

PERBANDINGAN SIFAT FISIS DAN NILAI CBR TANAH UNTUK TIMBUNAN DI KABUPATEN LUMAJANG DAN KABUPATEN GRESIK

Hafidz Riswoko Tanoyo¹, Arik Triarso²
D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
E-mail: *hafidz.22039@mhs.unesa.ac.id¹

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur yang pesat di Jawa Timur memerlukan material timbunan yang memenuhi persyaratan teknis. Perbedaan geologi antara tanah vulkanik Kabupaten Lumajang dan tanah aluvial Kabupaten Gresik menimbulkan tantangan dalam pemilihan material yang layak. Penelitian ini membandingkan sifat fisis dan nilai CBR kedua jenis tanah tersebut sebagai kajian kelayakan material timbunan. Hasil pengujian menunjukkan tanah Lumajang memiliki kadar air 44,54%, indeks plastisitas 16,78%, dan CBR 9,74%, sedangkan tanah Gresik mencatat kadar air 37,23%, indeks plastisitas 15,90%, dan CBR 11,9%. Keduanya terklasifikasi A-2-7 (AASHTO) dan memenuhi syarat minimum CBR >6%. Tanah Gresik menunjukkan daya dukung lebih tinggi, didukung karakteristik fisik yang lebih stabil.

Kata kunci

Sifat Fisis Tanah, CBR, Material Timbunan, Tanah Vulkanik, Tanah Aluvial

ABSTRACT

The rapid development of infrastructure in East Java requires embankment materials that meet technical requirements. The geological differences between volcanic soil in Lumajang Regency and alluvial soil in Gresik Regency pose challenges in selecting suitable embankment materials. This study compares the physical properties and CBR values of both soil types as a feasibility assessment for embankment material. Test results indicate that Lumajang soil has a moisture content of 44.54%, plasticity index of 16.78%, and CBR value of 9.74%, while Gresik soil records a moisture content of 37.23%, plasticity index of 15.90%, and CBR value of 11.9%. Both soils are classified as A-2-7 (AASHTO) and meet the minimum CBR requirement of >6%. Gresik soil demonstrates superior bearing capacity, supported by its more stable physical characteristics.

Keywords

Soil Physical Properties, CBR, Embankment Material, Volcanic Soil, Alluvial Soil

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang terus berkembang pesat menuntut ketersediaan material konstruksi yang memadai secara teknis, khususnya material timbunan. Menurut (Waruwu et al., 2021), apabila tanah dasar memiliki kapasitas dukung yang rendah, diperlukan lapisan material granular berupa tanah timbunan sebagai solusi teknis. Kualitas tanah menjadi faktor penentu utama dalam menjamin ketahanan dan stabilitas struktur bangunan sipil, sehingga pemahaman mendalam terhadap karakteristik geoteknik tanah merupakan aspek krusial dalam setiap tahap perencanaan dan pelaksanaan konstruksi.

Kondisi geologi Indonesia yang kompleks menghasilkan beragam jenis tanah dengan karakteristik yang berbeda di setiap wilayah. Variasi sifat geoteknik tersebut dipengaruhi oleh faktor iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu yang berinteraksi melalui proses fisik, kimia, dan biologis (Putri et al., 2024). Di Jawa Timur, perbedaan antara tanah vulkanik dan tanah aluvial sangat signifikan. Kabupaten Lumajang yang terletak di lereng selatan Gunung Semeru memiliki tanah vulkanik dengan kadar lumpur tinggi, plastisitas besar, serta tingkat pelapukan tinggi (Aji et al., 2019).

Sebaliknya, Kabupaten Gresik sebagai wilayah pesisir utara Jawa Timur memiliki tanah aluvial hasil endapan laut dan sungai yang rentan terhadap penurunan, likuifaksi, serta memiliki daya dukung yang relatif rendah sehingga menimbulkan risiko bagi pembangunan infrastruktur jangka panjang (Sakr et al., 2021).

Dalam praktik konstruksi, penggunaan material tanah lokal kerap menjadi pilihan utama akibat keterbatasan sumber daya dan tingginya biaya transportasi, meskipun tidak selalu memenuhi standar teknis yang dipersyaratkan. Kondisi ini mendorong perlunya evaluasi sifat fisis tanah secara komprehensif, meliputi kadar air, analisis saringan, batas Atterberg, serta nilai California Bearing Ratio (CBR). Pengujian CBR merupakan metode untuk membandingkan daya dukung tanah terhadap bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (Daulay et al., 2022). Kajian perbandingan antara tanah Lumajang dan Gresik menjadi relevan karena kedua wilayah merepresentasikan kondisi geoteknik yang berbeda, namun sama-sama mengalami peningkatan kebutuhan pembangunan infrastruktur, baik berupa proyek perumahan, kawasan industri, maupun infrastruktur publik.

