TUGAS AKHIR

NILAI DAYA DUKUNG TANAH (DDT) BERDASARKAN NILAI CBR SUBGRADE JALAN (TANAH BERBUTIR HALUS) YANG DISTABILISASI DENGAN PASIR DAN KAPUR



Disusun Oleh :

Nama : ARIEF RAHMAN
No.Mhs : 01 511 194

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008

TUGAS AKHIR

NILAI DAYA DUKUNG TANAH (DDT) BERDASARKAN NILAI CBR SUBGRADE JALAN (TANAH BERBUTIR HALUS) YANG DISTABILISASI DENGAN PASIR DAN KAPUR

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun Oleh :

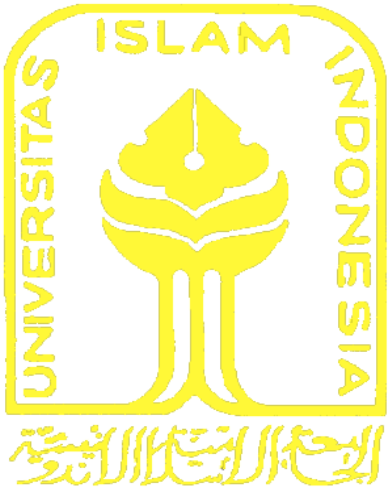
ARIEF RAHMAN
01 511 194

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008

LEMBAR PENGESAHAN

NILAI DAYA DUKUNG TANAH (DDT) BERDASARKAN NILAI CBR SUBGRADE JALAN (TANAH BERBUTIR HALUS) YANG DISTABILISASI DENGAN PASIR DAN KAPUR

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

Arief Rahman
01 511 194

Mengetahui :
Kepala Jurusan

Ir. H. Faisol, AM, MS
Tanggal :

Disetujui :
Dosen Pembimbing

DR. Ir. H, Edy Purwanto, CES. DEA
Tanggal :

MOTTO

Ma'rifat adalah modalku
Alquran n Hadist adalah sumber agamaku
Rindu adalah kendaraanku
Zikir adalah kawanku

Keteguhan adalah tabunganku
Duka adalah sahabatku
Ilmu adalah senjataku
Ketabahan adalah jubahku

Hijau dan hitam adalah pakianku
Ikhlas adalah kerelaanku
Kejujuran adalah jalanku
Ketaatan adalah ukuranku
Jihad adalah perangku
Shalat adalah hiburanku

" HIDUP ADALAH SEBUAH PERJUANGAN TANPA BATAS "

PERSEMBAHAN UNTUKMU

Sesuatu hal yang membuat sejatinya manusia berarti adalah memiliki sebuah rasa, dengan melibatkan semua aspek baik emosi dalam jiwa dan membuat hidup dalam kondisi benar – benar hidup serta terasa berarti untuk dimiliki dan dirasakan. Setidaknya begitulah apa yang dikatakan oleh setiap orang yang ada di muka bumi ini.

Haruskan aku mencari rasa seperti orang – orang disana, itu pikirku. Aku mau hidup dalam arti yang sesunguhnya, punya rasa ... punya cita ... punya cinta yang dapat mengiringi sebuah perjalanan panjang kehidupan. Ku mulai menapakkan kaki satu demi satu untuk melangkah mencari rasa, mulai dari lorong – lorong emperan pasar sampai emperan terminal tempat lalu lalang orang ber aktivitas mencari sebuah makna kehidupan. Dari pasar kutelusuri toko – toko yang menjual beraneka ragam kebutuhan manusia baik dari kalangan bawah sampai kalangan atas, begitu juga di terminal kutemui berbagai macam jenis bus dari kelas ekonomi sampai kelas eksekutif dengan berbagai tujuan.

Kuberanikan diri untuk bertanya pada suatu toko yang aku lewati . ” Bu, kupangil nama penjual, apakah teteh menjual Rasa? tanyaku ” Oh, Rasa apa ? melon, jeruk, stroberry, jambu monyet, sirsak, nangka ” sahut Ibu pemilik toko itu, ” yang Rasanya macem – macem juga ada, manis asam asin – Rame Rasanya –” sambung teteh sambil mengikuti lagu jingle iklan permen Nano – Nano. ” Bukan – bukan Rasa itu yang saya maksud tapi Rasa yang bisa menjadikan manusia sebagai manusia yang sejati, ada tidak Bu ?”...* Ha Rasa apa tuh ? dimana ya tu produksinya , baru denger saya seumur hidup di dunia”. Ibu itu malah terheran 180^{0}. Lalu, ku pulang meningalkan pasar itu dengan raup wajah yang muram seolah tak punya tujuan, sebelum sampai di kost terpikir di

benak untuk mencoba mencari Rasa lagi, siapa tahu yang ini bisa menjawab pertanyaan yang aku sendiri tidak tahu kapan berakhir. ” Ku parkir motor ku pas didepan tempat dimana ku akan bertanya mengenai Rasa itu”. ” Burjo, orang jogja menyebutnya; nama yang tidak asing lagi bagi mahasiswa sekelas rendahan seperti diriku dan yang lainya ”. ” Aa , sapa ku kepada orang yang berdiri dibelakang meja; terdengar saut ” Iya mau pesen apa , ” Disini jual Rasa ga’ Aa.. , lirihku berucap ”, dari raut wajahnya terheran dan langsung menyaut , ” Rasa bawang ayam ato kare ayam pedas ”. Lagi lagi aku berkata bukan – bukan itu yang aku maksud, tapi Rasa yang menawarkan sebuah kehidupan yang sejati * lagi – lagi jawaban yang tidak aku inginkan kudapatkan dari pertanyaan yang ku ajukan. Kalau Rasa itu ma Aa’ ma ga’ punya... Coba cari aja pabrik di Jakarta sana siapa tau ada ... Jawaban yang polos dari Aa’ , Ya udah Aa’ aku pesen intel goreng aja ; .. tapi ga’ pake lama yaa... canda ku. Ku rebahkan tubuhku di kursi , ” lalu ku berfikir oleh jawaban Aa’ tadi mengenai sebuah pabrik... emang ada ya pabrik yang membuat Rasa, hee candaku dalam pikiran.

Pabrik?, ya pabrik mengapa tak berfikir sampai kesana, semua produk yang ada di muka bumi ini pasti ada produsenya dan konsumenya.

Namun ku tetap bertekad untuk mencari pabrik pembuat Rasa itu, ku cari dan terus kan ku cari tapi juga ga’ ada tuh dmana pabriknya berada. Di cibinong ada pabrik semen, di Riau ada pabrik minyak, di Bandung ada pabrik sepatu, di Jogja ada banyak pabrik pembuat Mall. Pabrik Rasa belum juga aku temukan sampai saat ini.

Lagi ku telusuri dan ku ku cari rasa itu, dari pojok kota satu ke kota lainya, emperan toko malioboro, ke tempat – tempat rekreasi, sampai ringroad yang mengelilingi Jogjakarta, dimana – mana tidak juga Rasa itu ku temukan. Lelah ku carai Rasa yang misterius , tidak aku undang, putus

asa perlahan datang lalu ku pukul ia sampai babak belur, pergilah ia dan semangat pun datang tanpa basa – basi, kusambut semangat dengan hangat, Aku harus menemukan Rasa itu , aku ingin jadi manusia seutuhnya, itu tekadku. Semangat turut menyertai.

Dalam keputus asaanku dan dengan semangat yang menguatkan tuk mencari rasa ketenangan jiwa,dengan kesabaran dan diiringi do'a ada sebuah titik harapan yang mencoba menghibur mengusir rasa galau yang selama ini menghantui disetiap malamku. Tak disangka dan tak diduga muncul sebuah sosok wajah dan ejaan kata yang mulai menuhi pikiran, yang selalu muncul dalam mimpi – mimpi yang selalu mewarnai diketiduran dalam kelelahanku. Kemudia mulai kuraba – raba melalui kesendirianku dalam keheningan mungkinkah ini sebuah jawaban atas pertanyaan dan pencarianku selama ini yang ku lakukan... Tapi bisikan mengatakan terus berderu ..bukan – bukan itu hanyalah khayalan...dilain waktu bisikan mulai terdengar "Dia adalah putri salju yang dikirimkan untuk menemanimu dalam menemukan sebuah jawaban yang selama ini kamu cari " ...

Hati ini memang aneh ga bisa ditebak kemana arah perjalanan dan kemana ditambatkan rasa ini,.. Namun tiba2 ada sebuah keyakinan yang mendalam bahwa putri salju itu memang jadi jawaban atas pencarian ku selama ini...

Akankah ini jadi impian atau hanya kenangan...

Kan ku simpan ditempat yang teduh sebuah nama dan wajah itu sampai ku temukan di mana tempatnya rasa ini berlabuh..

Sampaikah ku dalam pencarianku ... dan apakah rasa itu menjadi milikku seutuhnya.... ***To be Continue..***

Wassalam...

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"***Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) Berdasarkan Nilai CBR Subgrade Jalan (Tanah Berbutir Halus) Yang Distabilisasi Dengan Pasir Dan Kapur***"**. Shalawat dan salam semoga senantiasa ditetapkan atas Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabat dan seluruh pengikut setianya sampai akhir zaman. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program S1 Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada segenap pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, pengarahan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu kepada yth :

1. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir**.** H. Faisol AM, MS **s**elaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

3. Bapak Dr. Ir. H, Edy Purwanto, CES. DEA selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
6. Bapak Sugiyana selaku Karyawan Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia,
7. Kedua Orang Tua beserta keluarga tercinta atas curahan kasih sayang dan dukungan moril maupun materil,
8. Spesial thank to Be atas support dan spiritnya, Upick, Oddon, Kandar, Rosah, Bang Jhon, Dwi, Doyog, Gungun, Dana, Ririe I Luv U guys,
9. Teman-teman mahasiswa yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan dan membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
10. Semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan ketidaksempurnaan, baik dari segi materi maupun bahasa, sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik dan saran membangun dari semua pihak sangat penyusun harapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penyusun mohon maaf dengan segala ketulusan hati bila dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat kekhilafan, semoga Allah SWT selalu

melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua dan semoga segala sesuatu yang telah di perbuat akan menjadi bekal yang berguna, bermanfaat, serta mendapat Ridho Allah SWT. Amien.

Alhamdulillahirobbil'alamin.

Wa`alaikumsalam Wr. Wb

Yogyakarta, Maret 2008

Penyusun

ABSTRAKSI

Tanah berbutir halus, lanau dan lempung, merupakan tanah yang mempunyai kapasitas dukung tanah yang relatif rendah. Pada jenis tanah ini akan sulit dibangun suatu konstruksi perkerasan tanpa memperbaiki kondisi tanahnya. Salah satu alternatif yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan berbagai macam stabilisator, sehingga sifat plastisitas tanah dasarnya dapat menurun, dan dapat mencapai kapasitas dukung tanah maksimum.

Persoalan ini mendorong penyusun untuk mengadakan penelitian dengan tujuan untuk memperbaiki parameter geser tanah berbutir halus. Perbaikan parameter geser tanah berbutir halus dilakukan dengan penambahan bahan aditif pasir dan kapur dengan penambahkan campuran pasir dan kapur pada tanah berbutir halus dengan variasi campuran pasir adalah 10%, 20% dan campuran kapur adalah 5%, 10% dengan uji laboratorium yang dilakukan adalah uji Tekan Bebas (*Unconfined Compresion Strength*), dan uji CBR (*California Bearing Ratio).*

Pada pengujian CBR, tanah asli dengan nilai CBR 3,83%, maka DDT (daya dukung tanah) adalah 4,15 kg/cm2. Dengan tanah asli ditambah pasir 10% dan 20% mampu memberikan peningkatan nilai CBR sebesar 268%, pada pencampuran tanah asli dengan kapur 5% dan 10% terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 1180%. Pada pengujian Kuat Tekan Bebas, pada campuran tanah asli dengan pasir 10% dan 20% mampu memberikan peningkatan nilai kuat tekan bebas.

Kata Kunci : Daya Dukung Tanah, Tanah berbutir halus, Pasir dan Kapur.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ……i
HALAMAN PENGESAHAN ……..ii
MOTTO.....iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....iv
KATA PENGANTAR ……vii
ABSTRAKSI……...…....x
DAFTAR ISI ……...xi
DAFTAR GAMBAR ……..xv
DAFTAR TABEL ……...xviii
DAFTAR NOTASI …….....xx
DAFTAR LAMPIRAN ……xxii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
Penelitian Yang Berhubungan Dengan Tanah Berbutir Halus, Pasir, dan Kapur 6

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Tanah 15

3.2 Tanah Berbutir Halus 16

3.2.1 Batas Konsistensi Tanah.....21

a. Batas Cair (*Liquit Limit*).....21

b. Batas Plastis (*Platic Limit*).....21

c. Batas Susut (*Shrinkage Limit*).....22

d. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*).....22

e. *Specific gravity*.....23

3.3 Sistem Klasifikasi Tanah 24

3.3.1 Sistem Klasifikasi USCS 24

3.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO 25

3.3.3 Sistem Klasifikasi *Unified* 28

3.4 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proktor Standart*).....29

3.5 Penentuan Kadar Air Optimum 31

3.6 Pengujian CBR Laboratorium.....32

3.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas.....33

3.8 Stabilisasi Tanah.....34

3.8.1 Stabilisasi Mekanik.....36

3.8.2 Stabilisasi Kimiawi.....36

3.9 Pasir.....37

3.9.1 Pengertian Pasir 37

3.9.2 Karakteristik Pasir.....37

3.10 Kapur.....38

3.11 Prinsip Umum Perkerasan.....39

3.11.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*).....40

3.11.2 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*).....41

3.11.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*).....41

3.11.4 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*).....42

3.12 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT).....45

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian..... 47

4.2 Data Yang Diperlukan.. 48

4.3 Uji Yang Dilaksanakan dan Variasi Sampel.....48

BAB V HASIL PENELITIAN

5.1 Sifat Tanah Pasir Krasak.....53

5.1.1 Sifat Fisik Tanah Pasir Krasak….....53

5.1.2 Hasil Uji Distribusi Butiran Tanah Pasir Krasak……53

5.2 Sifat Fisik Kapur Wonosari…….55

5.3 Sifat Tanah Godean 55

5.3.1 Sifat Fisik Tanah Godean……55

5.3.2 Hasil Uji Distribusi Butiran dan Uji Hidrometer…….55

5.3.3 Sifat Mekanik Tanah……....59

a. Hasil Uji Pemadatan (*Proctor Standard*).....60

b. Hasil Uji CBR Laboratorium.....61

c. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas.....66

5.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT).....71

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Sifat – Sifat Tanah Asli.....74

6.1.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....74

6.1.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified System*.....75

6.1.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....75

6.2 Pengujian CBR Laboratorium.....78

6.3 Pengujian Kuat Tekan Bebas.....82

6.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT).....88

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 91

7.2 Saran 92

DAFTAR PUSTAKA 93

LAMPIRAN 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Batas Konsistensi Tanah 21
Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah.....23
Gambar 3.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....25
Gambar 3.4 Nilai – nilai batas Atterberg 26
Gambar 3.5 Grafik plastisitas: *Sistem unified*.....29
Gambar 3.6 Hubungan Antara Kadar Air dan Berat Volume Tanah 31
Gambar 3.7 Grafik Korelasi DDT dan CBR..... 45
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian 52
Gambar 5.1 Grafik Analisis Butiran Tanah Pasir……54
Gambar 5.2 Grafik Analisis Butiran Sampel 1……56
Gambar 5.3 Grafik Analisis Butiran Sampel 2……57
Gambar 5.4 Grafik Analisis Butiran Sampel 3 ……..……58
Gambar 5.5 Kurva Hubungan antara Berat Volume Kering Dan Kadar Air 60
Gambar 5.6 Uji CBR tanah asli.....62
Gambar 5.7 Uji CBR tanah asli + pasir 10%.....63
Gambar 5.8 Uji CBR tanah asli + pasir 20%.....63
Gambar 5.9 Uji CBR tanah asli + pasir 10% + kapur 5%..... 64
Gambar 5.10 Uji CBR tanah asli + pasir 10% + kapur 10%..... 64
Gambar 5.11 Uji CBR tanah asli + pasir 20% + kapur 5%..... 65
Gambar 5.12 Uji CBR tanah asli + pasir 20% + kapur 10%..... 65
Gambar 5.13 Uji UCS tanah asli.....67
Gambar 5.14 Uji UCS tanah asli + pasir 10%.....67
Gambar 5.15 Uji UCS tanah asli + pasir 20%.....68
Gambar 5.16 Uji UCS tanah asli + pasir 10% + kapur 5%.....68
Gambar 5.17 Uji UCS tanah asli + pasir 10% + kapur 10%.....69

Gambar 5.18 Uji UCS tanah asli + pasir 20% + kapur 5%.....69
Gambar 5.19 Uji UCS tanah asli + pasir 20% + kapur 10%.....70
Gambar 5.20 Grafik Korelasi DDT dan CBR.....71
Gambar 6.1 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah USCS 74
Gambar 6.2 Grafik plastisitas: *Sistem unified*.....75
Gambar 6.3 Rentang (*range*) dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A- 6, dan A-7.....76
Gambar 6.4 Kurva Hubungan antara Penetrasi Dan Beban.....79
Gambar 6.5 Perbandingan Nilai CBR Langsung dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.....79
Gambar 6.6 Perbandingan Nilai CBR Pemeraman 4 hari dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.....81
Gambar 6.7 Perbandingan Nilai CBR Pemeraman 4 hari dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 20% + Variasi Kapur 5% dan 10%.....81
Gambar 6.8 Kurva Hubungan antara *Strain* Dan *Stress*.....83
Gambar 6.9 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.....84
Gambar 6.10 Perbandingan Nilai Kohesi UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.....84
Gambar 6.11 Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.....85

Gambar 6.12 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.....86
Gambar 6.13 Perbandingan Nilai Kohesi Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.....86
Gambar 6.14 Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.....87

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Potensi Pengembangan	20
Tabel 3.2	Potensi Pengembangan	20
Tabel 3.3	Nilai indeks plastisitas dan macam tanah	22
Tabel 3.4	Berat jenis tanah	23
Tabel 3.5	Klasifikasi AASHTO untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya	27
Tabel 4.1	Sampel Tanah Berbutir Halus	49
Tabel 4.2	Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir	49
Tabel 4.3	Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir	50
Tabel 4.4	Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir + Kapur	50
Tabel 4.5	Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir + Kapur	51
Tabel 5.1	Hasil Uji Analisis Distribusi Butiran Tanah Pasir	54
Tabel 5.2	Hasil Uji Hidrometer Sampel 1	56
Tabel 5.3	Hasil Uji Hidrometer Sampel 2	57
Tabel 5.4	Hasil Uji Hidrometer Sampel 3	58
Tabel 5.5	Persentase Analisis Distribusi Butiran Tanah Berbutir Halus	58
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah	59
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Pemadatan Proctor Standar sampel	60
Tabel 5.8	Hasil Pengujian *Proctor Standart*	61
Tabel 5.9	Hasil Pengujian CBR Langsung dan CBR Rendaman	66
Tabel 5.10	Hasil Pengujian CBR Pemeraman dan CBR Rendaman	66
Tabel 5.11	Hasil Pengujian UCS Langsung dan UCS Rendaman	70
Tabel 5.12	Hasil Pengujian UCS Pemeraman dan UCS Rendaman	71
Tabel 5.13	Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Langsung) Tanah Campuran Pasir	72
Tabel 5.14	Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Rendaman) Tanah Campuran Pasir	72

