

ANALISA DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN TANAH UNTUK MENENTUKAN JENIS TANAH DENGAN METODE ASTM

¹Juanita Horman, ²Moh.Fauzi, ²Clasina Mayaindrawati

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Papua

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

Email : juanitahorman9@gmail.com

ABSTRAK

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel tersebut. Butiran tanah sangat mempengaruhi sifat-sifat tanah, sehingga besarnya butiran akan membedakan tanah dalam kategori-kategori penamaan dan klasifikasinya, tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah dengan menggunakan metode Analisis Saringan dan pengujian Hidrometer serta menentukan jenis tanah berdasarkan distribusi ukuran butir tanah. Sampel tanah yang dianalisa diambil dari proyek hasil galian tanah pada Pembangunan gedung kantor Keuangan Negara di kota Jayapura, hasil pengujian Laboratorium yang dilakukan diperoleh Distribusi ukuran butir sampel tanah pada daerah Gedung Keuangan Jayapura yang diuji menggunakan pengujian Analisa saringan dan pengujian hydrometer, memiliki ukuran butiran mulai dari 0% Kerikil, 54,545% pasir, 20,186% Lanau dan 25,269% Lempung. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan Tanah yang ada pada daerah Gedung Kantor Keuangan negara yang berlokasi di kota Jayapura berdasarkan distribusi ukuran butir metode ASTM D 653 termasuk dalam jenis tanah Lempung berpasir.

Kata Kunci : Jenis Tanah, Distribusi Ukuran Butiran Tanah, Analisis Saringan, Hidrometer

ABSTRACT

Soil is defined as material consisting of aggregates (grains) of solid minerals that are not cemented (chemically bound) to each other from weathered organic materials (which are solid particles) accompanied by liquids and gases that fill the spaces. empty between the particles. Soil grains greatly influence the properties of the soil, so that the size of the grains will differentiate the soil in naming and classification categories. The aim of this research is to determine the distribution of soil grain sizes using the Sieve Analysis method and Hydrometer testing and determine the type of soil based on the distribution of soil grain sizes. . The soil samples analyzed were taken from the land excavation project for the construction of the State Finance office building in the city of Jayapura. The results of the laboratory tests carried out were obtained. The grain size distribution of soil samples in the Jayapura Finance Building area which was tested using sieve analysis testing and hydrometer testing, had grain sizes ranging from from 0% Gravel, 54.545% sand, 20.186% Silt and 25.269% Clay. Based on the test results, it can be concluded that the soil in the area of the State Finance Office Building located in the city of Jayapura based on the grain size distribution of the ASTM D 653 method is included in the sandy loam soil type.

Keywords : Soil Type, Soil Grain Size Distribution, Sieve Analysis, Hydrometer

1. PENDAHULUAN

Kota Jayapura yang terletak di timur Indonesia merupakan pusat permukiman terpadat di Provinsi Papua. Dengan luas wilayah 940.000 m². Topografi daerah Kota Jayapura cukup bervariasi, mulai dari daratan, yang landai sampai berbukit-bukit/gunung, dimana terdapat ±60% daerah tidak layak huni (non budidaya) karena terdiri dari daerah perbukitan yang terjal dengan kemiringan diatas 40%. Kota Jayapura berada pada ketinggian 1 - 700 M di atas permukaan laut (dpl). Pemilihan lokasi penelitian sendiri terdapat pada pembangunan Gedung Keuangan Kota Jayapura.

Tanah sendiri adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua mahluk hidup yang ada di bumi. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran)

mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel tersebut.

Pada umumnya tanah di sekitar daerah wilayah kota jayapura merupakan tanah lempung. Tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil. Dalam hal ini ukuran butiran tanah sangat mempengaruhi sifat-sifat tanah, sehingga besarnya butiran akan membedakan tanah dalam kategori-kategori penamaan dan klasifikasinya

