

**PENGARUH DERAJAT KEJENUHAN TANAH LEMPUNG TERHADAP
PERILAKU PENURUNAN TANAH STUDI KASUS DI JALAN POROS DESA
BADURAME**

Ah.Umar Shodiq (umarsodq@gmail.com)¹

Agus Setiawan (agussetiawan@unisda.ac.id)²

Universitas Islam Darul `Ulum Lamongan¹, Universitas Islam Darul `Ulum Lamongan²

ABSTRAK

Tanah lempung adalah jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat yang sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil. Salah satunya adalah terjadinya penurunan tanah yang apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air pori ke luar yang menyebabkan berkurangnya volume tanah. Kemudian akan terjadi penurunan signifikan pada tanah yang akan mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah untuk menahan beban yang ada di atas tanah tersebut. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap daya dukung tanah antara lain adalah derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara volume air dengan volume pori dari suatu tanah. Meningkatnya jumlah air yang dikandung oleh suatu tanah akan menyebabkan volume tanah meningkat namun kepadatan tanah tersebut akan menurun. Untuk itu perlu dilakukan pengujian pengaruh derajat kejenuhan terhadap perilaku penurunan tanah. Desa Badurame sendiri merupakan desa yang mayoritas pekerjaannya adalah seorang petani yang pastinya disekitar jalan tersebut dikelilingi oleh sawah dan juga ladang sehingga ketika saatnya panen diantaranya, panen ikan air tawah, panen padi ataupun hasil ladang lainnya akan dimuat menggunakan mobil pengangkut. Dari sini dapat disimpulkan bahwasanya tidak hanya karena faktor terkikisnya air sungai disekitar jalan, namun dengan adanya mobil pengangkut hasil panen tersebut juga menjadi faktor penurunan tanah pada jalan poros desa Badurame.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu: uji sifat fisik tanah dan uji konsolidasi. Pada penelitian ini didapatkan hasil tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Dusun Badu Desa Badurame Kecamatan Turi Kabupaten Lamongan termasuk dalam kategori tanah lempung berbutir halus (fraksi yang berukuran lebih kecil dari 0,075mm adalah lebih besar dari 50%). Pola grafik penurunan tanah yang diberi pembebanan adalah dari 1,25 cm sampai dengan 2,24 cm dalam kurun waktu selama 15 hari. Pengaruh derajat kejenuhan terhadap penurunan tanah didapatkan hasil Cv sebesar 0.238 cm/detik, Cc sebesar 0.0183, dan aV sebesar 34,20 cm/kg. Pada penelitian ini disampaikan pada presentase derajat kejenuhan terendah tanah organik dalam kondisi baik pada pengujian konsolidasi.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Derajat Kejenuhan, Penurunan Tanah

ABSTRACT

Clay soil is a type of cohesive soil that has very unfavorable properties in civil engineering construction. One of them is the occurrence of soil subsidence which when subjected to loading on it, the pore water pressure will increase so that the pore water flows out which causes a decrease in soil volume. Then there will be a significant decrease in the soil which will affect the reduced carrying capacity of the soil to withstand the load on the soil. One of the factors that affect the bearing capacity of the soil, among others, is the degree of saturation. The degree of saturation is the ratio between the volume of water and the pore volume of a soil. Increasing the amount of

water contained by a soil will cause the volume of the soil to increase but the density of the soil will decrease. For this reason, it is necessary to examine the effect of the degree of saturation on the behavior of land subsidence. Badurame village itself is a village where the majority of the work is a farmer, of course around the road it is surrounded by rice fields and fields so that when it is time to harvest, among others, harvesting freshwater fish, harvesting rice or other field products will be loaded using a transport car. From this it can be concluded that it is not only because of the erosion of river water around the road, but the presence of a car transporting the harvest is also a factor in land subsidence on the Badurame village axis road.

The method used in this research is through several stages, namely: soil physical properties test and consolidation test. In this study, the results obtained that the clay used as the research sample came from Badu Hamlet, Badurame Village, Turi District, Lamongan Regency, which is included in the category of fine-grained clay (a fraction smaller than 0.075mm is greater than 50%). The graphic pattern of soil subsidence under loading is from 1.25 cm to 2.24 cm in a period of 15 days. The effect of the degree of saturation on soil subsidence was obtained with C_v of 0.238 cm/second, C_c of 0.0183, and aV of 34.20 cm/kg. In this study, the percentage of the lowest degree of saturation of organic soil in good condition was carried out in the consolidation test.

