



CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060



CivETech
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. 7

No. 2

Yogyakarta, Agustus 2025

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



Vol. 7. No. 2, Agustus 2025

Pelindung:

Dekan Fakultas Teknik UCY

Pemimpin Redaksi:

Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

Redaksi Pelaksana:

Ratih Nurmala Saridewi, S.T., M.Eng

Cahyaning Kilang Permatasari, S.Pd., M.T.

Ir. Suryanto, M.T.

Ir. Singgih Subagyo, M.T.

Fahrudin Hanafi, S.Si., M.Sc.

Agatha Padma Laksitaningtyas S., S.T., M.Eng.

Ir. Nasrul Arfianto, S.T., M.T., IPP

Dr. Ir. Muslikh, M.Sc., M.Phil.

Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Fattah Setiawan Santoso, S.Ag., M.Ag.

Muhamad Arifin, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari:

Dr. Rossy Armynd Machfudiyanto, S.T., M.T.

Dr. Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.

Dr. Adhy Kurniawan, S.T.

Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.

Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.

Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161

Telp. (0274) 372274

e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal **CivETech** terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal **CivETech** diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

ANALISA UJI FISIK TANAH LEMPUNG HASIL QUARRY KELURAHAN SITIMULYO PIYUNGAN SEBAGAI MATERIAL TIMBUNAN KONSTRUKSI JALAN

Ryan Iskandar¹, Indra Suharyanto¹, Haerul Masang²

E-mail : muhammad.ryan01@gmail.com indrasuharyanto.ir.mt@gmail.com
irulmasang72@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik tanah lempung yang diperoleh dari lokasi quarry di Kelurahan Sitimulyo, Piyungan. Tanah lempung memiliki karakteristik plastisitas tinggi dan kohesif, yang menjadikannya penting untuk dikaji dalam bidang teknik sipil. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan beberapa metode standar, seperti pengujian kadar air, berat jenis, batas plastis dan cair, batas susut, kepadatan ringan, serta uji CBR. Hasil menunjukkan bahwa tanah lempung dari lokasi quarry memiliki kadar air rata-rata sebesar 12,3% dan berat jenis rata-rata sebesar 2,2. Nilai-nilai ini mencerminkan kondisi tanah yang plastis dan cukup padat, namun tetap memerlukan perhatian dalam penggunaannya sebagai material dasar konstruksi. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis terhadap penggunaan tanah lempung hasil quarry sebagai bahan konstruksi, terutama dalam pekerjaan jalan dan fondasi.

Kata kunci: tanah lempung, sifat fisik, quarry, uji laboratorium, CBR, plastisitas.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki plastisitas dan kohesivitas tinggi, sehingga berperan penting dalam kestabilan dan kekuatan konstruksi. Sifat fisik seperti kadar air, berat jenis, dan kepadatan sangat memengaruhi daya dukung tanah terhadap beban struktur. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik tanah lempung menjadi hal krusial dalam perencanaan teknik sipil.

Salah satu sumber tanah lempung yang potensial adalah quarry di Kelurahan Sitimulyo, Kecamatan Piyungan. Tanah dari lokasi ini secara visual menunjukkan tekstur halus dan warna coklat keabu-abuan dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Namun, untuk memastikan kelayakannya sebagai material konstruksi, diperlukan serangkaian pengujian laboratorium guna menilai sifat fisiknya secara akurat.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik fisik tanah lempung dari quarry Sitimulyo melalui uji laboratorium, seperti kadar air, berat jenis, batas Atterberg, kepadatan, dan nilai CBR. Hasil dari analisa ini diharapkan menjadi dasar pertimbangan teknis dalam pemanfaatan tanah tersebut pada proyek konstruksi, serta mendukung pemanfaatan sumber daya lokal yang aman dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Beberapa pertanyaan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah :

1. Apa saja sifat fisik utama tanah lempung hasil Quarry yang perlu diketahui?
2. Apakah tanah lempung hasil quarry kelurahan sitimulyo piyungan bersifat plastis?
3. Bagaimana hasil analisa uji fisik tanah lempung di laboratorium dapat digunakan untuk memprediksi tanah lempung di lapangan?

1) Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

2) Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis sifat fisik tanah lempung hasil *Quarry*.
2. Mengetahui tanah lempung hasil quarry kelurahan sitimulyo bersifat plastis atau non plastis
3. Memberikan rekomendasi untuk aplikasi praktis berdasarkan hasil analisa uji fisik tanah lempung di laboratorium.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Tanah lempung

Tanah lempung adalah jenis tanah yang memiliki ukuran butir sangat halus dengan kandungan partikel berukuran kurang dari 0,002 mm. Tanah ini memiliki sifat plastis dan kohesif yang cukup tinggi dibandingkan dengan pasir atau kerikil. Sifat plastisitas tersebut menyebabkan tanah lempung memiliki kemampuan berubah bentuk tanpa retak saat diberi tekanan, namun juga cenderung mengalami penyusutan saat kehilangan air.

2.2. Uji Fisik Tanah Lempung

Uji fisik tanah lempung adalah serangkaian pengujian laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dasar atau karakteristik fisik tanah lempung. Uji ini bertujuan untuk memahami bagaimana tanah tersebut berperilaku terhadap perubahan lingkungan, terutama kadar air dan beban, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan teknik sipil seperti konstruksi pondasi, timbunan, dan jalan. Sifat fisik yang diuji meliputi kadar air, berat jenis, batas Atterberg, batas susut, kepadatan, dan CBR untuk menentukan daya dukung tanah.

