

ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH UNTUK MENETUKAN DAYA DUKUNG TANAH

¹Marsudi, ²Emi Wonda

^{1,2} Mahasiswa Program Studi Magister Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua
Jl. Dr. Sam Ratulangi no. 11 Dok V Atas, Telp (0967) 534012, 550355, Jayapura-Papua

Email : marsudidjamin@gmail.com , wonda07@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan membangun suatu konstruksi, pekerjaan tanah merupakan kegiatan awal yang perlu diperhatikan untuk mendukung struktur. Saat ini sedang dikerjakan akses jalan menuju objek wisata di puncak gunung Swajah Kampung Kayubatu Base-G, Kelurahan Tanjung Ria, Distrik Jayapura Utara Kota Jayapura. Untuk alasan inilah peneliti ingin mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah di daerah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis. Hasil pengujian sifat fisis berdasarkan sistem klasifikasi USCS tanah titik I dan titik III merupakan tanah berbutir halus kelompok MH-OH yaitu lanau anorganik atau pasir halus, lanau yang elastis dan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Tanah titik II merupakan tanah berbutir halus kelompok CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO ketiga tanah termasuk dalam golongan A-7-5 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Hasil pengujian mekanis nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang diperoleh dari pengujian *triaxial unconsolidated-undrained* untuk tanah I sebesar 0,015 kg/cm² dan 12,37°. Untuk tanah II sebesar 0,012 kg/cm² dan 9,31°. Untuk tanah III sebesar 0,014 kg/cm² dan 11,21°.

Kata kunci : tanah, sifat fisis, sifat mekanis, *triaxial unconsolidated-undrained*

ABSTRACT

In the implementation of building a construction, earthworks are the initial activities that need to be considered to support the structure. Currently, access roads to tourist attractions at the peak of Mount Swajah, Kayubatu Base-G Village, Tanjung Ria Village, North Jayapura District, Jayapura City are being worked on. For this reason, researchers want to know the physical and mechanical properties of the soil in the area. In this study, physical and mechanical properties were tested. The results of physical property tests based on the USCS classification system of soil points I and III are fine-grained soils of the MH-OH group, namely inorganic silt or fine sand, elastic silt and organic clay with moderate to high plasticity. Soil point II is fine-grained soil of the CH group, namely inorganic clay with high plasticity. Meanwhile, based on the AASHTO classification system, the three soils are included in the A-7-5 group, which means they are included in the clay soil group. The results of mechanical testing of cohesion value (c) and internal friction angle (ϕ) obtained from triaxial unconsolidated-undrained testing for soil I are 0.015 kg/cm² and 12.37°. For soil II it is 0.012 kg/cm² and 9.31°. For soil III it is 0.014 kg/cm² and 11.21°.

Keywords: soil, physical properties, mechanical properties, triaxial unconsolidated-undrained

1. Pendahuluan

Perkembangan Provinsi Papua yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan di berbagai sektor, membawa dampak pada berbagai aspek kehidupan. Salah satu aspek yang sedang mengalami perkembangan adalah sektor pariwisata. Objek wisata yang akan dibangun merupakan wisata rohani yaitu Patung Tuhan Yesus yang berlokasi di puncak gunung Swajah Kampung Kayubatu Base-G, Kelurahan Tanjung Ria, Distrik Jayapura Utara Kota Jayapura.

Dalam pelaksanaan membangun suatu konstruksi, pekerjaan tanah merupakan kegiatan awal yang perlu diperhatikan untuk mendukung struktur. Saat ini sedang dikerjakan akses jalan menuju objek wisata di puncak gunung Swajah Kampung Kayubatu Base-G, Kelurahan Tanjung Ria, Distrik Jayapura Utara Kota Jayapura. Dalam hal membangun konstruksi di sekitar bahu jalan sepanjang jalan ke objek wisata tersebut, perlu diperhatikan kondisi tanah. Tanah di Kayu Batu Base-G, Distrik Jayapura Utara Kota Jayapura dilihat secara kasat mata berwarna coklat kemerahan, dan saat dipegang teksturnya lembek. Untuk alasan inilah peneliti ingin mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah di daerah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diambil beberapa rumusan masalah yaitu bagaimana sifat fisis tanah Jalan Baru Kayu Batu Base-G, Jayapura berdasarkan pengujian yang meliputi ukuran butiran tanah, kadar air, berat jenis, batas-batas konsistensi tanah dan bagaimana pula klasifikasi tanah Jalan Baru dalam klasifikasi *AASHTO* dan *USCS (Unified)* serta bagaimana sifat mekanis tanah Jalan Baru Kayu Batu Base-G, Jayapura ditinjau dari parameter kuat geser tanahnya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis tanah dan mengetahui klasifikasi tanah Jalan Baru Kayu Batu Base-G, Jayapura dalam sistem klasifikasi *AASHTO* dan sistem klasifikasi *USCS (Unified)* serta untuk mengetahui parameter kuat geser tanah berupa kohesi dan sudut geser dalam dengan pengujian *triaxial unconsolidated-undrained*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel tersebut (Braja M Das, 1995). Tanah (*soil*) menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (sampling) pada saat pemboran (Hendarsin, 2000). Tanah merupakan komposisi dari tiga fase yang berbeda. Jika tanah berada dalam keadaan jenuh sebagian maka terdiri dari tiga fase yaitu butiran padat (*solid*), air dan udara.

Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (boulders), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut sebagai kerakal (*cobbles*) atau *pebbles*.
2. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,0074 mm sampai 5 mm. Berkisar sari kasar (3 mm sampai 5 mm) sampai halus (<1 mm).
4. Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm.
6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified (Unified Soil Classification System/USCS)*

Sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System (USCS)* diajukan pertama kali oleh *Prof. Arthur Cassagrande* pada tahun 1942 untuk mengelompokkan tanah berdasarkan sifat teksturnya dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation (USBR)* dan *United State Army Corps of Engineer (USACE)*. Kemudian *American Society for Testing and Materials (ASTM)* memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Menurut sistem ini tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok yang masing-masing diuraikan lebih spesifik lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis (Hendarsin, 2000), yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos ayakan No.200 < 50 %.

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung pada analisa ukuran butiran dan distribusi ukuran partikel. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal di bawah ini :

1. Kerikil (G) apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4.
2. Pasir (S) apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 4 dan No. 200.

- b. Tanah berbutir halus, adalah tanah dengan persentase lolos ayakan No. 200 > 50 %.

Tanah berbutir ini dibagi menjadi lanau (M). Lempung Anorganik (C) dan Tanah Organik (O) tergantung bagaimana tanah itu terletak pada grafik plastisitas.

c. Tanah Organis

Tanah ini tidak dibagi lagi tetapi diklasifikasikan dalam satu kelompok Pt. Biasanya jenis ini sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang diinginkan. Tanah khusus dari kelompok ini adalah peat, humus, tanah lumpur dengan tekstur organis yang tinggi. Komponen umum dari tanah ini adalah partikel-partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan yang regas lainnya.

Tabel 2.2 Simbol Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik Gradasi Buruk	W P
Pasir	S	Berlanau Berlempung	M C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles, 1989).

Keterangan :

W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik),

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk),

L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL<50),

H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL> 50).

2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A1 sampai dengan A7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1 , A-2, dan A-3 masuk kedalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah yang lolos ayakan No.200, sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah lanau atau lempung. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka

revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992). Percobaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1. Ukuran Butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada saringan diameter 2 mm (no. 10).

Pasir : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada saringan diameter 0,0075 mm (no. 200)

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 0,075 (No. 200).

2. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis yang lebih besar dari berlanau. Indeks plastisnya sebesar 11 atau lebih.

3. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) di temukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

2.3 Sifat Fisis dan Mekanis Tanah

Sifat fisis 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.

2.4 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 sifatsifat 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 berulang-ulang sehingga mencapai berat yang tetap.

2.5 Berat Jenis

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.

2.6 Analisa Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 2002). 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.

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.

Tabel 2.7 Jenis tanah dan ukuran butiran

No.	Jenis Tanah	Ukuran Butiran
1	Berangkal	> 20 cm
2	Kerakal	8 - 20 cm
3	Batu Kerikil	2 mm - 8 cm
4	Pasir Kasar	0,6 mm - 2 mm
5	Pasir Sedang	0,2 mm - 0,6 mm
6	Pasir Halus	0,06 mm - 0,2 mm
7	Lanau	0,002 mm - 0,006 mm
8	Lempung	< 0,002 mm

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

2.7 Analisa Hydrometer

Analisa hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya.

2.8 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. Untuk mengatur kadar air tanah yang bersangkutan agar memenuhi persyaratan sangatlah sulit. Oleh karena itu, akan lebih baik jika dilakukan uji batas cair paling sedikit empat kali pada tanah yang sama tetapi pada kadar air yang berbeda-beda sehingga jumlah pukulan N yang dibutuhkan untuk menutup goresan bervariasi antara 15-35.

