan
- e. sampel tanah yang sudah digiling dimasukkan ke dalam kontainer sebanyak kurang lebih 10 gr, kemudian segera dilakukan pengujian kadar air.

4.3.2.6 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah

A. Alat yang digunakan

- a. *picnometer* yaitu botol dengan leher sempit, tutup botol dari gelas dengan lubang kapiler,
- b. timbangan dengan ketelitian 0,01 gram,
- c. air distilasi bebas udara,
- d. oven dengan suhu yang dapat diatur,
- e. *desikator*,
- f. termometer,
- g. cawan porselin (*mortar*) dengan postel (penumbuk dengan berkepala karet)
- h. ayakan no. 10, dan
- i. kompor pemanas.

C. Benda Uji

- a. *picnometer* dibersihkan bagian dalam dan luarnya kemudian ditimbang bersama tutupnya (w_1 gram),
- b. contoh tanah yang akan diperiksa dipersiapkan, yaitu contoh tanah yang sudah kering dari open, ditumbuk dengan *mortar* kemudian disaring dengan ayakan no. 10,
- c. sampel tanah yang sudah disiapkan dalam *picnometer* sampai $1/3$ dari isinya, kemudian ditunggu 1 jam,
- d. udara yang terperangkap dikeluarkan diantara butir-butir tanah. Hal ini dapat dilakukan dengan cara :
 1. dalam keadaan terbuka *picnometer* beserta air dan tanah dimasukkan ke dalam bejana yang dapat dipompa *vacuum* (tidak melebihi 100 cm Hg) sehingga gelembung udara dapat keluar dan air dapat menjadi jernih.
 2. *picnometer* direbus dengan hati-hati ± 10 menit. Dengan hati-hati sekali *picnometer* dimiringkan untuk membantu keluarnya gelembung udara kemudian didinginkan sampai mencapai suhu ruang (± 20 jam)
- e. ditambahkan air distilasi ke dalam *picnometer* sampai penuh dan ditutup.
Bagian luar *picnometer* dikeringkan dengan kain kering, kemudian *picnometer* berisi air dan tanah ditimbang (w_s),
- f. air dalam *picnometer* diukur suhunya dengan termometer ($t^\circ\text{C}$), dan

g. *picnometer* dikosongkan kemudian air distilasi diisikan sampai penuh.

Bagian luar dikeringkan lalu ditimbang (w_4). Hal ini dikerjakan segera setelah butir 7, agar suhu udara masih sama keadaannya dengan butir 7.

4.3.2.7 Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan *Proctor Standar Test*

A Peralatan yang diperlukan:

- a. perlengkapan pemadatan,
- b. semprotan air,
- c. ayakan no 4,
- d. palu karet atau kayu,
- e. cetok,
- f. mistar perata,
- g. loyang besar, dan
- h. satu set alat pemeriksa kadar air.

B Jalannya Penelitian

- a. menyiapkan tanah yang sudah dikeringkan, kemudian di hancurkan gumpalan-gumpalannya dengan palu di atas loyang,
- b. tanah yang sudah dihancurkan diayak dengan saringan no 4,
- c. setelah itu dipisahkan sampel tanah sebanyak 6 buah, masing-masing seberat 2kg dan dua buah sampel masing-masing 2,5kg dan satu buah sampel seberat 0,5kg dengan tanah yang lolos saringan no 40 kemudian dimasukkan ke dalam loyang, kemudian dicampur air sebanyak 100cc secara merata kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik dan diikat, begitu juga untuk

- sampel yang lain ditambah dengan air masing-masing 100cc, 200cc, 300cc, 400cc, 500cc, untuk masing-masing tanah dengan berat 2 kg,
- d. sampel tanah disimpan selama ± 24 jam agar didapat kadar air yang benar-benar merata,
- e. *mold standar* ditimbang dengan timbangan ketelitian 1 gr dan diberi tanda agar tidak tertukar,
- f. *collar* dipasang kemudian dikencangkan mur penjepitnya dan ditempatkan pada tempat yang kokoh,
- g. salah satu sampel tanah yang diambil ditumbuk dengan palu standar (5,5lb) sebanyak 25 kali pukulan secara merata, sehingga pemadatan mengisi 1/3 tinggi mol,
- h. dilakukan hal yang sama untuk lapisan ke 2 dan ke 3 sehingga lapisan yang terakhir mengisi sebagian dari *collar*,
- i. *collar* dilepas dan diratakan menggunakan pisau perata,
- j. *mold* ditimbang dengan tanah yang berada didalamnya dan di catat beratnya,
- k. contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan *ekstride* kemudian sebagai tanah pada bagian atas, tengah dan bawah diambil untuk diteliti kadar airnya, dan
- l. prosedur di atas diulangi untuk sampel-sampel yang lain.

4.3.2.8 Pemeriksaan CBR Laboratorium

A. Peralatan yang digunakan:

- a. mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 t (10.000lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm per menit,

- b. cetakan logam berbentuk silinder dengan \varnothing dalam 15,15 cm dan tinggi 12,8 cm. Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung setinggi 50,8 mm dan keping atas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 cm dan \varnothing lubang tidak boleh lebih dari 1,59 mm,
- c. piringan pemisah dari logam (*spenser disk*) dengan \varnothing 150,8 mm dengan tebal 61,4 mm,
- d. alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan kepadatan,
- e. alat pengukur pengembangan yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengukur tripot logam dan arloji petunjuk,
- f. keping beban dengan berat 2,27 kg dengan \varnothing 194,2 mm,
- g. jarak penetrasi logam \varnothing 49,5 mm luas 1945 mm dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm,
- h. timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr, dan
- i. peralatan bantu lainnya (talam, alat perata, bak peredam).

B. Jalannya Penelitian

- a. diambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pemadatan sebanyak 5 kg,
- b. kemudian sampel tersebut dicampur dengan air sampai kadar air optimum, dengan menggunakan rumus:

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

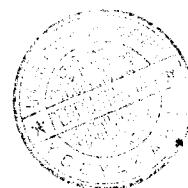
- c. setelah diaduk hingga rata, contoh tanah tadi dimasukkan kedalam kantong plastik, diikat kemudian didiamkan selama 24 jam,

- d. cetakan ditimbang kemudian dicatat beratnya kemudian cetakan dipasang pada keping atas dan suspenser dimasukkan ke dalamnya kemudian kertas filter dipasang di atasnya,
- e. contoh tanah yang sudah dicampur air dipadatkan pada keadaan optimum kedalam cetakan kemudian pemadatan dilaksanakan sesuai dengan percobaan pemadatan,
- f. leher sambungan dibuka dan tanah diratakan dengan pisau. Lubang-lubang yang mungkin ada ditambal. Benda uji ditimbang beserta cetakannya, kemudian dicatat beratnya,
- g. benda uji beserta keping alat diletakkan diatas mesin penetrasi, keping pemberat diletakkan diatas benda uji minimal seberat 4,5 kg,
- h. torak penetrasi dipasang pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg,
- i. pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/mnt. Pembacaan dilakukan pada interval 0,025" (0,64 mm), dan
- j. benda uji dikeluarkan dari cetakan dan kadar airnya ditentukan.

4.3.2.9 Pemeriksaan *Swelling* Tanah

A. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan sama dengan peralatan yang digunakan pada penelitian CBR laboratorium.



B. Jalannya penelitian

- a. tanah dipadatkan dalam cetakan sebanyak tiga lapisan dengan jumlah tumbukan sebanyak 56 kali,
- b. sampel direndam selama empat hari, dan
- c. pembacaan pengembangan tanah dilakukan setiap 24 jam.

Rumus yang dipakai untuk menghitung *swelling* adalah sebagai berikut:

$$\text{Swelling (h)} = \frac{H2 - H1}{H1} \times 100 \%$$

Keterangan:

- h : pengembangan tanah (*swelling*)
 H1 : tinggi mula-mula benda uji
 H2 : tinggi akhir benda uji setelah terjadi pengembangan

4.3.2.10 Pemeriksaan *Ekstraksi* Aspal

Pemeriksaan *ekstraksi* aspal bertujuan mencari kadar aspal dalam campuran dan mencari gradasi batuan dalam campuran beton aspal.

A. Alat yang digunakan

- a. mesin *ekstraktor* lengkap dengan peralatannya,
- b. kertas *filter*,
- c. timbangan, dan
- d. loyang.

B. Benda Uji

Benda uji berasal dari hasil *core drill* dan bensin secukupnya.

C. Jalanya Penelitian

- a. benda uji (campuran aspal hasil *core drill*) dipanaskan dalam oven dengan suhu 110°C ,
- b. sampel sebanyak yang diperlukan, ditimbang,
- c. *bowl ekstraktor* ditimbang, kemudian sampel dimasukkan kedalam *bowl* yang sudah ditimbang dan *bowl* ditimbang kedalam alat *ekstraktor*,
- d. bensin sebanyak 750 ml dimasukkan kedalam *bowl* sampai semua benda uji terendam, kemudian didiamkan selama 10 menit, dan diputar sampai bensin yang ada di *bowl* keluar semua,
- e. pekerjaan (d) di atas diulangi sampai bensin yang keluar dari *ekstraktor* warnanya jernih,
- f. sampel dikeluarkan dari *bowl ekstraktor* kemudian dipindahkan kedalam loyang dan dikeringkan dengan oven, begitu pula kertas filternya, dan
- g. setelah kering sampel beserta kertas filternya ditimbang.

4.3.2.11 Analisis Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan.

A. Alat yang digunakan

- a. timbangan dengan ketelitian 0,1 gram,
- b. satu set saringan yang sesuai data perencanaan,
- c. mesin pengguncang saringan, dan
- d. loyang, kuas, sikat, sendok, dan alat lainnya.

B. Benda Uji

Benda uji didapat dari ekstraksi masing-masing sampel hasil *core drill*.

C. Jalannya Penelitian

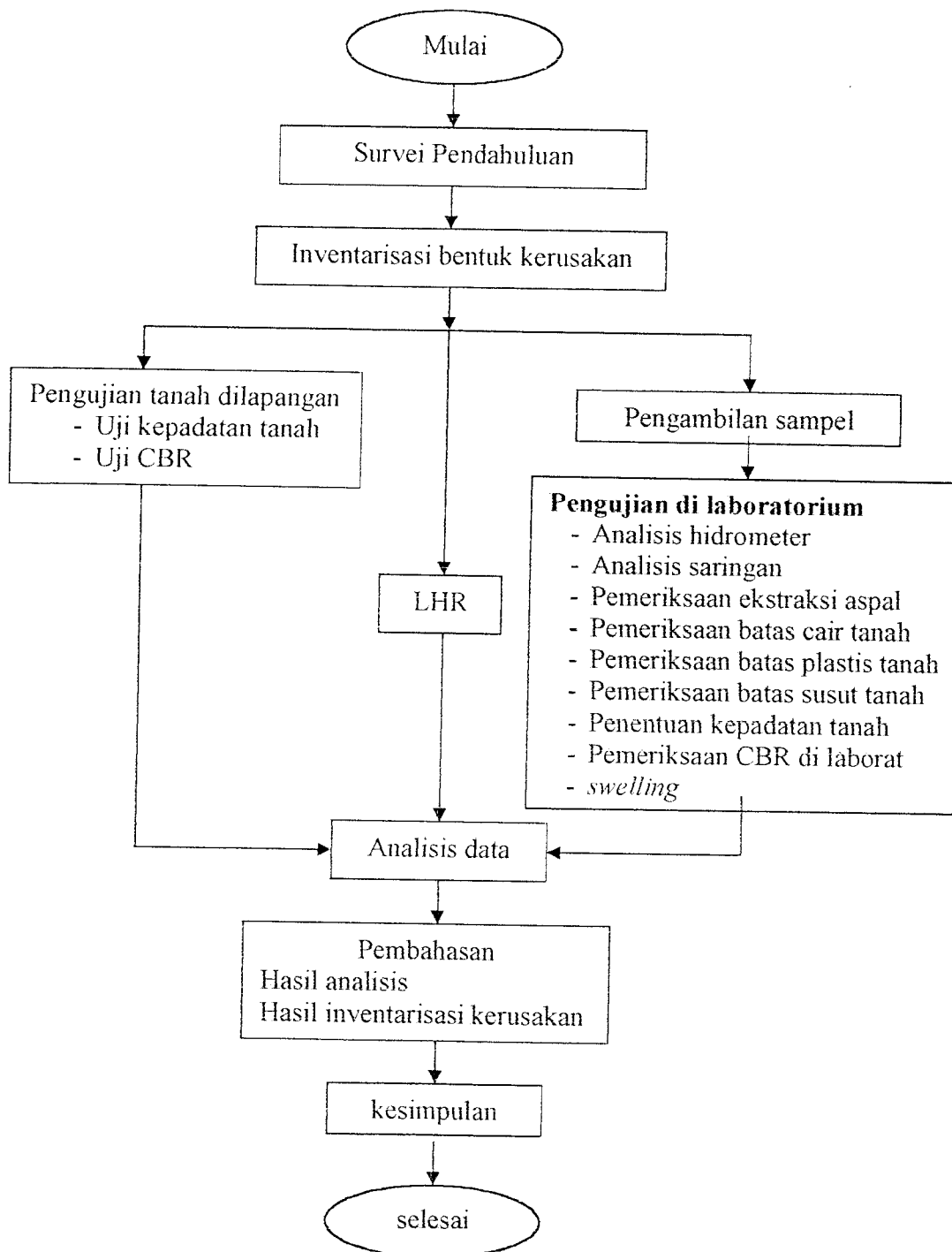
- a. diambil benda uji dari ekstraksi masing-masing sampel,
- b. saringan disusun sesuai dengan urutan nomornya dan dibersihkan,
- c. benda uji dituang ke saringan yang paling atas dan saringan tersebut ditutup,
- d. saringan tersebut kemudian diguncangkan dengan mesin pengguncang selama 10 menit,
- e. benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan diambil dan kemudian ditimbang, dan
- f. pekerjaan di atas diulangi untuk benda uji yang lain.

4.4. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (Pelapisan Tambahan/ Overlay) dengan Metode Analisis Komponen, 1987

Metode analisis komponen merupakan metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan untuk jalan raya yang disyaratkan oleh Bina Marga. Beberapa parameter yang penting dan sangat berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan adalah:

1. Jumlah jalur,
2. Koefisien distribusi kendaraan,
3. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan,
4. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR),

5. Lintas Ekuivalen,
6. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT),
7. Faktor Regional (FR),
8. Indek Permukaan (IP),
9. Koefisien kekuatan Relatif (a),
10. Indek Tebal Perkerasan (ITP), dan
11. Nilai kondisi perkerasan Jalan Lama.



Gambar 4.1 Flow chart penelitian .

BAB V

HIPOTESIS

Persentase terbesar kerusakan jalan yang terjadi sepanjang ruas Jalan Godong – Purwodadi berupa retak-retak, gelombang, lubang, amblas yang disebabkan adanya pengaruh kembang susut tanah dan kurang kuatnya daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta adalah : ekstraksi aspal, analisis saringan, pengujian kepadatan tanah (*standar proktor*), *sand cone* lapis pondasi bawah, CBR lapangan dengan DCP, analisis *hidrometer*, pemeriksaan batas cair tanah, pemeriksaan batas plastis tanah, pemeriksaan batas susut tanah, pemeriksaan berat jenis tanah, klasifikasi tanah dasar, *swelling*, dan perencanaan perkuatan jalan lama (pelapisan tambahan) dengan metode analisis komponen 1987.

6.1. Ekstraksi Aspal

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1-9) diperoleh data kadar aspal material perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 6.1

6.3. Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah

Dari pengujian sifat-sifat fisik tanah baik dilapangan maupun di laboratorium didapatkan sifat-sifat tanah seperti tertulis dalam tabel-tabel dan gambar di bawah ini:

6.3.1. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Batas cair (LL), yaitu kadar air pada peralihan antara keadaan cair ke keadaan plastis (lampiran.10-13). Hasil pemeriksaan batas cair tanah ini dapat dilihat pada tabel 6.4.dan gambar 6.2 .

Tabel 6.4. Hasil penelitian batas cair tanah.

No	Titikstasiun	Kadar Air(%)
1	TS1	61.63
2	TS2	70.42
3	TS3	72.01
4	TS4	80.20
Kadar Air Rata-rata adalah 71.065%		

Berdasarkan pengujian tanah maka nilai batas cair rata-rata (LL) adalah 71.065%, maka klasifikasi tanah termasuk *clay (atterburg cassagrande)*

6.3.2. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar

Batas Plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3.2mm mulai retak-retak ketika digulung (lampiran10-13). Besarnya nilai batas plastis dapat dilihat pada tabel 6.5 dan gambar 6.2

Tabel 6.5 Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar.

Sampel	Batas Plastis (%)
1	31.02
2	26.80
3	35.21
4	26.49
Kadar Air Rata-rata sebagai Batas Plastis adalah 29.88 %	

6.3.3. Indeks Plastis

Indeks plastis adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastis merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis.

Batas plastis tanah didapat sebesar 29.88 %, sehingga indeks plastisnya dapat dilihat pada tabel 6.6 dan gambar 6.2 berikut ini:

Tabel 6.6 Nilai Indeks Plastisitas.

Sampel	Indeks Plastisitas (PI) %
1	30.61
2	43.62
3	36.80
4	53.71

Kadar air rata-rata untuk PI adalah: 41.185%

$$IP = LL - PL$$

$$= 61.63 - 31.02$$

$$= 30.61 \%$$

Berdasarkan pengujian tanah maka diperoleh nilai Indeks plastis rata-rata adalah 41.185% maka tanah ini termasuk plastisitas tinggi dan bersifat kohesif.

Semakin tinggi IP suatu tanah (maksimal 10) maka tanah tersebut semakin jelek untuk bahan tanah dasar, karena jumlah mineral lempung yang dikandungnya semakin besar, sehingga sifat kembang susutnya akan semakin besar pula (Braja, M. Das, 1988)

6.3.4. Pemeriksaan Batas Susut Tanah Dasar

Batas susut (*shrinkage limit*) dari suatu tanah adalah kadar air maksimal pada saat perubahan sifat tanah dari semi padat ke padat, yaitu persentase kadar air dengan

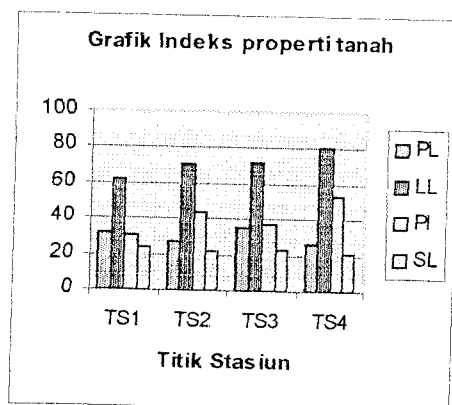
pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya (lampiran 14). Nilai batas susut dapat dilihat pada tabel 6.7 dan gambar 6.2

Tabel 6.7 Pemeriksaan batas susut tanah fasar.

Sampel	Batas Susut (SL) %
1	23.62
2	21.74
3	20.25
4	22.88

Kadar air rata-rata untuk SL adalah 22.1225

Berdasarkan hasil pengujian, tanah yang diuji mempunyai batas susut tanah (SL) sebesar 22.1225%, semakin besar nilai batas susut, maka semakin besar kembang susutnya. Tanah yang mempunyai kembang susut yang besar, tanah tersebut tidak baik jika digunakan untuk konstruksi jalan raya.



