

JURNAL TEKNIK SIPIL

SUSUNAN REDAKSI

| | |
|---------------------------|--|
| PENANGGUNG JAWAB | : Rektor Universitas Bandar Lampung |
| KETUA DEWAN PENYUNTING | : IR. LILIES WIDOJOKO, MT |
| DEWAN PENYUNTING | : DR. IR. ANTONIUS, MT (Univ. Sultan Agung Semarang) : DR. IR. NUROJI, MT (Univ. Diponegoro) : DR. IR. FIRDAUS, MT (Univ. Sriwijaya) : DR. IR. Hery Riyanto, MT (Univ. Bandar Lampung) : APRIZAL, ST., MT (Univ. Bandar Lampung) |
| DESAIN VISUAL DAN EDITOR | : FRITZ AKHMAD NUZIR, ST., MA(LA) |
| SEKRETARIAT DAN SIRKULASI | : IB. ILHAM MALIK, ST, SUROTO ADI |
| Email | : jtsipil@ubl.ac.id |
| ALAMAT REDAKSI | : Jl. Hi. Z.A. PAGAR ALAM NO. 26 BANDAR LAMPUNG - 35142 Telp. 0721-701979 Fax. 0721 – 701467 |

Penerbit
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Bandar Lampung

Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (UBL) diterbitkan 2 (dua) kali dalam setahun yaitu pada bulan Oktober dan bulan April



Jurnal Teknik Sipil UBL

Volume 5, Nomor 2, Oktober 2014

ISSN 2087-2860

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| Susunan Redaksi | ii |
| Daftar Isi | iii |
| 1. Analisis Tingkat Kebisingan Lalu Lintas dan Penentuan Daerah Aman Terhadap gangguan Kebisingan (Jl. Soekarno – Hatta) | |
| Junardi..... | 616-627 |
| 2. Study Kekuatan Tanah Dasar Jalan Akibat Perubahan Derajat Kejenuhan | |
| Lilies Widodojoko | 628-641 |
| 3. Analisis Batang Tekuk Dalam Struktur Rangka Batang Hubungan Kaku | |
| Hery Riyanto | 642-650 |
| 4. Analisis Break Event Point, Payback Periode, Dan Net Present Value pada Perusahaan Gading Taksi di Bandar Lampung | |
| Dirwansyah Sesunan..... | 651-667 |
| 5. Pengendalian Proyek Dengan Mempergunakan Kurva "S" Pada Proyek Puri Kencana Phase III | |
| Donny Yasrizal | 668-683 |

STUDY KEKUATAN TANAH DASAR JALAN AKIBAT PERUBAHAN DERAJAT KEJENUHAN

LILIES WIDOJOKO

Dosen Universitas Bandar Lampung

Email : lilieswidojoko@ubl.ac.id

Abstrak

Adanya daur hidrologi yang menyebabkan perubahan musim di Indonesia baik itu dari musim panas ke musim penghujan maupun dari musim hujan ke musim panas mempunyai dampak yang kurang baik terhadap lapisan perkerasan jalan raya. Pengaruh yang sangat terasa yaitu banyaknya jalan yang rusak pada saat musim penghujan yang disebabkan oleh air yang menggenangi jalan. Genangan air pada jalan membuat daya dukung jalan terhadap tekanan yang ada di atasnya yang disebabkan oleh muatan kendaraan yang berlebihan membuat lebih cepatnya kerusakan pada ruas jalan tersebut.

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum dari tanah yang bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi butiran dan plastisitas. Pada saat sekarang ini ada dua sistem klasifikasi tanah yang umum dan selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas *Atterberg*, adapun sistem-sistem tersebut adalah: Sistem klasifikasi AASHTO dan Sistem klasifikasi *Unified*. Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bandar Lampung didapatkan : (1) Tanah berbutir kasar yang terdiri atas sample tanah Jl. Onta, Jl. Tirtayasa I sangat baik dijadikan sebagai bahan timbunan (*Sub Grade*) pada jalan raya karena daya ikat antar butirannya sangat baik dan nilai CBRnya besar, (2) Pasir Gunung Sugih baik dalam mengalirkan air, hal itu disebabkan kecilnya daya serap tanah terhadap air, (3) Untuk tanah Jl. Tirtayasa Ujung, Jl. Beruang dan Jl. Tirtaya Tengah yang merupakan tanah berbutir halus, akan lebih baik jika dipadatkan pada saat derajat kejenuhannya sebesar 25%, hal tersebut disebabkan oleh penyerapan tanah terhadap air yang cenderung besar, jika jenis tanah ini dipadatkan dalam keadaan kering maka tanah jenis ini akan pecah dan tidak akan didapatkan hasil yang diharapkan, (4) Dalam keadaan kering tanah berbutir kasar masih dapat dipadatkan karena butir kasar lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan bitiran halus yang bila dipadatkan pada waktu kering justru akan hancur, karena keseragaman butirannya.

Kata Kunci : Distribusi Ukuran Butir, Batas-batas *Atterberg*, Sistem klasifikasi AASHTO, Sistem klasifikasi *Unified*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Adanya daur hidrologi yang menyebabkan perubahan musim di Indonesia baik itu dari musim panas ke musim penghujan maupun dari musim hujan ke musim panas mempunyai dampak yang kurang baik terhadap lapisan perkerasan jalan raya. Pengaruh yang sangat terasa yaitu banyaknya jalan yang rusak pada saat musim penghujan yang disebabkan oleh air yang menggenangi jalan. Genangan air pada jalan membuat daya dukung jalan terhadap tekanan yang ada di atasnya yang disebabkan oleh muatan kendaraan yang berlebihan membuat lebih cepatnya kerusakan pada ruas jalan tersebut.

Pemecahan masalah tingkat kejenuhan air pada tanah dasar (*subgrade*) terutama pada musim penghujan dimana tingkat kejenuhan air pada tanah mencapai titik maksimal harus diteliti dengan sungguh-sungguh, terutama pada daerah-daerah rawan banjir guna menjaga hal-hal yang tidak diinginkan.