2.9 Batas Plastis

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, dimana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8" (3,2 mm) menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah.

2.10 Kuat Geser Tanah

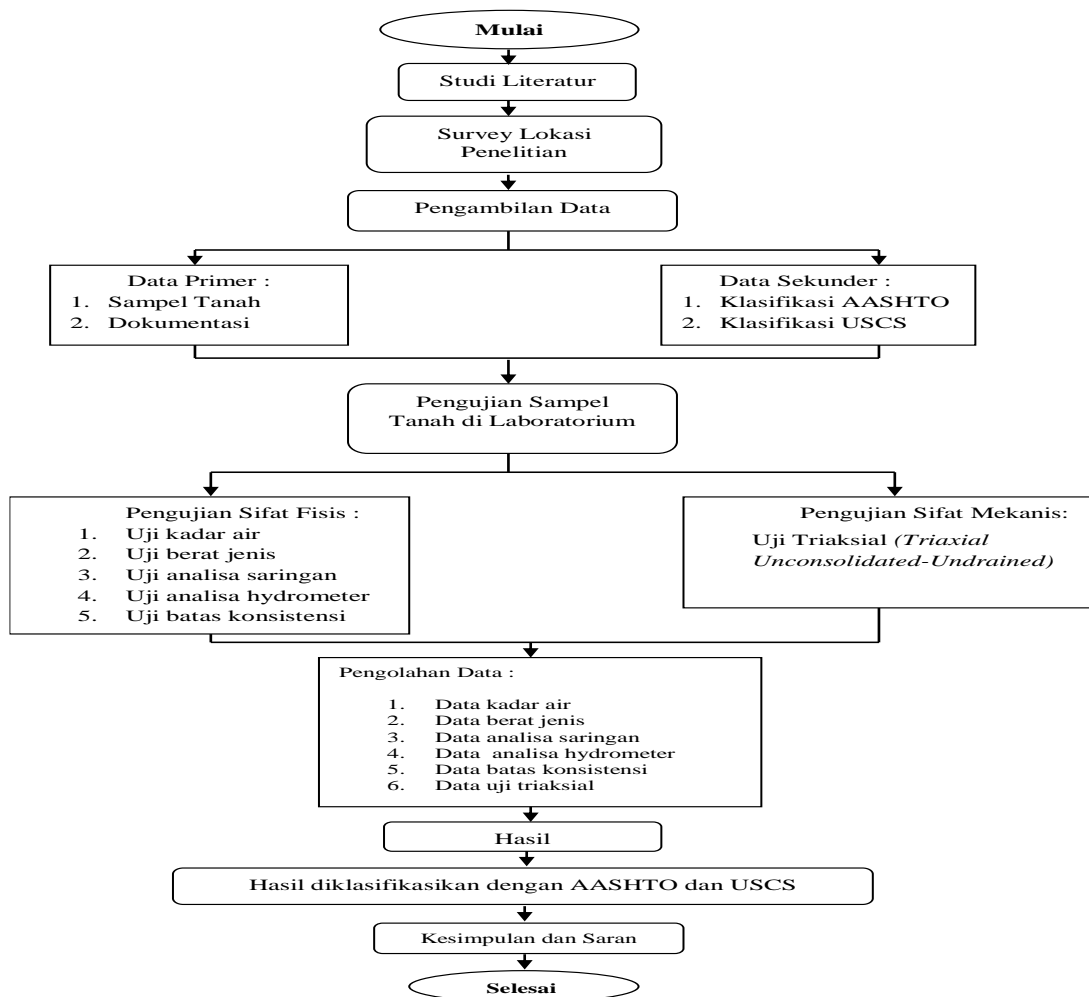
Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Seperti material teknik lainnya, tanah mengalami penyusutan volume jika menderita tekanan merata disekelilingnya. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar, maka partikel-partikelnya akan terpeleset satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Dalam hampir semua jenis tanah daya dukungnya terhadap tegangan tarik sangat kecil atau bahkan tidak mampu sama sekali. Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*)

2.11 Triaxial Unconsolidated Undrained

Triaksial adalah salah satu metode pengujian yang bertujuan untuk mencari properties tanah yang terdiri dari parameter c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam). Pengujian triaksial uu merupakan satu langkah untuk pengujian kuat geser tanah. Pada pengujian triaksial uu, benda uji awal mula dibebani dengan tegangan sel lalu dibebani dengan beban normal, lewat aplikasi tegangan deviator sampai meraih keruntuhan. Pada aplikasi tegangan deviator sepanjang penggeserannya tidak diperbolehkan air keluar dari benda ujinya serta sepanjang pengujian katup drainase ditutup. Karena pada pengujian air tidak diperbolehkan mengalir keluar, beban normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Kondisi tanpa ada drainase ini mengakibatkan ada desakan keunggulan desakan pori dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butiran tanahnya.

