

TINJAUAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH (Studi Kasus Jalan Carenang Kabupaten Serang)

Rama Indera Kusuma¹, Enden Mina², Ismaul Ikhsan³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Kota Cilegon – Banten Indonesia

Ismaul_mp@yahoo.co.id

INTISARI

Jalan raya memegang peranan yang sangat penting untuk memperlancar arus barang, jasa dan mempercepat komunikasi antar wilayah. Agar jalan raya dapat berfungsi sesuai dengan harapan, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi konstruksi tersebut, antara lain sifat tanah dasar dimana perkerasan jalan diletakkan di atasnya. Tanah di jalan Carenang Kabupaten Serang memiliki karakteristik tanah yang kurang baik. Hal ini menyebabkan permukaan jalan menjadi bergelombang, retak, dan ambles sehingga terjadi kerusakan pada permukaan jalan. Untuk alasan inilah peneliti ingin mengetahui sifat fisis dan sifat mekanis tanah di jalan Carenang Kabupaten Serang. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Pengujian sifat fisis tanah diantaranya analisa Saringan, berat jenis tanah, kadar air, batas cair dan batas plastis. Sedangkan pada pengujian sifat mekanis tanah diantaranya kuat geser tanah dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Hasil pengujian sifat fisis tanah menurut klasifikasi sistem *Unified* menunjukkan bahwa sampel A tanah tersebut masuk pada golongan tanah pasir bergradasi baik – pasir berlanau dengan plastisitas sedang dan presentasi tertahan saringan no. 200 sebesar 92.3%, berat jenis = 2.696, kadar air mula-mula = 17.744%, Batas Cair (LL) = 35.75%, Batas Plastis (PL) = 26.984%, indeks plastis (PI) = 8.766%, sedangkan pada sampel B dan sampel C tanah tersebut masuk pada golongan tanah pasir berlempung dengan plastisitas sedang dan presentasi tertahan saringan no. 200 sebesar 81.6% & 85.7%, berat jenis = 2.688 & 2.682, kadar air mula-mula = 23.803% & 22.203%, Batas Cair (LL) = 43.5% & 40.5%, Batas Plastis (PL) = 26.786 & 27,5%, indeks plastis (PI) = 16.711% & 13%. serta hasil pengujian sifat mekanis tanah pada pengujian kuat geser tanah pada sampel A, B dan C didapat nilai $c_A = 0,013 \text{ kg/cm}^2$, $c_B = 0,031 \text{ kg/cm}^2$, $c_C = 0,008 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi_A = 26^\circ$, $\phi_B = 16^\circ$ dan $\phi_C = 15^\circ$, dan pengujian DCP pada sampel A, B dan C di dapat nilai CBR = 27.833%, 15% dan 7.167%.

Kata Kunci : tanah, sifat fisis dan sifat mekanis, *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).

ABSTRACT

The highway has a very important role to facilitate the flow of goods, services and speed up communication between regions. In order to the highway can work in line with expectations, it needs to consider all of factors that affect the function of the construction, such as subgrade properties when the pavement is laid on it. The soil on Carenang Serang District highway has a poor soil characteristics. This causes the surface of the highway becomes bumpy, cracked and collapsed, so that is causing damage to the highway surface. Those are the reasons that researcher want to know the physical properties and mechanical properties of the soil on Carenang Serang District highway. This study conducted a few tests, includes the physical properties and mechanical properties of the soil. Soil physical properties tests include sieve analysis, specific gravity of soil, water content, liquid limit and the plastic limit. However, soil mechanical properties tests include direct shear soil and Dynamic Cone Penetrometer (DCP). The results of physical properties soil test according to system classification Unified shows that the sample of soil A is classified as well graded sandy soil – Muddy sand soil with medium plasticity and the presentation held by sieve no. 200 amount 92.3%, specific gravity of soil = 2.696, water Content = 17.744%, Limits Liquid (LL) = 35.75%, Plastic Limit (PL) = 26.984%, and Plasticity Index (PI) = 8.766%. While, for the sample of soil B and C are classified as the clayly-sand soil with medium plasticity and respectively for amount of the presentation held by sieve no. 200 are 81.6% and 85.7%, specific gravity of soil are 2.688 and 2.682, water Content are 23.803% and 22.203%, Liquid Limits (LL) are 43.5% and 40.5%, Plasticity Limit (PL) are 26.786% and 27,5%, Plastic Index (PI) are 16.711% and 13%. Then, the results of mechanical properties test of the soil from the direct shear test for samples A, B and C cohesive value respectively are $c_A = 0,013 \text{ kg/cm}^2$, $c_B = 0,031 \text{ kg/cm}^2$, and $c_C = 0,008 \text{ kg/cm}^2$ and with shear angle respectively are $\phi_A = 26^\circ$, $\phi_B = 16^\circ$ and $\phi_C = 15^\circ$, and the results of DCP test for CBR value samples A, B and C respectively are 27.833%, 15% and 7.167%.