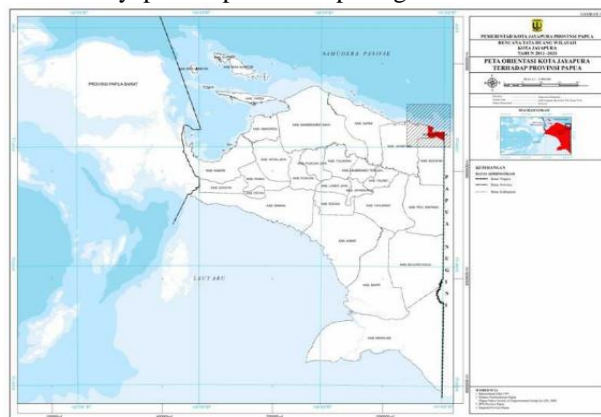
Oleh karena itu berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk mengkaji lebih mendalam dan menuangkan dalam tulisan ilmiah, berupa tugas akhir dengan judul :” Penentuan Jenis Tanah Berdasarkan Distribusi Ukuran Butiran Tanah (Studi Kasus Gedung Keuangan Jayapura)’.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di wilayah Kota Jayapura, Provinsi Papua. Kota Jayapura terletak di bagian utara Provinsi Papua pada $1^{\circ}28'17,26''-3^{\circ}58'0,82''$ Lintang Selatan dan $137^{\circ}34'10,6''-141^{\circ}0'8,22''$ Bujur Timur. Batas wilayah Kota Jayapura, Bagian Utara berbatasan dengan Samudra Pasifik, Bagian Barat berbatasan dengan Kabupaten Jayapura, Bagian Selatan berbatasan dengan Kabupaten Keerom, Bagian Timur berbatasan dengan Papua Nugini.

Posisi letak kota Jayapura dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi Kota Jayapura



Gambar 3.2 Lokasi Pembangunan Gedung Keuangan Kota Jayapura

2.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan dua metode pengumpulan data yaitu :

- Studi pustaka, bertujuan memperoleh data sekunder melalui berbagai literatur seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian.

- b. Pemeriksaan dan pengujian sampel di laboratorium, yang bertujuan mendapatkan data primer yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

2.3 Alat dan Bahan Penelitian

2.3.1 Saringan dan Hidrometer

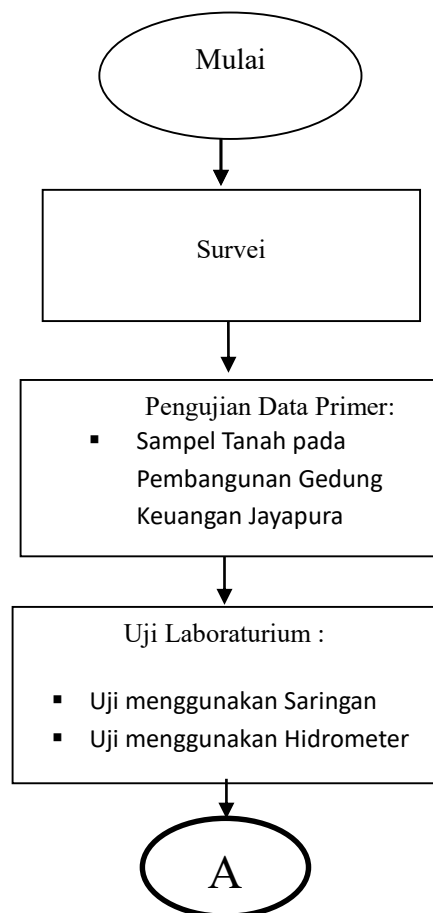
1. Oven Pengeriing
2. Timbangan
3. Alat Pengaduk Mekanis
4. Silinder Sedimentasi
5. Termometer
6. Bak Air
7. Gelas Kimia
8. Alat Pengukur Waktu
9. Wadah/Cawan
10. Batang Kaca