2.3 Pengujian Tanah

1. Kadar Air: mengukur kelembaban tanah (ASTM D2216).

Pengujian kadar air Maksud percobaan untuk memeriksa kadar air suatu contoh tanah. Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dan berat kering tanah, dinyatakan dalam persen.

Pengujian kadar air tanah lempung dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam sampel tanah, yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanah. Parameter ini sangat penting karena kadar air memengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah, seperti kekuatan geser, plastisitas, dan daya dukung.

Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{kadar air} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100 \% \\ &= \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100 \% \end{aligned} \tag{1}$$

2. Berat Jenis: massa jenis partikel padat (SNI 1965:2008).

Pengujian berat jenis tanah bertujuan untuk menentukan perbandingan antara berat butiran padat tanah dengan berat air suling pada volume yang sama dan suhu tertentu. Parameter ini penting dalam analisis sifat fisik tanah, seperti dalam perhitungan porositas, kelembaban, dan konsolidasi.

Berat jenis tanah (disebut juga *specific gravity* dari butiran tanah) biasanya

dilambangkan dengan **Gs** dan merupakan besaran tak berdimensi.

$$G = \frac{Wt}{W5-w3} \quad (2)$$

3. Batas Atterberg : batas cair, plastis, dan indeks plastisitas (SNI 1966-1967:2008).

Pengujian batas plastis tanah merupakan salah satu bagian dari pengujian konsistensi tanah halus, terutama tanah lempung. Batas plastis atau *Plastic Limit* (PL) adalah kadar air minimum pada saat tanah berubah dari kondisi plastis menjadi kondisi semi-padat. Pada kondisi ini, tanah tidak lagi dapat digulung menjadi benang kecil tanpa mengalami retak atau patah. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan titik perubahan perilaku plastis tanah, yang sangat penting untuk mengklasifikasikan jenis tanah dan memahami responsnya terhadap perubahan kadar air. Selain batas plastis, hasil pengujian juga digunakan untuk menghitung Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*, PI), yaitu selisih antara batas cair dan batas plastis tanah.

Prosedur pengujian batas plastis dimulai dengan mengambil sampel tanah yang telah dikeringkan dan diayak dengan saringan No. 40 (0,425 mm), kemudian tanah dicampur dengan air hingga merata membentuk massa plastis. Sampel tanah kemudian digulung menggunakan telapak tangan di atas permukaan kaca atau pelat datar hingga membentuk benang tanah dengan diameter ± 3 mm. Jika benang tanah dapat digulung hingga diameter 3 mm tanpa retak, maka kadar airnya masih di atas batas plastis, dan penggulangan harus diulang setelah tanah sedikit dikeringkan. Sebaliknya, jika benang mulai retak atau patah saat mencapai diameter 3 mm, maka sampel dianggap berada pada kadar air batas plastis. Sampel tersebut kemudian diambil untuk diuji kadar airnya di dalam oven dengan suhu 105–110°C selama 24 jam, lalu dihitung kadar airnya.

Dengan rumus :

$$IP = LL - PL \quad (3)$$

4. Batas Susut : menunjukkan potensi penyusutan tanah (SNI 3422:2008).

Pengujian batas susut tanah (*Shrinkage Limit / SL*) bertujuan untuk menentukan kadar air minimum yang menyebabkan perubahan volume tanah akibat pengeringan. Dengan kata lain, batas susut adalah kadar air di bawah kondisi plastis di mana tanah mulai kehilangan volume saat mengering. Setelah tanah mencapai batas susut, penurunan kadar air tidak lagi menyebabkan perubahan volume. Pengujian ini penting dalam memahami perilaku tanah ekspansif, terutama lempung, yang mengalami perubahan volume besar saat terjadi perubahan kadar air, seperti pada musim hujan dan kemarau.

Dalam pengujian ini, sampel tanah basah dimasukkan ke dalam cetakan volume tertentu, kemudian dikeringkan dalam oven hingga massa konstan. Volume awal tanah (saat jenuh air) dan volume akhir (saat kering) diukur, serta berat tanah dalam kedua kondisi tersebut dicatat. Dari data tersebut, kadar air pada batas susut dapat dihitung. Nilai batas susut digunakan untuk mengetahui seberapa besar potensi penyusutan tanah jika kadar airnya turun dari kondisi jenuh hingga kering.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung batas susut (SL) adalah sebagai berikut :

$$SL = \left(\frac{V_o}{W_o} - \frac{1}{G} \right) \times 100\% \quad (4)$$

5. Keapatan: uji kepadatan standar dan modifikasi (SNI 1742:2008).

Pengujian kepadatan tanah merupakan salah satu uji penting dalam bidang geoteknik untuk mengetahui seberapa padat suatu lapisan tanah, baik dalam kondisi alami maupun setelah proses pemadatan. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat isi kering tanah, serta untuk mengetahui kadar air optimum dan kepadatan maksimum yang dapat dicapai tanah melalui pemadatan. Nilai kepadatan tanah sangat penting dalam pekerjaan konstruksi, seperti pembangunan jalan, timbunan, tanggul, dan pondasi, karena tanah yang tidak dipadatkan dengan baik dapat mengalami penurunan (*settlement*) atau ketidakstabilan struktur di atasnya.

