

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SUBGRADE JALAN RAYA
PADA TANAH GAMBUT
MENGGUNAKAN TIANG CERUCUK



Oleh :

M. SUPRIYADI

No. Mhs. : 85 310 019
N I R M : 855104330019

SAIFUL YANDI

No. Mhs. : 86 310 236
N I R M : 865014330215

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN SUBGRADE JALAN RAYA
PADA TANAH GAMBUT
MENGGUNAKAN TIANG CERUCUK

Oleh :

M. SUPRIYADI

No. Mhs. : 85 310 019
N I R M : 855104330019

SAIFUL YANDI

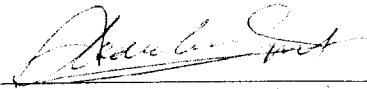
No. Mhs. : 86 310 236
N I R M : 865014330215

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. A. HALIM HASMAR, MT.
Dosen Pembimbing I


Tanggal, 7-11-96

Ir. SUBARKAH, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal, 6-11-96

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya yang tak terhingga, juga kami haturkan ucapan Shalawat dan Salam atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW juga atas semua keluarga, sahabat serta pengikutnya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat menyelesaikan program strata satu pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah menerapkan ilmu yang telah didapatkan sewaktu kuliah, dalam bentuk perancangan/desain tentang perancangan subgrade pada jalan penghubung dari Samuda ke Ujung Pandaran, daerah Kabupaten Kotawaringin Timur, Sampit.

Dengan selesainya penyusunan tugas akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Kepala P.U. Sampit beserta staf laboratorium yang telah membantu jalannya penelitian.
4. Bapak Ir. A. Halim Hasmar, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Subarkah, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Kedua Orang tua dan saudara-saudara kami yang telah memberikan dorongan moril dan materiil.
7. Istri yang telah memberikan dorongan dan semangat guna menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.

Semoga Allah SWT berkenan dan menerima segala amal baik kita semua, Amin.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran kami perlukan dan diterima dengan senang hati.

Billahittaufiq wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,1996

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Perancangan.....	2
1.3 Manfaat Perancangan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Gambut.....	4
2.2 Tanah Timbunan.....	5
2.3 Tiang Cerucuk.....	6
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Tanah Dasar (Subgrade).....	8
3.2 Pondasi Tiang Cerucuk.....	9

3.3 Perencanaan Pondasi Tiang Cerucuk.....	9
3.4 Rumus-rumus Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Cerucuk.....	10
 BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1 Prosedur Penelitian.....	12
4.1.1 Persiapan.....	12
4.1.2 Pengambilan Sampel di Lapangan.....	12
4.1.3 Percobaan Laboratorium.....	13
4.1.4 Hasil Percobaan.....	13
4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	15
4.2.1 Pemeriksaan Kadar Air.....	15
4.2.2 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah.....	16
4.2.3 Uji Geser Langsung.....	18
4.2.4 Percobaan Triaxial.....	21
4.2.5 Pemeriksaan Kepadatan Tanah.....	23
4.2.6 Pemeriksaan CBR.....	25
4.3 Hasil Penelitian.....	27
4.3.1 Tanah Asli (Gambut).....	27
4.3.2 Tanah Timbunan.....	28
 BAB V METODE PERANCANGAN	
5.1 Cara Perancangan.....	29
5.2 Prosedur Perancangan.....	30
5.2.1 Persiapan Tanah Asli.....	30
5.2.2 Pelaksanaan Pembuatan Pondasi Tiang Cerucuk..	30
5.2.3 Pekerjaan Penimbunan.....	36

BAB VI PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Data Pendukung.....	38
6.1.1 Rencana Tebal Perkerasan.....	38
6.1.2 Rencana Tebal Tanah Timbunan.....	42
6.1.3 Rencana Dimensi Tiang Cerucuk.....	45
6.1.4 Hasil Pemeriksaan Tanah Asli.....	46
6.2 Perencanaan Perhitungan Tiang Pancang.....	47
6.2.1 Tiang Pancang Kelompok (Poer Group).....	48
6.2.2 Rencana Beban Yang Bekerja.....	50
6.2.3 Perhitungan Tiang Pancang Kelompok.....	51
6.2.4 Daya Dukung Satu Tiang.....	55
6.2.5 Perhitungan.....	57
6.3 Pembahasan.....	60
6.3.1 Keadaan Tanah Asli.....	60
6.3.2 Tebal Lapisan.....	61
6.3.3 Daya Dukung Kelompok Tiang.....	61
6.3.4 Dimensi Tiang Pancang yang Digunakan.....	62

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan.....	63
7.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Daya Dukung Atas Tiang Dengan Analisis Statis.....	11
Gambar 4.1 Diagram Tahapan Pelaksanaan Penelitian..	14
Gambar 5.1 Rencana Bentuk Perancangan.....	29
Gambar 5.2 Pelaksanaan Pemancangan Dengan Palu Jatuh Bebas.....	33
Gambar 5.3 Pekerjaan Kepala Tiang Arah Memanjang...	34
Gambar 5.4 Pekerjaan Pengurukan Kepala Tiang.....	35
Gambar 5.5 Pekerjaan Kepala Tiang Arah Melintang...	36
Gambar 5.6 Diagram Tahapan Pelaksanaan Perancangan.	37
Gambar 6.1 Rencana Lapis Perkerasan.....	38
Gambar 6.2 Nomogram Untuk Menentukan ITP.....	39
Gambar 6.3 Menentukan Batasan Kelompok Tiang Dengan Penyebaran Gaya.....	50
Gambar 6.4 Persyaratan Jarak Antara Tiang.....	52
Gambar 6.5 Susunan Kelompok Tiang Pancang.....	53
Gambar 6.6 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Kelekatan Antara Tiang Dengan Tanah.....	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas Kuat dan Guna Kayu.....	7
Tabel 4.1 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (Gambut) pada Titik I.....	27
Tabel 4.2 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (Gambut) pada Titik II.....	28
Tabel 4.3 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (Gambut) pada Titik III.....	28
Tabel 4.4 Pemeriksaan Sampel Tanah Timbunan.....	28
Tabel 6.1 Rencana Tebal Perkerasan.....	38
Tabel 6.2 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	41
Tabel 6.3 Lapis Perkerasan.....	42
Tabel 6.4 Lapis Pondasi.....	42
Tabel 6.5 Beban Tetap Diatas Kelompok Tiang.....	46
Tabel 6.7 Pemeriksaan Tanah pada Km. $\pm$ 2,7.....	48
Tabel 6.8 Koefisien Daya Dukung dari Terzaghi.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keterangan Tugas Akhir
2. Lembar Konsultasi
3. Denah Lokasi Proyek
4. Surat Keterangan Selesai Penelitian Dari PU Sampit
5. Bor Tangan Titik I (Km. $\pm$ 5), Kedalaman 4 m
6. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung Titik I
7. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Titik I
8. Bor Tangan Titik II (Km. $\pm$ 20), Kedalaman 4 m
9. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung Titik II
10. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Titik II
11. Bor Tangan Titik III (Km. $\pm$ 35), Kedalaman 4 m
12. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung Titik III
13. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Titik III
14. Pengujian Triaksial Kedalaman 4 m Titik I
15. Pengujian Kuat Geser Langsung Kedalaman 7 m
16. Pengujian Kuat Geser Langsung Kedalaman 10 m
17. Percobaan Pemadatan Tanah Timbunan
18. Pemeriksaan CBR Tanah Timbunan
19. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Timbunan
20. Proporsi Campuran Base Class B
21. Percobaan Pemadatan Base B
22. Pemeriksaan CBR Base B
23. Proporsi Campuran Base Class A
24. Percobaan Pemadatan Base A
25. Pemeriksaan CBR Base A
26. Perhitungan Test Marshall

INTISARI

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu perkerasan jalan, karena tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan. Khusus pada konstruksi perkerasan jalan, kekuatan dan keawetan perkerasan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Kadangkala lokasi pembangunan harus melewati tanah yang indeks plastisitasnya rendah seperti tanah gambut. Pada kondisi tanah seperti ini sulit sekali didapatkan kepadatan yang maksimal karena kemampuan tanah untuk mengikat sangat kecil, disebabkan oleh kandungan bahan organik pada tanah tersebut. Usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini diantaranya adalah perancangan tanah dasar dengan tiang pancang menggunakan tiang cerucuk.

Perancangan subgrade jalan raya pada tanah gambut menggunakan tiang cerucuk yang direncanakan pada jalan baru Samuda ke Ujung Pandaran diharapkan merupakan salah satu metode atau cara untuk menyelesaikan masalah perkerasan jalan pada tanah gambut.

Untuk menunjang perancangan ini dilakukan penelitian di lapangan maupun di laboratorium tentang keadaan tanah asli (gambut) pada jalan yang akan dibangun. Dari hasil penelitian diketahui bahwa tanah sampai pada kedalaman 4 m mempunyai nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (θ) sangat kecil.

Dengan perhitungan daya dukung kelompok tiang berdasarkan kelekatan antara tanah dengan kulit tiang, diperoleh suatu kesimpulan bahwa dimensi pondasi tiang cerucuk yang akan dipancang pada perancangan ini mampu mendukung beban di atasnya diperlukan panjang tiang sampai pada kedalaman 7 m dengan diameter 15 cm.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pemerataan pembangunan oleh Pemerintah pada saat ini terus digalakkan, baik di bidang ekonomi, sosial, budaya, pertahanan dan keamanan. Pemerataan pembangunan di segala bidang ini meliputi seluruh wilayah Indonesia tidak terkecuali daerah Kalimantan Tengah. Dalam rangka mewujudkan pembangunan tersebut maka dituntut pembangunan di bidang transportasi harus diselenggarakan secara efisien, sehingga akan memperlancar arus lalu lintas, orang, barang dan jasa. Saat ini Pemerintah sedang melaksanakan suatu pembangunan jalan Trans Kalimantan. Pembangunan jalan ini untuk menghubungkan empat propinsi di Kalimantan, termasuk pembangunan jalan penghubung antara proyek pembangunan pelabuhan dengan kota atau daerah sekitarnya.

Kota Sampit di kabupaten Kotawaringin Timur propinsi Kalimantan Tengah merencanakan akan membangun suatu pelabuhan besar. Pelabuhan tersebut untuk menunjang pembangunan di bidang ekonomi dan industri. Untuk itu terlebih dahulu Pemerintah mencanangkan suatu pembangunan jalan penghubung dari kota Sampit ke tempat direncanakan-nya pembangunan pelabuhan yang terletak di daerah Ujung

Pandaran. Untuk pembangunan jalan tersebut perlu ditinjau keadaan tanah dasar yang merupakan bagian terpenting dari suatu konstruksi jalan, karena tanah dasar inilah yang mendukung seluruh berat perkerasan jalan beserta beban lalu lintas di atasnya. Tanah pada sepanjang daerah pembangunan jalan penghubung tersebut melalui daerah yang dahulunya hutan rawa, jadi tanah tersebut merupakan tanah gambut. Pada jenis tanah seperti ini akan sulit dibangun suatu konstruksi perkerasan tanpa perbaikan kondisi tanah, untuk itu dapat dilakukan dengan mengganti tanah tersebut dengan tanah yang baik. Untuk mengganti keseluruhan dari tanah tersebut tidak efisien dan tidak ekonomis karena kondisi tanah yang tidak baik pada daerah ini kedalamannya mencapai 3 sampai 4 meter.

Berkaitan dengan permasalahan di atas, maka diusulkan suatu rancangan dalam tugas akhir ini dengan judul : **Perancangan Subgrade Jalan Raya Pada Tanah Gambut Menggunakan Tiang Cerucuk.**

Rancangan dengan judul di atas adalah satu alternatif dimana nantinya penggunaan tanah baik sebagai timbunan fungsinya menggantikan tanah asli menjadi sedikit sebagai lapis paling atas tanah dasar.

1.2 Tujuan Perancangan

Perancangan ini bertujuan untuk menjadikan salah satu metode atau cara dalam penyelesaian masalah yang ditimbulkan oleh jalan bahu yang dibangun di atas lahan tanah gambut. Selama ini untuk membuat jalan baru umur

rencana selalu di bawah 5 tahun, jadi perkerasannya dikerjakan berulang-ulang sampai didapatkan tanah dasar yang baik yang sesuai dengan persyaratan. Maka pada tugas akhir ini kami mengangkat suatu desain atau rancangan yang diharapkan hasilnya ekonomis dan mudah dikerjakan.

1.3 Manfaat Perancangan

Selama ini perbaikan subgrade pada tanah gambut dilakukan penimbunan agregat beberapa kali dan memerlukan waktu yang sangat panjang. Dengan dibuat perancangan ini diharapkan perbaikan subgrade dapat langsung dilakukan dan tidak memerlukan waktu yang lama dan umur rencana lebih lama.

Ditinjau dari segi bahan perancangan maka kayu galam sebagai tiang cerucuk dapat menjadi bahan yang potensial untuk dijual (diperdagangkan).

1.4 Batasan Masalah

Masalah yang akan dibatasi pada sekitar penelitian di laboratorium yaitu mengenai keadaan tanah gambut tempat diletakkannya suatu pondasi tiang serta perhitungannya. Perhitungan tersebut untuk menentukan dimensi, jarak dan banyaknya tiang cerucuk yang akan digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Gambut

Tanah gambut adalah tanah berserat yang berasal dari serpihan mikroskopik dan makroskopik suatu tumbuh-tumbuhan, warnanya bervariasi antara coklat terang sampai hitam. Gambut juga kompresibel, sehingga hampir selalu tak mungkin menopang pondasi (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck, 1967).

Ciri dari tanah gambut dapat diamati secara visual yaitu dengan melihat warnanya yang coklat kehitaman. Hal ini disebabkan kandungan bahan organik yang ada pada tanah gambut tersebut, selain itu dapat diamati bahwa tanah gambut itu berserat, karena tanah gambut berasal dari sisa tumbuhan atau vegetasi yang mengalami pelapukan.

Di bidang ilmu teknik sipil, kemungkinan pemanfaatan tanah gambut sebagai bahan konstruksi teknik sedang dirintis. Berbagai penelitian dilakukan terhadap kemungkinan dimanfaatkannya tanah gambut sebagai subgrade jalan raya ataupun bagian material timbunan. Mengingat luasnya lahan gambut yang ada di tanah air kita, maka hal ini sangat mempengaruhi pemerataan pembangunan di Indonesia.

Sebelum ini telah ada penelitian yang dilakukan oleh beberapa mahasiswa dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia termasuk Universitas Islam Indonesia, dalam hal stabilisasi tanah gambut untuk subgrade jalan raya. Penelitian ini memang dianggap berhasil, akan tetapi untuk pelaksanaan di lapangan tidak efisien dan sulit mengerjakan hal pencampuran pada stabilisasi.

2.2 Tanah Timbunan

Pada perencanaan konstruksi perkerasan jalan, daya dukung tiap lapisan harus optimal, agar lapisan konstruksi di atasnya minimal, karena yang menjadi ciri dari konstruksi perkerasan adalah semakin ke atas suatu lapisan maka semakin mahal biaya yang dibutuhkan. Bila suatu tanah mempunyai CBR kecil maka lapis perkerasan di atasnya menjadi semakin tebal, hal ini menjadi kurang menguntungkan dari segi biaya.

Berbagai usaha untuk perbaikan tanah dasar dilakukan, termasuk diantaranya dengan mengganti fungsi tanah asli sebagai lapis subgrade paling atas dengan tanah timbunan yang baik. Tanah timbunan ini dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan, juga terhadap perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat (Silvia Surkiman, Bandung Januari 1992).

2.3 Tiang Cerucuk

Penggunaan tiang cerucuk sebagai bahannya diambil dari kayu galam yang termasuk *Malaleuca*, merupakan famili *Myrtaceae* berasal dari Australia dengan daerah penyebaran di Indonesia pada daerah Maluku, Sumatra Selatan, Sulawesi Selatan dan Kalimantan. Kayu Galam tumbuh pada daerah rawa berbatasan dengan tumbuhan lainnya.

Di Kalimantan Tengah khususnya di Kotawaringin Timur jenis kayu galam ini merupakan bahan konstruksi yang sangat potensial, karena tersedia pada lahan hutan produktif dan mulai tumbuh. Jenis kayu inipun sudah umum digunakan, biasanya digunakan sebagai pondasi tiang untuk konstruksi rumah. (Khairian Noor, Bandung 1995).

Kayu Galam ini ditinjau dari segi keawetannya termasuk jenis kelas awet III; diteliti pada kondisi yang berubah-ubah yaitu dari kering ke basah (lembab) secara bergantian dan terus menerus. Akan tetapi jika berada di dalam tanah terus menerus atau pada kondisi yang selalu basah, maka tidak akan rusak. Tabel 2.1 memperlihatkan sifat kayu galam yang diambil dari SII No. 0458 dan PKKI No. 16; sebagai pembandingnya diambil jenis kayu ulin.

Tabel 2.1 Kelas Kuat dan Guna Kayu

Nama	Berat Jenis	Kelas		Lentur T_{lt}	Tegangan Izin		
		Awet Kuat			T_{lt}	$T_{lt''}$	$t_{''}$
Galam	0,85	III	II	100	85	25	12
Ulin	1,09	I	I	150	130	40	12
Satuan				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
Kegunaan		Galam			Ulin		
Bahan bangunan		- lantai - bantalan			- lantai - bantalan - tiang listrik - tiang telephon		

Sumber : SII No. 0458 dan PKKI No. 16

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Dasar (Subgrade)

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

Tanah dasar merupakan permukaan tanah yang telah dipadatkan yang di atasnya diletakkan konstruksi perkerasan. Oleh sebab itu tanah dasar sangat penting dalam pelaksanaan atau pelaksanaan pembangunan, karena tanah berfungsi untuk mendukung beban yang ada. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah yang didatangkan dari tempat lain kemudian dipadatkan, dapat juga dari hasil stabilisasi dengan semen atau kapur atau kombinasi keduanya, akan tetapi harus diperhitungkan dari segi efisiensi dan ekonomisnya. Karakteristik subgrade akan mempengaruhi mutu dari perkerasan jalan, sehingga kondisi subgrade yang memenuhi syarat akan menghasilkan perkerasan jalan dengan baik dan

dapat dilewati kendaraan dengan aman dan nyaman dalam berbagai cuaca.

Secara umum subgrade harus cukup kuat menahan beban dan mudah dipadatkan. Kekuatan dan keawetan konstruksi jalan sangat bergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasarnya. Daya dukung tanah dapat diperoleh dengan pengukuran nilai CBR baik secara langsung di lapangan maupun pemeriksaan di laboratorium.

3.2 Pondasi Tiang Cerucuk

Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapis perkerasan melalui roda-roda kendaraan dilanjutkan dengan penyebaran ke lapisan-lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Agar tanah gambut yang merupakan tanah asli dapat menerima beban yang diteruskan oleh tanah timbunan yang di atasnya, maka dibuat suatu pondasi untuk memberikan daya dukung yang cukup. Salah satu cara untuk memperbaiki daya dukung tanah asli adalah membuat suatu pondasi tiang cerucuk yang sesuai dengan beban yang diterimanya.

Mengingat fungsi pondasi tiang cerucuk adalah untuk memindahkan beban yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas (kendaraan) kepada tanah pendukung di bawahnya, maka faktor yang mempengaruhi pemindahan beban tersebut adalah luas bidang permukaan subgrade.

3.3 Perencanaan Pondasi Tiang Cerucuk

Dalam perhitungan perencanaan tiang cerucuk perlu diketahui berapa besar beban rencana yang diterima oleh

luas bidang permukaan tanah asli tempat pondasi tiang cerucuk dibuat atau diletakkan. Jadi beban yang diterima oleh permukaan perkerasan melalui ban kendaraan dari beban rencana suatu kendaraan yang akan diteruskan ke lapis bawahnya dengan cara penyebaran gaya. Berdasarkan penyebaran gaya, luas bidang permukaan dari tanah asli yang menerima beban berupa beban merata dan fungsinya digantikan oleh luas bidang pondasi kelompok tiang untuk mendukung beban merata tersebut. Dengan diketahuinya besar beban yang diterima oleh luas bidang pondasi kelompok tiang, maka dapat diketahui jarak dan jumlah tiang cerucuk yang diperlukan. ⁴

Adapun hal-hal yang mempengaruhi perhitungan perencanaan tiang cerucuk ialah : beban rencana kendaraan yang direncanakan, gaya geser dan daya dukung tanah serta dimensi tiang cerucuk.

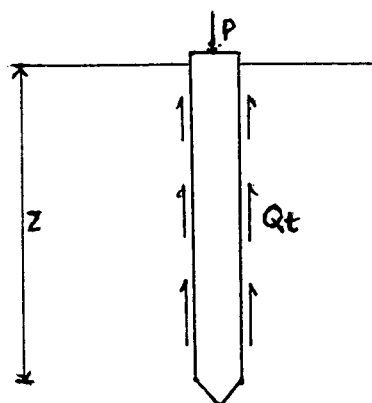
3.4 Rumus-rumus Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Cerucuk

Untuk perhitungan daya dukung pondasi kelompok tiang dilakukan analisis daya dukung pondasi tiang dengan cara tiang tunggal dan kelompok tiang. Ada beberapa cara atau rumus untuk perhitungan dengan analisis statis dalam menentukan daya dukung tiang tunggal. Dalam perhitungan perencanaan ini hanya diambil salah satunya saja. Daya dukung batas pondasi tiang tunggal (Q_T) sama dengan daya dukung batas ujung tiang (Q_u) ditambah gaya tahanan kulit antara dinding permukaan tiang dengan tanah (Q_t)

dikurangi dengan berat tiang (W_p) dinyatakan dengan persamaan (3-1).

$$Q_T = Q_u + Q_t - W_p \dots\dots\dots (3-1)$$

Pemancangan tiang pada lapisan tanah lunak yang letak tanah kerasnya sangat dalam, sehingga ujung tiang sukar mencapai lapisan tanah keras seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Kelekatan Antara Tiang Dengan Tanah

Kondisi seperti ini dipergunakan tiang pancang yang daya dukungnya berdasarkan kelekatan antara tiang dengan tanah (cleef) dan berat sendiri tiang (W_p) yang bahannya dari kayu biasanya relatif kecil maka dalam perhitungan diabaikan. Harga Q_t dapat ditentukan pada persamaan (3-2).

$$Q_t = \frac{1}{2} \cdot Z \cdot P \cdot C \cdot \beta \dots\dots\dots (3-2)$$

dimana :

Q_t = daya tahan lekat permukaan tiang dan tanah (kg)

Z = panjang (kedalaman) tiang (cm)

P = keliling tiang (cm)

C = kekuatan geser tanah (kg/cm²)

β = koefisien gesekan efektif

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Prosedur Penelitian

Untuk keberhasilan penelitian yang akan dilaksanakan, maka perlu tahapan kegiatan yang berkaitan dengan penelitian maupun pengambilan sampel tanah di lapangan. Tahapan kegiatan tersebut menyangkut persiapan, pengambilan sampel di lapangan, percobaan di laboratorium, hasil percobaan, perhitungan rencana tiang cerucuk, hasil, kesimpulan, dan saran, seperti pada gambar 4.1.

4.1.1 Persiapan

Pada tahap awal ini kegiatan yang dilakukan menyangkut pengumpulan data pendukung dari seluruh kegiatan dan mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan pada penelitian di laboratorium. Tahapan persiapan juga menyangkut waktu pengambilan sampel dan pelaksanaan penelitian.