3. Metodologi Penelitian

Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Jalan Baru Kayu Batu Base-G, Kelurahan Tanjung Ria, Jayapura. Pengambilan tanah dilakukan di STA 0+200. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara acak di sekitar bahu jalan sebanyak 3 titik. Pengambilan sampel tanah dengan cara pengeboran (*hand bore*) sampai kedalaman 1 meter. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan untuk pengujian di laboratorium, dimana sampel tanah yang diambil merupakan tanah tidak terganggu (*undisturbed*). Pengumpulan data pada penelitian ini diperoleh dari pengujian-pengujian yang dilakukan di Laboratorium dan juga dari beberapa literatur untuk data klasifikasi tanah. Hasil dari pengujian-pengujian di Laboratorium merupakan data primer. Sedangkan data klasifikasi tanah merupakan data sekunder. Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium diolah menurut klasifikasi data dengan menggunakan persamaan-persamaan dan rumus-rumus yang berlaku. Hasil dari pengolahan data tersebut diuraikan dalam bentuk tabel dan grafik. Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.28 Diagram Alur Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Fisis Tanah

Sampel tanah diambil dari Kampung Kayubatu Base-G Jayapura Utara untuk dilakukan pengujian di laboratorium mengenai karakteristik tanah asli meliputi uji fisik tanah, yaitu uji kadar air, uji berat jenis, uji analisis ukuran butiran tanah dan uji batas konsistensi. Dari pengujian tanah asli di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisis Tanah

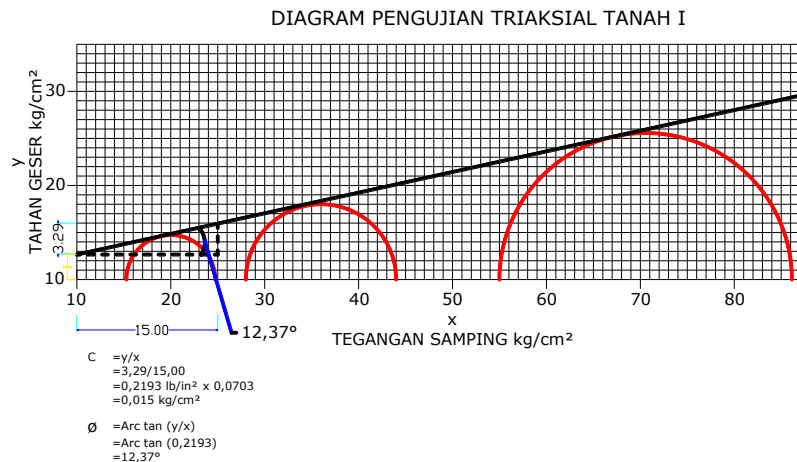
No	Pengujian	Jenis Tanah I	Jenis Tanah II	Jenis Tanah III
1	Kadar air (w)	26,25%	31,41%	30,94%
2	Berat Jenis (G_s)	2,733	2,720	2,724
3	Batas Konsistensi :			
	a. Batas Cair (LL)	55,50 %	71,00 %	56,00%
	b. Batas Plastis (PL)	35,80 %	30,43 %	35,71 %
	c. Indeks Plastisitas (PI)	19,92 %	40,57 %	20,29 %
4	Gradasi lolos saringan No. 200	97,74 %	97,94 %	99,32 %
5	Hasil hydrometer Gradasi lolos saringan No. 200	93,04 %	95,46 %	93,50 %

(Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium, 2019)

Menurut Klasifikasi AASHTO jenis tanah I, II dan tanah III tersebut termasuk dalam golongan A-7-5 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Ketiga jenis tanah ini termasuk bahan tanah dasar yang biasa sampai jelek. Sedangkan menurut Klasifikasi *USCS (Unified)* maka tanah titik I merupakan tanah berbutir halus kelompok MH-OH yaitu lanau anorganik atau pasir halus, lanau yang elastis dan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Tanah titik II merupakan tanah berbutir halus kelompok CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Tanah titik III merupakan tanah berbutir halus kelompok MH-OH yaitu lanau anorganik atau pasir halus, lanau yang elastis dan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