Metode standar yang umum digunakan untuk menguji kepadatan tanah di laboratorium adalah uji Proctor, yang terdiri dari dua jenis, yaitu Standar Proctor (*Standard Proctor Test*) dan Modified Proctor (*Modified Proctor Test*). Perbedaannya terletak pada energi pemadatan yang digunakan: uji Modified Proctor menggunakan energi yang lebih tinggi untuk meniru kondisi lalu lintas berat atau struktur bangunan besar. Dalam pengujian ini, sampel tanah dicampur dengan kadar air yang bervariasi dan dimasukkan ke dalam cetakan silinder dalam beberapa lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan jumlah pukulan tertentu menggunakan alat pemukul (*rammer*) sesuai standar. Setelah pemadatan, berat isi basah dihitung, kemudian sampel dikeringkan untuk mengetahui kadar air dan berat kering tanah.

Nilai berat isi kering tanah (γ_b) dihitung menggunakan rumus:

$$\gamma_b = \frac{\gamma_w}{1+w} \quad (5)$$

6. CBR: daya dukung relatif terhadap standar (SNI 1744:2012).

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam bidang geoteknik untuk menilai daya dukung relatif suatu jenis tanah terhadap penetrasi beban, khususnya dalam perencanaan perkerasan jalan dan landasan. CBR merupakan indeks kekuatan tanah subgrade, subbase, dan base course dalam menahan beban vertikal dari kendaraan. Nilai CBR yang tinggi menunjukkan tanah memiliki daya dukung yang baik, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan bahwa tanah tersebut lemah dan memerlukan perbaikan atau penguatan sebelum digunakan sebagai dasar konstruksi. Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan sampel tanah di dalam cetakan menggunakan piston dengan kecepatan tetap dan mencatat tekanan yang diperlukan untuk mencapai penetrasi tertentu.

Pengujian dimulai dengan mempersiapkan sampel tanah yang telah dicampur dengan kadar air tertentu, sesuai kadar air optimum dari uji pemadatan. Sampel kemudian dipadatkan ke dalam cetakan CBR dalam beberapa lapisan menggunakan alat pemukul sesuai dengan energi pemadatan yang disyaratkan. Setelah pemadatan, cetakan diberi beban pramuat (sebesar 5 kg) dan direndam selama 4 hari untuk simulasi kondisi jenuh (opsional, tergantung pada spesifikasi pengujian). Selanjutnya, dilakukan pengujian penetrasi dengan menekan piston ke dalam permukaan tanah menggunakan mesin CBR pada kecepatan tetap 1,25 mm/menit. Selama proses ini, dicatat beban yang diperlukan untuk mencapai penetrasi 2,5 mm dan 5,0 mm.

CBR dihitung menggunakan rumus:

$$\text{LOAD} = \text{LDR} \cdot \text{LRC} \cdot 0.00445 \quad (6)$$

Dimana :

LDR = *Load Dial Reading*

LRC = *Load Ring Constanta*

$$\text{CBR } 0,2 = \frac{0,2}{20,2} \times 100\% \quad (7)$$

Nilai tekanan untuk penetrasi untuk penetrasi 2.5 mm / 0.1 inci terhadap 2 tekanan penetrasi standar yang besarnya 13.34 kg/cm

$$\text{CBR } 0,2 = \frac{0,2}{20,2} \times 100\% \quad (8)$$

Dimana : $X_{0,2}$ = load pada saat VDR = 5 mm

Nilai tekanan penetrasi untuk penetrasi 5 mm / 0.2 inci terhadap 2 tekanan penetrasi standar yang besarnya 20.02 kg/cm.

7. Pengujian batas cair tanah

Pengujian batas cair tanah adalah suatu metode pengujian laboratorium untuk menentukan batas cair tanah, yaitu kadar air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah sebelum berubah menjadi cairan.

Maksud percobaan adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Tanah dalam keadaan pada batas cair apabila diperiksa dengan alat Casagrande, kedua bagian dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 2 mm, menutup kembali sepanjang 12,7 mm oleh 25 pukulan dengan kecepatan 2 pukulan perdetik.

$$\text{LL} = wn \times \frac{N}{25} \times 0,121 \quad (9)$$

2.4 Pengaruh Sifat Fisik Terhadap Penggunaan Tanah Lempung

Sifat fisik dan mekanik tanah lempung sangat menentukan kelayakan penggunaannya di bidang teknik sipil, seperti sebagai bahan pondasi, pengisi, atau perbaikan tanah. Tanah lempung dengan kadar air tinggi dan indeks plastisitas yang besar biasanya memiliki potensi penyusutan yang tinggi dan rendah daya dukung, sehingga kurang cocok untuk beberapa aplikasi tanpa perlakuan tertentu. Oleh karena itu, analisa uji fisik dan mutu perlu dilakukan secara menyeluruh agar dapat menentukan penggunaan yang tepat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh kadar lempung terhadap sifat fisik tanah. Pengujian sifat fisik tanah lempung yang meliputi kadar air, berat jenis, batas plastis dan indeks plastisitas tanah, batas susut tanah, kepadatan ringan, dan kepadatan tanah. Sampel diambil dari quarry Sitimulyo, Piyungan dan diuji di laboratorium universitas cokroaminoto Yogyakarta

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian kadar air

Pengujian kadar air tanah lempung berwarna hitam dari lokasi pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 14 Mei 2025. Dua sampel tanah dengan nomor cawan 6 dan 18 diuji untuk mengetahui kadar air alaminya. Untuk sampel pertama (cawan nomor 6), berat total cawan dan tanah basah adalah 74,3 gram, sedangkan setelah pengeringan menjadi 67,6 gram. Dengan berat cawan kosong sebesar 14,1 gram, maka berat air yang menguap selama pengeringan adalah 6,7 gram, dan berat tanah kering sebesar 53,5 gram. Berdasarkan perhitungan, kadar air untuk sampel ini adalah sebesar 12,5%.