Tabel 5.15 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Rendaman) Tanah Campuran Pasir dan Kapur.....72
Tabel 5.16 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Pemeraman) Tanah Campuran Pasir dan Kapur.....73
Tabel 6.1 Klasifikasi AASHTO untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya 77
Tabel 6.2 Hasil Uji CBR, nilai DDT dan Pengembangan.....89
Tabel 6.2 Hasil Uji Tekan Bebas…….90

DAFTAR NOTASI

Huruf Inggris			**Satuan**
c	=	Kohesi	kg/cm^2
C	=	Simbol lempung anorganik	
e	=	Angka Pori	%
G	=	Simbol Tanah Berkerikil	
Gs	=	Specific Gravity	
LI	=	Indeks kecairan	%
LL	=	Batas cair	%
n	=	Porositas	%
O	=	Simbol lanau organik	
P	=	Simbol tanah bergradasi buruk	
IP	=	Indeks plastissitas	%
PL	=	Batas plastis	%
qu	=	Kapasitas dukung ultimit	t/m^2
S	=	Simbol tanah berpasir	
SL	=	Batas susut tanah	
S_r	=	Derajat kejenuhan	%
V	=	Volume	cm^3
Va	=	Volume udara	cm^3
V_0	=	Volume benda uji kering	cm^3
Vs	=	Volume butiran	cm^3
Vv	=	Volume pori	cm^3
Vw	=	Volume air	cm^3
W	=	Simbol tanah bergradasi baik	
Wk	=	Berat tanah kering.	gr
w_L	=	Kadar air lapangan	%
W_0	=	Berat benda uji kering.	gr

Wp	=	Berat tanah basah kondisi plastis	gr
Ws	=	Berat butiran padat	gr
Ww	=	Berat air	gr
w_{opt}	=	Kadar air optimum	%

Huruf Yunani			**Satuan**
γb	=	Berat volume tanah basah	gr/cm^3
γd	=	Berat volume tanah kering	gr/cm^3
γ_{sat}	=	Berat volume tanah jenuh	gr/cm^3
σ	=	Tegangan normal pada bidang keruntuhan	kg/cm^2
τ	=	Tegangan geser tanah	kg/cm^2
φ	=	Sudut geser tanah	(^{o})

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah

Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Tanah

Lampiran 3 Pengujian Pemadatan (Proctor)

Lampiran 4 Pengujian Batas Susut

Lampiran 5 Pengujian Batas Cair

Lampiran 6 Analisis Saringan dan Hidrometer

Lampiran 7 Data Pengujian CBR Laboratorium

Lampiran 8 Data Pengujian Kuat Tekan Bebas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perencanaan suatu konstruksi baik itu adalah bangunan gedung, bangunan irigasi, bendungan, tanggul untuk sungai, jalan raya serta jalan kereta api perlu ditinjau kondisi tanah pada bangunan-bangunan konstruksi tersebut. Karena tanah merupakan bagian terpenting dari suatu konstruksi dimana tanah tersebut harus mampu mendukung bangunan konstruksi diatasnya.

Jalan merupakan suatu prasarana dibidang angkutan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Karenanya secara tidak langsung jalan dapat dijadikan sebagai ukuran dari kemajuan suatu wilayah dimana jalan tersebut berada serta keadaan masyarakat.

Peningkatan taraf kehidupan masyarakat sangat berpengaruh terhadap peningkatan aktifitasnya, akibat dari itu kebutuhan akan jalan sebagai prasarana angkutan juga cenderung akan meningkat dan hal ini merupakan suatu tantangan bagi kita semua untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut baik bagi segi kuantitatif maupun dari segi kualitasnya.

Dari segi kuantitas jelas kita harus dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas akan jalan misalnya dengan menambah panjang jalan yang ada, sedangkan dari segi

kualitas seringkali kita menghadapi kenyataan-kenyataan dimana pekerjaan jalan mengalami kehancuran atau kerusakan sebelum masa pelayanan berakhir.

Sebagai sarana vital bagi transportasi, jalan raya memerlukan gagasan bagi peningkatan mutu serta tingkat pelayanannya, selain itu dibutuhkan hal-hal baru dalam rangka meningkatkan efisiensi maupun efektifitas pada saat pelaksanaan perkerasan jalan tersebut.

Dewasa ini, dalam kenyataannya pembangunan jalan raya dihadapkan pada banyak tantangan. Selain kendala terhadap kebutuhan yang terus meningkat juga masalah dana yang sangat terbatas, dengan adanya hal tersebut, maka perlu adanya pemikiran untuk mendapatkan suatu hasil yang optimal.

Di tanah air kita ini relatif banyak dijumpai tanah yang kurang baik daya dukungnya, seperti tanah lanau dan lempung. Pada jenis tanah ini akan sulit dibangun suatu konstruksi perkerasan tanpa memperbaiki kondisi tanahnya. Salah satu alternatif yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan berbagai macam stabilisator, sehingga sifat plastisitas tanah dasarnya dapat menurun.

Tanah lempung memiliki sifat kembang susut yang cukup tinggi, ketika kondisinya basah maka tanah lempung akan mengembang dan begitu sebaliknya ketika kondisinya kering akan mengalami penyusutan. Tanah dengan plastisitas tinggi yang dipakai pada bangunan-bangunan tanah akan mengalami kerusakan-kerusakan, yaitu misalnya: cepat rusaknya perkerasan jalan, retak pada bangunan, pecahnya pipa didalam tanah, dan lain sebagainya.

Salah satu alternatif yang akan di coba adalah stabilitas tanah dengan menggunakan pasir dan kapur pada subgrade jalan raya. Alternatif ini diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah yang timbul pada perkerasan jalan dengan subgrade yang mempunyai sifat plastisitas seperti pada tanah lempung.

Untuk itu di coba mengangkat topik dalam tugas akhir ini dengan judul *"Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) Berdasarkan Nilai CBR Subgrade Jalan (Tanah Berbutir Halus) Yang Distabilisasi Dengan Pasir Dan Kapur"*.

1.2 Rumusan Masalah

Konstruksi jalan raya yang banyak dibangun di Indonesia seringkali mengalami benyak masalah pada lahan yang berkarakteristik lunak maupun tanah gambut.

Seberapa besar penggunaan campuran pasir dan kapur untuk perencanaan ketebalan perkerasan jalan raya, dan mengatasi permasalahan atau kerusakan jalan diatas tanah lunak.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut ini :

1. Mengetahui klasifikasi tanah berdasarkan sifat fisik dan mekanis dari tanah.
2. Mengetahui Daya Dukung Tanah asli berdasrkan nilai CBR Laboratorium.
3. Mengetahui kapasitas dukung tanah maksimum yang dicampur dengan variasi pasir sebesar (10% dan 20%) dan variasi kapur sebesar (5% dan 10%) terhadap

berat kering tanah yang diindikasikan dengan pengujian CBR dan uji Tekan Bebas.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan pemahaman dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan masalah, antara lain :

1. Tanah dalam kondisi basah diambil dari daerah Godean, Yogyakarta,
2. Tanah pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pasir yang berasal dari sungai Krasak, Yogyakarta. Pasir untuk sampel ini lolos pada saringan No. 4,
3. Bahan stabilisator yang digunakan adalah kapur jenis padam yang berasal dari Wonosari,
4. Penambahan variasi pasir terhadap berat kering tanah berbutir halus adalah 10% dan 20%,
5. Penambahan variasi kapur terhadap berat kering tanah campuran dengan menggunakan kadar kapur 5% dan 10% dengan waktu pemeraman 4 hari dan perendaman 4 hari,
6. Pembuatan sampel dengan metode pencampuran dalam keadaan kering *(dry mixing)*,
7. Pengujian hanya dilakukan terhadap kekuatan campuran secara mekanik diantaranya adalah pengujian CBR dan pengujian Kuat tekan Bebas,
8. Tanah yang digunakan adalah jenis tanah terusik *(disturbed)*,

9. Penelitian hanya terbatas pada sifat-sifat fisik dan mekanis tanah, tidak menganalisis unsur kimia tanah dengan variasi campuran kapur yang ditambah pasir,
10. Pengujian dilakukan dengan alat uji CBR Laboratorium.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kenaikan kuat geser tanah dan nilai CBR tanah setelah distabilisasi dengan variasi pasir dan kapur.
2. Diharapkan dapat menambah pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca mengenai stabilisasi tanah menggunakan variasi pasir dan kapur.
3. Dapat dipakai sebagai acuan untuk perencanaan stabilisasi tanah dasar pada jalan raya.
4. Dapat dipakai sebagai acuan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eka Warni Riyadi dan Buari Siswanto, 2002, **Pengaruh penambahan pasir dan kapur untuk stabilisasi tanah lempung sebagai subgrade jalan raya,** TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

1. Rumusan Masalah

Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia dilapangan dan jika tanah tersebut dapat digunakan maka pelaksanaan konstruksi akan sangat ekonomis. Tetapi dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi, sering kali menghadapi beberapa kendala. Salah satu kendala yang sering terjadi adalah kondisi tanah dibeberapa daerah yang secara teknis tidak memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar sehingga daya dukung tanah yang dihasilkan sangtat rendah.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

a. Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis dari tanah lempung.
b. Mengetahui daya dukung tanah lempung yang dicampur dengan variasi pasir sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% terdapat berat kering tanah yang diindikasikan dengan pengujian CBR dan Kuat Tekan Bebas.

c. Mengetahui daya dukung tanah lempung yang dicampur pasir, distabilisasi dengan kapur variasi campuran sebesar 1%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat kering tanah yang diindikasikan denagn pengujian CBR dan Kuat Tekan Bebas.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi :

a. Persiapan Penelitian

Sampel tanah yang ada dilokasi diambil dibawa ke laboratorium berupa disturb (terganggu). Persiapan pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian Mekanika Tanah.

b. Alat dan Bahan Penelitian

1. Tanah

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Godean, Sleman, Yogyakarta.

2. Air

Air diambil dari PDAM yang ada pada laboratorium Mekanika Tanah FTSP, Unversitas Islam Indonesia.

c. Pengujian yang Dilakukan

1. CBR

2. Kuat Tekan Bebas

4. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap tanah lempung Godean maka diperoleh hasil-hasil sebagai berikut :

a. Tanah yang digunakan pada penelitian ini mempunyai Batas Cair (LL) sebesar 70.45%, Indek Plastisitas (PI) Sebesar 25.32% dan PI < LL, -30, jadi menurut AASHTO tanahnya masuk tanah lempung golongan A-7-5.

b. Berdasarkan uji CBR ynag dilakukan untuk tanah lempung yang dicampur pasir (5%, 10%, 15%, dan 20%), daya dukungnya mengalami kenaikan, bersamaan dengan bertambhnya variasi pasir. Karena pasir mempunyai kemampuan yang baik terhadap gesekan antar butiran (*Internal Friction*), sedangkan nilai *swelling* tanah lempung mengalami penurunan.

c. Berdasarkan uji CBR yang dilakukan untuk tanah lempung yang dicampur pasir (10% dan 15%) kemudian distabilisasi dengan variasi kapur (1%, 2%, 4% dan 6%), daya dukungnya mengalami kenaikan terutama pada campuran kapur 6%. Sedangkan nilai *swelling* mengalami penurunan.

2.2 Timu Suryatna dan Budi Wahyudi, 2002, **Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir putih pantai sebagai subgrade jalan raya**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

1. Rumusan Masalah

Lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Deskripsi tanah lempung dibagi

beberapa jenis yaitu lempung keras, lempung sangat kaku, lempung kaku, lempung lunak, dan lempung sangat lunak.

Dalam perencanaan konstruksi jalan raya, perlu ditinjau keadaan tanah dasar yang merupakan bagian terpenting dari suatu konstruksi jalan, karena tanah dasar inilah yang mendukung bagian dari suatu konstruksi jalan dan beban lalu lintas diatasnya.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pasir putih pantai jika digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung sebagai tanah dasar (*subgrade*), serta untuk mengetahui pengaruh variasi kadar kadar pasir putih terhadap nilai kepadatan , nilai CBR dan nilai batas-batas Atterberg.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi :

a. Persiapan Penelitian

Sampel tanah yang ada dilokasi diambil dibawa ke laboratorium berupa disturb (terganggu). Persiapan pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian Mekanika Tanah.

b. Alat dan Bahan Penelitian

1. Tanah

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Dusun Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

2. Air

Air diambil dari PDAM yang ada pada laboratorium Mekanika Tanah FTSP, Unversitas Islam Indonesia.

c. Pengujian yang Dilakukan

1. Analisis Granuler

2. Berat Jenis Tanah

3. Batas-batas Konsistensi Tanah

4. Proktor Standar

5. CBR-*California Bearing Ratio*

6. Tekan Bebas

4. Hasil Penelitian

Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Pada pengujian sifat fisik tanah, secara umum tanah lempung asal gunung kidul mengandung banyak lanau sehingga tanah tersebut termasuk tanah lanau kelempungan. Setelah dilakiukan pengujian batas-batas konsistensi, tanah lempung tersebut mengalami peniingkatan batas cair (LL), penurunan batas plastis (PL), peningkatan indek plastisitas (IP) seiring dengan penambahan kadar pasir putih.
2. Pada pengujian proctor standart terjadi peningkatan berat volume tanah kering dan penurunan kadar air optimum seiring dengan penambahan kadar pasir putih.

3. Nilai CBR mengalami peningkatan seiring peningkatan kadar pasir putih dan lama pemeraman, sedangkan pada pengujian CBR dengan rendaman mengalami penurunan, jal ini dipengaruhi oleh pengembangan tanah akibat pemeraman.
4. pengembangan yang terjadi akibat pemeraman semakin besar setelah tanah lempung dicampuri dengan pasir putih.
5. Dari semua hasil penelitian laboratorium, pasir putih pantai dapat digunakan sebagai bahan stabilisator yang baik pada tanah lempung dengan catatan tidak sering digunakan pada daerah yang sering terendam atau banjir sebab akan menurunkan nilai CBR.

2.3 Bambang Suryono dan Khomarzzam, 1995, **Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir sebagai subgrade untuk rencana tebal perkerasan lentur pada jalan kelas I,** TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

1. Rumusan Masalah

Umumnya sebagian wilayah di dunia ini diliputi oleh tanah lempung dengan pengembangan yang cukup besar (plastisitas tinggi), yaitu akan berubah volumenya (mengembang) bila bertambah (berubah) kadar airnya. Volumenya akan membesar dalam kondisi basah dan menyusut dalam kondisi kering. Sifat inilah yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi-konstruksi bangunan, tidak terkecuali pada konstruksi jalan raya.

Dalam perencanaan konstruksi jalan raya, daerah yang dilewati tidak selalu dalam kondisi tanah dasar baik daya dukungnya, untuk itu sifat tanah lempung dan besarnya daya dukung tanah harus diketahui terlebih dahulu. Pengukuran daya dukung tanah dapat dinyatakan dengan harga CBR ("*California Bearing Ratio*").

2. Tujuan Penelitian

a. Untuk mengetahui pengaruh variasi pencampuran kadar pasir pada tanah lempung "Expansive".

b. Untuk melihat pada kondisi tertentu tanah lempung tersebut dapat memenuhi syarat untuk digunakan pada penetuan tebal lapis perkerasan lentur, dipandang dari sudut ilmu mekanika tanah.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi :

a. Persiapan Penelitian

Sampel tanah yang ada dilokasi diambil dibawa ke laboratorium berupa disturb (terganggu). Persiapan pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian Mekanika Tanah.

b. Alat dan Bahan Penelitian

1. Tanah

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Kulon Progo, Jawa Tengah.

3. Pasir

2. Air

   Air diambil dari PDAM yang ada pada laboratorium Mekanika Tanah FTSP, Unversitas Islam Indonesia.

c. Pengujian yang Dilakukan

   1. Analisis Granuler
   2. Berat Jenis Tanah
   3. Batas-batas Konsistensi Tanah
   4. Proktor Standar
   5. CBR-*California Bearing Ratio*
   6. Tekan Bebas

4. Hasil Penelitian

Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Berdasrkan nilai $IP_{penelitian}$ < LL – 30 atau 23.11% < 32%. Maka tanah lempung dari Kulon Progo menurut AASHTO 1982 termasuk kelompok A - 7 - 5 atau tanah lempung yang tidak baik/buruk sebagai bahan lapis dasar (Subgrade).
2. Kekuatan tanah mengalami peningkatan dengan penambahan variasi pasir. Pada variasi pasir 10%, untuk uji pemadatan nilai berat volume tanah kering dari 1.29 kg/cm^3 menjadi 1.38 kg/cm^3. Pada uji Triaksial, nilai kohesi (C) dari dari 0.25 kg/cm^2 menjadi 0.75 kg/cm^2 dan sudut gesek dalam (ø) yaitu yang diperoleh yaitu dari 8^0 naik 10^0.

3. Nilai CBR naik setelah lempung dicampur dengan kadar pasir tertentu. Pada uji CBR tanpa rendaman dengan variasi pasir 10%,. Nilai CBR berubah dari 5.60% menjadi 10.80%. Pada uji CBR dengan rendaman selama 5 hari, nilai CBR terun dari 5% menjadi 0.32%.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, *Das B.M (1988)* mendefinisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat mineral – mineral padat yang dapat terikat secara kimia, antara satu sama lain dari bahan – bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel – partikel padat tersebut.

Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada diatasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan untuk mendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*Subgrade*).

Dalam hal ini tanah dikatakan jenuh air *(fully saturated)*. Tanah yang terdapat dibawah muka air hampir selalu dalam keadaan jenuh air. Teori-teori yang di pergunakan dalam bidang mekanika tanah ini sebagian besar dimaksudkan untuk tanah yang jenuh air.

Tanah dasar (*Subgrade*) adalah bagian terbawah suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis – lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya.

3.2 Tanah Berbutir Halus

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (*Terzaghi dan Peck, 1987*).

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak, plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

Lempung terdiri dari butir – butir yang sangat halus dan menunjukkan plastisitas dan kohesif, kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian – bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memunkinkan untuk bahan itu berubah – ubah tanpa perubahan atau kembali ke bentuk aslinya dan tanpa terjadi retakan atau terpecah – pecah.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang

dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

Sifat-sifat umum mineral lempung :

a. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. Lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation yang disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperature yang lebih tinggi dari 60º sampai 100º C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

b. Aktivitas (*A*)

Hary Christady (*2002*) merujuk pada *Skempton* (*1953*) mendefinisikan aktivitas tanah lempung sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (*IP*) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm yang dinotasikan dengan huruf *C*, disederhanakan dalam persamaan berikut:

$$A = \frac{IP}{C} \quad \text{.....(3.1)}$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung.

c. Flokulasi dan Disversi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkristal *("amophus")* maka daya negatif netto, ion-ion H^+ di dalam air, gaya Van der Waals, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk *flok ("flock")* yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepat nya dan membentuk sediment yang sangat lepas. Flokulasi larutan dapat dinetralisir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H^+), seddangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi.

Lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala *thiksotropic ("Thixopic")*, dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

d. Pengaruh zat cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada percobaan di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi.