Penelitian terdahulu mengenai hubungan sifat fisis tanah dan nilai CBR, seperti yang dilakukan oleh (Fathurrozi et al., 2016) di Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa karakteristik fisis tanah berpengaruh signifikan terhadap kelayakannya sebagai material timbunan. Namun, kajian yang secara spesifik membandingkan tanah vulkanik dan tanah aluvial melalui pengujian laboratorium di wilayah Jawa Timur masih sangat terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membandingkan sifat fisis serta nilai CBR tanah dari kedua wilayah secara ilmiah, sehingga dapat menghasilkan basis data geoteknik lokal yang menjadi acuan bagi perencana konstruksi, praktisi teknik sipil, maupun pemerintah daerah dalam menentukan material timbunan yang tepat, efisien, dan aman.

Tanah

Secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri atas butiran mineral padat tidak tersementasi dan bahan organik yang telah melapuk, dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang pori di antara partikel-partikel tersebut (Rachim et al., 2024) Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Berdasarkan sifat tanahnya dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu, kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan nomor 200) dan kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan nomor 200):

Klasifikasi Umum	Material berbutir (kurang dari 35 % yang lolos saringan No. 200)						Material lanau – lempung (lebih dari 35 % yang lolos sar. No. 200)				
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Grup Klasifikasi	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6					A-2-7
Analisa saringan, Lolos (%)											
No. 10	50 max	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
No. 40	30 max	50 max	51 min	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	
Sifat-sifat fraksi lolos sar No.400											
Batas cair	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indeks Plastisitas	6 max	N.P	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Penggunaan jenis material yang sesuai	Batuhan, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil kelanauan atau kelemungan dan pasir			Tanah kelanauan		Tanah kelemungan		
Tingkat Penilaian sebagai tanah dasar	Sangat bagus - bagus						Cukup bagus - jelek				

* Indeks plastisitas dari A-7-5 sub group adalah setara, atau kurang dari LL minus 30
 Indeks plastisitas dari A-7-6 sub group lebih besar dari LL minus 30

Gambar 1. Klasifikasi AASHTO

Sumber: Highway Material, D. Kerb, D. Walker

Timbunan

Timbunan merupakan kegiatan penambahan material pada suatu permukaan dengan tujuan meratakan atau meninggikan elevasi guna memperoleh kondisi permukaan yang lebih baik (Sitompul et al., 2021). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, (2020) Timbunan atau urugan di bagi dalam 2 macam sesuai dengan maksud penggunaannya yaitu:

a. Timbunan Biasa

Timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui pengawas dan memenuhi persyaratan teknis, yakni bukan termasuk tanah berplastisitas tinggi dengan klasifikasi A-7-6 (AASHTO M 145) atau CH (Unified). Selain itu, material timbunan disyaratkan memiliki nilai CBR minimal 6% setelah perendaman selama 4 hari pada kondisi pemadatan 100% kepadatan kering maksimum (MDD)

b. Timbunan Pilihan

Timbunan pilihan hanya dapat digunakan pada lokasi yang telah ditentukan dan disetujui secara tertulis oleh pengawas. Material yang digunakan harus berupa tanah berpasir atau padas yang memenuhi persyaratan teknis, serta memiliki nilai CBR minimum 10% berdasarkan pengujian sesuai standar AASHTO T 193

Uji Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam massa tanah (Darwis, 2018), yang penentuannya mengacu pada SNI 1965:2008. Hasil pengujian kadar air digunakan untuk menentukan konsistensi dan sifat perilaku material tanah.

Uji Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (specific gravity, G_s) adalah rasio antara massa butiran padat tanah terhadap massa air suling dengan volume dan suhu yang sama (Bambali et al., 2021), yang pengujiannya mengacu pada SNI 1964:2008.

Uji Analisa Saringan

Analisis saringan merupakan pengujian untuk menentukan persentase dan gradasi butiran tanah yang tertahan di atas saringan No. 200, dengan mengacu pada SNI 3423:2008.

Uji Batas-Batas Atterbeg

a. Uji Batas Cair (*Liquid Limit-LL*)

Pengujian batas cair dilakukan untuk menentukan konsistensi dan sifat perilaku material tanah, dengan mengacu pada SNI 1967:2008.

b. Uji Batas Plastis (*Plastic Limit-PL*)

Batas plastis merupakan nilai kadar air pada kondisi tanah berada di antara keadaan plastis dan semi padat, yang ditentukan melalui pengujian penggulungan tanah hingga terjadi retakan (Darwis, 2018), dengan mengacu pada SNI 1966:2008.

c. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks plastisitas merupakan selisih antara batas cair dan batas plastis yang digunakan untuk mengidentifikasi sifat plastis tanah. Semakin tinggi nilai indeks plastisitas, semakin besar kandungan butiran lempung dalam tanah tersebut, dan sebaliknya untuk tanah berbutir lanau.