Sementara itu, untuk sampel kedua (cawan nomor 18), berat cawan dan tanah basah adalah 76,6 gram dan setelah dikeringkan menjadi 69,8 gram. Berat cawan kosong adalah

14,3 gram, sehingga berat air yang menguap adalah 6,8 gram, dan berat tanah keringnya adalah 55,5 gram. Kadar air yang dihitung dari sampel ini sebesar 12,2%. Dari kedua sampel tersebut, diperoleh kadar air rata-rata tanah sebesar 12,3%, yang mencerminkan kondisi kelembaban alami tanah saat pengambilan sampel. Nilai ini penting untuk memahami kondisi awal tanah sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut, seperti uji CBR, pemadatan, atau stabilitas, karena kadar air sangat memengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah lempung.

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Air

Nomor contoh dan kedalaman		
Nomor Cawan		6 18
1. Berat cawan + tanah Basah W1 (gram)	74,3	76,6
2. Berat cawan + tanah kering W2 (gram)	67,6	69,8
3. Berat Air W1-W2 (gram)	6,7	6,8
4. Berat Cawan W3 (gram)	14,1	14,3
5. Berat tanah kering W2-W3 (gram)	53,5	55,5
6. Kadar air (w) $\frac{w1-W2}{W2-W3} \times 100\%$ (gram)	12,5	12,2
7. Kadar air rata – rata (w) $\frac{a+b}{2}$	12,3	

4.1. Berat Jenis

Pengujian berat jenis tanah lempung dilakukan menggunakan metode piknometer untuk mengetahui nilai spesifik gravitasi partikel tanah (Gs). Dua sampel diuji dengan nomor piknometer 15 dan 18. Untuk sampel pertama (piknometer 15), berat piknometer kosong adalah 39,3 gram dan berat piknometer setelah diisi tanah kering adalah 89,9 gram, sehingga berat tanah (berat Wt) yang digunakan dalam pengujian adalah 50,6 gram. Setelah ditambahkan air dan diukur pada suhu 20°C, berat total piknometer, tanah, dan air adalah 166,6 gram, sedangkan berat piknometer dengan air saja pada suhu yang sama adalah 139,3 gram.

Selisih antara berat total campuran tanah-air dan piknometer berisi air saja digunakan untuk menghitung volume tanah, yang dalam kasus ini adalah 23,3 cm³. Prosedur yang sama dilakukan untuk sampel kedua (piknometer 18), yang memberikan hasil berat jenis yang sama, yaitu 2,2. Dengan demikian, rata-rata berat jenis tanah dari kedua sampel tersebut adalah **2,2**, yang merupakan nilai umum untuk jenis tanah lempung. Nilai ini menunjukkan bahwa partikel penyusun tanah tergolong dalam klasifikasi mineral berat sedang, yang penting diketahui untuk keperluan analisis pemadatan, perencanaan geoteknik, serta perhitungan sifat-sifat tanah lainnya.

Tabel 2. Hasil Berat Jenis

Nomor contoh dan kedalaman		
1. Nomor piknometer	15	18
2. Berat piknometer+ contoh (gram)	89,9	86,7
3. Berat piknometer (gram)	39,3	36,1
4. Berat tanah (gram)	50,6	50,6
5. Temperatur °C	28	28

6. Berat piknometer + air+tanah pada suhu 20 (gram)	166,6	162,2
7. Berat piknometer + air pada suhu 20 (gram)	139,300	134,700
8. $W_5 = W_t + W_4$ (gram)	189,900	185,300
9. Isi tanah $W_5 - W_3$ (cm^3)	23,3	23,1
10. Berat jenis $\frac{W_t}{W_5 - W_3}$	2,2	2,2
11. Rata – rata	2,2	

4.2. Pengujian kepadatan Ringan

Pengujian dilakukan terhadap lima sampel tanah lempung dengan massa tanah basah yang sama, yaitu 25.000 gram (25 kg). Tanah awal memiliki kadar air alami sebesar 3,75%, kemudian ditambahkan air dalam jumlah bervariasi untuk setiap sampel guna mengetahui pengaruh kadar air terhadap kepadatan tanah. Penambahan air dilakukan sebesar 12%, 14,25%, 18,25%, 20,25%, dan 22,25% dengan volume air berturut-turut sebanyak 300 cc, 600 cc, 650 cc, 700 cc, dan 750 cc.

Setelah dilakukan pemadatan ke dalam cetakan dengan volume tetap 944 cm^3 , diperoleh massa tanah basah dalam cetakan berkisar antara 1265 gram hingga 1530 gram. Hasil ini menunjukkan variasi kepadatan basah antara 1,40 gr/cm^3 hingga 1,69 gr/cm^3 . Nilai kepadatan basah tertinggi terdapat pada penambahan air sebesar 18,25% dengan berat tanah basah 1530 gram dan kepadatan 1,69 gr/cm^3 .