Walaupun daerah rawan banjir resiko kerusakan jalan lebih besar dibandingkan daerah yang tidak digenangi oleh air, tetapi pada musing hujan air akan masuk kedalam pori-pori jalan sehingga menyebabkan kualitas jalan menurun yang berakibat jalan tersebut bergelombang kemudian lama-kelamaan akan membentuk lubang lalu lubang tersebut semakin melebar. Lubang-lubang yang diakibatkan oleh Daya Dukung Tanah (DDT) yang kurang baik pada musing penghujan akan semakin melebar karena air hujan masuk kedalam lapisan perkerasan jalan tersebut, ditambah lagi beban kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut mencapai beban maksimal yang seharusnya tidak diizinkan untuk melewati jalan tersebut.

Jika perkerasan yang dilakukan tidak benar-benar tepat dan jenis tanah yang digunakan sebagai *subgrade* tidak diteliti dengan benar, walaupun perkerasan

menggunakan bahan yang mahal dan peralatan yang canggih, tetapi hasil yang diharapkan tidak akan maksimal.

B. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui masalah-masalah yang ditimbulkan pada lapisan tanah dasar yang ditinjau dari:

1. Jenis tanah,
2. Penyebaran ukuran butiran pada tanah,
3. Klasifikasi tanah,
4. Sifat mekanis material tanah (*subgrade*),
5. Kuat geser tanah.

Tujuan :

1. Mengetahui daya dukung tanah terhadap beban yang ada di atasnya,
2. Memberikan solusi agar jangan sampai arus transportasi lumpuh total, yang diakibatkan tingkat derajat kejenuhan air meningkat (pada waktu tanah terendam oleh air / banjir),
3. Mengatur batasan beban maksimal yang diizinkan untuk melewati jalan tersebut selama periode tertentu dengan tujuan agar jalan tersebut tidak mudah rusak.

C. Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Bandar Lampung (UBL) yang merupakan analisis data tentang lapisan tanah dasar (*subgrade*) dimana sampel yang digunakan adalah jenis tanah terganggu, yaitu sampel tanah yang pada saat pengambilannya mengalami perubahan baik itu ditinjau dari kandungan unsur air yang ada karena proses pengeringan maupun dari perubahan susunan tanah akibat pengambilan sampel tanah tersebut dengan menggunakan cangkul. Tanah yang digunakan penulis adalah tanah yang dipakai sebagai tanah timbunan guna pembuatan jalan baru maupun untuk peningkatan kualitas *subgrade* yang sudah ada agar lebih baik.

D. Batasan Masalah

Adapun pokok permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini adalah tentang Study Kekuatan Tanah Dasar yang diakibatkan oleh Perubahan Derajat Kejenuhan ditinjau dari tingkat kejenuhan pada saat tanah optimum, dimana tanah tersebut mampu menahan beban yang ada di atasnya sampai batas maksimal. Pada saat tanah tersebut kering dan pada saat jenuh air (*saturated*) dimana tanah tersebut kurang mampu menahan beban yang ada di atasnya.

II. LANDASAN TEORI

A. Komposisi Tanah

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

- Berangkal (potongan batuan yang besar), biasanya lebih besar dari 250 mm - 300 mm,
- Kerakal dengan ukuran 150 mm - 250 mm,
- Kerikil adalah batuan yang berukuran 5 mm - 150 mm,
- Pasir dengan ukuran partikel 0,75 - 5 mm,
- Lanau dengan ukuran partikel 0,002 mm - 0,074 mm,
- Lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm,
- Koloid merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Selain unsur tersebut diatas, udara dan air juga merupakan unsur yang terkandung di dalam tanah. Udara dan air yang terkandung di dalam tanah tidak selalu sama banyaknya, besarnya tingkat kejenuhan pada tanah tergantung dari banyaknya udara dan air yang ada di dalam tanah. Untuk tanah yang digenangi oleh air tentunya berbeda tingkat kejenuhannya dengan tanah yang kering, untuk tanah yang digenangi oleh air tingkat jenuhnya tentu akan lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang kering.

Sebagai perhitungan dalam menghitung berat tanah yang akan digunakan dalam percobaan digunakan persamaan:

$$W_s = \gamma_d V$$

Dimana :

W_s = Berat tanah kering yang diperlukan.

γ_d = Berat isi kering (didapat dari hasil pemadatan)

V = Volume cetakan

Akibat adanya kadar air mula-mula yang disebabkan oleh pengeringan dengan menggunakan panas matahari maka berat tanah yang sesungguhnya tidak dapat langsung diambil berdasarkan persamaan diatas tetapi harus ditambah dengan persentase kadar air yang ada pada tanah tersebut, sehingga persamaan tersebut dapat diberikan sebagai berikut:

$$W_{s_0} = W_s + W_s \cdot W_0$$

Dimana :

W_{s_0} = Berat tanah kering yang diperlukan.

W_s = Berat tanah sebelum dihitung kadar air mula.

W_0 = Kadar air mula.

Untuk dapat menghitung tingkat kejenuhan air yang ada pada tanah digunakan rumus :

$$S = \frac{V_w}{V_v}$$

Dimana :

S = Derajat kejenuhan (umumnya dinyatakan dalam persen).

V_w = Volume air dalam pori.

V_v = Volume pori.

Dari persamaan diatas kita dapat turunkan sehingga menjadi:

$$S = \frac{W.G_s}{e} \dots\dots\dots(i)$$

Dimana :

S = Derajat kejenuhan (umumnya dinyatakan dalam persen).

W = Kadar Air

G_s = Berat jenis tanah

e = Angka pori

Untuk mencari angka pori digunakan rumus:

$$e = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{\gamma_d} - 1 \dots\dots\dots(ii)$$

Dimana :

γ_w = Berat isi air

γ_d = Berat isi kering (didapat dari hasil pemadatan)

berdasarkan persamaan i dan ii didapat:

$$S = \frac{W.G_s}{\frac{G_s \cdot \gamma_w}{\gamma_d} - 1} \dots\dots\dots(iii)$$

Untuk keterangan perhitungan akan penulis jelaskan pada pembahasan penelitian.

B. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum dari tanah yang bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi telah

dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi butiran dan plastisitas. Pada saat sekarang ini ada dua sistem klasifikasi tanah yang umum dan selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas batas Atterberg, adapun sistem-sistem tersebut adalah: Sistem klasifikasi AASHTO dan Sistem klasifikasi Unified. Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai untuk keperluan teknik khususnya untuk perencanaan jalan raya. Sedangkan sistem unified pada umumnya lebih disukai oleh para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik-teknik yang lainnya.

1. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan pada dalam 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini sudah mengalami perbaikan, versi yang sekarang ini berlaku adalah yang diajukan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* dalam tahun 1945 (*ASTM Standard no D-3282, AASHTO metode M145*).

Sistem klasifikasi AASHTO yang dipakai saat ini tertera dalam tabel 2.2. Pada sistem ini tanah diklasifikasikan kedalam beberapa kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan kedalam A-1, A-2, A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 (tanah berbutir kasar). Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5, A-6, A-7 (tanah lempung lanauan). Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini:

- a. Ukuran butiran
Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 6.35 mm (3

in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (0.84mm).

Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No.10 (2mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.074).

Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (*PI*) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih, c. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan didalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu.

Apabila sistem klasifikasi klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang ada pada tabel 2.2 hingga diperoleh hasil yang sesuai.

2. Klasifikasi Sistem Unified

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh *Casagrande* pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* selama perang dunia ke II. Dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Pada masa kini, sistem klasifikasi tersebut digunakan secara luas oleh para ahli teknik. Sistem klasifikasi Unified diberikan dalam tabel 2.2. sistem ini mengelompokan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu:

a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu: tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf

awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah kerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

b. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *rnuck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah:

W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L = *lowplasticity* (plastisitas rendah) jika $LL < 50$

H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) jika $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut ini perlu diperhatikan:

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus).
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40.
3. Koefisien keseragaman (*Uniformity Coefisien, CU*) dan koefisien gradasi (*Gradation Coefisien, Cc*) dan indeks plastisitas (*PI*) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40. (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200).

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 - 12%, simbol ganda seperti GW-GM,

GP GM, GW GC, GP GC, SW SM, SW SC, SP SM, dan SP-SC diperlukan.

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH dan OH di dapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas (*casagrande, 1948*) yang diberikan dalam tabel 2.2.2.

C. Sifat Mekanik Tanah

Dalam pengujian di laboratorium, prosedur dinamik laboratorium yang standar biasanya di sebut *Uji Proctor*. *Uji Proctor* mendefinisikan empat variabel pemadatan tanah, yaitu:

- Usaha pemadatan (atau energi pemadatan).
- Jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak kohesif dan ukuran partikel).
- Kadar air.
- Berat isi kering.

Usaha pemadatan dan energi pemadatan *Compaction Effort and Energy* (CE) adalah tolak ukur energi mekanis yang dikerjakan terhadap suatu massa tanah, terlepas dari usaha dan energi yang digunakan untuk pemadatan Derajat Kejenuhan merupakan faktor yang tidak kalah penting dalam melakukan pemadatan. Di lapangan, usaha pemadatan ini dihubungkan dengan jumlah gilasan mesin serta pemberian air pada waktu pemadatan. Jumlah tumbukan dari benda yang dijatuhkan, serta pemberian kadar air yang beragam yang kisarannya mulai dari 20%, 40%, sampai dengan 100% sehingga dicapai titik jenuh air maksimal untuk suatu volume tanah tertentu dapat dilakukan di laboratorium guna mendapatkan data yang lebih akurat tentang pemadatan tanah.

Seluruh keruntuhan tanah merupakan pergeseran yang disebabkan gerakan yang terjadi pada tanah berupa gelinciran antara

dua permukaan tanah yang tidak sanggup menahan beban yang ada di atasnya. Di laboratorium hal tersebut disebut dengan *Index Plastisitas*.

1. Energi Pemadatan

Pada tanah yang lepas atau renggang diperlukan suatu energi pemadatan untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga daya dukung tanah tersebut terhadap pondasi yang ada di atasnya mencapai nilai yang diharapkan. Pemadatan tanah juga dapat mengurangi besarnya penurunan permukaan tanah serta meningkatkan kemantapan lereng pada tanah timbunan. Tingkat pemadatan tanah diukur berdasarkan berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberikan penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang sangat mudah ditembus oleh air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga mengalirkan air-pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi bersamaan.

Bilamana suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang mampumampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung adalah sangat kecil bila dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat laun dalam waktu yang sangat lama, sehingga untuk tanah lempung-lembek perubahan volume yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam

pori atau peristiwa konsolidasi akan terjadi setelah penurunan segera. Penurunan konsolidasi tersebut biasanya jauh lebih besar dan lebih lambat serta lama dibandingkan dengan penurunan segera. Proses keluarnya air dari dalam pori-pori tanah secara perlahan-lahan, sebagai akibat dari adanya penambahan beban, yang disertai dengan pemindahan kelebihan tekanan air pori ke tegangan efektif akan menyebabkan terjadinya penurunan yang merupakan fungsi dari waktu (*time-dependent settlement*) pada lapisan tanah lempung.

2. Peningkatan Kadar Air

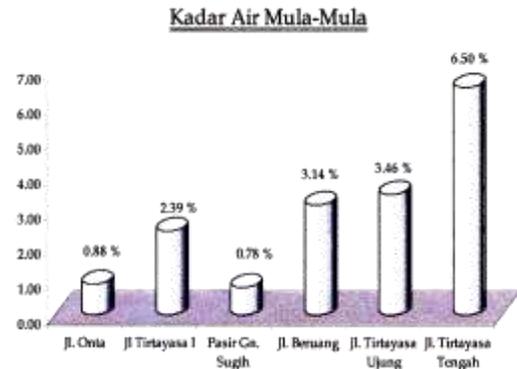
Dalam usaha pemadatan tanah sangat diperlukannya air guna mempermudah pergerakan dan pergeseran partikel-partikel tanah, dengan bergesernya tanah sehingga membuat kedudukan tanah yang lebih rapat dan padat. Bila kadar airnya ditingkatkan secara terus-menerus secara bertahap pada usaha pemadatan tanah yang sama maka secara otomatis berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga meningkat. Setelah mencapai derajat kejenuhan maksimal, penambahan air justru menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal tersebut disebabkan oleh karena air tersebut mengisi ruang-ruang pori dalam tanah yang justru seharusnya diisi oleh partikel-partikel padat dari tanah.