Air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (*dipolar*).Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetrakolrida (Ccl 4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

e. Sifat Kembang Susut (*Swelling*)

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah
2. Kadar air
3. Susunan tanah
4. Konsentrasi garam dalam air pori
5. Sementasi
6. Adanya bahan organik, dll.

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang.

Tabel 3.1 menunjukan kemungkinan potensi ekspansi tanah hasil dari pengumpulan data uji pengembangan pada lempung dan tanah-tanah ekspansif oleh

Holtz (1969) dan *USBR (1974).* Sedang tabel 3.2 menunjukan hal yang sama, dari hasil pengalaman *Chen (1988)* pada era Rocky mountain.

Tabel 3.1 Potensi Pengembangan (*holzt, 1969: Gibbs,1969,USBR, 1974*)

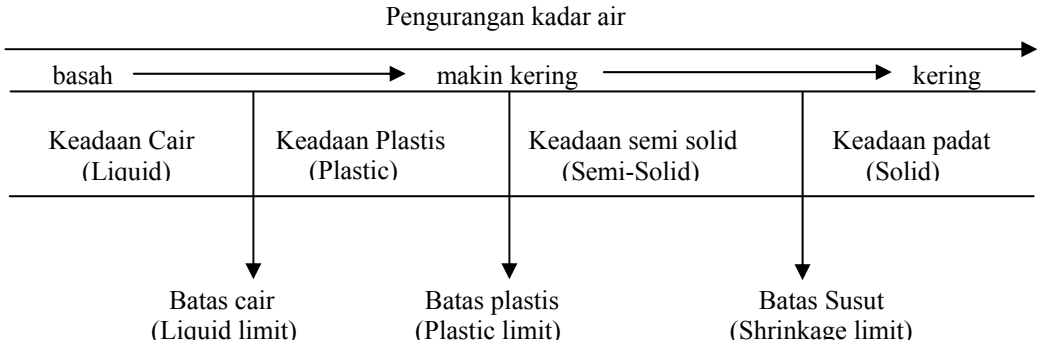
Potensi pengembangan	Pengembangan(%) (akibat tekanan 6,9Kpa)	Persen koloid (<0,001mm) (%)	Indek plastisitas PI (%)	Batas susut SL (%)	Batas cair LL (%)
Sangat tinggi	>30	>28	>35	>11	>65
Tinggi	20-30	20-31	25-41	7-12	50-63
Sedang	10-20	13-23	15-28	10-16	39-50
Rendah	<10	<15	<18	<15	39

Tabel 3.2 Potensi Pengembangan *(Chen 1988)*

Potensi pengembangan	Persen lolos saringan no.20	Batas cair LL	*N*-SPT	Kemungkinan Ekspansi (%)	Tekanan Pengembangan (Kpa)
Sangat tinggi	>95	>60	>30	>10	>1000
Tinggi	60-65	40-60	20-30	3-10	250-1000
Sedang	30-60	30-40	10-20	1-5	150-250
Rendah	<30	<30	<10	<1	<50

3.2.1. Batas Konsistensi Tanah

Atterberg (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis dan batas susut. Kedudukan batas konsistensi dari tanah kohesif disajikan dalam Gambar 3.1



Gambar 3.1 Batas konsistensi tanah

Sumber : Wesley, L.D, 1977.

a. Batas Cair (*liquid limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

b. Batas Plastis (*plastic limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-ratak ketika digulung.

c. Batas Susut (*shrinkage limit*)

Batas susut adalah kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus. Harus diketahui bahwa batas susut makin kecil maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume.

d. Indeks Plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis.

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesinya dapat dilihat pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah.

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesi
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesi sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesi
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

(Sumber : Hardiyatmo, H.C, 1955)

e. Berat spesifik (*specific gravity*)

Berat jenis tanah (*Gs*) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air (γ_w) pada temperature 4º C.

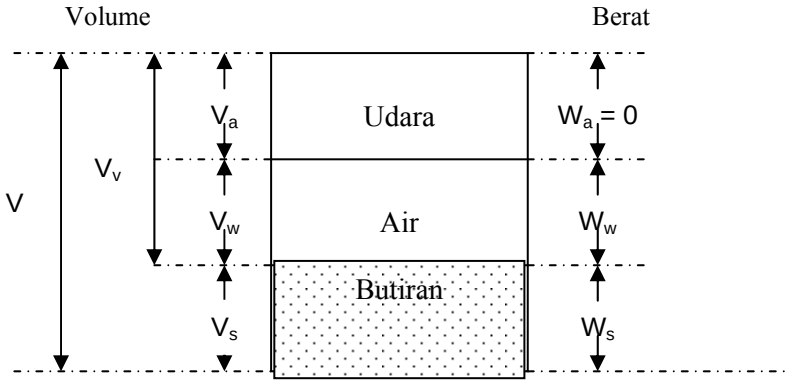
$$Gs = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s.\gamma_s} \quad \text{.....(3.2)}$$

Tabel 3.4 Berat jenis tanah

Macam Tanah	Berat Jenis (*Gs*)
Kerikil Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

(Sumber: Hary Christady Hardiyatmo, 2002)

Hubungan antara jumlah butir, air dan udara dalam tanah



Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah

Sumber : Hardiyatmo, H.C. 2002.

Keterangan :

V = Isi (*volume*) (cm^3)

Vw = Isi air (*volume of water*) (cm^3)

Vv = Isi pori/rongga (*volume of void*) (cm^3)

Vs = Isi butir-butir padat (*volume of solid*) (cm^3)

W = Berat (*weight*) (gr)

Wa = Berat udara (*weight of air*)

Ww = Berat air (*weight of water*) (gr)

Ws = Berat butir-butir padat (*weight of solid*) (gr)

Dari gambar tersebut dapat diperoleh rumus-rumus sebagai berikut :

Kadar air *(Moisture content/water content)* adalah perbandingan antara berat air dengan berat partikel padat dalam tanah, yaitu :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\ \% \quad \text{.....(3.3)}$$

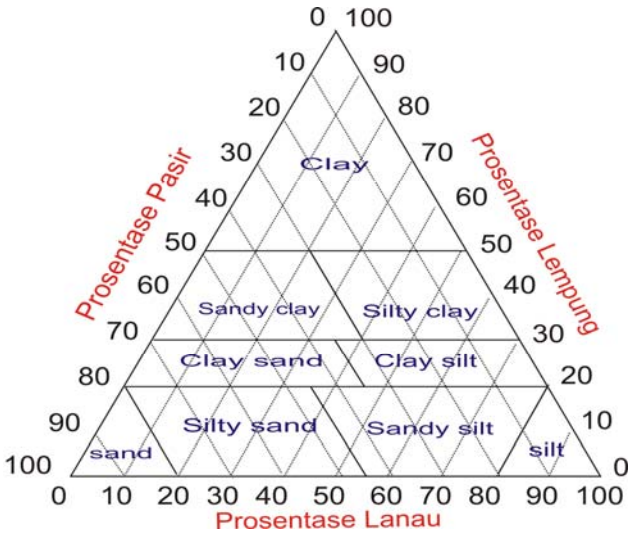
3.3 Sistem Klasifikasi Tanah

3.3.1 Sistem Klasifikasi USCS

Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Dalam klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misal lempung berpasir *(sandy clay)*, lempung berlanau *(silty clay)* dan seterusnya.

Gambar 3.2 menunjukkan system klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, system ini didasarkan pada ukuran batas dari ukuran tanah, yaitu:

1. Pasir : butiran dengan diameter 2,0 sampai 0,05 mm
2. Lanau : butiran dengan diameter 0,05 sampai 0,002 mm
3. Lempung : butiran dengan diameter lebih kecil dar 0,002 mm



Gambar 3.3 Klasifikasi Tanah USCS

3.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO yang diperlihatkan dalam tabel 3.5 dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 yang dipergunakan hingga sekarang. Sistem ini didasarkan pada kriteria berikut ini :

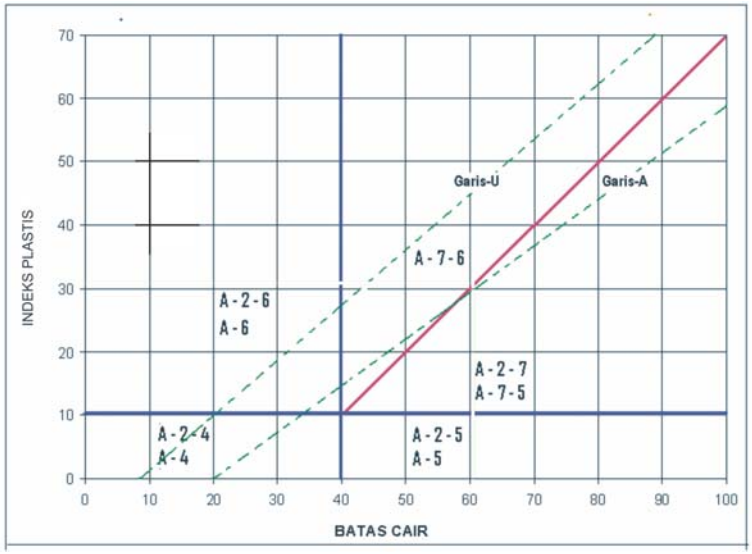
a. Ukuran butir, dibagi menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung.

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada ayakan diameter 2 mm.

Pasir : bagian tanag yang lolos ayakan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada ayakan diameter 0,0075 mm.

Lanau & Lempung : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 0,0075 mm.

b. Plastisitas, nama berlanau dipakai apabila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.



Gambar 3.4 Nilai – nilai batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7
(Sumber: *Hary Christady 1992*)

Tabel 3.5 Klasifikasi AASHTO untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya *(Braja M. Das, 1995).*

Klasifikasi umum	**material granuler**				**Tanah-tanah lanau-lempung**			
	(<35% lolos saringan no.200				**(>35% lolos saringan no.200**			
klasifikasi kelompok	A-1	A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a-A-1-b		A-2-4 A-2-5	A-2-6 A-2-7				
Analisis saringan (% lolos)								
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks 50 maks	51 maks	-	-	51 min	51 min	51 min	51 min
0,075 mm (no.200)	15 maks 25 maks	10 maks	35 maks 35 maks	35 maks 35 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Sifat fraksi lolos saringan no.40								
Batas Cair (LL)	-	-	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis(PI)	6 maks	np	10 maks 10 maks	11 min 11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	**0**	**0**	**0**	**4 maks**	**8 maks**	**12 maks**	**16 maks**	**20 maks**
Tipe material yang pokok pada umumnya	pecahan batu kerikil dan pasir	pasir	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir		tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum Sebagai tanah dasar	sangat baik sampai baik				sedang sampai buruk			

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL>30 klasifikasinya A-7-5

Untuk PL<30 klasifikasinya A-7-6

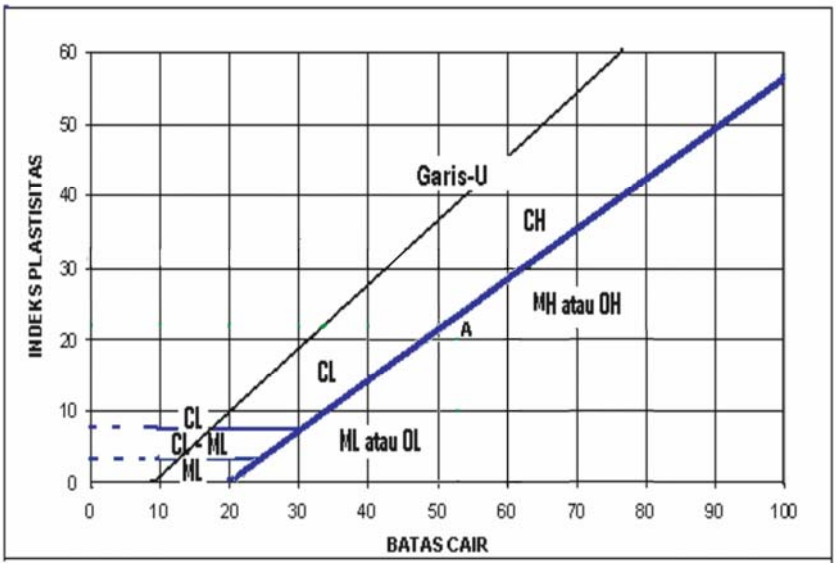
np = non plastis

c. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan – batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

3.3.3 Sistem Klasifikasi *Unified*

Sistem ini diperkenalkan oleh *Cassagrande* pada tahun 1942, kemudian disempurnakan lagi tahun 1952 atas kerjasama *Unified States Bureau of Reclamation.* Saat ini sistem *USCS* banyak dipakai oleh para ahli Rekayasa Teknik Sipil. Sistem *Unified* membagi tanah dalam 2 kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus.

a. Tanah berbutir kasar (*coarse grained – soil),* yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah G (untuk tanah berkerikil) dan S (untuk tanah berpasir). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (untuk tanah bergradasi baik) dan P (untuk tanah bergradasi buruk).
b. Tanah berbutir halus (fine – grained – soil), yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contoh tanahnya lolos dari saringan No.200, simbol kelompok ini adalah C (untuk lempung anorganik, clay) dan O (untuk lanau organik), Plastisitas dinyatakan dalam L (plastisitas rendah) dan H (plastisitas tinggi).



(Sumber: *Braja M. Das 1988*)

Gambar 3.5 Grafik plastisitas: *Sistem unified*.

3.4 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proktor Standart*)

Pemadatan adalah suatu proses memadatnya partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. Kepadatan tanah tergantung banyaknya kadar air, jika kadar air tanah sedikit maka tanah akan keras begitu pula sebaliknya bila kadar air banyak maka tanah akan menjadi lunak atau cair. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih tinggi daripada kadar air optimumnya akan memberikan pengaruh terhadap sifat tanah.

Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah, yang akan memberikan keuntungan yaitu :

a. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.

b. Bertambahnya kekuatan tanah.

c. Memperkecilkan pemampatannya dan daya rembes airnya.

d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air

(*Hardiyatmo, H.C., 1992, hal 53).*

Pemadatan tanah dapat dilaksanakan di lapangan maupun di laboratorium. Dilapangan biasanya tanah akan digilas dengan mesin penggilas yang didalamnya terdapat alat penggetar, getaran akan menggetarkan tanah sehingga terjadi pemadatan. Sedangkan dilaboratorium menggunakan pengujian standar yang disebut dengan uji proktor, dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa lapisan tanah di dalam sebuah mold. Dengan dilakukannya pengujian pemadatan tanah ini, maka akan terdapat hubungan antara kadar air dengan berat volume. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.

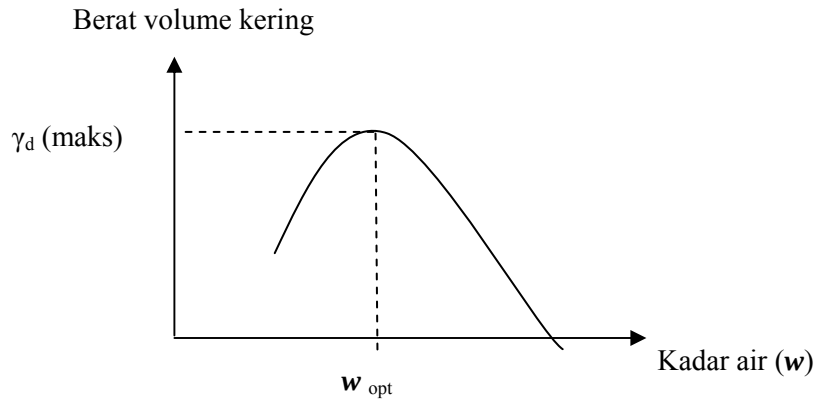
Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering (γ_d), berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dengan persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad \text{.....(3.4)}$$

Keterangan : γ_d = Berat volume kering

γ_b = Berat volume air

w = Kadar air



Gambar 3.6 Hubungan Antara kadar air dan berat volume kering tanah

3.5 Penentuan Kadar Air Optimum

Untuk mengetahui kadar air yang optimum pada tanah, maka dilakukan pengujian pemadatan proctor standar, pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah lapisan tertentu. Setiap lapisan dipadatkan dengan sejumlah tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa dan tinggi jatuh tertentu.

Apabila diketahui berat tanah basah didalam cetakan yang volumenya diketahui, maka berat isi basah dapat langsung dihitung :

γbasah adalah perbandinagn berat tanah basah dalam cetakan dengan volume cetakan, kadar air diperoleh dari tanah yang dipadatkan, maka berat isi kering adalah:

$$\gamma\text{kering} = \frac{\gamma basah}{1+w} \quad \text{.....(3.5)}$$

Kadar air yang memberikan berat unit kering yang maksimal disebut kadar air optimum (*Dunn dkk, 1980*).

3.6 Pengujian CBR Laboratorium

Sebelum proses pelaksanaan pengerjaan suatu konstruksi tanah dasar (*subgrade*) harus dipadatkan sebaik-baiknya, untuk menjadikan lebih kuat dan untuk menjamin supaya kekuatannya cukup seragam. Pemadatan tanah dasar ini harus dilakukan secara teratur, yaitu kadar airnya harus dipertahankan antara batas-batas tertentu (dekat pada optimum) dan kepadatan harus sedemikian sehingga berat isi keringnya tidak kurang dari suatu angka tertentu.

Kekuatan tanah dasar banyak tergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya semakin kecil kekuatan nilai CBR dari tanah tersebut. Walaupun demikian, tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar dipadatkan dengan kadar air rendah supaya mendapat nilai CBR yang tinggi, karena kadar air tidak tahan konstan pada nilai yang rendah itu. Untuk memperhitungkan pengaruh air terhadap kekuatan tanah, maka contoh untuk percobaan CBR sering direndam didalam air selama 4 hari sebelum dilakukan percobaan CBR. Selama masa perendaman ini contoh diberi beban berbentuk plat yang bulat pada permukaannya. Berat plat ini disesuaikan dengan tekanan yang akan bekerja pada tanah dasar dilapangan akibat berat perkerasan diatasnya.

Untuk perencanaan jalan baru, tebal perkerasan biasanya ditentukan dari nilai CBR dari tanah dasar yang dipadatkan. Nilai CBR yang digunakan untuk perencanaan ini disebut *" design CBR "*. Cara yang dipakai untuk mendapat *" design CBR "* ini ditentukan dengan perhitungan dua faktor, yaitu (*Wesley, 1977*):

1. Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu dipadatkan.
2. Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah perkerasan selesai dibuat.

Penambahan air = $5000\{\frac{100+B}{100+A}-1\}$ ………………………………………… (3.6)

Keterangan : A = kadar air mula-mula (%)
5000 = jumlah contoh (gram)
B = kadar air optimum (%)

3.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas

Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan besarnya sudut geser dalam (φ), kohesi tanah (c) dan kuat tekan tanah. Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan axial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tersebut tanah tidak ideal atau tidak mengalami keruntuhan.

Pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir keluar dari benda uji. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negatif (tegangan kapiler). Tegangan axial yang diterapkan diatas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$, maka :

$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = qu$

dengan qu adalah kuat tekan bebas *(Unconfined Compression Strenght)*. Secara teoritis nilai $\Delta\sigma_f$ pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian-pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained* dengan benda uji yang sama, dari uji tekan bebas akan didapat parameter geser φ dan c.

$$\varphi = 2(\alpha - 45^0) \quad \text{.....(3.7)}$$

$$c = \frac{qu}{2\tan\alpha} \quad \text{.....(3.8)}$$

Dimana pada undrained shear streng, nilai φ = 0. sehingga :

$$c = \frac{qu}{2\tan\alpha} = \frac{qu}{2} \quad \text{.....(3.9)}$$

Keterangan : φ = Sudut geser dalam

c = Kohesi tanah

qu = Kuat tekan tanah

3.8 Stabilisasi Tanah

Apabila suatu tanah yang terdapat dilapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah tersebut mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, ataupun mempunyai sifat-sifat lain yang tidak mendukung untuk suatu subgrade jalan atau suatu bangunan, maka tanah tersebut harua distabilisasi. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut :

a. Menambah kerapatan tanah.
b. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan/atau tahanan geser yang timbul.
c. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
d. Merendahkan muka air (drainase tanah).
e. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan berikut :

a. Secara mekanis, pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda-benda berat yang dijatuhkan, *eksplosif*, tekanan statis, *tekstur*, pembekuan, pemanasan dan lain sebagainya.
b. Penambahan bahan pencampur (*additive*), misalnya kerikil untuk tanah *kohesif*, dan pencampuran kimiawi seperti *cemen portlan*, gamping, abu batu bata, semen aspal, *sodium*, dan *kalsium klorida*, limbah-limbah pabrik kertas dan lain sebagainya.

Tanah merupakan bahan bangunan pada berbagai pekerjaan teknik sipil, sehingga memerlukan standar persyaratan tertentu. Ada tiga kemungkinan kondisi tanah yang biasa dijumpai dilapangan, yaitu :

a. Kondisi tanah dilapangan cukup baik sehingga dapat dipakai langsung.

b. Kondisi tanah dilapangan kualitasnya jelek, sehingga perlu diganti dengan tanah dari jenis lain yang lebih baik.
c. Kondisi tanah dilapangan kualitasnya jelek, namun tidak perlu diganti tetapi tanah tersebut diperbaiki sifat-sifatnya sehingga persyaratannya terpenuhi.

3.8.1 Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metoda untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan merubah struktur atau menambahkan jenis tanah lain yang tidak mempengaruhi sifat-sifat tanah itu sendiri. Cara ini dapat juga berupa pemadatan, penambahan dan penggantian dengan tanah lain, peledakan dengan alat peledak (*explosive*) dan tekanan statis.

3.8.2 Stabilisasi Kimiawi

Pencampuran tanah dengan kapur merupakan stabilisasi kimia dengan bahan *additive* tambahan dalam bentuk *kalsium oksida* dan *kalsium hidroksida* terhadap tanah. Penambahan kalsium akan mereduksi plastisitas tanah, meningkatkan kekuatan, dan mengurangi sifat *swelling* tanah. Kekuatan campuran tanah dengan kapur tergantung pada : jenis tanah, kadar kapur, jenis kapur, masa perawatan atau durabilitas (*curing time*), temperatur, kadar air, pengadukan, berat satuan pencampuran (variasi campuran) dan masa tunggu antara pengadukan hingga uji pemadatan dan uji lainnya.

3.9 Pasir

3.9.1 Pengertian Pasir

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5 mm.

Umumnya pasir yang digali dari dasar sungai cocok digunakan untuk bahan campuran (beton, subgrade, perkerasan). Pasir ini terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air kemuara sungai.

3.9.2 Karakteristik Pasir

Karakteristik kekuatan geser pasir dapat ditentukan dari hasil-hasil uji triaksial dalam kondisi terdrainasi maupun hasil pengujian geser langsung. Karakteristik pasir kering dan pasir jenuh adalah sama seperti yang dihasilkan oleh pasir jenuh dengan tekanan air pori nol.

Pada pasir rapat, sudut tahanan geser maksimum ($Ø'_{maks}$) jauh lebih besar dari sudut friksi sesungguhnya ($Ø_u$) antara permukaan masing-masing partikel dimana perbedaan tersebut menunjukan energi yang dibutuhkan untuk mengatasi keterikatan dan menyusun kembali partikel-partikel tersebut.

Pada pasir lepas, tidak ada ketentuan antara partikel yang berarti untuk diatasi, dan selisih tegangan utama makin lama makin besar sampai mencapai nilai ultimit. Nilai ultimit dari selisih tegangan utama pada dasarnya sama dengan besarnya angka pori untuk contoh-contoh tanah padat dan lepas yang

mengalami tekanan (menyeluruh) pada uji triaksial, atau yang mengalami tekanan normal yang sama pada uji geser langsung.

3.10 Kapur

Kapur (*lime*) termasuk bahan bangunan yang penting. Bahan ini dipakai sejak zaman kuno. Orang-orang Mesir kuno memakai kapur untuk memplester bangunan. Di Indonesia kapur ini juga sudah lama dipakai sebagai bahan ikat dalam pembuatan tembok, pilar dan sebagainya. Untuk bahan bangunan dapat dibagi menjadi dua macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut dapat berbentuk kapur tohor maupun kapur padam.

Pada tanah berlempung, kapur akan segera membentuk struktur tanah menjadi lebih baik, sehingga lebih mudah untuk dipadatkan. Selain itu kapur juga lebih efektif dari semen pada tanah berlempung. Pengaruh kapur pada tanah lempung akan mempunyai reaksi yang berbeda pada tanah lempung yang banyak mengandung mineral *montmorillonite* dari *kaolinite*. Pada *montmorillonite,* plastisitas akan segera berkurang dan hal tersebut tidak terjadi pada mineral *kaolinite*.

Kapur yang dapat digunakan untuk untuk stabilisasi adalah Kapur Tohor (CaO) dan Kapur Padam $Ca(OH)_3$ memulai saringan no 50 dan tidak lebih 15% lolos saringan no 75. Sedangkan syarat kimiawi adalah ditentukan berdasarkan kadar kalsium dan magnesium oksidanya. Untuk kapur Tohor *the California Division of Higway* mensyaratkan minimal 85%. Sedangkan Australia memberi batasan 95%.

3.11. Prinsip Umum Perkerasan

Secara umum perkerasan jalan harus cukup kuat untuk memenuhi dua syarat diantaranya :

a) Secara keseluruhan, perkerasan jalan harus cukup kuat untuk memikul berat kendaraan – kendaraan yang akan memakainya.
b) Permukaan jalan harus dapat menahan terhadap gaya gesekan dan keausan

Jika perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan secara menyeluruh, maka jalan tersebut akan mengalami penurunan dan pergeseran baik pada perkerasan jalan maupun pada tanah dasar. Jenis perkerasan yang di kenal sekarang adalah jenis perkerasan yang dibagi berdasarkan bahan pengikat dari konstruksi perkerasan tersebut yaitu:

a) Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan - lapisan pengikatnya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar, biasanya akibat repetisi beban pada konstruksi perkerasan lentur akan timbul lendutan pada jalur roda (*rutting*). Perubahan temperatur pada konstruksi perkerasan lentur mengakibatkan berubahnya modulus kekakuan dan timbul tegangan dalam yang kecil.
b) Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan pada tanah dasar dengan atau lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton

dan repetisi beban akan timbul retak – retak pada permukaan. Pada perkerasan kaku perubahan temperatur akan mengakibatkan timbul tegangan yang besar sedangkan modulus kekakuan tidak berubah.

c) Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa lentur diatas perkerasan kaku, atau juga sebaliknya.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan dibawahnya.

Konstruksi lapisan perkerasan tersebut terdiri dari :

3.11.1. Lapis permukaan (*Surface Course*).

Lapisan permukaan (*Surface Course*) adalah lapisan yang terletak paling atas (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai :

a. Struktural, yaitu berperan mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yag diterima oleh lapis keras.
b. Non struktural, yaitu berupa lapisan kedap air untuk mencegah masuknya air kedalam lapis perkerasan yang ada dibawahnya dan menyediakan permukaan yang tetap rata agar kendaraan berjalan dengan lancar.

3.11.2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*Base Course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai :

a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan di bawahnya,
b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah,
c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3.11.3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai :

a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda pada tanah dasar,
b. Efesiensi pengunaan material,
c. Mengurasi ketebalan lapis keras yang ada diatasnya,
d. Sebagai lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul pada pndasi,
e. Sebagai lapian pertama agar memudahkan pekerjaan selanjutnya,
f. Sebagai pemecah partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

3.11.4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*Subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau timbunan yang dipadatkan dan merupakan dasar untuk perletakan bagian lapis keras lainnya.

Persyaratan dasar dalam perencanaan tebal lapis keras adalah sebagai berikut ini , (Suprapto, 1994) :

a. Penyediaan permukaan jalan yang selalu rata dan kuat.
b. Menjamin keamanan yang tinggi untuk masa yang lama sesuai umur rencana jalan.
c. Memerlukan biaya pemeliharaan yang sekecil – kecilnya.

Kemampuan untuk memenuhi persyaratan tersebut tergantung pada hal – hal berikut ini (Suprapto, 1994) :

a. Kebutuhan dan tuntutan lalu lintas didaerahnya.
b. Keadaan tanah serta iklim disuatu daerah, dan
c. Kemampuan pendanaan untuk pelaksanaan pembangunan lapis keras.

Tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian terbawah suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis – lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya (Imam Soekoto, 1984)

Karakteristik tanah dasar (*subgrade*) akan banyak berpengaruh terhadap lapisan perkerasan diatasnya, karena itulah mempersiapkan tanah dasar (*subgrade*) merupakan suatu pekerjaan yang bersifat fundamental bagi pembuatan konstruksi jalan raya.

Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar. Dapat dimaklumi bahwa penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi tes – tes Labolarorium tidak dapat mencakup secara detail sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar tempat demi tempat tertentu sepanjang suatu bagian jalan. Koreksi – koreksi perlu dilakukan baik dalam tahap perencanaan detail maupun dalam pelaksanaan disesuaikan dengan kondisi setempat. Koreksi – koreksi semacam itu akan diberikan pada gambar rencana atau telah tersebut dalam spesifikasi pelaksanaan.

Persoalan – persoalan yang menyangkut tanah dasar pada umumnya adalah sebagai berikut:

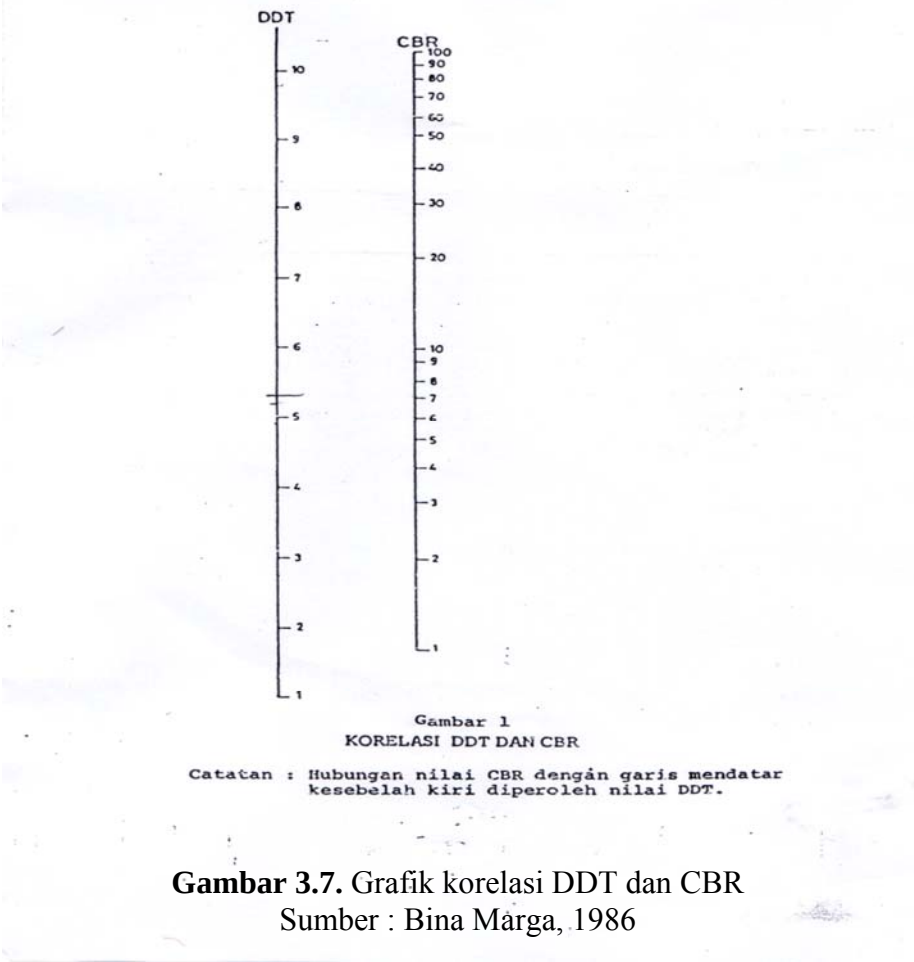
1. Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas sehubungan dengan visco elastis.
2. Sifat mengembang dari macam tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
4. Lendutan (*defleksi*) dan pengembangan kenyal yang besar selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dan macam tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya yaitu pada tanah dasar berbutir kasar (*granuler soils*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Untuk sedapat mungkin mencegah timbulnya persoalan diatas maka beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain :

1. Tanah dasar berkohesi dan dengan indek plastisitas sama atau lebih besar dari 25 dilakukan usaha pencampuran dengan kapur (*lime stabilization*), atau bahan lain yang sesuai (ditentukan berdasar penyelidikan laboratorium).
2. Tanah dengan sifat pengembang yang besar apabila pertimbangan biaya dan pelaksanaan memungkinkan, tanah dengan sifat demikian dibuang dan diganti dengan tanah lain yang lebih baik. Apabila tidak maka perlu diselidiki sifat pengembangan tersebut agar dapat ditentukan langkah – langkah pengamanannya antara lain :
   a. Mengusahakan subdrain yang cukup baik dan efektif agar kadar air tanah dasar tetap berada dibawah harga yang dianggap berbahaya (penyelidikan Laboratorium) sehubungan dengan sifat mengembang dari tanah tersebut.
   b. Memberikan beban statis permukaan (*surchange*) berupa urugan atau lapisan tambahan dengan tebal tertentu sedemikian sehingga bila diperhitungkanan beratnya akan cukup mencegah tanah dasar mengembang melebihi batas – batas yang diangapberbahaya (ditentukan berdasarkan percobaan Laboratorium).
3. Mengusahakan daya dukung tanah dasar yang merata apabila terjadi perbedaan daya dukung yang mencolok antara tanah dasar yang berdekatan (misalnya perubahan dari tanah lempung ke pasiran/ tanah lempung kelanauan ke tanah lempung yang plastis atau juga perubahan dari galian ke urugan). Maka harus diusahakan agar perubahan tebal perkerasan berjalan secara rata.

3.12. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah dasar adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis keras untuk menyatakan kekuatan tanah dasar yang ditentukan berdasarkan grafik korelasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7 harga CBR disini merupakan harga CBR lapangan atau CBR Laboratorium.



Gambar 3.7. Grafik korelasi DDT dan CBR
Sumber : Bina Marga, 1986

CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan dan CBR laboratorium untuk perencanan jalan baru. Harga yang mewakili sejumlah harga CBR yang dilaporkan ditentukan dengan cara sebagai berikut :

a. Tentukan harga CBR terendah
b. Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing – masing nilai CBR.
c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %. Jumlah yang lain nya merupakan persentase dari 100 %.
d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase langkah c, dan
e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari persentase 90 %.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Bahan Penelitian

1. Tanah

   Dalam penelitian ini sample tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus yang berasal dari daerah Godean, Yogyakarta.

2. Kapur

   Pada penelitian ini digunakan hidrat kapur *(hydrate lime)* yang secara kimia biasanya disebut $Ca(OH)_3$ yang merupakan hasil reaksi kimia dari kalsium dengan air ($CaO+H_2O$) yang berupa serbuk. Kapur ini berasal dari Wonosari.

3. Pasir

   Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dari sungai Krasak, Yogyakarta.

4. Air

   Air diambil dari PDAM yang ada pada Laboratorium Mekanika Tanah FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.2. Data Yang Diperlukan

1. Kadar air(w), dalam persen (%).
2. Berat Jenis (Gs).
3. Batas Cair (LL), dalam persen (%).
4. Batas Plastis (PL), dalam persen (%).
5. Indeks Plastisitas (IP), dalam persen (%).
6. Berat kering tanah maksimum dalam (gr/cm^3).
7. Kadar air optimim($w_{optimum}$) dalam persen (%).
8. Kohesi (c), dalam (kg/cm^2).
9. Sudut gesek dalam (φ) dalam (^{0}).
10. Kuat tekan tanah (qu), dalam (kg/cm^2)

4.3. Uji Yang Dilaksanakan dan Variasi Sampel.

Tanah yang akan distabilisasi memerlukan pengujian-pengujian yang dapat menentukan sesuai tidaknya jenis stabilisator tersebut, rasio stabilisator yang optimum dan efisien pada tanah yang diuji. Jenis pengujian ini dilakukan dilaboratorium.