Keywords: soil, physical properties and mechanical properties, *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).

1. PENDAHULUAN

Jalan memegang peranan yang sangat penting untuk memperlancar arus barang, jasa dan mempercepat komunikasi antar wilayah. Agar jalan dapat berfungsi sesuai dengan harapan, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi tersebut, antara lain sifat tanah dasar dimana perkerasan jalan diletakkan di atasnya. Di beberapa daerah penduduk menggunakan tanah setempat sebagai *subgrade* jalan. Salah satunya tanah di jalan Carenang Kabupaten Serang. Tanah di jalan Carenang ini mempunyai ciri yaitu pada waktu tanah ini dalam keadaan kering kondisinya seperti pasir, tetapi ketika dalam keadaan basah kondisinya ada lekatan. Akan tetapi belum ada penjelasan secara teknis tentang sifat fisis dan sifat mekanis dari tanah di jalan Carenang Kabupaten Serang ini.

Tanah di jalan Carenag Kabupaten Serang memiliki karakteristik tanah yang kurang baik, kondisi ini dapat dilihat dari bentuk fisik tanah menjadi retak-retak. Hal ini menyebabkan permukaan jalan menjadi bergelombang atau retak – retak sehingga terjadi kerusakan pada permukaan jalan.

Kerusakan tersebut dimungkinkan karena rusaknya *subgrade* dapat merusak lapisan di atasnya. Rusaknya *subgrade* jalan dimungkinkan karena rendahnya nilai kuat dukung dan kuat geser tanah setempat sebagai *subgrade* jalan. Untuk itu perlu adanya penelitian tentang sifat fisis dan mekanis tanah tersebut.



Gambar 1 Lokasi Jalan Carenang

Dari permasalahan yang telah diuraikan tersebut dapat melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini, untuk mengetahui sifat fisis tanah meliputi : analisa saringan, kadar air, pengujian berat jenis tanah, batas cair, batas plastis dan klasifikasi tanah menurut *Unified* dan

Mengetahui sifat mekanis tanah, meliputi : kuat geser tanah dan CBR Lapangan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dengan batesan masalah yaitu sampel tanah dari jalan Carenang Kabupaten Serang dengan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) dengan kedalaman 0 - 1 meter dari muka tanah, pengujian dilakukan dilokasi penelitian dan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon Banten dan pengujian ini tidak mengetahui sifat kimiawi maupun material organik pada tanah. Penelitian ini menggunakan tinjauan dari beberapa penelitian sebelumnya, di antaranya: Tinjauan Sifat Fisis, Kuat Geser dan Kuat Dukung Tanah Miri Sebagai Pengganti *Subgrade* Jalan (Studi Kasus Tanah Miri, Sragen) (Ariyanto, 2011); Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Jumapolo, Karanganyar (Putra, 2009); dan Tinjauan Sifat Fisis, Penurunan Konsolidasi dan Tekanan Pengembangan Tanah Kuning Miri Sragen Sebagai Pengganti *Subgrade* Jalan (Basori, 2011).

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. PENDAHULUAN

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasikan (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar). Semua macam tanah ini secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya. Keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli dilapangan. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan didalam oven.

Untuk membedakan serta menunjukkan dengan tepat masing-masing sifat bahan-bahan ini, telah dipakai metode-metode sistematik, sehingga untuk tanah-tanah tertentu dapat diberikan nama yang tepat dan istilah tentang sifatnya, dapat dipilih dengan tepat. Metode sistematik ini pada umumnya disebut sistim klasifikasi. Haruslah dimengerti dengan jelas bahwa metoda-metoda yang dipakai dalam teknik sipil (yang dimaksud : mekanika tanah), untuk membedakan dan menyatakan berbagai tanah adalah betul-betul berbeda dari metoda-metoda yang dipakai dalam bidang geologi atau ilmu tanah. *Sistim klasifikasi* yang dipakai dalam mekanika tanah dimaksudkan untuk memeberikan keterangan mengenai sifat-sifat teknis dari bahan-bahan itu dengan cara yang sama seperti halnya pernyataan-pernyataan secara geologis dari bahan-bahan itu.

B. Jenis Tanah

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja. Akan tetapi, dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar dari 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm. (Hardiyatmo, 1992).