III. PEMBAHASAN MASALAH

Dalam pembahasan masalah ini akan penulis jelaskan tentang hasil-hasil penelitian penulis di laboratoruim mulai dari pengujian awal sampai dengan pengujian akhir (inti pengujian) penulis. Adapun inti pengujian ini adalah meneliti tentang daya dukung tanah terhadap derajat kejenuhan dengan alat uji CBR (*California Bearing Ratio*). Adapun alur dan cara pengerjaan telah penulis jelaskan pada bab terdahulu, pada bab ini penulis akan membahas hasil perhitungan dari data yang didapat, yaitu sebagai berikut:

A. Kadar Air Mula

Kadar air mula yang dimaksud dalam penulisan ini adalah: kadar air dimana kondisi tanah telah kering dengan terjemur matahari (bukan kering oven). Tanah yang telah kering matahari tersebut kemudian dicari nilai kadar airnya, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.1 tentang kadar air mula. Kegunaan dari kadar air mula ini adalah untuk perhitungan jumlah sample yang akan digunakan pada percobaan berikutnya.

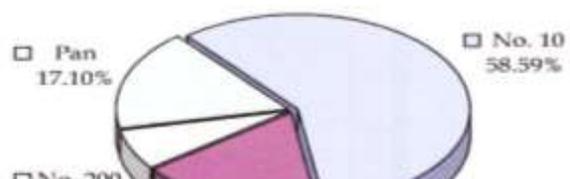


Gambar 3.1 Kadar air mula

B. Atterberg

Pada prinsipnya pengujian *Atterberg* digunakan untuk mendapatkan nilai kadar air pada batas perubahan wujud tanah. Dari nilai tersebut, nilai Plastis limit dan analisa saringan didapatkan klasifikasi jenis dari tanah tersebut berdasarkan klasifikasi AASHTO. Pada sample tanah Jl. Tirtayasa I yang merupakan tanah yang tergolong dalam klasifikasi tanah A-2-6 karena: Tanah Jl Tirtayasa I termasuk ke dalam jenis tanah yang berbutir kasar, dengan persentase lolos ayakan No. 200 atau tertahan di pan sebesar 17,10%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO nilai Maksimal yang lolos ayakan No. 200 adalah sebesar 35%. Persentase dari jumlah tanah yang lolos ayakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Persentase Tertahan Saringan



Gambar 3.2. Persentase Tertahan Saringan Sample Tanah Jl. Antasari I

1. Batas Cair atau *Liquid Limit (LL)*

Batas Cair atau *Liquid Limit (LL)* dinyatakan dalam nilai persen. Berdasarkan klasifikasi AASHTO untuk klasifikasi tanah A-1-a dan A-3 Nilai LL pada percobaan sample tanah Jl. Onta dan Pasir Gn. Sugih tidak dapat diketahui, karena termasuk dalam tanah Non Plastis dimana tanah tersebut sangat baik mengalirkan air karena butirannya tidak mudah menyerap air. Untuk sample tanah Jl. Tirtayasa I, Jl. Tirtayasa Ujung, Jl. Beruang dan Jl. Tirtayasa Tengah yang tergolong ke dalam klasifikasi tanah A-2-6, A-5, A-6 dan A-7-6 besarnya batas cair dapat dilihat dalam Gambar 3.3.

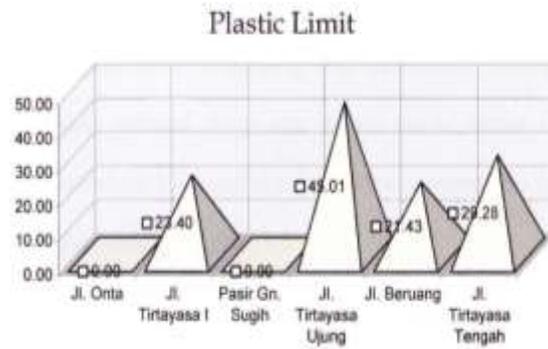


Gambar 3.3 Batas Cair atau Liquid Limit (LL)

2. Batas Plastis atau *Plastic Limit (PL)*

Batas Plastis atau *Plastic Limit (PL)* pada percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.2.3. Untuk percobaan Jl. Onta dan Pasir Gn. Sugih tidak memiliki batas plastis,

atau batas plastis sama dengan nol. Tidak didapatnya nilai batas plastis pada percobaan sample Jl. Onta dan Pasir Gn. Sugih disebabkan oleh kecenderungan tanah pada butirannya pasir dan sedikit sekali mengandung lempung sehingga tanah tersebut sangat sulit dicari nilai batas plastisnya. Untuk sample tanah Jl. Tirtayasa I, Jl. Tirtayasa Ujung, Jl. Beruang dan Jl. Tirtayasa Tengah yang tergolong ke dalam klasifikasi tanah A-2-6, A-5, A-6 dan A-7-6 karena jenis tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi tanah Plastis, besarnya nilai Plastis dapat dilihat dari Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Batas Plastis atau Plastic Limit (PL)

3. Batas Plastis atau *Plastic Limit (PL)*

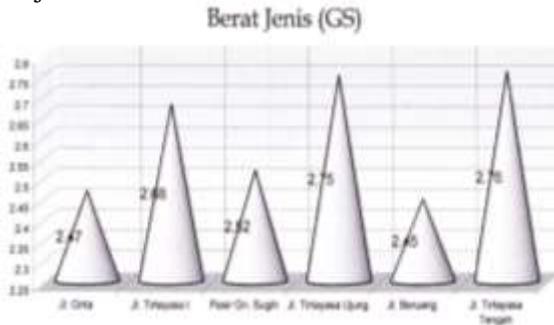
Untuk sample Jl. Onta dan Pasir Gn. Sugih, Indeks Plastisitasnya tidak memiliki nilai. Hal tersebut dikarenakan nilai indeks plastisitas merupakan pengurangan dari nilai Batas Cair dan Batas Plastis. Berdasarkan perhitungan nilai PI sample tanah Jl. Tirtayasa I, Jl. Tirtayasa Ujung, Jl. Beruang dan Jl. Tirtayasa Tengah dapat dilihat pada Gambar 3.5. tentang batas nilai Indeks Plastisitas.