Pengujian dan variasi sampel yang kan dilaksanakan pada uji dilaboratorium adalah :

Tabel 4.1 Sampel Tanah Berbutir Halus

Uji yang dilakukan	Sampel Tanah Berbutir Halus
Sifat-sifat Tanah	1. Pengujian Kadar Air Tanah 2. Pengujian Berat Jenis Tanah 3. Pengujian Batas Cair 4. Pengujian Batas Plastis 5. Pengujian Batas Susut 6. Analisis Butiran
Daya Dukung	1. Pengujian *Proctor Standart* 2. Uji CBR 3. Uji Kuat Tekan Bebas

Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir

No	Kombinasi Campuran	Langsung
1	Tanah Asli + 0% Pasir	2
2	Tanah Asli + 10% Pasir	2
3	Tanah Asli + 20% Pasir	2
TOTAL BENDA UJI		**6**

Pengujian yang dilakukan :

1. Uji CBR
2. Uji Kuat Tekan Bebas.

Tabel 4.3 Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir

No	Kombinasi Campuran	Rendaman 4 Hari
1	Tanah Asli + Pasir 0%	2
2	Tanah Asli + Pasir 10%	2
3	Tanah Asli + Pasir 20%	2
TOTAL BENDA UJI		**6**

Pengujian yang dilakukan :

1. Uji CBR
2. Uji Kuat Tekan Bebas.

Tabel 4.4 Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir + Kapur

No	Kombinasi Campuran	Rendaman 4 Hari	
		Kapur 5%	Kapur 10%
1	Tanah Asli + Pasir 10%	2	2
2	Tanah Asli + Pasir 20%	2	2
TOTAL BENDA UJI		**8**	

Pengujian yang dilakukan :

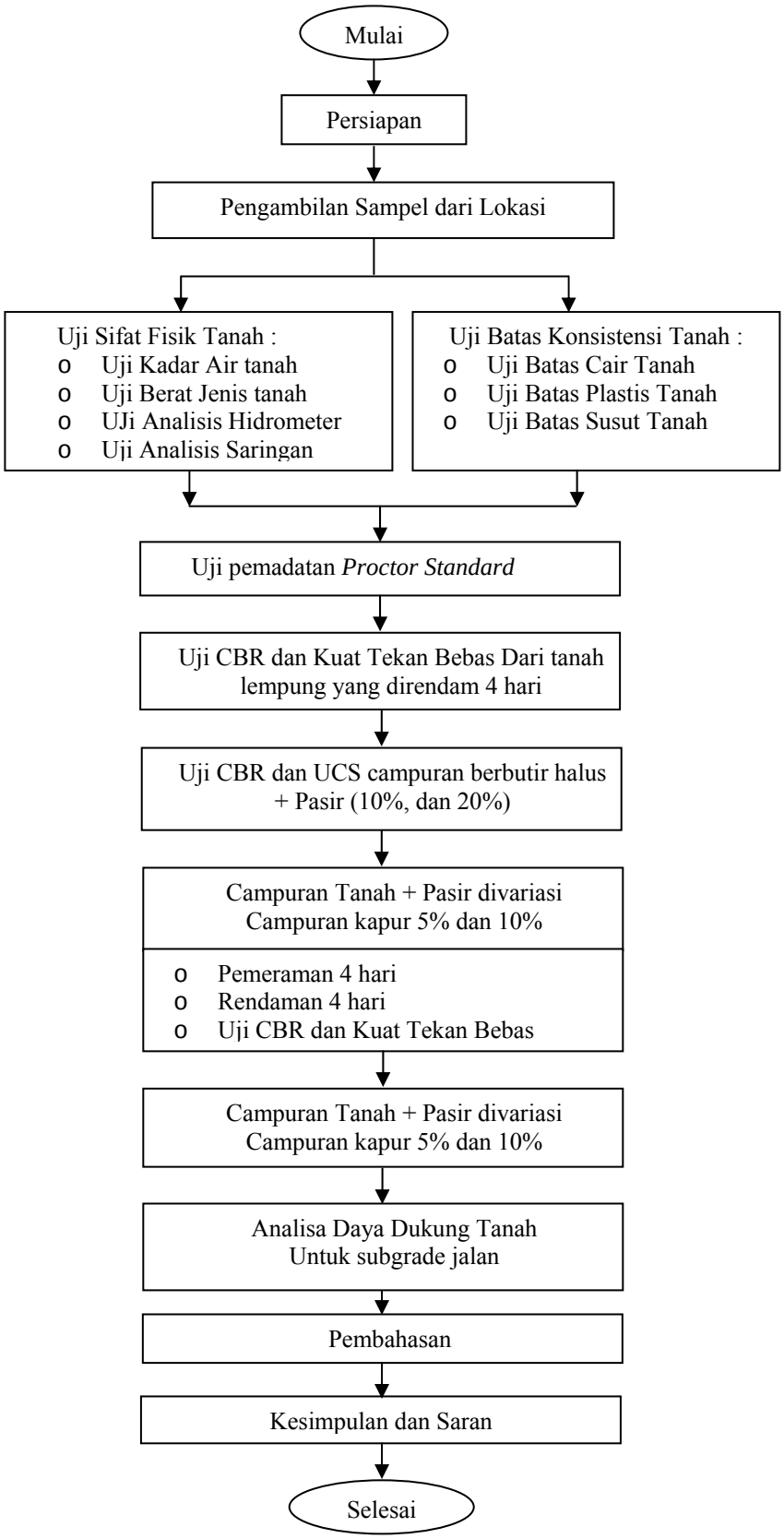
1. Uji CBR
2. Uji Kuat Tekan Bebas.

Tabel 4.5 Jumlah Sampel Tanah Berbutir Halus + Pasir + Kapur

No	Kombinasi Campuran	Pemeraman 4 Hari dan Rendaman 4 Hari	
		Kapur 5%	Kapur 10%
1	Tanah Asli + Pasir 10%	2	2
2	Tanah Asli + Pasir 20%	2	2
TOTAL BENDA UJI		**8**	

Pengujian yang dilakukan :

1. Uji CBR
2. Uji Kuat Tekan Bebas.



Gambar 4.1 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

BAB V
HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, yaitu pengaruh pencampuran pasir dan kapur terhadap kuat dukung tanah butir halus. Adapun perhitungan laboratorium disajikan pada bagian lampiran laporan ini.

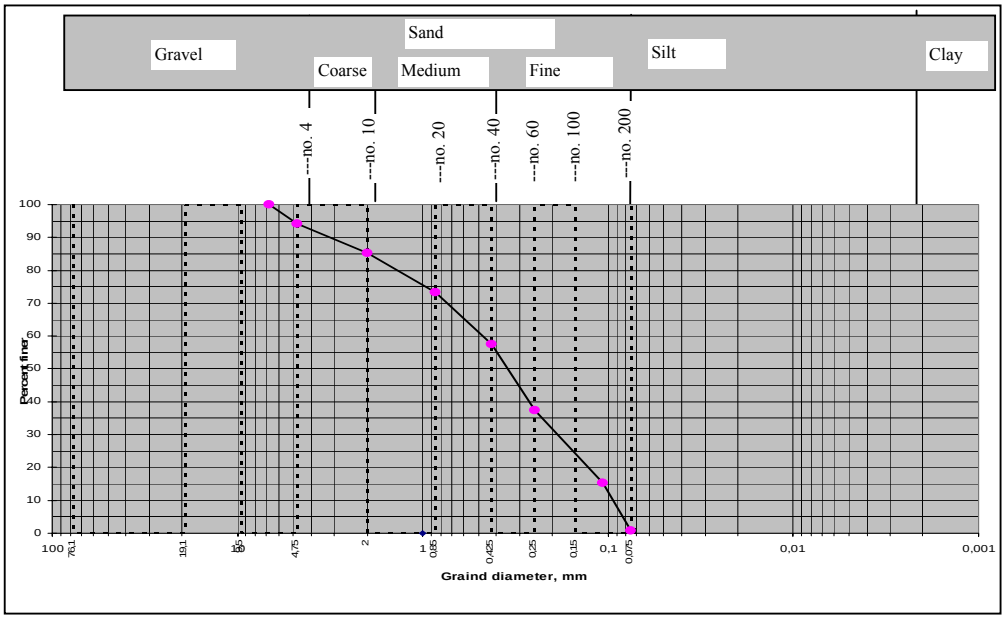
5.1 Sifat Tanah Pasir Krasak

5.1.1 Sifat Fisik Tanah Pasir Krasak

Dari pengujian sifat fisik tanah pasir diketahui bahwa tanah pasir Krasak, Yogyakarta, berwarna abu-abu.

5.1.2 Hasil Uji Distribusi Butiran Tanah Pasir Krasak

Hasil pengujian distribusi ukuran butiran tanah pasir dan uji hidrometer diperoleh hasil seperti dipresentasikan pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Analisis Butiran Tanah Pasir

Tabel 5.1 Hasil Uji Analisis Distribusi Butiran Tanah Pasir

Finer # 200	32,17 %	D10 (mm)	0,045779
		D30 (mm)	0,07147
Gravel	4,00 %	D60 (mm)	0,30041
Sand	63,83 %	Cu = D60/D10	6,562
Silt	17,17 %	Cc = D30² / (D10xD60)	1,561
Clay	15,00 %	D50(mm)	0,175

Kerikil : 4%

Pasir : 63,83%

Lanau : 17,17%

Lempung : 15,00%

Dari hasil pengujian pasir Krasak termasuk golongan pasir dengan gradasi cukup baik.

5.2 Sifat Fisik Kapur Wonosari

Dari pengujian sifat fisik kapur diketahui bahwa kapur Wonosari, Yogyakarta, berwarna putih terang dan halus.

5.3 Sifat Tanah Godean

5.3.1 Sifat Fisik Tanah Godean

Dari pengujian sifat fisik tanah diketahui bahwa tanah Godean, Yogyakarta, berwarna coklat kehitam-hitaman dan keras.

5.3.2 Hasil Uji Distribusi Butiran dan Uji Hidrometer

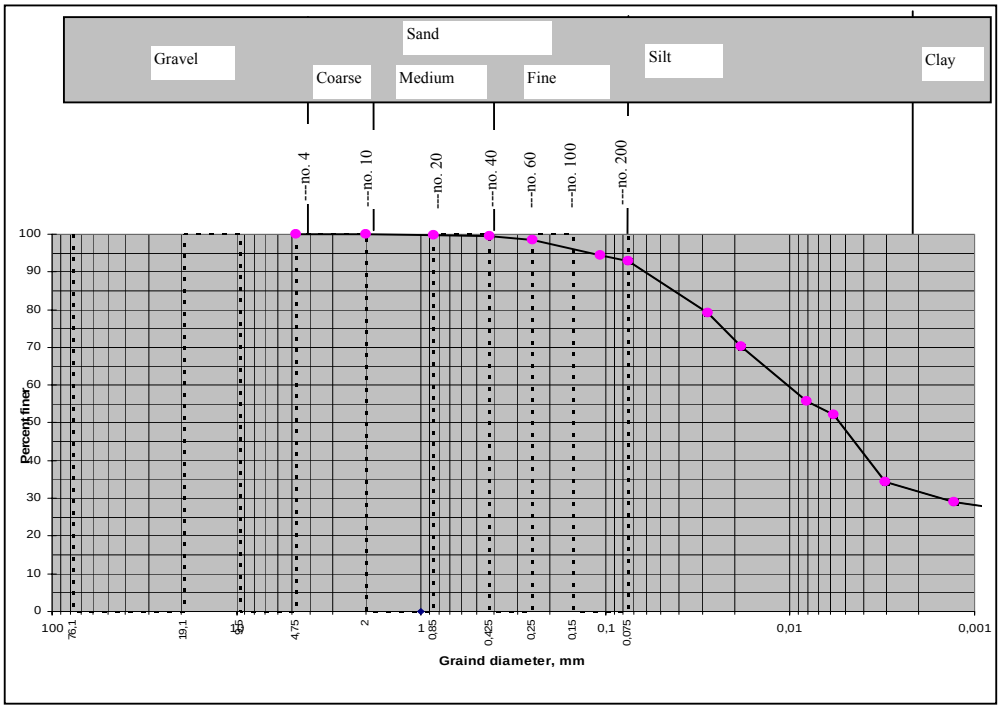
Hasil pengujian distribusi ukuran butiran tanah dan uji hidrometer diperoleh hasil seperti dipresentasikan pada Tabel 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 dan Gambar 5.2, 5.3 dan 5.4 Dari hasil pengujian analisis distribusi butiran didapat hasil sebagai berikut :

Sampel : 1

Pasir : 7,23%

Lanau : 60,96%

Lempung : 31,81%



Gambar 5.2 Grafik Analisis Butiran Sampel 1

Tabel 5.2 Hasil Uji Hidrometer Sampel 1

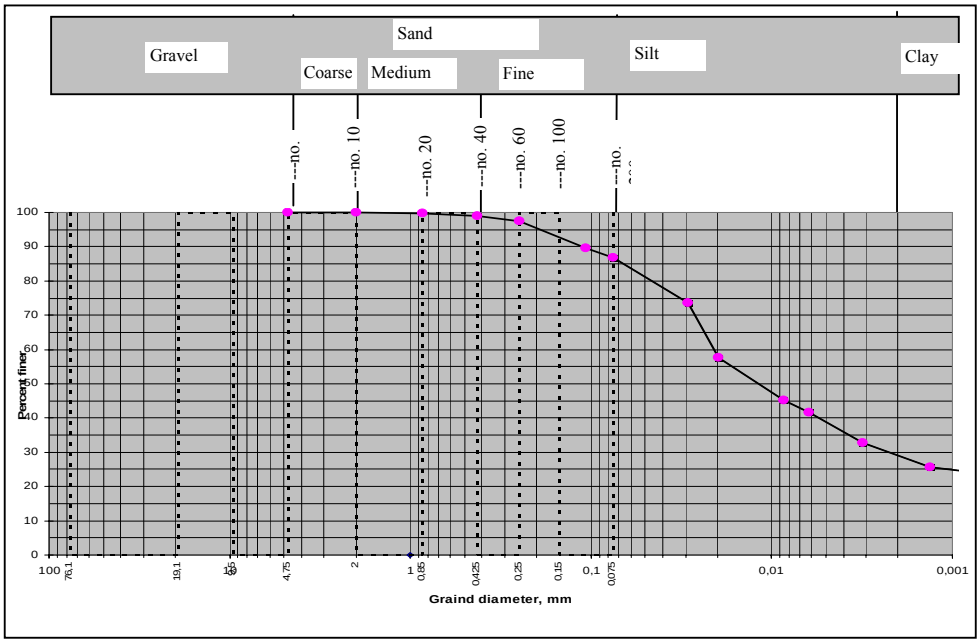
Finer # 200	92,77 %	D10 (mm)	0,000003
		D30 (mm)	0,00150
Gravel	0,00 %	D60 (mm)	0,01031
Sand	7,23 %	Cu = D60/D10	3977,345
Silt	60,96 %	Cc = $D30^2$ / (D10xD60)	577,208
Clay	31,81 %	D50(mm)	0,005

Sampel : 2

Pasir : 13,32%

Lanau : 57,75%

Lempung : 28,93%



Gambar 5.3 Grafik Analisis Butiran Sampel 2

Tabel 5.3 Hasil Uji Hidrometer Sampel 2

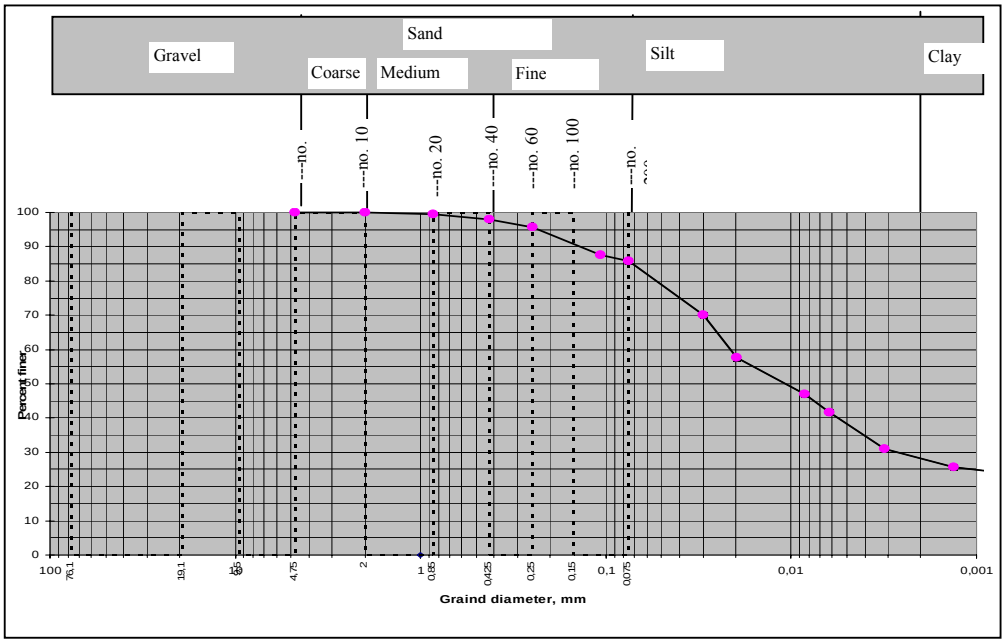
Finer # 200	86,68 %	D10 (mm)	0,000004
		D30 (mm)	0,00227
Gravel	0,00 %	D60 (mm)	0,02093
Sand	13,32 %	Cu = D60/D10	5064,724
Silt	57,75 %	Cc = D30² / (D10xD60)	549,706
Clay	28,93 %	D50(mm)	0,012

Sampel : 3

Pasir : 14,30%

Lanau : 57,64%

Lempung : 28,06%



Gambar 5.4 Grafik Analisis Butiran Sampel 3

Tabel 5.4 Hasil Uji Hidrometer Sampel 3

Finer # 200	85,70 %	D10 (mm)	0,000004
		D30 (mm)	0,00273
Gravel	0,00 %	D60 (mm)	0,02134
Sand	14,30 %	Cu = D60/D10	5164,218
Silt	57,64 %	Cc = $D30^2$ / (D10xD60)	660,387
Clay	28,06 %	D50(mm)	0,011

Tabel 5.5 Persentase Analisis Distribusi Butiran Tanah Berbutir Halus

No	Keterangan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-Rata
1	Ayakan # 200	92,77%	86,68%	85,70%	88,38%
2	Kerikil	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	Pasir	7,23%	13,32%	14,30%	11,62%
4	Lanau	60,96%	57,75%	57,64%	58,78%
5	Lempung	31,81%	28,93%	28,06%	29,60%

Berdasarkan hasil Tabel 5.5 tersebut diatas maka tanah yang berasal dari Godean, Yogyakarta adalah jenis tanah lanau kelempungan mengandung pasir.

5.3.3 Sifat Mekanik Tanah

Dari hasil pengujian sifat mekanik tanah telah diketahui, tanah Godean, Yogyakarta, meliputi beberapa tahap untuk menentukan parameter tanah yang belum distabilisasi didapat hasil seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

No	Sifat Mekanik Tanah	Hasil		Rata-Rata
		Sampel 1	Sampel 2	
1	Kadar air (w)	28.19%	24.84%	26.52%
2	Berat Jenis Tanah (Gs)	2.42	2.39	2.405
3	Batas Plastis (PL)	28.82%	31.64%	30.23%
4	Batas Cair (LL)	52.71%	52.84%	52.77%
5	Indeks Plastisitas (IP)	23.89%	21.20%	22.54%
6	Batas Susut (SL)	51.35%	52.93%	52.14%

Untuk setiap jenis pengujian masing-masing menggunakan dua buah sampel benda uji, hasil yang dipakai adalah rata-rata dari hasil pengujian kedua sampel benda uji tersebut.

a. Hasil Uji Pemadatan (*Proctor Standart)*

Pemadatan yang dilakukan pada sampel tanah digunakan uji pemadatan *proctor standart* untuk mencari kadar air optimum yang digunakan sebagai acuan penambahan air pada sampel tanah yang dibuat. Uji *Proctor Standart* hanya dilakukan pada tanah asli. *Proctor Standart* ini akan didapatkan Berat Volume Kering tanah sebesar 1.36787 gr/cm^3 dan Kadar Air Optimum sebesar 29.215 %. Kadar air optimum ini akan digunakan untuk semua variasi campuran.