Key Words: Clay Soil, Degree of Saturation, Soil Consolidation

PENDAHULUAN

Dalam pembangunan konstruksi sipil, tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Untuk mencapai suatu kondisi tanah yang memungkinkan untuk menahan beban akibat konstruksi di atasnya, maka diperlukan perencanaan yang matang. Dari tahun ke tahun ketersediaan lahan untuk pembangunan fasilitas yang diperlukan manusia semakin terbatas yang mengakibatkan tidak dapat dihindarinya pembangunan di atas tanah lempung.

Tanah divisualisasikan sebagai suatu kerangka partikel padat (solid skeleton) yang membatasi pori-pori dimana pori-pori tersebut mengandung air dan/atau udara. Sehingga pada prinsipnya tanah dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian padat tanah dan bagian pori atau rongga. Jika bagian pori diisi seluruhnya oleh air maka tanah dikatakan berada dalam kondisi jenuh sempurna. Sebaliknya jika bagian pori diisi oleh udara maka tanah dikatakan dalam keadaan kering sempurna. Sehingga dapat didefinisikan bahwa derajat kejenuhan adalah perbandingan antara volume air dengan volume pori dari suatu tanah. Meningkatnya jumlah air yang dikandung oleh suatu tanah (derajat kejenuhannya meningkat) akan menyebabkan volume tanah meningkat namun kepadatan tanah tersebut akan menurun. Fenomena tersebut dikenal sebagai swelling. Terjadinya penurunan kepadatan tanah akan menyebabkan gaya tarik antara partikel partikel padat tanah semakin berkurang dan kecenderungan partikel-partikel padat untuk tergelincir dan terguling akan semakin meningkat.

Dapat diketahui pula bahwasanya desa Badurame sudah beberapa kali melakukan perbaikan jalan tersebut tetapi dalam kurun waktu yang singkat rusaknya jalan tidak dapat dihindari. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti akan melakukan penelitian di jalan poros desa Badurame-Keben dengan tujuan agar hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan pembangunan perbaikan jalan dengan pemahaman faktor-faktor yang berpengaruh pada pembangunan jalan tersebut, seperti derajat kejenuhan tanah terhadap penurunan tanah yang dapat menimbulkan rusaknya jalan poros desa Badurame-Keben.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Tanah

Tanah merupakan lapisan kerak bumi yang berada di lapisan paling atas, yang juga merupakan tabung reaksi alami yang menyangga seluruh kehidupan yang ada di bumi. Tanah mempunyai ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda-beda antara tanah di suatu tempat dengan tempat yang lain. Sifat-sifat tanah itu meliputi fisika dan sifat kimia. Beberapa sifat fisika tanah antara lain tekstur, struktur dan kadar lengas tanah. Untuk sifat kimia manunjukkan sifat yang dipengaruhi oleh adanya unsur maupun senyawa yang terdapat di dalam tanah tersebut.

2. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampatan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika dibangun konstruksi diatasnya.

Tanah lempung terdiri dari berbagai golongan tekstur yang agak susah dicirikan secara umum. Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak di antara sifat tanah pasir dan liat. Pengolahan tanah tidak terlampaui berat, sifat merembeskan airnya sedang dan tidak terlalu melekat. Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung di dalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur Natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang dihasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai Liquid Limit (LL) yang berbeda-beda. Tanah lempung terdiri dari butir – butir yang sangat kecil (< 0.002 mm) dan menunjukkan sifat – sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian – bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah – rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan – retakan atau terpecah – pecah (L.D Wesley, 1977).

3. Sistem 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 sub kelompok - sub kelompok 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). Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi.

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg,

sistem-sistem tersebut adalah Sistem Unified Soil Classification System (USCS) dan Sistem AASHTO (American Association Of State Highway and Transporting Official). Tetapi pada penelitian ini penulis memakai system klasifikasi tanah unified (USCS).

4. Penurunan

Jika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami penurunan (settlement). Penurunan yang terjadi dalam tanah disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori/air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari penurunan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanah. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (permeable), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapis tanah itu karena air pori didalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi secara bersamaan (Das, 1995).