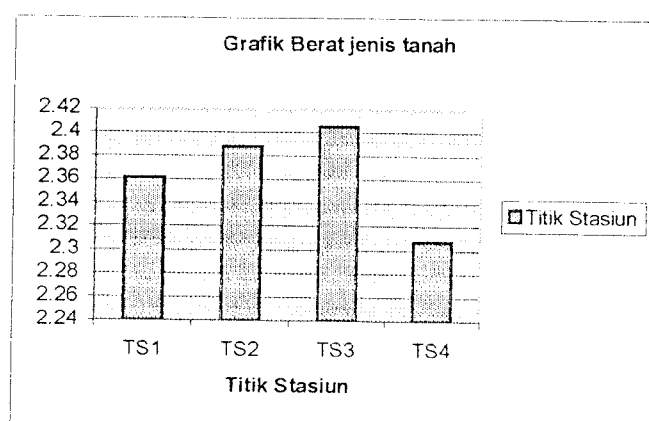
Gambar 6.2 Grafik indeks properti tanah.

6.3.5. Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan perbandingan butir-butir tanah dengan berat air distilasi di udara pada volume yang sama dan temperatur standar (27.5°C) (lampiran 15-18). Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada tabel 6.8 dan gambar 6.3

Tabel 6.8. Pengujian berat jenis tanah.

Sampel	Berat Jenis (GS)
1	2.361
2	2.388
3	2.405
4	2.307

**Gambar. 6.3** Grafik berat jenis tanah.

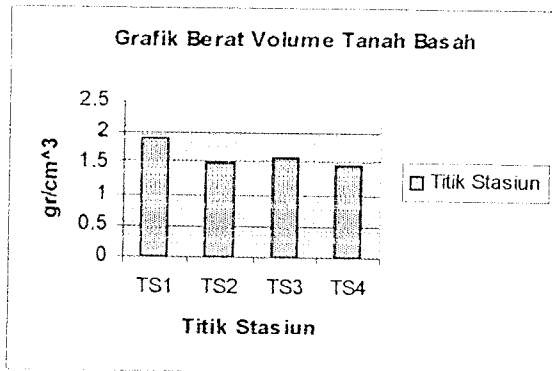
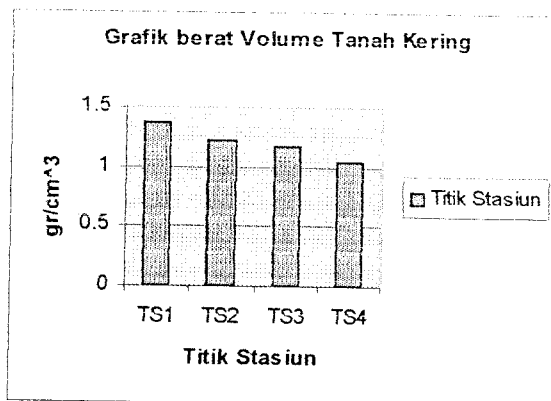
Nilai berat jenis yang diperoleh dari pengujian belum memenuhi GS standar yang ditetapkan yaitu 2.68-2.75 (Hary Cristady 1992) dan GS rata-ratanya yaitu 2.365, belum memenuhi standar yang ditetapkan untuk berat jenis tanah.

6.3.6. Pengujian Berat Volume Tanah

Berat Volume tanah adalah perbandingan berat tanah (termasuk kadar air yang dikandungnya) dengan volume tanah seluruhnya. Pengujian tanah untuk memperoleh berat volume tanah kering (γ_k) dan berat volume tanah basah (γ_b) (lampiran 36-39). Nilai berat volume tanah basah dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.4, sedangkan untuk berat volume tanah kering dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.5

Tabel 6.9 Berat volume tanah basah (γ_b) dan berat volume tanah kering (γ_k).

No	Titik Stasiun	Beraat vol tanah basah(γ_b)	Berat vol tanah kering(γ_k)
1	TS1	1.926	1.375
2	TS2	1.516	1.224
3	TS3	1.595	1.172
4	TS4	1.473	1.04

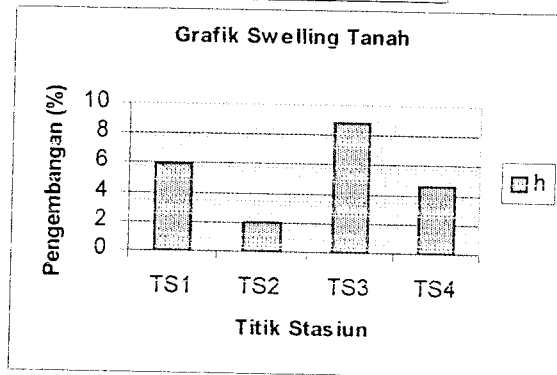
**Gambar.6.4.** Grafik berat volume tanah basah.**Gambar 6.5** Grafik volume tanah kering.

6.3.7. Pemeriksaan *Swelling* Tanah

Pemeriksaan *swelling* tanah bertujuan untuk mengetahui besarnya pengembangan tanah (lampiran 36-39). Hasil pemeriksian dapat dilihat pada tabel 6.10 dan gambar 6.6

Tabel 6.10 Pemeriksaan *swelling* tanah.

Sampel	Pengembangan Tanah(h)
1	5.914
2	2.017
3	8.758
4	4.63

**Gambar 6.6** Grafik pemeriksaan *swelling* tanah .

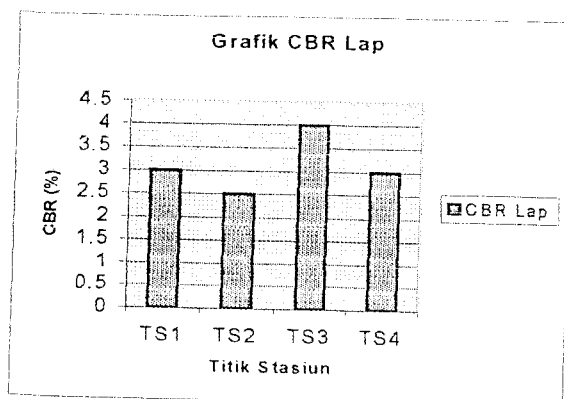
Nilai *swelling* yang diperoleh melebihi 4%, (kecuali pada TS2 = 2.017%) dan nilai PI tanah yang diteliti adalah 43.321%. Berdasarkan Tabel 3.1 tentang tingkat ekspansifitas tanah, maka tanah yang diteliti termasuk tanah dengan jenis *high ekspansif*.

6.4. CBR lapangan dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Berguna untuk memeriksa harga CBR secara langsung di lapangan (lampiran 19). Hasil pemeriksaan CBR (%) dapat dilihat pada tabel.6.11 dan gambar 6.7 sebagai berikut:

Tabel 6.11 Hasil uji CBR lapangan.

Titik stasiun	TS1						TS2						TS3						TS4						
Jumlah pukulan	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	35	40	5	10	15	20	25
Penetrasi (cm)	85	82	78	74	65	29	85	83	77	74	66	28	87	85	83	81	79	75	66	3	85	82	81	76	50
AH (cm)	1	4	8	12	21	56	1	3	9	12	20	58	1	4	6	8	10	14	23	59	1	4	5	10	36
CBR	3.00%						2.50%						4%						3%						



Gambar 6.7. Grafik CBR lapangan.

Hitungan TSI diambil garis dengan kemiringan paling tinggi, kemudian dengan bantuan dua penggaris siku, garis tersebut diplotkan pada garis CBR referensi, kemudian dibaca hasilnya, yaitu 3%. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada lampiran hal 19. Dari hasil penelitian didapatkan nilai CBR lapangan untuk TS1, TS2, TS3, dan TS4 berada di bawah 5%, berarti di bawah standar yang ditetapkan Bina Marga.

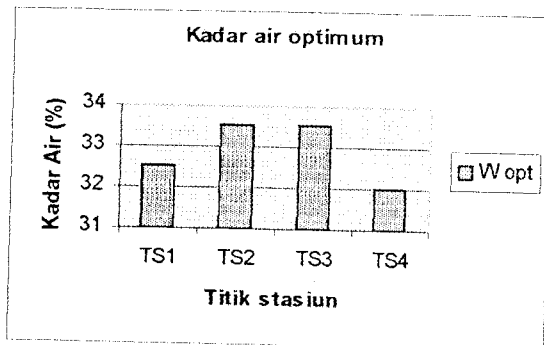
6.5. Pengujian Kepadatan Tanah (*Standar Proktor*)

Pengujian kepadatan tanah dengan uji proctor dimaksudkan untuk mencari kadar air optimum. Yaitu kadar air tanah yang menghasilkan kepadatan optimal (lampiran 20-23).

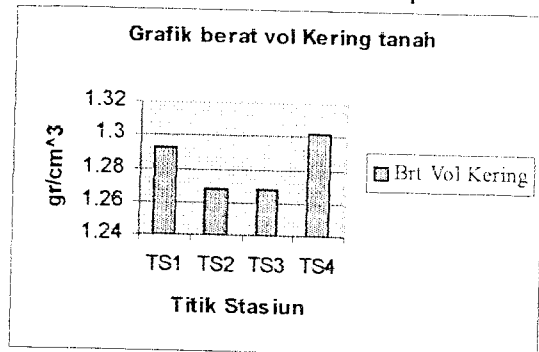
Hasil uji proctor ini dapat dilihat pada tabel 6.12 dan gambar 6.8;6.9 berikut.

Tabel 6.12. Hasil penelitian *proctor standard test* untuk tanah dasar.

No Sampel	Hasil Penelitian	
	$\gamma_d(\text{gr/cm}^3)$	w (%)
TS1	1.2917	32.593
TS2	1.268	33.547
TS3	1.268	33.547
Ts4	1.3017	32.013



Gambar 6.8 Grafik kadar air optimum.



Gambar 6.9 Grafik berat volume tanah kering.

Dari tabel di atas diketahui bahwa kadar air optimum pada TS2 dan TS3 sama, sedangkan pada TS1 dan TS4 berbeda, hal ini mungkin disebabkan oleh komposisi tanah yang berbeda pada TS1 dan TS4, sedangkan komposisi tanah pada TS2 dan TS3 sama.

6.6 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR maksimal yang bisa dicapai oleh tanah tanpa bahan *additif* (lampiran 24-39). Hasil pengujian CBR laboratorium dapat dilihat pada tabel 6.13 berikut ini:

Tabel 6.13 Perhitungan harga CBR laboratorium

CBR Tanpa Redaman				CBR Rendaman	
Titik Sta	CBR (%)	Titik Sta	CBR (%)	Titik Sta	CBR (%)
1	4.11	3	1.6	1	1.22
	4.34		2.51	2	1.22
	6.62		4.45	3	1.19
	2.0901		4.2456	4	1.42
2	1.14	4	4.34		
	2.97		5.02		
	4.11		6.39		
	3.6745		2.8408		

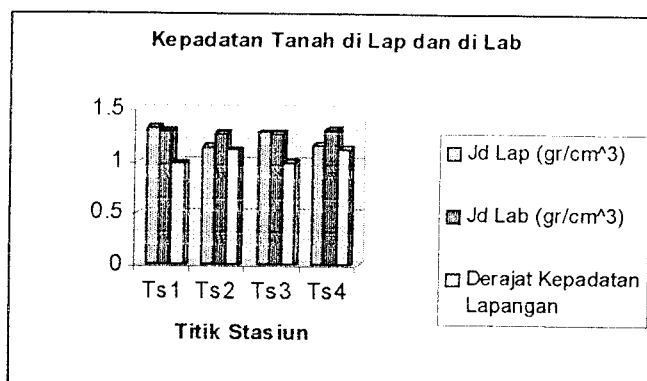
Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai CBR tanpa redaman yang terbesar adalah 6.62% dan nilai CBR terkecil 1.14%. Nilai CBR redaman terbesar adalah 1.42% dan nilai CBR yang terkecil adalah 1.19%, maka CBR laboratorium yang dipakai adalah 1.19% sehingga tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Bina Marga tentang perencanaan jalan baru nilai CBR tanah dasar yang umum digunakan minimal sebesar 5 % dan diperoleh daya dukung tanah sebesar 4.75kg/cm^2 . Hal ini diambil berdasarkan kondisi terburuk pada saat jenuh air, Dari grafik korelasi daya dukung tanah dengan nilai CBR 1.19% diperoleh nilai DDT sebesar 1.9 kg/cm^2 .

6.7. Pengujian Kepadatan Tanah di Lapangan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan lapis tanah dengan cara pengukuran lubang secara langsung dengan menggunakan *sand cone* (lihat lampiran 45-48). Hasil pengujian kepadatan di lapangan dapat dilihat pada tabel 6.14 dan gambar 6.10 berikut ini

Tabel 6.14 Hasil pengujian kepadatan tanah lap dan kepadatan tanah lab.

Titik Stasiun	yd Lap (gr/cm ³)	yd Lab (gr/cm ³)	Derajat Kepadatan Lapangan (%)
Ts1	1.32	1.2917	0.978
Ts2	1.14	1.268	1.112
Ts3	1.28	1.268	0.99
Ts4	1.16	1.3017	1.122
Derajat kepadatan lap rata-rata			1.0505%



Gambar 6.10 Grafik kepadatan tanah di lap dan di lab.

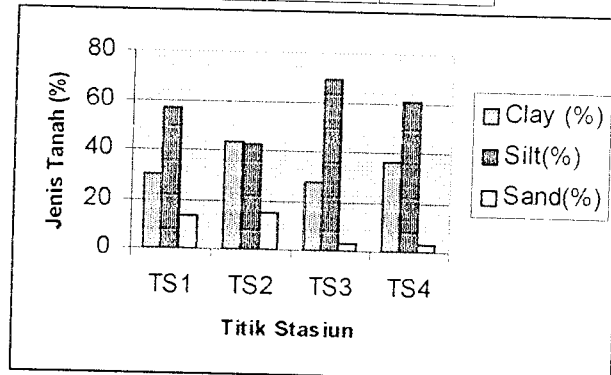
Berdasarkan hasil penelitian kepadatan tanah di lapangan dan dibandingkan dengan kepadatan tanah di laboratorium, maka nilai derajat kepadatan tanah lapangan rata-rata adalah 1.0505 % .

6.8. Pengujian Analisis *Hidrometer* dan Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui distribusi pembagian butir tanah (lampiran 40-43). Distribusi jenis tanah untuk tiap-tiap titik dapat dilihat pada tabel 6.15 dan gambar 6.11

Tabel 6.15 Persentase jenis tanah.

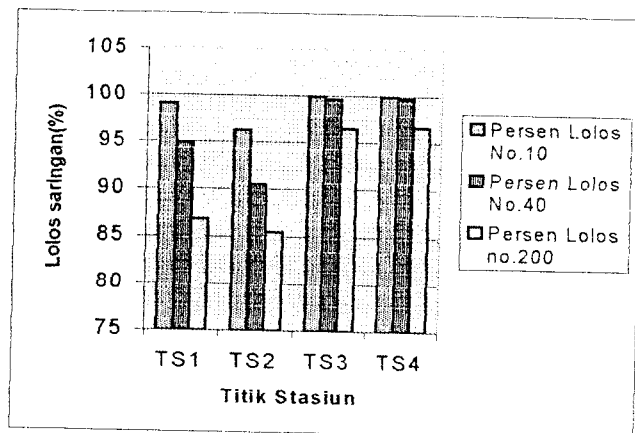
No	Stasiun	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
1	TS1	30.18	56.66	13.7
2	TS2	43.34	42.11	14.55
3	TS3	27.34	69.16	3.5
4	TS4	36.16	60.56	3.32

**Gambar 6.11.** Grafik persentase jenis tanah.

Untuk klasifikasi tanah menurut ASHTO, digunakan distribusi butir tanah yang lolos saringan no 10, 20, 40, 60, 140, dan 200. Adapun hasilnya bisa dilihat pada tabel 6.16 serta gambar 6.12 berikut ini:

Tabel 6.16 Distribusi pembagian butir tanah.

Stasiun	Persen Lolos		
	No.10	No.40	No.200
TS1	99.12	94.9	86.83
TS2	96.23	90.5	85.45
TS3	99.92	99.67	96.5
TS4	99.95	99.73	96.68



Gambar 6.12 Grafik distribusi butir tanah.

Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO, tanah pada masing-masing titik stasiun termasuk dalam kelompok :

1. TS1 termasuk kelompok A-7-5(20)
2. TS2 termasuk kelompok A-7-6(20)
3. TS3 termasuk kelompok A-7-5(20)
4. TS4 termasuk kelompok A-7-6(20)

Hitungan:

$$GI = (F-35)(0.2+0.005(LL-40))+0.01(F-15)(PI-10)$$

$$GItsl \quad F = 86.83, \quad LL=61.63 \%, \quad PI=30.61\%$$

$$GItsl = (86.83-35)(0.2+0.005(61.63-40))+0.01(86.83-15)(30.61-10)=30.775$$

Nilai $GI > 20$, maka nilai $GI=20$

Hasil yang diperoleh dari uji *hidrometer* menunjukkan bahwa persentase jenis tanah *silt* dan *clay* yang lolos saringan #200, lebih besar jumlah persentase *silt* dibandingkan *clay*, kecuali pada titik stasiun 2 (lampiran.39-42), hal ini menunjukkan

bahwa tanah tersebut berjenis lempung ekspansif yang mengandung jumlah persentase lumpur yang besar. Hasil yang diperoleh di laboratorium menunjukkan nilai LL rata-rata =71.065%, γ_d rata-rata =1.282, IP rata-rata = 41.185%, %lolos#200 rata-rata =91.365%, CBR rata-rata =1.22 % dan GI rata-rata = 20, sehingga lumpur tersebut termasuk jenis *High Moam* (MH), tetapi nilai CBR dan GI-nya tidak masuk spesifikasi jenis ini, karena GI-nya lebih besar dari spesifikasi dan nilai CBR-nya lebih kecil dari spesifikasi (lampiran 44).

6.9 Inventarisasi Kerusakan Jalan pada Titik Stasiun yang Ditinjau.

Kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Godong-Purwodadi sangat bervariasi, tetapi kerusakan yang paling dominan yaitu gelombang, amblas dan retak pinggir yang menyebabkan badan jalan patah dan turun (lihat tabel 1.3 Luas kerusakan dalam (m) dan dalam (%) kerusakan). Sampel penelitian diambil pada badan jalan yang mengalami kerusakan retak pinggir, gelombang, amblas dan dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Kondisi kerusakan pada titik yang ditinjau adalah sebagai berikut:

1. Sampel 1 (sta 51+900)

Kerusakan yang terjadi pada titik ini yaitu:

- a. retak pinggir, yang menyebabkan badan jalan terpotong dan amblas.

hasil surface yang dicore drill, terbelah menjadi dua, hal ini menunjukkan bahwa retak yang terjadi sampai *base course*, sehingga air dapat memasuki lapisan di bawah *surface*.

- b. retak halus.

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

2. Sampel 2 (sta 49+300)

a. Retak halus

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

b. Retak pinggir

Hasil *surface* yang di *core drill* terbelah menjadi dua, sehingga kerusakan yang terjadi mencapai lapisan bawah, sehingga air dapat memasuki lapisan di bawah *surface*.

3. Sampel 3 (sta 46+100)

a. Gelombang dan retak

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

b. Kondisi standart (jalan tidak rusak)

4. Sampel 4 (sta 47+400)

Retak pinggir

Hasil dari struktur yang di *core drill* terlihat tetap utuh, sehingga kerusakan hanya terjadi pada permukaan strukturnya saja.

6.10. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (Pelapisan Tambahan/*Overlay*) dengan Metode Analisis Komponen 1987

Metode analisa komponen merupakan metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan untuk jalan raya yang disyaratkan oleh Bina Marga.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di lapangan dan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta adalah : ekstraksi aspal, analisis saringan, pengujian kepadatan tanah (*standar proktor*), *sand cone* lapis pondasi bawah, CBR lapangan dengan DCP, analisis *hidrometer*, pemeriksaan batas cair tanah, pemeriksaan batas plastis tanah, pemeriksaan batas susut tanah, pemeriksaan berat jenis tanah, klasifikasi tanah dasar, *swelling*, dan perencanaan perkuatan jalan lama (pelapisan tambahan) dengan metode analisis komponen 1987.