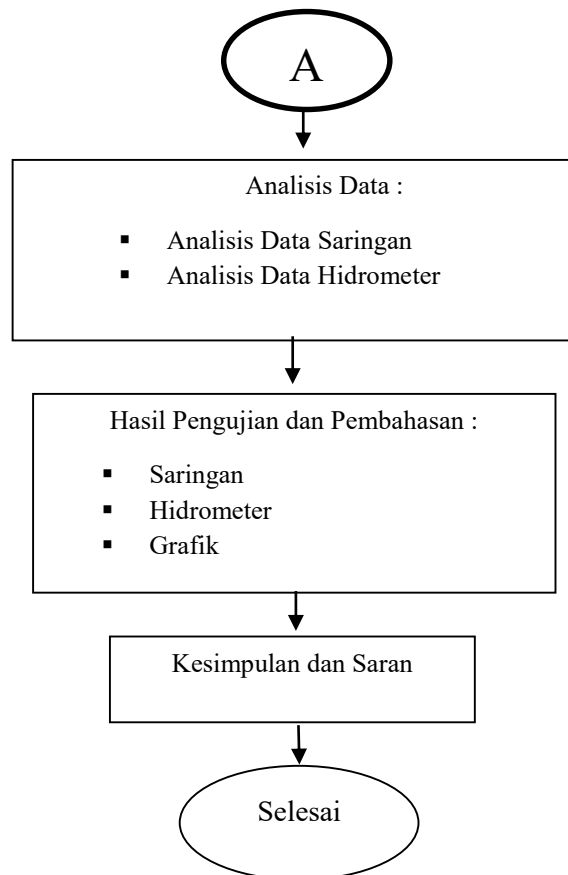
2.3.2 Bahan Penelitian

Sampel tanah disturbed pada pembangunan Gedung Keuangan Jayapura

2.4 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dapat disederhanakan dengan bagan alir seperti yang terlihat dalam Gambar 3.4.





Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan membahas hasil pengujian yang dilakukan terhadap sampel tanah yang diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Yapis Papua. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir tanah melalui uji analisa ukuran butir yaitu, Penentuan kadar air tanah, penentuan berat jenis tanah (Specific Gravity), analisa saringan dan analisa hydrometer.

3.1 Pengujian Sampel Tanah

Tanah yang digunakan merupakan tanah yang diambil dari lokasi pembangunan Gedung Keuangan Negara, Jayapura, Papua. Diambil 3 sampel tanah dari tempat yang berbeda. secara visual terlihat berwarna coklat pucat kegelapan. Pada keadaan basah tanah terasa sedikit lengket saat di pegang

3.1.1 Penentuan Kadar Air



Gambar 3.1 Sampel tanah

Untuk menentukan kadar air, diambil 4 sampel tanah yaitu, S1, S2, S3 dan S4 untuk mendapatkan kadar air rata-rata nya. Sejumlah tanah ditempatkan dalam cawan (kaleng kecil) yang beratnya (W1) diketahui sebelumnya. Cawan dengan tanah ditimbang (W2) dan kemudian dimasukkan dalam oven yang temperaturnya 115° C untuk masa waktu 24 jam. Kemudian cawan dan tanah tersebut ditimbang kembali (W3). Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang di kandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air dinyatakan dalam persen. Pengolahan data untuk kadar air pada tanah ini dapat dilihat dalam lampiran.

Tabel 3.1 Penentuan Kadar Air

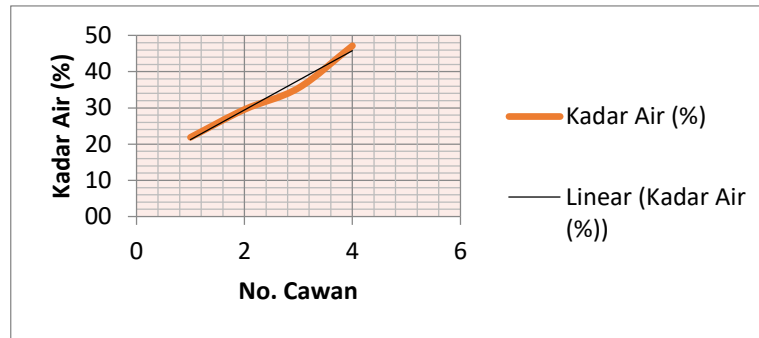
NO. CAWAN		S1	S1	S2	S4
Berat Cawan (w1)	gram	11,06	11,04	11,02	11,05
Berat Cawan + tanah basah (w2)	gram	34,2	37,97	40,28	34,56
Berat Cawan + tanah Kering (w3)	gram	30,05	31,83	32,62	27,03
Berat Air (Ww) = w2 - w3	gram	4,15	6,14	7,66	7,53
Berat tanah kering (Ws) =w3 - w1	gram	18,99	20,79	21,6	15,98
kadar Air (%)	%	21,9	29,5	35,5	47,1
kadar Air Rata - Rata	%	33,5			

$$Kadar Air = \frac{w2-w3}{w3-w1} \times 100\%$$

$$Kadar Air (S1) = \frac{4,15}{18,99} \times 100\% = 21,9 \%$$

$$Kadar Air Rata - Rata = \frac{Kadar Air S1+Kadar Air S2+Kadar Air S3+Kadar Air S4}{4} = \frac{21,9+29,5+35,5+47,1}{4} = 33,5 \%$$

Dari keempat spesimen yang diujikan, diperoleh kadar air rata - rata yang terkandung di dalam tanah tersebut sebesar 33,5%.