Uji Pemadatan Tanah (*Proctor Standar*)

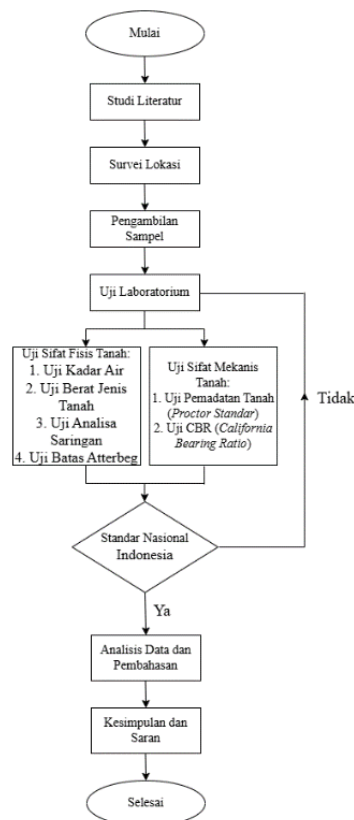
Pemadatan tanah merupakan proses peningkatan kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga volume udara dalam pori-pori tanah berkurang (Sari et al., 2020). Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah, mengurangi penurunan yang tidak diinginkan, serta meningkatkan kestabilan lereng timbunan. Pengujian pemadatan mengacu pada SNI 1742:2008.

Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR laboratorium menggunakan metode rendaman (*soaked*) mengacu pada SNI 1744:2012, dengan benda uji yang dipilih berdasarkan kadar air pematatan dan densitas kering yang diinginkan (Ikhlash et al., 2022). Pembebanan dilakukan dengan kecepatan penetrasi 0,05 inci per menit pada kedua permukaan benda uji, dengan pembacaan pada penetrasi 0,0125 hingga 0,5 inci. Nilai CBR ditentukan berdasarkan hasil terbaik pada penetrasi 0,1 atau 0,2 inci (Banta Chairullah, 2011), yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kelayakan kepadatan tanah sebagai material timbunan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Transport Vokasi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif. Benda uji yang digunakan berupa sampel tanah asli yang di ambil dari Kecamatan Sukodono, Kabupaten Lumajang dan Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik.



Gambar 2. Diagram Alir
Sumber: Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji perbandingan karakteristik tanah dari Kecamatan Sukodono, Kabupaten Lumajang, dan Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, sebagai material timbunan, melalui pengujian laboratorium di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya. Pengujian meliputi sifat fisis dan mekanis, yaitu kadar air, berat jenis, analisis saringan, batas Atterberg, pematatan tanah (Proctor

Standar), dan CBR. Hasil pengujian digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah, menganalisis nilai CBR, serta menentukan kategori jenis timbunan yang sesuai dengan standar teknis yang berlaku.

a. Uji Kadar Air

Tabel 1. Hasil Kadar Air Sampel Tanah Lumajang

No. Test		1	2	3
No. Cawan		7	14	9
Berat cawan kosong, (W1)	gr	10,5	11	11
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	41,5	42	41,5
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	32	32,5	32
Berat air, (W2 - W3)	gr	9,5	9,5	9,5
Berat tanah kering, (W3 - W1)	gr	21,5	21,5	21
Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100$	%	44,19	44,19	45,24
Kadar air rata-rata, w	%	44,54		

Sumber: Data Penelitian

Tabel 2. Hasil Kadar Air Sampel Tanah Gresik

No. Test		1	2	3
No. Cawan		3	20	10
Berat cawan kosong, (W1)	gr	11	11	10,5
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	42	42,5	42
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	33,5	34	33,5
Berat air, (W2 - W3)	gr	8,5	8,5	8,5
Berat tanah kering, (W3 - W1)	gr	22,5	23	23
Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100$	%	37,78	36,96	36,96
Kadar air rata-rata, w	%	37,23		

Sumber: Data Penelitian

Dari tabel (1) dan (2) di atas diperoleh rata-rata kadar air pada sampel tanah Lumajang sebesar 44,54% dan pada sampel tanah Gresik sebesar 37,23%.

b. Uji Berat Jenis Tanah

Tabel 3. Hasil Berat Jenis Tanah Sampel Tanah Lumajang

Test No		1	2	3
No Piknometer		A1	A2	A3
Berat piknometer kosong, (W1)	gr	73,5	74	73,5
Berat piknometer + tanah kering, (W2)	gr	97,5	97	98
Berat piknometer + tanah kering + air, (W3)	gr	184,5	185,5	185
Temperatur campuran tanah + air, (T1)	°C	31	31	31
Berat piknometer + air, (W4)	gr	170,5	170	170,5
Berat tanah kering, (W2-W1)	gr	24	23	24,5
Volume butiran tanah, $(W4)+(W2-W1)-(W3)$	cc	10	7,5	10
Gs (pada T1 °C) = $(W2-W1)/(W4)+(W2-W1)-(W3)$	gr/cc	2,333	3,067	2,45
Koreksi, K		0,9972	0,9972	0,9972
Gs (pada 20 °C) = Gs (pada T1 °C) x K =	gr/cc	2,393	3,058	2,443
Gs (pada 20 °C) rata-rata =	gr/cc	2,632		