1. Kerikil (*gravel*), yaitu kepingan bantuan yang kadang juga partikel mineral *quartz* dan *feldspar*.
2. Pasir (*Sand*), yaitu sebagian besar mineral *quartz feldspar*.
3. Lanau (*Silt*), yaitu sebagian besar fraksi mikroskopis (yang berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan dari pecahan-pecahan mika.
4. Lempung (*clay*), yaitu sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis (yang berukuran sangat kecil) dan sub-mikroskopis (tak dapat dilihat, hanya dengan mikroskop). Berukuran lebih kecil dari 0,002 mm (*2 micron*).

C. KLASIFIKASI SISTEM UNIFIED

Sistem klasifikasi *Unified* pada mulanya diperkenalkan oleh Prof. Arthur Cassagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang selama Perang Dunia II. Sistem ini disempurnakan oleh

United Bureau of Reclamation pada tahun 1952.

Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam 3 kelompok besar, yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Sifat teknis tanah ini ditentukan oleh ukuran butir dan gradasi butirnya.
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Tanah ini ditentukan oleh sifat plastisitas tanahnya, sehingga pengelompokannya berdasar plastisitas dan ukuran butirnya.
- c. Tanah organik (Gambut/Humus), secara laboratorium dapat ditentukan jika perbedaan batas cair tanah contoh yang belum dioven dengan yang telah dioven sebesar > 25%.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam klasifikasi *Unified* sebagai berikut :

- a. Persentase lolos ayakan No. 200 dan lolos ayakan No. 4
- b. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c)
- c. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI).

Menurut Bowles (1991 dalam Hasnia, 2011) kelompok – kelompok tanah utama sistem klasifikasi *Unified* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1 Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	LL < 50 %	L
Organik	O	LL > 50 %	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles (1991, dalam Hasnia, 2011).

Keterangan :

G= Untuk kerikil (*Gravel*) atau tanah berkerikil (*Gravelly Soil*)

- S = Untuk pasir (*Sand*) atau tanah berpasir (*Sandy soil*)
- M = Untuk lanau anorganik (*inorganic silt*)
- C = Untuk lempung inorganik (*inorganic clay*)
- O = Untuk lanau dan lempung organik
- Pt = Untuk gambut (*peat*) dan tanah dengan kandungan organik tinggi
- W = Untuk gradasi baik (*well graded*)
- P = Gradasi buruk (*poorly graded*)
- L = Plastisitas rendah (*low plasticity*)
- H = Plastisitas tinggi (*high plasticity*)
- LL = Batas Cair (*Liquid Limit*)

D. Sifat Fisis dan Mekanis Tanah

Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Sedangkan sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah pada dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis.

E. ANALISA SARINGAN

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil.

Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas-batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan.

Tanah digolongkan kedalam 4 macam pokok sebagai berikut:

- a. Batu kerikil dan pasir
golongan ini terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk. Butir batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan batu tetapi kadang mungkin pula terdiri dari suatu macam zat tertentu.
- b. Lempung
lempung terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesif. Kohesif menyatakan bahawa bagian itu melekat satu sama lainnya. Sedang plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan dapat diubah tanpa perubahan isi dan tanpa terjadi retakan.

- c. Lanau
merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dilatasi yang tidak terdapat dalam lempung. Dilatasi menunjukkan nilai perubahan isi apabila lanau diubah bentuknya. Lanau akan menunjukkan gejala untuk hidup apabila diguncang atau digatar.

Klasifikasi tanah :

Berangkal	> 20 cm
Kerakal	8 – 20 cm
Batu kerikil	2 mm – 8 cm
Pasir kasar	0,6 mm – 2 mm
Pasir sedang	0,2 mm – 0,6 mm
Pasir halus	0,06 mm – 0,2 mm
Lanau	0,002 mm – 0,06 mm
Lempung	< 0,002 mm

F. KADAR AIR

Pada dasarnya tanah terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian padat dan bagian rongga. Bagian padat terdiri dari partikel-partikel tanah yang padat sedangkan bagian rongga terisi oleh air dan udara. Untuk menentukan suatu kadar air dari tanah tersebut dapat dilakukan pengujian sampel tanah dengan membandingkan antara berat yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen.

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah.

Sedangkan pengeringan untuk benda uji yang tidak mengandung bahan organik dilakukan diatas kompor atau dibakar langsung setelah disiram dengan spirtus. Lakukan penimbangan dan pengeringan secara berulangulang sehingga mencapai berat yang tetap.

G. BERAT JENIS BUTIR

Menentukan berat jenis tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan kedalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta tanahnya ditimbang.

Setelah mendapatkan nilai G_s, maka kita dapat menentukan macam tanah dari berat jenis tanah tersebut dengan nilai-nilai berat jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 2 Macam Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau Organik	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: Hardiyatmo, 1992

H. BATAS CAIR

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah.