Gambar 3.5. Nilai Indeks Plastisitas

C. Berat Jenis atau Spesifik Gravitasi (Gs)

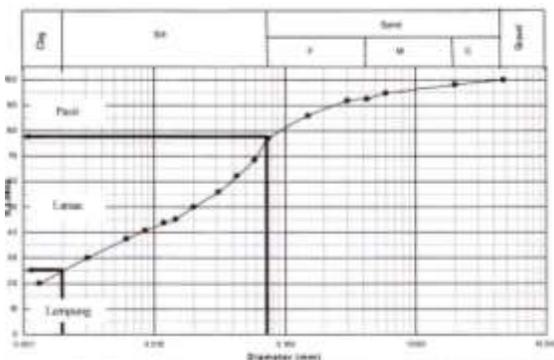
Berat jenis dari suatu jenis tanah tergantung atas kandungan mineral yang ada didalamnya. Kandungan mineral yang ada dalam tanah bukan menentukan klasifikasi dari tanah tersebut, hal tersebut dapat dilihat berdasarkan analisa berat jenis yang penulis sajikan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Berat Jenis atau Spesifik Gravitasi (Gs)

D. Uji Distribusi Butiran

Pengujian Distribusi Butiran ini meliputi dua pengujian yaitu analisa ayakan dan hydrometer yang bertujuan untuk mengetahui ukuran dan presentase butiran tanah sehingga dapat diketahui jenis tanahnya. Analisa Ayakan dilakukan terhadap butiran yang kasar, sedangkan hydrometer dilakukan terhadap sample yang lolos ayakan No. 200. Dalam Gambar 3.7. penulis sajikan Grafik Distribusi Butiran sample tanah Jl. Antasari Tengah.



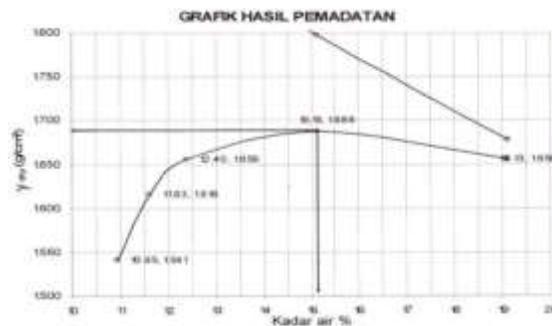
Gambar 3.7. Analisa Butiran sample tanah Jl. Antasari Tengah.

Dalam pengujian ini akan didapat besarnya butiran serta jenis butiran tersebut yang terkandung dalam tanah, pada gambar 3.4. sample tanah Jl. Tirtayasa Tengah didapat persentase kadar Lempung sebesar 25%, Lanau 51,84% dan pasir 23,16%. Besarnya persentase dari lempung, lanau dan pasir berpengaruh terhadap klasifikasi tanah. Untuk tanah yang cenderung berpasir dapat dikategorikan ke dalam butiran kasar, sedangkan tanah yang memiliki nilai lempung dan lanau yang besar dapat dikategorikan ke dalam butiran halus. Seberapa besar persentase dari hasil penelitian penulis terhadap uji distribusi butiran.

E. Pemeriksaan Sifat Mekanis Material

1. Batas Cair atau Liquit Limit (LL)

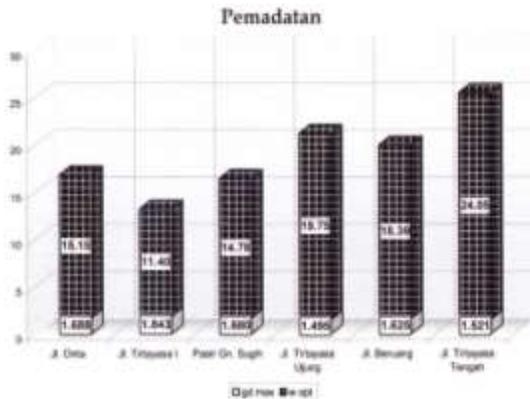
Pengujian pemadatan (compaction) yang bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kadar air dan kepadatan tanah. Dalam pengujian pemadatan dicari kadar air optimum dan berat volume keringnya, dimana pada saat kadar air optimum tersebut akan sangat baik bila dipadatkan guna mendapatkan berat volume kering yang maksimal.



Gambar 3.8. Hasil Pemadatan Jl. Onta

Berdasarkan gambar 3.5.1. Sample tanah Jl. Onta kadar air yang dibutuhkan untuk pemadatan yang baik adalah sebesar 15.15% dengan yd sebesar 1,688 gr/cm³. Jika dalam pelaksanaan kadar air atau yd kurang ataupun lebih, maka hasil yang diharapkan tidak akan tercapai. Pemadatan sample yang lainnya dari

hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.9.



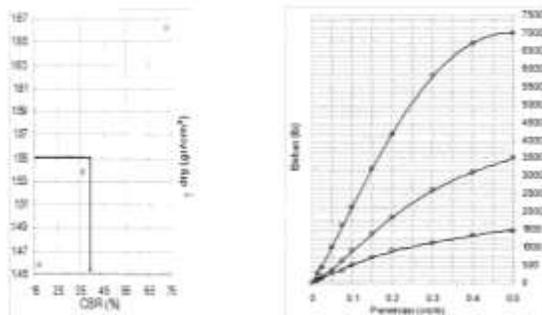
Gambar 3.9. Hasil Pemadatan

F. Pengujian CBR

California Bearing Ratio (CBR) adalah salah satu standar pengukuran kuat tekan tanah.

1. Pengujian CBR Standar

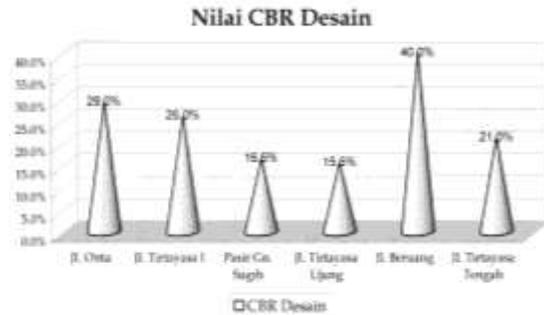
Dalam pengujian CBR akan didapatkan CBR desain, untuk sample tanah Jl. Beruang didapat CBR desain sebesar 40%, dapat dilihat dalam Gambar 3.10. CBR desain pada gambar 3.10. didapat berdasarkan pengujian CBR berdasarkan penambahan jumlah pukulan / tumbukan.



Gambar 3.10. CBR Desain dan Hasil Dari Pengujian CBR

Berdasarkan CBR desain inilah yang nantinya dipakai pada pemadatan di lapangan. Besarnya CBR desain tidak semuanya sama, untuk Jl. Onta Nilai CBR Desain sebesar 29%. Hal ini dipengaruhi oleh: berat isi kering (yd)

energi yang dilakukan pada saat tumbukan.