4.1.2 Pengambilan Sampel di Lapangan

Dari data pendukung berupa beban lalu lintas yang akan dilewati jalan dan kondisi lingkungan di sepanjang jalan yang akan direncanakan, maka dapat ditentukan lokasi pengambilan sampel di lapangan. Rencana pengambilan sampel tanah dilakukan minimal pada 3 lokasi yang berbeda di sepanjang jalan yang direncanakan. Sampel tanah yang diambil kedalamannya hingga melebihi panjang/kedalaman

rencana tiang pancang. Tiap titik/lokasi dari tanah asli tersebut diambil sebanyak 4 sampel pada kedalaman yang berbeda, yaitu :

1. Kedalaman (0,60 - 1,20) m.
2. Kedalaman (1,60 - 2,20) m.
3. Kedalaman (2,60 - 3,20) m.
4. Kedalaman (3,60 - 4,20) m.

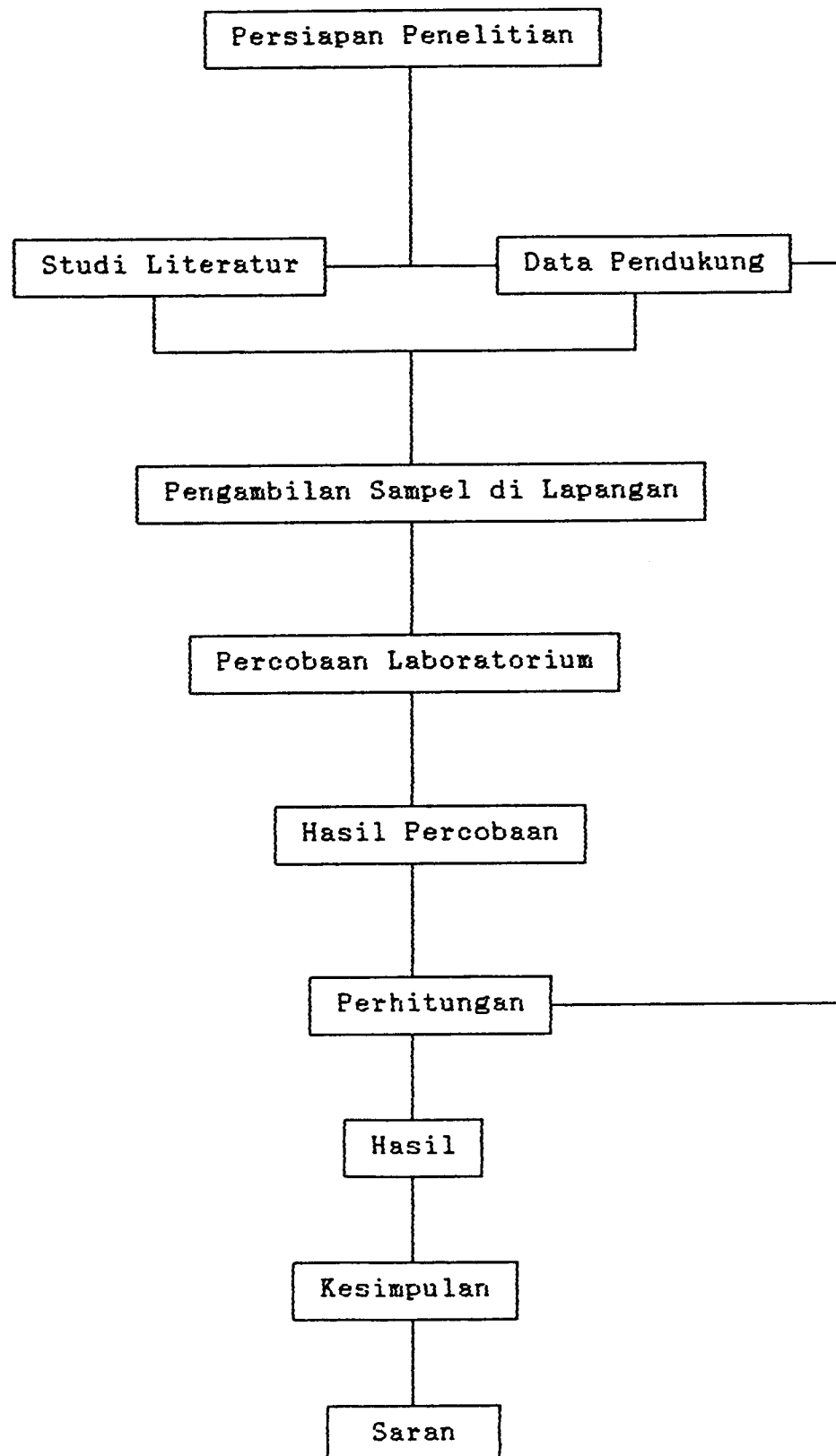
4.1.3 Percobaan Laboratorium

Sampel tanah yang telah diambil dari lokasi dibawa ke laboratorium untuk diuji. Adapun jenis percobaan yang dilakukan yaitu pemeriksaan kuat tekan bebas, triaksial, percobaan geser langsung, berat jenis tanah, berat isi volume tanah, pemeriksaan kadar air tanah, pemeriksaan kepadatan tanah, dan CBR tanah timbunan.

4.1.4 Hasil Percobaan

Dari data yang diketahui dimasukkan pada rumus yang telah ditentukan, dan didapatkan data hasil akhir dari percobaan. Adapun data hasil percobaan tanah asli dan tanah timbunan berupa :

- a. Kadar air tanah, w (gram).
- b. Kohesi tanah asli, c (kg/cm^2).
- c. Kuat geser tanah, s (kg).
- d. Berat jenis tanah, G_s (gr/cm^3).
- e. Berat isi volume tanah, γ (gr/cm^3).
- f. Kepadatan tanah (berat volume tanah kering, τ_k (gr/cm^3)).
- g. CBR tanah timbunan, %.



Gambar 4.1 Diagram Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pada perhitungan perancangan ini yang menentukan daya dukung tiap tiang cerucuk selain dimensi tiang adalah keadaan tanah di tempat tiang tersebut dipancang. Oleh sebab itu sebelum perencanaan perhitungan terlebih dahulu dilakukan penelitian laboratorium tentang tanah dasar tersebut. Sesuai dengan metode dalam perancangan, keadaan tanah yang ingin diketahui pada penelitian laboratorium adalah pemeriksaan kuat tekan bebas, triaxial, dan geser tanah serta parameter tanah (kadar air, angka pori, porositas, dan derajat kejenuhan).

Tanah sebagai bahan yang akan digunakan pada penelitian ini ialah tanah gambut yang berasal dari tanah asli pada pembangunan jalan penghubung (jalan baru) antara Samuda dan Ujung Pandaran dan tanah timbunan Jalan Sampit-Pangkalanbun km 42.

4.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan serangkaian pengujian yang terdiri atas :

1. Tanah asli.
2. Tanah timbunan.

4.2.1 Pemeriksaan Kadar Air

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui kadar air tanah asli yang sudah kering udara baik dari tanah asli maupun tanah timbunan. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air dalam suatu tanah dengan berat kering tanah tersebut. Peralatan yang digunakan :

1. Cawan timbang.

2. Timbangan ketelitian 0,01 gram.
3. Oven.
4. Desikator.

Jalannya percobaan

1. Cawan timbang dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya = W_1 gram.
2. Contoh tanah yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam cawan timbang, kemudian beserta tutupnya ditimbang = W_2 gram.
3. Dalam keadaan terbuka sampel tanah dimasukkan ke dalam oven, suhu oven diatur constan antara $105^\circ - 110^\circ\text{C}$ selama 16 - 24 jam.
4. Setelah dioven, tanah didinginkan dalam desikator, kemudian bersama tutupnya ditimbang = W_3 gram.

Hitungan yang dipakai :

$$\text{Kadar air (w)} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

$$w = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100\%$$

4.2.2 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah nilai perbandingan antara berat butir-butir dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada temperatur $27,5^\circ\text{C}$.

Alat yang digunakan :

1. Picknometer.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. Air destilasi bebas udara.
4. Oven dengan suhu yang dapat diatur.
5. Desikator.
6. Termometer.
7. Cawan porselin (mortar) dengan pestel (penumbuk berkepala karet).
8. Ayakan nomer 10.
9. Kompor pemanas.

Jalannya percobaan :

1. Picknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang beserta tutupnya = W_1 .
2. Contoh tanah yang akan diperiksa disiapkan, yaitu contoh tanah yang sudah kering dari oven, ditumbuk dengan mortar kemudian disaring dengan ayakan no 10.
3. Sampel tanah yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam picknometer ± 28 gr kemudian pada bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya = W_2 .
4. Air destilasi dimasukkan ke dalam picknometer sampai sepertiga dari isinya, kemudian dibiarkan sampai kira-kira 1 jam.
5. Udara yang terperangkap diantara butir-butir tanah dikeluarkan, hal ini dapat dilakukan dengan

cara merebus picknometer sekitar 10 menit dengan sesekali dimiringkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, kemudian didinginkan selama ± 20 jam sehingga mencapai suhu ruangan.

6. Air destilasi ditambahkan sampai penuh dan ditutup, setelah bagian luar picknometer dikeringkan kemudian ditimbang = W_3 .
7. Air di dalam picknometer diukur suhunya = t° .
8. Setelah butir no 7 dilaksanakan segera picknometer dikosongkan kemudian diisi air sampai penuh dan bagian luar picknometer dikeringkan, setelah itu ditimbang = W_4 .

Hitungan yang dipakai :

$$\text{BJ tanah pada suhu } t^\circ\text{C} = \frac{\text{Berat butir}}{\text{Berat air pada vol yang sama}}$$

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

Berat jenis tanah pada temperatur $27,5^\circ\text{C}$ adalah :

$$G_s (27,5^\circ\text{C}) = \gamma_s (t^\circ\text{C}) \times \frac{\text{BJ air pada } t^\circ\text{C}}{\text{BJ air pada } 27,5^\circ\text{C}}$$

4.2.3 Uji Geser Langsung

Maksud percobaan ini adalah :

1. Menentukan besarnya sudut gesek dalam (θ) dan kohesi tanah (c).
2. Menentukan kuat geser tanah.

Alat Yang Digunakan

1. Mesin penggeser.
2. Alat pengeluar contoh tanah (extruder).
3. Ring pencetak sampel.
4. Timbangan ketelitian 0,1 gr.
5. Stop watch.
6. Schuittmatt (jangka sorong).
7. Pisau.
8. 1 set alat pemeriksa air.

Persiapan Benda Uji

1. Mengukur diameter, tinggi ring, dan menimbang berat benda uji.
2. Mengeluarkan contoh tanah dari tabung sampel dengan extruder.
3. Sampel tanah dipotong sesuai kebutuhan.
4. Mencetak sampel tanah dengan ring cetakan, kemudian tanah beserta ring ditimbang beratnya.

Jalannya Percobaan

1. Menempatkan sampel tanah ke dalam cincin geser yang masih terkunci dan sentris dasar alat tekan.
2. Mengatur posisi stang penekan sehingga berada dalam keadaan vertikal dan teat menyentuh permukaan bidang tekan (bola baja).
3. Memutar engkol pendorong sehingga menyentuh cincin geser.

4. Dial pada penunjuk beban distel nol, demikian pula dial pada pengukur regangannya.
5. Membuka pengunci cincin geser kemudian bak peredam diisi air hingga sampel terendam.
6. Mencatat beban geser pada interval waktu 15 detik, penggeseran dihentikan apabila tanah sudah pecah (dial pada proving ring menunjukkan penurunan), atau dial penggeseran sudah menunjukkan deformasi 10% dari diameter benda uji.
7. Mengulangi pekerjaan dari poin 1-6 untuk 2 sampel berikutnya dengan beban normal yang berlainan.

Hitungan

1. Membuat sket penggeseran tanah.
2. Membuat grafik hubungan antara regangan dan tegangan. Puncak grafik adalah kuat geser maksimum (s).
3. Menggunakan tabel yang tersedia untuk menghitung θ dan c secara grafis.
4. Menghitung τ dan c secara analitis dengan rumus dasar :

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

dimana :

$\tau = S/A$ (dari hasil percobaan)

$\sigma = P/A$, S = beban geser maksimum

P = beban normal

A = luas tampang benda uji

Catatan :

- a. Beban normal untuk masing-masing benda uji

biasanya yaitu $\frac{1}{4}$ kg /cm², $\frac{1}{2}$ kg /cm², dan 1 kg /cm².

- b. Beban normal pertama akan lebih baik apabila diberikan pada benda uji yang berat volumenya lebih kecil.

4.2.4 Percobaan Triaxial

Tujuan pengujian

- a. Kekuatan geser tanah/kohesi efektif (c').
- b. Sudut geser dalam efektif (ϕ').

Peralatan yang digunakan :

1. Alat pembebanan aksial :
 - a. Dongkrak sekrup.
 - b. Alat ukur beban aksial.
 - c. Piston pembeban aksial.
2. Peralatan pengontrol tekanan.
3. Peralatan ukur.
 - a. Alat ukur tekanan sel dan tekanan balik.
 - b. Alat ukur tekanan pori.
 - c. Alat ukur perubahan volume.
 - d. Alat ukur deformasi.
 - e. Alat ukur panjang dan diameter.
 - f. Alat pencatat waktu dan timbangan.
4. Sel trisumbu dan perlengkapannya.
 - a. Sel trisumbu.
 - b. Tutup dan alat sampel tanah.
 - c. Batu pori.
 - d. Kertas saring.

e. Membran karet.

f. Katup untuk mengatur sistem drainasi pada alat ukur perubahan volume.

5. Peralatan lain :

Peralatan lain yang harus disiapkan agar sampel tanah dapat dicetak dan dipasang dengan baik adalah :

a. Alat pembentuk sampel tanah yang dilengkapi dengan gergaji kawat dan pisau pemotong atau tabung pencetak sampel.

b. Alat pemadat sampel tanah yang dilengkapi dengan tabung belah dan penumbuk untuk sampel tanah terganggu.

c. Alat peregang membran karet.

d. Ekstruder untuk mengeluarkan sampel tanah dari tabung.

e. Kaleng sampel tanah untuk uji kadar air.

6. Air

Air yang digunakan dalam sistem pengujian trisumbu harus bersih, bebas dari kotoran dan suspensi lumpur (disarankan untuk menggunakan air bebas udara).

Benda uji dengan diameter 3,81 cm dan tinggi 7,62 cm. Sebelum dilakukan percobaan ditimbang terlebih dahulu. Penimbangan ini diperlukan untuk mendapatkan γ_m untuk menentukan cell pressure (δ_s). Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah triaxial type EL 25-200. Pada

metode ini dilakukan pengukuran tegangan total yang bekerja pada benda uji, selanjutnya dikoreksi terhadap tegangan air pori. Pembacaan dial dilakukan tiap menit, dengan kecepatan pembacaan diatur sehingga kenaikan strain sebesar 2% setiap menit atau 0,1524 cm per menit. Hasil pembacaan dial lot dikalikan dengan kalibrasi sebesar 0,17. Ini merupakan besaran deviator lot (P). Deviator inilah yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Dari data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dihitung sehingga mendapatkan strength propertis dalam hubungan tegangan-regangan tanah dan seterusnya digambarkan dengan metode lingkaran MOHR. Kemudian dari lingkaran MOHR ini akan diperoleh nilai-nilai cohesi (c) dan susut geser dalam (θ).

4.2.5 Pemeriksaan Kepadatan Tanah

Alat yang digunakan :

1. Perlengkapan pemadatan.
 - a. Tabung pemadatan (mold pemadatan) $\varnothing$ 4".
 - b. Palu pemadatan $\varnothing$ 2" berat 5,5 lb.
2. Semprotan air.
3. Ayakan no. 4 (# 4,75 mm).
4. Palu karet atau palu kayu.
5. Cetok.
6. Pisau.
7. Loyang besar.
8. Satu set alat pemeriksaan kadar air.

Persiapan benda uji

1. Tanah yang sudah kering dihancurkan gumpalan-gumpalannya dengan palu kayu di atas loyang.
2. Tanah yang sudah halus diayak dengan saringan No. 4.
3. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik masing-masing 1,5 kg.

Jalannya Percobaan

1. Mold standard ditimbang dengan timbangan ketelitian 1 gr dan diberi tanda agar tidak tertukar.
2. Collar dipasang lalu mur penjepitnya dikencangkan dan ditempatkan pada tumpuan yang kokoh.
3. Salah satu sampel tanah diambil dari dalam kantong plastik yang sudah disiapkan kemudian diisikan ke dalam mold sampai setengah tinggi. Ditumbuk dengan palu standar (5,5 lb) sebanyak 25 x pukulan secara merata, sehingga setelah memadat tanah tersebut mengisi $\frac{1}{8}$ tinggi mold.
4. Hal yang sama dilakukan untuk lapisan kedua dan ketiga sehingga lapisan yang terakhir mengisi sebagian dari collar.
5. Collar dilepaskan dan kelebihan tanah diratakan dengan menggunakan pisau perata.
6. Mold beserta tanah yang berada di dalamnya ditimbang.
7. Contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan extruder lalu sebagian tanah pada bagian atas, tengah dan bawah diambil untuk dicari kadar

airnya.

8. Demikian seterusnya untuk seluruh sampel tanah yang dikehendaki.

4.2.6 Pemeriksaan CBR

Alat yang digunakan :

1. Mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0.05") per menit.
2. Cetakan logam berbentuk silinder.
3. Piringan pemisah dari logam (*specer disk*).
4. Alat penumbuk.
5. Alat pengukur pengembangan (*sweel*) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripot logam dan arloji penunjuk.
6. Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 lb) dengan diameter 194,2 mm (21/8").
7. Torak penetrasi.
8. Timbangan.
9. Peralatan bantu lainnya.

Persiapan penelitian

1. Contoh tanah kering udara yang sudah disiapkan diambil sebanyak yang dibutuhkan.
2. Contoh tanah dicampur dengan air sampai kadar air optimum, penambahan ini dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Penambahan air} = C + \left(\frac{100 + B}{100 + A} - 1 \right)$$

Dengan : A = kadar air asli

B = kadar air optimum

C = jumlah contoh (gr)

3. Setelah diaduk sampai rata, contoh tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diikat selama 24 jam.
4. Cetakan (mold) ditimbang lalu dicatat beratnya. Cetakan dipasang pada keping alas dan dimasukkan *specer disk* di dalamnya.
5. Contoh tanah tersebut dipadatkan seperti pada percobaan penadatan, tetapi dengan jumlah pukulan 56 x.
6. Leher sambungan (*collar*) dibuka dan tanah diratakan dengan pisau. Lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar ditambah dengan bahan yang lebih halus. Benda uji beserta cetakannya ditimbang dan dicatat beratnya untuk menentukan berat volume tanah keringnya.

Jalannya Percobaan

1. Benda uji beserta keping alas diletakkan di atas mesin penetrasi. Kemudian diletakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 lb) atau sesuai dengan berat perkerasan.
2. Piston penetrasi dipasang dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 4,5 kg.

Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.

3. Pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0.05"/menit) pembacaan pembebanan ini dilakukan pada interval 0.025" (0,64 mm).
4. Benda uji dikeluarkan dari cetakan dan ditentukan kadar airnya.

4.3 Hasil Penelitian

Dari percobaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh suatu hasil baik dari tanah asli maupun tanah timbunan.

4.3.1 Tanah Asli

Sesuai dengan rencana penelitian tanah asli terdiri dari 3 titik pengambilan sampel. Dari pemeriksaan laboratorium didapatkan bahwa titik II dan III hasilnya tidak jauh berbeda, jadi keadaan tanah aslinya hampir sama. Sedangkan sampel pada titik I terlihat pada kedalaman 2,3 m dan 4 m hasilnya agak lebih besar dari titik II dan III. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 berikut ini :

Tabel 4.1 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (gambut) pada Titik I

No	Kedalaman (m)	Kohesi (c) kg/cm ²	Sudut geser dalam (θ)	Kadar Air %	Berat Jenis gr/cm ³
1.	0,60 - 1,20	0,055	1,27°	161,305	1,7972
2.	1,60 - 2,20	0,066	1,53°	142,42	-
3.	2,60 - 3,20	0,07	5,08°	121,17	-
4.	3,60 - 4,20	0,09	5,08°	105,01	1,9679
	Rata-rata	0,0703			

Tabel 4.2 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (gambut) pada Titik II

No	Kedalaman (m)	Kohesi (c) kg/cm ²	Sudut geser dalam (θ)	Kadar Air %	Berat Jenis gr/cm ³
1.	0,60 - 1,20	0,052	1,27°	165,58	1,7468
2.	1,60 - 2,20	0,053	1,53°	148,44	-
3.	2,60 - 3,20	0,058	3,56°	131,11	-
4.	3,60 - 4,20	0,065	3,81°	117,19	1,8694
	Rata-rata	0,057			

Tabel 4.3 Pemeriksaan Sampel Tanah Asli (gambut) pada Titik III

No	Kedalaman (m)	Kohesi (c) kg/cm ²	Sudut geser dalam (θ)	Kadar Air %	Berat Jenis gr/cm ³
1.	0,60 - 1,20	0,052	1,27°	162,29	1,7750
2.	1,60 - 2,20	0,056	1,53°	144,43	-
3.	2,60 - 3,20	0,057	2,54°	128,40	-
4.	3,60 - 4,20	0,070	3,81°	111,42	1,9214
	Rata-rata	0,0588			

4.3.2 Tanah Timbunan

Pemeriksaan sampel tanah timbunan di laboratorium terdiri atas : uji CBR, kadar air tanah, berat jenis tanah dan kepadatan tanah yang meliputi kadar air optimum dan berat isi kering. Data dari hasil penelitian tersebut terlihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Pemeriksaan Sampel Tanah Timbunan

No.	P e m e r i k s a a n	N i l a i
1.	CBR	15,170%
2.	Kadar air tanah	13,220%
3.	Berat jenis tanah	2,495 gr/cm ³
4.	Kadar air optimum	19,200%
5.	Berat isi kering maksimum	1,675 gr/cm ²

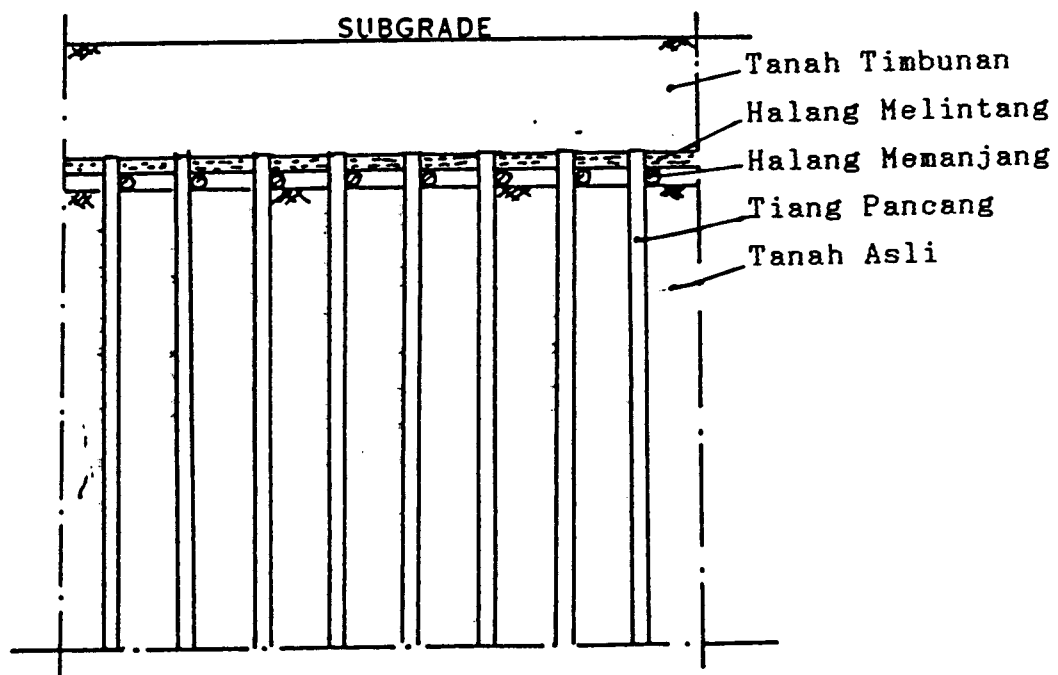
Berdasarkan analisa saringan diketahui bahwa jenis tanah berbutir kasar atau tanah berpasir/sand clay yang didasarkan pada butiran-butiran tanah lebih besar 50 persen lolos saringan No. 4 dan lebih kecil 50 persen lolos saringan No. 200.

BAB V

METODE PERANCANGAN

5.1 Cara Perancangan

Telah diuraikan pada bab sebelumnya bahwa pada dasarnya tanah gambut tidak dapat memenuhi syarat sebagai tanah dasar untuk menerima beban dari lapis perkerasan di atasnya. Oleh karena itu di sini dirancang suatu pondasi untuk menggantikan tanah asli dalam menerima beban dari lapisan di atasnya. Sedangkan sebagai lapis tanah dasarnya atau subgrade, digantikan oleh tanah timbunan yang memenuhi syarat dalam perencanaan perkerasan. Bentuk rancangan yang direncanakan seperti pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Rencana Bentuk Perancangan

5.2 Prosedur Perancangan

Dalam prosedur pelaksanaan di lapangan terlebih dahulu perlu dipersiapkan mengenai hal-hal yang bersangkutan dengan perancangan tersebut baik lahan, bahan, maupun peralatan. Dengan persiapan yang baik maka pelaksanaan perancangan dapat berjalan dengan lancar.

5.2.1 Persiapan Tanah Asli

Tanah yang akan dibuat pondasi tiang cerucuk terlebih dahulu harus dipersiapkan agar dalam pelaksanaan pemancangan dapat berjalan dengan lancar. Jadi lahan atau tanah gambut tersebut permukaannya diratakan dan dipadatkan.

5.2.2 Pelaksanaan Pembuatan Pondasi Tiang Cerucuk

Untuk prosedur pelaksanaan pemancangan tiang cerucuk memerlukan beberapa langkah kerja demi terwujudnya rencana menjadi kenyataan di lapangan, juga agar pelaksanaan dapat berjalan dengan baik dan sesuai rencana kerja. Langkah kerja dalam prosedur pemancangan yang perlu diperhatikan berupa pekerjaan persiapan, pekerjaan pemancangan, pekerjaan kepala tiang, dan pekerjaan akhir akan diuraikan berikut ini.

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan terdiri dari persiapan bahan tiang cerucuk, pekerjaan awal dan alat yang digunakan. Persiapan bahan merupakan pekerjaan untuk menyeleksi bahan tiang cerucuk yang digunakan di lapangan sesuai dengan

syarat pelaksanaan dan rencana kerja berupa panjang, diameter dan kelurusan. Adapun pekerjaan awal merupakan persiapan lapangan (sudah dipadatkan dan diratakan) berupa pembersihan lokasi dan pengukuran letak titik (patok) tempat tiang cerucuk akan dipancangkan. Dalam persiapan alat ini bergantung pada pemancangan dengan cara yang digunakan, sebab ada beberapa cara yang digunakan disesuaikan dengan kondisi dan ditinjau dari segi ekonomis dan efisiensinya.