Konsistensi dari lempung dan tanah – tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air dari tanah. Tanah yang telah lolos saringan no.40 dicampur dengan air suling, lalu dimasukkan ke mangkok *Casagrande*, lalu putar alat *Liquid Limit* dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah, lalu ambil sebagian tanah dan masukkan ke dalam oven selama 24 jam untuk menghitung kadar airnya metode yang digunakan dalam penentuan batas cair adalah ASTM.

I. BATAS PLASTIS

Batas plastis (*plastic limit/PL*) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. Batas Plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji.

Pada cara uji ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0.425 mm atau saringan No.40, diambil untuk dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi cukup plastis untuk digeleng / dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm.

Metode penggelengan dapat dilakukan dengan telapak tangan atau dengan alat

penggeleng batas plastis (prosedur alternatif). Benda uji yang mengalami retakan setelah mencapai diameter 3 mm, diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian tersebut merupakan batas plastis tanah tersebut.

Adapun menurut Atterbeg batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesinya dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai indeks plastisitas tanah dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Hardiyatmo, 1992

Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya. Potensi pengembangan (*swelling potensial*) tanah lempung sangat erat kaitannya dengan indeks plastisitas, sehingga tanah khususnya tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu yang didasarkan oleh indeks plastisitasnya (Chen, 1975).

J. KUAT GESER TANAH

Kekuatan geser tanah adalah kekuatan tanah untuk melawan pergeseran yang terjadi didalam tanah. Apabila tegangan normal tanah melampaui kuat geser tanah, maka akan terjadi kelongsoran. Kuat geser tanah diperlukan untuk berbagai macam persoalan praktis terutama untuk menghitung daya dukung tanah, tegangan tanah terhadap dinding penahan tanah dan kestabilan lereng.

Uji geser langsung (*direct shear*) merupakan pengujian yang sederhana dan langsung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Kotak ini terbelah, dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Kotak ini tersedia dalam beberapa ukuran, tetapi biasanya mempunyai diameter 6,4 cm atau

bujur sangkar 5,0 x 5,0 cm. Contoh tanah secara hati-hati diletakkan di dalam kotak, sebuah blok pembebanan, termasuk batu-batu berpori bergigi untuk drainase yang cepat, diletakkan di atas contoh tanah. Kemudian suatu beban normal P_v dikerjakan. Kedua bagian kotak ini akan menjadi sedikit terpisah dan blok pembebanan serta setengah bagian atas kotak bergabung menjadi satu.

K. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dasar, timbunan, dan atau suatu sistem perkerasan. Pengujian ini akan memberikan data kekuatan tanah sampai kedalaman kurang lebih 70 cm di bawah permukaan lapisan tanah yang ada atau permukaan tanah dasar. Pengujian ini dilakukan dengan mencatat data masuknya konus yang tertentu dimensi dan sudutnya, ke dalam tanah untuk setiap pukulan dari palu/hammer yang berat dan tinggi jatuh tertentu pula.

Pengujian dengan alat DCP ini pada dasarnya sama dengan Cone Penetrometer (CP) yaitu sama-sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung di lapangan. Hanya saja pada alat CP dilengkapi dengan poving ring dan arloji pembacaan, sedangkan pada DCP adalah melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar percobaan dengan alat CP digunakan untuk mengetahui CBR tanah asli, sedangkan percobaan dengan alat DCP ini hanya untuk mendapat kekuatan tanah timbunan pada pembuatan badan jalan, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi letak lapisan yang diperiksa tidak sedalam pemeriksaan tanah dengan alat sondir.

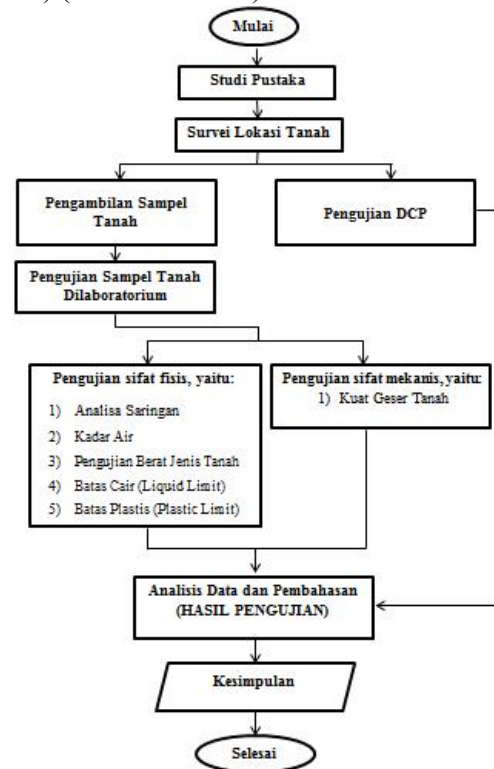
Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan pondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di jalan Carenang Kabupaten Serang, kondisi pada ruas jalan ini mengalami kerusakan, dimana tanah mengalami ambles dan retak-retak. Oleh karena itu, tanah pada ruas jalan ini dijadikan *study* penelitian.