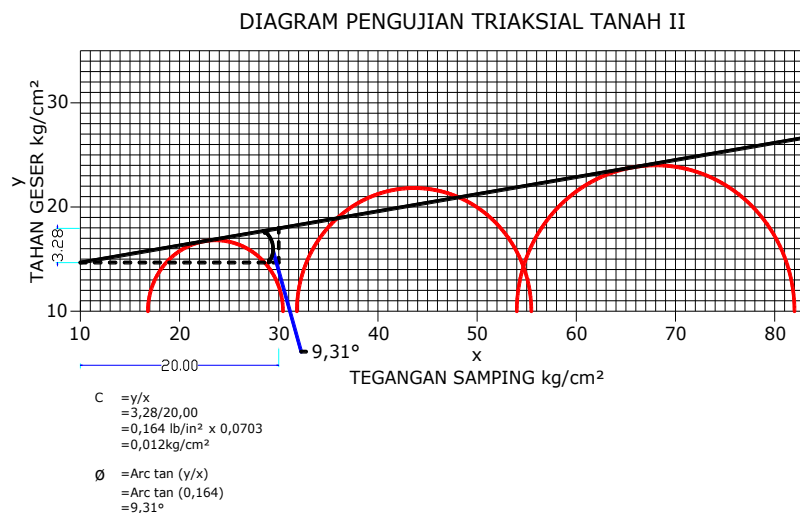
4.2 Hasil Pengujian Mekanis Tanah

Triaksial adalah salah satu metode pengujian yang bertujuan untuk mencari properties tanah yang terdiri dari parameter c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam). Pada percobaan triaksial, pengukuran kekuatan geser dilakukan dengan memberikan tekanan vertical pada sampel. Dari *proving ring* dapat diketahui tekanan vertical maksimum yaitu pada waktu terjadi keruntuhan. Untuk mengukur harga c dan ϕ digunakan cara grafis yaitu Lingkaran Mohr. Hasil pengujian *triaxial uu* dapat dilihat pada gambar berikut ini :



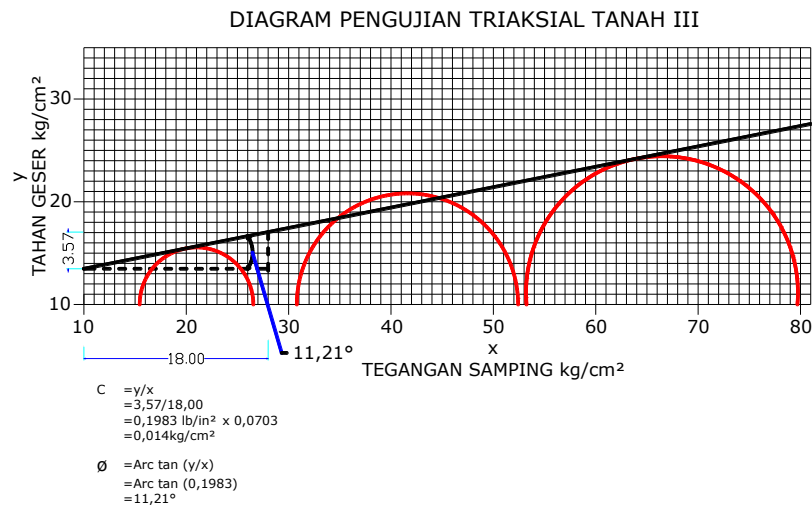
Gambar 4.9 Diagram Mohr pengujian triaksial tanah I (Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium, 2019)

Gambar 4.9 menunjukkan hubungan tegangan samping dengan tahanan geser. Dari lingkaran *Mohr* diperoleh garis singgung yang menyatakan kekuatan gesernya. Kemudian diperoleh parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam. Untuk tanah I diperoleh kohesi (c) sebesar $0,015 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $12,37^\circ$



Gambar 4.10 Diagram Mohr pengujian triaksial tanah II (Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium, 2019)

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan tegangan samping dengan tahanan geser. Dari lingkaran *Mohr* diperoleh garis singgung yang menyatakan kekuatan gesernya. Kemudian diperoleh parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam. Untuk tanah II diperoleh kohesi (c) sebesar $0,012 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $9,31^\circ$