Kadar air optimum ini digunakan untuk menghitung berapa penambahan air untuk sampel tanah. Rumus tersebut adalah :

$$\text{Penambahan air} = 5000\{\frac{100+B}{100+A} - 1\} \quad \text{..... (5.1)}$$

Keterangan : A = kadar air mula-mula (%)

5000 = jumlah contoh (gram)

B = kadar air optimum (%)

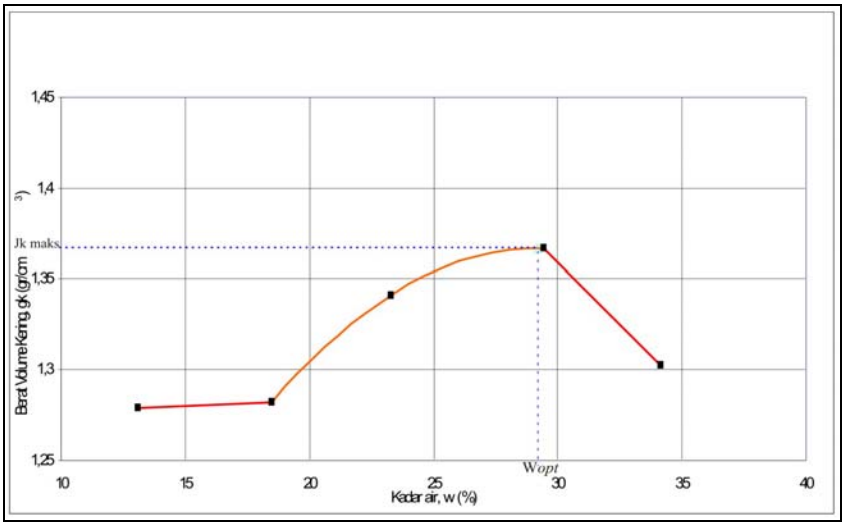
$$\text{Penambahan air} = 5000\{\frac{100+29.215}{100+8.52} - 1\}$$

$$= 951.898 \approx 952 \text{ cc}$$

Uji proctor ini dapat dilihat pada Tabel 5.7, 5.8 dan Gambar 5.5, 5.6.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Pemadatan Proctor Standar sampel 1

Percobaan	1	2	3	4	5
W rata-rata (%)	13,10	18,48	23,29	29,42	34,15
γk rata-rata (gr/cm^3)	1,279	1,282	1,341	1,367	1,303



Gambar 5.5 Kurva Hubungan antara Berat Volume Kering Dan Kadar Air

Tabel 5.8 Hasil Pengujian *Proctor Standart*

No	Keterangan	Sampel
1	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm3)	1,36695
2	Kadar Air Optimum (%)	29,18

b. Hasil Uji CBR Laboratorium

Pengujian CBR ini dilakukan pada masing-masing variasi campuran, dengan menggunakan penambahan air sebesar 952 cc dari hasil uji *Proctor Standart.*

Pengujian CBR Laboratorium bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR tanah, sehingga dapat diketahui nilai kekuatan tanah dasar. CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persentase.

Untuk lebih jelas dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{CBR} = \frac{P_T}{P_S} \times 100\,\% \text{ .....(5.2)}$$

Keterangan :

P_T = Beban percobaan (*test load*)

P_S = Beban standar (*standar load*)

Contoh perhitungan pada tanah asli

- Pada menit ke-2 penurunan 0,1" pembacaan dial 5,1 dan beban 69,819 lbs

  Harga CBR = $\frac{69{,}819}{3000} \times 100\,\%$

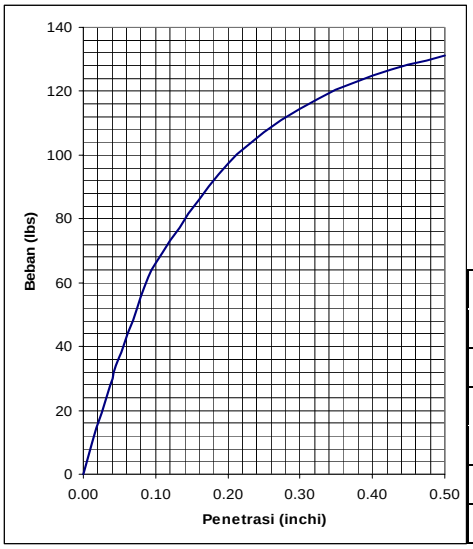
  = 3,83%

- Pada menit ke-4 penurunan 0,2" pembacaan dial 7,5 dan beban 114,99 lbs

  Harga CBR = $\frac{114{,}996}{3000} \times 100\,\%$

  = 3,80%

1. Pengujian CBR pada (Tanah Asli)

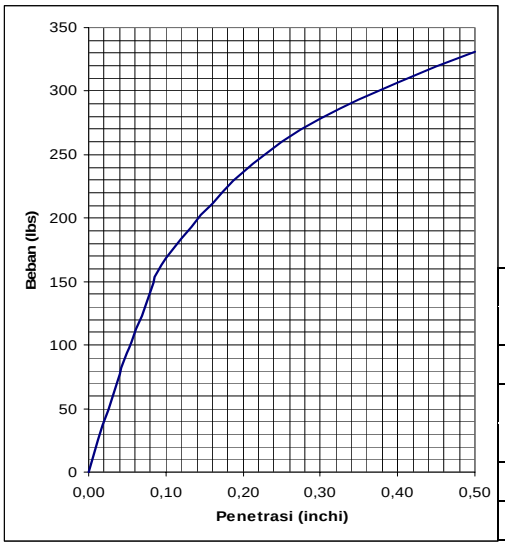


	Harga C B R			
	0,1"		0,2"	
Atas				
	3,83 %		**3,80**	**%**
	0,1"		0,2"	
Bawah				
	%			%

Gambar 5.6 Uji CBR tanah asli

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 3,83 %

2. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 10%)

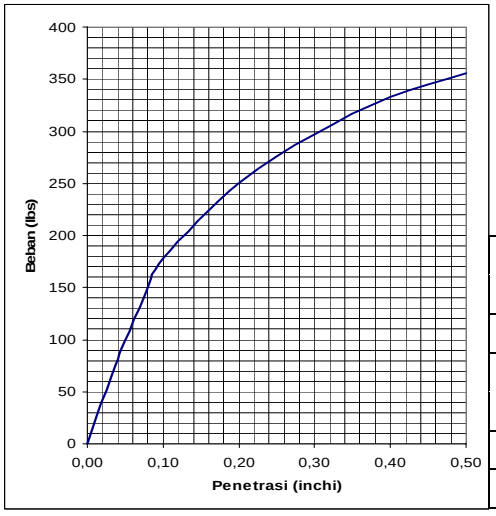


	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	5,61 %	**5,26 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.7 Uji CBR tanah asli + Pasir 10%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 5.61 %

3. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 20%)

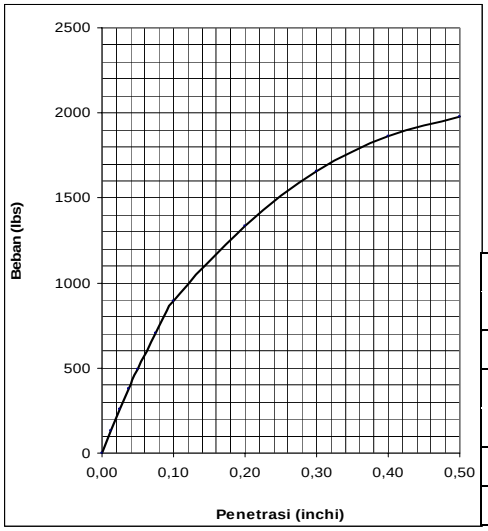


	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	5,93 %	**5,57 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.8 Uji CBR tanah asli + Pasir 20%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 5.93 %

4. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 10% + kapur 5%)

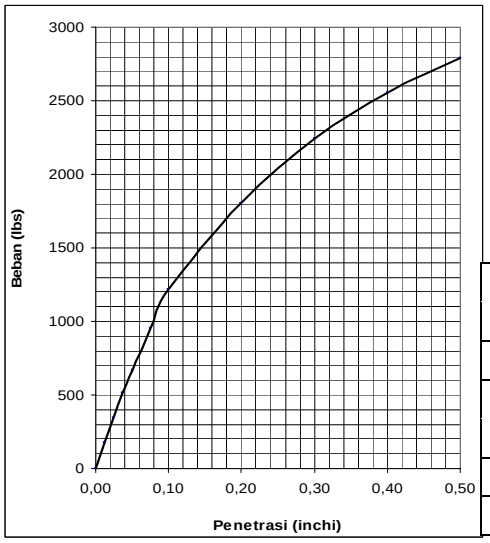


	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	29,89 %	**29,66 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.9 Uji CBR tanah asli + Pasir 10% + Kapur 5%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 29.89 %

5. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 10% + kapur 10%)

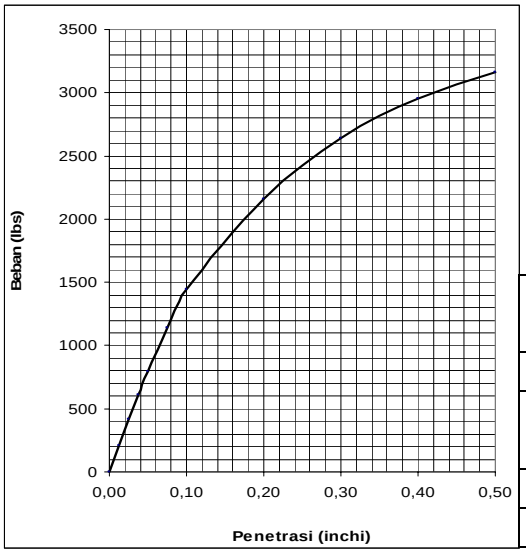


	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	40,52 %	**40,16 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.10 Uji CBR tanah asli + Pasir 10% + Kapur 10%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 40.52 %

6. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 20% + kapur 5%)

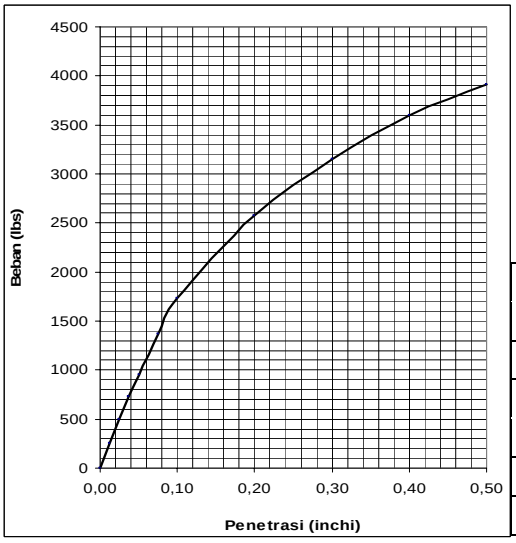


	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	48,14 %	**48,07 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.11 Uji CBR tanah asli + Pasir 20% + Kapur 5%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 48.14 %

7. Pengujian CBR pada (Tanah Asli + pasir 20% + kapur 10%)



	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	57,86 %	**57,19 %**
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Gambar 5.12 Uji CBR tanah asli + Pasir 20% + Kapur 5%

Dari pengujian CBR tanah asli maka didapat pada penetrasi 0,1 " nilainya sebesar 57.86 %

Uji CBR ini dapat dilihat pada Tabel 5.9, 5.10 dan Gambar 5.6

Tabel 5.9 Hasil Pengujian CBR Langsung dan CBR Rendaman.

No	Kombinasi Campuran	Nilai CBR Langsung (%)	Rendaman	
			Nilai CBR Rendaman (%)	Pengembangan (%)
1	Tanah Asli + 0% Pasir	3.83	2.21	5.69
2	Tanah Asli + 10% Pasir	5.61	4.70	4.94
3	Tanah Asli + 20% Pasir	5.93	5.52	3.24

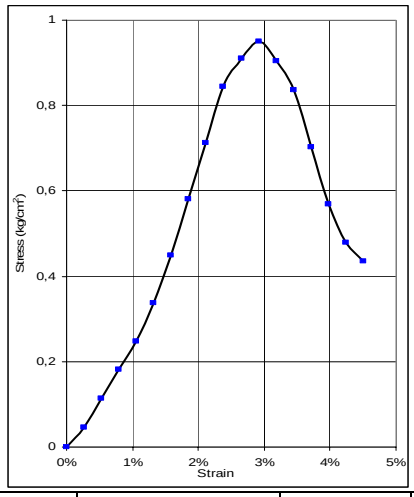
Tabel 5.10 Hasil Pengujian CBR Pemeraman dan CBR Rendaman.

Kombinasi Campuran	Pemeraman dan Rendaman		
	Nilai CBR Rendaman (%)	Nilai CBR Pemeraman (%)	Pengembangan (%)
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	17.43	29.89	1.75
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	23.36	40.52	0.24
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	23.04	48.14	0.02
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	26.10	57.86	0.00

c. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas (UCS)

Pengujian Kuat Tekan Bebas dilakukan pada masing-masing kombinasi campuran. Uji Kuat Tekan Bebas ini dilakukan dengan rendaman 4 hari dan pemeraman 4 hari. Hasil dari pengujian UCS dapat dilihat pada Gambar 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17 dan 5.18.

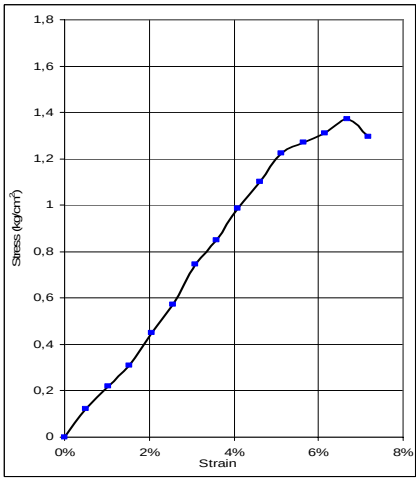
1. Pengujian UCS tanah (Tanah asli)



qu =	0,95104	kg/cm2	
α =	60	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		30	o
Cohesion =		0,275	kg/cm^2

Gambar 5.13 Uji UCS tanah asli

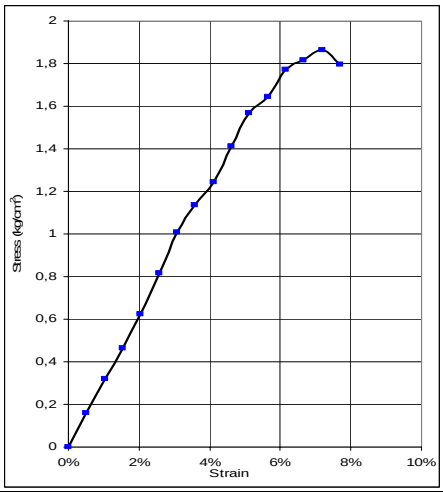
2. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 10%)



qu =	1,37023	kg/cm2	
α =	60	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		30	o
Cohesion =		0,396	kg/cm^2

Gambar 5.14 Uji UCS tanah asli + Pasir 10%

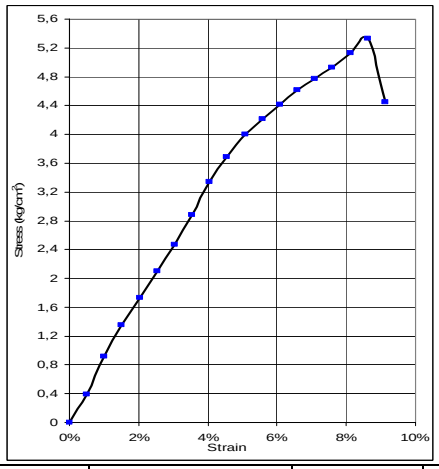
3. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 20%)



qu =	1,86218	kg/cm2	
α =	65	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		40	o
Cohesion =		0,434	kg/cm^2

Gambar 5.15 Uji UCS tanah asli + Pasir 20%

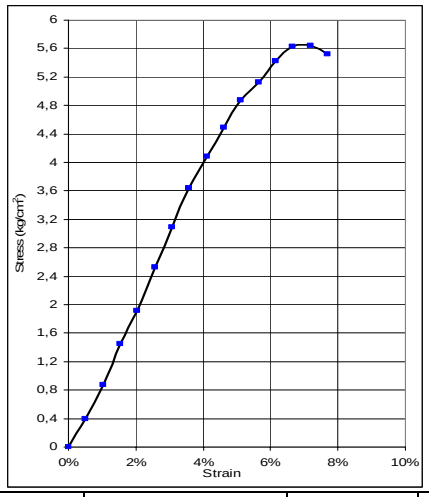
4. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 10% + Kapur 5%)



qu =	5,32638	kg/cm2	
α =	70	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		50	o
Cohesion =		0,969	kg/cm^2

Gambar 5.16 Uji UCS tanah asli + Pasir 10% + Kapur 5%

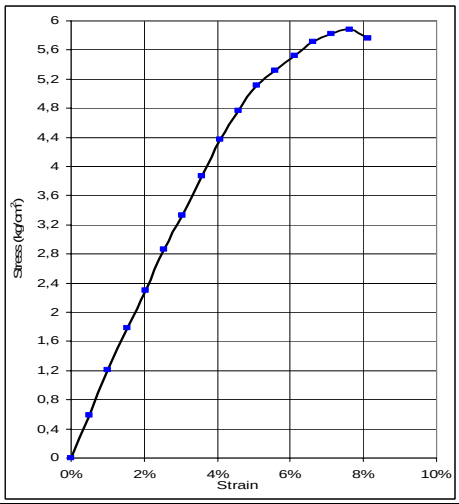
5. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 10% + Kapur 10%)



qu =	5,63758	kg/cm2	
α =	65	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		40	o
Cohesion =		1,314	kg/cm^2

Gambar 5.17 Uji UCS tanah asli + Pasir 10% + Kapur 10%

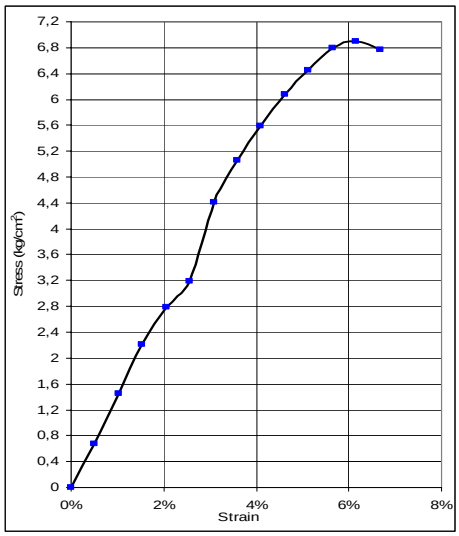
6. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 20% + Kapur 5%)



qu =	5,88145	kg/cm2	
α =	55	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		20	o
Cohesion =		2,059	kg/cm^2

Gambar 5.18 Uji UCS tanah asli + Pasir 20% + Kapur 5%

7. Pengujian UCS tanah (Tanah asli + Pasir 20% + Kapur 10%)



qu =	6,89501	kg/cm2	
α =	60	o	
Angle Of Internal friction, ϕ =		30	o
Cohesion =		1,990	kg/cm^2

Gambar 5.19 Uji UCS tanah asli + Pasir 20% + Kapur 10%

Hasil dari pengujian Kuat Tekan Bebas dapat dilihat pada Tabel 5.11, 5.12 dan Gambar 5.7

Tabel 5.11 Hasil Pengujian UCS Langsung dan UCS Rendaman.