Gambar 3.2 Grafik Penentuan Kadar Air

Berdasarkan pengujian diatas diketahui bahwa sampel tanah tersebut memiliki kadar air yang cukup tinggi, yaitu, 33,5% yang artinya tanah tersebut mengandung banyak bahan organik. Kandungan air dalam tanah sangat berpengaruh pada konsistensi tanah, dan kesesuaian tanah untuk diolah. Tanah berpasir umumnya mempunyai air yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah liat berdebu, namun dilain pihak, tanah berpasir mempunyai pori makro yang banyak, adhesifitas terhadap air lebih kecil, dan konduktivitas hidraulik yang lebih tinggi. Dengan demikian, meskipun kandungan air awal pada tanah liat berdebu lebih tinggi, namun faktor lainnya menjadi penghambat pergerakan air dibandingkan dengan tanah berpasir, sehingga pergerakan air pada tanah berpasir lebih cepat dibandingkan dengan tanah liat berdebu.

3.1.2 Pengujian Berat Jenis (Specific Gravity)

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volume tanah padat atau berat air yang dengan isi sama dengan isi tanah padat tersebut pada suhu tertentu. Penentuan berat jenis partikel tanah penting dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah dan sebagai informasi dalam pengolahan tanah lebih lanjut. Nilai berat jenis partikel tanah bervariasi tergantung pada komposisi mineral tanah tersebut.

Penentuan berat jenis tanah (Gs) yang dilakukan menggunakan metode piknometer dengan cara piknometer s1 dan s2 ditimbang, lalu diisi dengan benda uji kurang lebih 50 gram kemudian didiamkan selama 24 jam. Sampel yang sudah didiamkan kemudian di panaskan untuk menghilangkan udara yang masih terperangkap didalam. Lalu sampel diisi dengan air hingga penuh sampai tidak ada udara yang terperangkap, lalu timbang.

Tabel 3.2 Rekapitulasi Hasil pengujian berat jenis tanah (Gs)

Nomor contoh dan kedalaman				
Nomor Piknometer			S1	S2
Berat piknometer + contoh	W2	gram	58,25	58,9
berat piknometer	W1	gram	48,08	48,92
Berat tanah	$W_t = W_2 - W_1$	gram	10,17	9,98
Temperatur			20°C	
Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20°C	W3	gram	111,02	112
Berat piknometer + air pada 20°C	W4	gram	104,72	105,74
$W_5 = W_t + W_4$		gram	114,89	115,72
Isi tanah	$W_5 - W_3$	Cm^3	3,87	3,72
Berat Jenis (Gs)	W_t		2,63	2,68
	$W_5 - W_3$			
Rata - rata			2,6554	

Dari pengujian diatas didapatkan nilai berat jenis tanah nya adalah 2,6554. Karena itu tanah tersebut berada pada kisaran partikel density (penetapan berat jenis) tanah-tanah mineral kecil yaitu 2,6-2,93 gr/cm³. Hal ini disebabkan mineral kwarsa, feldspart dan silikat koloida yang merupakan komponen tanah tersebut berada di sekitar angka tersebut (Hanafiah 2005).

3.1.3 Analisa Saringan dan Analisa Hidrometer

Untuk melihat komposisi dari butiran suatu tanah dapat dilihat dengan cara melakukan pengujian analisa saringan dan analisa hydrometer. Pengujian analisis saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200 dan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar. Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian analisa berat 550 gr.

Pengujian analisis hidrometer adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan no. 200. Pengujian ini dilakukan dengan analisa sedimen menggunakan hydrometer dengan mencampur 50 gram sampel tanah dengan 20 mL water glass, ditambah 100 mL air suling. Yang kemudian didiamkan selama 12-18 jam setelah itu di mixer dan dimasukan kedalam gelas ukur berukuran 1 liter. kocok secara bolak balik selama 60 detik sampai pergolakan campuran berhenti. Masukkan alat hidrometer ke dalam tabung, dan biarkan hidrometer terapung bebas. Baca angka skala hidrometer untuk kelangsungan waktu sampai 120 menit yakni untuk setiap kelangsungan waktu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit. Pembacaan hydrometer dilakukan pada batas atas cekungan permukaan dalam tabung (meniskus).