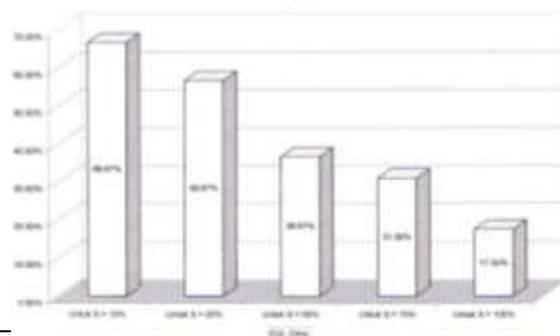


2. Pengujian Cbr Berdasarkan Derajat Kejenuhan Pada Tanah

Tingkat kejenuhan (*saturated*) pada tanah berpengaruh terhadap daya dukung tanah tersebut. Tidak semua jenis tanah bila ditingkatkan derajat kejenuhannya akan bertambah baik, banyak dan hampir semua jenis tanah jika kita tingkatkan kadar air di dalamnya malah semakin memburuk tingkat daya dukungnya. Berikut penjelasan dari hasil penelitian penulis,

a. CBR Jl. Onta

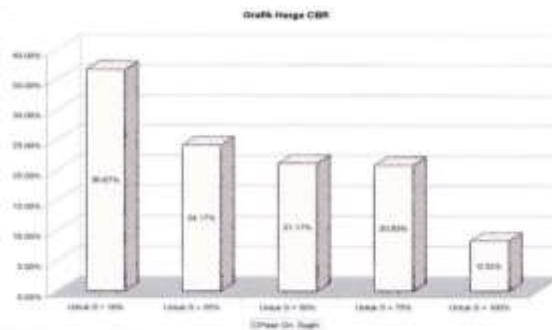
Untuk sample tanah dari Jl. Onta, tanah berbutir kasar. Berdasarkan pengujian dan ketentuan klasifikasi AASHTO maka sample tanah Jl. Onta yang masuk ke dalam klasifikasi A-1-a sangat baik daya dukung tanahnya. Tanah jenis ini mampu mengalirkan air dengan baik, penyerapan terhadap air kecil, karena butirannya yang kasar sehingga daya ikat antar butiran menjadi lebih kuat. Besarnya nilai CBR berdasarkan tingkat kejenuhan air yang ada didalamnya dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Nilai CBR Terhadap Derajat Kejujenuhan Jl. Onta

b. CBR Jl. Tirtayasa I

Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah hasil penelitian penulis untuk sample tanah Jl. Tirtayasa I termasuk kedalam klasifikasi A-2-6, dimana tanah tersebut mempunyai butiran kasar, baik dalam mengalirkan air, tidak menyerap air terlalu besar dan mempunyai nilai daya dukung yang cukup baik ditinjau berdasarkan CBR. Berdasarkan derajat kejujenuhan yang penulis teliti nilai maksimum CBR yang didapat pada saat kondisi derajat kejujenuhan mencapai nilai 10% dari berat tanah. Tanah akan menjadi kurang baik pada saat derajat kejujenuhan/degree saturation mendekati nilai 100%. Data selengkapnya penulis sajikan dalam Gambar 3.12.

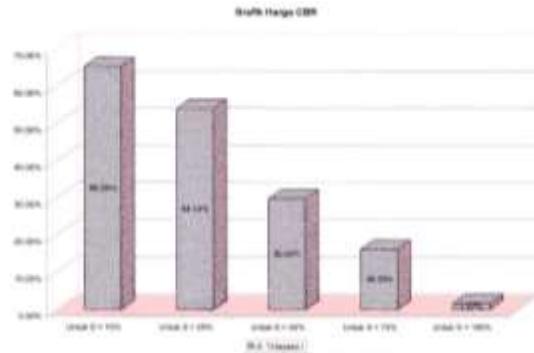


Gambar 3.12. Nilai CBR Terhadap Derajat Kejujenuhan Jl. Tirtayasa I

c. CBR Jl. Pasir Gn. Sugih

Karena butirannya yang tidak mudah menyerap air, sample tanah Pasir Gunung Sugih termasuk salah satu jenis tanah yang tergolong Non Plastis dan tergolong ke dalam klasifikasi A-3. Daya dukung dicapai paling besar pada saat sample dengan derajat kejujenuhan 10% dengan nilai CBR sebesar 36.67%. pada saat nilai kadar air mendekati 100%, pasir masih memiliki daya dukung yang baik yaitu sebesar 8,3%. Nilai-nilai CBR berdasarkan peningkatan derajat

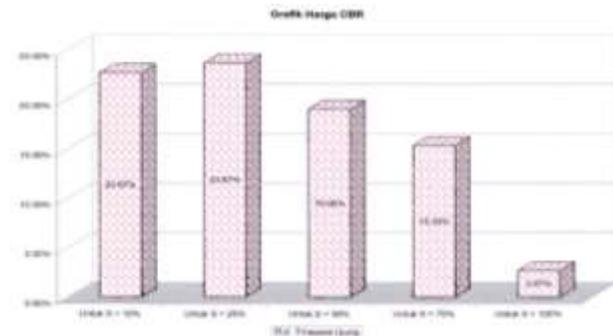
kejujenuhan pasir dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Nilai CBR Terhadap Derajat Kejujenuhan Pasir Gn Sugih

d. CBR Jl. Tirtayasa Ujung

Tanah Jl. Tirtayasa Ujung termasuk kedalam klasifikasi A-5. Tanah dengan butiran halus dengan ciri yang khas berwarna putih kecoklatan ini berdasarkan nilai CBR yang yang terbesar didapat sebesar 23.67% pada saat derajat kejujenuhan sebesar 25%. Penurunan daya dukung yang sangat besar pada saat derajat kejujenuhan mendekati 100% dengan nilai CBR sebesar 2.67%. Gambar 3.6.6.3 merupakan grafik hubungan antara Derajat Kejujenuhan dan CBR pada Jl. Tirtayasa Ujung.