6.1. Ekstraksi Aspal

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1-9) diperoleh data kadar aspal material perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 6.1

Tabel 6.1 Hasil uji ekstraksi aspal.

No	Stasiun	Kadar Aspal (%)	
		Hasil Penelitian	Spesifikasi (JMF)
1	51+900R	4.805	6.1
2	51+900L	4.508	6.1
3	49+300R	5.238	6.1
4	49+300L	6.372	6.1
5	47+400R	6.698	6.1
6	47+400L	6.099	6.1
7	46+100R	7.303	6.1
8	46+100R	6.48	6.1
9	46+100R	7.05	6.1
Rata-rata		6.06	6.1

Keterangan:

R : sisi kanan

L : sisi kiri

Dari hasil penelitian di atas terlihat bahwa kadar aspal campuran lebih kecil (0.4%) dari pada kadar aspal menurut *job mix formulanya*. Hal ini disebabkan kadar aspal berubah akibat temperatur dan masa layan jalan, aspal akan menjadi kaku dan rapuh serta daya adesinya terhadap partikel agregat akan berkurang.

6.2. Analisis Saringan

Bermanfaat untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan (lampiran 1-9). Hasil penelitian analisa saringan adalah sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.2, Tabel 6.3, dan gambar 6.1

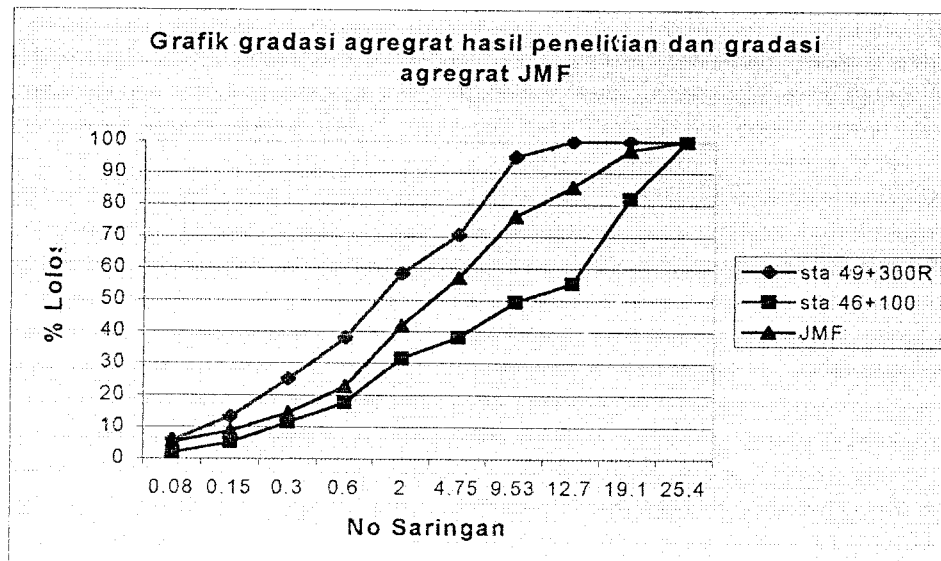
Tabel 6.2. Hasil analisis saringan agregrat setelah diekstraksi.

Nomer Saringan	Hasil penelitian (%lolos)									JMF
	Sta1 51+900R	Sta1 51+900L	Sta2 49+300R	Sta2 49+300L	Sta3 47+400R	Sta 47+400L	Sta 46+100	Sta 46+100	Sta 46+100	
(a)	(b)	(c)	(d)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)
1"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/4"	100	100	100	100	100	100	81.964	100	100	97.18
1/2"	93.231	85.696	100	98.92	97.569	90.859	55.336	99.553	96.959	85.42
3/8"	80.601	76.531	95.159	97.21	90.733	82.606	49.489	92.141	93.558	76.37
# 4	59.423	60.651	70.545	77.04	66.845	63.998	38.151	68.32	68.745	56.93
# 8	50.197	52.528	58.348	64.16	53.505	52.265	31.62	57.241	57.029	41.94
# 30	28.376	29.101	38.111	43.49	27.222	32.454	17.723	31.899	31.703	22.64
# 50	20.276	20.543	25.046	30.04	14.285	26.537	11.529	21.885	21.294	14.6
# 100	11.113	11.202	13.191	12.77	5.71	8.695	5.231	11.355	10.257	8.81
# 200	4.644	5.011	5.908	5.4	4.48	4.285	1.802	5.613	4.628	5.27

Keterangan:

R : sisi kanan

L : sisi kiri



Gambar 6.1. Grafik gradasi agregrat hasil penelitian dan gradasi agregrat berdasarkan JMF yang disyaratkan DPU.

Berdasarkan tabel 6.2 dan gambar 6.1 dapat diketahui bahwa perbandingan antara gradasi agregrat hasil penelitian analisa saringan pada agregrat hasil ekstraksi dengan gradasi agregrat berdasarkan *Job Mix Formula (JMF)* yang ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum, maka gradasi agregrat yang diteliti pada stasiun 4 (46+100) dan stasiun 2 (49+300R) gradasi agregratnya mengalami pergeseran dari JMF. Berdasarkan gambar 6.1 dan tabel 6.3 dapat dilihat bahwa gradasi agregrat rata-rata ukuran butirannya lebih besar dari JMF walaupun agregrat yang diteliti sudah mengalami degradasi karena umur dan beban lalu lintas, hal ini disebabkan saat pelaksanaan pekerjaan pembuatan jalan terjadi penyimpangan.

Tabel 6.3 Hasil analisis saringan hasil ekstraksi dibandingkan dengan JMF.

Nomer Saringan	% gradasi Agregrat								
	Sta 1 51+900R	Sta 1 51+900L	Sta 2 49+300R	Sta 2 49+300L	Sta 3 47+400R	Sta 3 47+400L	Sta 4 46+100	Sta 4 46+100	Sta 4 46+100
3 /4"	-	-	-	-	-	-	-15.657	-	-
1/2"	9.144	0.323	17.067	15.804	14.223	6.367	-35.218	16.545	13.508
3/8"	5.54	0.211	24.603	27.288	18.807	8.165	-35.198	20.65	22.506
# 4	4.379	6.536	23.915	35.324	17.416	11.224	-32.986	20.007	20.075
# 8	19.687	25.245	39.122	52.98	27.575	24.618	-24.606	36.482	35.977
# 30	25.335	28.537	68.339	92.093	20.238	43.348	-21.718	40.896	40.031
# 50	38.876	40.705	71.547	106.753	-2.157	81.76	-21.034	49.897	45.849
# 100	26.14	26.14	49.727	44.948	-35.187	-1.305	-40.624	28.887	16.424
# 200	-11.878	-4.915	12.106	2.466	-14.99	-18.69	-65.806	6.508	-12.182

Keterangan: R : sisi kanan

L : sisi kiri

- : Agregrat mengalami degradasi

6.3. Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah

Dari pengujian sifat-sifat fisik tanah baik dilapangan maupun di laboratorium didapatkan sifat-sifat tanah seperti tertulis dalam tabel-tabel dan gambar di bawah ini:

6.3.1. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Batas cair (LL), yaitu kadar air pada peralihan antara keadaan cair ke keadaan plastis (lampiran.10-13). Hasil pemeriksaan batas cair tanah ini dapat dilihat pada tabel 6.4.dan gambar 6.2 .

Tabel 6.4. Hasil penelitian batas cair tanah.

No	Titikstasiun	Kadar Air(%)
1	TS1	61.63
2	TS2	70.42
3	TS3	72.01
4	TS4	80.20
Kadar Air Rata-rata adalah 71.065%		

Berdasarkan pengujian tanah maka nilai batas cair rata-rata (LL) adalah 71.065%, maka klasifikasi tanah termasuk *clay (atterburg cassagrande)*

6.3.2. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar

Batas Plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3.2mm mulai retak-retak ketika digulung (lampiran10-13). Besarnya nilai batas plastis dapat dilihat pada tabel 6.5 dan gambar 6.2

Tabel 6.5 Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar.

Sampel	Batas Plastis (%)
1	31.02
2	26.80
3	35.21
4	26.49
Kadar Air Rata-rata sebagai Batas Plastis adalah 29.88 %	

6.10.1. Data Perencanaan

1. data lalu-lintas harian rata-rata tahun 2002:

Kendaraan ringan : 19487

Bus 8 ton : 680

Truck 2as 3 ton : 1154

Truck 3 as 20 ton : 1243

2. Pertumbuhan lalu lintas (I) sebesar 15.0558%

$$F = P(1+i)^n \times 100 \%$$

Keterangan : F :Future (smp)

P: present (smp)

i : pertumbuhan lalu lintas (%)

Tabel 6.17 Perhitungan pertumbuhan lalu lintas (i).

No	Tahun	LHR (smp)	I (%)
1	1996	11.372	-
2	1998	13.001	6.9276
4	2001	28.641	20.28
5	2002	37.302	17.96
I rata-rata adalah			15.0558%

Sumber: Dirjen Bina Marga, 2002

3. Susunan perkerasan jalan yang dievaluasi:

AC : 18

Base course : 18

Sub Base : 20

Hasil penelitian lapangan menunjukkan jalan lapis AC banyak terjadi retak-retak, gelombang serta menunjukkan gejala ketidaksabihan sehingga nilai kondisi jalan diambil 50 %,

4. Lalu lintas harian rata-rata saat jalan dibuka (diasumsikan 1 tahun yang lalu):

$$P = \frac{F}{(1+i)^{MK}}$$

Kendaraan ringan : 16685,5859

Bus 8 ton : 582,2466

Truck 2 as 3 ton : 988,1067

Truck 3 as 20 ton : 1064,3215

6.10.2. Angka Ekuivalen (E)

Dihitung berdasarkan distribusi beban sumbu berbagai jenis kendaraan.

- a. Kendaraan ringan (50% as depan + 50% as belakang)

$$E = \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 = 0,0005$$

- b. Bus 8 ton (34% as depan + 66% as belakang)

$$E = \left[\frac{8 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{8 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,187$$

- c. Truck 2 as 13 ton (25% as depan + 75% as belakang)

$$E = \left[\frac{13 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{13 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 2,063$$

- d. Truck 3 as 20 ton (25% as depan + 75% as belakang)

$$E = \left[\frac{20 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{20 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 1,123$$

6.10.3. Faktor distribusi kendaraan (C)

Ruas Jalan Godong-Purwodadi merupakan jalan 2 lajur 2 arah, sehingga menurut tabel distribusi kendaraan yang ditetapkan oleh Bina Marga mempunyai nilai $C = 0,50$.

6.10.4. Menghitung Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$\begin{aligned}
 \text{Kendaraan ringan} &= 16685,5896 \times 0,5 \times 0,0005 = 4,17139 \\
 \text{Bus 8 ton} &= 5582,2466 \times 0,5 \times 0,1870 = 54,44016 \\
 \text{Truck 2 as 13 ton} &= 988,1067 \times 0,5 \times 2,0630 = 1019,23206 \\
 \text{Truck n3 as 20 ton} &= \underline{1064,3125 \times 0,5 \times 1,1230 = 597,6115} \quad + \\
 \text{LEP} &= 1675.4551
 \end{aligned}$$

6.10.5. Menghitung Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$\begin{aligned}
 \text{Kendaraan ringan} &= 1948.7 \times 0,5 \times 0,0005 = 4,8717 \\
 \text{Bus 8 ton} &= 680 \times 0,5 \times 0,1870 = 63.58 \\
 \text{Truck 2 as 13 ton} &= 1154 \times 0,5 \times 2,0630 = 1190.351 \\
 \text{Truck 3 as 20 ton} &= \underline{1243 \times 0,5 \times 1,1230 = 697.9445} \\
 \text{LEA} &= 1956.7473
 \end{aligned}$$

6.10.6 Menghitung Lintass Ekivalen Tengah (LET)

$$LET_1 = \frac{1675.4551 + 1956.7473}{2} = 1816,1012$$

6.10.7 Menghitung Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER_1 = 1816,1012 \times 1 / 10 = 181,61012$$

Jalan Godong-Purwodadi diklasifikasikan sebagai jalan kolektor, sehingga sesuai dengan tabel indeks permukaan pada akhir umur rencana diperoleh harga Indeks Permukaan (IP) = 2,0

6.10.8 Mencari Indeks Tabel Perkerasan (ITP)

Berdasarkan data-data yang ada:

CBR tanah dasar = 1,19 %; DDT = 1,9%; $LER_1 = 181,61012$; IP = 2,0 dan FR = 0,5 maka dengan menggunakan Nomogram 3, petunjuk tebal perkerasan lentur jalan raya dengan Metode Analisis Komponen 1987, diperoleh $\overline{ITP} = 8.4$

6.10.9 Menentukan Tebal Lapis Tambahan

Mencari Faktor kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan:

$$\text{Lapis AC} = 0,35$$

$$\text{Base (Sirtu CBR 100\%)} = 0,14$$

$$\text{Sub Base (Sirtu CBR 50\%)} = 0,12$$

Kekuatan jalan lama:

$$\text{Lapis AC 18 cm} = 50\% \times 18 \times 0,35 = 3,15$$

$$\text{Base (Sirtu CBR 100\%) 18 cm} = 90\% \times 18 \times 0,14 = 2,268$$

$$\text{Sub Base (Sirtu CBR 50\%) 20cm} = \underline{90\% \times 20 \times 0,12 = 2,16}$$

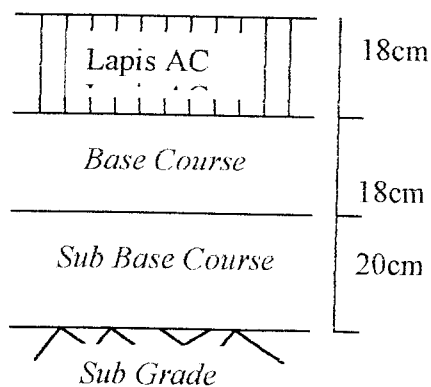
$$\text{IPT ada} = 7,818$$

Umur Rencana :

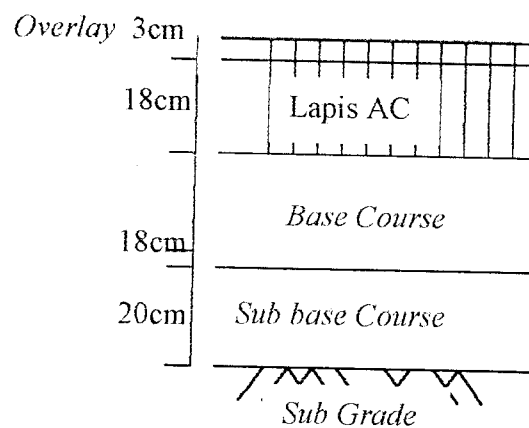
$\Delta ITP = ITP_1 - ITP_{ada} = 8,4 - 7.818 = 0,582$ artinya ketebalan lapisannya kurang 0.582 cm, sehingga secara struktural perlu dilakukan pelapisan tambahan setebal 3 cm (*overlay* minimal berdasarkan Bina Marga). Lihat gambar 6.13.

Pelapisan tambahan dengan AC pada Jalan Godong-Purwodadi, Kabupaten Grobogan dilakukan untuk menambah daya dukung perkerasan yang telah ada terhadap beban lalu lintas dan penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa layan dari struktur perkerasan.

Tebal perkerasan awal



Tebal perkerasan setelah *Overlay*



Gambar 6.13 Struktur perkerasan sebelum dan sesudah *Overlay*.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data-data perencanaan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar aspal hasil penelitian (6.06%) kurang dari kadar aspal optimum (6.1%) yang disyaratkan, hal ini disebabkan berkurangnya kadar aspal selama masa layan,
2. Gradasi agregrat yang diteliti mengalami pergeseran dari JMF yang disebabkan saat pelaksanaan pembuatan jalan tidak sesuai dengan JMF.
3. Nilai batas cair (LL) rata-rata = 71.065%, batas plastis (PL) rata-rata = 29.88%, batas susut (SL) rata-rata = 22.122%, dan indeks plastisitas (PI) rata-rata = 41,185%, maka tanah yang diteliti termasuk kelompok lempung ekspansif yang bersifat kohesif.
4. Berat jenis (Gs) tanah yang diteliti adalah 1.2 gr/cm^3 , belum memenuhi Gs standar yang ditetapkan untuk berat jenis tanah lempung non organik sebesar 2.68-2.75 gr.
5. Lapisan *sub grade* pada Jalan Godong-Purwodadi yang diteliti cenderung bersifat *highly expansive*, dimana nilai PI (41.185%) melebihi angka 20 dan nilai

- pavement*), sedangkan untuk jalan baru dengan menstabilisasi tanah baik secara kimiawi (kapur/semen) atau fisika serta menggunakan geoteknik (membran).
2. Untuk mencegah terjadinya pengembangan tanah (*swelling* 8.758%) dan kecilnya CBR rendaman 1,19%, maka penanganan drainase harus direncanakan dengan baik.
 3. Permukaan jalan jangan sampai kemasukan air (kedap air) karena air yang masuk kelapisan tersebut dapat melemahkan lapisan yang ada dibawahnya.
 4. Perlunya pelapisan tambahan dengan AC pada ruas Jalan Godong-Purwodadi untuk menambah daya dukung lalu lintas yang ada terhadap beban lalu lintas dan penurunan mutu.
 5. Untuk mendapatkan struktur perkerasan yang baik maka diperlukan pengawasan dalam pengujian bahan dan pelaksanaan secara terus menerus.
 6. diusahakan adanya penanganan kerusakan jalan sedini mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1981. *Interim Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO, Washington D.C.
- Adyawati, PTZ. 2001. *Permasalahan Tanah Ekspansif dan Penanggulangannya*.
- Arikunto, Suharsini. *Prosedur Penelitian: Rineke Sipta*.
- Bina Marga, Dit Jen. 1983. *Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Jalan raya*: DPU.
- Bina Marga, Dit Jen. 1983. *Manual Pemeliharaan Jalan*: DPU
- Bina Marga, Dit Jen. 2001. *Proyek Penyiapan Program Dan Anggaran Sistem Jaringan Jalan & Jembatan Propinsi Jateng*, Adila Karya Utama.
- Bina Marga, Dit Jen. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen*. SKBI . UDC:DPU.
- BRE, Dalimin. *Pelaksanaan Pembangunan Jalan*.
- Cristady, H. 1988. *Mekanika Tanah 1*: Gramedia.
- Das, M, Braja. 1992. *Mekanika Tanah*. Jilid 1: Erlangga.
- Dekawanto, Y. O. dan Riyanto, 2001, *Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Kasongan-Kasih*.
- Hardiyatmo, C.H.. *Mekanika Tanah 1*. Edisi kedua.
- Nelson, J.D, *Expansive Soil*, Jhon Wisley dan Sons, Inc.
- Semawi, M, A. *Konstruksi Djalan*. Bandung: Himpunan Mahasiswa UKP Bandung.
- Sofan, A. dan Utomo, W. 1997. *Studi Kasus Kerusakan Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko-Nagung Wates Kabupaten Kulon Progo*.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*: Nova Bandung.
- Syarif, Umar. 2000. *Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan KH.Ahmad Dahlan Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Fachurrozy. 1991. *Rekayasa Jalan Raya*. Yogyakarta: UGM



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 46+100R

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 773 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1823 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 693 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 14.5gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.5 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 260 gram
9. Berat tempat + endapan : 285 gram
10. Berat endapan (9-8) : 25 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 7.05 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 4b												
Ukuran Saringan		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Kum	Berat Tertahan	-	-	21.15	23.66	172.58	81.49	176.15	72.4	76.76	39.15	32.19
	Berat Tertahan	-	-	21.15	44.81	217.39	298.88	475.03	547.43	624.19	663.34	659.53
	%Tertahan	-	-	3.041	6.442	31.255	42.971	68.297	78.706	89.743	95.372	100
	%Lolos	100	100	96.959	93.558	68.745	57.029	31.703	21.294	10.257	4.628	0
Job Mix Formula		100	97.8	85.41	76.37	31.703	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi		100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 46+100L