2. Pekerjaan Pemancangan

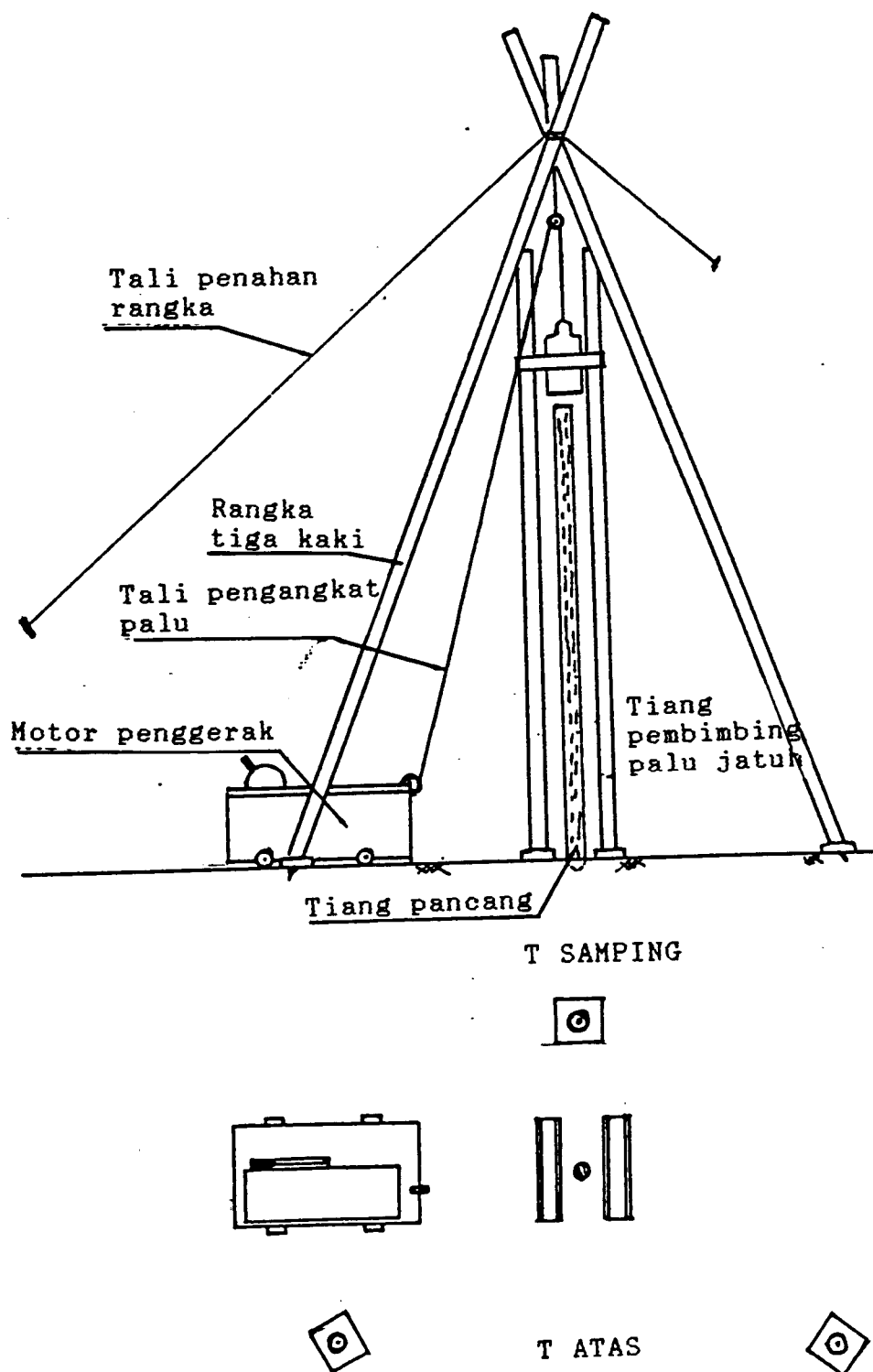
Cara pemancangan pondasi tiang cerucuk di lapangan yang teramati saat ini ada dua macam, yang pertama pemancangan dengan palu jatuh bebas (drop hammer) dan yang kedua pemancangan dengan sistem tekan hidrolik excavator. Adapun cara yang sering dijumpai/digunakan adalah cara yang pertama, yaitu dengan palu jatuh bebas, oleh sebab itu di sini akan diuraikan pemancangan tersebut dengan cara palu jatuh bebas.

Pemancangan dengan palu jatuh bebas merupakan cara yang sederhana untuk memancang tiang cerucuk pada pondasi tiang pancang. Peralatan pancang yang penting untuk pemancangan dengan cara ini meliputi rangka tiang, penumbuk, dan derek. Rangka tiang kaki tiga tersebut dari tiang kayu yang kuat (kayu ulin), pembimbing palu jatuh dari bambu atau pipa baja diameter 3 inci. Penumbuk terbuat dari palu kayu ulin dengan ukuran 20/20, panjang

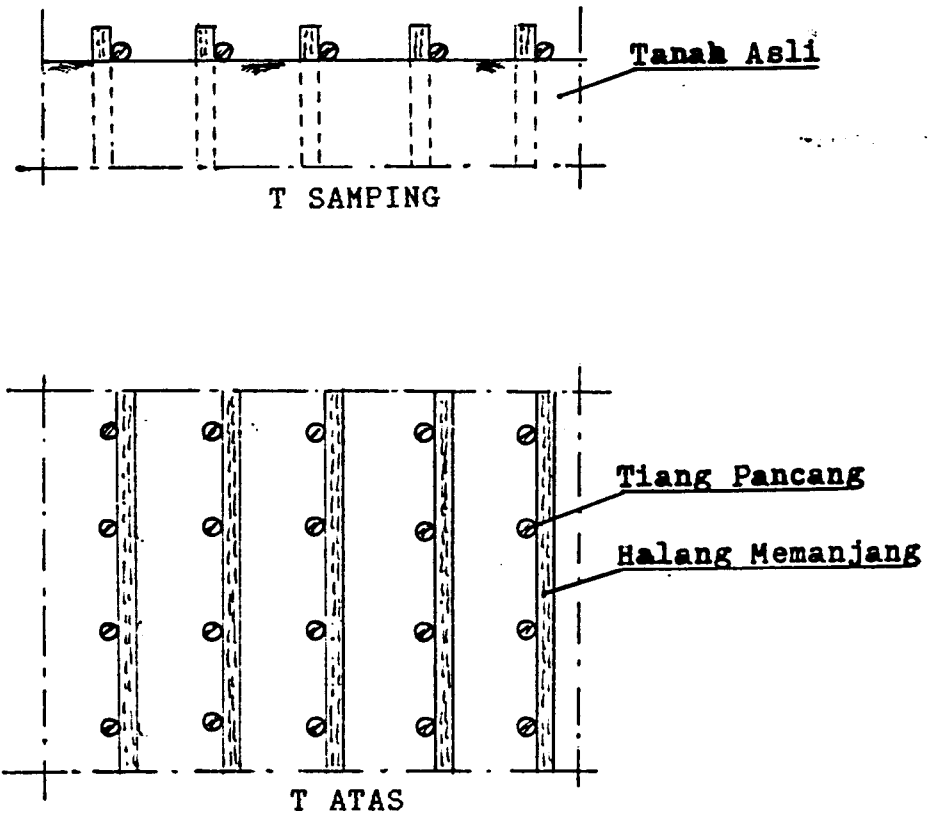
50, 75 dan 100 cm, beratnya berkisar 0,5 - 2,5 kN dan tinggi jatuh 1 - 1,25 m. Alat derek menggunakan motor penggerak diesel dengan daya 16 HP, 20 HP dan 24 HP.

Setelah pekerjaan persiapan tanah berupa perataan permukaan, pemadatan, dan pemberian titik/patok, maka siap dilakukan pemancangan. Rangka tiang tiga kaki diletakkan dengan posisi yang tepat dimana palu jatuh berada tepat di atas titik/patok ditempat tiang cerucuk dipancang. Tiang pembimbing palu jatuh dipasang dan palu penumbuk diderek ke atas, kemudian tiang cerucuk didirikan pada posisi titik tiang pancang. Segera dilakukan penumbukan dengan palu dibantu mesin derek diesel hingga kedalaman yang direncanakan. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.2. Demikian seterusnya dilaksanakan sampai pada tiang terakhir, dengan catatan tiang cerucuk yang dipancang tidak seluruhnya, tetapi permukaan kepala tiang pancang disisakan dengan ketinggian 2 kali diameter tiang di atas permukaan tanah.

Pekerjaan selanjutnya adalah kepala tiang, yaitu dibuat halang kayu cerucuk yang bertumpu pada kepala tiang pancang dengan cara memanjang dan melintang. Pembuatan halang pada kepala tiang dilakukan pada arah memanjang terlebih dahulu yaitu dengan cara cerucuk direbahkan pada permukaan tanah dan disatukan dengan pasak pada samping kepala tiang yang berbaris lurus memanjang agar menjadi satu kesatuan (kaku sempurna), lihat gambar 5.3.

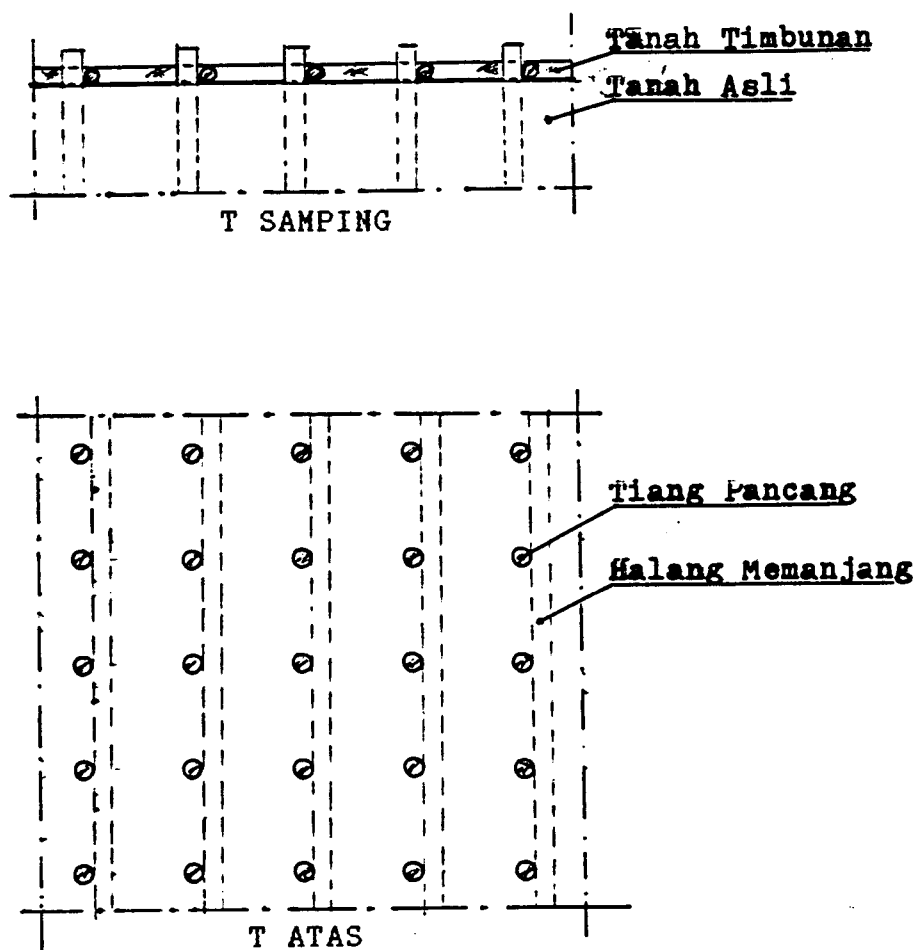


Gambar 5.2 Pelaksanaan Pemancangan Dengan Palu Jatuh Bebas



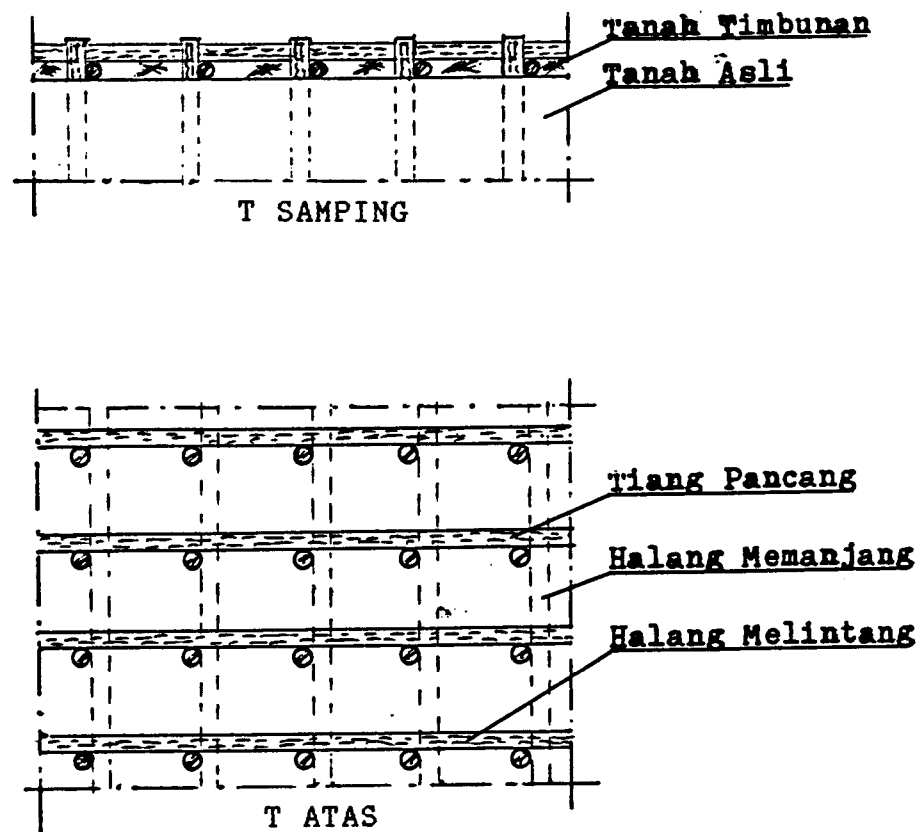
Gambar 5.3 Pekerjaan Kepala Tiang Arah Memanjang

Dengan selesainya pembuatan halang memanjang dari kepala tiang, maka terlebih dahulu dilakukan pengurukan tanah baik setinggi diameter kayu halang dan dipadatkan. Penimbunan tanah ini bertujuan agar di bawah halang melintang yang akan dipasang tidak kosong atau terisi tanah (lihat gambar 5.4).



Gambar 5.4 Pekerjaan Pengurukan Kepala Tiang

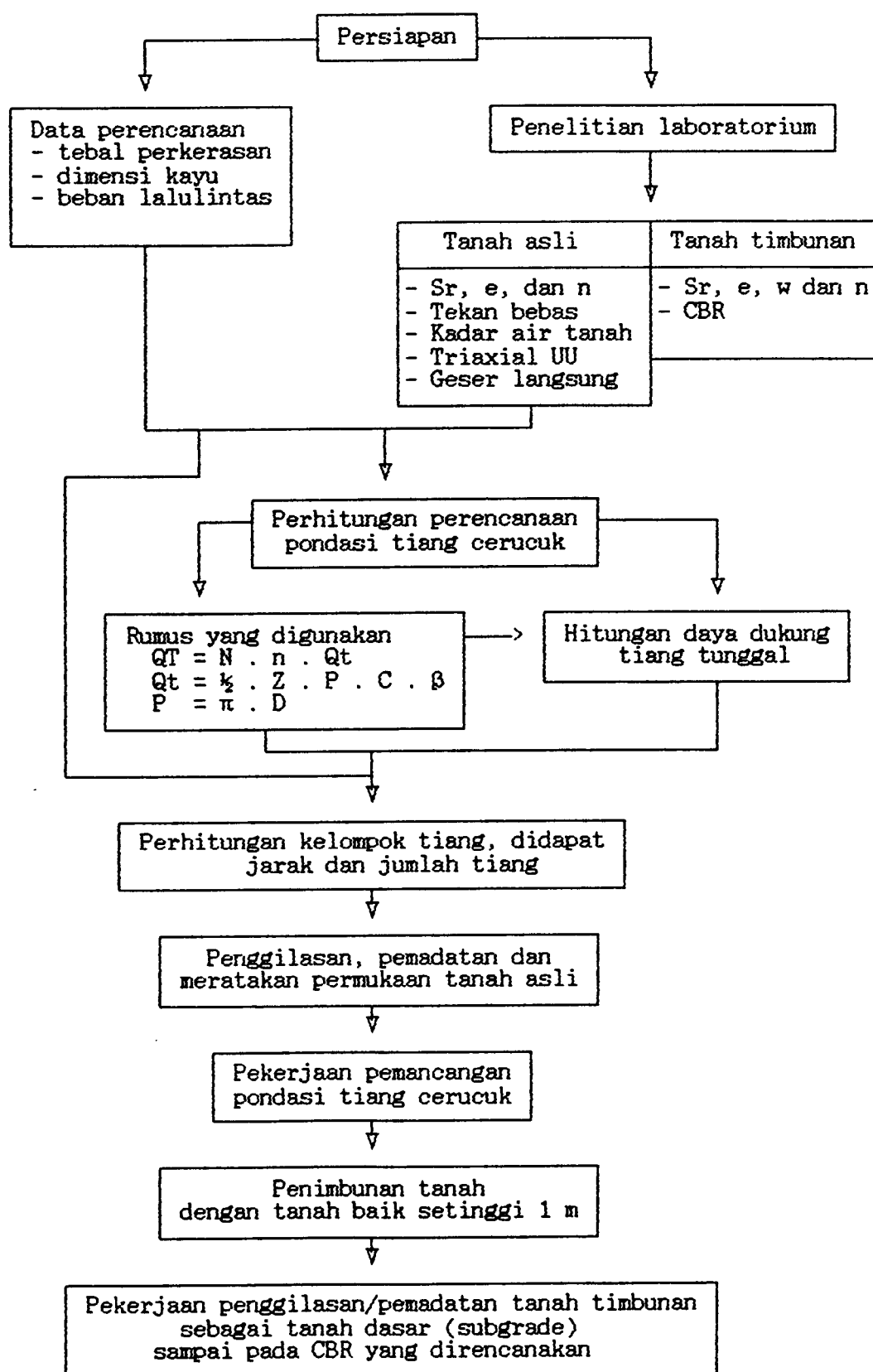
Setelah pengurukan yang pertama dilakukan dan sudah dipadatkan, maka dilakukan pekerjaan halang melintang yang juga diikat pada kepala tiang, jadi letaknya berada di atas halang memanjang di atas tanah (lihat gambar 5.5).



Gambar 5.5 Pekerjaan Kepala Tiang Arah Melintang

5.2.3 Pekerjaan Penimbunan

Pekerjaan penimbunan dilakukan tidak hanya sekali, tetapi melalui beberapa tahapan, sebagai contoh penimbunan direncanakan dengan 3 tahap, maka pekerjaan penimbunan dan pemadatan dilakukan 3 kali. Dengan demikian pada penimbunan pertama setinggi 15 cm lebih akan dilakukan pemadatan/penggilasan yang pertama dan setelah 3 kali penimbunan maka untuk penggilasan akhir sampai CBR yang direncanakan.



Gambar 5.6 Diagram Tahapan Pelaksanaan Perancangan

BAB VI

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Data Pendukung

Sebelum perhitungan dilakukan maka terlebih dahulu harus diketahui data-data yang diperlukan pada perhitungan seperti : rencana tebal perkerasan, rencana tanah timbunan, rencana beban lalu lintas, rencana dimensi tiang cerucuk dan hasil pemeriksaan tanah asli.

6.1.1 Rencana Tebal Perkerasan

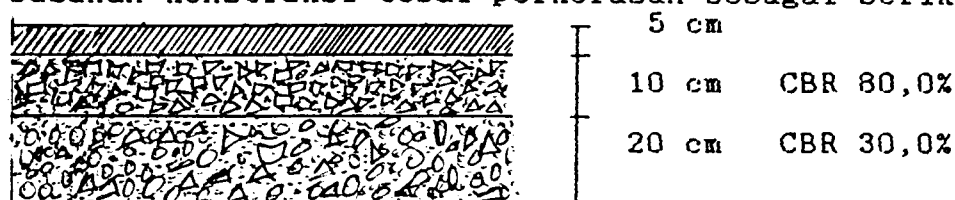
Berdasarkan informasi data dari Dinas P.U. Sampit, tentang perencanaan tebal perkerasan pada jalan Samudra-Ujung Pandaran, perancangan didasarkan pada penelitian laboratorium dan jenis lalu lintas yang akan melewati/menggunakan jalan tersebut. Setelah diperhitungkan sesuai dengan ketentuan/persyaratan dan data pendukung, didapat rencana tebal masing-masing lapisan seperti pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Rencana Tebal Perkerasan

Permukaan	aspal beton	5 cm
Pondasi atas	batu pecah + laterit	10 cm
Pondasi bawah	batu pecah + laterit	20 cm

Sumber : Dinas P.U. Sampit

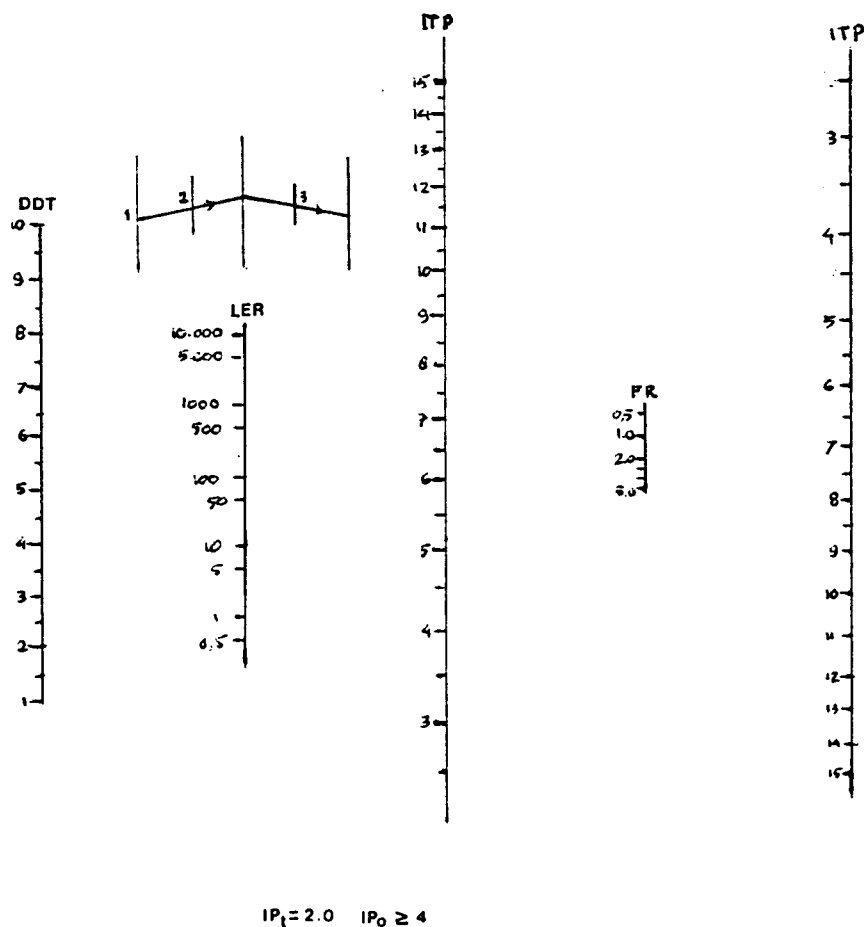
Susunan konstruksi tebal perkerasan sebagai berikut :



Gambar 6.1 Rencana Lapis Perkerasan

Penentuan tebal perkerasan menurut cara Bina Marga 1987 dilakukan dengan menggunakan nomogram. Adapun nomogram yang digunakan pada cara ini ada bermacam-macam sesuai dengan kombinasi besarnya Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (IP) dan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (IP₀).

Untuk menentukan tebal perkerasan, pertama kali dicari nilai ITP dengan menggunakan nomogram yang terdapat pada gambar 6.2 berikut ini.



Gambar 6.2 Penggunaan Nomogram

Cara menggunakan nomogram tersebut adalah sebagai berikut :

- a. ditentukan IP dan IPo yang kita pergunakan karena nomogram-nomogram tersebut berlainan untuk IP dan IPo.
- b. diplotkan nilai DDT dan LER kedalam nomogram tersebut, kemudian tarik garis lurus dari DDT ke LER dan kita teruskan hingga memotong garis ITP.
- c. diplotkan besarnya faktor regional (FR).
- d. ditarik garis lurus dari nilai ITP ke titik FR kemudian diteruskan garis ini hingga memotong garis ITP. Pada titik potong inilah dibaca nilai ITP.

Setelah ITP kita peroleh, maka ketebalan perkerasan dapat kita hitung dengan rumus :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan dapat dilihat pada tabel 6.2.

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

Angka 1, 2, 3 : masing-masing untuk lapis permukaan lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Tabel 6.2. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koef Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a ₁	a ₂	a ₃	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
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	-	-	-	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah(kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah(kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah(kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun(kelasA)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun(kelasB)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun(kelasC)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metoda Analisa Komponen (SNI No:1732-1989-F)

Ketentuan (batas-batas) yang perlu diketahui pada rencana tebal lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel 6.3 dan 6.4

Tabel 6.3 Lapis Permukaan

ITP	Tebal min	Bahan
< 3	5,0 cm	Lapis pelindung (buras/burtu/burda)
3,00 - 6,70	5,0 cm	Lapen/aspal macadam, HRA, lasbutag, laston
6,71 - 7,49	7,5 cm	Lapen/aspal macadam, HRA, laston
7,50 - 9,99	7,5 cm	Lasbutag, laston
≥ 10,00	10,0 cm	Laston

Tabel 6.4 Lapis Pondasi

ITP	Tebal min	Bahan
< 3	15 cm	Batu pecah, stab.tanah dg semen/kapur
3,00 - 7,49	20 cm	Batu pecah, stab.tanah dg semen/kapur
	10 cm	Laston atas
7,50 - 9,99	20 cm	Batu pecah, stab.tanah dg semen/kapur pondasi macadam
	15 cm	Laston atas
10,00-12,14	20 cm	Batu pecah, stab.tanah dg semen/kapur pondasi macadam, lapen, laston atas
≥ 12,25	25 cm	Batu pecah, stab.tanah dg semen/kapur pondasi macadam, lapen, laston atas

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (SNI No. 1732 - 1989 - F)

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan lapis pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

6.1.2 Rencana Tebal Tanah Timbunan

Kekuatan dan keawetan konstruksi bergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Di dalam metode ini kekuatan tanah dasar dinyatakan dalam modulus dinamik (E3). Untuk memudahkan penentuan nilai modulus dinamik ini dapat digunakan grafik korelasi antara kekuatan subgrade

dengan unbound loyw. Berdasarkan percobaan yang dilakukan ternyata nilai modulus dinamik (N/m^2) setara dengan 10^7 CBR. Tetapi untuk tanah plastis dengan nilai CBR yang rendah, nilai modulus dinamik setara dengan nilai 2×10^7 CBR.