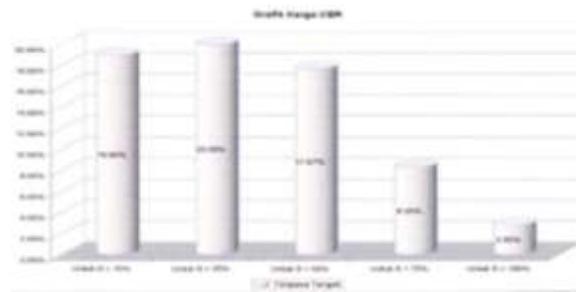


Gambar 3.14. Nilai CBR Terhadap Derajat Kejujenuhan Jl. Tirtayasa Ujung

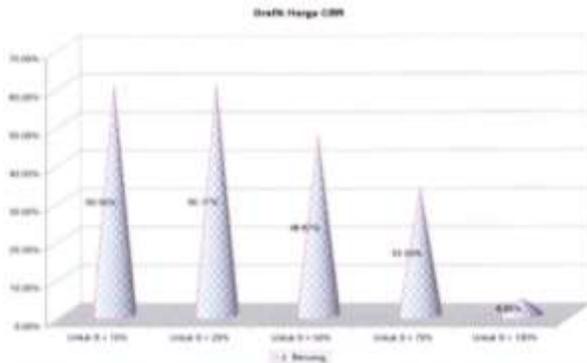
e. CBR Jl. Beruang

CBR yang kecil yakni sebesar 4.33% dapat dilihat pada Gambar 3.6.6.3. dengan derajat kejujenuhan mendekati 100%. Sample tanah Jl. Beruang

merupakan tanah berbutir halus dengan klasifikasi tanah A-6 berdasarkan hasil penelitian dan klasifikasi AASHTO. Tingkat kejenuhan yang paling baik yaitu pada saat derajat kejenuhan sebesar 25%, dengan nilai CBR sebesar 60.17%. Akan tetapi perbedaan yang begitu tipis dapat dilihat pada saat derajat kejenuhan 10% dengan nilai CBR 60%, penurunan nilai CBR saat tanah mencapai derajat kejenuhan 50% dan seterusnya.

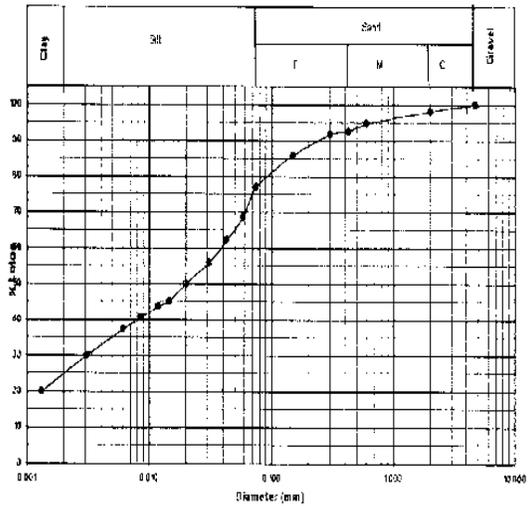


Gambar 3.16. Nilai CBR Terhadap Derajat Kejenuhan Jl. Tirtayasa Tengah

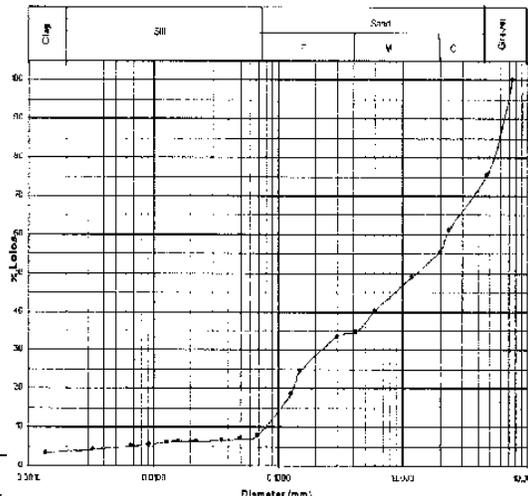


Gambar 3.15 Nilai CBR Terhadap Derajat Kejenuhan Jl. Beruang

3. Pengaruh Pencampuran Klasifikasi Tanah Butiran Halus Dan Kasar Terhadap Gradasi Butiran



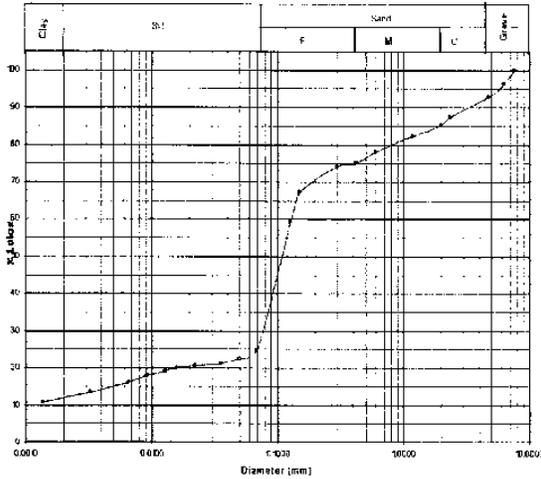
Gambar 3.17.



f. CBR Jl. Tirtayasa Tengah

Sample tanah Jl. Tirtayasa Tengah merupakan sample tanah yang berbutir halus, oleh karena itu berdasarkan klasifikasi AASHTO tanah tersebut termasuk kedalam sample tanah A-7-6 dengan Nilai CBR terbesar yaitu 20 pada saat tanah dengan derajat kejenuhan sebesar 25%. Penyerapan air yang besar membuat tanah ini kurang kuat menahan beban pada saat derajat kejenuhan mencapai nilai 100%. Pada Gambar 3.6.6.3 dapat dilihat daya dukung tanah ini yang paling baik adalah pada saat derajat kejenuhan diantara nilai 10% - 25%.

Gambar 3.18.



Gambar 3.19.