Sumber: Data Penelitian

Tabel 4. Hasil Berat Jenis Tanah Sampel Tanah Gresik

Test No		1	2	3
No Piknometer		14	15	33
Berat piknometer kosong, (W1)	gr	73,5	73	73
Berat piknometer + tanah kering, (W2)	gr	98,5	98	999
Berat piknometer + tanah kering + air, (W3)	gr	185,5	185	185

Temperatur campuran tanah + air, (T1)	°C	31	31	31
Berat piknometer + air, (W4)	gr	169,5	169,5	169
Berat tanah kering, (W2-W1)	gr	25	24	25,5
Volume butiran tanah, (W4)+(W2-W1)-(W3)	cc	9	9,5	10
Gs (pada T1 °C)=(W2-W1)/(W4)+(W2-W1)-(W3)	gr/cc	2,778	2,632	2,6
Koreksi, K		0,9972	0,9972	0,9972
Gs (pada 20 °C)=Gs (pada T1 °C) x K =	gr/cc	2,77	2,624	2,593
Gs (pada 20 °C) rata-rata =	gr/cc	2,662		

Sumber: Data Penelitian

Dari hasil perhitungan pada tabel (3) dan (4), dihasilkan rata-rata berat jenis tanah sampel tanah Lumajang sebesar 2,632 gr/cc dan sampel tanah Gresik sebesar 2,662 gr/cc. Kemudian nilai berat jenis (Gs) yang dihasilkan tersebut digunakan sebagai perhitungan analisis uji pemadatan tanah (proctor standard) Berdasarkan hasil tersebut, maka sampel tanah Lumajang tergolong jenis tanah lanau berpasir dan sampel tanah Gresik tergolong jenis tanah lanau berpasir.

c. Uji Analisa Saringan

Tabel 5. Hasil Analisa Saringan Sampel Tanah Lumajang

Nomer ayakan	Diameter lubang ayakan	Berat tanah yang tertahan	% Berat tanah yang tertahan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang lolos tiap-tiap ayakan
4	4,75	0	0	0	100
10	2	0	0	0	100
20	0,85	0	0	0	100
40	0,425	83	16,6	16,6	83,4
60	0,25	163,5	32,7	49,3	50,7
100	0,15	169	33,8	83,1	16,9
200	0,075	67,5	13,5	96,6	3,4
Pan		17	3,4	100	0

Sumber: Data Penelitian

Tabel 6. Hasil Analisa Saringan Sampel Tanah Lumajang

Nomer ayakan	Diameter lubang ayakan	Berat tanah yang tertahan	% Berat tanah yang tertahan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang lolos tiap-tiap ayakan
4	4,75	0	0	0	100
10	2	0	0	0	100
20	0,85	0	0	0	100
40	0,425	97	19,4	19,4	80,6
60	0,25	157	31,4	50,8	49,2
100	0,15	179	35,8	86,6	13,4
200	0,075	57,5	11,5	98,1	1,9
Pan		9,5	1,9	100	0

Sumber: Data Penelitian

Pada pengujian analisa saringan menggunakan set ayakan No.4, No.10, No.20, No.40, No.60, No.100, No.200 dan Pan. Di dapatkan hasil bahwa sampel tanah Lumajang pada ayakan No.200 yang lolos sebesar 3,4%, serta sampel tanah Gresik pada ayakan No.200 yang lolos sebesar 1,9%. Berdasarkan persen lolos saringan No.200, Tanah Lumajang masuk dalam golongan pasir atau kerikil dan Tanah Gresik masuk dalam golongan pasir atau kerikil.

d. Uji Batas-Batas Atterbeg

1) Uji Batas Cair (*Liquid Limit-LL*)

Tabel 7. Hasil Batas Cair Sampel Tanah Lumajang

No. Test		1	2	3	4
No. Cawan		13	17	45	2
Berat cawan kosong, (W1)	gr	12,5	12	12	12,5
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	24,5	25	25	25,5
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	21	21	20	20
Berat air, (W2 - W3)	gr	3,5	4	5	5,5
Berat tanag kering, (W3 - W1)	gr	8,5	9	8	7,5
Kadar air, w (W2-W3)/(W3-W1) x 100	%	41,18	44,44	62,5	73,33
Jumlah pukulan		33	30	21	18
Kadar air rata-rata, LL	%	56,42			