Kegiatan penelitian ini meliputi studi literatur dan percobaan langsung dilapangan dan dilaboratorium. studi literatur digunakan dari awal penelitian hingga analisis dan penarikan kesimpulan. Pada penelitian ini sampel yang akan diambil sebanyak 3 titik. Sedangkan percobaan langsung dilapangan meliputi *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dan percobaan langsung dilaboratorium meliputi pengujian sifat fisis tanah, dan uji kuat geser tanah.

Setelah pengujian selesai, data yang terkumpul kemudian diolah dengan melakukan perhitungan dari data yang telah di dapat dari lapangan dan laboratorium dengan ketentuan : pengujian sifat fisis meliputi: analisis saringan, berat jenis, kadar air, batas cair, batas plastis dan pengujian sifat mekanis meliputi : kuat geser tanah dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).(standart ASTM).



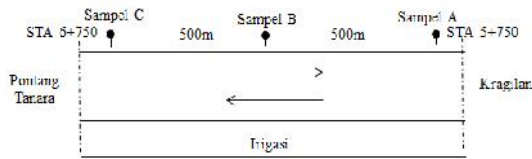
Gambar 2 Diagram Alur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang di dapat dari jalan Carenang Kabupaten Serang pada hari Sabtu 21 November 2015 dengan karakteristik jalan yang bergelombang atau retak – retak terlihat pada Gambar 1.1. Pengambilan sampel

tanah dilakukan di STA 5+750 dari Kragian menuju Pontang dan Tanara dengan jarak pengambilan tiap sampel 500m.



Gambar 3 Skema Pengambilan Sampel Tanah

Menurut SNI untuk pengambilan sampel tanah dilakukan secara acak, akan tetapi dikarenakan kondisi dilapangan tidak memungkinkan untuk dilakukan secara acak dikarenakan kondisi bahu jalan langsung berdekatan dengan irigasi tidak ada jarak untuk melakukan pengeboran (*hand bore*) tanah di lokasi tersebut, maka pengambilan sampel dilakukan sejajar sesuai dengan skema gambar diatas.

B. Hasil Pengujian Fisik Tanah

Untuk pengujian fisis tanah dari jalan Carenang Kabupaten Serang terdiri dari analisa besar butir, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, batas cair yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Untirta, Cilegon dengan hasil analisa sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian	Hasil		
	SAMPEL A	SAMPEL B	SAMPEL C
Berat Jenis Tanah	2.674	2.667	2.668
Kadar Air	17.744%	23.803	22.203
Batas Cair	35.75 %	43.5 %	40.5 %
Batas Plastis	26.984 %	26.786 %	27.5 %
Indeks Plastis	8.766 %	16.711 %	13 %
Analisis Saringan (Unified)	Tertahan saringan no.200 = 92.3%	Tertahan saringan no.200 = 81.6%	Tertahan saringan no.200 = 85.7%

Menurut Klasifikasi Tanah Sistem *Unified* pada Sampel A tanah tersebut merupakan tanah pasir bergradasi baik - pasir berlanau yang disimbolkan dengan simbol *SW-SM (Well Graded Sandy – Muddy Sand)*, sedangkan pada Sampel B dan Sampel C tanah tersebut merupakan tanah pasir berlempung yang disimbolkan dengan simbol *SC (Clayly Sand)* dan dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis didapatkan nilai indeks plastisitas 7 – 17

% menunjukkan bahwa plastisitas tanah tersebut sedang.