1. CBR Segmen Jalan

Jalan dalam arah memanjang cukup panjang dibandingkan dengan jalan dalam arah melintang. Jalan tersebut dapat melintasi jenis tanah dan keadaan medan yang berbeda-beda. Kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dengan jelek. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek dan tidak memenuhi syarat jika berdasarkan pada nilai terbesar saja. Sebaiknya panjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan, setiap segmen mempunyai daya dukung yang hampir sama. Dengan demikian segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk perancangan tebal lapis perkerasan dari segmen tersebut. Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan mempergunakan cara analitis atau dengan cara grafis.

2. Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan Pada CBR Rencana

1. Pada perencanaan jalan baru, dimana tanah dasarnya adalah tanah galian, perencanaan tebal

perkerasan mempergunakan CBR yang diperoleh secara empiris dari hasil contoh tanah yang diambil dengan menggunakan bor tanah. Pengontrolan CBR yang diperoleh pada saat pelaksanaan dan hubungannya dengan tebal perkerasan rencana di atasnya harus diamati dengan teliti.

2. Pada perencanaan jalan baru, dimana tanah dasarnya merupakan tanah timbunan, perencanaan tebal perkerasan mempergunakan CBR yang diperoleh dari contoh tanah bakal tanah timbunan (borrow material).
3. Pada lokasi rencana jalan yang mempunyai intensitas hujan yang tinggi, perhatian terhadap drainasi harus ditingkatkan.
4. Banyaknya data dan ketelitian dari data yang diperoleh untuk suatu lokasi jalan mempengaruhi hasil perencanaan.
5. Pada segmen dimana terdapat daerah yang lemah dengan nilai CBR kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata, maka CBR segmen sebaiknya ditentukan dengan terlebih dahulu diadakan evaluasi apakah nilai CBR yang rendah tersebut akan diperhitungkan atau diasumsikan sama dengan nilai terkecil kedua, tetapi dengan pertimbangan kondisi tanah di daerah tersebut akan diperbaiki.

Dengan memperhatikan ketentuan di atas dan hasil uji CBR laboratorium maka pada perancangan ini direncanakan tebal tanah timbunan sebagai tanah dasar setinggi 50 cm.

6.1.4 Rencana Dimensi Tiang Cerucuk

Dimensi perencanaan pemancangan tiang cerucuk pada perancangan ini dicoba dengan beberapa ukuran :

1. Panjang tiang 4,00 m dengan diameter 12 cm, 15 cm, 17 cm.
2. Panjang tiang 7,00 m dengan diameter 12 cm, 15 cm, 17 cm.
3. Panjang tiang 10,00 m dengan diameter 12 cm, 15 cm, 17 cm.
4. Panjang tiang 11,00 m dengan diameter 12 cm, 15 cm, 17 cm.

Percobaan dimensi tiang cerucuk yang direncanakan adalah ukuran kayu galam yang tersedia di pasaran seperti pada tabel 6.6 berikut ini.

Tabel 6.6. Ukuran tiang kayu galam di pasaran

Panjang (m)	Diameter (cm)	Keterangan
4	10	tersedia
4	12	tersedia
7	12	tersedia
7	15	tersedia
10	12	tersedia
10	15	dipesan
12	15	dipesan
12	17	dipesan
13	15	dipesan
13	17	dipesan
16	17	dipesan
16	20	dipesan
17	20	dipesan

Sumber : Tesis, Khairian Noor, Bandung



6.1.5 Hasil Pemeriksaan Tanah Asli

Dari hasil penelitian tanah asli di laboratorium lapisan tanah keras letaknya sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan tiang sampai lapisan tanah keras sangat sukar dilaksanakan, maka dalam hal ini kita menggunakan tiang pancang yang daya dukungnya berdasarkan pelekatan antara tiang dengan tanah.

Hal ini sering terjadi bila kita memancarkan tiang dalam lapisan tanah lunak, maka perlawanan pada ujung tiang sangat kecil. Karena itu untuk menghitung daya dukung tiang yang kita pancangkan pada tanah lunak harus dapat diketahui besarnya gaya pelekatan antara tiang dengan tanahnya.

Beban yang dikerjakan pada tanah mempunyai batas besaran-besaran tertentu. Besaran-besaran ini dipengaruhi oleh sifat-sifat lapisan tanah tersebut. Untuk menghitung beban maximum diadakan perhitungan pendekatan terhadap ketahanan geser tanah. Ketahanan geser ini dipengaruhi oleh :

- a. Kohesi tanah (c)
- b. Sudut geser dalam (θ)
- c. Berat isi volume (γ)

Hasil pemeriksaan sampel titik I sampai kedalaman 4,2 m.

- a. Kohesi (c) = $0,0702 \text{ kg/cm}^2$
- b. Sudut geser dalam (θ) = $3,265^\circ$
- c. Berat isi volume (γ) = $1,236 \text{ gr/cm}^3$

Hasil pemeriksaan sampel titik II sampai kedalaman 4,2 m.

- a. Kohesi (c) = $0,0570 \text{ kg/cm}^2$
- b. Sudut geser dalam (θ) = $2,523^\circ$
- c. Berat isi volume (γ) = $1,236 \text{ gr/cm}^3$

Hasil pemeriksaan sampel titik III sampai kedalaman 4,2 m.

- a. Kohesi (c) = $0,0588 \text{ kg/cm}^2$
- b. Sudut geser dalam (θ) = $2,295^\circ$
- c. Berat isi volume (γ) = $1,236 \text{ gr/cm}^3$

Tabel 6.7 Pemeriksaan tanah pada jalan Samuda-Ujung Pandaran Km. $\pm$ 27.

kedalaman	berat isi volume	kohesi (c)	sudut geser dalam (θ)
7 m	$1,52 \text{ gr/cm}^3$	$0,127 \text{ kg/cm}^2$	$10,0^\circ$
10 m	$1,63 \text{ gr/cm}^3$	$0,155 \text{ kg/cm}^2$	$16,2^\circ$

Sumber : P.U. Sampit

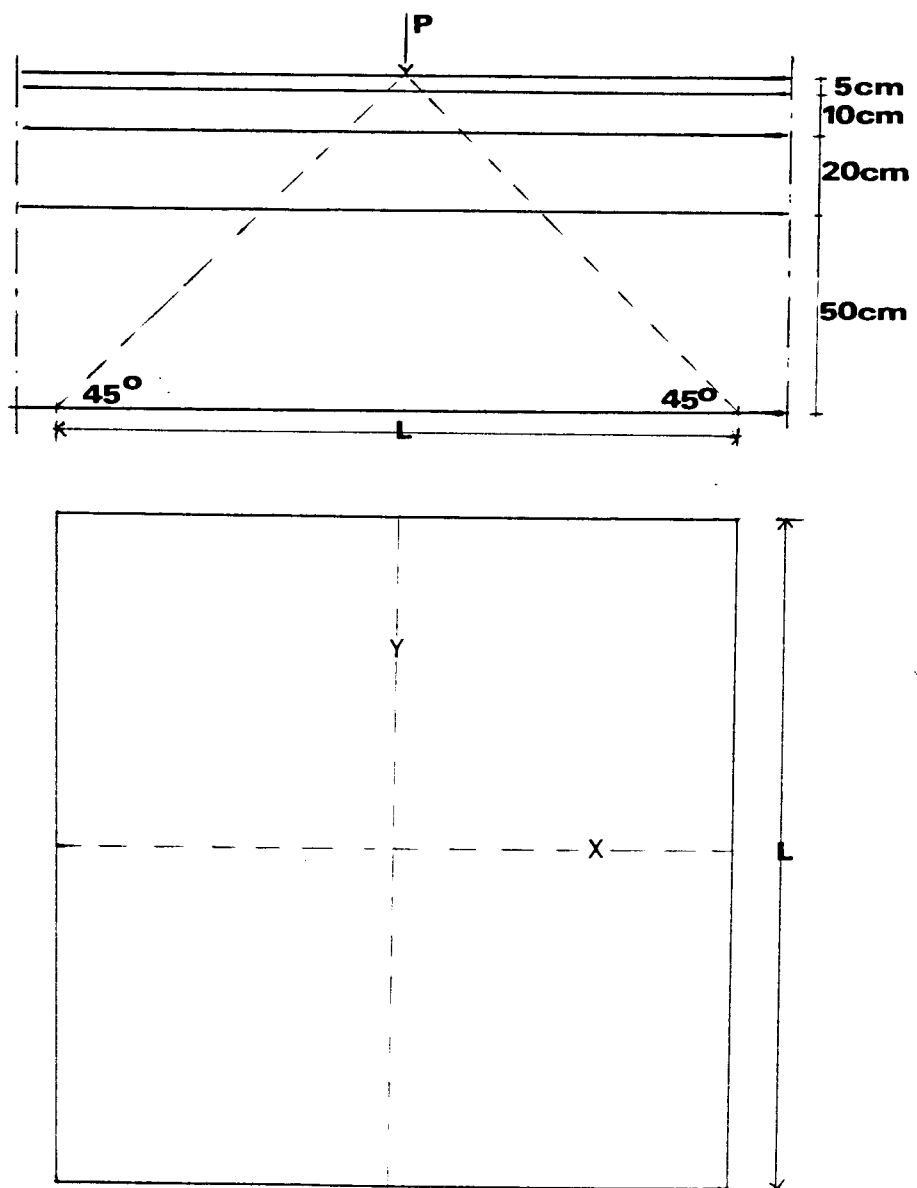
6.2. Perencanaan Perhitungan Tiang Pancang

Pada keadaan yang sebenarnya jarang sekali dijumpai tiang pancang yang berdiri sendiri (single pile), akan tetapi sering dijumpai pondasi tiang pancang kelompok (pile group).

Di atas pile group biasanya diletakkan suatu konstruksi poer (footing) yang mempersatukan kelompok tiang tersebut.

Dalam perhitungan-perhitungan poer dianggap/dibuat kaku sempurna sehingga :

1. bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan, maka setelah penurunan bidang poer tetap akan merupakan bidang datar.



Gambar 6.3 Menentukan Batasan Kelompok Tiang Dengan Penyebaran Gaya.

Dengan penyebaran gaya yang membentuk sudut 45° maka dapat ditentukan absis (arah x) dan ordinat (arah y). Pada gambar 6.2 hasil $x = y$, panjang (jaraknya) disimbolkan dengan L . Nilai $L = (50 + 20 + 10 + 5) \times 2 = 170 \text{ cm}$.

6.2.2 Rencana Beban Yang Bekerja

Beban yang akan bekerja atau dipikul oleh kelompok tiang pada perancangan ini terdiri dari : beban lalu lintas dan beban sendiri (beban tetap).

1. Beban lalu lintas

Besaran yang dipergunakan dalam perancangan tebal perkerasan berkaitan dengan data lalu lintas, dipengaruhi oleh jenis kendaraan, volume lalu lintas dan pola operasi. Tentang jenis kendaraan yang berperan adalah besarnya beban gandar yang akan didukung oleh konstruksi perkerasan. Data tentang volume lalu lintas dipergunakan dalam perhitungan jumlah beban yang akan terjadi selama umur rencana. Sedangkan yang dimaksud dengan pola rencana operasi kendaraan adalah mengenai kecepatan kendaraan, yang akan berpengaruh terhadap waktu pembebanan. Waktu pembebanan ini akan mempengaruhi sifat bahan ikat (aspal) dalam hal kekakuan. Selanjutnya dalam menganalisa lalu lintas untuk penentuan tebal konstruksi perkerasan didasarkan atas : jenis kendaraan yang akan melewati/ menggunakan jalan tersebut. Untuk Jalan Samuda-Ujung Pandaran ini pada perkerasan direncanakan dilewati oleh lalu lintas ringan dengan ketentuan beban terbesar yang akan lewat adalah mobil penumpang (dengan beban maksimum 2 ton). Sedangkan perencanaan pada tiang pancangnya direncanakan lalu lintas berat dengan beban terbesar yang akan lewat adalah truck dengan 2 as, berat total 13 ton. Beban yang akan mempengaruhi perencanaan beban adalah

as belakang kendaraan = 8 ton. Perencanaan ini didasarkan pada pengembangan lalu lintas bahwa di Ujung Pandaran akan dibangun pelabuhan.

2. Beban tetap

Beban tetap adalah beban yang terdiri atas tanah timbunan, pondasi bawah, pondasi atas dan lapis permukaan (aspal beton) yang berada di atas kelompok tiang pancang. Rencana beban tetap dapat dilihat pada Tabel 6.5 berikut ini.

Tabel 6.5 Beban tetap di atas kelompok tiang

keterangan	ukuran kelompok tiang (cm ²)	tebal (cm)	volume (cm ³)	berat jenis (gr/cm ³)	berat (ton)
Aspal beton	170 x 170	5	144.500	2,4372	0,3522
Pondasi atas	170 x 170	10	289.000	2,6242	0,7584
Pondasi bawah	170 x 170	20	578.000	2,6127	1,5102
Tanah timbunan	170 x 170	50	1.445.000	2,5555	3,6927
Beban total					= 6,3135

Jadi rencana beban yang akan bekerja pada kelompok tiang adalah beban lapisan tanah timbunan + beban perkerasan + beban lalu lintas yaitu :

$$\begin{aligned}
 P &= 6,3135 + 8 \\
 &= 14,3135 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

6.2.3 Perhitungan Tiang Pancang Kelompok

Dalam menentukan daya dukung kelompok tiang tidak cukup hanya dengan meninjau daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri (single pile) dikalikan dengan banyaknya tiang dalam kelompok tiang tersebut, sebab daya dukung kelompok tiang (pile group) belum tentu sama dengan daya

dukung satu tiang (single pile) dikalikan dengan jumlah tiang setiap satu tiang apabila bersama dengan tiang lainnya untuk menerima beban maka tiang tersebut tidak lagi penuh atau tidak lagi dapat menerima beban seperti besarnya dengan tiang tersebut menerima beban sendiri, karena sudah dipengaruhi oleh tiang-tiang lainnya yang berdekatan. Jadi nilai effisiensinya (N) lebih kecil dari satu.

Rumus yang dipakai untuk menentukan daya dukung kelompok tiang (Q_T) = $n \cdot Q_t \cdot N$

dimana :

Q_T = daya dukung kelompok tiang (kg).

n = banyaknya tiang.

Q_t = daya dukung tiang tunggal (kg).

N = nilai effisiensi tiang.

Berdasarkan effisiensi kelompok tiang pancang (pile group) dapat ditentukan berapa effisiensinya satu tiang untuk mendukung beban pada kelompok tiang. Ada 4 macam cara untuk menentukan nilai effisiensi, yaitu :

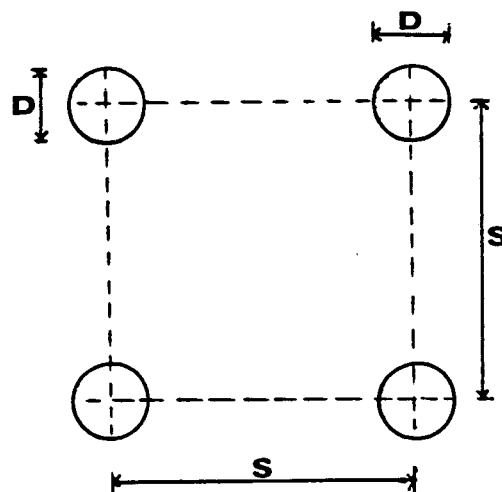
1. Metode Feld.
2. Perumusan dari "Uniform Building Code" dari AASHO
3. Menurut Los Angeles Group - Action formula.
4. Menurut rumus : SEILER - KEENY.

Pada perhitungan ini untuk mencari nilai effisiensi (N) memakai methode Feld. Untuk mempermudah menentukan nilai N tersebut maka direncanakan terlebih dulu banyaknya

tiang pancang (n) pada kelompok tiang tersebut.

1. Jarak antara tiang dalam kelompok tiang

Berdasarkan pada perhitungan daya dukung tanah oleh Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L. disyaratkan : $S \geq 2,5 D$ atau $S \geq 3 D$. Adapun persyaratan lainnya jarak antara dua tiang dalam kelompok tiang : minimum 0,60 m dan maksimum 2,00 m. Untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 6.4 di bawah ini.



Gambar 6.4 Persyaratan Jarak Antara Tiang

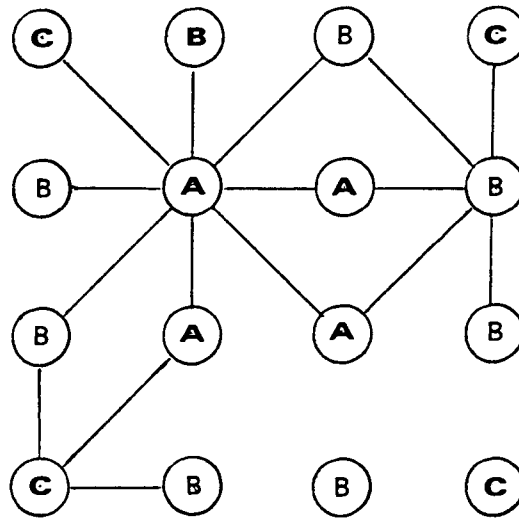
dimana :

S = jarak masing-masing tiang dalam kelompok
(spacing)

D = diameter tiang

2. Rencana susunan dan banyaknya tiang pancang

Direncanakan kelompok tiang pancang terdiri dari 16 buah dengan susunan seperti gambar 6.5 berikut ini.



Gambar 6.5 Susunan Tiang Pancang

Simbol untuk menentukan identitas pada tiang pancang didasarkan pada jumlah tiang yang mempengaruhinya dalam mendukung beban yang diterimanya.

Pada perancangan ini direncanakan diameter daripada tiang yang terbesar 17 cm, jadi susunan dan banyaknya tiang pancang pada gambar 6.4 memenuhi syarat karena S terbesar = $2,5 D = 2,5 \times 17 = 42,5 \text{ cm}$.

Pada gambar 6.5 diketahui bahwa kelompok tiang pancang terdiri dari 16 buah tiang pancang ($n = 16$).

a. Tiang Pancang A

Tiang A dipengaruhi oleh 8 tiang yang berada di sekelilingnya.

$$\text{Effisiensi tiang A} = 1 - \frac{8}{16} = \frac{8}{16} \text{ tiang}$$

b. Tiang Pancang B

Tiang B dipengaruhi oleh 5 tiang yang berada di sekelilingnya.

$$\text{Effisiensi tiang B} = 1 - \frac{5}{16} = \frac{11}{16} \text{ tiang}$$

c. Tiang Pancang C

Tiang C dipengaruhi oleh 3 tiang yang berada di sekelilingnya.

$$\text{Effisiensi tiang C} = 1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} \text{ tiang}$$

Effisiensi dari kelompok tiang (pile group).

$$4 \text{ buah tiang A} = 4 \times \text{Eff.A} = 4 \times \frac{8}{16} = \frac{32}{16} \text{ tiang}$$

$$8 \text{ buah tiang B} = 8 \times \text{Eff.B} = 8 \times \frac{11}{16} = \frac{88}{16} \text{ tiang}$$

$$4 \text{ buah tiang C} = 4 \times \text{Eff.C} = 4 \times \frac{13}{16} = \frac{52}{16} \text{ tiang}$$

Total effisiensi dari seluruh tiang (N total) :

Eff.4 tiang A + Eff.8 tiang B + Eff.4 tiang C =

$$\frac{172}{16} = 10,75 \text{ tiang}$$

Jadi effisiensi dari kelompok tiang yang terdiri dari 16 buah tiang pancang dengan susunan seperti pada gambar 6.4 adalah : 10,75 tiang.

$$\text{Effisiensi satu tiang (N)} = \frac{10,75}{16} = 0,6719 \text{ tiang}$$

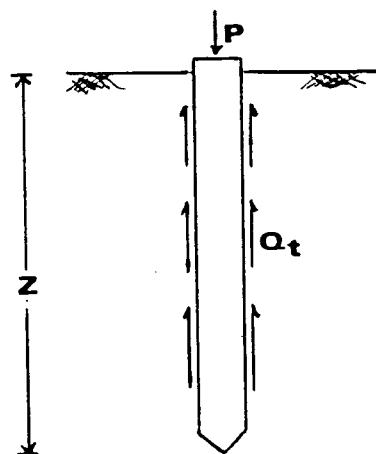
6.2.4 Daya Dukung Satu Tiang

Untuk menentukan daya dukung kelompok tiang (Q_T)

maka terlebih dulu harus dicari daya dukung tiap satu tiang (Q_t).

Pada penelitian lapangan dan laboratorium bahwa lapisan tanah keras letaknya sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan tiang sampai lapisan tanah keras sangat sukar dilaksanakan, maka dalam hal ini dipergunakan tiang pancang yang daya dukungnya berdasarkan pelekatan antara tiang dengan tanah (cleet).

Hal ini sering terjadi bila kita memancarkan tiang pada lapisan lempung (tanah lunak), maka perlawanan pada ujung tiang sangat kecil sekali. Sesuai dengan hasil penelitian laboratorium, diketahui bahwa perlawanan pada ujung tiang sangat kecil maka pada perhitungan diabaikan, karena itu untuk menghitung daya dukung tiang yang dipancarkan pada tanah lunak ditentukan berdasarkan gaya pelekatan antara tiang dengan tanah, lihat gambar 6.6.



Gambar 6.6 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Kelekatan Antara Tiang Dengan Tanah.

Rumus yang akan digunakan pada perhitungan daya dukung tiang tunggal menurut Caquot dan Kerisel adalah :

$$Q_t = \frac{1}{2} \cdot Z \cdot P \cdot C \cdot \beta$$

dimana :

Q_t = daya dukung satu tiang (ton)

Z = kedalaman tiang pancang (m)

P = keliling tiang = $\pi \cdot D$ (m)

C = kekuatan geser tanah (ton/m^2)

D = diameter tiang (m)

β = koefisien gesekan efektif antara tanah dan kulit tiang

Untuk mencari nilai β dapat dicari pada Tabel 6.8 berdasarkan harga sudut geser dalam (θ).

Tabel 6.8 Hubungan β dan θ menurut Caquot dan Kerisel, 1948

sudut geser dalam	β
10	1,80
15	2,06
20	2,70
25	3,62
30	5,01
35	7,27
40	10,36
45	17,97

6.2.5 Perhitungan

Dengan penjabaran rumus maka daya dukung kelompok tiang (Q_T) berdasarkan kelekatan antara tiang dengan tanah adalah :

$$Q_T = N \times n \times Q_t \quad \text{syarat } Q_T \geq P = 14,3135 \text{ ton}$$

$$= N \times n \times 0,5 \times Z \times P \times C \times \beta$$

Diketahui dari kelompok tiang :

$$N = 0,6719$$

$$n = 16 \text{ tiang}$$

maka :

$$\begin{aligned} Q_T &= 0,6719 \times 16 \times 0,5 \cdot \pi \times D \times Z \times C \times \beta \\ &= 16,8781 \times D \times Z \times C \times \beta \end{aligned}$$

Berdasarkan penelitian dari kedalaman tanah, direncanakan ada 3 macam panjang tiang pancang yang akan dipergunakan.

- a. Tanah kedalaman 4 m dengan panjang tiang pancang (L) = 4 m, diameter yang digunakan : 12 cm, 15 cm dan 17 cm.
- b. Pada kedalaman 7 m dengan panjang tiang pancang (L) = 7 m, diameter yang digunakan : 12 cm, 15 cm dan 17 cm.
- c. Pada kedalaman 10 m dengan panjang tiang pancang (L) = 10 m, diameter yang digunakan : 12 cm, 15 cm dan 17 cm.

Ditinjau keadaan tanahnya yaitu perbedaan dari kohesi (C) tanah pada titik I, II dan III hampir sama, maka pada perhitungan hanya diambil satu lokasi/titik yang paling kecil nilai kohesinya saja. Dari ke 3 titik tersebut titik II kohesinya paling kecil yaitu pada kedalaman 4 m nilai $C = 0,057 \text{ kg/cm}^2$, kedalaman 7 m nilai $C = 0,127 \text{ kg/cm}^2$ dan kedalaman 10 m nilai $C = 0,155 \text{ kg/cm}^2$.