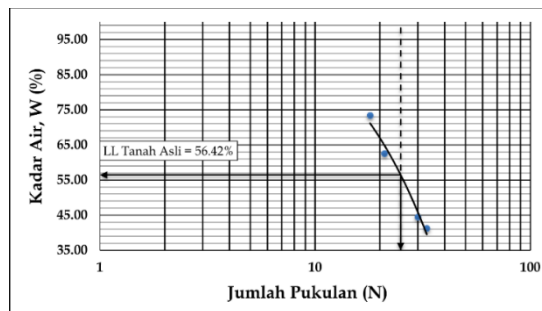
Sumber: Data Penelitian

Tabel 8. Hasil Batas Cair Sampel Tanah Gresik

No. Test		1	2	3	4
No. Cawan		23	46	88	3
Berat cawan kosong, (W1)	gr	12,5	12,5	10,5	10,5
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	23,5	25,5	23	24
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	21,5	23	19	18
Berat air, (W2 - W3)	gr	2	2,5	4	6
Berat tanag kering, (W3 - W1)	gr	9	10,5	8,5	7,5
Kadar air, w (W2-W3)/(W3-W1) x 100	%	22,22	23,81	47,06	80,00
Jumlah pukulan		34	31	20	19
Kadar air rata-rata, LL	%	46,41			

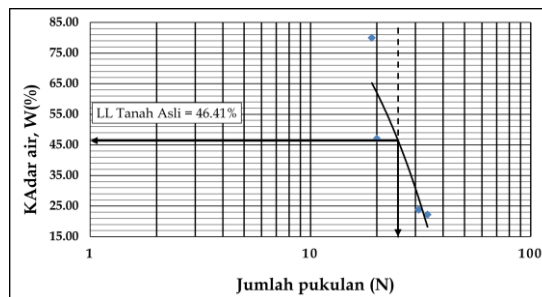
Sumber: Data Penelitian

Dari hasil perhitungan pada tabel (7) dan (8), maka dapat diperoleh grafik Liquid Limit tanah asli seperti pada Gambar (3) dan (4)



Gambar 3. Grafik Batas Cair Sampel Tanah Lumajang

Sumber: Data Penelitian



Gambar 4. Grafik Sampel Tanah Gresik

Sumber: Data Penelitian

Grafik menunjukkan hubungan antara jumlah ketukan dan kadar air dengan menghasilkan nilai batas cair(LL) sebesar 56,42% untuk sampel tanah Lumajang dan 46,41% untuk sampel tanah Gresik. Berdasarkan nilai tersebut, sampel tanah Lumajang

tergolong berplastisitas tinggi, sedangkan sampel tanah Gresik tergolong berplastisitas rendah.

2) Uji Batas Plastis (*Platic Limit-PL*)

Tabel 9. Hasil Batas Plastis Sampel Tanah Lumajang

No. Test		1	2	3	4
No. Cawan		99	42	20	53
Berat cawan kosong, (W1)	gr	12	11,5	12,5	12,5
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	20,5	21	20,5	22
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	18	18,5	18	19,5
Berat air, (W2 - W3)	gr	2,5	2,5	2,5	2,5
Berat tanag kering, (W3 - W1)	gr	6	7	5,5	7
Kadar air, w (W2-W3)/(W3-W1) x 100	%	41,67	35,71	45,45	35,71
Kadar air rata-rata, PL	%	39,64			

Sumber: Data Penelitian

Tabel 10. Hasil Batas Plastis Sampel Tanah Gresik

No. Test		1	2	3	4
No. Cawan		15	11	35	34
Berat cawan kosong, (W1)	gr	12,5	11	12	10
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	20	22	22,5	20
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	18	19,5	20	18
Berat air, (W2 - W3)	gr	2	2,5	2,5	2
Berat tanag kering, (W3 - W1)	gr	5,5	8,5	8	8
Kadar air, w (W2-W3)/(W3-W1) x 100	%	36,36	29,41	31,25	25,00
Kadar air rata-rata, PL	%	30,51			

Sumber: Data Penelitian

Dari hasil perhitungan pada tabel (9) dan (10), dihasilkan rata-rata Batas Plastis sampel tanah Lumajang sebesar 39,64% dan sampel tanah Gresik sebesar 30,51%

3) Indeks Plastisitas (PI)

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$, diperoleh nilai indeks plastisitas yang dihitung dalam rumus sebagai berikut:

$$PI\% = LL - PL$$

$$PI = 56,42 - 39,64 = 16,78\% \text{ (sampel tanah Lumajang)}$$

$$PI = 46,41 - 30,51 = 15,9\% \text{ (sampel tanah Gresik)}$$

Dari perhitungan diatas menghasilkan nilai indeks plastisitas sampel tanah Lumajang sebesar 16,78% dan sampel tanah Gresik sebesar 15,9%. Dari nilai tersebut maka tanah yang diuji dapat diklasifikasikan sebagai tanah dengan lempung berlanau untuk sampel tanah Lumajang dan tanah sebagai lempung berlanau untuk sampel tanah Gresik.