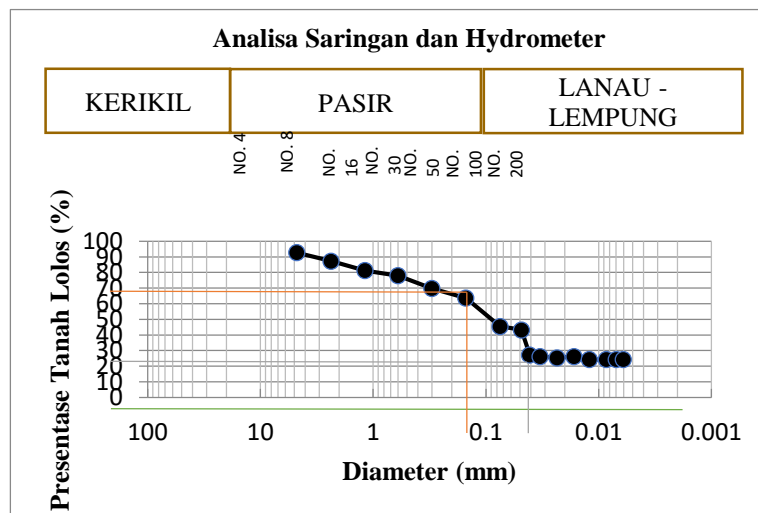
Tabel 3.3 Rekapitulasi Hasil Persen Lolos Uji Analisa Saringan

No.	No. Saringan	Diameter	Berat Tanah	% berat tanah	% kumulatif	% Tanah Yang
		Saringan	yang tertahan	yang tertahan		lolos saring
		(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
1	4#	4,75	40	7,273	7,273	92,727
2	8#	2,36	30	5,455	12,727	87,273
3	16#	1,18	33	6,000	18,727	81,273
4	30#	0,60	18	3,273	22,000	78,000
5	50#	0,30	45	8,182	30,182	69,818
6	100#	0,15	34	6,182	36,364	63,636
7	200#	0,075	100	18,182	54,545	45,455
8	Pan	-	250	45,455	100	0
Total			550	100	-	-
Rata - Rata			68,75	12,5	-	-

Berdasarkan tabel 3.3 Rekapitulasi Hasil Persen Lolos Uji Analisis Saringan diatas, di dapatkan > 35% lolos pada saringan 200 yaitu sebesar 45,455%.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

waktu (menit)	hydro meter reading (R)	RCP R+Fr-Fz	% finer $(a \cdot RCP/ws) \times 100$	RcL (R+Fm)	L (cm)	A**	D = $A\sqrt{(L/t)}$ (mm)
0,5	21,5	21,65	43,247	22,5	7,6	0,0124	0,048
1	14	13,65	27,267	14,5	10,9	0,0124	0,041
2	13	13,15	26,268	14	14,2	0,0124	0,033
4	13	12,65	25,269	13,5	14,2	0,0124	0,023
8	13	13,15	26,268	14	14,2	0,0124	0,017
15	12	12,15	24,270	13	14,3	0,0124	0,012
30	12	12,15	24,270	13	14,3	0,0124	0,009
45	12	12,15	24,270	13	14,3	0,0124	0,007
60	12	12,15	24,270	13	14,3	0,0124	0,006



Gambar 3.3 Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Analisa Hidrometer

Berdasarkan Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Analisa Hidrometer nilai presentase tanah lolos adalah bernilai 0 untuk D10 (diameter 10), bernilai 0.04 untuk D30 dan bernilai 0.13 untuk D60.

3.2 Penentuan Jenis Tanah

Sistem klasifikasi menurut kriteria ASTM D 653 yaitu,

- a. Kerikil : kerikil partikel batuan yang lolos ayakan 3 inci (75 mm) dan tertahan pada ayakan No. 4 (4,75 mm). Ayakan standar dengan sub bagian : Kerikil kasar yaitu butiran batuan yang lolos ayakan 3 inci (75 mm) dan tertahan pada ayakan $\frac{3}{4}$ inci (19 mm) serta kerikil halus yaitu butiran batuan yang lolos ayakan $\frac{3}{4}$ inci (19 mm) tertahan pada ayakan No. 4 (4,75 mm)

- b. Pasir : butiran batuan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan ayakan No. 200 (0,075 mm). Ayakan standar dengan sub bagian : pasir kasar yaitu butiran batuan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan ayakan No. 10 (2,00 mm), pasir sedang yaitu butiran batuan yang lolos ayakan No. 10 (2,00 mm) dan tertahan ayakan No. 40 (0,425 mm) serta pasir halus yaitu butiran batuan yang lolos ayakan No. 40 (0,425 mm) dan tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm)
- c. Lanau : butiran tanah lolos ayakan No. 200 (0,075 mm), yang nonplastis atau sangat sedikit plastisitas dan dapat menunjukkan sedikit atau tidak ada kekuatan pada saat kering udara. Untuk klasifikasi, lanau termasuk tanah yang berbutir halus, atau bagian tanah berbutir halus, dengan indeks plastisitas lebih kecil dari 4 atau bila digambarkan dalam grafik plastisitas akan terletak di bawah garis "A"
- d. Lempung : butiran tanah yang lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) yang dalam satu rentang kadar air tertentu bersifat plastis dan mempunyai kekuatan yang cukup besar pada saat kering udara. Untuk klasifikasi, lempung termasuk tanah yang berbutir halus, atau bagian tanah yang berbutir halus, dengan indeks plastisitas sama atau lebih besar dari 4, bila digambarkan dalam grafik plastisitas akan terletak pada atau di atas garis "A"