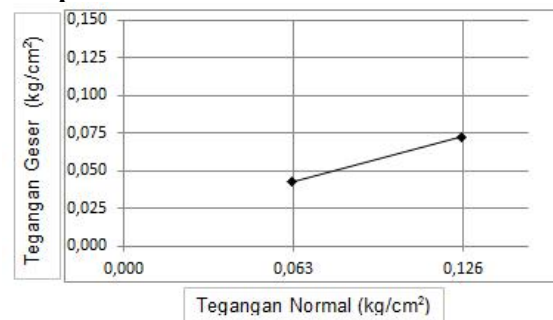
C. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Untuk pengujian sifat mekanis tanah terdiri dari kuat geser tanah yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Untirta, Cilegon dan DCP yang dilakukan pengujian dilapangan langsung dengan hasil analisa sebagai berikut :

1. Kuat geser tanah

Hasil pengujian kuat geser tanah pada tanah jalan Carenang Kabupaten Serang terlihat dibawah ini :

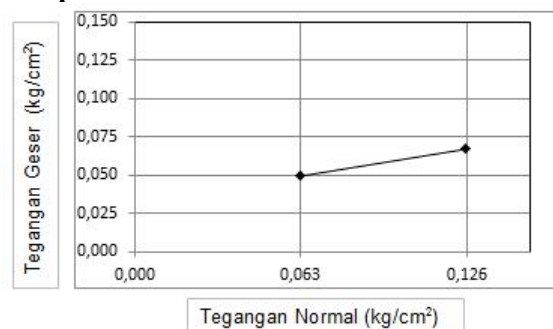
Sampel A



Gambar 4 Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal

Menurut grafik hubungan tegangan geser dengan tegangan normal pada pengujian kuat geser tanah pada sampel A untuk beban 2 kg didapat nilai tegangan normal = 0.063 kg/cm² dan tegangan geser = 0.043kg/cm², sedangkan untuk beban 4 kg didapat nilai tegangan normal = 0.126 kg/cm² dan tegangan geser = 0.073 kg/cm² dengan nilai Kohesi (c) = 0.013 kg/cm² dan nilai Sudut Geser (Ø) = 26°.

Sampel B

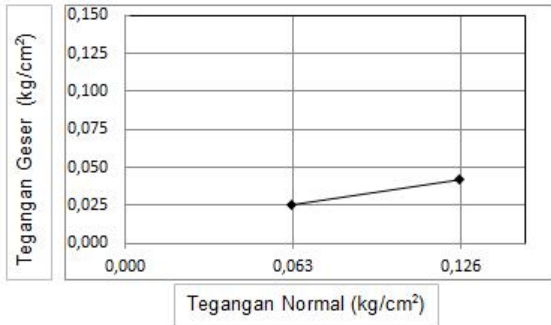


Gambar 5 Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal

Menurut grafik hubungan tegangan geser dengan tegangan normal pada pengujian kuat geser tanah pada sampel B untuk beban 2 kg didapat nilai tegangan normal = 0.063 kg/cm²

dan tegangan geser = 0.049kg/cm², sedangkan untuk beban 4 kg didapat nilai tegangan normal = 0.126 kg/cm² dan tegangan geser = 0.067 kg/cm² dengan nilai Kohesi (c) = 0.031 kg/cm² dan nilai Sudut Geser (Ø) = 16°.

Sampel C



Gambar 6 Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal

Menurut grafik hubungan tegangan geser dengan tegangan normal pada pengujian kuat geser tanah pada sampel C untuk beban 2 kg didapat nilai tegangan normal = 0.063 kg/cm² dan tegangan geser = 0.025 kg/cm², sedangkan untuk beban 4 kg didapat nilai tegangan normal = 0.126 kg/cm² dan tegangan geser = 0.042 kg/cm² dengan nilai Kohesi (c) = 0.008 kg/cm² dan nilai Sudut Geser (Ø) = 15°.

2. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Hasil pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada tanah jalan Carenang Kabupaten Serang terlihat dibawah ini :

Sampel A

a. Menentukan DCP (mm/tumbukan)
Berdasarkan grafik dapat diperoleh nilai DCP

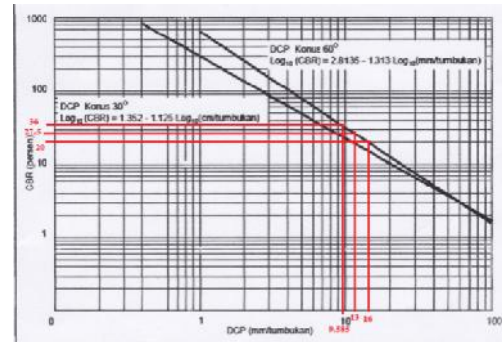
- 1) Pada kedalaman 0 – 19.5 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(19.5-0)}{(15-0)}$$
 = 1.3 cm/tumbukan
 = 13 mm/tumbukan
- 2) Pada kedalaman 19.5 – 51.5 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(51.5-19.5)}{(35-15)}$$
 = 1.6 cm/tumbukan
 = 16 mm/tumbukan
- 3) Pada kedalaman 51.5 – 90.8 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(90.8-51.5)}{(76-35)}$$
 = 0,96 cm/tumbukan
 = 9.6 mm/tumbukan

b. Menentukan CBR (%)
Dengan menggunakan grafik perbandingan CBR dengan DCP dapat diperoleh nilai CBR sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik perbandingan CBR dengan DCP