1. Perhitungan tiang pancang pada kedalaman 4 m

Diketahui :

$$C = 0,057 \text{ kg/cm}^2 = 0,57 \text{ ton/m}^2 ; \quad \theta = 2,523^\circ$$

$$\text{didapatkan dari Tabel 6.8} \quad \beta = 0,4037$$

a. Panjang tiang (Z) = 4 m , diameter (D) = 0,12 m

$$\begin{aligned} Q_T (4-1) &= 16,8781 \times D \times Z \times C \times \beta \\ &= 16,8781 \times 0,12 \times 4 \times 0,57 \times 0,4037 \\ &= 1,8642 \text{ ton} < P=14,3135 \text{ ton} , \text{ tidak aman} \end{aligned}$$

b. Panjang tiang (Z) = 4 m , diameter (D) = 0,15 m

$$\begin{aligned} Q_T (4-2) &= 16,8781 \times D \times Z \times C \times \beta \\ &= 16,8781 \times 0,15 \times 4 \times 0,57 \times 0,4037 \\ &= 2,3303 \text{ ton} < P=14,3135 \text{ ton} , \text{ tidak aman} \end{aligned}$$

c. Panjang tiang (Z) = 4 m , diameter (D) = 0,17 m

$$\begin{aligned} Q_T (4-3) &= 16,8781 \times D \times Z \times C \times \beta \\ &= 16,8781 \times 0,17 \times 4 \times 0,57 \times 0,4037 \\ &= 2,6410 \text{ ton} < P=14,3135 \text{ ton} , \text{ tidak aman} \end{aligned}$$

2. Perhitungan tiang pancang pada kedalaman 7 m

Diketahui :

$$C = 0,127 \text{ kg/cm}^2 = 1,27 \text{ ton/m}^2 ; \quad \theta = 10^\circ$$

$$\text{didapatkan dari Tabel 6.8} \quad \beta = 1,6$$

a. Panjang tiang (Z) = 7 m , diameter (D) = 0,12 m

$$\begin{aligned} Q_T (7-1) &= Q_T (4-1) + Q_T (3-1) \\ &= 1,8642 + 16,8781 \times D \times Z \times C \times \beta \\ &= 1,8642 + 16,8781 \times 0,12 \times 3 \times 1,27 \times 1,6 \\ &= 14,2109 \text{ ton} < P=14,3135 \text{ ton} , \text{ tidak aman} \end{aligned}$$

b. Panjang tiang (Z) = 7 m , diameter (D) = 0,15 m

$$\begin{aligned} Q_T (7-1) &= Q_T (4-1) + Q_T (3-1) \\ &= 2,3303 + 16,8781 \times 0,12 \times 3 \times 1,27 \times 1,6 \\ &= 17,7636 \text{ ton} > P=14,3135 \text{ ton} , \text{ aman} \end{aligned}$$

6.3 Pembahasan

Faktor-faktor yang mempengaruhi/menentukan terhadap perancangan subgrade jalan raya dengan pondasi tiang pancang pada tanah gambut (tanah lunak), tepatnya pada lokasi jalan penghubung Samuda-Ujung Pandaran meliputi : keadaan tanah aslinya, beban yang bekerja/dipikul oleh pondasi tiang pancang dan dimensi dari tiang pancang tersebut.

6.3.1 Keadaan Tanah Asli

Pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk pondasi suatu bangunan yang apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja letaknya sangat dalam.

Untuk menentukan berapa besar tiang pancang dapat memikul/mendukung beban di atasnya dan sampai kedalaman berapa tiang di pancang ke dalam tanah, maka harus diketahui keadaan tanah dimana pondasi tersebut dibuat.

Berdasarkan dari hasil penelitian di laboratorium tentang tanah asli pada kedalaman 4 m dan penelitian yang dilakukan P.U. daerah sampai kedalaman 10 m, maka dapat ditentukan daya dukung dari tiang pancang sesuai dengan dimensi dan jumlah tiang pada kelompok tiang pancang.

Tiang pancang yang diperlukan pada pemancangan ini sampai pada kedalaman 7 m, jadi tiang yang diperlukan panjangnya (L) juga 7 m, ini dipengaruhi oleh nilai kohesi (c) tanahnya kecil. Nilai kohesi pada tanah ini

dikarenakan keadaan tanahnya, dimana tanah pada perancangan ini adalah tanah gambut dan lapisan di bawahnya tanah lempung.

6.3.2 Tebal Lapisan

Pada perancangan ini, lapisan di atas kelompok tiang bekerja beban tetap yang terdiri dari lapisan timbunan tanah baik dan lapisan perkerasan yang meliputi lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas serta lapisan permukaan (aspal beton). Adapun beban sementara merupakan beban lalu lintas yang melewati permukaan perkerasan sebagai pengguna jalan.

Berdasarkan beban yang bekerja, maka dapat ditentukan batasan dari kelompok tiang dengan penyebaran gaya ke bawah.

Beban tetap pada perancangan ini cukup besar, yaitu : 6,3135 ton, nilai tersebut bergantung pada tebal lapisannya. Apabila kita ingin memperkecil beban tetap tersebut, maka kita harus memperkecil tebal dari pada lapis timbunan tanah baik. Dengan memperkecil lapisan tersebut maka dimensi dari kelompok tiang juga akan mengecil dan banyaknya tiang pada kelompok itupun juga akan berkurang. Oleh sebab itu agar kelompok tiang dapat mendukung sepenuhnya beban yang bekerja adalah memperpanjang tiang pancangnya (L).

6.3.3 Daya Dukung Kelompok Tiang

Kelompok tiang pancang terdiri dari beberapa tiang yang disusun berbaris pada daerah kelompok tiang dan pada

ujung atas dari tiang tersebut dihubungkan satu sama lain sehingga merupakan suatu kesatuan. Penyatuan dari tiang tersebut diharapkan agar apabila kelompok tiang menerima beban maka akan diterima oleh setiap tiang secara merata.

Berdasarkan hasil perhitungan, daya dukung kelompok tiang, makin banyak tiang dengan dimensi yang sama pada satu kelompok makin besar daya dukung kelompok tiang tersebut. Oleh sebab itu pada perhitungan kelompok tiang, terlebih dulu kita tentukan banyaknya tiang maksimum pada kelompok tiang, berdasarkan rencana diameter tiang (D) dengan syarat jarak tiang (S) $\geq 2,5 D$.

6.3.4 Dimensi Tiang Pancang Yang Digunakan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada kedalaman 7 m diketahui dimensi tiang pancang yang dapat mendukung beban yang bekerja di atas kelompok tiang yaitu panjang tiang 7 m dengan diameter 15 cm. Kelebihan daya dukung tiang (Q_T) dari beban sendiri dengan dimensi tersebut sebesar 11,4501 ton, ini lebih memudahkan dalam pekerjaan di lapangan baik pekerjaan lapis timbunan maupun pekerjaan perkerasan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan perhitungan perancangan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah asli pada lokasi jalan penghubung Samuda-Ujung Pandaran ini merupakan tanah gambut yang mempunyai nilai kohesi (C) sangat kecil = $0,057 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (θ) = $2,523^\circ$ sampai pada kedalaman 4 m, sedangkan kedalaman 7 m nilai kohesi (C) = $0,127 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (θ) = 10° .
2. Perbaikan tanah asli dengan menggunakan perancangan tiang pancang sampai kedalaman 7 m seperti ini dapat menjadikan suatu pemecahan/jalan keluar untuk mengatasi tanah gambut (dengan nilai kohesi sangat kecil = $0,057 \text{ kg/cm}^2$) seperti pada jalan penghubung Samuda-Ujung Pandaran ini.
3. Ditinjau dari dimensi tiang, sesuai dengan beban tetap yang dipikul oleh kelompok tiang, maka dengan banyaknya tiang maksimum (16 buah) pada kelompok tiang dan jarak antara pusat tiang (S) = 42,5 cm dengan keadaan tanahnya, diperlukan panjang tiang (L) 7 m dengan diameter 15 cm.

7.2 Saran

Setelah mengamati dari hasil pembahasan dan kesimpulan, maka ada beberapa saran yang perlu disampaikan :

1. Jika dalam suatu pembangunan jalan ditemui jenis tanah gambut dengan parameter hampir sama, maka dapat dicoba dengan metode/perancangan seperti ini.
2. Dari segi pelaksanaan di lapangan (pemancangan) ini mudah dilakukan karena pemancangan terjadi pada tanah lunak, hanya saja memakan waktu yang agak lama, maka perlu dipikirkan cara pemancangan dengan mudah dan cepat.
3. Perlu dicari bahan kayu lain jika pada daerah tersebut tidak ada jenis kayu galam yang tersedia, dengan ketentuan tidak rusak di dalam tanah, diameter yang cukup dan kelurusannya.
4. Perancangan subgrade jalan raya pada tanah gambut menggunakan tiang pancang seperti ini bisa dianggap masih baru, oleh sebab itu perlu penelitian lebih lanjut. Bagi rekan-rekan yang ingin mengambil Tugas Akhir, metode perancangan seperti ini perlu dilanjutkan/dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Hadi, Tesis, Studi Daya Dukung Pondasi Tiang Cerucuk Pada Model Berskala Kecil, Mapibu Teknik Sipil ITB, Bandung, 1990.
2. Joseph E.B., Analisa dan Disain Pondasi, Erlangga, Jakarta, 1984.
3. Khairian Noor, Tesis, Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang Kayu Pada Tanah Lunak, Mapibu Teknik Sipil, Bandung, 1995.
4. K. Basah. S, Teknik Pondasi Bagian II, Nafiri, Yogyakarta, 1994.
5. M. Iqbal dan Tedi F.B., Tugas Akhir, Stabilitas Tanah Gambut Dengan Semen Untuk Konstruksi Tanah Dasar (Subgrade), JTS FTSP UII, Yogyakarta, 1995.
6. Sardjono HS, Pondasi Tiang Pancang, Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.
7. Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung, 1992.
8. Terzaghi dan Ralph B.P., Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa, Erlangga, Jakarta, 1987.

L A M P I R A N



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km 14,4, Telp. 895042, 895707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomor : 881/C.08.03-JTS/V/96
Lamp. : -
Hal : BIMEINGAN TUGAS AKHIR.

Yogyakarta, 13 Mei 1996

Kepada Yth. :
Bapak **IR. A. HALIM HASMAR, MS**
di -
YOGYAKARTA.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : MUHAMMAD SUPRIYADI
No. Mhs. : 85 310 019
N.I.R.M. : 85 5014330 019
Bidang Studi : TRANSPORTASI
Tahun Akademi : 1995/1996

2. Nama : SAIFUL YANDI
No. Mhs. : 86 310 236
N.I.R.M. : 86 5014330 215
Bidang Studi : TRANSPORTASI
Tahun Akademi : 1995/1996

Dapat diberikan petunjuk-petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.
Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok, dengan dosen Pembimbing sbk. :

Dosen Pembimbing I : IR. A. HALIM HASMAR, MS
Dosen Pembimbing II : IR. SUBARCAH, MS

Dengan mengambil topik : PERANCANGAN SUBGRADE JALAN RAYA
PADA TANAH GAMBUT MENGGUNAKAN TLANG CERUCUK

Demikian atas bantuan serta kerendamaanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



13 Mei 1996
Fakultas Teknik Sipil.

Tembusan Kepada Yth. :

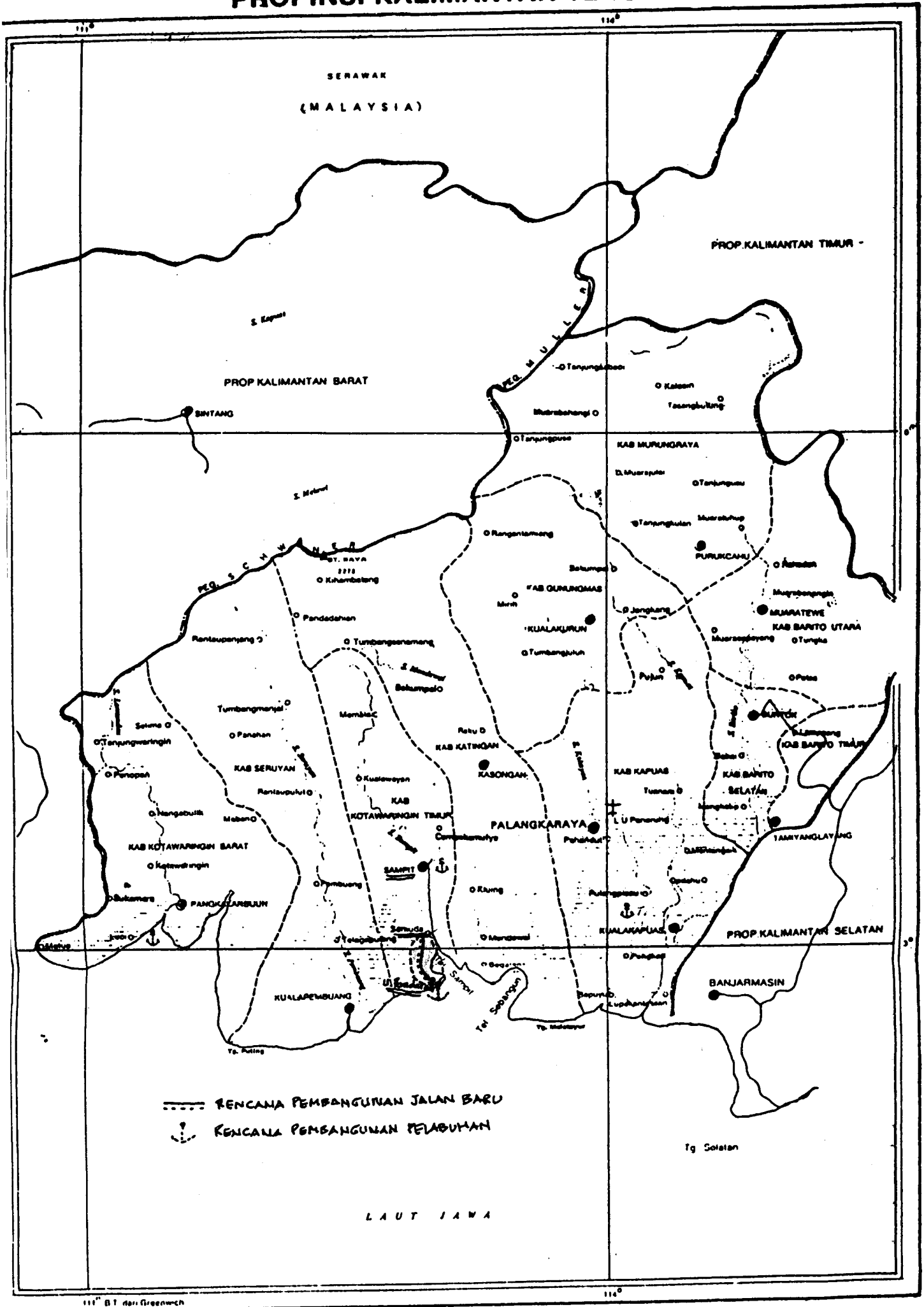
1. Mahasiswa ybs.
2. Arsip.

LEMBAR KONSULTASI

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	10/8-96	Cek hubungan, busurlang, CBR.	Ran
2	15/8-96	Hubungan lab. gpr lapis, CBR kadar air (data tanah) oleh. Conyulham	
3	22/8-96	Disusulkan uji triaxial bawa Control / sampel & tak terganggu di uji di lab. <i>Andi</i>	Ran

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
4	30/9 96.	4.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertaili. Laituit yg kurang tepat. 2. Prone. Tabel perbesaran didetailkan $\rightarrow$ ITD, a, p. 3. Kesimpulan yg tak terkait dg topik diulang 4. Lengkapi dg daftar pustaka, isi, tabel, gambar, lampiran. 	<i>A</i>
	7/10 96.	5.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lengkapi hitung tebal perbesaran 5, 10, 20 cm $\rightarrow$ dpt menampung lalu lintas berapa dlm satu sumber standar (8, 16 ton). $\rightarrow$ lihat buku Analisa Kompor 	<i>A</i>
	8/10-96		<p>diikuti selanjutnya dapat dilanjutkan konsultasi kepada pembimbing I</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki. Ulat Volanor dari Uslamoy - Nota sergamlon, - Rumus trap ablikan diimbunya - gambar foto situasi sampel 	<i>Alu</i>
	14/10 96.		<p>Pertaili hitung kelas kelas vibration intensitas tulisan dpt disuplai untuk seminar</p>	<i>A</i>

PROPINSI KALIMANTAN TENGAH



PEMERINTAH KABUPATEN DAERAH TINGKAT II KOTAWARINGIN TIMUR

DINAS PEKERJAAN UMUM

Jalan H.M. Arsyad KM. 3 Telp. 21539, 22253, 22792, 22070 Sampit

KALIMANTAN TENGAH

SURAT - KETERANGAN

Nomor. 070 / 920 / PU

Dinas PU Kabupaten Daerah Tingkat II Kotawaringin Timur Sampit,
Kepala Seksi Survey dan Pengendalian, menerangkan dengan sungguh -
sungguh bahwa, mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UII
yang tersebut dibawah ini :

N a m a : Saiful Yandi.

No. Mhs : 86 310 236.

N.I.R.M. : 86 510 4330 215.

Bidang Studi : Transportasi.

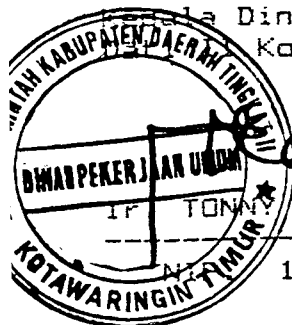
Telah menyelesaikan Penelitian Laboratorium tentang ;

Tanah gambut dan Tanah timbunan, sebagai syarat untuk
menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : "Perancangan Subgrade Jalan
Raya pada Tanah Gambut Menggunakan Tiang Cerucuk"

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan
sebagai mana mestinya.

Mengetahui / Membenarkan :

Kepala Dinas PU. Kabupaten
Kotawaringin Timur



IP. TONY PRIHARTONO, CES

110 022 226.

Dikeluarkan : di Sampit.
Pada Tanggal : 26 Juli 1996.

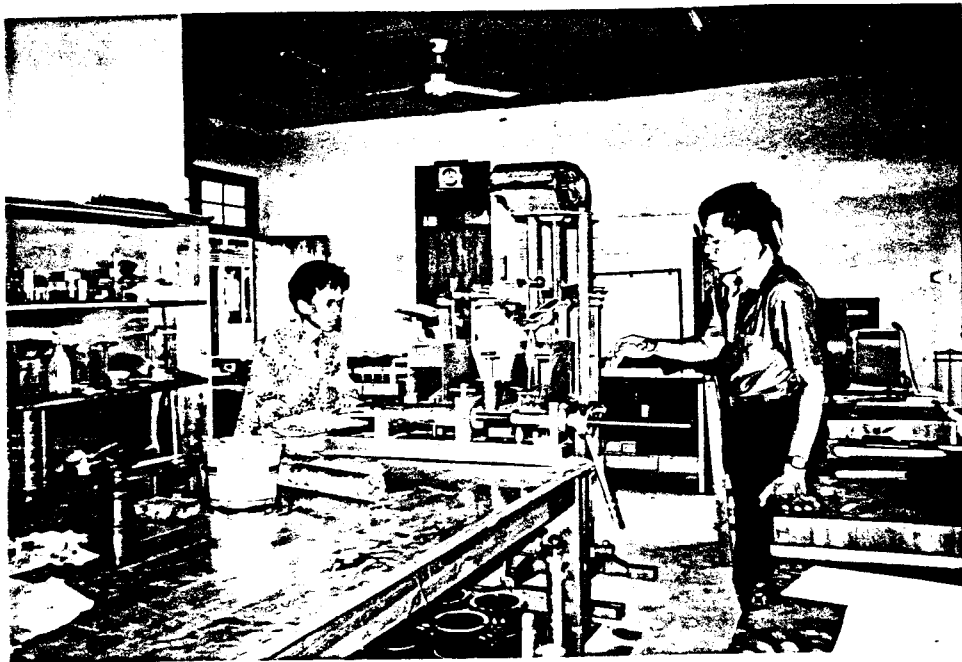
Kasi. Survey dan Pengendalian
Dinas PU. Kabupaten Daerah
Tingkat II Kotawaringin Timur

Ir. BERKATTULLAH

NIP. 010 227 163



Gambar a. Pengambilan sampel di Lapangan pada titik II



Gambar b. Pengeluar Sampel Tanah Tak Terganggu



Gambar c. Pemeriksaan Geser Langsung



Gambar d. Percobaan Pemadatan Tanah Timbunan



Gambar e. Sampel Pengujian CBR dan Kadar Air

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. :

Nomor Contoh

Pekerjaan

: TANAH K.M.S

: (SAMUDA - D. PAUDARAN)

Dikerjakan ;

Dihitung :

Digambar :

Diperiksa :

Tanggal :

BOR TANGAN

Kedalaman (M)	LUBANG	DISKRIPSI TANAH
00		-
20		HITAM BERPASIR BERKERAT
40		HITAM BERKERAT
60		HITAM BERKERAT
80		SAMPEL (HITAM AGAK BERKERAT)
00		SAMPEL (HITAM AGAK BERKERAT)
20		SAMPEL (HITAM AGAK BERKERAT)
40		HITAM AGAK BERKERAT / GAMBUT.
60		LEMPUNG HITAM (LEMPUNG + GAMBUT).
80		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
00		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
20		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
40		LEMPUNG HITAM
60		LEMPUNG HITAM
80		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
00		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
20		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
40		LEMPUNG AGAK HITAM / LEMPUNG BERGAMBUT
60		LEMPUNG KEOKULATAN / MASIH BERGAMBUT.
80		SAMPEL (LEMPUNG KEOKULATAN)
00		SAMPEL (LEMPUNG KEOKULATAN)
20		SAMPEL (LEMPUNG KEOKULATAN)
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
SKET SITUASI :		TITIK NO : I
		BOR TANGAN:

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

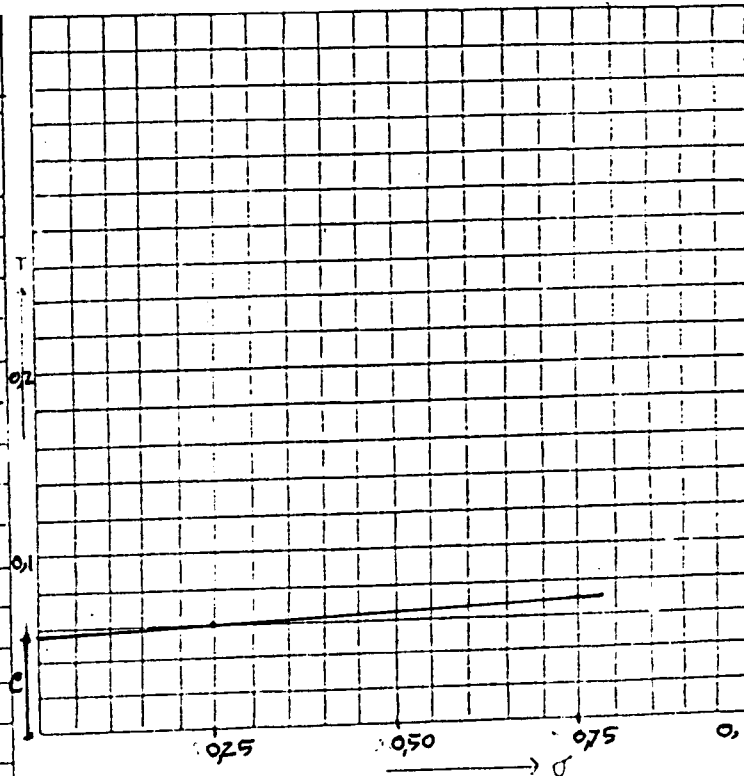
Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK I
- KM : ± 5
- KEDALAMAN (0,61 s/d 1,20) M

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

NORMAL GANGAN NORMAL	P ₁ : kg			P ₂ : kg			P ₃ : kg		
	Q ₁ : 0,25 kg/cm ²			Q ₂ : 0,50 kg/cm ²			Q ₃ : 0,75 kg/cm ²		
PER- GE- SERAN	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₁	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₂	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₃
10	1,2			1,3			1,5		
20	1,6			1,7			1,8		
30	2,4			2,4			2,2		
40	2,9			3			2,8		
50	3,5			3,6			3,3		
60	3,9			4			3,9		
70	4,2	2,0	0,06	4,5	2,15	0,065	4,4		
80	4			4			4,8	2,3	0,07
90	3,5			3,5			4		



TANAH BASAH + CAWAN	103	gram	104	gram
TANAH KERING + CAWAN	45,3		45,9	
BERAT AIR	57,7		58,1	
BERAT CAWAN	9,9		9,5	
BERAT TANAH KERING	35,4		36,4	
KADAR AIR	162,99	%	159,62	%
KADAR AIR RATA-RATA	= 161,305 %			

CONTOH	DIAMETER :	6,5	cm
	TINGGI :	20	cm
	LUAS :	33,17	cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div		
HASIL	c : 0,055 kg/cm ² ϕ : 1,27°		

CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm TINGGI : 20 cm LUAS : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/dm ³
HASIL	 0,066 kg/cm ² 0 : 1,53°

KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
 Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. :
 Nomor Contoh :
 Pekerjaan :

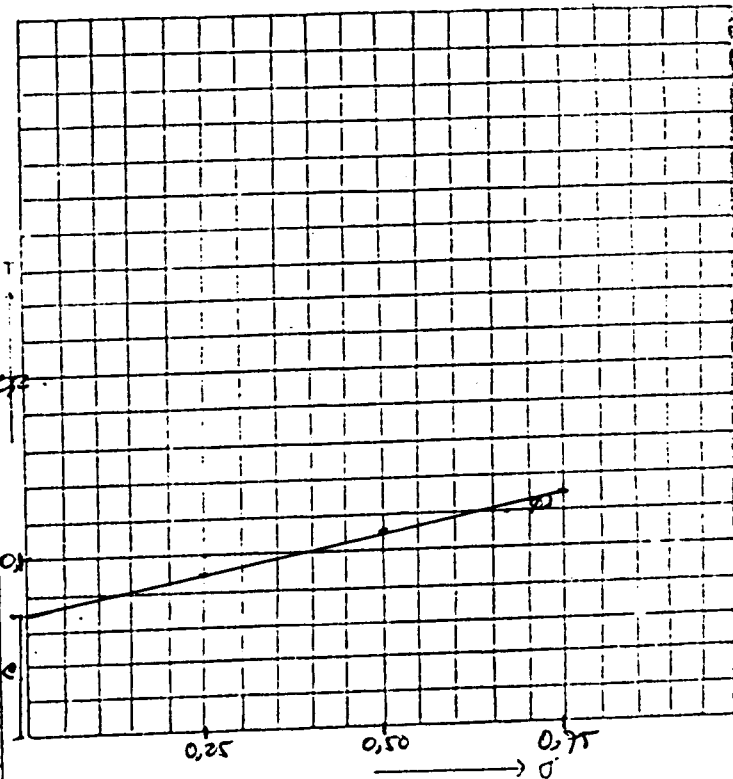
Dikerjakan :
 Diperiksa :
 Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK : I .
- KM : ± 5
- KEDALAMAN (260 % 3,20) M .