e. Klasifikasi Tanah AASHTO

Tabel 11. Analisis Klasifikasi AASHTO

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Syarat AASHTO	Hasil Sampel Lumajang	Hasil Sampel Gresik
1.	Lolos Saringan No.10 (2,00 mm)	%	(tidak ada batas khusus)	100	100
2.	Lolos Saringan No.40 (0,425 mm)	%	(tidak ada batas khusus)	83,4	80,6
3.	Lolos Saringan No.200 (0,075 mm) Syarat utama masuk kelompok A-2	%	$\leq 35\%$ (Lolos Syarat A-2)	3,4	1,9
4.	Batas Cair / Liquid Limit (LL)	%	$> 40\%$ (Lolos Syarat)	56,42	46,41

	Penentu sub-kelompok A-2-4, A-2-5, A-2-6 atau A-2-7		A-2-5 & A-2-7)		
5.	Indeks Plastisitas / Plasticity Index (PI) Penentu sub-kelompok A-2-5 atau A-2-7	%	> 11% (Lolos Syarat A-2-7)	16,78	15,90

Sumber: Data Penelitian

Berdasarkan analisa hasil rekapitulasi pengujian sifat fisis dengan klasifikasi tanah AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official), maka dapat disimpulkan bahwa tanah Lumajang tanah dengan kategori A-2-7 yaitu dengan jenis kerikil kelanauan atau kelempungan dan pasir, sedangkan tanah Gresik tanah dengan kategori A-2-7 yaitu dengan jenis kerikil kelanauan atau kelempungan dan pasir.

f. Uji Pemadatan Tanah (Proctor Standar)

Tabel 12. Hasil Pemadatan Tanah Sampel Tanah Lumajang

Test No		1	2	3	4	5	6
Penambahan Air (%)		5	10	15	20	25	30
No cawan		1	2	3	4	5	6
Berat cawan, (W1)	gr	11,33	11,17	11,33	11,17	11,33	11,17
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	29,50	30,00	30,00	28,83	30,17	30,67
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	28,50	28,33	28,00	25,50	26,50	26,50
Berat Mold, (W4)	gr	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Berat Mold + tanah basah, (W5)	gr	3064	3170	3260	3355	3245	3150
Berat tanah basah, W5-W4	gr	1364	1470	1560	1655	1545	1450
Volume Mold, V	cm ³	921,03	921,03	921,03	921,03	921,03	921,03
Berat volume, $y = (W5-W4)/V$	gr/cm ³	1,481	1,596	1,694	1,797	1,677	1,574
Kadar air	%	5,83	9,71	12,00	23,26	24,18	27,17
Berat volume kering, y_d	gr/cm ³	1,399	1,455	1,512	1,458	1,351	1,238
w, untuk menentukan y_{zav}	%	5,83	9,71	12,00	23,26	24,18	27,17
y zero air void, y_{zav}	gr/cm ³	2,282	2,096	2,000	1,632	1,608	1,534

Sumber: Data Penelitian

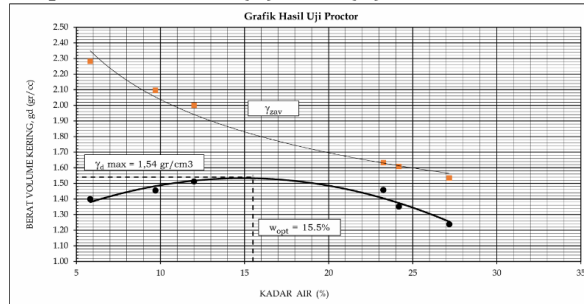
Tabel 13. Hasil Pemadatan Tanah Sampel Tanah Gresik

Test No		1	2	3	4	5	6
Penambahan Air (%)		5	10	15	20	25	30
No cawan		1A	2A	3A	4A	5A	6A
Berat cawan, (W1)	gr	11,33	11,17	11,33	11,17	11,33	11,17
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	29,33	29,50	29,67	29,17	29,83	30,50
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	28,50	28,17	28,00	26,00	26,33	26,50
Berat Mold, (W4)	gr	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Berat Mold + tanah basah, (W5)	gr	3020	3155	3245	3340	3230	3140
Berat tanah basah, W5-W4	gr	1320	1455	1545	1640	1530	1440
Volume Mold, V	cm ³	921,03	921,03	921,03	921,03	921,03	921,03
Berat volume, $y = (W5-W4)/V$	gr/cm ³	1,433	1,580	1,677	1,781	1,661	1,563
Kadar air	%	4,85	7,84	10,00	21,35	23,33	26,09

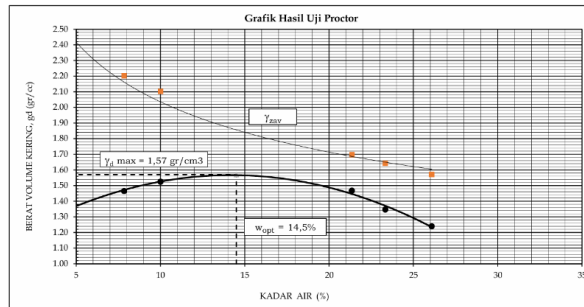
Test No		1	2	3	4	5	6
Penambahan Air (%)		5	10	15	20	25	30
No cawan		1A	2A	3A	4A	5A	6A
Berat volume kering, γ_d	gr/cm ³	1,367	1,465	1,525	1,467	1347	1,240
w, untuk menentukan γ_{zav}	%	4,85	7,84	10,00	21,35	23,33	26,09
y zero air void, γ_{zav}	gr/cm ³	2,358	2,202	2,103	1,698	1,642	1,571