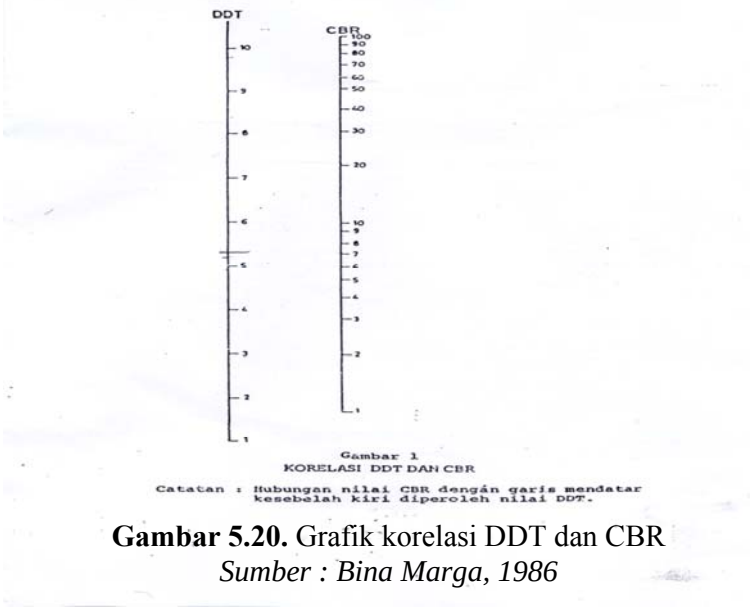
Kombinasi Campuran	Nilai UCS Langsung			Nilai UCS Rendaman		
	qu (kg/cm^2)	**c** (kg/cm^2)	**φ** (^{o})	**qu** (kg/cm^2)	**c** (kg/cm^2)	**φ** (^{o})
Tanah Asli + 0% Pasir	1.587	0.276	20	0.951	0.458	30
Tanah Asli + 10% Pasir	1.965	0.396	30	1.370	0.319	40
Tanah Asli + 20% Pasir	1.862	0.434	40	1.848	0.392	44

Tabel 5.12 Hasil Pengujian UCS Pemeraman dan UCS Rendaman.

Kombinasi Campuran	Nilai UCS Rendaman			Nilai UCS Pemeraman		
	qu (kg/cm^2)	**c** (kg/cm^2)	**φ** (^{o})	**qu** (kg/cm^2)	**c** (kg/cm^2)	**φ** (^{o})
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	1.979	0.303	70	5.326	0.969	50
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	2.104	0.243	64	5.637	1.314	40
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	2.256	0.526	40	5.881	2.059	20
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	4.094	0.549	60	6.895	0.617	70

5.4. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah dasar adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis keras untuk menyatakan kekuatan tanah dasar yang ditentukan berdasarkan grafik korelasi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.9 harga CBR disini merupakan harga CBR lapangan atau CBR Laboratorium.



Gambar 5.20. Grafik korelasi DDT dan CBR
Sumber : Bina Marga, 1986

CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan dan CBR laboratorium untuk perencanan jalan baru.

Adapun nilai Daya Dukung Tanah (DDT) yang dikorelasi dengan nilai CBR Laboratorium seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 sebagai berikut :

Tabel 5.13 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Langsung) Tanah Campuran Pasir.

No	Kombinasi Campuran	Nilai CBR Langsung (%)	Daya Dukung Tanah (Kg/cm^2)
1	Tanah Asli + 0% Pasir	3.83	4.15
2	Tanah Asli + 10% Pasir	5.61	4,8
3	Tanah Asli + 20% Pasir	5.93	4,95

Tabel 5.14 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Rendaman) Tanah Campuran Pasir.

No	Kombinasi Campuran	Nilai CBR Rendaman (%)	Daya Dukung Tanah (Kg/cm^2)
1	Tanah Asli + 0% Pasir	2.21	3,2
2	Tanah Asli + 10% Pasir	4.70	4,5
3	Tanah Asli + 20% Pasir	5.52	4,75

Tabel 5.15 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Rendaman) Tanah Campuran Pasir dan Kapur.

Kombinasi Campuran	Nilai CBR Rendaman (%)	Daya Dukung Tanah (Kg/cm^2)
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	17.43	7
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	23.36	7,5
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	23.04	7,4
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	26.10	7,8

Tabel 5.16 Nilai Korelasi Daya Dukung Tanah Hasil Pengujian CBR (Pemeraman) Tanah Campuran Pasir dan Kapur.

Kombinasi Campuran	Nilai CBR Pemeraman (%)	Daya Dukung Tanah (Kg/cm^2)
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	29.89	8
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	40.52	8,65
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	48.14	8,9
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	57.86	9,3

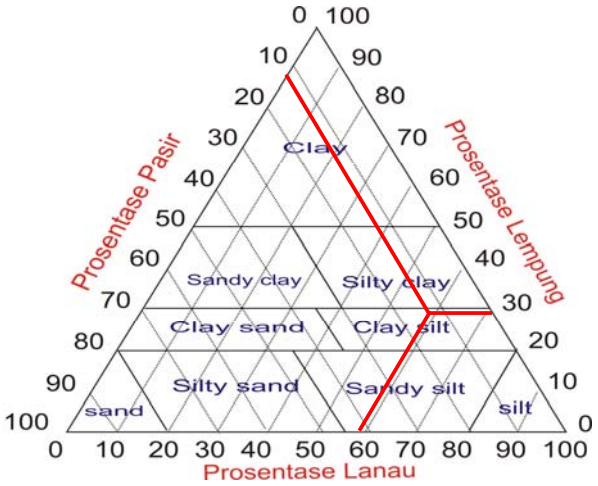
BAB VI
PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas karakteristik dari tanah lempung Godean berdasarkan hasil dari Penelitian Laboratorium yang telah disajikan dalam bab lima. yaitu pengaruh pencampuran pasir dan kapur terhadap kuat dukung tanah butir halus

6.1 Sifat-sifat Tanah Asli

6.1.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

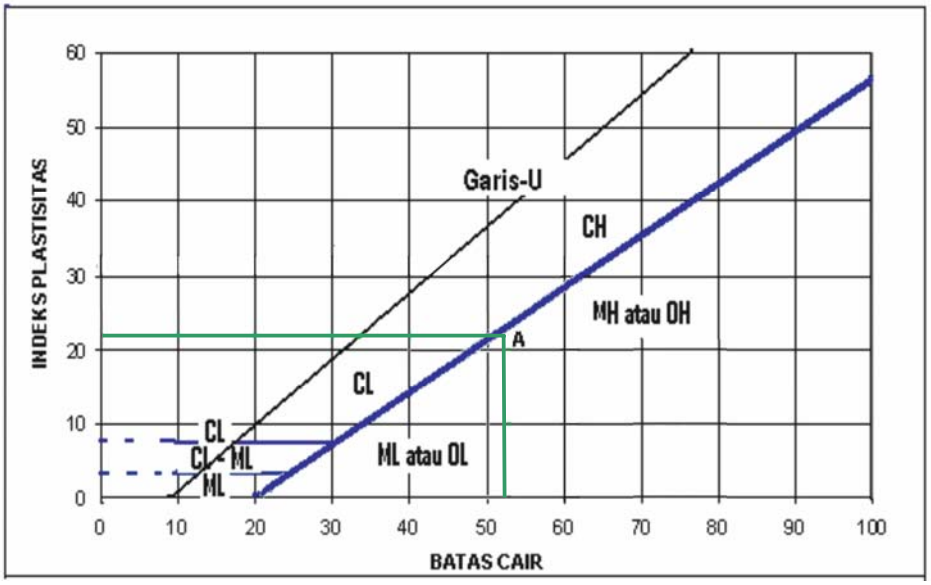
Dari analisis granuler didapat prosentase pasir 11,62%, lanau 58,38% dan lempung 29,60%, maka berdasarkan klasifikasi tanah USCS tanah Godean tergolong kedalam lanau berlempung mengandung pasir (*clay silt*), dengan Berat Jenis 2,405, Batas Cair 52,77%, Batas Plastis 30,23%, Batas Susut 52,14% dan Index Plastisitas 22,54%.



Gambar 6.1. Sistem Klasifikasi Tanah USCS

6.1.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified System*

Sesuai dengan hasil pengujian dari tanah Godean didapat hasil Batas Cair 52,77% dan Indeks Plastisitas 22,54%,



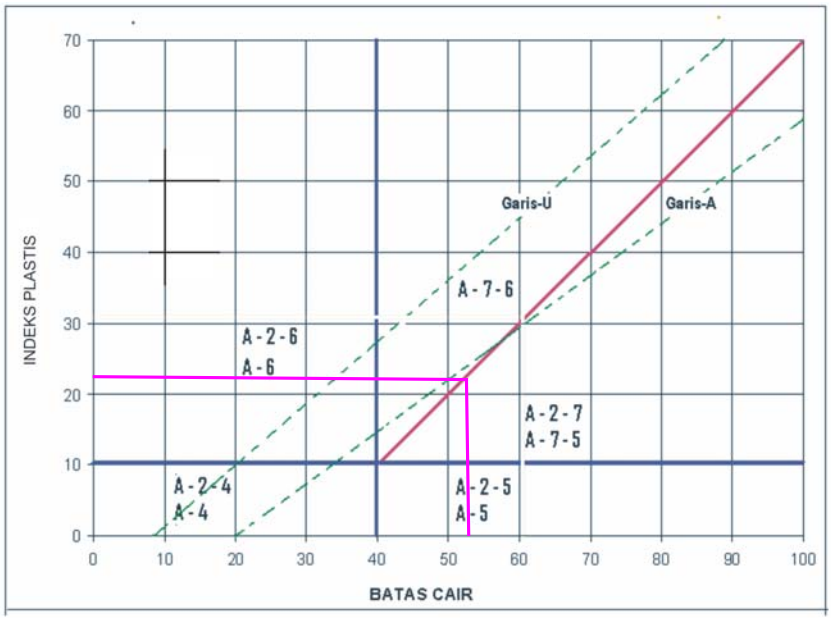
(Sumber: *Braja M. Das 1988*)

Gambar 6.2. Grafik plastisitas: *Sistem unified*.

Dengan Melihat Gambar 6.2 didapatkan bahwa sampel tanah yang berasal dari Godean termasuk golongan MH yaitu tanah Lanau dengan kompresibilitas tinggi.

6.1.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sesuai dengan hasil pengujian analisa saringan dan pengujian batas-batas *Atterberg* pada tanah Godean didapat tanah lolos saringan #200 : 88.38%, Batas cair : 52,77% dan Indeks Plastisitas : 22,54%.



(Sumber: *Braja M. Das 1988*)

Gambar 6.3. Rentang (*range*) dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A- 6, dan A-7 *(Braja M. Das 1988)*

Pada tahun 1929 ditemukan sistem klasifikasi tanah AASTHO. Dan sudah dikembangkan yaitu ASTM Standar no. D-3282, AASHTO metode M145 yang diperkenalkan pada tahun 1945 oleh Braja M. Das (*Braja M. Das, I, 1995*).

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL<30 klasifikasinya A-7-5

Untuk PL>30 klasifikasinya A-7-6

np = non plastis

Dengan Melihat Tabel 6.1 sampel tanah yang berasal dari Godean termasuk kelompok tanah (GI) yaitu tanah berlempung, sedangkan menurut persamaan 6.1

PL = LL – PI .....(6.1)

PL = 52.77 – 22.54 = 30.23 > 30

GI = (F-35)(0.2+0.005(LL-40)) + 0.01 (F-15)(PI-10).....(6.2)

GI = (88.38-35)(0.2+0.005(52.77-40)) + 0.01(88.38-15)(22.54-10)

= 23.286 ≈ 24

Dengan :

PI = Indeks Plastisitas

LL = Batas Cair

GI = Group Indeks

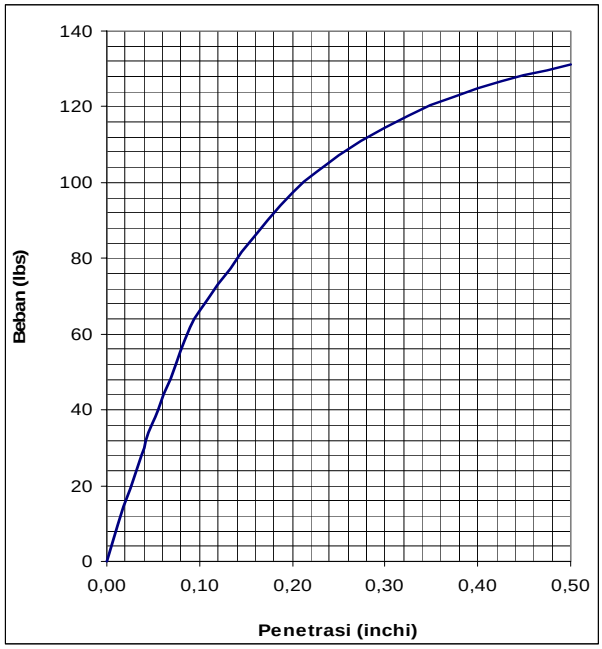
F = Persen butiran lolos No.200

Maka sampel tanah yang diambil dari daerah Godean berdasarkan Tabel 6.1 termasuk dalam katagori kelompok A-7-5 (24) atau dengan cara memplotkan data hasil uji batas cair dan indeks plastisitas pada Gambar6.3.

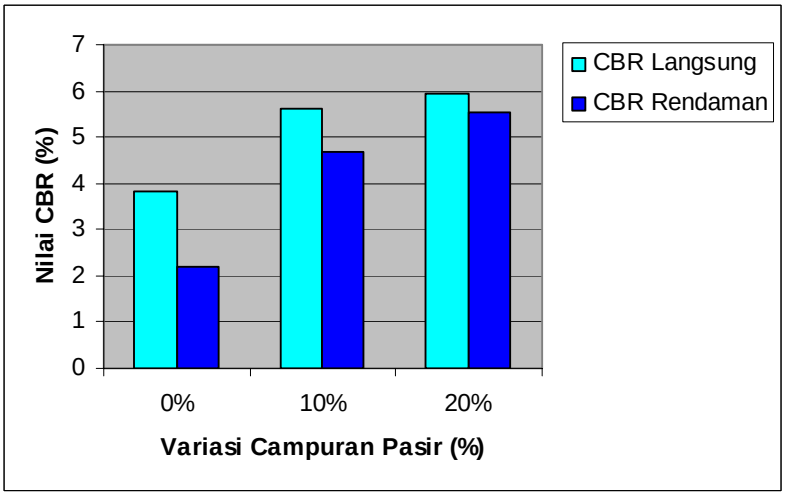
6.2. Pengujian CBR Laboratorium

Penguian CBR ini dilakukan pada masing-masing variasi campuran, dengan menggunakan penambahan air sebesar 952 cc dari hasil uji *Proctor Standart.* Penambahan pasir juga mampu memberikan peningkatan nilai parameter mekanis tanah.

Pada pengujian CBR laboratorium pada tanah dengan campuran Pasir dapat dilihat di Gambar 6.4 dan 6.5 :



Gambar 6.4 Kurva Hubungan antara Penetrasi Dan Beban



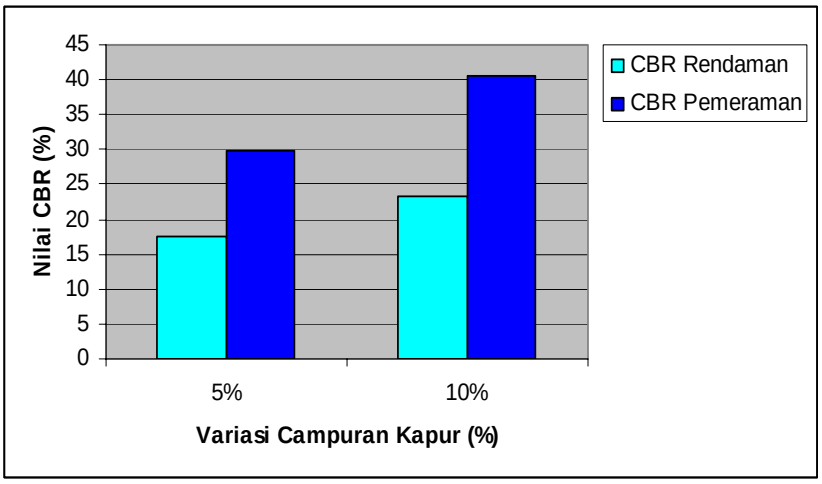
Gambar 6.5 Perbandingan Nilai CBR Langsung dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.

Pada Tabel 5.4 dan Gambar 6.4 terlihat bahwa dari uji CBR Langsung pada tanah asli diperoleh nilai sebesar 2.21%. Kemudian dilakukan uji CBR Rendaman dengan penambahan variasi pasir 0%, 10% dan 20%. Dari uji ini didapatkan hasil dengan nilai terbesar adalah 5.52% pada pencampuran tanah asli ditambah 20% pasir. Nilai CBR terkecil adalah 3.83% pada pencampuran tanah asli ditambah 0% pasir.

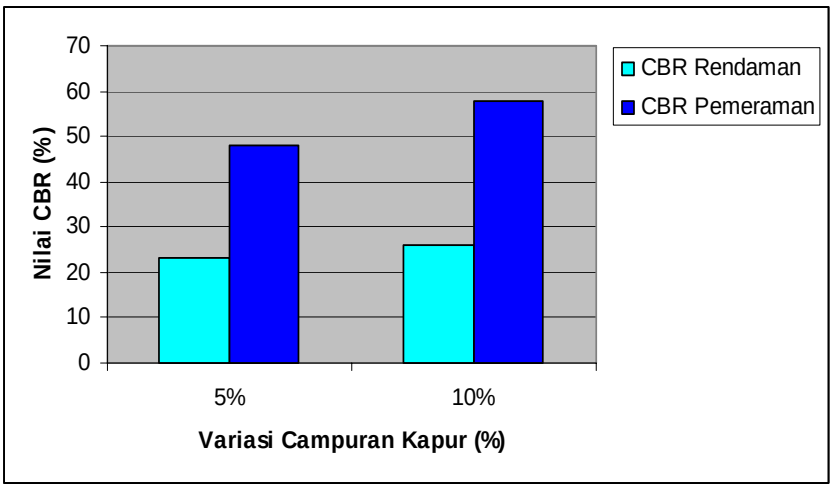
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa dengan penambahan material pasir pada tanah asli akan menaikkan nilai CBR nya. Hal ini disebabkan sifat dari pasir yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekanan dan kemampuan yang baik terhadap gesekan antar butiran *(internal friction).*

Dari Tabel 5.4 juga terlihat bahwa pengembangan *(swelling)* dengan penambahan pasir menunjukkan penurunan. Hal ini disebabkan berkurangnya campuran tanah asli dan semakin bertambahnya campuran pasir. Dimana sifat dari pasir yang memiliki berat jenis yang lebih besar dari tanah asli. Jadi semakin banyak kadar pasir dalam campuran tanah asli maka nilai CBR semakin besar dan sifat s*welling*nya akan cenderung turun.

Pada pengujian CBR laboratorium pada tanah dengan campuran Pasir dan kapur dapat dilihat di Gambar 6.6 dan 6.7 :



Gambar 6.6 Perbandingan Nilai CBR Pemeraman 4 hari dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.