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 787 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1837 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 718 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 15 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 1 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 242 gram
9. Berat tempat + endapan : 255 gram
10. Berat endapan (9-8) : 17 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 6.48 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 4a											
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Berat Tertahan	-	-	3.45	53.35	172.15	80.06	183.15	72.37	76.1	41.5	40.56
Kum	Berat Tertahan	-	3.45	56.8	228.95	309.01	492.16	564.53	640.63	682.13	722.69
	%Tertahan	-	0.477	7.859	31.68	42.758	68.101	78.115	88.645	94.387	100
	%Lolos	100	100	99.553	92.141	68.32	57.241	31.899	21.885	11.355	5.613
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	101.45	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 april 2003

NOMER CONTOH : 47+400

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 938 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1788 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 859 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 14.5gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menenpel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.5 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 260 gram
9. Berat tempat + endapan : 270 gram
10. Berat endapan (9-8) : 10 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 7.303 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 3b3												
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN	
Berat Tertahan	-	154.38	227.91	50.05	97.05	55.9	118.95	53.02	53.9	29.35	15.42	
Kum	Berat Tertahan	-	154.38	382.29	432.34	529.39	585.29	704.24	757.26	811.16	855.92	
	%Tertahan	-	18.036	44.664	50.511	61.849	68.38	82.277	88.477	94.769	98.198	100
	%Lolos	100	81.945	55.336	49.489	38.151	31.62	17.723	11.529	5.231	1.802	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27		
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10		



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 47+400L

1. Berat Bowl Ekstraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 851 gram
3. Berat Bowl Ekstraktor + contoh Aspal : 1901 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 762 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 15 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menenpel endapan (6-5) pada kertas filter : 1 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 242 gram
9. Berat tempat + endapan : 273 gram
10. Berat endapan (9-8) : 31 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 6.698%

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 3b2												
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN	
Berat Tertahan	-	-	79.04	71.37	160.9	101.45	171.31	51.16	154.28	38.13	37.07	
Kum	Berat Tertahan	-	-	79.04	150.41	311.31	412.76	584.07	635.23	789.51	864.69	
	%Tertahan	-	-	9.141	17.394	36.002	47.735	67.546	73.463	91.305	95.715	100
	%Lolos	100	100	90.859	82.606	63.998	52.265	32.454	26.537	8.695	4.285	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	0	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	0	



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 47+400L

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 910 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1960 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 842 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 15.5gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 1.5 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 322 gram
9. Berat tempat + endapan : 333 gram
10. Berat endapan (9-8) : 11 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 6,099 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 3b1											
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Berat Tertahan	-	-	18.67	52.5	183.43	102.45	201.85	99.35	65.85	9.45	34.4
Kum Berat Tertahan	-	-	18.67	71.17	254.62	357.07	558.92	658.27	724.12	733.57	767.97
%Tertahan	-	-	2.431	9.267	33.155	46.495	72.778	85.715	94.29	95.52	100
%Lolos	100	100	97.569	90.733	66.845	53.505	27.222	14.285	5.71	4.48	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 49+300R

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 510 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1560 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 466 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 14.5 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.5 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 322 gram
9. Berat tempat + endapan : 333 gram
10. Berat endapan (9-8) : 11 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 6.372 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 2b											
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Berat Tertahan	-	-	5.04	8.01	94.11	60.15	96.46	62.78	80.61	34.21	25.39
Kum Berat Tertahan	-	-	5.04	13.05	107.16	167.31	263.77	326.53	407.16	441.37	466.76
%Tertahan	-	-	1.079	2.795	22.958	35.845	56.511	69.957	87.23	94.56	100
%Lolos	100	100	98.92	97.205	77.042	64.155	43.489	30.043	12.77	5.4	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 49+300 L

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 420 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1470 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 390 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 15 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 1 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 260 gram
9. Berat tempat + endapan : 267 gram
10. Berat endapan (9-8) : 7 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 5.238 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 2a												
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN	
Berat Tertahan	-	-	-	17.88	90.92	45.05	74.75	48.25	43.8	26.9	21.82	
Kum	Berat Tertahan	-	-	17.88	108.8	153.85	228.6	276.85	320.65	347.55	369.37	
	%Tertahan	-	-	4.841	29.455	41.652	61.889	74.952	86.809	94.092	100	
	%Lolos	100	100	100	95.159	70.545	58.348	38.111	25.046	13.191	5.908	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27		
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10		



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 51+900R

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 976 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 2026 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 926 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 16 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 1 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 242gram
9. Berat tempat + endapan : 247gram
10. Berat endapan (9-8) : 5 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 4.508 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 1b											
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Berat Tertahan	-	-	133.05	85.25	147.7	75.55	217.91	79.6	86.85	57.62	46.6
Kum Berat Tertahan	-	-	133.05	218.3	366	441.55	659.46	739.06	825.91	883.53	930.13
%Tertahan	-	-	14.304	23.469	39.349	47.472	70.899	79.457	88.795	94.989	100
%Lolos	100	100	85.696	76.531	60.651	52.528	29.101	20.543	11.202	5.011	0
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 2 April 2003

NOMER CONTOH : 51+900 L

1. Berat Bowl Extraktor : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 947 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh Aspal : 1997 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 889 gram
5. Berat kertas filter bersih : 14 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 14.5 gram
7. Berat mineral yang terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.5 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 260 gram
9. Berat tempat + endapan : 272 gram
10. Berat endapan (9-8) : 12 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 4.805 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI 1a											
Ukuran Saringan	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No. 30	No. 50	No. 100	No.200	PAN
Berat Tertahan	-	-	59.95	117.85	181.55	81.705	193.25	71.73	81.15	57.285	41.13
Kum	Berat Tertahan	-	59.95	177.8	359.35	441.055	643.305	706.035	787.185	844.47	885.5
	%Tertahan	-	6.769	19.399	40.577	49.803	71.624	79.724	88.887	95.356	100
	%Lolos	100	100	93.231	80.601	59.423	50.197	28.376	20.276	11.113	4.644
Job Mix Formula	100	97.8	85.41	76.37	56.93	41.94	22.64	14.6	8.81	5.27	
Spesifikasi	100	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 10

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
 LOKASI : Purwodadi
 SAMPEL : 1

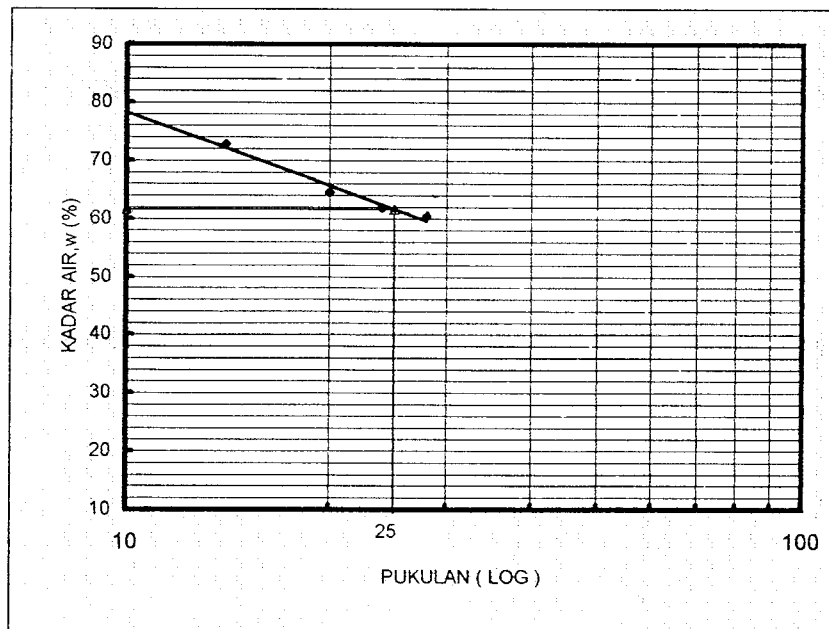
Tanggal : 14 april 2003
 Dikerjakan : Aji + wening

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22.25	21.27	21.93	21.76	22.04	21.93	21.96	22.33
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	48.88	51.15	51.85	56.45	48.45	52.34	50.55	49.10
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	37.67	38.55	40.27	42.67	38.49	40.56	39.86	38.92
5	Berat air (3) - (4)	11.21	12.60	11.58	13.78	9.96	11.78	10.69	10.18
6	Berat tanah kering (4) - (2)	15.42	17.28	18.34	20.91	16.45	18.63	17.90	16.59
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	72.70	72.92	63.14	65.90	60.55	63.23	59.72	61.36
8	KADAR AIR RATA-RATA =		72.81		64.52		61.89		60.54
9	PUKULAN		14		20		24		28

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.76	22.14
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	28.55	27.93
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	26.93	26.57
5	BERAT AIR (3)-(4)	1.62	1.36
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	5.17	4.43
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	31.33	30.70
8	KADAR AIR RATA-RATA =	31.02	

KESIMPULAN	
FLOW INDEX	14.870
BATAS CAIR	61.63
BATAS PLASTIS	31.02
INDEX PLASTISITAS	30.61





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran II

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
 LOKASI : Purwodadi
 SAMPEL : 2

Tanggal : 14 April 2003
 Dikerjakan : Aji + wening

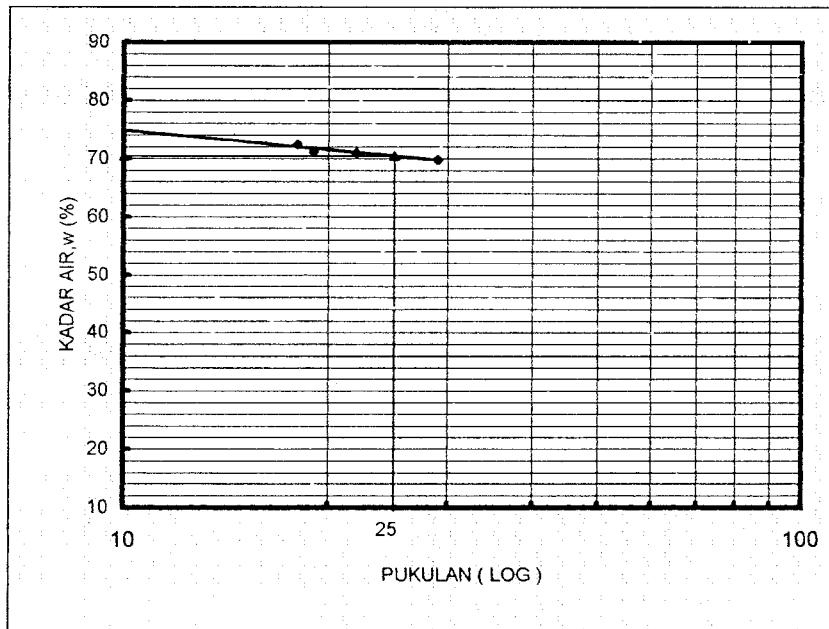
NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.96	22.05	22.29	22.05	21.95	22.33	14.68	22.15
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	52.65	49.25	57.03	51.53	53.90	43.48	41.67	45.02
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	39.64	37.92	42.76	39.12	40.89	34.53	30.65	35.56
5	Berat air (3) - (4)	13.01	11.33	14.27	12.41	13.01	8.95	11.02	9.46
6	Berat tanah kering (4) - (2)	17.68	15.87	20.47	17.07	18.94	12.20	15.97	13.41
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	73.59	71.39	69.71	72.70	68.69	73.36	69.00	70.54
8	KADAR AIR RATA-RATA =		72.49		71.21		71.03		69.77
9	PUKULAN		18		19		22		29

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO			
		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.25	22.54
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	28.34	29.75
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	27.00	28.29
5	BERAT AIR (3)-(4)	1.34	1.46
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	4.75	5.75
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	28.21	25.39
8	KADAR AIR RATA-RATA =	26.80	

KESIMPULAN

FLOW INDEX : 4.010
 BATAS CAIR : 70.42
 BATAS PLASTIS : 26.80
 INDEX PLASTISITAS : 43.62





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 12

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
 LOKASI : Purwodadi
 SAMPEL : 3

Tanggal : 14 april 2003
 Dikerjakan : Aji + wening

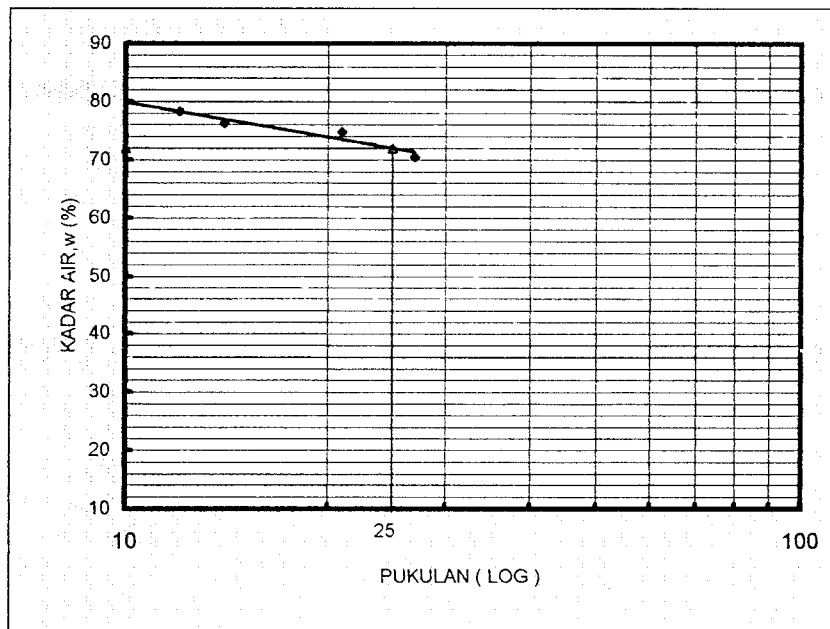
NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	14.52	11.62	21.91	22.55	21.96	21.52	22.40	22.70
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	41.25	43.55	47.05	43.45	57.06	49.34	47.05	44.65
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	29.51	29.52	36.12	34.44	41.90	37.54	37.05	35.40
5	Berat air (3) - (4)	11.74	14.03	10.93	9.01	15.16	11.80	10.00	9.25
6	Berat tanah kering (4) - (2)	14.99	17.90	14.21	11.89	19.94	16.02	14.65	12.70
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	78.32	78.38	76.92	75.78	76.03	73.66	68.26	72.83
8	KADAR AIR RATA-RATA =		78.35		76.35		74.84		70.55
9	PUKULAN		12		14		21		27

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.35	21.55
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	30.92	31.05
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	28.73	28.53
5	BERAT AIR (3)-(4)	2.19	2.52
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	6.38	6.98
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	34.33	36.10
8	KADAR AIR RATA-RATA =	35.21	

KESIMPULAN

FLOW INDEX : **6.883**
 BATAS CAIR : **72.01**
 BATAS PLASTIS : **35.21**
 INDEX PLASTISITAS : **36.80**





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
 LOKASI : Purwodadi
 SAMPEL : 4

Tanggal : 14 april 2003
 Dikerjakan : Aji + wening

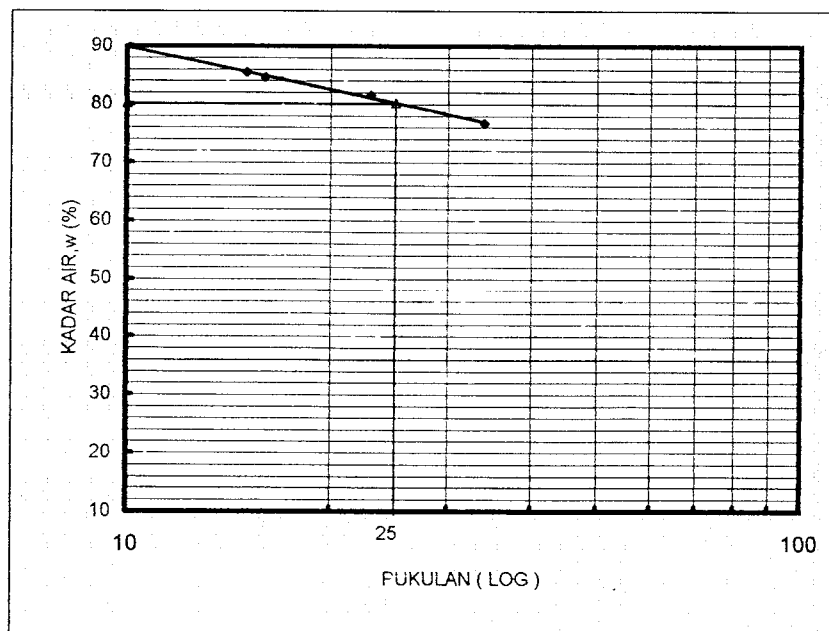
NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.75	21.98	22.05	21.93	14.49	22.35	21.95	21.98
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	52.10	52.63	47.65	48.94	39.29	46.26	50.40	49.63
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	38.15	38.46	35.99	36.48	28.09	35.58	38.14	37.53
5	Berat air (3) - (4)	13.95	14.17	11.66	12.46	11.20	10.68	12.26	12.10
6	Berat tanah kering (4) - (2)	16.40	16.48	13.94	14.55	13.60	13.23	16.19	15.55
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	85.06	85.98	83.64	85.64	82.35	80.73	75.73	77.81
8	KADAR AIR RATA-RATA =		85.52		84.64		81.54		76.77
9	PUKULAN		15		16		23		34

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.19	21.08
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	28.03	26.17
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	26.55	25.14
5	BERAT AIR (3)-(4)	1.48	1.03
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	5.36	4.06
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	27.61	25.37
8	KADAR AIR RATA-RATA =	26.49	

KESIMPULAN

FLOW INDEX : 9.257
 BATAS CAIR : 80.20
 BATAS PLASTIS : 26.49
 INDEX PLASTISITAS : 53.71





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 : Purwodadi
 NO Sampel : 1

DIKERJAKAN : : wening+aji
 TANGGAL : : 14april 2003

	1	2	3	4
1 No Pengujian (kode sampel)	2.361	2.388	2.307	2.405
2 Berat jenis tanah				
3 Berat Cawan Susut	38.64	39.87	24.16	22.45
4 Berat cawan susut + tanah basah	63.18	63.70	37.31	36.85
5 Berat cawan susut + tanah kering	53.28	54.48	31.37	30.69
6 Berat air	9.90	9.22	5.94	6.16
7 Berat tanah Kering	14.64	14.61	7.21	8.24
Kadar air	67.62%	63.11%	82.39%	74.76%
8 Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	165.00	159.63	96.32	108.62
9 Berat gelas ukur	33.74	33.74	33.74	35.00
10 Volume tanah kering	9.65	9.26	4.60	5.41
11 Batas Susut Tanah	23.57	21.48	21.99	23.82
12 Batas susut tanah rata-rata	23.62	21.74	22.88	20.25

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
LOKASI : Purwodadi
SAMPEL : 1

AGREGAT KASAR (tertahan # 10)

A	Berat benda uji kering oven		
B	Berat benda uji kering permukaan jenuh		
C	Berat benda uji dalam air		
*	Berat jenis kering oven (SG)		
*	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)		
*	Berat jenis semu (Apperen)		
*	Penyerapan (Absorsi)		

AGREGAT HALUS (lolos #10)

1	No pengujian	1	2
2	Berat Picknometer (W1)	22.20	20.93
3	Berat Picknometer +tanah kering (W2)	41.23	34.85
4	Berat Picknometer + tanah + air (W3)	91.55	79.25
5	Berat Picknometer + air (W4)	80.55	71.25
6	Temperatur (to)	27.00	27.00
7	Berat tanah kering (Wt)	19.03	13.92
8	$A = Wt + W4$	99.58	85.17
9	$I = A - W3$	8.03	5.92
10	Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2.37	2.35
12	Berat jenis rata-rata		2.361