Untuk mengetahui nilai kepadatan kering (ρ_d), dilakukan pengujian kadar air terhadap sampel tanah yang sama. Dari hasil pengeringan tanah, kadar air aktual yang terbentuk setelah proses pencampuran dan pemadatan meningkat sesuai penambahan air awal, yaitu mulai dari 25,1% hingga 50,6%. Nilai kepadatan kering (ρ_d) tertinggi diperoleh pada kadar air sebesar 28,8% dengan nilai 1,31 gr/cm^3 , menunjukkan bahwa pada kadar air tersebut tanah mencapai kondisi pemadatan optimum (kondisi OMC – Optimum Moisture Content). Setelah kadar air melebihi nilai ini, kepadatan kering cenderung menurun, yang mencerminkan bahwa penambahan air berlebih menyebabkan tanah menjadi jenuh dan tidak dapat dipadatkan secara efektif lagi.

Hasil ini konsisten dengan prinsip pemadatan tanah, yaitu bahwa terdapat titik kadar air tertentu yang memberikan kepadatan maksimum. Dalam hal ini, kadar air optimum diperkirakan sekitar 28,8%, dan nilai kepadatan maksimum tanah lempung dari lokasi pengujian mencapai 1,31 gr/cm^3 . Data ini sangat penting sebagai dasar perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan tanah, terutama dalam menentukan kebutuhan air dalam proses pemadatan di lapangan agar diperoleh kekuatan dan kestabilan tanah yang optimal.

Tabel 3. Hasil Uji Kepadatan Ringan

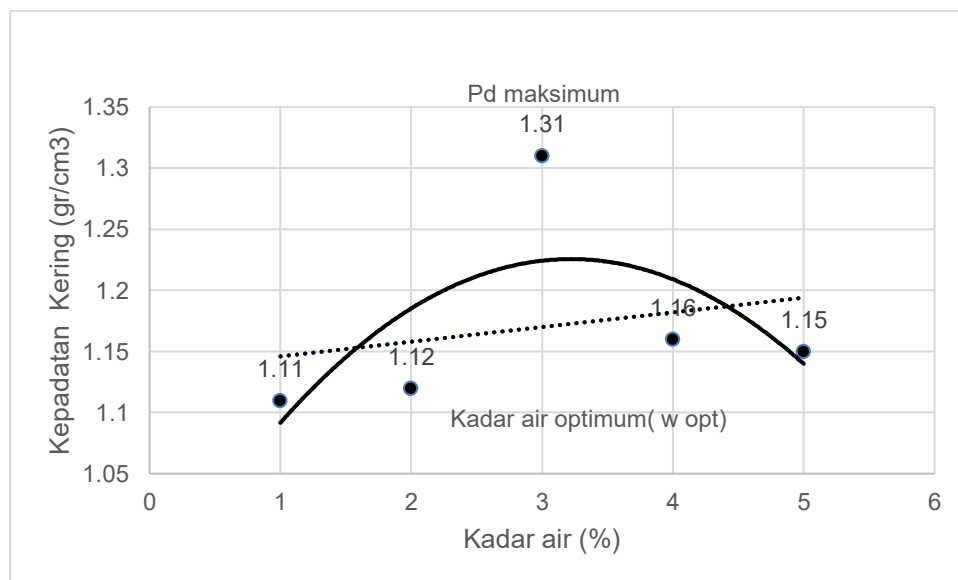
Massa tanah basah (gr)	25000	25000	25000	25000	25000
Kadar air awal (%)	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35
Penambahan air (%)	12	14,25	16,25	18,25	20,25
Penambahan air (cc)	300	600	650	700	750

Tabel 4. Kepadatan

Massa tanah basah + cetakan	(gr)	4470	4485	4735	4715	4705
Massa cetakan	(gr)	3205	3205	3205	3205	3205
Massa tanah basah	(gr)	1265	1280	1530	1510	1500
Isi cetakan	(cm)	944	944	944	944	944
Kepadatan basah, ρ	(gr/cm)	1,40	1,41	1,69	1,67	1,66
Kepadatan kering ρ_d	(gr/cm)	1,11	1,12	1,31	1,16	1,15

Tabel 5. Kadar Air

No cawan	83	35	102	148	107	113	117	131	157	162
Massa tanah basa+cawan (gr)	65,2	65,1	60,3	60,2	65,4	65,1	60,5	60,4	60,1	60,5
Massa tanah kering +cawan (gr)		46,2	50,3	45,2	50,2	50,1	46,1	46,2	45,5	45,0
Massa air(gr)	10,1	4,9	10	15	15,2	15	14,4	13,5	14,6	14,5
Massa cawan (gr)	15,0	15,3	15,5	10,4	15,4	15,6	15,3	15,4	15,2	15,4
Massa tanah kering (gr)	40,1	30,9	34,8	34,8	34,8	34,5	30,8	30,8	30,3	29,6
Kadar air (%)	25,1	26,2	28,8	43,1	43,6	44,1	46,7	47,8	48,1	50,6

**Gambar 1.** Grafik Perbandingan Kadar Air dengan Kepadatan Kering

4.3. Batas Susut

Pengujian dilakukan untuk menentukan sifat fisik tanah melalui dua kali percobaan yang mencakup pengukuran berat dan volume tanah dalam kondisi basah dan kering. Pada percobaan pertama, berat cawan kosong adalah 21,14 gram, sedangkan berat cawan berisi tanah basah sebesar 52,87 gram. Setelah proses pengeringan, berat cawan dan tanah

menjadi 42,24 gram, sehingga berat air yang hilang (berat air/Ww) adalah 10,63 gram. Berat tanah basah (W) dalam pengujian ini adalah 21,73 gram, dan berat tanah kering (Wo) sebesar 11,1 gram. Volume tanah dalam kondisi basah diukur sebesar 11,55 cm³, sementara setelah dikeringkan volumenya menyusut menjadi 5,98 cm³.