5. Derajat Kejenuhan (Sr)

Hubungan volume yang umum dipakai untuk suatu elemen tanah adalah angka pori (void ratio), porositas (porosity), dan derajat kejenuhan (degree of saturation). Angka pori didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat, yaitu :

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Diket:

e = Angka Pori (void ratio)

V_v = Volume Pori

V_s = Volume Butiran Padat

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume tanah total, yaitu:

$$\pi = \frac{V_v}{V}$$

Diket:

π = porositas

V_v = volume pori

V = volume tanah total

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara volume air dan volume pori, yaitu:

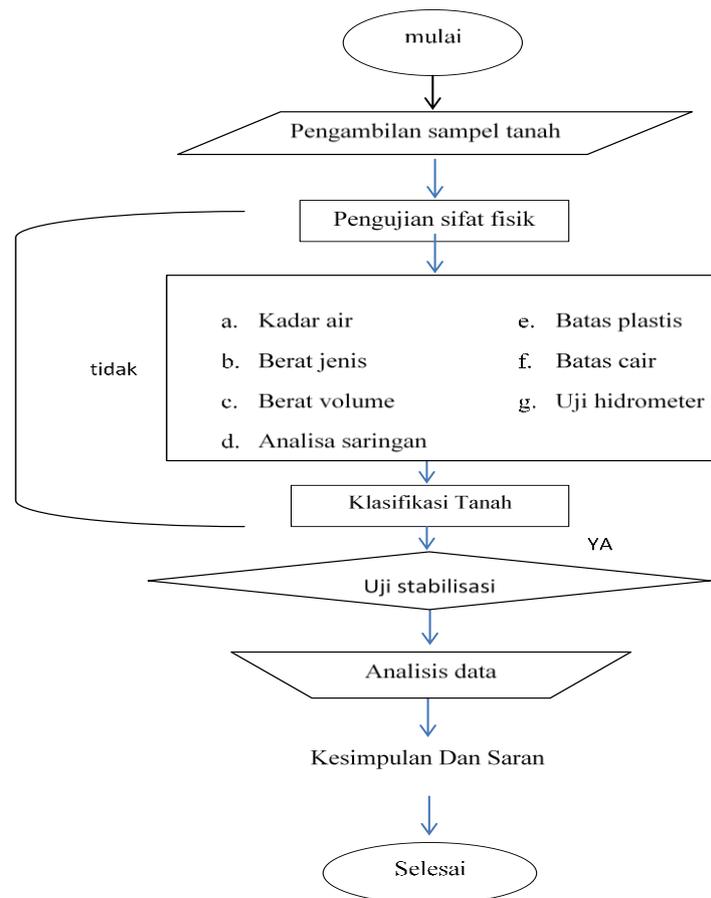
$$Sr = \frac{V_w}{V_v}$$

Diket:

Sr = derajat kejenuhan

V_v = volume pori

V_w = volume tanah total

METODE PENELITIAN

Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Pengujian Sifat Fisik Tanah**a. Kadar air (Moisture Content)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98.

b. Berat Volume (Unit Weight)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (undisturbed sample), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

c. Berat Jenis (Specific Gravity)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

d. Batas Cair (Liquid Limit)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

e. Batas Plastis (Plastic Limit)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

f. Analisis Saringan (Sieve Analysis)

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\emptyset 0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

g. Uji Hidrometer

Tujuan pengujian analisis hidrometer adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang lolos saringan No. 200 (\varnothing 0,075 mm).

Pengujian Konsolidasi

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan (perubahan volume) suatu jenis tanah pada saat menerima beban tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D2435-96.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN**Uji Sifat Fisik Tanah**

1. Sifat Fisik Tanah

a. Kadar Air Awal (w)

Dari Pengujian kadar air awal lempung di Jalan Poros Desa Badurame diperoleh nilai kadar air awal sebesar 27,92 %.

b. Berat Jenis Tanah (G)

Dari Pengujian berat jenis tanah lempung di Jalan Poros Desa Badurame diperoleh nilai berat jenis tanah sebesar 2,247.