KEKUATAN GESER LANGSUNG
 (DIRECT SHEAR)

NORMAL DENGAN NORMAL	P ₁ : kg			P ₂ : kg			P ₃ : kg		
	σ ₁ : 0,25 kg/cm ²			σ ₂ : 0,50 kg/cm ²			σ ₃ : 0,75 kg/cm ²		
	PER- GE- SERAN	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER σ ₁	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER σ ₂	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER σ ₃
10	2			2,3			2,5		
20	2,7			2,9			3		
30	3,2			3,4			3,5		
40	3,8			3,8			4,5		
50	4,3			4,5			6		
60	4,9			5,2			6,5		
70	5,6			6			7		
80	6,3			7			7,8		
90	6,5	3,15	0,09	7,7	3,75	0,11	8,8	4,3	0,13
100									



TANAH BASAH + CAWAN	100,1	98,4	106,3	98,4
TANAH KERING + CAWAN	53,7		53,7	
BERAT AIR	54,4		52,6	
BERAT CAWAN	9,3		9,8	
BERAT TANAH KERING	44,4		43,9	
KADAR AIR	122,5	%	119,8	%
KADAR AIR RATA-RATA	= 121,15 %			

CONTOH	DIAMETER :	6,5	cm
	TINGGI :	20	cm
	LUAS :	33,17	cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/cm ²		
HASIL	c : 0,07 kg/cm ² φ : 5,08 °		

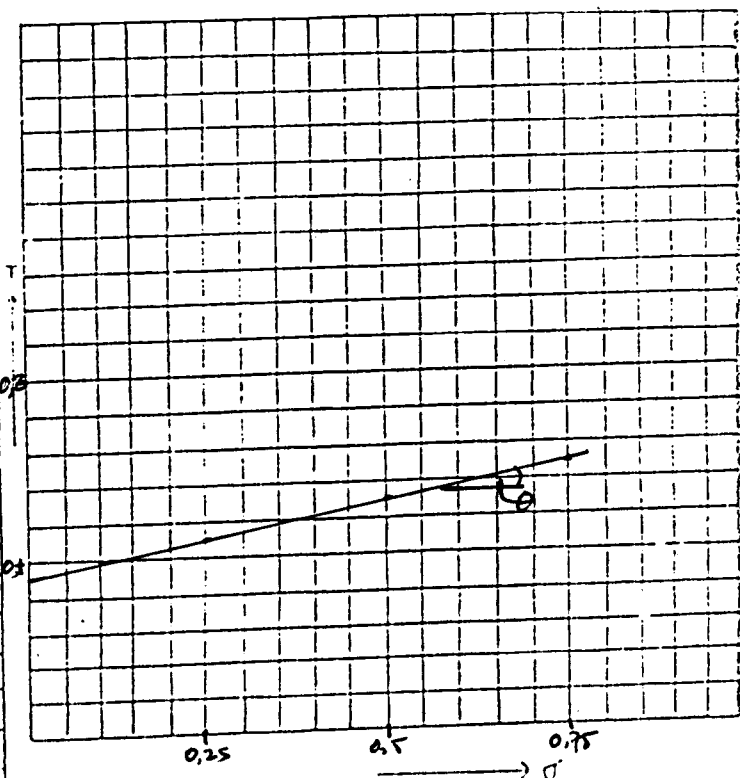
Dikerjakan ;
Diperiksa ;
Tanggal Pemeriksaan :

- KEPALAMAN (3,60 s/d 4,20) M.

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

[illegible]

TAJAH BARAH + CAWAN	1024	900m	107,9	900m
TAJAH KERING + CAWAN	545		58,1	
BERAT AIR	47,9		49,8	
BERAT CAWAN	9,7		9,8	
BERAT TAJAH KERING	448		48,3	
KADAR AIR	105,92	%	103,11	
KADAR AIR RATA-RATA	= 105,01%			



CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm TINGGI : 20 cm LUAS : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : g/cm ³
HASIL	ρ : 0,09 kg/cm ³ ρ : 5,080

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Perencanaan

Identifikasi

Diketahui

Ditanyakan

TITIK I (SAMPADA - Ujung PANDARAN)
TAJAH ASU 1 KM. 5.

PENGERIKSAAN BERAT JENIS

PB - 0108 - 78

Nomor Contoh & Kedalaman	TITIK I → 1 m.		TITIK I → 4 m.	
Nomor Piknometer:	1	2.	1	2.
Berat Piknometer + Contoh W ₂	49,70	51,80	53,05	50,30
Berat Piknometer W ₁	22,41	23,14	22,41	23,14
Berat Tanah W ₂ - W ₁	27,29	28,66	29,64	27,16
Temperatur 1°C	25°	25°	25°	25°
Berat Piknometer + Air + Tanah pada suhu 25°C W ₃	84,15	83,75	84,81	83,23
Berat Piknometer pada 25°C W ₄	72,08	71,0	70,20	69,90
W ₅ = W ₂ - W ₁ + W ₄	99,37	99,66	99,84	97,06
Isi Tanah W ₅ - W ₃	15,22	15,91	15,03	13,83
Berat Jenis $\frac{W_4}{W_5 - W_3}$	1,7930	1,8014	1,9721	1,9638
Rata-rata	1,7972.		1,9679.	

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh : TANAH KM 20
Pekerjaan : (SAMUDA - U. PANDARAN)

Dikerjakan :
Dihitung :
Digambar :
Diperiksa :
Tanggal :

BOR TANGAN

Kedalaman (M)	LUBANG	DISKRIPSI TANAH
00		
20		HITAM BERPASIR BERSEKAT
40		HITAM BERSEKAT
60		HITAM BERSEKAT
80		SAMPEL (HITAM BERSEKAT)
00		SAMPEL (HITAM BERSEKAT)
20		SAMPEL (HITAM BERSEKAT)
40		HITAM AGAK BERSEKAT
60		HITAM AGAK BERSEKAT
80		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
00		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
20		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
40		LEMPUNG HITAM / LEMPUNG GAMBUT
60		LEMPUNG HITAM
80		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
00		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
20		SAMPEL (LEMPUNG HITAM)
40		LEMPUNG AGAK HITAM / LEMPUNG PERGAMBUT.
60		LEMPUNG AGAK HITAM
80		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
00		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
20		SAMPEL (LEMPUNG AGAK HITAM)
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
SKET SITUASI :		TITIK NO : II MACAM TANAH : GAMBUT + LEMP. M A T : ± 20 CM
		BOR TANGAN: T Y P E : DI DARAT : ± 20 KM

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Instruksi No. TITIK II (SAMUDA - U. PAUDARAN)
Nomor Contoh: REK. TANJAH 4561 KM. 20
Pekerjaan

Formulir
Jumlah
Dibuat
Diperiksa

PENERIKSAAN DEBAT JENIS
PB - 0105 - 78

Nomor Contoh & Kedalaman	TITIK II → 1 m		TITIK II → 2 m	
Nomor Piktometer:	1.	2	1.	2.
Berat Piktometer + Contoh	W2	48,81	50,07	51,24
Berat Piktometer	W1	22,41	23,14	23,14
Berat Tanah	W2 - W1	26,50	27,82	28,82
Temperatur 10°C		25°	25°	25°
Berat Piktometer + Air + Tanah pada suhu 25°C	W3	83,82	84,18	84,89
Berat Piktometer pada 25°C	W4	72,73	72,08	70,76
W5 = W2 - W4 + W4		98,23	99,91	98,59
Isi Tanah	W5 - W3	15,37	15,73	15,20
Berat Jenis	$\frac{W4}{W5 - W3}$	1,7241	1,7692	1,8421
Rata-rata		1,7466		1,8604

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN

- TITIK II

- KM : ±22

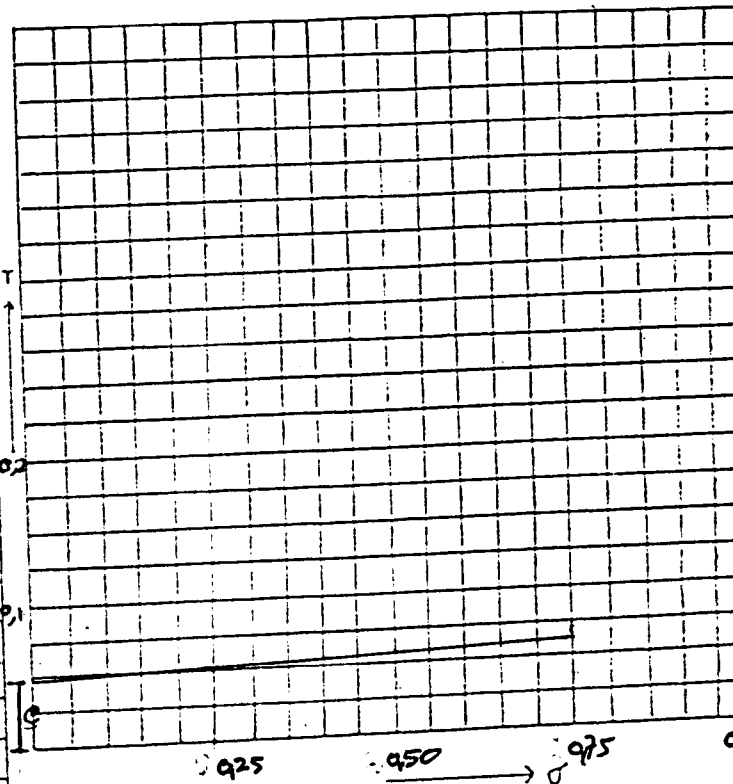
- KEDALAMAN : (0.60% 1,20) M.

PLH. KASUESI LAB

24/7-96
M2
(IR. AGUS SETIYADI)

KEKUATAN GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR)

NORMAL GANGAN NORMAL	P ₁ : kg		P ₂ : kg		P ₃ : kg				
	Q ₁ : 0,25 kg cm ²	Q ₂ : 0,50 kg cm ²	Q ₃ : 0,75 kg cm ²						
PER- GE- SERAN	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₁	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₂	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER Q ₃
10	1,5			1,6			1,8		
20	2			2,0			2,2		
30	2,6			2,7			2,6		
40	3,1			3,1			3,2		
50	3,5			3,4			3,7		
60	4			3,8			4,1		
70	4	1,9	0,056	4,2	2,0	0,061	4,4	2,2	0,066
80	3,5			3,6			4,8		
							3,7		



CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 20 cm
	L U A S : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0,052 kg/cm ² 0 : 1,27°

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK . II
- KM $\pm$ 22
- KEDALAMAN : (1,60 s/d 2,20) M.

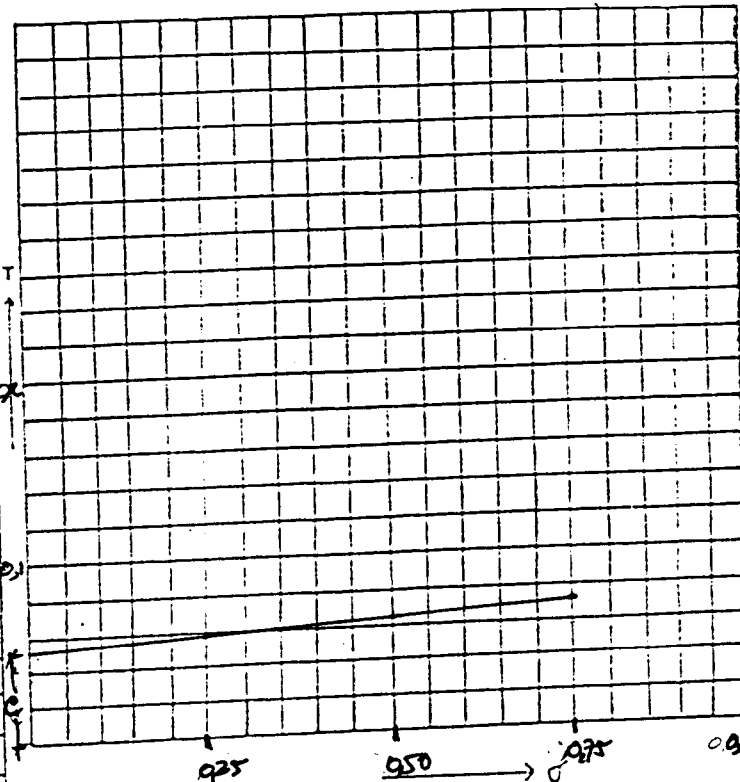
PLH. KASUBSI LAB

Muz 24/7/96

(IR. AGUS SETIYADI)

**KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)**

NORMAL		P ₁ : kg		P ₂ : kg		P ₃ : kg	
ANGKAP		Q ₁ : 925 kg/cm ²		Q ₂ : 950 kg/cm ²		Q ₃ : 975 kg/cm ²	
PER-GE-SERAN	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TEGA-NGAN GESER Q ₁	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TEGA-NGAN GESER Q ₂	PEM-BACA-AN DIAL
10	1			1,2			1,9
20	1,7			1,9			2,2
30	2,4			2,4			2,7
40	2,9			3			3,2
50	3,4			3,5			4
60	3,9			4			4,5
70	4,1	1,95	0,059	4,5	2,15	0,065	4,9
80	4			4			4,5
	3,5			3			4
MAM BAKAN + CAWAK		102,1	32,1	110,1			
WAK KERING + CAWAK		46,3		50,5			
ERAT AIR			55,8		59,6		
ERAT CAWAK			9,3		9,7		
ERAT TANAH KERING			37		100,4		
LADAR AIR			150,81 %		146,08 %		
AKAR AIR RATA-RATA		= 148,44 %					



CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 20 cm
	L U A S : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0,053 kg/cm ² ϕ : 1,53°

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK : II
- KM : ± 22
- KEDALAMAN : $(2,60 \pm 3,20)$ M.

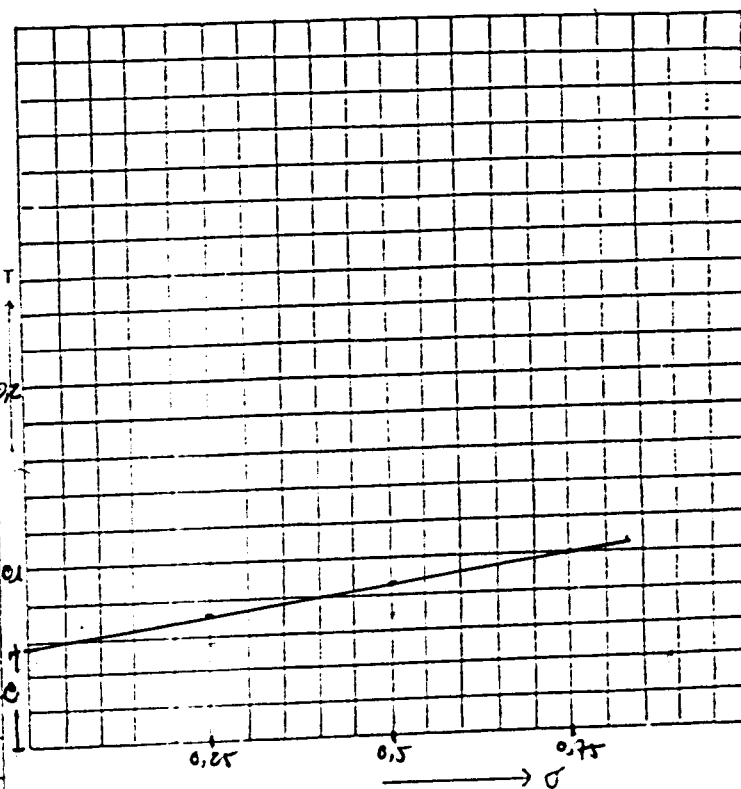
PLH. KASUBSI LAB

Muz 24/7-96

(IR. ABUS SETIYADI)

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

NORMAL JANGAN RMAL	P ₁ : 0,25 kg		P ₂ : 0,50 kg		P ₃ : 0,75 kg			
	Q ₁ : 0,25 kg cm ²	Q ₂ : 0,50 kg cm ²	Q ₃ : 0,75 kg cm ²					
PER-GE-SERAN	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA-NGAN GESER Q ₁	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA-NGAN GESER Q ₂	TEGA-NGAN GESER Q ₂	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA-NGAN GESER Q ₃	TEGA-NGAN GESER Q ₃
10	1,7		1,8			2,1		
20	2,3		2,5			2,7		
30	2,8		2,8			3,4		
40	3,4		3,5			4,1		
50	3,9		3,9			4,8		
60	4,2		4,4			5,2		
70	4,8		4,9			5,8		
80	5	2,4	0,072	5,9	0,85	0,086	6,5	
90	4			5			7	3,4 0,1
100							6	



CONTOH	DIAVETER : 6,5 cm
	TINGGI : 2,0 cm
	LUAS : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0,058 kg/cm ² ϕ : 3,56°

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

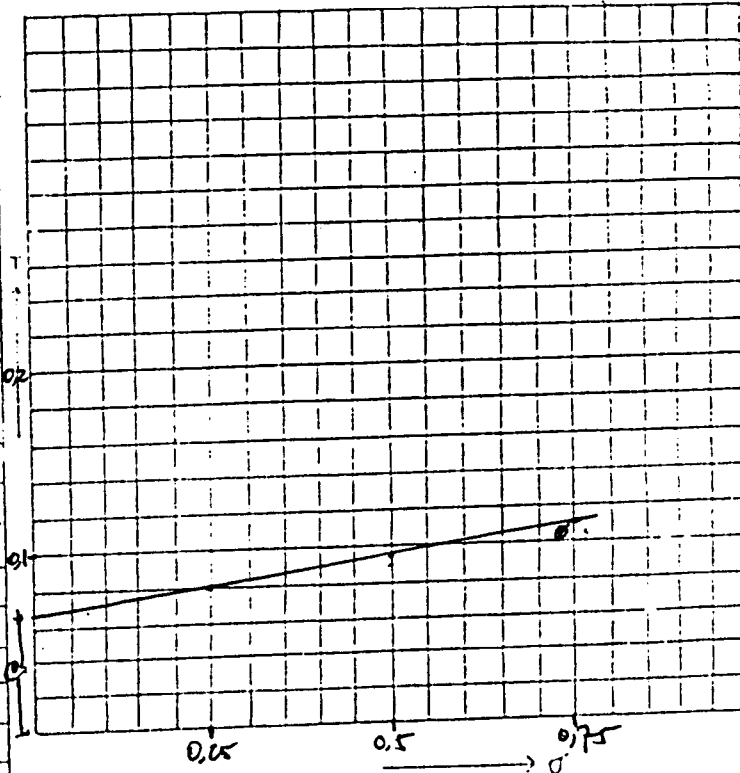
- TITIK : II

- KM : ± 20

- KEDALAMAN : (3,60 s/d 4,20) M.

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

NORMAL DENGAN NORMAL	P ₁ : T ₁ : 0,95	kg kg/cm ²	P ₂ : T ₂ : 0,50	kg kg/cm ²	P ₃ : T ₃ : 0,75	kg kg/cm ²
PER- GE- SERAN	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TECA- NGAN GESER T ₁	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TECA- NGAN GESER T ₂
-						
10	2			2		2,5
20	2,5			3		3
30	3,3			3,8		3,5
40	3,5			4,5		4
50	4			5		4,5
60	4,5			5,5		5,1
70	5			6,1		5,8
80	5,5			6,5	3,15	6,5
90	6	2,9	0,08	6		7,2
100	5			6		6
110						



TANAH + Cawan	109,2 gram	105,2 gram
TANAH KERING + Cawan	53,8	51,9
BERAT AIR	9,3	9,2
BERAT TANAH KERING	46,1	44,1
KADAR AIR	16,7 %	17,0 %
KADAR AIR RATA-RATA	16,7 %	

CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 20 cm
	LUAS : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : 3,81 kg/cm ²
HASIL	c: 0,065 kg/cm ² o: 3,81 kg/cm ²

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh : TANAH KM. 35
Pekerjaan : (SAMUDA - U. PANDARAN)

Dikerjakan :
Dihitung :
Digambar :
Diperiksa :
Tanggal :

BOR TANGAN

Kedalaman (M)	LUBANG	DISKRIPSI TANAH
00		
20		HITAM BERPASIR BERGERAT
40		HITAM BERPASIR BERGERAT
60		HITAM BERJERAT
80		SAMPOL (HITAM BERGERAT)
00		SAMPOL (HITAM BERGERAT)
20		SAMPOL (HITAM BERGERAT)
40		HITAM AGAK BERGERAT
60		HITAM AGAK BERGERAT
80		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
00		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
20		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
40		LEMPUNG GAMBUT / LEMPUNG CAMPUR GAMBUT.
60		LEMPUNG HITAM.
80		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
00		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
20		SAMPOL (LEMPUNG HITAM)
40		LEMPUNG AGAK HITAM / LEMPUNG PERGAMPUT
60		LEMPUNG AGAK HITAM
80		SAMPOL (LEMPUNG AGAK HITAM)
00		SAMPOL (LEMPUNG AGAK HITAM)
20		SAMPOL (LEMPUNG AGAK HITAM).
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
20		
40		
60		
80		
00		
SKET SITUASI :		TITIK NO : III BOR TANGAN : MACAM TANAH : GAMBUT+LEMP. TYPE :

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Pekerjaan

Detail

Dibuat

Ditanda

Lampiran Surat/Laporan No. TAJUK: III
Nomor: TAJUK: III
Pekerjaan TAJUK: III

PEMERIKSAAN DERAT JENIS

PB - 0108 - 78

Nomor Contoh & Kedalaman	TITIK III m		TITIK IV m		4 m.
	1.	2.	1	2.	
Nomor Piknometrik					
Berat Piknometer + Contor	W2	46,85	47,70	46,57	47,80
Berat Piknometer	W1	22,41	23,14	22,41	23,14
Berat Tanah	W2 - W1	24,44	24,56	24,16	24,76
Temperatur 1°C	25	25	25	25	25
Berat Piknometer + Air + Tanah pada suhu 25°C	W3	83,85	83,79	82,65	82,90
Berat Piknometer pada 25°C	W4	73,36	72,89	71,16	70,03
W5 = W2 - W1 + W4		97,80	97,45	95,32	95,69
Isi Tanah	W5 - W3	13,95	13,66	12,67	12,79
Berat Jenis	$\frac{W4}{W5 - W3}$	1,7520	1,7980	1,9069	1,9359
Rata-rata		1,7750		1,8214	

Lampiran Surat/Laporan No. 1
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

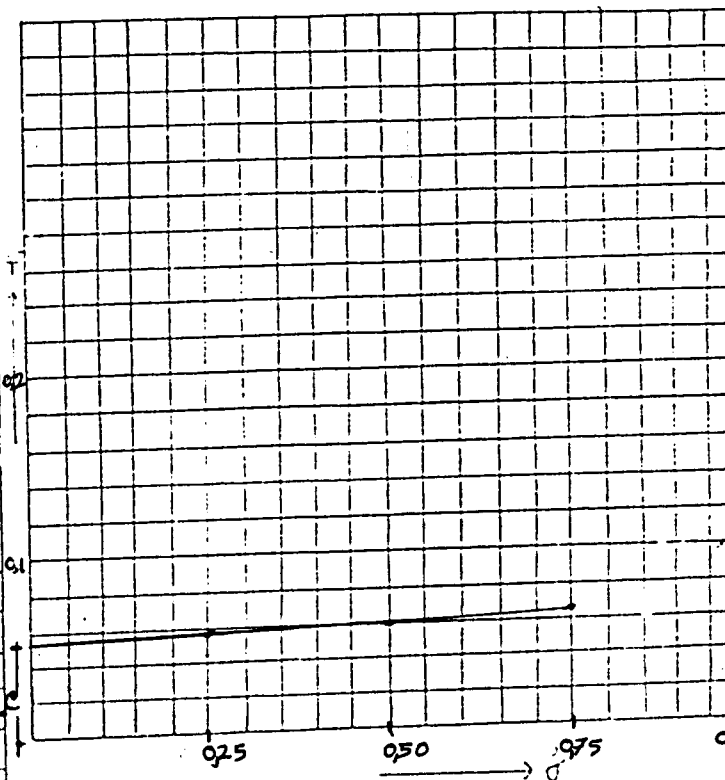
Dikerjakan ;
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK III
- KM : ± 35
- KEDALAMAN : $(0,61 \frac{2}{6} 1,20) M$

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

NORMAL		P ₁ : 025 kg		P ₂ : 050 kg		P ₃ : 075 kg	
GANGAN		01 : 025 kg/cm ²		02 : 050 kg/cm ²		03 : 075 kg/cm ²	
NO	PER-GE-SERAN	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TEGA-NGAN GESER	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TEGA-NGAN GESER
10	-	-			-		
5	10	1,5			1,7		2
30	20	2			2		2,2
45	30	2,5			2,5		2,7
60	40	3			3,2		3
75	50	3,5			3,8		3,5
90	60	4			4		4
105	70	4	1,9	0,056	4,2	2,0	0,061
120	80	3			4		4
135	90				4		3,5



TANAH BASAH + CAWAN	106,5 gram	102,7 gram
TANAH KERING + CAWAN	46,1	45,1
BERAT AIR	60,4	57,6
BERAT CAWAN	9,3	9,2
BERAT TANAH KERING	36,8	35,9
KADAR AIR	164,13 %	160,45 %
KADAR AIR RATA-RATA	= 162,29 %	

CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 20 cm
	L U A S : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0,052 kg/cm ² 0 : 1,27°

Lampiran Surat/Laporan No. 1
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