1. Pada kedalaman 0 – 19.5 cm= 27.5 %
2. Pada kedalaman 19.5 – 51.5 cm= 20 %
3. Pada kedalaman 51.5 – 90.8 cm= 36 %

Sampel B

a. Menentukan DCP (mm/tumbukan)
Berdasarkan grafik dapat diperoleh nilai DCP

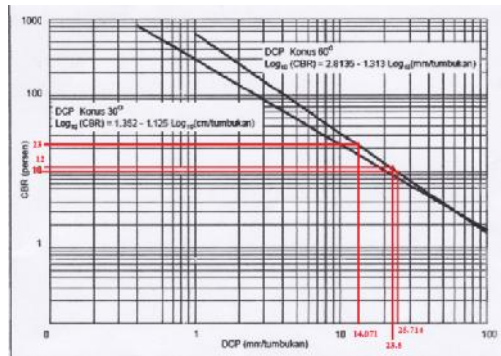
- 1) Pada kedalaman 0 – 36 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(36-0)}{(14-0)}$$
 = 2.57 cm/tumbukan
 = 25.7 mm/tumbukan
- 2) Pada kedalaman 36– 55.7cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(55.7-36)}{(28-14)}$$
 = 1.41 cm/tumbukan
 = 14.1 mm/tumbukan
- 3) Pada kedalaman 55.7– 91.4cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(91.4-55.7)}{(43-28)}$$
 = 2.38 cm/tumbukan
 = 23.8 mm/tumbukan

b. Menentukan CBR (%)
Dengan menggunakan grafik perbandingan CBR dengan DCP dapat diperoleh nilai CBR sebagai berikut:



Gambar 8 Grafik perbandingan CBR dengan DCP

- 1) Pada kedalaman 0 – 36 cm = 10 %
- 2) Pada kedalaman 36 – 55.7 cm = 23 %
- 3) Pada kedalaman 55.7 – 91.4 cm = 12 %

Sampel C

a. Menentukan DCP (mm/tumbukan)
Berdasarkan grafik dapat diperoleh nilai DCP

- 1) Pada kedalaman 0 – 25.3 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(25.3-0)}{(8-0)}$$

$$= 3.16 \text{ cm/tumbukan}$$

$$= 31.6 \text{ mm/tumbukan}$$
- 2) Pada kedalaman 25.3 – 53 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(53-25.3)}{(18-8)}$$

$$= 2.77 \text{ cm/tumbukan}$$

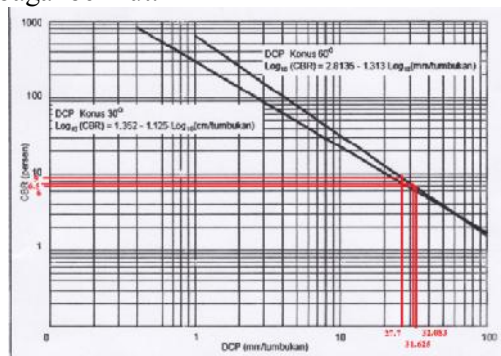
$$= 27.7 \text{ mm/tumbukan}$$
- 3) Pada kedalaman 53 – 91.5 cm

$$DCP \text{ (mm/tumbukan)} = \frac{(91.5-53)}{(30-18)}$$

$$= 3.21 \text{ cm/tumbukan}$$

$$= 32.1 \text{ mm/tumbukan}$$

b. Menentukan CBR (%)
Dengan menggunakan grafik perbandingan CBR dengan DCP dapat diperoleh nilai CBR sebagai berikut:



Gambar 9 Grafik perbandingan CBR dengan DCP

- 1) Pada kedalaman 0 – 25.3 cm = 6.5 %
- 2) Pada kedalaman 25.3 – 53 cm = 9 %
- 3) Pada kedalaman 53 – 91.5 cm = 6 %

Tabel 5 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Pengujian	Hasil		
	SAMPEL A	SAMPEL B	SAMPEL C
Kuat Geser Tanah	Kohesi (c) = 0.013 kg/cm ²	Kohesi (c) = 0.031 kg/cm ²	Kohesi (c) = 0.008 kg/cm ²
	Sudut Geser (Ø) = 26°	Sudut Geser (Ø) = 16°	Sudut Geser (Ø) = 15°
CBR rata-rata	27.833 %	15 %	7.167 %
CBR Tanah Dasar	9,5%		