Gambar 3.17. adalah sample tanah A-7, Gambar 3.18. adalah sample tanah A-1, dengan perbandingan 30% sample tanah A-1 ditambah dengan 70% sample tanah A-7 maka didapat gradasi butiran seperti yang dilihat pada Gambar 3.19. Tanah varian baru berdasarkan pencampuran dengan perbandingan 30%:70% ini masih tergolong tanah jenis butiran kasar dan baik terhadap perbaikan tanah timbunan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bandar Lampung sejak tanggal 28 Februari 2005 sampai dengan 05 Juli 2005 didapatkan kesimpulan:

1. Tanah berbutir kasar yang terdiri atas sample tanah Jl. Onta, Jl. Tirtayasa I sangat baik dijadikan sebagai bahan timbunan (Sub Grade) pada jalan raya karena daya ikat antar butirannya sangat baik dan nilai CBRnya besar.
2. Pasir Gunung Sugih baik dalam mengalirkan air, hal itu disebabkan kecilnya daya serap tanah terhadap air.

3. Untuk tanah Jl. Tirtayasa Ujung, Jl. Beruang dan Jl. Tirtayasa Tengah yang merupakan tanah berbutir halus, akan lebih baik jika dipadatkan pada saat derajat kejenuhannya sebesar 25%, hal tersebut disebabkan oleh penyerapan tanah terhadap air yang cenderung besar, jika jenis tanah ini dipadatkan dalam keadaan kering maka tanah jenis ini akan pecah dan tidak akan didapatkan hasil yang diharapkan.
4. Dalam keadaan kering tanah berbutir kasar masih dapat dipadatkan karena butir kasar lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan bitiran halus yang bila dipadatkan pada waktu kering justru akan hancur, karena keseragaman butirannya.

B. Kesimpulan

1. Nilai CBR tanah A-6 lebih besar dibandingkan dengan tanah A-5, untuk itu perlu diteliti kandungan mineral yang di dalam tanah A-5 dan A-6 tersebut melalui uji kimia.
2. Guna mendapatkan nilai CBR yang lebih besar pada klasifikasi tanah butiran halus dan sebagai perbaikan sub-grade tanah butiran halus perlu dilakukan penelitian pencampuran antara tanah butiran kasar dan butiran halus dengan beberapa nilai persentase dari jumlah butiran tersebut.
3. Pengujian tanah dengan Penambahan Energi pada pada derajat kejenuhan yang berbeda akan mendapatnya nilai maksimal dari Daya Dukung Tanah.
4. Menambah Klasifikasi Jenis Tanah akan lebih baik dalam penelitian sebagai perbandingan dalam satu klasifikasi tanah.
5. Penambahan jumlah persentase yang diteliti akan membuat data semakin akurat.
6. Agar langsung diketahui nilai Daya Dukung Tanah (DDT) sebaiknya digunakan pengujian Kuat Tekan Bebas berdasarkan tingkat derajat kejenuhan yang ada pada tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga (1987) *"Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen "*, SKBI 2.3. 26, Jakarta.

Bowles Josep E. (1991) *"Physical And Geotechnical Properties Of Soil"*. McGraw-Hill, inc.

Croney D (1977) *"The Design and Performance of Road Pavement."* Her Majesty's Stationery Office. London.

Das Braja M (1993) *"Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis "*. Erlangga.

Hardiyanto Hary Cristady (1992) *"Mekanika Tanah"*, PT Gramedia Pustaka Utama.

Hendarsin, L. Shirley (2000) *"Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya"*. Politeknik Negeri Bandung - Jurusan Teknik Sipil.

Lambe, T. W. (1951) *"Soil Testing for Engineering"* . New York - John Wiley & Sons, Inc. London - Sydney.

MBT, Pusat Pelatihan (1994) *"Pelatihan Assisten Teknisi Laboratorium Pengujian Tanah "*. Padalarang, Bandung - Jawa Barat.

Sukirman, Silvia (1992) *"Perkerasan Lentur Jalan Raya"*. Nova - Bandung.

Wesley, L.D (1977) *"Mekanika Tanah "* Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Kebayoran Baru Jakarta - Selatan.

INFORMASI UNTUK PENULISAN NASKAH

JURNAL TEKNIK SIPIL UBL

Persyaratan Penulisan Naskah

1. Tulisan/naskah terbuka untuk umum sesuai dengan bidang teknik sipil.
2. Naskah dapat berupa :
 - a. Hasil penelitian, atau
 - b. Kajian yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dipublikasikan,

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Naskah berupa rekaman dalam Disc (disertai dua eksemplar cetakannya) dengan panjang maksimum dua puluh halaman dengan ukuran kertas A4, ketikan satu spasi, jenis huruf Times New Roman (font size 11).

Naskah diketik dalam pengolah kata MsWord dalam bentuk siap cetak.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
 - a. Bagian Awal : judul, nama penulis, alamat penulis dan abstrak (dalam dua bahasa : Indonesia dan Inggris)
 - b. Bagian Utama : pendahuluan (latar belakang, permasalahan, tujuan) , tulisan pokok (tinjauan pustaka, metode, data dan pembahasan.), kesimpulan (dan saran)
 - c. Bagian Akhir : catatan kaki (kalau ada) dan daftar pustaka.Judul tulisan sesingkat mungkin dan jelas, seluruhnya dengan huruf kapital dan ditulis secara simetris.
2. Nama penulis ditulis :
 - a. Di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, huruf simetris, jika penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
 - b. Di catatan kaki, nama lengkap dengan gelar (untuk memudahkan komunikasi formal) disertai keterangan pekerjaan/profesi/instansi (dan kotanya,); apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
3. Abstrak memuat semua inti permasalahan, cara pemecahannya, dari hasil yang diperoleh dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi (font size 11).
4. Teknik penulisan :

Untuk kata asing dituskan huruf miring.

 - a. Alenia baru dimulai pada ketikan kelima dari batas tepi kiri, antar alinea tidak diberi tambahan spasi.
 - b. Batas pengetikan : tepi atas tiga centimeter, tepi bawah dua centimeter, sisi kiri tiga centimeter dan sisi kanan dua centimeter.
 - c. Tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas.
 - d. Gambar harus bisa dibaca dengan jelas jika diperkecil sampai dengan 50%.
 - e. Sumber pustaka dituliskan dalam bentuk uraian hanya terdiri dari nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
5. Untuk penulisan keterangan pada gambar, ditulis seperti : gambar 1, demikian juga dengan Tabel 1., Grafik 1. dan sebagainya.
6. Bila sumber gambar diambil dari buku atau sumber lain, maka di bawah keterangan gambar ditulis nama penulis dan tahun penerbitan.
7. Daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad nama penulisan dan secara kronologis : nama, tahun terbit, judul (diketik miring), jilid, edisi, nama penerbit, tempat terbit.