Sumber: Data Penelitian

Dari hasil perhitungan pada tabel (12) dan (13), maka diperoleh grafik hasil uji proctor tanah asli seperti pada Gambar (5) dan (6)



Gambar 5. Grafik Pemadatan Tanah Sampel Tanah Lumajang
 Sumber: Data Penelitian



Gambar 6. Grafik Pemadatan Tanah Sampel Tanah Gresik
 Sumber: Data Penelitian

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa sampel tanah Lumajang memiliki nilai volume kering sebesar 1,54 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 15,5%, sedangkan sampel tanah Gresik memiliki nilai volume kering sebesar 1,57 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 14,5%. Nilai kadar air optimum tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam pengujian CBR.

g. Uji CBR (California Bearing Ratio)

Tabel 14. Hasil CBR Sampel Tanah Lumajang

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan arloji		Beban(lb)	
	mm	in	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0	0	-	0	-
1/4	0,32	0,0125	0,2	-	0,2	-
1/2	0,64	0,025	0,4	-	0,4	-
1	1,27	0,05	0,8	-	0,8	-
1 1/2	1,91	0,075	1	-	1	-
2	2,54	0,10	1,3	-	1,3	-
3	3,81	0,15	1,5	-	1,5	-
4	5,08	0,20	1,8	-	1,8	-

6	7,62	0,30	2,1	-	2,1	-
8	10,16	0,40	2,3	-	2,3	-
10	12,70	0,50	2,40	-	2,4	-

Sumber: Data Penelitian

Tabel 15. Hasil CBR Sampel Tanah Gresik

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan arloji		Beban(lb)	
	mm	in	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0	0	-	0	-
1/4	0,32	0,0125	0,4	-	0,4	-
1/2	0,64	0,025	0,9	-	0,9	-
1	1,27	0,05	1,2	-	1,2	-
1 1/2	1,91	0,075	1,4	-	1,4	-
2	2,54	0,10	1,6	-	1,6	-
3	3,81	0,15	1,8	-	1,8	-
4	5,08	0,20	2,1	-	2,1	-
6	7,62	0,30	2,4	-	2,4	-
8	10,16	0,40	2,7	-	2,7	-
10	12,70	0,50	2,9	-	2,9	-

Sumber: Data Penelitian

Nilai CBR diukur pada dua tingkat penetrasi: 0,1 inc dan 0,2 inc. Beban standar yang ditetapkan masing-masing sebesar 3000 lb atau setara 13,34 kN dan 4500 lb atau setara 20,02 kN. Kedua nilai beban ini dijadikan pembanding terhadap beban uji hasil pengujian untuk menghitung nilai CBR.

$$CBR = \frac{BEBAN\ UJI}{BEBAN\ STANDAR} \times 100\%$$

- Sampel tanah Lumajang

$$\text{Penetrasi } 0,1 = \frac{1,3}{13,34} \times 100\% = 9,74\%$$

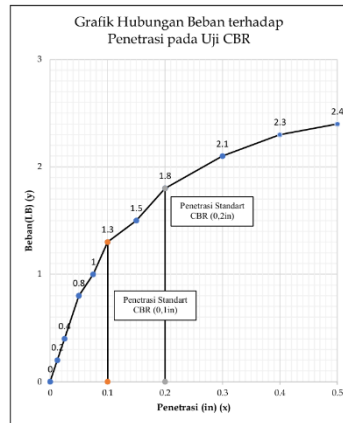
$$\text{Penetrasi } 0,2 = \frac{1,8}{20,02} \times 100\% = 8,9\%$$

- Sampel tanah Gresik

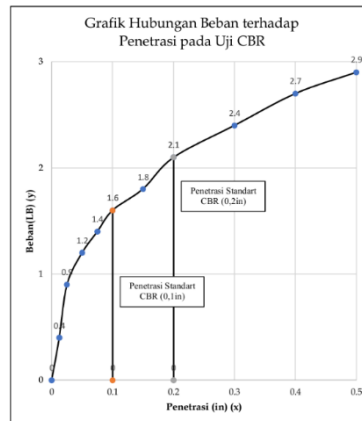
$$\text{Penetrasi } 0,1 = \frac{1,6}{13,34} \times 100\% = 11,9\%$$

$$\text{Penetrasi } 0,2 = \frac{2,1}{20,02} \times 100\% = 10,4\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, sampel tanah Lumajang menghasilkan nilai CBR 9,74% pada penetrasi 0,1 inc dan 8,9% pada penetrasi 0,2 inc, serta sampel tanah Gresik menghasilkan nilai CBR 11,9% pada penetrasi 0,1 inc dan 10,4% pada penetrasi 0,2 inc. Adapun berikut ini yang menunjukkan grafik hubungan beban terhadap penetrasi pada gambar (7) dan (8)