Percobaan kedua menunjukkan hasil yang serupa. Berat cawan kosong sebesar 31,18 gram, berat total tanah basah dan cawan sebesar 52,90 gram, dan setelah dikeringkan menjadi 42,28 gram. Berat air yang menguap dari sampel adalah 10,62 gram. Berat tanah basah dalam percobaan ini sebesar 21,75 gram, dan berat tanah kering sebesar 11,12 gram. Volume tanah basah tercatat sebesar 14,56 cm³, dan volume tanah kering sebesar 6,01 cm³.

Dari kedua percobaan ini dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan volume yang signifikan dari kondisi basah ke kondisi kering, yang merupakan karakteristik umum dari tanah lempung, yaitu mengembang saat basah dan menyusut saat kering. Selain itu, perbedaan massa dan volume tersebut juga menunjukkan tingkat kelembaban yang cukup tinggi dalam sampel tanah, yang perlu diperhatikan terutama dalam pekerjaan tanah di lapangan, karena perubahan kadar air sangat memengaruhi stabilitas dan kekuatan tanah. Data ini dapat digunakan lebih lanjut untuk menghitung parameter lain seperti kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan.

Tabel 6. Hasil Uji Batas Susut

NOMOR PERCOBAAN		1	2
Berat cawan	(g)	21,14	31,18
Berat cawan + contoh tanah basah	(g)	52,87	52,9
Berat cawan + contoh tanah Kering	(g)	42,24	42,28
Berat air (Ww)	(g)	10,63	10,62
Berat contoh tanah basah (W)	(g)	21,73	21,75
Berat contoh tanah kering (Wo)	(g)	11,1	11,12
Volume tanah basah (V)	(cm ³)	11,55	14,56
Volume contoh tanah kering (Vo)	(cm ³)	5,98	6,01

Tabel 7. Perhitungan Batas Susut

Hasil	Satuan	A	B	RATA-RATA
1. Kadar air awal atau semula (W) $W = \left[\frac{W - W_o}{W_o} \right] \times 100\%$	%	95,8	95,6	95,7
2. Berat jenis (G) $G = \left[\frac{W_o}{3} \right]$	%	2,8	2,8	2,8
3. Batas rasio (R) $R = \left[\frac{W_o}{V_o} \right]$	%	1,85	1,85	1,85
4. Batas susut (S) $S = w - \left[\frac{V - V_o}{W_o} \right] \times 100$	%	20,94	20,98	20,96

5. Perubahan Volume (Vc) Vc= (W-S) X R	%	137,973	138,047	138,01
6. Susut linier(LS) $LS= 100X \left[1 - \sqrt{\frac{100}{Vc+100}} \right]$	%	25,09	25,10	25,095

4.3 Batas Plastis dan Batas Cair

Pengujian batas Atterberg dilakukan untuk menentukan karakteristik plastisitas tanah lempung, yaitu seberapa besar rentang kadar air yang menyebabkan tanah berubah dari keadaan cair, plastis, hingga semi-padat. Pengujian batas cair (LL) dilakukan menggunakan alat Casagrande, dengan jumlah pukulan (blows) yang bervariasi: 41, 30, 22, dan 13 kali. Pada masing-masing sampel, kadar air dihitung berdasarkan perbedaan berat antara tanah basah dan tanah kering. Hasil pengujian menunjukkan kadar air sebesar 102,74%, 107,56%, 112,24%, dan 123,22%. Berdasarkan grafik semi-log antara jumlah pukulan dan kadar air, nilai batas cair (LL) ditentukan sebagai kadar air saat tanah terbelah sempurna pada 25 pukulan, yaitu sekitar 111% (nilai estimasi perlu dikonfirmasi melalui grafik regresi logaritmik).

Selanjutnya, pengujian batas plastis (PL) dilakukan dengan cara menggulung tanah di atas kaca hingga mencapai diameter 3 mm tanpa retak. Hasil pengujian menunjukkan kadar air pada saat tanah mulai retak saat digulung adalah 53,14% dan 52,92%, sehingga nilai rata-rata batas plastis (PL) adalah 53,03%.

Nilai PI yang tinggi menunjukkan bahwa tanah termasuk ke dalam lempung berplastisitas sangat tinggi (CH). Jenis tanah ini cenderung memiliki sifat kohesif kuat namun sensitif terhadap perubahan kadar air, serta memiliki potensi mengembang dan menyusut yang besar. Hasil ini penting untuk diperhatikan dalam desain fondasi, timbunan, dan konstruksi lainnya, karena kestabilan tanah jenis ini sangat dipengaruhi oleh kelembabannya.

Tabel 8. Hasil Uji Batas Plastis dan Batas Cair

	Batas cair(LL)				Batas plastis (PL)	
	41	30	22	13		
1. Banyak pukulan	41	30	22	13		
2. Nomor cawan	56	54	36	15	45	28
3. Berat cawan + tanah basah (g)	32,16	32,22	33,64	32,64	31,95	31,70
4. Berat cawan + tanah kering (g)	25,04	24,96	25,39	24,68	27,13	26,99
5. Berat air (g)	7,12	7,26	8,25	7,96	4,82	4,71
6. Berat cawan (g)	18,11	18,21	18,04	18,22	18,06	18,09
7. Berat tanah kering (g)	6,93	6,75	7,35	6,46	9,07	8,90
8. Kadar air (%)	102,74	107,56	112,24	123,22	53,14	52,92
					53,03	

4.4 Pengujian CBR

Tabel 9. Hasil Uji CBR

Tanggal :	26/05/2025	27/05/2025	28/05/2025	29/05/2025
Jam	11.3	14.52	9.17	15
Pembacaan	0	389	405	405
Perubahan	0	389	405	405
Pengembangan :				0,4

Ini adalah hasil dari uji pembengkakan (*swelling test*), dilakukan selama perendaman 4 hari. Tanah menunjukkan pembengkakan (pengembangan) sebesar 0,4 mm, yang terjadi pada hari ke-3 dan tidak bertambah lagi di hari ke-4. Ini menandakan bahwa tanah telah mencapai kondisi jenuh stabil.