Gambar 4.11 Diagram Mohr pengujian triaksial tanah III (Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium, 2019)

Gambar 4.11 menunjukkan hubungan tegangan sampng dengan tahanan geser. Dari lingkaran *Mohr* diperoleh garis singgung yang menyatakan kekuatan gesernya. Kemudian diperoleh parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam. Untuk tanah III diperoleh kohesi (c) sebesar $0,014 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $11,21^\circ$.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO ketiga sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam golongan A-7-5 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Ketiga jenis tanah ini termasuk tanah lempung yang biasa sampai dengan jelek sebagai bahan tanah dasar. Sedangkan untuk sistem klasifikasi USCS tanah titik I merupakan tanah berbutir halus kelompok MH-OH yaitu lanau anorganik atau pasir halus, lanau yang elastis dan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Tanah titik II merupakan tanah berbutir halus kelompok CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Tanah titik III merupakan tanah berbutir halus kelompok MH-OH yaitu lanau anorganik atau pasir halus, lanau yang elastis dan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.
2. Parameter kuat geser tanah berupa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang diperoleh dari pengujian *triaxial unconsolidated-undrained* untuk tanah I sebesar $0,015 \text{ kg/cm}^2$ dan $12,37^\circ$. Untuk tanah II sebesar $0,012 \text{ kg/cm}^2$ dan $9,31^\circ$. Untuk tanah III sebesar $0,014 \text{ kg/cm}^2$ dan $11,21^\circ$. Dalam pekerjaan perkerasan jalan nilai kohesi dan sudut geser dalam mengarah pada daya dukung tanah sebagai tanah dasar. Sedangkan dalam pekerjaan bangunan biasanya digunakan untuk pondasi dalam, seperti dinding penahan tanah dan bangunan sederhana satu atau dua lantai.

6. Daftar Pustaka

- Bowles, dalam Silalahi, Mulia Luther, 2014, Studi Karakteristik Kuat Geser Pada Jenis Tanah Lunak Dengan Menggunakan Alat *Vane Shear*, Skripsi, Bandar Lampung.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, Mekanika Tanah I, Gadjah Mada university Press, Yogyakarta.
- Hendarsin, dalam Silalahi, Mulia Luther, 2014, Studi Karakteristik Kuat Geser Pada Jenis Tanah Lunak Dengan Menggunakan Alat *Vane Shear*, Skripsi, Bandar Lampung.
- Jafri, Muhammad, 2009, Perbaikan Pengembangan Tanah Menggunakan Zat Additive Kapur dengan Pemodelan Alat Konsolidasi, Jurnal Rekayasa Vol. 13 No. 3, Bandar Lampung.
- M. Das, Braja, 1995, Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), PT. Glora Aksara Pratama, Jakarta.
- Putra, Effendi Warsito, 2009, Tinjauan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Jumapolo Karanganyar.
- Rama Indera Kusuma, Enden Mina, Ismaul Ikhsan, 2016, Tinjauan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah, Jurnal Fondasi, Vol.V No 2, Banten.
- Rama Indera Kusuma, Enden Mina, Naufal Fakhri, 2018, Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah Gypsum, Jurnal Fondasi, Vol.VI No 1, Banten.
- Silalahi, Mulia Luther, 2014, Studi Karakteristik Kuat Geser Pada Jenis Tanah Lunak Dengan Menggunakan Alat *Vane Shear*, Skripsi, Bandar Lampung.
- SNI-03-4813-1998 Rev 2004 Cara Uji Triaksial Untuk Tanah Kohesif dalam Keadaan Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase (UU).
- SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah.
- SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah.
- SNI 1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium.
- SNI 1966-2008 Cara Uji Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah.
- SNI 1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah.
- Sukirman, dalam Silalahi, Mulia Luther, 2014, Studi Karakteristik Kuat Geser Pada Jenis Tanah Lunak Dengan Menggunakan Alat *Vane Shear*, Skripsi, Bandar Lampung.
- Tim Dosen Teknik Sipil Universitas Brawijaya, 2017, Manual Prosedur Praktikum Mekanika Tanah I, Universitas Brawijaya, Malang.
- Tim Dosen Teknik Sipil Uniyap, 2017, Pedoman Penulisan Proposal dan Laporan Tugas Akhir, Teknik Sipil Uniyap, Jayapura.
- [http://www.google.com//sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah](http://www.google.com//sifat-sifat-fisis-dan-geoteknis-tanah). diakses 1 maret 2019.