Gambar 7. Grafik CBR Sampel Tanah Lumajang
Sumber: Data Penelitian



Gambar 8. Grafik CBR Sampel Tanah Gresik
Sumber: Data Penelitian

Pada gambar diatas menunjukkan hubungan antara beban (lb) dan penetrasi (in) pada pengujian CBR. Grafik memperlihatkan bahwa semakin besar nilai penetrasi, maka beban yang dibutuhkan untuk menekan piston spesimen tanah juga semakin meningkat. Pada penetrasi standart 0,1inc beban terbaca sekitar 1,5lb sedangkan pada penetrasi standart 0,2inc beban yang terbaca meningkat menjadi 2lb.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Pengujian sifat fisis kedua sampel tanah menunjukkan perbedaan yang signifikan, mencerminkan variasi asal-usul geologis masing-masing wilayah. Tanah Lumajang sebagai representasi tanah vulkanik memiliki kadar air 44,54%, berat jenis 2,632 gr/cc, batas cair 56,42%, batas plastis 39,64%, dan indeks plastisitas 16,78%, sehingga tergolong tanah berplastisitas tinggi dalam kategori lempung berlanau. Tanah Gresik sebagai representasi tanah aluvial pesisir mencatat kadar air 37,23%, berat jenis 2,662 gr/cc, batas cair 46,41%, batas plastis 30,51%, dan indeks plastisitas 15,90%, yang menempatkannya pada kategori plastisitas rendah. Hasil analisis saringan menunjukkan persentase lolos saringan No. 200 sebesar 3,4% untuk tanah Lumajang dan 1,9% untuk tanah Gresik. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, kedua jenis tanah termasuk dalam kelompok A-2-7, yakni kerikil kelanauan atau kelempungan dan pasir.

- b. Pengujian CBR laboratorium berdasarkan SNI 1744:2012 menghasilkan nilai CBR tanah Lumajang sebesar 9,74% pada penetrasi 0,1 inci dan 8,9% pada penetrasi 0,2 inci, sedangkan tanah Gresik memperoleh nilai CBR 11,9% pada penetrasi 0,1 inci dan 10,4% pada penetrasi 0,2 inci. Tanah Gresik menunjukkan daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan tanah Lumajang, selaras dengan karakteristik fisiknya yang lebih stabil, yakni kadar air dan indeks plastisitas yang lebih rendah. Kedua jenis tanah memenuhi syarat minimum CBR >6% sehingga layak digunakan sebagai material timbunan sesuai standar teknis yang berlaku.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfernando, O. (2022). Stabilisasi Tanah Gambut menggunakan POFA Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Ditinjau dari Nilai CBR. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 89–96.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1742-2008 Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1966-2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah.
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah.
- Badan Standar Nasional. (2012). SNI 1744-2012 Metode Uji CBR Laboratorium.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Revisi 2.
- Dr. Ir. H. Darwis, M. S. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*.
- EL-disouky, E. A. (2021). Lime columns technique for the improvement of soft clay – A review. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 7(5), 3893–3898.
- Ir. Banta Chairullah, M. I. (2011). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material. 1(September), 61–70.
- Kurniawati, W. (2024). Pengaruh Berbagai Jenis Tanah Dengan Berbagai Faktor-Faktor Pembentuk Yang Berbeda Terhadap Lingkungan. *Jurnal Pertanian Dan Perternakan*, 1(2), 41–48.
- Lubis, K. (2021). Pengaruh Tanah Timbunan Terhadap Daya Dukung Pondasi Telapak (Square Footing). *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 5(September), 109–125.
- Lukman, A. (2022). Pengaruh Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Kapur Dolomit Terhadap Nilai CBR Tanah. 30–35.
- Mahyuddin. (2024). *Mekanika Tanah untuk Teknik*.
- Rezqi, F. (2016). Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah timbunan badan jalan kuala kapuas. *Jurnal Poros Teknik*, 8(1), 16–24.
- Rumbino, Y. (2021). Karakteristik Lempung dan Pasir Pantai Sebagai Bahan Baku Gerabah di Desa Ampera Kecamatan Alor Barat Laut Kabupaten Alor, Nusa Tenggara Timur.
- Sugiarto, E. (2019). Karakteristik Tanah Urug Daerah Gunung Sindur Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. 1949, 250–256.
- Susanti, R. D. (2021). Potensi Nilai CBR Tanah Timbunan Di Tas Tanah Gambut Dengan Dan Tanpa Perkuatan.
- Tambunan, L. (2020). Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Tanah Dari Jalan Pertahanan-Patumbak yang Dicampur Kapur.