Dari hasil pengujian sifat mekanis di atas menerangkan bahwa tanah ini merupakan tanah yang sedang untuk digunakan sebagai subgrade jalan karena nilai daya dukung tanah (CBR) 5% – 10 % (Turnbul, 1968 dalam Raharjo, 1985).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian sifat fisis tanah menurut sistem klasifikasi Tanah *Unified* menunjukkan bahwa tanah Sampel A tersebut masuk pada golongan tanah pasir bergradasi baik - pasir berlanau dengan simbol dobel SW - SM (*Well Graded Sandy - Muddy Sand*) dengan plastisitas sedang 7 – 17 %sedangkan Sampel B dan Sampel C tersebut masuk pada golongan tanah pasir berlempung dengan simbol SC (*Clayly Sand*) dengan plastisitas sedang 7 – 17 %.
2. Hasil pengujian sifat mekanis tanah sebagai berikut :
 - a. Pada pengujian kuat geser tanah sampel A didapat nilai kohesi (c) = 0.013 kg/cm² dan sudut geser (Ø) = 26°, sampel B didapat nilai kohesi (c) = 0.031 kg/cm² dan sudut geser (Ø) = 16°, dan sampel C didapat nilai kohesi (c) = 0.008 kg/cm² dan sudut geser (Ø) = 15°.
 - b. Pada pengujian DCP sampel A didapat nilai CBR = 27.833 %, sampel B didapat nilai CBR = 15 % dan sampel C didapat nilai CBR = 7.167% dengan CBR tanah dasar 9,5%. Tanah tersebut

merupakan tanah yang sedang digunakan sebagai tanah dasar pada konstruksi perkerasan jalan, karena nilai CBRnya 5% - 10% (Turnbul, 1968 dalam Raharjo, 1985).

B. Saran

Setelah mengetahui karakteristik tanah dasar pada jalan Carenang, tanah ini merupakan tanah yang sedang untuk digunakan sebagai tanah dasar melalui pengujian sifat fisis dan mekanis tanah. Kerusakan yang terjadi selanjutnya kemungkinan akibat lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan yang kurang baik. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui bagaimana kondisi lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaannya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Beny. (2011). Tinjauan Sifat Fisis, Kuat Geser dan Kuat Dukung Tanah Miri Sebagai Pengganti *Subgrade* Jalan (Studi Kasus Tanah Miri, Sragen)
- ASTM D3080-98, Metode pengujian tentang kuat geser tanah
- ASTM D1140, Metode pengujian tentang analisis saringan
- ASTM D2216-98, Metode pengujian tentang kadar air tanah.
- ASTM D4318-00, Metode pengujian tentang batas cair tanah.
- ASTM D4318-00, Metode pengujian tentang batas plastis tanah.
- ASTM D854-02, Metode Pengujian tentang berat jenis tanah.
- Berry, Peter L. 1987 An Introduction to Soil Mechanics. England: Mc Graw- Hill Book Company
- Basori. (2011). Tinjauan Sifat fisis, Penurunan Konsolidasi dan Tekanan Pengembangan Tanah Kuning Miri Sragen Sebagai Pengganti *subgrade* jalan.
- Bowles, J.E. (1984). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Erlanga, Jakarta.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional) No. 8 tahun 2000, Pedoman Pekerjaan Tanah Dasar
- Budi Santtoso. (1998). Mekanika Tanah Lanjutan. Gunadarma Jakarta
- Burnham T. R. (1997). Application of the Dynamic Cone Penetrometer to Minnesota Department of Transportation Pavement Assessment Procedures, Report No. MN/RD – 97/19
- Civil Engineering Dept. U.K, Correlation of CBR & Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soil, Jurnal November 1985.
- Das, Braja M. (1985). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid Penerbit Erlangga : Jakarta
- Hardiyatmo, Hary C. (1992). Mekanika Tanah 1, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary C. (1994). Mekanika Tanah 2, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ir. Sunggono K.H. Mekanika Tanah. Penerbit Nova Bandung
- M. J. Smith, Ir. Elly Madyanti, Mekanika Tanah, Erlangga Jakarta 1992
- Modul Peraktikum Mekanika Tanah.(2015).Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Laboratorium Jurusan Teknik Sipil. Cilegon.
- NCDOT – Geotechnical Engineering Unit, Dynamic Cone Penetrometer Testing for Subgrade Stability, September 2005 <http://www.ncdot.org/>
- Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 8 Tahun 2007, Cara Uji CBR dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)
- Putra, Efendi W. (2009). Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Jumapolo, Karanganyar.
- R. F. Craig, Budi Santoso S. (1996). Mekanika Tanah, Erlangga Jakarta
- Sistem Klasifikasi Tanah Unifide, A.A (1957). Proseding of Fourth International Conference SMFE. London.