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
LOKASI : Purwodadi
SAMPEL : 2

AGREGAT KASAR (tertahan # 10)

A	Berat benda uji kering oven		
B	Berat benda uji kering permukaan jenuh		
C	Berat benda uji dalam air		
*	Berat jenis kering oven (SG)		
*	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)		
*	Berat jenis semu (Apperen)		
*	Penyerapan (Absorsi)		

AGREGAT HALUS (lolos #10)

1	No pengujian	1	2
2	Berat Picknometer (W1)	21.96	19.88
3	Berat Picknometer +tanah kering (W2)	37.32	39.81
4	Berat Picknometer + tanah + air (W3)	79.95	82.00
5	Berat Picknometer + air (W4)	71.24	70.15
6	Temperatur (to)	27.00	27.00
7	Berat tanah kering (Wt)	15.36	19.93
8	$A = Wt + W4$	86.60	90.08
9	$I = A - W3$	6.65	8.08
10	Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2.31	2.47
12	Berat jenis rata-rata		2.388

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT

PROYEK : Analisis Kerusakan jalan pada ruas jalan Godong-Purwodadi
LOKASI : Purwodadi
SAMPEL : 3

AGREGAT KASAR (tertahan # 10)

A	Berat benda uji kering oven		
B	Berat benda uji kering permukaan jenuh		
C	Berat benda uji dalam air		
*	Berat jenis kering oven (SG)		
*	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)		
*	Berat jenis semu (Apperen)		
*	Penyerapan (Absorsi)		

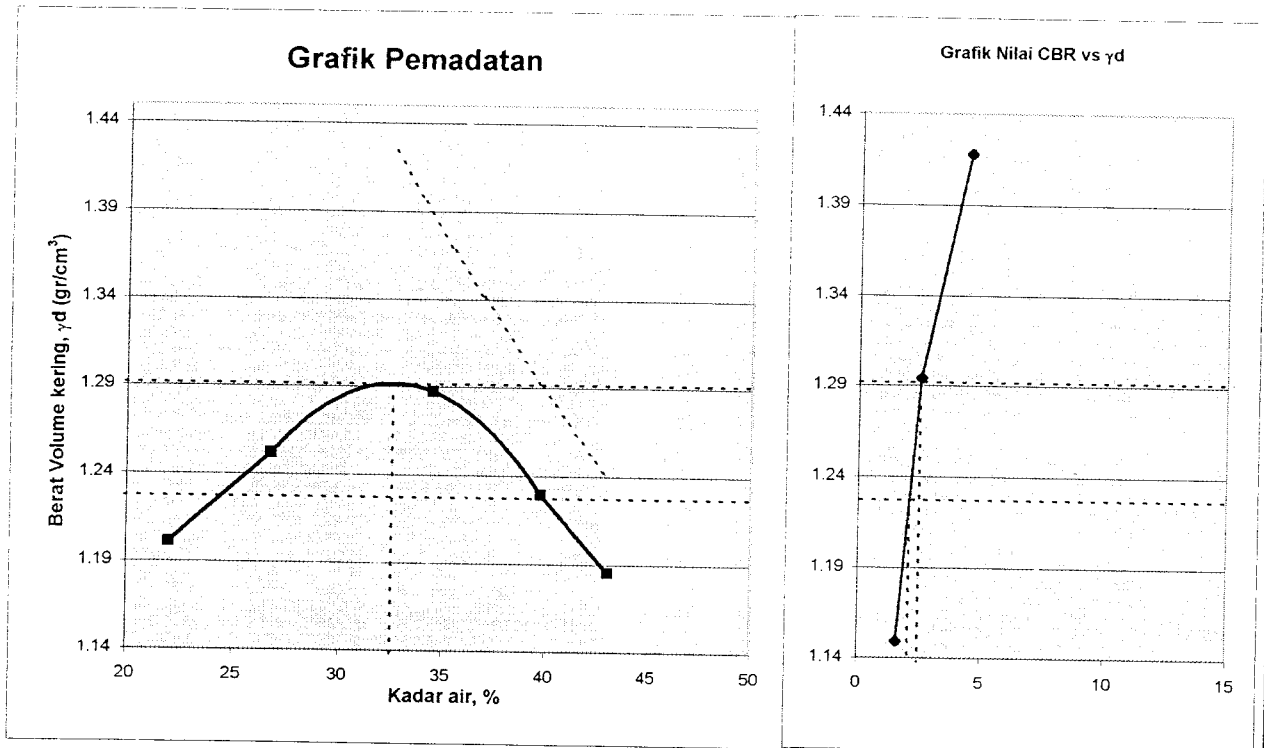
AGREGAT HALUS (lolos #10)

1	No pengujian	1	2
2	Berat Picknometer (W1)	21.98	19.83
3	Berat Picknometer +tanah kering (W2)	38.09	32.98
4	Berat Picknometer + tanah + air (W3)	94.50	87.34
5	Berat Picknometer + air (W4)	84.88	79.84
6	Temperatur (to)	27.00	27.00
7	Berat tanah kering (Wt)	16.11	13.15
8	$A = Wt + W4$	100.99	92.99
9	$I = A - W3$	6.49	5.65
10	Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2.48	2.33
12	Berat jenis rata-rata		2.405

DESAIN CBR TANPA RENDAMAN (UNSOAKED CBR DESIGN)

PROYEK : TUGAS AKHIR
 LOKASI : Grobogan

DIKERJAKAN : Aji+ Wening
 TANGGAL : 15/03/2003



Berat volume maksimum (γ_d Max) = 1.2917 gr/cm³
 Kadar air optimum (w) = 32.539 %
 95% berat volume maksimum (γ_d 95%) = 1.2271 gr/cm³
 Nilai CBR pada γ_d kering maksimum = 2.4736 %
 Nilai CBR pada 95% γ_d kering maksimu = 2.0901 %

Diperiksa oleh:

Ir. H. a. Halim Hasmar, MT
Kepala Laboratorium

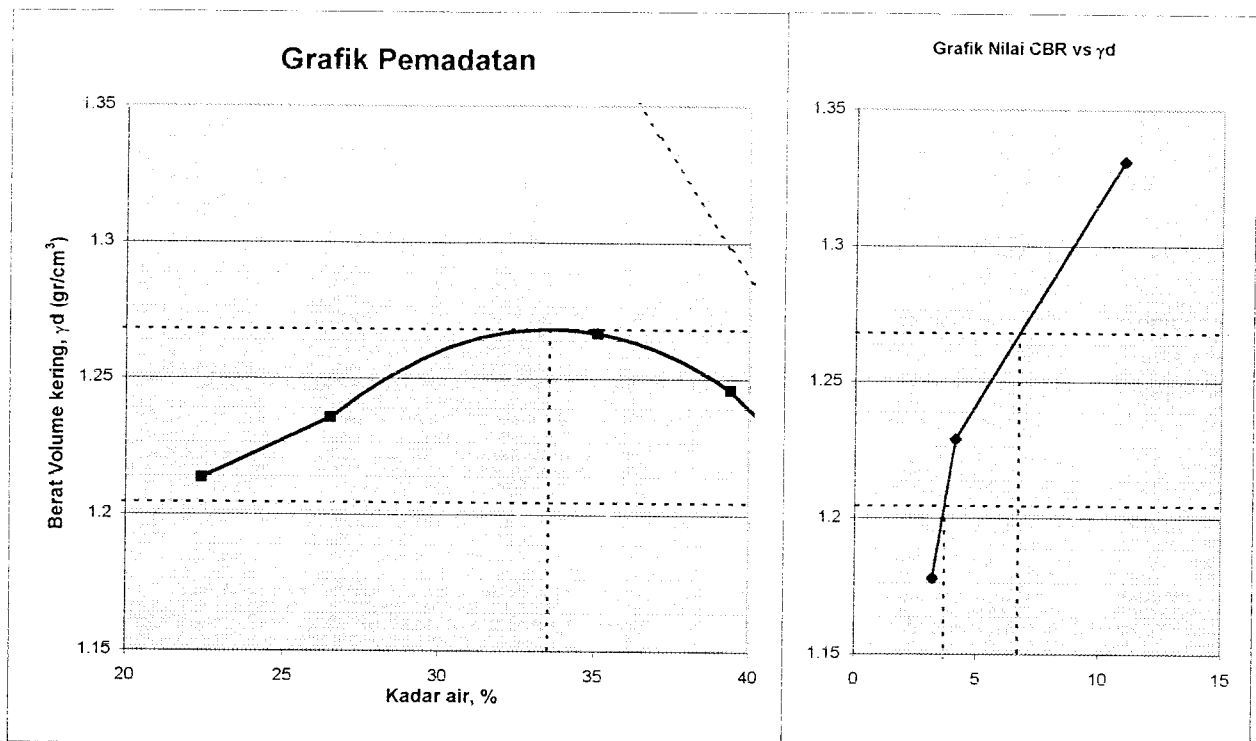


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DESAIN CBR TANPA RENDAMAN
(UNSOAKED CBR DESIGN)

PROYEK : TUGAS AKHIR
LOKASI : Grobogan

DIKERJAKAN : Aji + Wening
TANGGAL : 15/03/2003



Berat volume maksimum (γ_d Max) = 1.268 gr/cm³
Kadar air optimum (w) = 33.547 %
95% berat volume maksimum (γ_d 95%) = 1.2046 gr/cm³
Nilai CBR pada γ_d kering maksimum = 6.7285 %
Nilai CBR pada 95% γ_d kering maksimu = 3.6745 %

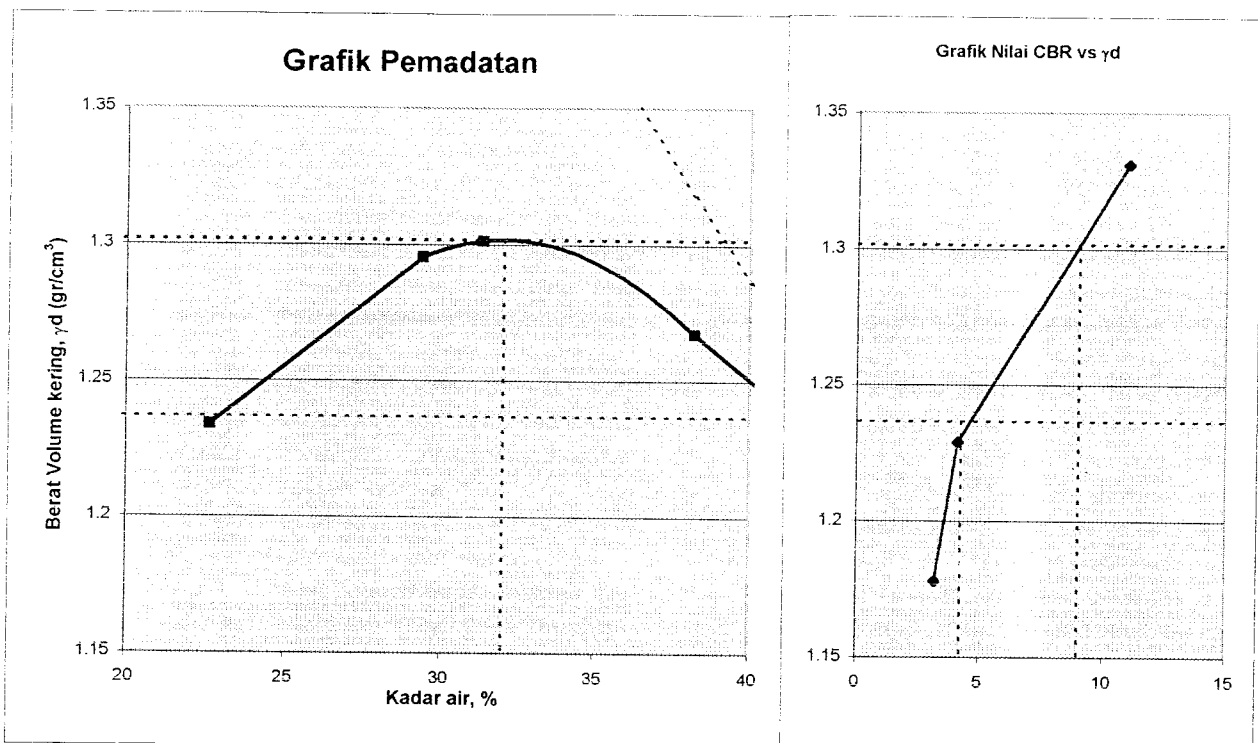
Diperiksa oleh:

Ir. H. a. Halim Hasmar, MT
Kepala Laboratorium

DESAIN CBR TANPA RENDAMAN (UNSOAKED CBR DESIGN)

PROYEK : TUGAS AKHIR
 LOKASI : Grobogan

DIKERJAKAN : Aji + Wening
 TANGGAL : 15/03/2003



Berat volume maksimum (γ_d Max) = 1.3017 gr/cm³
 Kadar air optimum (w) = 32.013 %
 95% berat volume maksimum (γ_d 95%) = 1.2366 gr/cm³
 Nilai CBR pada γ_d kering maksimum = 8.9911 %
 Nilai CBR pada 95% γ_d kering maksimu = 4.2456 %

Diperiksa oleh:

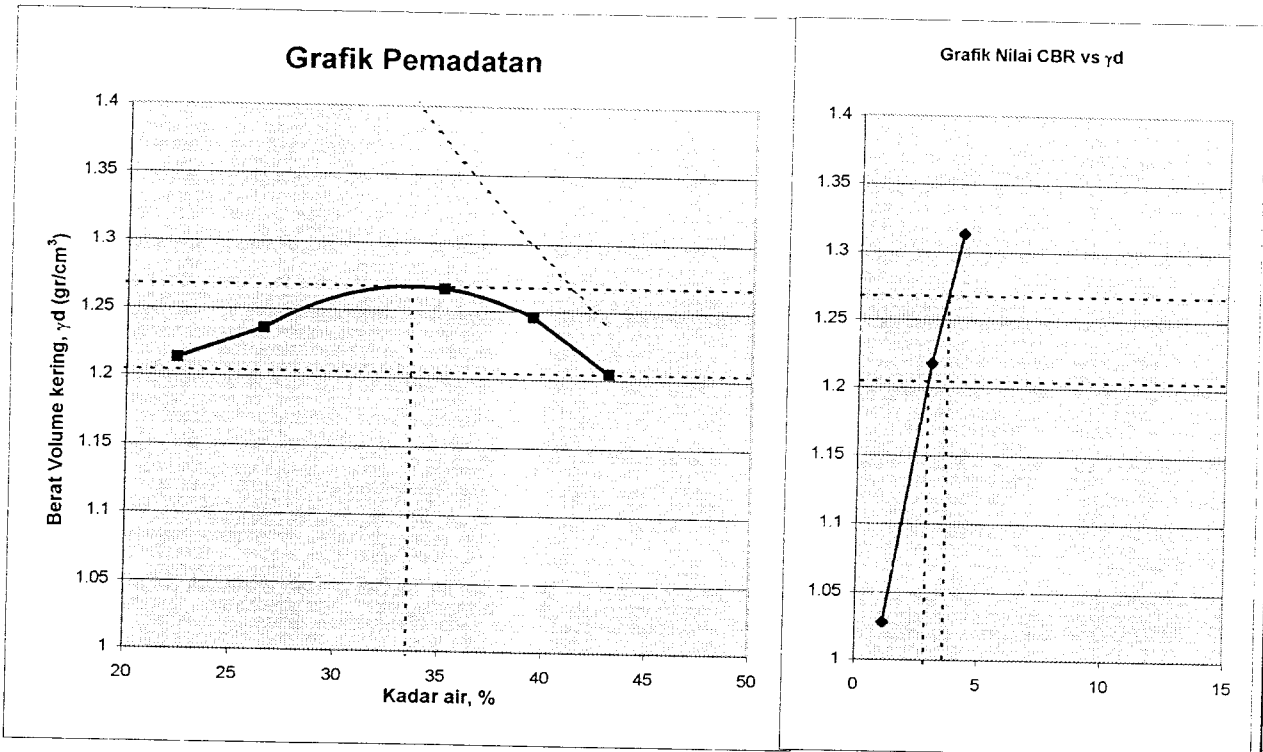
Ir. H. a. Halim Hasmar, MT
 Kepala Laboratorium



DESAIN CBR TANPA RENDAMAN (UNSOAKED CBR DESIGN)

PROYEK : TUGAS AKHIR
 LOKASI : Grobogan

DIKERJAKAN : Aji + Wening
 TANGGAL : 15/03/2003



Berat volume maksimum (γ_d Max) = 1.268 gr/cm³
 Kadar air optimum (w) = 33.547 %
 95% berat volume maksimum (γ_d 95%) = 1.2046 gr/cm³
 Nilai CBR pada γ_d kering maksimum = 3.6157 %
 Nilai CBR pada 95% γ_d kering maksimu = 2.8408 %

Diperiksa oleh:

Ir. H. a. Halim Hasmar, MT
 Kepala Laboratorium

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 SKHIR
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah1

Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 12X

Pengembangan/Rendaman			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

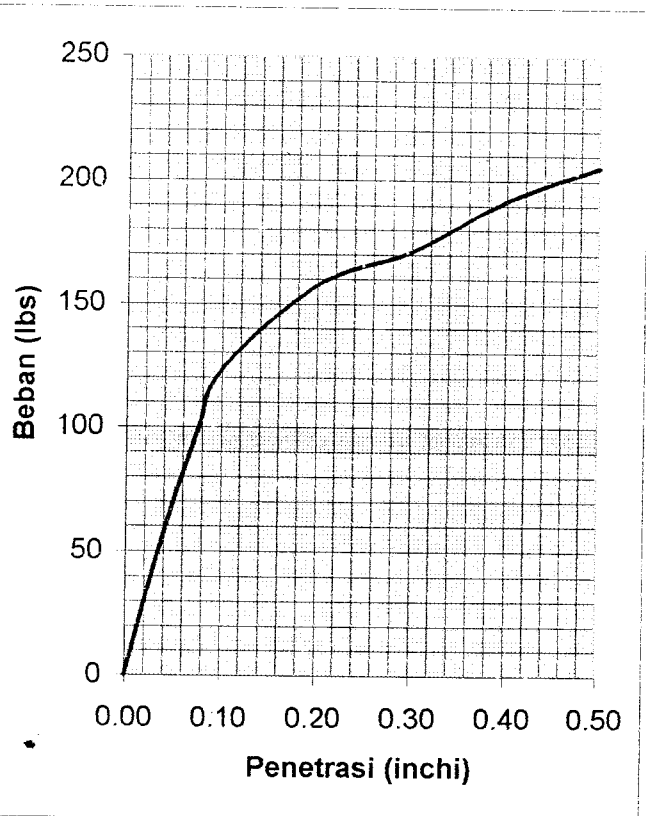
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	5		68.4845	0
1	0.050	6		82.1814	0
1 1/2	0.075	8		109.575	0
2	0.100	9		123.272	0
3	0.150	11		150.666	0
4	0.200	11.5		157.514	0
6	0.300	12.5		171.211	0
8	0.400	14		191.757	0
10	0.500	15		205.454	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	67.05	31.42
Tanah kering + cawan (W2 gr)	55.06	25.26
Cawan kosong (W3 gram)	21.95	7.70
Air (W1-W2 gram) ... (1)	11.99	6.16
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	33.11	17.56
Kadar Air $(1)/(2) \times 100$ %	36.21	35.08

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	4.11 %	3.50 %
Bawah	0,1"	0,2"
	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7340	
Berat cetakan	3462	
Berat tanah basah	3878	
Isi cetakan	2246.65	
Berat isi basah	1.726	
Berat isi kering	1.273	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 SKHIR
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah1

Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 25X

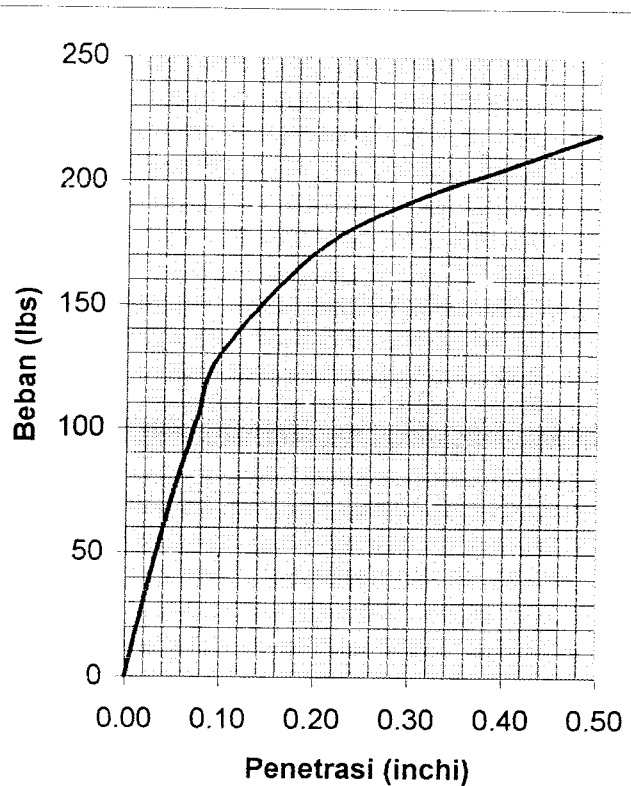
Pembacaan		Arloji		Beban (lbs)	
Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	3.5		47.9392	0
1	0.050	5.5		75.333	0
1 1/2	0.075	6		82.1814	0
2	0.100	9.5		130.121	0
3	0.150	11.5		157.514	0
4	0.200	12.5		171.211	0
6	0.300	14		191.757	0
8	0.400	15		205.454	0
10	0.500	16		219.15	0

Kadar Air		I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)		67.05	31.42
Tanah kering + cawan (W2 gr)		55.06	25.26
Cawan kosong (W3 gram)		21.95	7.70
Air (W1-W2 gram) ... (1)		11.99	6.16
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		33.11	17.56
Kadar Air (1)/(2)x100 %		36.21	35.08

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	4.34 %	3.80 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7667	
Berat cetakan	3831	
Berat tanah basah	3836	
Isi cetakan	2316.05	
Berat isi basah	1.656	
Berat isi kering	1.221	

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 SKHIR
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah1

Tanggal : 29 april2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 65X

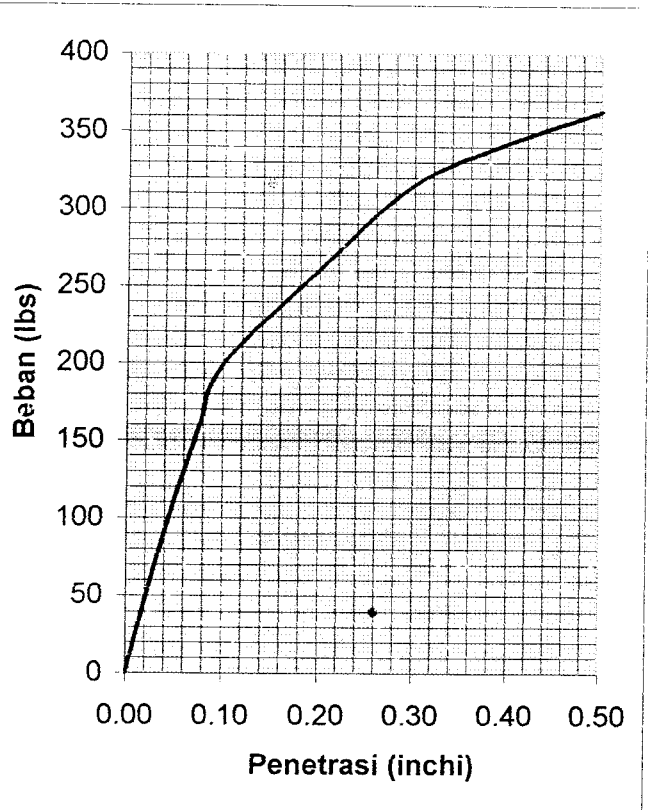
Pembacaan		Arloji		Beban (lbs)	
Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2	0	27.3938	0
1/2	0.025	5	0	68.4845	0
1	0.050	8.5	0	116.424	0
1 1/2	0.075	12.5	0	171.211	0
2	0.100	14.5	0	198.605	0
3	0.150	17	0	232.847	0
4	0.200	19	0	260.241	0
6	0.300	23	0	315.029	0
8	0.400	25	0	342.423	0
10	0.500	26.5	0	362.968	0

Kadar Air		I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)		67.05	31.42
Tanah kering + cawan (W2 gr)		55.06	25.26
Cawan kosong (W3 gram)		21.95	7.70
Air (W1-W2 gram) ... (1)		11.99	6.16
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		33.11	17.56
Kadar Air (1)/(2)x100 %		36.21	35.08

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	6.62 %	5.78 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8030	
Berat cetakan	3852	
Berat tanah basah	4178	
Isi cetakan	2330.67	
Berat isi basah	1.793	
Berat isi kering	1.322	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

**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 SKHIR
ASAL TANAH : Purwodadi
No SAMPEL : Tanah2

Tanggal : 29 April 2003
Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 12X

Pembacaan		Arloji		Beban (lbs)	
Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	0.5	0	6.84845	0
1/2	0.025	1	0	13.6969	0
1	0.050	1.5	0	20.5454	0
1 1/2	0.075	1.5	0	20.5454	0
2	0.100	2.5	0	34.2423	0
3	0.150	3	0	41.0907	0
4	0.200	3.5	0	47.9392	0
6	0.300	4.2	0	57.527	0
8	0.400	4.7	0	64.3754	0
10	0.500	5	0	68.4845	0

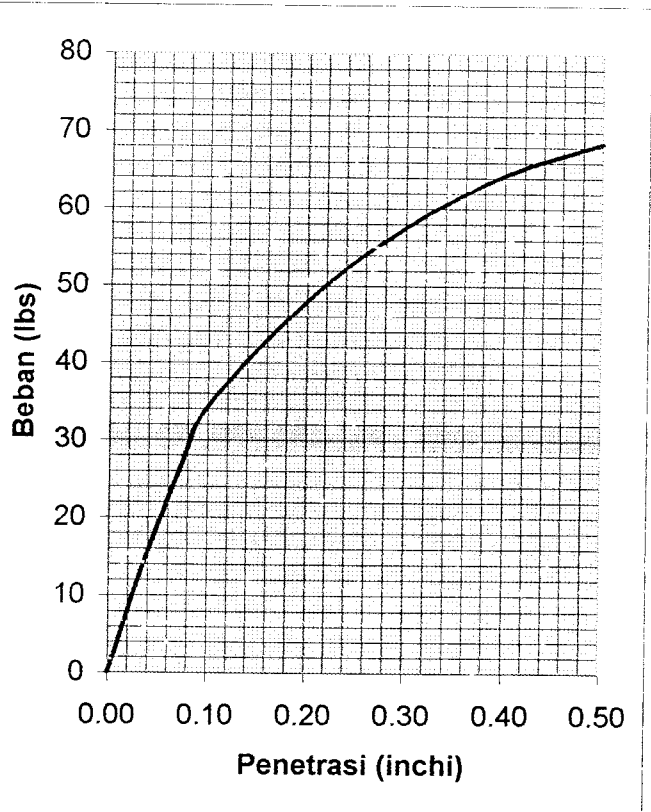
Kadar Air	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Tanah basah + cawan (W1 gr)	77.28	50.89
Tanah kering + cawan (W2 gr)	62.79	43.05
Cawan kosong (W3 gram)	21.49	21.55
Air (W1-W2 gram) ... (1)	14.49	7.64
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	41.30	21.50
Kadar Air (1)/(2)x100 %	35.08	35.53

Atas	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
	1.14 %	1.07 %

Bawah	%	
	0,1"	0,2"
	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	6981	
Berat cetakan	3842	
Berat tanah basah	3139	
Isi cetakan	2255.78	
Berat isi basah	1.392	
Berat isi kering	1.028	

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
Kalab. Mekanika Tanah

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 SKHIR
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah2

Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 25X

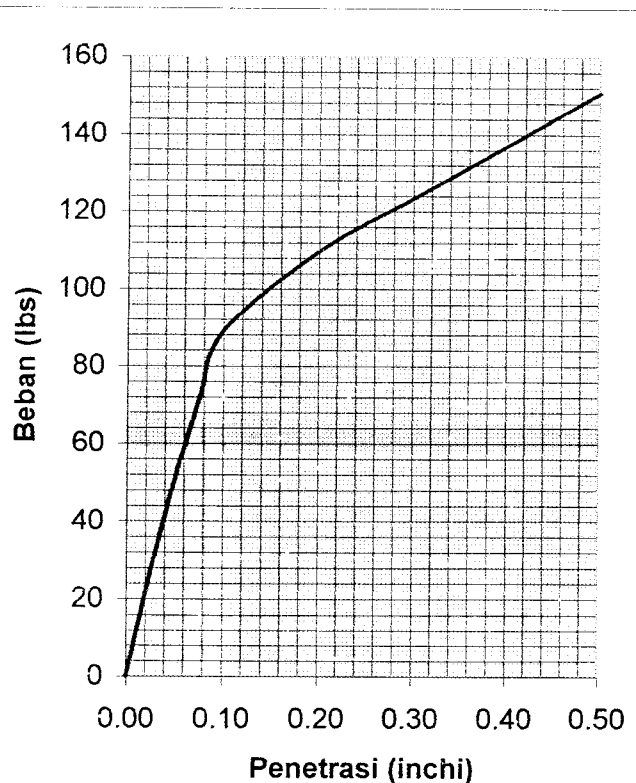
Pembacaan		Arloji		Beban (lbs)	
Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	1		13.6969	0
1/2	0.025	2.5		34.2423	0
1	0.050	3.5		47.9392	0
1 1/2	0.075	4.5		61.6361	0
2	0.100	6.5		89.0299	0
3	0.150	7		95.8783	0
4	0.200	8		109.575	0
6	0.300	9		123.272	0
8	0.400	10		136.969	0
10	0.500	11		150.666	0

Kadar Air	i	ii
Tanah basah + cawan (W1 gr)	77.28	50.69
Tanah kering + cawan (W2 gr)	62.79	43.05
Cawan kosong (W3 gram)	21.49	21.55
Air (W1-W2 gram) ... (1)	14.49	7.64
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	41.30	21.50
Kadar Air (1)/(2)x100 %	35.08	35.53

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	2.97 %	2.44 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7735	
Berat cetakan	3836	
Berat tanah basah	3899	
Isi cetakan	2365.37	
Berat isi basah	1.648	
Berat isi kering	1.218	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 SKHIR
ASAL TANAH : Purwodadi
No SAMPEL : Tanah2

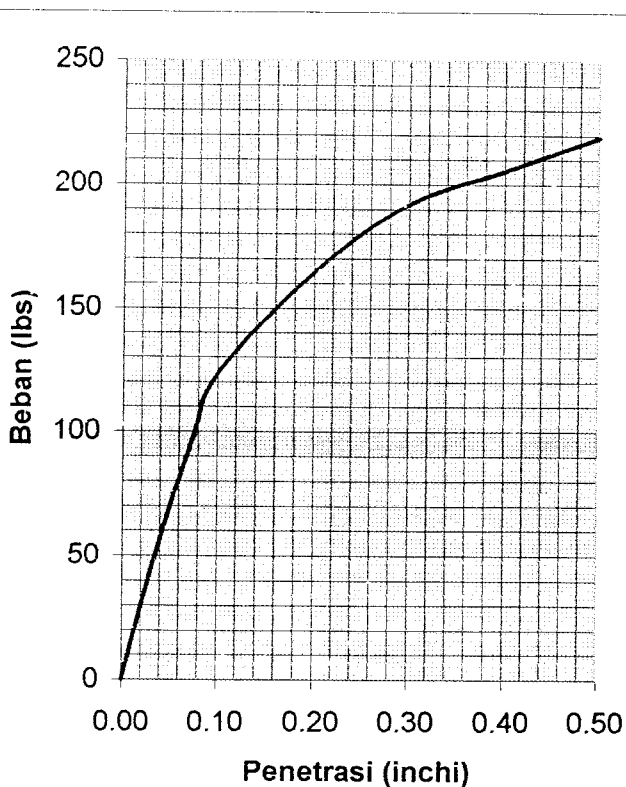
Tanggal : 29 April 2003
Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 65X

Pembacaan		Atas		Bawah	
Pembacaan/Rendaman					
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	0.5		6.84845	0
1/2	0.025	3		41.0907	0
1	0.050	6		82.1814	0
1 1/2	0.075	8		109.575	0
2	0.100	9		123.272	0
3	0.150	11.5		157.514	0
4	0.200	12		164.363	0
6	0.300	14		191.757	0
8	0.400	15		205.454	0
10	0.500	16		219.15	0
Kadar Air					
		I		II	
Tanah basah + cawan (W1 gr)		77.28		50.69	
Tanah kering + cawan (W2 gr)		62.79		43.05	
Cawan kosong (W3 gram)		21.49		21.55	
Air (W1-W2 gram) ... (1)		14.49		7.64	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		41.30		21.50	
Kadar Air (1)/(2)x100 %		35.08		35.53	
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Atas		4.11 %		3.65 %	
		0,1"		0,2"	
Bawah		%		%	

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8135	
Berat cetakan	3836	
Berat tanah basah	4299	
Isi cetakan	2418.34	
Berat isi basah	1.778	
Berat isi kering	1.314	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
Kalab. Mekanika Tanah

**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
ASAL TANAH : Purwodadi
No SAMPEL : Tanah 3

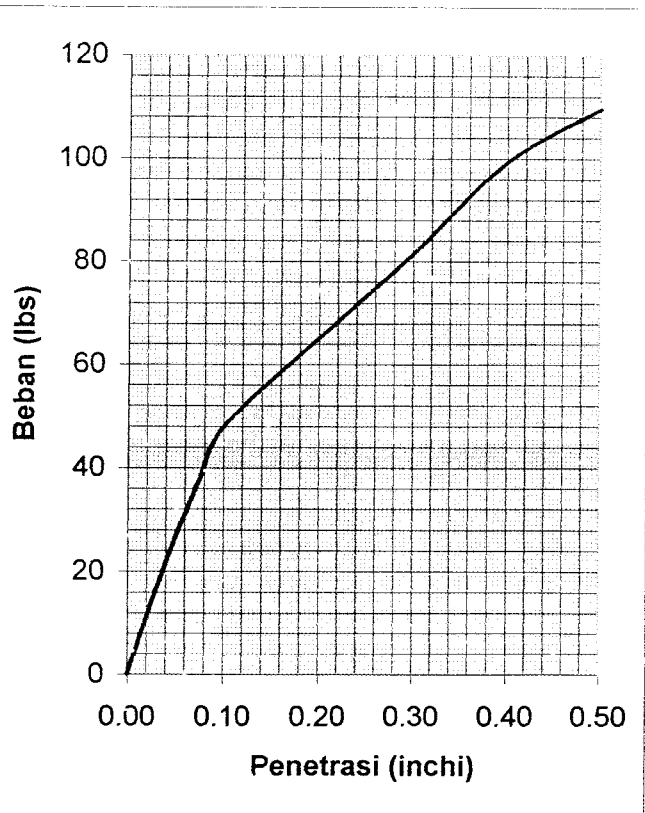
Tanggal : 29 Mei2003
Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 12X

Pembacaan/Rendaman		Atas		Bawah	
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	1.5		20.5454	0
1	0.050	2.5		34.2423	0
1 1/2	0.075	3.25		44.5149	0
2	0.100	3.5		47.9392	0
3	0.150	4		54.7876	0
4	0.200	4.75		65.0603	0
6	0.300	5.95		81.4966	0
8	0.400	7.25		99.3025	0
10	0.500	8		109.575	0
Kadar Air					
		I	II		
Tanah basah + cawan (W1 gr)		38.72	30.08		
Tanah kering + cawan (W2 gr)		34.14	27.89		
Cawan kosong (W3 gram)		21.49	21.55		
Air (W1-W2 gram) ... (1)		4.58	2.19		
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		12.65	6.34		
Kadar Air (1)/(2)x100 %		36.21	34.54		
Harga C B R					
		0,1"	0,2"		
Atas		1.60 %	1.45 %		
		0,1"	0,2"		
Bawah		%	%		

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7436	
Berat cetakan	4067	
Berat tanah basan	3369	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.555	
Berat isi kering	1.149	

ATAS



Jogjakarta, MEI 2003
DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
Kalab. Mekanika Tanah

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
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah3

Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 25X

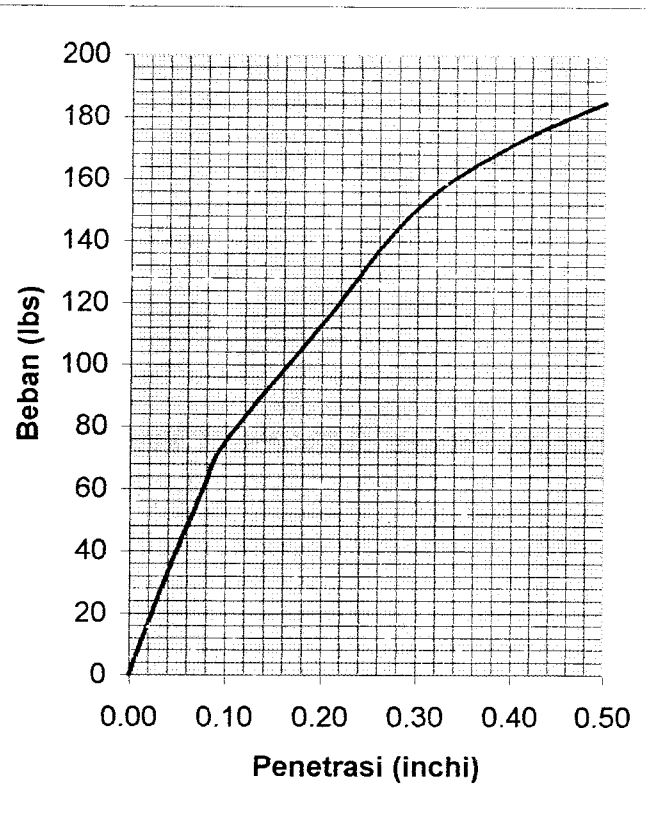
Pembacaan		Arloji		Beban (lbs)	
Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	1		13.6969	0
1/2	0.025	2		27.3938	0
1	0.050	3		41.0907	0
1 1/2	0.075	4		54.7876	0
2	0.100	5.5		75.333	0
3	0.150	7		95.8783	0
4	0.200	8.25		112.999	0
6	0.300	11		150.666	0
8	0.400	12.5		171.211	0
10	0.500	13.5		184.908	0

Kadar Air		I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)		38.72	30.08
Tanah kering + cawan (W2 gr)		34.14	27.89
Cawan kosong (W3 gram)		21.49	21.55
Air (W1-W2 gram) ... (1)		4.58	2.19
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		12.65	6.34
Kadar Air $(1)/(2) \times 100$ %		36.21	34.54

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	2.51 %	2.51 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7853	
Berat cetakan	4058	
Berat tanah basah	3795	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.752	
Berat isi kering	1.294	