2. Batas-Batas Konsistensi (Atterberg)

a. Batas Cair (LL)

Hasil pengujian batas cair tanah lempung di Jalan Poros Desa Badurame diperoleh angka batas cair sebesar 37,70%. Sedangkan menghitung menggunakan cara grafik diperoleh hasil yang berbeda sedikit yaitu 37,34%.

b. Batas Plastis (PL) dan Indeks Plastis (PI)

Dari pengujian batas plastis diperoleh angka sebesar 20,59%, untuk mencari Indeks Plastis (PI) menggunakan rumus:

$$PI = LL - PL = 37,70 - 20,59 = 17,11\%$$

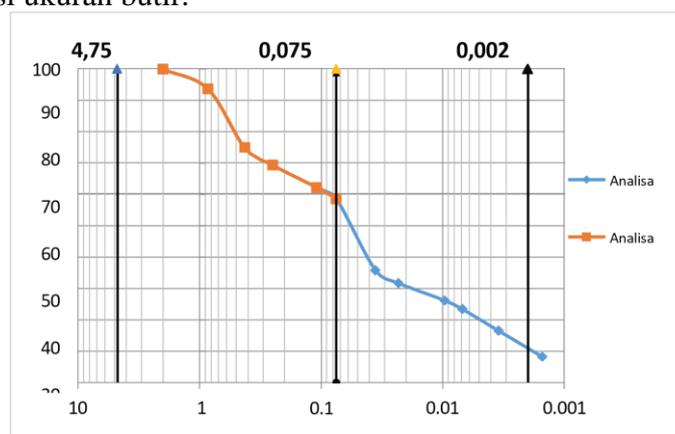
Sehingga didapatkan harga indeks plastis (PI) sebesar 17,11%.

c. Batas Susut (SL)

Hasil pengujian batas susut tanah lempung di Jalan Poros Desa Badurame diperoleh angka batas susut sebesar 7,48%.

3. Distribusi Ukuran Butir

Distribusi ukuran butir tanah dianalisis dengan dua cara yaitu, analisis hidrometer (pengendapan) dan analisis saringan. Berikut ini data-data dan hasil hitungan yang diperoleh dari pengujian distribusi ukuran butir.



Sumber: data diolah oleh peneliti

Gambar 2 Grafik Distribusi Ukuran Butir Tanah

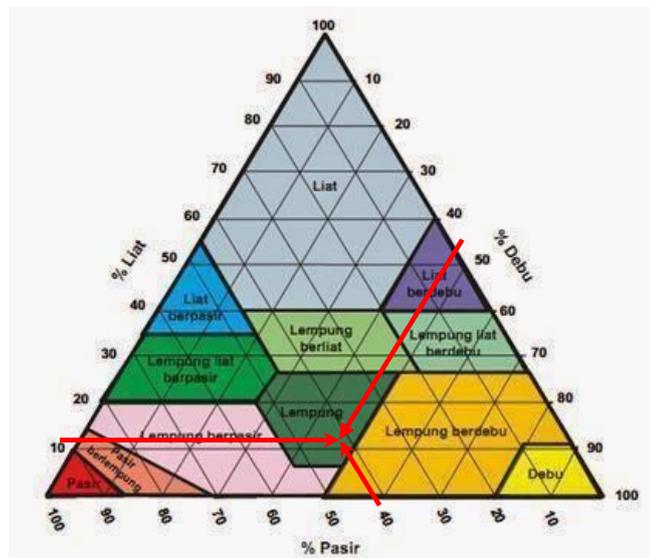
Berdasarkan hasil dari identifikasi tanah berdasar ukuran butir pada Gambar 2 menyatakan bahwa tanah di Jalan Poros Desa Badurame termasuk jenis lempung. Sementara berdasarkan acuan pada sistem klasifikasi USCS tanah lempung di Jalan Poros Desa Badurame tergolong

dalam tanah berbutir halus (fraksi yang berukuran lebih kecil dari 0,075 mm adalah lebih besar dari 50%).