Tabel 10. Berat isi

BERAT ISI

Nomor cetakan:	sebelum direndam	sesudah direndam
Massa tanah + cetakan (g)	12810	13070
Massa cetakan (g)	8960	8960
Massa tanah basah (g)	3850	4110
isi cetakan (cm ³)	3394,73	3394,73
Berat isi tanah (g/cm ³)	1134	1211
Berat isi tanah kering (g/cm ³)	1,02	0,93

1. Berat isi tanah basah meningkat → tanah menyerap air.
2. Berat isi kering menurun → kekuatan tanah berkurang akibat pelunakan saat perendaman

Tabel 11. Penetrasi

Waktu (menit)	Penurunan (inchi)		Pembacaan arloji ukur beban	Beban penetrasi = arloji ukur beban x k
	mm	inchi	devisi	ib
0	0	0	0	0,0
1/4	0,32	0,0125	4	96,16
1/2	0,64	0,025	16	384,64
1	1,27	0,05	18	432,72
1 1/2	1,91	0,075	19	456,76
2	2,54	0,10	24	576,96
3	3,81	0,15	28	673,12
4	5,08	0,20	30	721,20

Waktu (menit)	Penurunan (inchi)		Pembacaan arloji ukur beban	Beban penetrasi = arloji ukur beban x k
6	7,62	0,30	33	793,32
8	10,16	0,40	35	841,40
10	12,70	0,50	37	889,48

Ini adalah data beban penetrasi terhadap kedalaman (standar pengujian CBR). Beban meningkat seiring bertambahnya kedalaman penetrasi. Nilai beban dikalikan dengan faktor kalibrasi proving ring (k = 24,04).

Tabel 12. Kadar Air

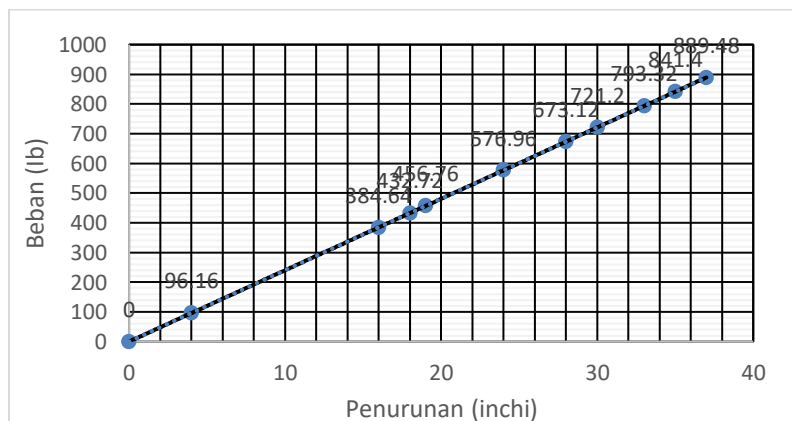
KADAR AIR	Sebelum direndam	Sesudah direndam
Nomor cawan	141	162
Massa tanah basah + cawan (g)	59,7	59,5
Massa tanah kering + cawan (g)	46,0	45,3
Massa air (g)	13,7	14,2
Massa cawan (g)	11,1	13,4
Massa tanah kering (g)	34,9	31,9
Kadar air (W), (%)	39,24	44,53

Setelah perendaman, kadar air naik. Ini berdampak langsung pada nilai CBR karena semakin tinggi kadar air, semakin lunak tanahnya.

Tabel 13. Nilai CBR

0,1 inch	0,2 inch
$\frac{576,96}{3000} \times 100 = 19,23$	$\frac{721,20}{4500} \times 100 = 16,03$

Tumbukan 65x/lapisan → mengikuti prosedur *Modified Proctor* (ASTM D1557/SNI 1744:2012). Digunakan untuk mensimulasikan kondisi pemadatan maksimum seperti pada lapisan tanah dasar jalan yang padat



Gambar 2. Grafik CBR

1. Sumbu X (Horizontal):

Menunjukkan pembacaan arloji ukur beban (lb), yaitu skala atau deviasi yang ditunjukkan alat saat dilakukan penetrasi ke dalam tanah.

2. Sumbu Y (Vertikal):

Menunjukkan beban penetrasi dalam kilogram (kg) yang diperoleh dari hasil perkalian pembacaan arloji dengan nilai kalibrasi proving ring $k=24,04k = 24,04k=24,04$

3. Bentuk Grafik:

Grafik menunjukkan hubungan linier positif — semakin besar pembacaan arloji, semakin besar pula beban penetrasi yang terjadi. Ini mencerminkan bahwa respons tanah terhadap beban berlangsung secara proporsional dalam rentang yang diuji.

4. Garis Titik-titik (Dotted Line):

Menunjukkan tren linier dari data (fit line) — berguna untuk memproyeksikan nilai-nilai beban penetrasi jika pembacaan arloji lebih tinggi. Tren ini juga menggambarkan konsistensi dan keseragaman data, artinya data hasil pengujian tidak memiliki penyimpangan signifikan.