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah 3

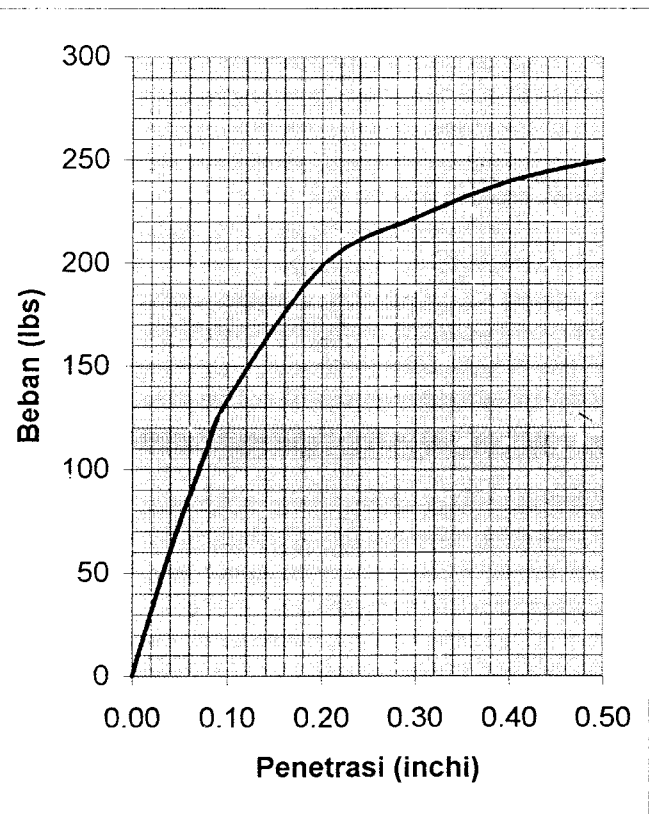
Tanggal : 18 April 2003
 Dikerjakan : Wening+ Aji

Standard Jumlah pukulan 65X

Pembacaan/Rendaman		Arloji		Beban (lbs)	
Tanggal		Atas	Bawah	Atas	Bawah
Jam					
Pembacaan					
Pengembangan					
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	2		27.3938	0
1/2	0.025	3		41.0907	0
1	0.050	5		68.4845	0
1 1/2	0.075	6.5		89.0299	0
2	0.100	9.75		133.545	0
3	0.150	10		136.969	0
4	0.200	14.5		198.605	0
6	0.300	16.2		221.89	0
8	0.400	17.5		239.696	0
10	0.500	18.25		249.968	0
Kadar Air					
		I	II		
Tanah basah + cawan (W1 gr)		38.72	30.08		
Tanah kering + cawan (W2 gr)		34.14	27.89		
Cawan kosong (W3 gram)		21.49	21.55		
Air (W1-W2 gram) ... (1)		4.58	2.19		
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		12.65	6.34		
Kadar Air (1)/(2)x100 %		36.21	34.54		
Harga C B R					
		0,1"	0,2"		
Atas		4.45 %	4.41 %		
		0,1"	0,2"		
Bawah		%	%		

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8277	
Berat cetakan	4119	
Berat tanah basah	4158	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.919	
Berat isi kering	1.418	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah4

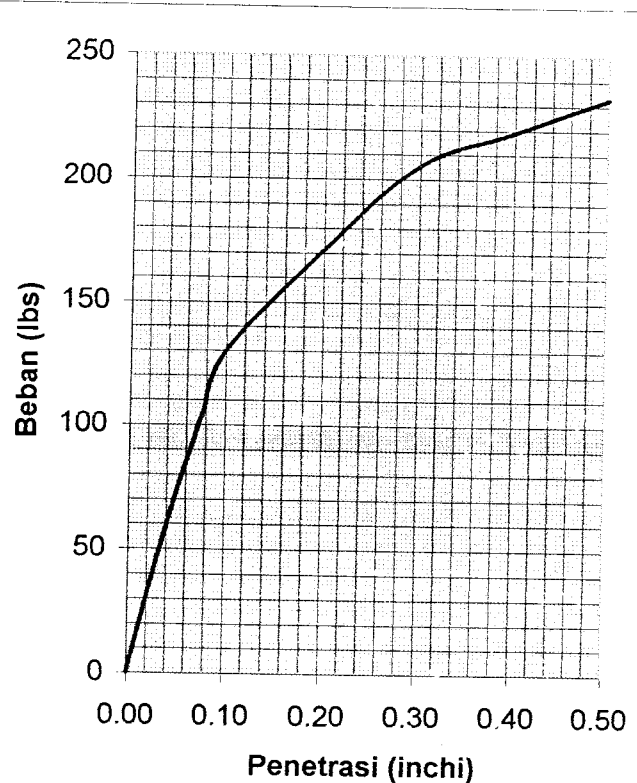
Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 12X

Pembacaan		Atas		Bawah	
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	2.5		34.2423	0
1	0.050	4.5		61.6361	0
11/2	0.075	7.5		102.727	0
2	0.100	9.5		130.121	0
3	0.150	11.5		157.514	0
4	0.200	12.5		171.211	0
6	0.300	15		205.454	0
8	0.400	16		219.15	0
10	0.500	17		232.847	0
Kadar Air					
		I		II	
Tanah basah + cawan (W1 gr)		45.97		34.93	
Tanah kering + cawan (W2 gr)		39.39		31.49	
Cawan kosong (W3 gram)		22.13		21.99	
Air (W1-W2 gram) ... (1)		6.58		3.44	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		17.26		9.50	
Kadar Air (1)/(2)x100 %		38.12		36.21	
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Atas		4.34 %		3.80 %	
		0,1"		0,2"	
Bawah		%		%	

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7423	
Berat cetakan	3855	
Berat tanah basah	3568	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.647	
Berat isi kering	1.201	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah4

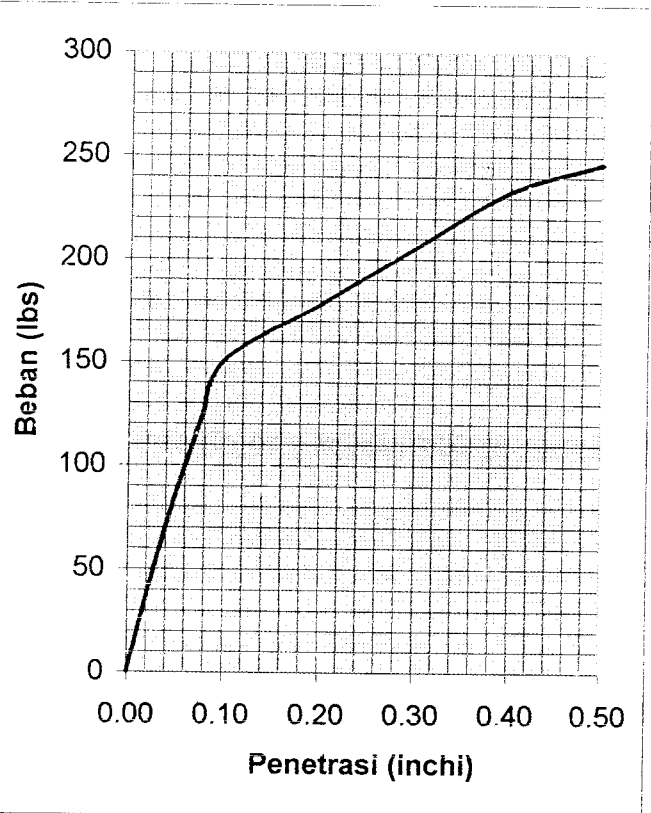
Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 25X

Pembacaan		Atas		Bawah	
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	4		54.7876	0
1	0.050	6		82.1814	0
1 1/2	0.075	8		109.575	0
2	0.100	11		150.666	0
3	0.150	12		164.363	0
4	0.200	13		178.06	0
6	0.300	15		205.454	0
8	0.400	17		232.847	0
10	0.500	18		246.544	0
Kadar Air					
		I		II	
Tanah basah + cawan (W1 gr)		45.97		34.93	
Tanah kering + cawan (W2 gr)		39.39		31.49	
Cawan kosong (W3 gram)		22.13		21.99	
Air (W1-W2 gram) ... (1)		6.58		3.44	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		17.26		9.50	
Kadar Air (1/2)x100 %		38.12		36.21	
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Atas		5.02 %		3.96 %	
		0,1"		0,2"	
Bawah		%		%	

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7850	
Berat cetakan	4067	
Berat tanah basah	3783	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.746	
Berat isi kering	1.273	

ATAS



Jogyakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : Tanah4

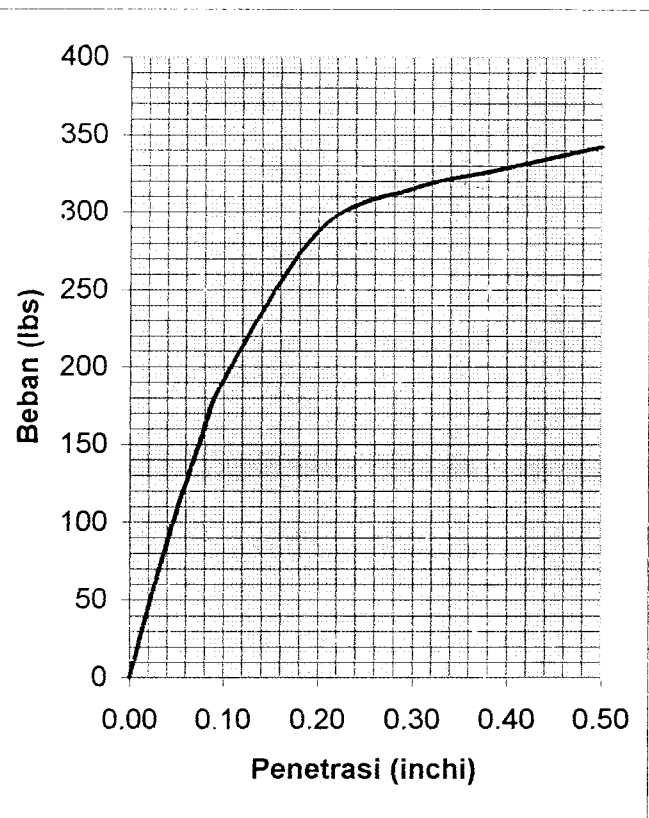
Tanggal : 29 April 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 65X

Pengembangan/Rendaman					
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	4		54.7876	0
1	0.050	6.5		89.0299	0
1 1/2	0.075	9.5		130.121	0
2	0.100	14		191.757	0
3	0.150	16.5		225.999	0
4	0.200	21		287.635	0
6	0.300	23		315.029	0
8	0.400	24		328.726	0
10	0.500	25		342.423	0
Kadar Air					
				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				45.97	34.93
Tanah kering + cawan (W2 gr)				39.39	31.49
Cawan kosong (W3 gram)				22.13	21.99
Air (W1-W2 gram) ... (1)				6.58	3.44
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				17.26	9.50
Kadar Air (1)/(2)x100 %				38.12	36.21
Harga C B R					
				0,1"	0,2"
Atas				6.39 %	6.39 %
				0,1"	0,2"
Bawah				%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8081	
Berat cetakan	4119	
Berat tanah basah	3962	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.829	
Berat isi kering	1.333	

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 : Analisis Kerusakan jln pada ruas jln Gdg-Pwdd
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : 1

Tanggal : 3 Mei 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan/Rendaman		30-Apr	1-May	2-May	3-May
Tanggal		30-Apr	1-May	2-May	3-May
Jam		10.00	10.00	10.00	10.00
Pembacaan (Cm)		0.518	0.696	0.750	0.783
Pengembangan		3.912	5.257	5.665	5.914

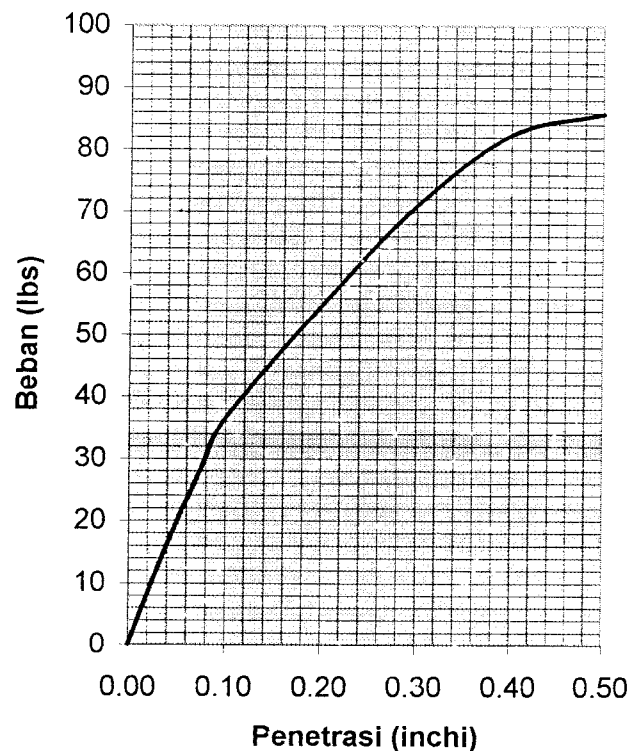
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	10		6.75	0
1/2	0.025	17		11.475	0
1	0.050	31		20.925	0
1 1/2	0.075	34		22.95	0
2	0.100	54		36.45	0
3	0.150	70		47.25	0
4	0.200	81		54.675	0
6	0.300	105		70.875	0
8	0.400	122		82.35	0
10	0.500	127		85.725	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	48.46	48.46
Tanah kering + cawan (W2 gr)	41.95	39.78
Cawan kosong (W3 gram)	22.05	21.49
Air (W1-W2 gram) ... (1)	6.51	8.68
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	19.90	18.29
Kadar Air (1)/(2)x100 %	32.71	47.46

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	1.22 %	1.22 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8120	8285
Berat cetakan	3462	3462
Berat tanah basah	4658	4823
Isi cetakan	2418.34	2561.36
Berat isi basah	1.926	1.883
Berat isi kering	1.375	1.277

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 : Analisis Kerusakan jln pd ruas jln Gdg-Pwdd
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : 2

Tanggal : 3 Mei 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan/Rendaman		1-May	2-May	3-May
Tanggal	30-Apr	10.00	10.00	10.00
Jam	10.00	10.00	10.00	10.00
Pembacaan (Cm)	0.198	0.230	0.250	0.267
Pengembangan	1.495	1.737	1.888	2.017

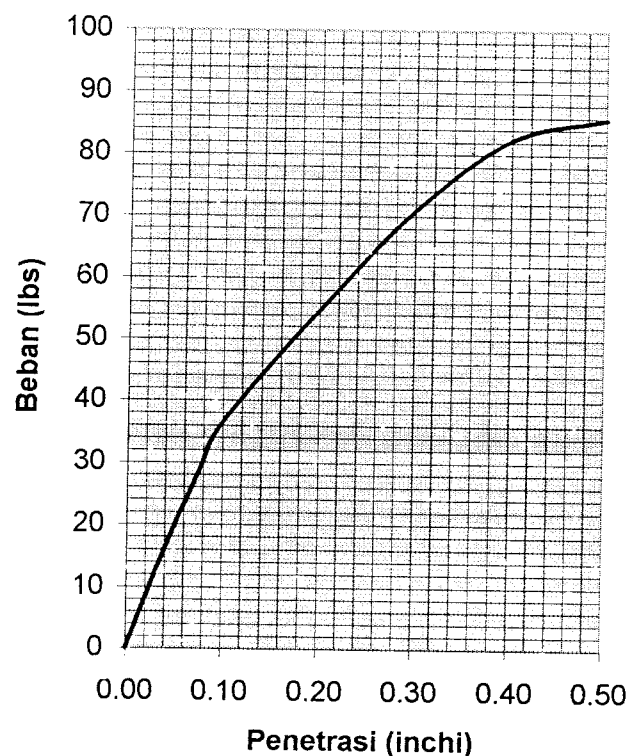
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	10		6.75	0
1/2	0.025	17		11.475	0
1	0.050	31		20.925	0
1 1/2	0.075	34		22.95	0
2	0.100	54		36.45	0
3	0.150	70		47.25	0
4	0.200	81		54.675	0
6	0.300	105		70.875	0
8	0.400	122		82.35	0
10	0.500	127		85.725	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	79.45	36.75
Tanah kering + cawan (W2 gr)	68.83	33.95
Cawan kosong (W3 gram)	22.35	22.65
Air (W1-W2 gram) ... (1)	10.62	2.80
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	46.48	11.30
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22.85	24.78

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	1.22 %	1.22 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7723	7810
Berat cetakan	4058	4058
Berat tanah basah	3665	3752
Isi cetakan	2418.34	2467.11
Berat isi basah	1.516	1.521
Berat isi kering	1.224	1.219

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 : Analisis Kerusakan jln pd ruas jln Gdg-Pwdd
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : 3

Tanggal : 3 Mei 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard : Jumlah pukulan 56 X

Pembacaan/Rendaman		30-Apr	1-May	2-May	3-May
Tanggal		10.00	10.00	10.00	10.00
Jam		10.00	10.00	10.00	10.00
Pembacaan (Cm)		0.730	0.937	1.020	1.072
Pengembangan		5.964	7.655	8.333	8.758

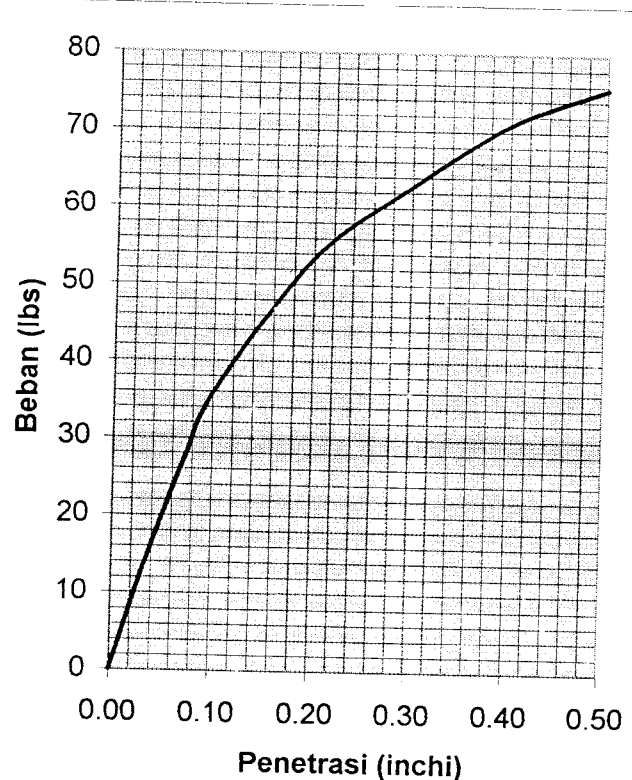
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	6		4.05	0
1/2	0.025	13		8.775	0
1	0.050	25		16.875	0
1 1/2	0.075	36		24.3	0
2	0.100	53		35.775	0
3	0.150	61		41.175	0
4	0.200	79		53.325	0
6	0.300	93		62.775	0
8	0.400	105		70.875	0
10	0.500	112		75.6	0

Kadar Air	Sbl	Stl
Tanah basah + cawan (W1 gr)	72.35	49.85
Tanah kering + cawan (W2 gr)	60.01	41.80
Cawan kosong (W3 gram)	21.76	21.63
Air (W1-W2 gram) ... (1)	12.34	8.05
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	38.25	20.17
Kadar Air (1)/(2)x100 %	32.26	39.91

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	1.19 %	1.19 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7633	7905
Berat cetakan	4068	4068
Berat tanah basah	3565	3837
Isi cetakan	2235.69	2431.49
Berat isi basah	1.595	1.578
Berat isi kering	1.172	1.128

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

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 : Analisis Kerusakan jln pd ruas jln Gdg-Pwdd
 ASAL TANAH : Purwodadi
 No SAMPEL : 4