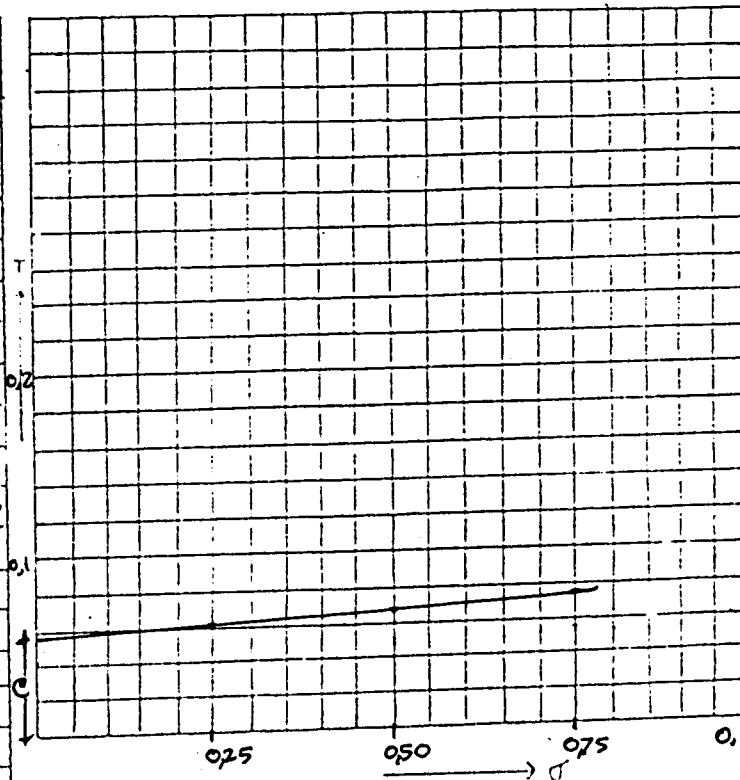
Dikerjakan ;
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN :

- TITIK: III
- KM : ± 35
- KEDALAMAN : $(1,61 \frac{5}{6} 2,20) \text{ M.}$

KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

NORMAL		P ₁ : kg		P ₂ : kg		P ₃ : kg	
NORMAL		P ₁ : 0,25 kg/cm ²		P ₂ : 0,50 kg/cm ²		P ₃ : 0,75 kg/cm ²	
K	PER-GE-SERAN	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TECA-NGAN GESER	PEM-BACA-AN DIAL	GAYA GESER	TECA-NGAN GESER
0							
5	10	3,5		1,5		2	
0	20	2		2		2,5	
5	30	2,5		2,7		3	
0	40	3		3		3,5	
5	50	3,5		3,5		4	
0	60	3,9		4		4,8	
5	70	4,7	2,05	0,062	4,7	2,25	0,068
0	80	4		4		4	



ANAH BASAH + CAWAN	107	gram	105
ANAH KERING + CAWAN	49,2		48,7
GRAT AIR	57,8		56,3
GRAT CAWAN	9,2		9,7
GRAT TANAH KERING	40		39
CADAR AIR	144,5	%	144,36
CADAR AIR RATA-RATA	= 144,43 %		

CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 2,0 cm
	LUAS : 33,17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0,056 kg/cm ² 0 : 1,53

CONTOH	DIAMETER : 6.5 cm
	TINGGI : 2.0 cm
	LUAS : 33.17 cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING : kg/div
HASIL	c : 0.057 kg/cm ² 0 : 3.81°

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

KETERANGAN:

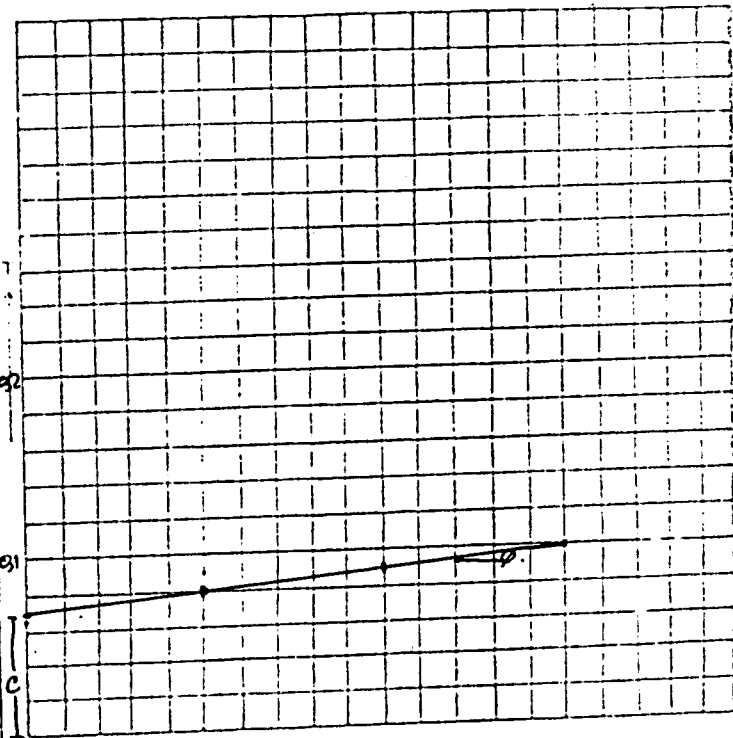
- TITIK : III

- KM : ± 35 .

- KEDALAMAN : (3,60 s/d 4,20) M.

**KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)**

NORMAL DANGAN NORMAL	P ₁ kg 0,25	P ₂ kg 0,50	P ₃ kg 0,75
PER- GE- SERAN	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	TEGA- NGAN GESER
1	2	2	2
2	2,5	2,5	2,5
3	3	3	3
4	3,5	3,5	3,5
5	4	4,5	4,5
6	4	5	5
7	4,5	5	5,5
8	5	5,5	5,5
9	5	6	6
10	5,5	2,65	0,08
11	6	6,2	3,0
12	6,8	3,3	0,1



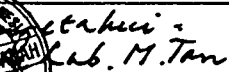
TANAH BASAH + CAWAN	100,5 gram	100,3 gram
TANAH KERANG + CAWAN	56,8	56,7
DORAT AIR	51,7	53,6
BERAT CAWAN	9,8	9,2
BERAT TANAH KERANG	47,0	47,5
KADAR AIR	110,0 %	112,84 %
KADAR AIR RATA-RATA	= 111,42 %	

CONTOH	DIAMETER : 6,5 cm
	TINGGI : 20 cm
	LUAS : 33,17 cm²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING
HASIL	c: 0,07.0 kg/cm² o: 2,54°

Tanda tangan operator :

TANGGAL : 1996
CINCIN No : -
KALIBERASI : 0,17 kg/div
CONTOH Ø : 39,4 mm
Hc : 77,0 mm
Ac : mm²
Vc : cm³

CATATAN : PERBUJIAN KEDUA (B)



Tanda tangan
operator :

[Signature]

PENGUJIAN TRIAKSIAL

PROYEK : TUGAS AKHIR
LOKASI : SAMUDA - U-PANDARAN
PEMBORAN No : I
CONTOH : TAK TERGANGGU
KEDALAMAN : 360 - 420
MACAM TANAH : LEMPUNG GAMBUT
WARNA TANAH : KECOKLATAN
TANGGAL : 1996
CINCIN No : -
KALIBERASI : 0,17 kg/div
CONTOH Ø : 39,4 mm
Hc : 77,0 mm
Ac : 12,186 mm²
Vc : 9,3832 cm³

WAKTU t	Bacaan Gerak V. DO - DO ₀	Bacaan Cincin Pemb.	σ_3		$\sigma_1 - \sigma_3$	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$	$\bar{\sigma}_3$	U	AU
min	mm	div	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²		Kg/cm ²			
	0									
	20	6								
	40	6,5								
	60	7	0,7793	0,0926	0,0463	2,0463	2,00			
	80	7,5								
	100	8								
	20	10	1,5584	0,1323	0,0661	2,0661	2,00			
	40	11								
	60	12								
	80	13	2,3377	0,1719	0,0859	2,0859	2,00			
	200	14								
	20	15								
	40	17	3,1169	0,2248	0,1124	2,1124	2,00			
	80	17								
	300	16,5								
	20									
	40									

CATATAN : PENGUJIAN KE TIGA (C).



Tanda tangan:
M. Tan

Tanda tangan
operator :

[Signature]



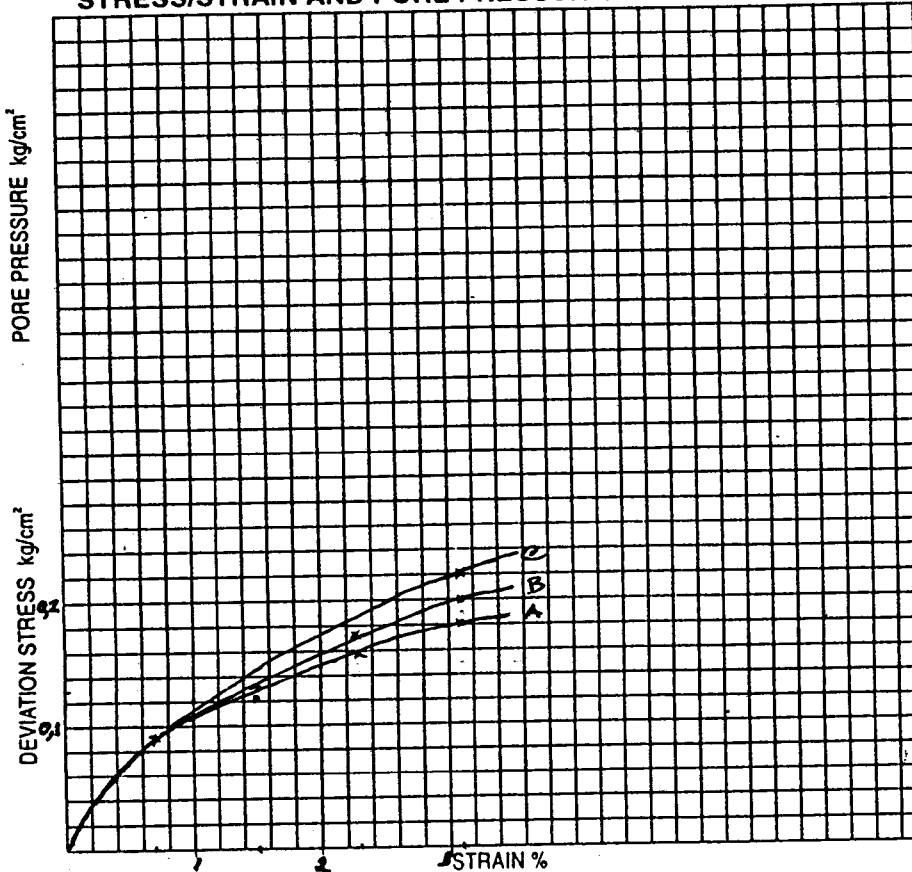
LABORATORIUM MEKANIK TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

STRESS/STRAIN AND PORE PRESSURE/STRAIN



MODE OF FAILURE

A	B	C
☐	☐	☐

SOIL DESCRIPTION :

TYPE OF SPECIMEN :

SPECIMEN DIMENSION :

mm dia. mm length

SPECIMEN

INITIAL

Density V_m^D

Moisture %

Dry Density V_m^D

AFTER CONSOLIDATION STAGE

Density V_m^D

Moisture %

Dry Density V_m^D

SATURATION STAGE

Initial pwp

Saturated pwp

Final cell pressure

B value

CONSOLIDATION STAGE

Cell pressure

Back pressure

Initial pwp

Final pwp

COMPRESSION STAGE

Cell pressure

Initial pwp

Initial σ_v

Rate of strain % per hour

FAILURE CONDITION

Strain %

$(\sigma_v - \sigma_h) / I$

u / I

σ_v' / I

σ_h' / I

CONSOLIDATION PARAMETERS

$C_v =$ cm/S

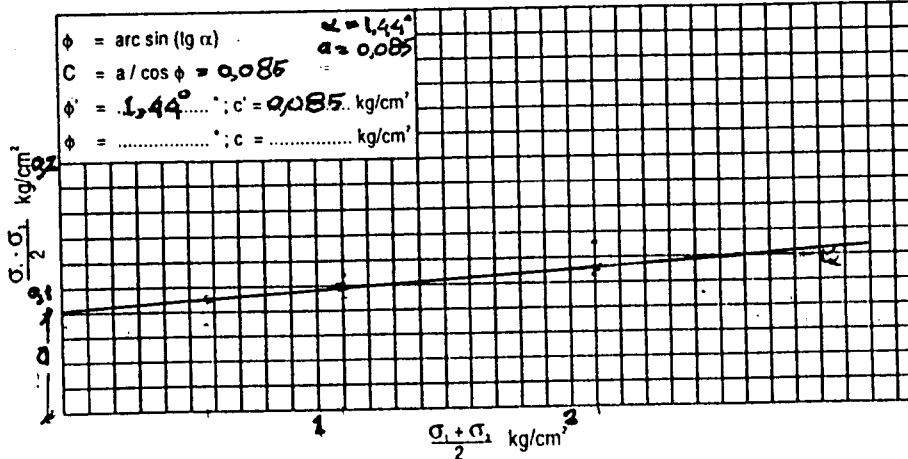
$M_v =$ cm/N

calculated measured cm/S

SHEAR STRENGTH PARAMETERS

$c' =$ kg/cm²

$\phi =$



TRIAXIAL COMPRESSION TEST
WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

LOCATION :
SAMPLE NO. :

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. 1

Nomor Contoh
Pekerjaan

Samuda-U. Pandaran Km.27
Proyek Jembatan
kedalaman tanah 7m

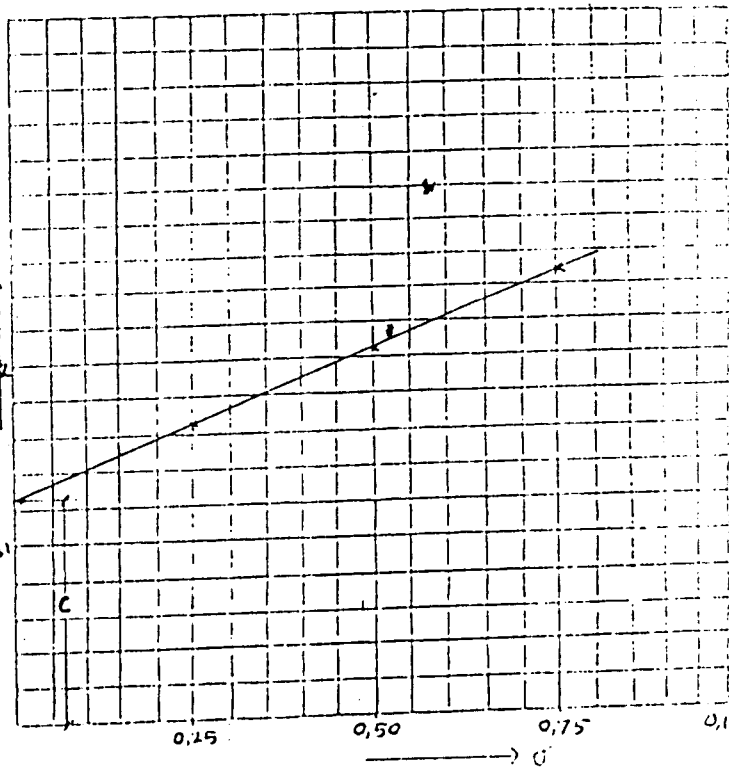
Dikerjakan : Lab P.U Sampit
Diperiksa : Agus Setiyadi
Tanggal Pemeriksaan : Juni 96



KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

DEKAL NGAN MAL	P ₁	q ₁	P ₂	q ₂	P ₃	q ₃
	0,25	3 cm	0,90	4 cm	0,75	4 cm
PER- GE- SERAT	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER	PEM- BACA- AN DIAL	GAYA GESER
-						
10	3		3,5		4	
20	3		4		4	
30	3,5		9		4,5	
40	4		6		6	
50	4		6		7	
60	4,5		7		7	
70	5,5		8		8	
80	6,5		8		9	
90	7		8,5		11,5	
100	7,5		9		12	
110	8		9,5		13	
120	8,5		10		13,5	
130	9,5		11		15	
140	10,5		12,5		16	
150	11,4	55	14	6,8	17	8,2
	11		13,5		16	

KADAR AIR = 65 %
BERAT ISI VOLUME = 1,52 g/cc



DIAMETER	6,5	cm
TINGGI	2,0	cm
LUAS	33,17	cm²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING	g/cm³
HASIL	0,127	kg/cm²

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. 1
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

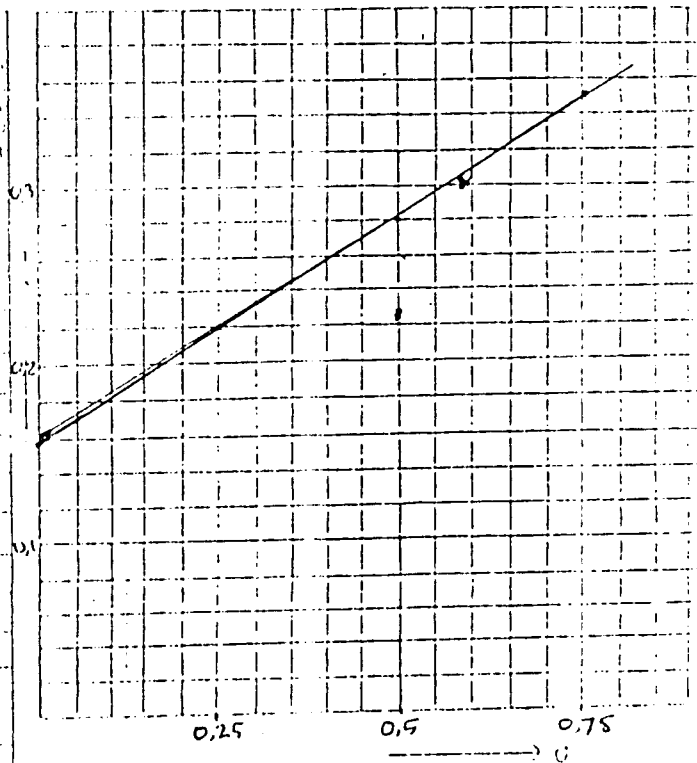
: Samuda-U. Pandaran Km. 27
: Proyek Jembatan
: Kedalaman tanah 10m

Dikerjakan : Lab P.U Sampit
Diperiksa : Agus Setiyadi
Tanggal Pemeriksaan : Juni 96



KEKUATAN GESER LANGSUNG
(DIRECT SHEAR)

DEFORMASI TANGKAI RUMAH	P ₁	P ₂	P ₃
0,25	0,50	0,75	
PER- GE- SERAN	DEMA- SIAN DIAL	GAYA TASER	DEMA- SIAN DIAL
0	-		
10	3,5		4
20	4		5,5
30	5		6,5
40	6		7
50	7,5		8,5
60	8,5		10
70	9,5		12
80	11		14,5
90	13		16
100	15		18,5
110	16	7,3 0,22	19,5 9,45 0,28
120	14		19



ATANAN : KADAR AIR = 54,1%
BERAT ISI VOLUME $\gamma = 1,63 \text{ g/cm}^3$

DIAMETER	6,5	cm
TEBAL	2,0	cm
LEBAR	33,17	cm ²
ALAT	KALIPER PROPPING RING	
HASIL	0,155	kg/cm ² 0,16,2°

Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh : Tanah Km 42 (Pematang - P. Baru)
Pekerjaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :

PERCOBAAN PEMADATAN
PB-0111-76 / PB-0112-76

Berat tanah basah	5000	5000	5000	5000	5000			
Kadar air mula (%)	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22			
Penambahan air (%)	3	5	7	9	11			
Penambahan air (cc)	150	250	350	450	550			

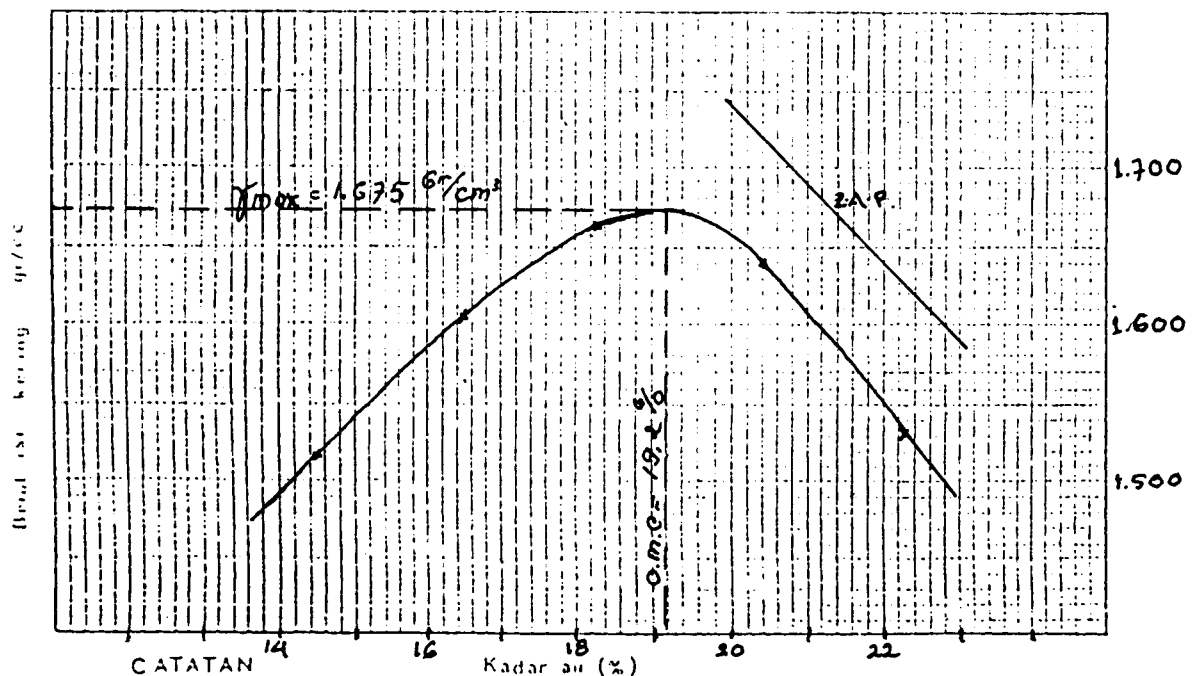
TUMBUK 4A

BERAT ISI :

Berat Tanah + Cetakan	11056	10747	11622	10972	11343			
Berat Cetakan	7330	6732	7404	6732	7330			
Berat Tanah basah	3726	4015	4218	4240	4013			
Isi Cetakan	2141,2	2141,2	2141,2	2141,2	2141,2			
Berat isi basah (g)	1.740	1.875	1.970	1.980	1.874			
Berat isi kering $\gamma = d \frac{g}{100^w} \times 100$	1.520	1.609	1.665	1.640	1.532			

KADAR AIR :

Tanah basah + cawan	102,4	101,1	108	102	110,2			
Tanah kering + cawan	90,6	90,1	92,8	86,3	91,8			
Berat air	11,8	11,0	15,2	15,7	18,4			
Berat cawan	9,2	9,5	9,8	9,5	9,4			
Berat tanah kering	81,4	80,6	83,0	76,8	82,4			
Kadar air	14,50	16,84	18,31	20,44	22,33			



DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No :
Nomor Contoh :
Pekerjaan :

Tanah Km. 42 (SMPK - P. R. W.)