Tabel 3.5 Presentase Analisis Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefesien Gradasi (Cc) Tanah Asli

Lolos 200#	45,455 %
Kerikil	0 %
Pasir	54,545 %
Lanau	20,186%
Lempung	25,269%
D10	0
D30	0,040
D60	0,13
$Cu = D_{10}/D_{60}$	-
$CC = D_{30}/(D_{10} \times D_{60})$	-

Dari tabel 3.5 diatas dapat diketahui bahwa daerah tersebut memiliki kandungan 0% Kerikil, 54,545% pasir, 20,186% Lanau dan 25,269% Lempung. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah di daerah Gedung Keuangan Jayapura memiliki jenis tanah berpasir dengan presentase butiran pasir sebesar 54,545%.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Distribusi ukurab butir sampel tanah pada daerah Gedung Keuangan Jayapura menurut ASTM D 653 memiliki analisis butiran 0% Kerikil, 54,545% pasir, 20,186% Lanau dan 25,269% Lempung,
2. Tanah yang ada pada daerah Gedung Keuangan Jayapura berdasarkan ukuran butir tahan termasuk jenis tanah berpasir.

4.2 Saran

1. Untuk pengembangannya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di laboratorium mengenai kondisi ataupun perlaku – perilaku tanah tersebut serta hal – hal yang dapat memberikan pengaruh di lapangan.
2. Jenis tanah seperti ini bersifat tidak stabil sehingga perlu penelitian lebih lanjut apabila digunakan untuk bahan lapisan pondasi bangunan gedung

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., 2012. *Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kota Gorontalo*, Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Agustina, A. (2021). Penentuan Klasifikasi Jenis Tanah Dengan Menggunakan Pengujian Cbr Laboratorium. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(3).
- Ardli Surakhmad, 2017, *Sistem Informasi Geografis Kepadatan Tanah Berdasarkan Nilai Tahanan Ujung Konus (Qc) Di Kabupaten Sukoharjo*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Bowles, J. E., 1996. *Foundation Analysis And Design* (5th Ed). Singapore: Mcgraw-Hill Inc.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991, *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Pt. Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., Endah, N., Dan Mochtar, I. B., 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Lnstitut Teknologi 10 Nopember, Surabaya.
- Das, B. M., Endah, N., Dan Mochtar, I. B., 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Lnstitut Teknologi 10 Nopember, Surabaya.
- Ekadinata, A. Dkk., 2008. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1: Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jauh Menggunakan Ilwis Open Source*. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Hary Christady Hardiyatmo, 2002, *Mekanika Tanah 1*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kaihatu, S., Waas, E. D., & Ayal, Y. (2016). Identifikasi Dan Penentuan Jenis Tanah Di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Pertanian Agros*, 18(2), 170-180.
- Ningsih, C. D. S. (2022). Menentukan Distribusi Ukuran Butir-Butir Tanah Untuk Tanah Yang Tidak Mengandung Butir Tertahan Saringan Nomor 10 (Hidrometer). *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(1).
- Reza, M. F., Gandi, S., & Sarie, F. (2021). Pengaruh Kadar Air Terhadap Konsolidasi Tanah Lempung. *Density (Development Engineering Of University) Journal*, 3(2), 42-47.
- Sismiani, A., Rustendi, I., & Yudono, Y. W. D. (2023). Analisis Sifat Teknis Tanah Pada Sisi Lereng Underpass Di Desa Kebocoran Kecamatan Kedungbanteng Kabupaten Banyumas. *Wikuacity: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 255-262.
- Sordarsono, Suyono., 2000. *Mekanikah Tanah* Pt Paraya Paramita Jakarta
- Yunianta, A., Astari, M. D., Rochmawati, R., Sila, A. A., Widiati, I. R., Lopian, F. E. P., & Mabui, D. S. S. (2022). *Pengujian Tanah Di Laboratorium*. Tohar Media.