Tanggal : 3 Mei 2003
 Dikerjakan : Wening+Aji

Standard : Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan/Rendaman		1-May	2-May	3-May
Tanggal	30-Apr			
Jam	10.00	10.00	10.00	10.00
Pembacaan (Cm)	0.471	0.546	0.584	0.613
Pengembangan	3.557	4.124	4.411	4.63

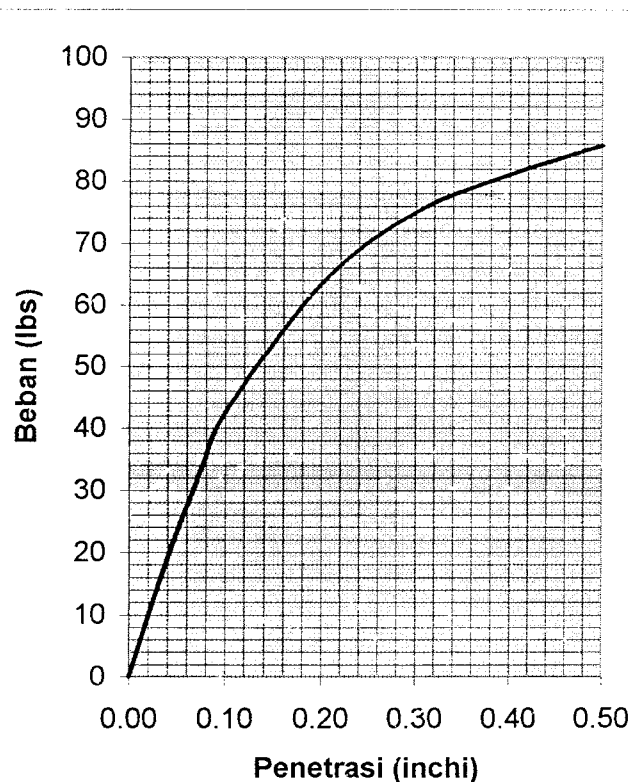
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	6		4.05	0
1/2	0.025	12		8.1	0
1	0.050	29		19.575	0
1 1/2	0.075	44		29.7	0
2	0.100	63		42.525	0
3	0.150	86		58.05	0
4	0.200	94		63.45	0
6	0.300	111		74.925	0
8	0.400	120		81	0
10	0.500	127		85.725	0

Kadar Air	Sbl	Stl
Tanah basah + cawan (W1 gr)	75.63	38.94
Tanah kering + cawan (W2 gr)	61.34	33.56
Cawan kosong (W3 gram)	21.76	22.14
Air (W1-W2 gram) ... (1)	14.29	5.38
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	39.58	11.42
Kadar Air (1)/(2)x100 %	36.10	47.11

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	1.42 %	1.41 %
Bawah	%	%

PEMERAMAN	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7400	7540
Berat cetakan	3837	3837
Berat tanah basah	3563	3703
Isi cetakan	2418.34	2530.31
Berat isi basah	1.473	1.463
Berat isi kering	1.040	0.995

ATAS



Jogjakarta, Mei 2003
 DiPeriksa oleh :

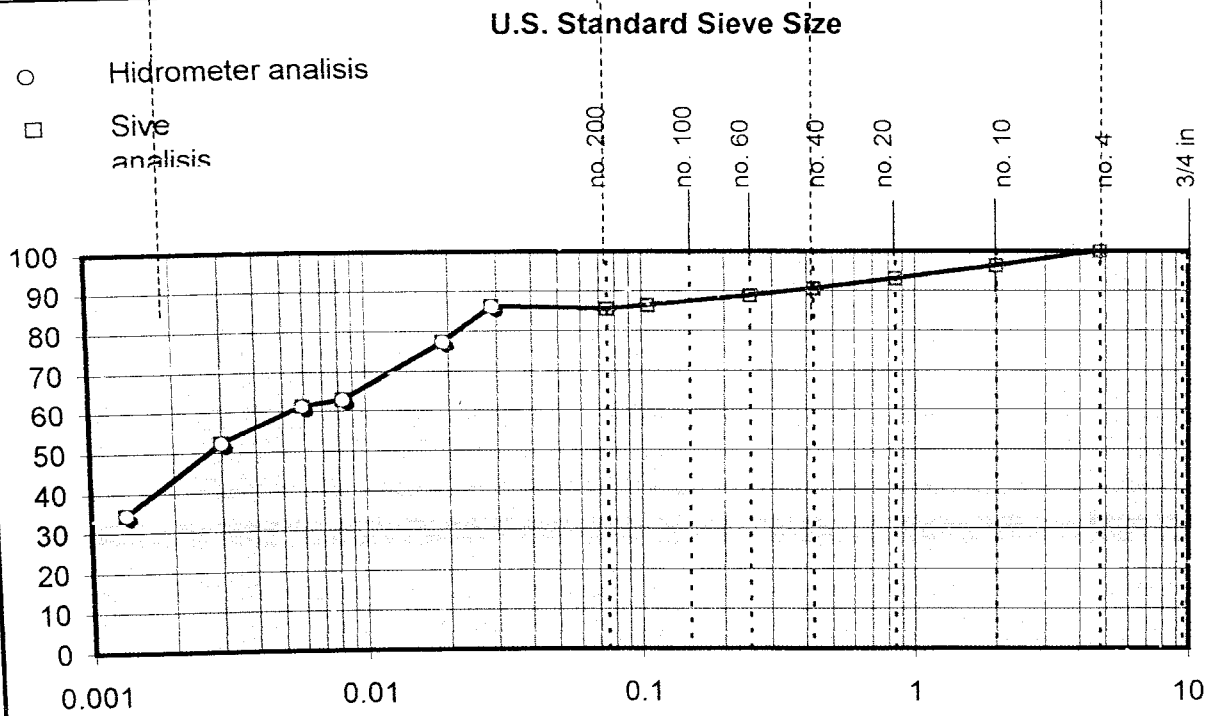
Ir. H.A Halim Hasmar, MT
 Kalab. Mekanika Tanah

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir Tested : Wening+Aji
 Smple no. : Gradasi 2 Date : 20 april 2003
 Location : Purwodadi

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.388
 Discription of soil : Clay

Clay	Silt	Sand		Gravel
		Fine	Coarse to medium	



Finer # 200 :	85.45 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	
Sand :	14.55 %	Cu = D60/D10	
Silt :	42.11 %	= D30 ² / (D10xD60)	
Clay :	43.34 %		

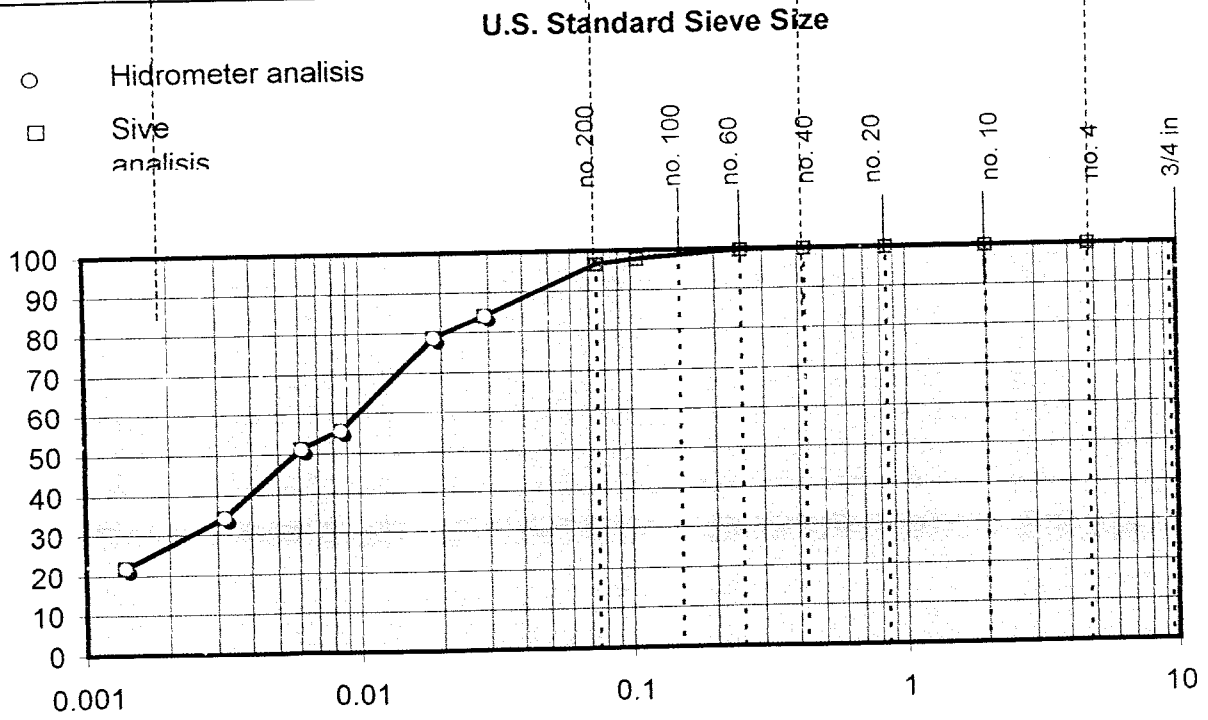
SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
 Sample no. : Gradasi3
 Tested : Wening+Aji
 Date : 20april 2003
 Location : Purwodadi

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.405
 Discription of soil : Clay

Clay	Silt	Sand		Gravel
		Fine	Coarse to medium	



Finer # 200 :	96.5 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	
Sand :	3.50 %	Cu = D60/D10	
Silt :	69.16 %	= D30 ² / (D10xD60)	
Clay :	27.34 %		

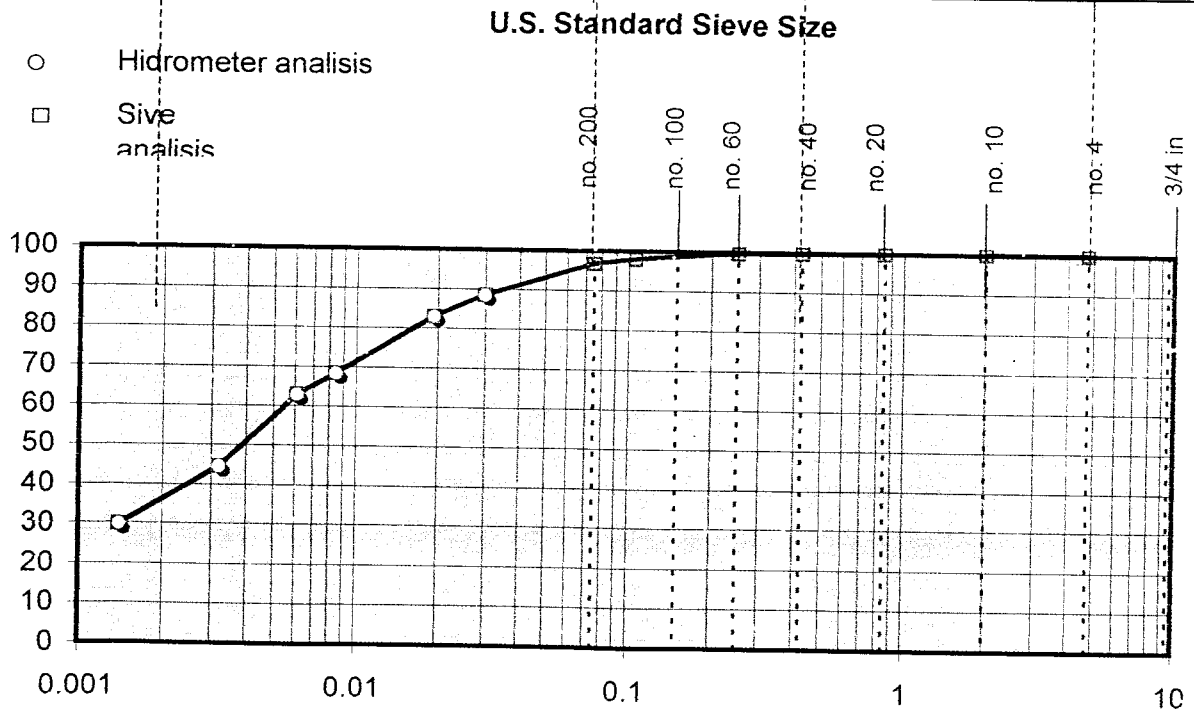
SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir Tested : Wening+ Aji
 Smple no. : Gradasi 4 Date : 20 april 2003
 Location : Purwodadi

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.307
 Discription of soil : Clay

Clay	Silt	Sand		Gravel
		Fine	Coarse to medium	



Finer # 200 :	96.68 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	
Sand :	3.32 %	Cu = D60/D10	
Silt :	60.52 %	= D30 ² / (D10xD60)	
Clay :	36.16 %		

SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

Standart Silt Maximum untuk Sub Grade Jalan Raya

(Batas Cair) LL	Jenis Silt
< 50%	Low Moam(ML)
> 50%	High Moam (MH)

Sumber:Klasifikasi tanah sistem unified

SOIL CLASSIFICATION

	CLASSIFICATION	UNIFIED	AASHTO	LL	PI	#200 SIEVE PASSING (%)	Dry density (t/m ³)	FIELD cbr (%)	K - VALUE (kg/m ³)	GI
CROARSE GRANULAR SOIL	GRAVELY & SANDY SOILS SAND & SANDY SOIL	GW	A-1			<15	2.00-2.24	60-80	>8.5	0
		GP	A-1			<15	1.76-2.08	25-60	>8.3	0
		GM	A-2-4	28	<6	<25	2.08-2.32	40-80	>8.3	0
				28		<25	1.92-2.24	20-40	5.5-8.3	0
		GC	A-2-5		>10	<25	1.92-2.24	20-40	5.5-8.3	0
		SW	A-2-6	<40			1.76-2.08	20-40	5.5-8.3	
		SP	A-2-7	>40	>11	<35	1.60-1.92	10-25	5.5-8.4	<4
		SM	A-4	<28	<6	>36	1.92-2.16	20-40	5.5-8.5	<8
				>28	8	>36	1.68-2.08	10-20	5.5-8.6	<8
		SC	A-4	15	5	>36	1.68-2.08	10-20	5.5-8.7	<8
FINE GRANULER SOIL	SILT & CLAY (LL< 50%) SILT AND CLAY (LL> 50%)	ML	A-4	30-40	5	>36	1.6-2.00	5-15	5.5-8.8	<8
		CL	A-4	30-40	15	>36	1.6-2.00	5-15	5.5-8.9	<1.6
		OL	A-6	40-50	5	>36	1.44-1.68	4-8	5.5-8.10	<12
		MH	A-7-5	60	18	>36	1.28-1.80	4-8	5.5-8.11	<20
		CH	A-7-6	60	40	>36	1.44-1.76	3-5	5.5-8.12	<20
		OH	A-7-5	70	18	>36	1.28-1.68	3-5	5.5-8.13	<20

sumber Pelaksanaan Pembangunan Jalan (Higway Engineering), Dalimim BRE

LABORATORIUM MEKENIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL Kaliurang Km 14,4 Telp (0274) 95330 Yogyakarta55584

PEMERIKSAAN KEPADATAN TANAH
(TEST SAND CONE)

Proyek : Analisis Kerusakan Jalan Godong- Purwodadi
 Lokasi : Jalan Godong –Purwodadi
 Tanggal : 2 April 2003

Stasiun : 1
 Dikerjakan oleh : Wening+Aji

I Botol dan Kerucut

1	Brk botol kosong	W1 gr	1432
2	Berat Botol + Air Penuh	W2 gr	5523
3	Berat Botol + pasir + kerucut	W3 gr	7151
4	Berat Botol + +kerucut + pasir	W4 gr	7540
5	Berat botol Kerucut + Pasir sisa	W5 gr	6270
6	isi botol	$l=W2-W1$ gr	4091
7	Berat volume pasir $jp=(W2-W1)/l$	jd gr/cm ³	1.398
8	Berat pasir dalam kerucut	$C=W4-W5$ gr	1270

II Lobang Tanah

1	Berat botol + kerucut + pasir	W6 gr	7540
2	Berat botol + kerucut + pasir sisa	W7 gr	4166.613
3	Berat pasir dalam lobang	$P=W6-W7-C$ gr	2103.387
4	Volume lobang	$V=P/jd$	1504.569
5	Berat tanah kosong	W	3210
6	Berat Volume tanah	$Jb=W/V$ gr/cm ³	2.133

kadar air tanah	W %	61.63
Berat volume tanah kering $jd=(jb/(1+W1))$		1.32
Derajat Kepadatan Lapangan $(jd lab/jd lab)*100\%$		0.978

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl Kaliurang Km 14,4 Telp (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEPADATAN TANAH
(TEST SAND CONE)

Stasiun : 2
 Dikerjakan oleh : Wening+Aji

Proyek : Analisis Kerusakan Jalan Godong- Purwodadi
 Lokasi : Jalan Godong -Purwodadi
 Tanggal : 2 April 2003

I Botol dan Kerucut			
1	Brt botol kosong	W1 gr	1432
2	Berat Botol + Air Penuh	W2 gr	5523
3	Berat Botol + pasir + kerucut	W3 gr	7151
4	Berat Botol + +kerucut + pasir	W4 gr	7540
5	Berat botol Kerucut + Pasir sisa	W5 gr	6270
6	isi botol	$l=W2-W1$ gr	4091
7	Berat volume pasir $jp=(W2-W1)/l$	d gr/cm ³	1.398
8	Berat pasir dalam kerucut	$C=W4-W5$ gr	1270

II Lobang Tanah			
1	Berat botol + kerucut + pasir	W6 gr	7540
2	Berat botol + kerucut + pasir sisa	W7 gr	3959.197
3	Berat pasir dalam lobang	$P=W6-W7-C$ gr	2310.803
4	Volume lobang	$V=P/d$	3210
5	Berat tanah kosong	W	1.942
6	Berat Volume tanah	$Jb=W/V$ gr/cm ³	

kadar air tanah	W %	70.42
Berat volume tanah kering $jd=(jb/(1+W1))$		1.14
Derajat Kepadatan Lapangan $(jd lab/jd lab)*100%$		1.112

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL Kaliurang Km 14,4 Telp (0274) 95330 Yogyakarta55584

PEMERIKSAAN KEPADATAN TANAH
(TEST SAND CONE)

Stasiun : 3
 Dikerjakan oleh : Wening+Aji

Proyek : Analisis Kerusakan Jalan Godong- Purwodadi
 Lokasi : Jalan Godong -Purwodadi
 Tanggal : 2 April 2003

I Botol dan Kerucut		
	W1 gr	1432
1	Brt botol kosong	5523
	W2 gr	7151
2	Berat Botol + Air Penuh	7540
	W3 gr	6270
3	Berat Botol + pasir + kerucut	4091
	W4 gr	1.398
4	Berat Botol + +kerucut + pasir	1270
	W5 gr	
5	Berat botol Kerucut + Pasir sisa	
	$l=W2-W1$ gr	
6	isi botol	
	jd gr/cm ³	
7	Berat volume pasir $jp=(W2-W1)/l$	
	$C=W4-W5$ gr	
8	Berat pasir dalam kerucut	

II Lobang Tanah		
	W6 gr	7540
1	Berat botol + kerucut + pasir	4231.766
	W7 gr	2038.234
2	Berat botol + kerucut + pasir sisa	1457.964
	$P=W6-W7-C$ gr	3210
3	Berat pasir dalam lobang	2.2017
	$V=P/jd$	
4	Volume lobang	
	W	
5	Berat tanah kosong	
	$Jb=W/V$ gr/cm ³	
6	Berat Volume tanah	

	W %	72.01
kadar air tanah		1.28
Berat volume tanah kering		0.99
$jd=(jb/(1+W1))$		0.99
Derajat Kepadatan Lapangan $(jd lab/jd lab)*100%$		
Derajat Kepadatan Lapangan $(jd lab/jd lab)*100%$		