5. Perhitungan CBR

Nilai CBR biasanya dihitung pada penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci.

a. Pada Penetrasi 0,1 inch

$$\text{CBR} = \left(\frac{576,96}{3000} \right) \times 100 = 19,23\%$$

b. Pada Penetrasi 0,2 inch

$$\text{CBR} = \left(\frac{721,20}{4500} \right) \times 100 = 16,03\%$$

Nilai CBR yang digunakan menurut standar pengujian CBR (termasuk SNI 1744:2012, ASTM D1883), nilai CBR akhir diambil sebagai nilai tertinggi antara penetrasi 0,1-inch dan 0,2 inch: $\text{CBR Akhir} = \max(\text{CBR}_{0.1}, \text{CBR}_{0.2}) = \max(19,23\%, 16,03\%) = 19,23\%$

Interpretasi:

- Nilai CBR 19,23% menunjukkan kekuatan relatif tanah terhadap beban standar.
- Ini termasuk dalam kategori tanah berdaya dukung sedang.
- Nilai CBR ini bisa digunakan untuk perencanaan tebal lapisan jalan sesuai pedoman desain perkerasan (misalnya Bina Marga atau AASHTO).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai ANALISA UJI FISIK TANAH LEMPUNG HASIL QUARRY KELURAHAN SITIMULYO PIYUNGAN. Hasil uji kadar air menunjukkan bahwa tanah memiliki kelembaban alami yang cukup tinggi, sementara nilai berat jenis berkisar sekitar 2,2 yang sesuai dengan karakteristik mineral tanah lempung pada umumnya.

Pengujian kepadatan menunjukkan bahwa kepadatan kering maksimum tercapai pada kadar air optimum sekitar 28,8%, dengan nilai kepadatan mencapai 1,31 gr/cm³. Nilai ini mencerminkan kemampuan tanah untuk dipadatkan secara efektif hanya dalam rentang kadar air tertentu. Pengujian batas Atterberg menghasilkan nilai batas cair (LL) sebesar ±111% dan batas plastis (PL) sebesar ±53%, dengan indeks plastisitas (PI) sebesar ±58%, yang

menunjukkan bahwa tanah tergolong lempung dengan plastisitas sangat tinggi (CH). Sifat ini membuat tanah sangat peka terhadap perubahan kadar air dan berpotensi mengalami pengembangan serta penyusutan volume yang besar.

5.2. Saran

1. Material timbunan

Cocok digunakan di daerah yang tidak memerlukan daya dukung tinggi. Jika dikompaksi dengan baik, tanah ini dapat cukup stabil untuk jalan setapak, tanggul ringan, atau reklamasi lahan.

2. Material Penutup (Cover Material)

Digunakan untuk penutup sampah, seperti pada lapisan penutup akhir (final cover) di TPA. Tanah non-plastis cenderung tidak terlalu kedap air, jadi perlu kombinasi dengan tanah lain jika untuk lapisan kedap.

3. Campuran Stabilisasi Tanah

Karena sifat non-plastiknya, tanah ini dapat dicampur dengan bahan pengikat seperti kapur atau semen untuk memperbaiki karakteristik teknisnya. Digunakan dalam stabilisasi tanah dasar jalan atau fondasi yang memerlukan kekuatan tambahan.

4. Lapisan Drainase atau Subbase

Bila memiliki gradasi yang sesuai, dapat dipakai sebagai lapisan subbase pada jalan tanah atau jalan pedesaan. Daya resapnya yang lebih baik dibanding tanah lempung plastis membuatnya lebih cocok untuk lapisan drainase dangkal.

5. Bahan Bangunan Lokal

Dalam beberapa kasus, tanah non-plastis dapat digunakan untuk batu bata tanah yang tidak dibakar (seperti adobe), meski perlu dicampur dengan bahan pengikat lain karena tanah ini tidak mudah dibentuk.

6. Pelatihan dan Sosialisasi

Berikan edukasi kepada masyarakat atau pelaku usaha lokal tentang kualitas tanah dari quarry tersebut dan potensi penggunaannya, terutama dalam bidang konstruksi ringan atau pertanian.

Daftar Pustaka

- Adept, T. T., & Dethan, N. K. F. (2023). Korelasi sifat fisik-sifat mekanis lempung Bobonaro di Timor serta implikasinya dalam pekerjaan geoteknik. *Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana*.
- Arbina, E., Rus, T. Y., & Rio, W. Y. (2020). Stabilitas tanah lempung dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit. *Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SNI 03-1744-1989: Cara uji CBR laboratorium untuk tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1743:2008: Metode pengujian kepadatan tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1965:2008: Cara uji berat jenis tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1966:2008: Cara uji batas plastis dan indeks plastisitas tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 3422:2008: Metode pengujian batas susut tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1744:2012: Metode pengujian CBR laboratorium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Hangge, E. E., Karels, D. W., & Kapitan, A. O. (2022). Pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan perkerasan jalan. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Nusa Cendana*.
- Ningsih, R., Ikhwan, & Suradji. (2021). Pengaruh perubahan kadar air pada lempung terhadap uji geser langsung dan uji kuat tekan bebas. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya*.
- Taufanadhie, R., Sophian, I., & Muslim, D. (2018). Pengaruh aktivitas lempung terhadap nilai daya dukung tanah fondasi dangkal di kawasan Cimenyan, Kabupaten Bandung. *Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran*.