Dikerjakan :
Ditunggal :
Digambar :
Diperiksa :

PEMERIKSAAN CBR
(PB-0113-76)

Berat isi kering yang dikehendaki :
Kadar air yang dikehendaki :

STANDAR / MODIFIED
Peningkatan

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Pendalaman				

Penetrasi :

Waktu (mm)	Penurunan (in)	Pembacaan Atas		Pembacaan Bawah	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
1/4	0.0125	7		83,15	
1/2	0.025	14		166,30	
1	0.05	22		261,32	
1 1/2	0.075	30		356,35	
2	0.10	38		451,37	
3	0.15	47		558,28	
4	0.20	55		653,30	
6	0.30	60		772,08	
8	0.40				
10	0.50				

Kadar Air :

	Sebelum	Setelah
Tanah basah + cawan	107	109
Tanah kering + cawan	91,5	93,2
Krus (No.)	9,5	9,5
Air	15,5	15,8
Tanah kering	76,0	77,4
Kadar Air (%)	18,90	18,88

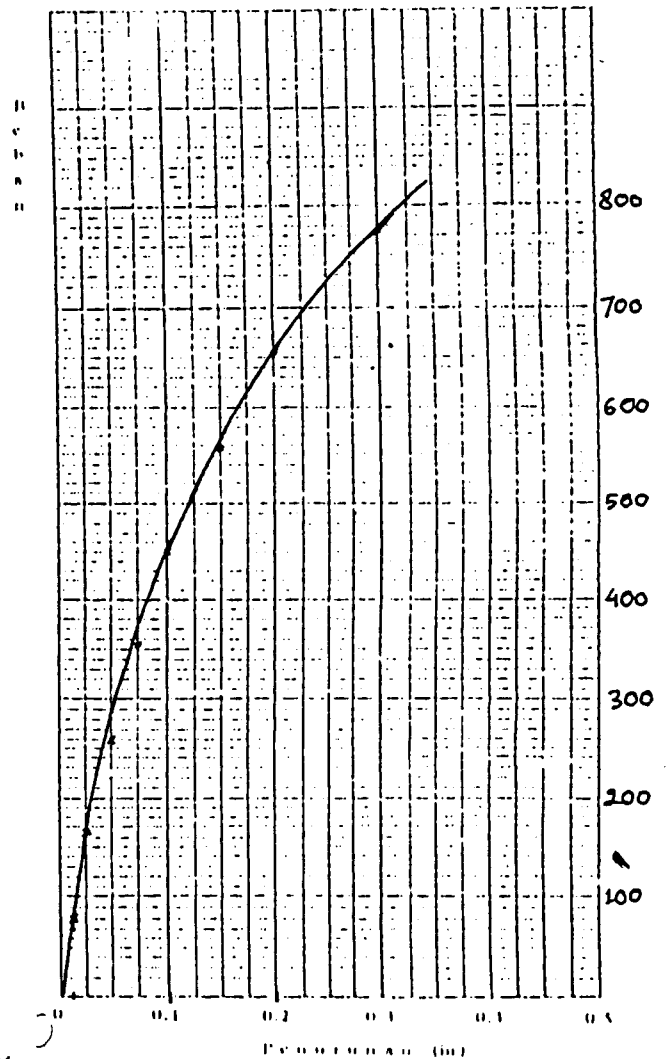
Hasil CBR

CBR	0.1"	0.2"
Atas	$\frac{455}{3 \times 1000} \times 100\%$ = 15,17 %	$\frac{655}{3 \times 1500} \times 100\%$ = 14,56 %
Bawah	$\frac{3}{3 \times 1000} \times 100\%$ = %	$\frac{3}{3 \times 1500} \times 100\%$ = %

CATATAN :

CBR YANG DIPAKAI = 15,17 %

	Sebelum	Setelah
Berat Tanah + Cetakan	10972	10884
Berat Cetakan	6732	6732
Berat Tanah Basah	4240	4152
Isi Cetakan	2141,2	2141,2
Berat Isi Basah	1980	1944
Berat Isi Kering	1,665	1,635



DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No. :
 Nomor : Contoh : BUKARY KM. 42 SOT - P. BUK
 Pekerjaan :

Estimasi :
 Dibuat :
 Diperiksa :
 Disetujui :

PEMERIKSAAN DERAT JENIS

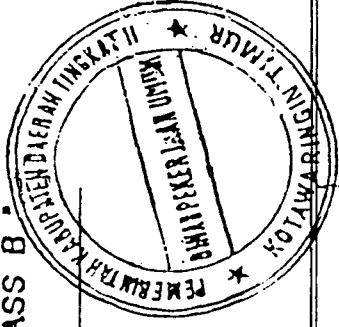
PB - 0108 - 78

Nomor Contoh & Kedalaman			
Nomor Pihnometer		I	II
Beras Pihnometer - Contoh W2		4182	4275
Beras Pihnometer W1		2241	2314
Beras Tanah W1 - W2 - W3		1941	1961
Temperatur 10C		25°	25°
Beras Pihnometer - Air - Tanah W3 pada suhu 25°C		8389	8445
Beras Pihnometer pada 25°C W2		7218	7278
W3 = W2 - W1 - W4		9159	9139
Is. Tanah W3 - W3		770	794
Beras Jenis W3		2.541	2.570
Rata-rata		2.5555	

PROPORSI CAMPURAN " BASE CLASS B "
MIX DESIGN

BATU PECAH : 50 %

TANAH / LATERIT : 50 % /



Saringan	Aggregat		Aggregat		Aggregat campuran	Spesifikasi
	batu pecah	Tanah/Laterit	batu pecah	Tanah/Laterit		
2 1/2 "	100	100	50	50	100	100
1 1/2 "	87,32	92,08	43,66	46,04	89,70	67 - 100
3/4 "	22,43	77,36	11,22	38,68	49,90	40 - 100
3/8 "	0,86	66,00	0,43	33,00	33,43	25 - 80
No. 4		49,63		24,82	24,82	18 - 60
No. 8		31,12		15,56	15,56	10 - 55
No. 16		17,57		8,79	8,79	6 - 45
No. 40		8,47		4,24	4,24	3 - 33
No. 200		1,25		0,63	0,63	0 - 20

Lampiran Surat/Laporan No. :

Nomor Contoh :

Pekerjaan :

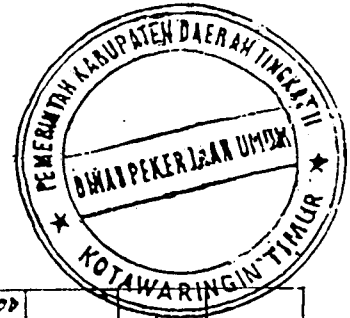
: BAYE " B "

: QUARANTY KM. 42 (Sempit - P. Bun)

Dikerjakan :

Diperiksa :

Tanggal Pemeriksaan :



PERCOBAAN PEMADATAN
PB-0111-76 / PB-0112-76

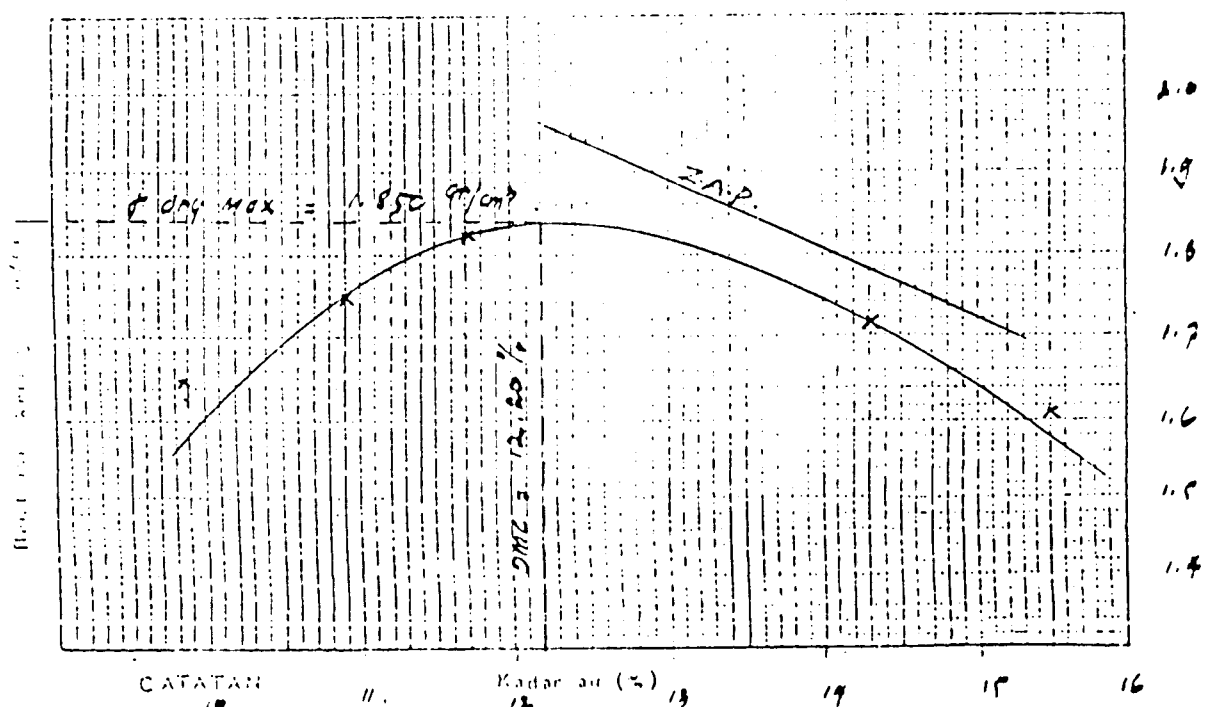
Berat tanah basah	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000			
Kadar air mula (%)								
Penambahan air (%)	4	5	7	9	11			
Penambahan air (cc)	150	200	350	450	550			

BERAT ISI :

Berat Tanah + Cetakan	10892,3	11481,6	11823	10896	11386,8			
Berat Cetakan	4308	3302	2427	6332	2409			
Berat Tanah basah	9842,3	11179,6	9400	4264	8984,8			
Isi Cetakan			2191,2					
Berat isi basah (%)	1.297	1.952	2.055	1.968	1.861			
Berat isikering $\frac{W}{V} \times 100$	1.650	1.760	1.835	1.720	1.610			

KADAR AIR :

Tanah basah + cetakan	34,99	40,3	35,69	37,04	38,4			
Tanah kering + cetakan	32,9	37,3	32,93	31,8	34,5			
Berat air	2,09	3,0	2,76	5,24	3,9			
Berat cetakan	9,4	9,7	9,4	9,3	9,6			
Berat tanah kering	23,5	27,6	23,53	22,5	24,9			
Berat air	8,89	10,90	11,73	14,39	15,60			



DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 23121

Lampiran Surat/Laporan No :
 Nomor Contoh : TANAH KM.42 SPT - P. BUN
 Pekerjaan : QUARY KM.42 SPT - P. BUN

Dikerjakan :
 Dihitung :
 Di gambar :
 Diperiksa :

PEMERIKSAAN CBR
(PB - 0113-76)

Berat isi kering yang dikehendaki
 Kadar air yang dikehendaki

STANDARD / MODIFIED
 Pengembangan :

Tanggal	8/6-96	9/6-96	10/6-96	11/6-96
J a m	14.10	14.10	14.10	14.10
Pembaca	0	0,010	0,0112	0,0112
Perrubahan	0	0,010	0,0012	0

Penetrasi :

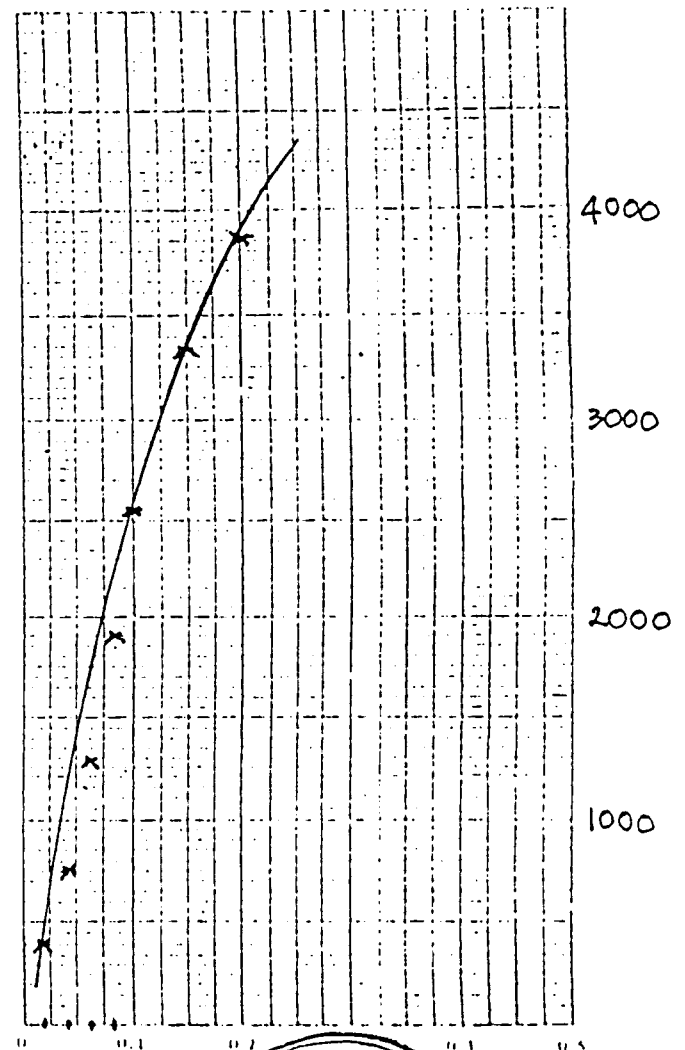
Waktu (mm)	Penurunan (m)	Pembacaan Atas		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
1/4	0.0125	9		388,27	
1/2	0.025	17		733,41	
1	0.05	29		1251,11	
1 1/2	0.075	43		1855,09	
2	0.10	59		2545,36	
3	0.15	77		3321,90	
4	0.20	90		3882,75	
6	0.30				
8	0.40				
10	0.50				

Kadar Air :

	Sebelum	Setelah
Tanah basah + cawan	96,2	92,5
Tanah + cawan	86,4	78,3
Kayu (No. 1A)	8,6	9,0
Air	9,8	14,2
Tanah Kering	76,8	69,3
Kadar Air (%)	12,76	20,49

CBR	Harga CBR	
	0.1"	0.2"
Atas	2545,36 $\frac{2545,36}{3 \times 1000} \times 100\%$ 84,85	3882,75 $\frac{3882,75}{3 \times 1500} \times 100\%$ 86,28
Bawah	$\frac{17 \times 1000}{3} \times 100\%$	$\frac{11 \times 1500}{3} \times 100\%$

	Sebelum	Setelah
Berat Tanah + cetakan	12117	12270
Berat Cetakan	7427	7427
Berat Tanah Basah	4690	4843
Isi Cetakan	2141,2	2141,2
Berat Isi Basah	2,19	2,26
Berat Isi Kering	1,94	1,88

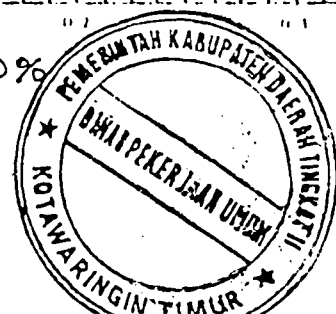


CATATAN: TEBAL BASE A = 10CM
 CBR YANG DIPAKAI = 86,28 % > MIN = 80 %

JUMLAH PUFULAN = 56 x

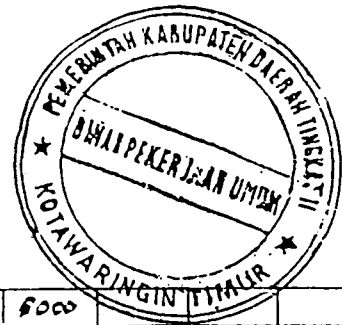
KOMPOSISI : - TANAH = 40 % ✓

- BATU = 60 %



Lampiran Surat/Laporan No. :
Nomor Contoh : BASE "A"
Pekerjaan : quarry km. 42 (Sempit - P. Bun.)

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tanggal Pemeriksaan :



PERCOBAAN PEMADATAN
PB-011-75 / PB-012-76

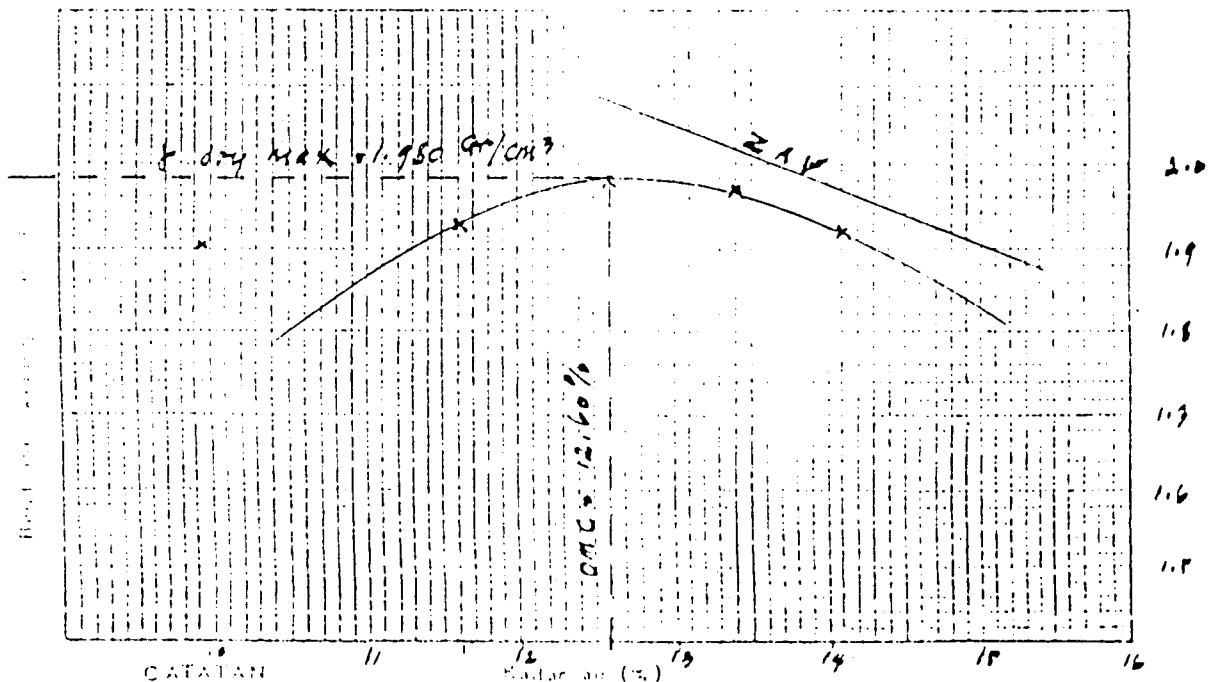
Berat tanah basah		5000	5000	5000	5000	5000		
Kadar air mula (%)								
Pemambahan air (%)		3	5	7	9	11		
Pemambahan air (cc)		150	210	310	450	550		

BERAT ISI :

Berat Tanah + Cetakan	11205	11261	11453	11422,5	11419,8		
Berat Cetakan	6323	6330	6305	6323	6332		
Berat Tanah basah	4882	4931	5148	5099,5	5087,8		
Isi Cetakan			2141,2				
Berat isi basah (%)	2.093	2.163	2.239	2.195	2.187		
Berat is kering $\frac{100}{100 + \frac{w}{100}}$	1.983	1.938	1.924	1.923	1.838		

KADAR AIR :

Tanah basah + Cetakan	62,65	98,8	62,84	69,93	34,1		
Tanah kering + Cetakan	62,5	81,4	56,43	62,5	65,0		
Berat air	5,15	17,4	6,41	7,43	9,1		
Berat cetakan	9,16	9,4	9,11	9,6	9,3		
Berat tanah kering	53,9	80,0	47,32	52,9	55,7		
Kadar air	9,54	21,63	13,50	14,12	16,35		



DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN DAERAH TINGKAT II
KOTAWARINGIN TIMUR
SEKSI SURVEY DAN PENGENDALIAN
Jalan H.M. Arsyad Km. 3 Telp. 22253, 21539, 21121

Lampiran Surat/Laporan No :
Nomor Contoh : **TANAH FM-42 SPT - P. BUN.**
Pekerjaan : **QUARY 42 SPT - P. BUN**

Dikerjakan :
Dihitung :
Digambar :
Diperiksa :

PEMERIKSAAN CBR
(PB - 0113-76)

Berat isi kering yang dikehendaki
Kadar air yang dikehendaki

STANDAR / MODIFIED
Pengembangan :

Tanggal	13/5-96	16/5-96	17/5-96	18/5-96
Jam	9.10	9.10	9.10	9.10
Pembacaan	0	0,0015	0,0016	0,0017
Perubahan	0	0,0015	0,0001	0,0001

Penetrasi :

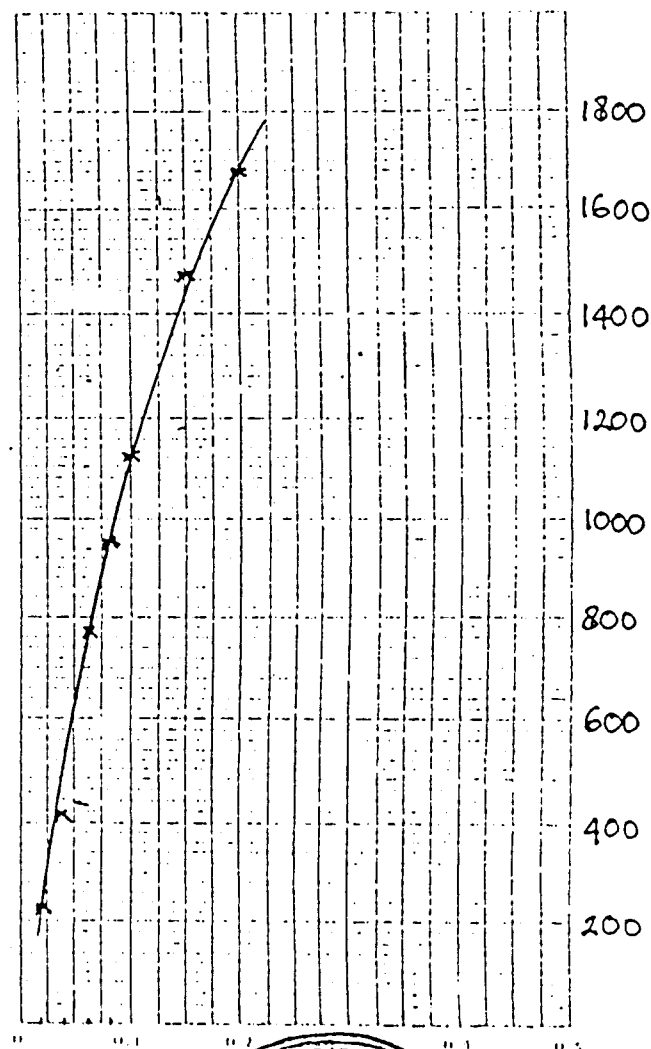
Waktu (mm)	Penurunan (mm)	Pembacaan Adip		Beban (Dn)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
1/4	0,0125	20		237,6	
1/2	0,025	35		415,8	
1	0,05	65		772,1	
1 1/2	0,075	80		990,3	
2	0,10	95		1128,5	
3	0,15	124		1473,0	
4	0,20	150		1781,8	
6	0,30				
8	0,40				
10	0,50				

Kadar Air :

	Sebelum	Setelah
Tanah basah + cawan	121,0	79,4
Tanah kering + cawan	102,4	71,7
Kayu (No. IB....)	9,7	9,7
Air	18,6	7,7
Tanah Kering	92,7	62,0
Kadar Air (%)	20,06	12,42

CBR	Harga CBR	
	0.1"	0.2"
Atas	$\frac{1128,5}{3 \times 1000} \times 100\%$ = 37,62	$\frac{1781,8}{3 \times 1500} \times 100\%$ = 39,60
Bawah	$\frac{1781,8}{3 \times 1000} \times 100\%$	$\frac{1781,8}{3 \times 1500} \times 100\%$

	Sebelum	Setelah
Berat Tanah + Cetakan	11433	11518
Berat Cetakan	6723	6723
Berat Tanah Basah	4710	4795
Bt. Cetakan	2141,2	2141,2
Berat Bt. Basah	2,20	2,24
Berat Bt. Kering	1,83	1,99



CATATAN:
TEBAL BASE B = 20 CM
CBR YANG DIPAKAI = 39,60 % > MIN = 35 % ✓
TUMBUKAN = 56 X



KELOMPOK 2%

Tanggal

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

NO	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
II A	6,60	4,5	4,306	1252,0	1253,7	725,0	534,7	2,341	2,473	9,85	84,54	5,61	15,46	63,71	5,33	830	4688	4266	3,95
8	6,63	4,5	4,306	1241,0	1251,8	716,8	535,0	2,320	2,473	9,76	83,78	6,46	16,22	60,17	6,18	575	3257	2931	4,05
								2,331						61,94	5,75			3598	4,00
II A	6,67	5,0	4,762	1247,7	1257,0	724,0	533,0	2,341	2,455	10,90	84,13	4,97	15,87	68,68	4,64	660	3728	3318	3,10
8	6,65	5,0	4,762	1250,1	1258,3	722,5	535,8	2,333	2,455	10,86	83,84	5,30	16,16	67,20	4,97	695	3925	3513	3,85
								2,337						67,94	4,81			3415	3,47
II A	6,63	5,5	5,213	1261,5	1269,7	741,0	527,7	2,390	2,437	12,18	85,48	2,34	14,52	83,81	1,93	840	4744	4270	4,10
8	6,61	5,5	5,213	1259,0	1256,6	725,0	531,6	2,351	2,437	11,98	84,03	3,93	15,91	75,30	3,52	735	4151	3756	3,35
								2,371						79,59	2,73			4013	3,73
II A	6,63	6,0	5,660	1262,0	1266,0	732,4	533,6	2,361	2,419	13,06	84,05	2,83	15,95	81,88	2,40	670	3784	3405	3,90
B	6,51	6,0	5,660	1259,0	1264,2	735,5	528,7	2,381	2,419	13,17	84,73	2,07	15,21	86,53	1,57	670	3784	3519	3,25
								2,371						84,23	1,99			3462	3,57
II A	6,61	6,5	6,103	1267,0	1271,5	742,7	528,8	2,396	2,402	14,46	84,83	0,15	15,11	99,00	0,25	730	4123	3731	3,75
B	6,63	6,5	6,103	1241,5	1247,5	711,5	536,0	2,316	2,402	13,82	82,04	4,12	17,94	77,03	3,58	705	3982	3584	4,65
								2,356						88,01	1,92			3657	4,20

t = tebal benda uji

a = 1 aspal terhadap batuan.

b = 1 aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam.

d = berat dalam keadaan SSD. (gr).

e = berat didalam air (gr)

f = Vol(isi) = d - e.

g = Berat isi sample = $\frac{c}{f}$

h = B.J. maksimum (teoritis).

$$\left\{ 100 : \left(\frac{1 \text{ aspal}}{B.J. \text{ aspal}} + \frac{1 \text{ aspal}}{B.J. \text{ aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times q}{B.J. \text{ aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times q}{B.J. \text{ agregat}}$$

$$k = (100 - i - j) \text{ jumlah kandungan rongga.}$$

$$l = (100 - j) \text{ rongga terhadap agregat.}$$

$$m = (100 \times \frac{i}{j}) \text{ rongga yg terisi aspal (VFWR).}$$

$$n = (100 - 100 \cdot \frac{g}{h}) \text{ rongga terhadap camp (VITM).}$$

$$o = \text{pembacaan arloji (stabilitas).}$$

$$p = o \times \text{kalibrasi proving ring.}$$

$$q = p \times \text{koreksi tebal sample (STABILITAS).}$$

r = FLOW (kelelahan plastis).

-- Suhu pencampuran : + 160

-- Suhu pemadatan : + 160

-- Suhu waterbath : 1

-- B.J. Aspal : 2

-- B.J. Agregat : 2

-- Tanda tangan