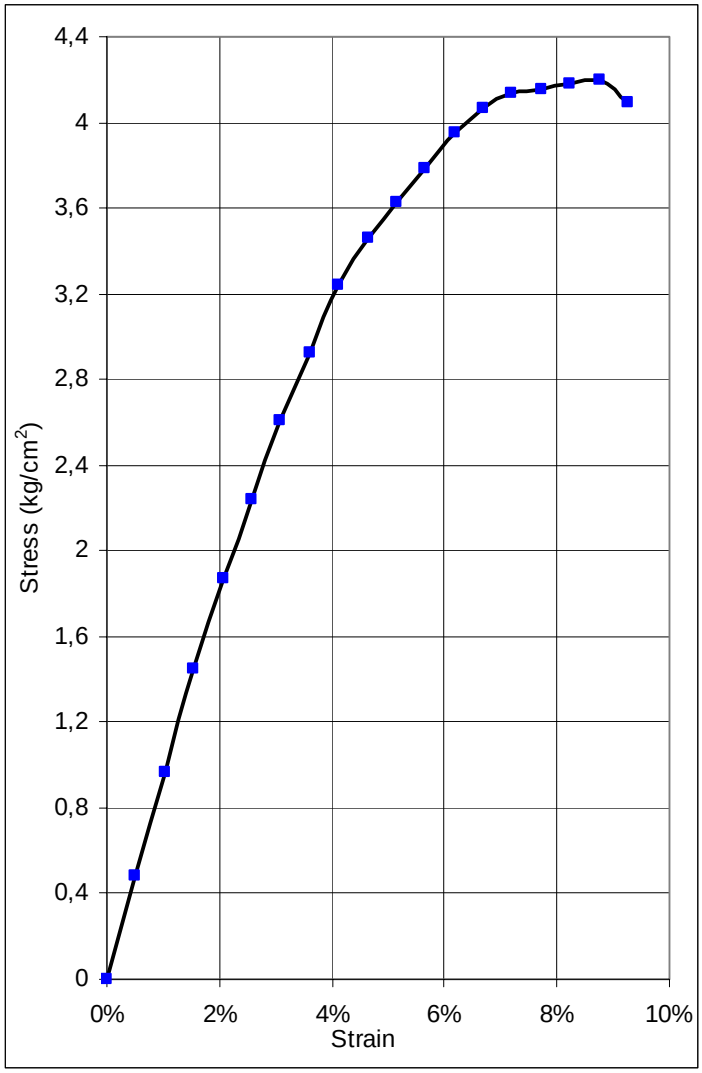
Gambar 6.7 Perbandingan Nilai CBR Pemeraman 4 hari dengan CBR Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 20% + Variasi Kapur 5% dan 10%.

Dari Tabel 5.5, Gambar 6.6 dan Gambar 6.7 dapat terlihat nilai CBR Rendaman terbesar terdapat pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir dan 10% kapur dengan nilai CBR 26.10%. Untuk nilai terkecil sebesar 17.43% pada campuran tanah asli ditambah 10% pasir dan 5% kapur.

Pada CBR Pemeraman diperoleh nilai CBR terbesar pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir dan 10% kapur dengan nilai CBR 57.86%. Untuk nilai terkecil sebesar 29.89% pada campuran tanah asli ditambah 10% pasir dan 5% kapur. Dengan bertambahnya kadar kapur, terlihat nilai CBR semakin meningkat. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi kimia yang terjadi pada kapur terhadap mineral lempung didalam tanah untuk membentuk campuran yang menimbulkan sementasi *(kalsium silikat).*

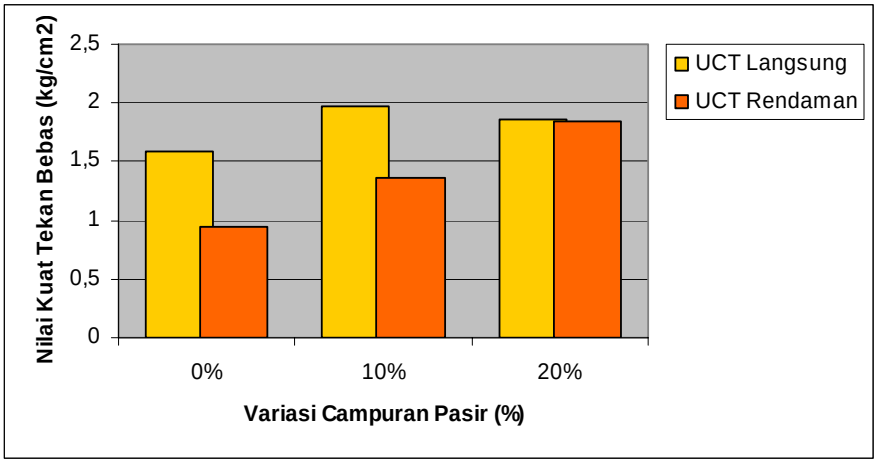
6.3. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian Kuat Tekan Bebas dilakukan pada masing-masing kombinasi campuran. Uji Kuat Tekan Bebas ini dilakukan dengan rendaman 4 hari dan pemeraman 4 hari.

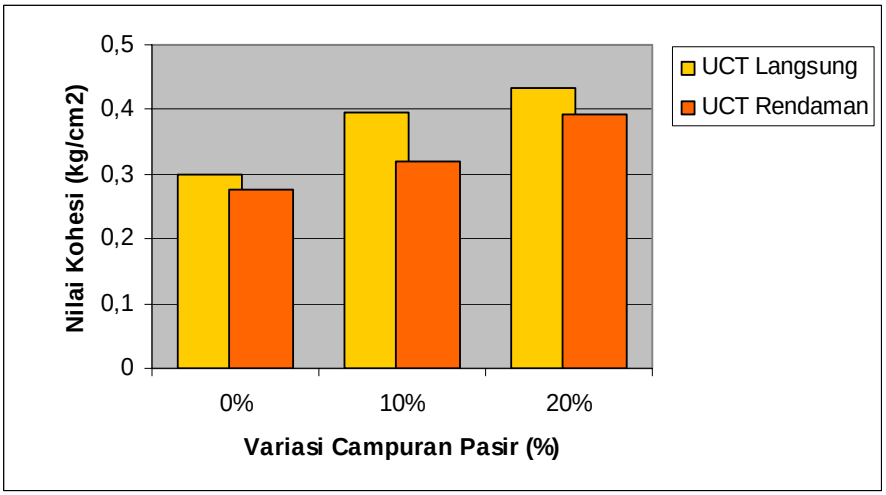


Gambar 6.8 Kurva Hubungan antara *Strain* Dan *Stress*

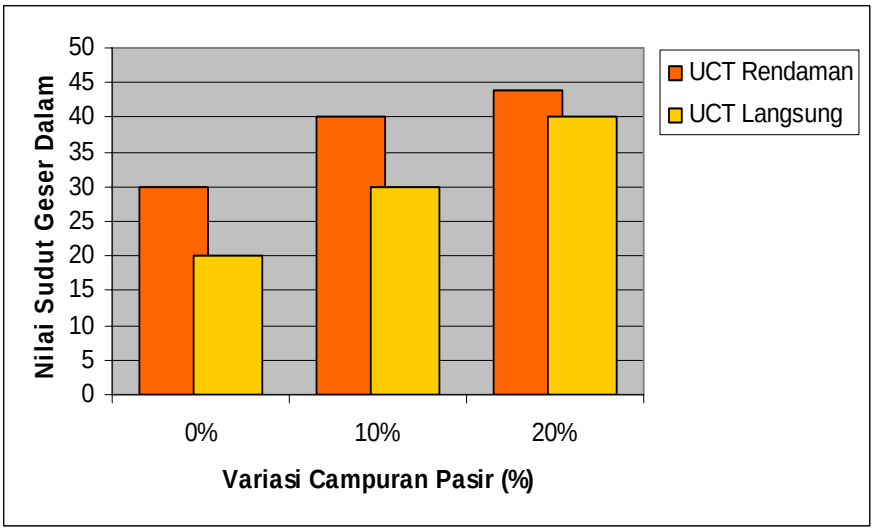
Pada pengujian Kuat Tekan Bebas pada tanah dengan campuran Pasir dapat dilihat di Gambar 6.9, 6.10 dan 6.11 :



Gambar 6.9 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.



Gambar 6.10 Perbandingan Nilai Kohesi UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.

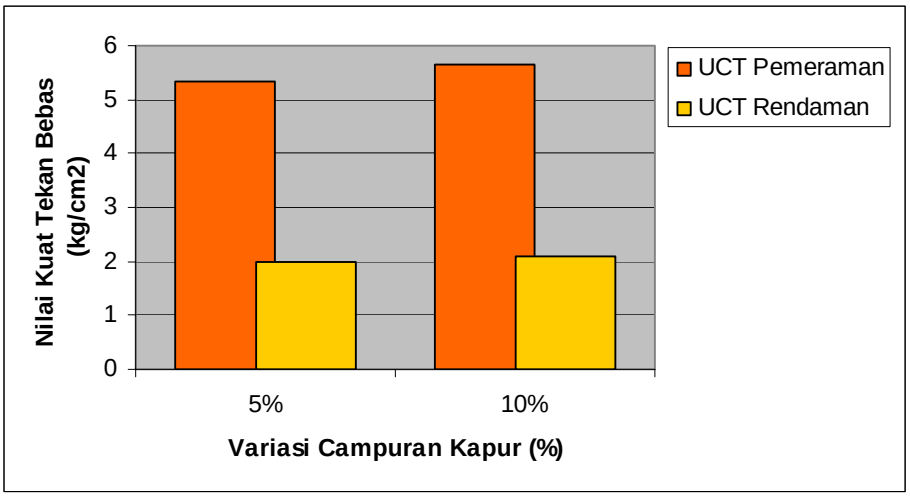


Gambar 6.11 Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam UCS Langsung dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 0%, 10% dan 20%.

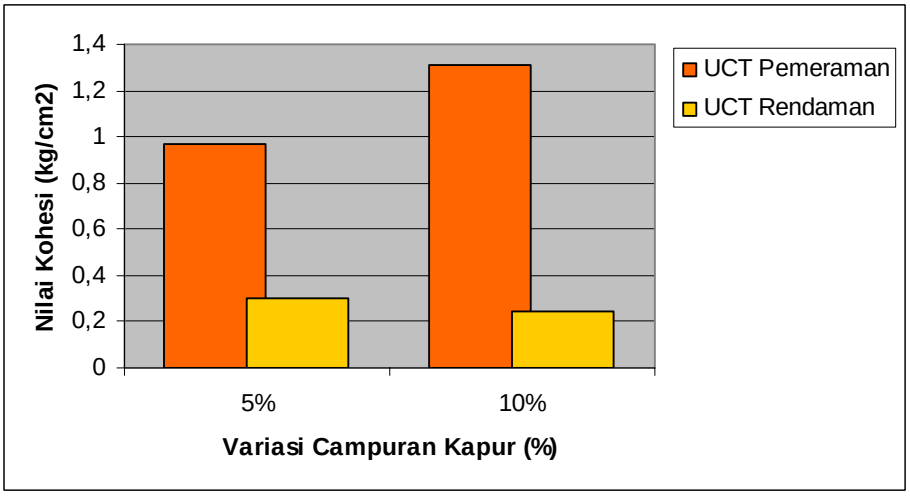
Dari Tabel 5.6 dan Gambar 6.7 pada pengujian Kuat Tekan Bebas langsung, terlihat bahwa nilai kuat tekan bebas paling besar terdapat pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir sebesar 1.862 kg/cm^2 dengan kohesi (c) sebesar 0.276 kg/cm^2 dan sudut geser dalam sebesar 30^o. Hal ini disebabkan sifat dari pasir yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekanan dan kemampuan yang baik terhadap gesekan antar butiran *(internal friction).* Bila pasir dalam kondisi terlalu kering, kapasitas daya dukungnya akan hilang demikian juga bila terlalu basah.

Nilai kuat tekan bebas terbesar pada rendaman terdapat pada campuran tanah asli ditambah 10% pasir sebesar 1.965 kg/cm^2. Faktor kadar pasir masih mempengaruhi nilai kuat tekan bebas.

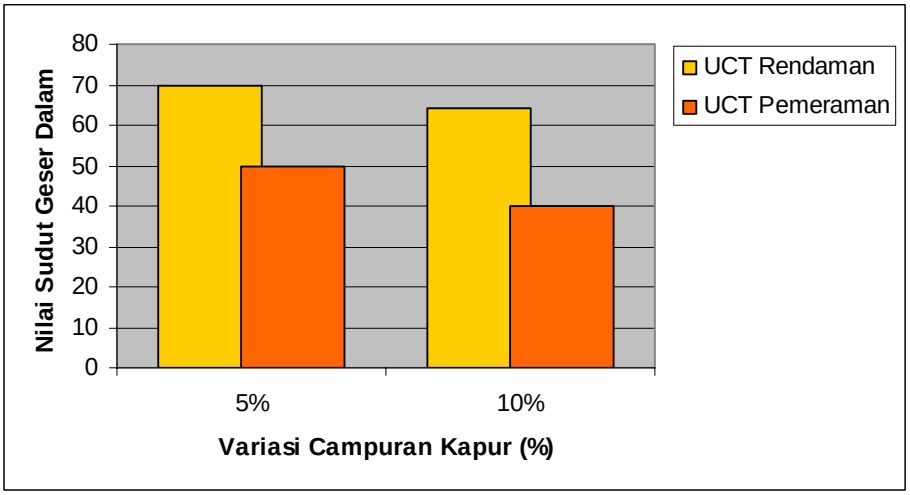
Pada pengujian Kuat Tekan Bebas pada tanah dengan campuran Pasir dan Kapur dapat dilihat di Gambar 6.12, 6.13 dan 6.14 :



Gambar 6.12 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.



Gambar 6.13 Perbandingan Nilai Kohesi Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.



Gambar 6.14 Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam UCS Pemeraman 4 hari dengan UCS Rendaman 4 hari pada kombinasi campuran Tanah Asli + Variasi Pasir 10% + Variasi Kapur 5% dan 10%.

Dari Tabel 5.7, Gambar 6.12, Gambar 6.13 dan Gambar 6.14 dapat terlihat nilai Kuat Tekan Bebas UCS Rendaman terbesar terdapat pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir dan 10% kapur dengan nilai kuat tekan bebas 4.094 kg/cm^2, nilai kohesi 0.549 kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam 60^o. Untuk nilai terkecil nilai kuat tekan bebas 1.979 kg/cm^2, nilai kohesi 0.303 kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam 56^o pada campuran tanah asli ditambah 10% pasir dan 5% kapur.

Pada UCS Pemeraman diperoleh nilai UCS terbesar pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir dan 10% kapur dengan nilai nilai Kuat Tekan Bebas UCS Pemeraman terbesar terdapat pada campuran tanah asli ditambah 20% pasir dan 10% kapur dengan nilai kuat tekan bebas 6.997 kg/cm^2, nilai kohesi 0.617 kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam 70^o. Untuk nilai terkecil nilai kuat tekan bebas 5.326

kg/cm^2, nilai kohesi 0.969 kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam 50^o pada campuran tanah asli ditambah 10% pasir dan 5% kapur. Dengan bertambahnya kadar kapur, terlihat nilai Kuat Tekan Bebas semakin meningkat. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi kimia yang terjadi pada kapur terhadap mineral lempung didalam tanah untuk membentuk campuran yang menimbulkan sementasi *(kalsium silikat).*

6.4. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah dasar adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis keras untuk menyatakan kekuatan tanah dasar yang ditentukan berdasarkan grafik korelasi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.9 harga CBR disini merupakan harga CBR lapangan atau CBR Laboratorium. CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan dan CBR laboratorium untuk perencanan jalan baru.

Adapun rekapitulasi hasil pengujian dilaboratorium dengan memperhatikan parameter - parameter pengujian didepan, dipresentasikan seperti pada Tabel 6.2 dan Tabel 6.3

Tabel 6.2 Hasil Uji CBR

Kombinasi Campuran	Pengujian CBR (%)			
	Langsung	**Rendaman**	**Pemeraman**	**Pengembangan**
Tanah Asli + 0% Pasir	2.21	3.83	5.69	-
Tanah Asli + 10% Pasir	5.61	4.70	4.94	-
Tanah Asli + 20% Pasir	5.93	5.52	3.24	-
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	-	17.43	29.89	1.75
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	-	23.36	40.52	0.24
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	-	23.04	48.14	0.02
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	-	26.10	57.86	0.00

Tabel 6.3 Hasil Uji Tekan Bebas

Kombinasi Campuran	Pengujian Tekan Bebas								
	Langsung			Rendaman			Pemeraman		
	qu	c	φ	qu	c	φ	qu	c	φ
Tanah Asli + 0% Pasir	0.951	0.276	30	1.587	0.458	30	-	-	-
Tanah Asli + 10% Pasir	1.37	0.396	30	1.965	0.319	54	-	-	-
Tanah Asli + 20% Pasir	1.862	0.434	40	1.848	0.392	44	-	-	-
Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	-	-	-	1.979	0.303	56	5.326	0.969	50
Tanah Asli + 10% Pasir + 10% Kapur	-	-	-	2.104	0.243	64	5.637	1.314	40
Tanah Asli + 20% Pasir + 5% Kapur	-	-	-	2.256	0.526	40	5.881	2.059	20
Tanah Asli + 20% Pasir + 10% Kapur	-	-	-	4.094	0.549	60	6.997	0.617	70

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan oleh peneliti seperti dalam pembahasan bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian sifat fisik tanah diketahui bahwa tanah Godean, Yogyakarta berwarna coklat kehitam-hitaman dan keras. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS tanah Godean tergolong kedalam lanau berlempung mengandung pasir (*clay silt*), berdasarkan *Unified System* tanah Godean termasuk golongan MH yaitu lanau dengan kompresibilitas tinggi, dan berdasarkan AASTHO tanah Godean termasuk kelompok tanah A-7-5 (24) tanah berlempung.
2. Pada pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) tanah asli dengan nilai CBR 3,83%, maka DDT (daya dukung tanah) adalah 4,15 kg/cm^2.
3. Nilai kapasitas dukung maksimum terjadi pada campuran tanah asli ditambah pasir 20% dan 10% kapur pada uji CBR, dan UCS.

7.2. Saran

1. Bagi para peneliti yang ingin melakukan penelitian lanjutan dapat memakai jenis tanah yang sama dengan variasi persentase dan bahan pencampur yang berbeda.
2. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Suryono dan Khomarzzam, 1995, ***Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir sebagai subgrade untuk rencana tebal perkerasan lentur pada jalan kelas I,*** Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.

Bowles, Joseph E. dan Johan K. Hainim., 1986, ***Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)***, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Braja M. Das., 1994, ***Mekanika Tanah***, Jilid Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Craig, R.F., 1089, ***Mekanika Tanah***, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Dunn, I.S., Anderson, L.R. dan Kiefer, F.W., 1980, ***Dasar-Dasar Analisis Geoteknik***, Penerbit IKIP Semarang Press, Semarang.

Eka Warni Riyadi dan Buari Siswanto, 2002, ***Pengaruh penambahan pasir dan kapur untuk stabilisasi tanah lempung sebagai subgrade jalan raya,*** Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.

Hary Christady Hardiyatmo, 1992, ***Mekanika Tanah***, Jilid 1, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sosrodarsono. S, 1990, ***Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi***, Penerbit PT Pradanya Paramita, Jakarta

Sukirman, Silvia, 1999, ***Perkerasan Lentur Jalan Raya***, Nova, Bandung.

Terzaghi Karl dan Peck, Ralph B., 1987, ***Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa***, Jilid 1, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Timu Suryatna dan Budi Wahyudi, 2002, ***Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir putih pantai sebagai subgrade jalan raya***, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.

Wesley, L. D, 1997. ***Mekanika Tanah***, Badan penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.

....., Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah, ***Panduan Praktikum Mwkanika Tanah***, Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN

Pemeriksaan Kadar Air Tanah

Pemeriksaan Berat Volume Tanah

Pemeriksaan Berat Jenis Tanah

Pengujian Pemadatan (Proctor)

Pengujian Batas Cair

Analisis Saringan

Data Pengujian CBR Laboratorium

Data Pengujian Kuat Tekan BebasR