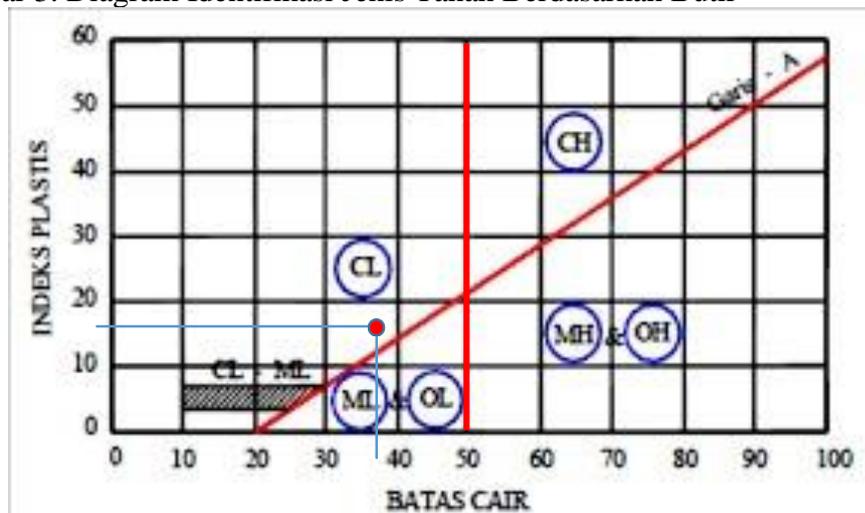
Tabel 1 Persentase/Fraksi Tanah di Jalan Poros Desa Badurame

Presentase Fraksi/Jenis Tanah	Tanah Jalan Poros Desa Badurame
Fraksi kasar (partikel > 0,075 mm)	41,31 %
Fraksi halus (partikel < 0,075 mm)	58,69 %
Ukuran Partikel:	
Kerikil (> 4,75 mm)	0 %
Pasir (0,075 – 4,75 mm)	41,31 %
Lanau (2 µm 0,075 mm)	47,78 %
Lempung (< 2 µm)	10,91 %

Sumber: data diolah oleh peneliti



Gambar 3. Diagram Identifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Butir



Sumber: data diolah oleh peneliti

Gambar 4. Grafik Plastisitas Identifikasi Jenis Tanah

Dari grafik plastisitas (Gambar 4) dengan nilai LL 37,70% dan PI sebesar 17,11%, berdasarkan sistem USCS tanah Jalan Poros Desa Badurame diklasifikasikan CL (Clay Low-plasticity) yaitu tanah lempung tak berorganik dengan plastisitas rendah, sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus. Untuk identifikasi tanah menurut AASHTO, terlebih dahulu dihitung nilai GI, menggunakan persamaan (1):

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10) \dots\dots(1)$$

$$GI = (58,70 - 35)[0,2 + 0,005 (37,70 - 40)] + 0,01 (58,70 - 15)(17,11 - 10)$$

$$GI = 7,57 \approx 8$$

Mengingat PL (20,59) < 30% , maka tanah Jalan Poros Desa Badurame diklasifikasikan A-6 (8) yaitu tanah berlanau sedang sampai buruk.

Uji Konsolidasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan konsolidasi dan besarnya penurunan/settlement tanah apabila tanah mendapat beban dan membandingkan besarnya nilai indeks pemampatan (C_c), indeks pemampatan kembali (C_r), dan koefisien konsolidasi (C_v) terhadap tanah yang diberi drainase pada arah vertical. Selain itu juga diperoleh nilai penurunan total konsolidasi (S_c) dengan waktu 50% (U_{50}) dan 90% (U_{90}). Berikut ini adalah data-data yang diperoleh setelah pengujian.

Tabel 2 Hasil Koefisien Konsolidasi (C_v)

Tekanan (kg/cm ²)	Koefisien Konsolidasi (cm ² /menit)
0.5	0.010
1	0.018
2	0.034
4	0.076

Sumber: data diolah oleh peneliti

Tabel 3 Hasil Angka Pori dari Tekanan Konsolidasi

Tekanan (kg/cm ²)	Angka Pori (cm ² /menit)
0.5	0.350
1	0.313
2	0.258
4	0.192

Sumber: data diolah oleh peneliti

Analisis data grafik tekanan (P) terhadap angka pori (e) :

1) A= (P₀ ; e₀)

$$P_0 = h \cdot \gamma = 55 \times 0,0015 = 0,0825 \text{ kg/cm}^2 \quad e_0 = 0,597$$

mm

Dari hasil gambar grafik diperoleh titik O (P₀ ; e₀) berada disebelah kanan/ diluar titik A, maka tanah termasuk *Normally Consolidated*.

2) B= (P_b ; e₀)

$$P_b = 2,35 \text{ kg/cm}^2 \text{ (dari grafik)} \quad e_b = e_0 \times 0,42 = 0,597 \times 0,42 = 0,251 \text{ mm}$$

Maka nilai C_c diperoleh :

$$C_c = \Delta e \frac{p_b}{p_o} = 0,587 - 0,025 = 0,238$$

$$\text{Log } \frac{p_b}{p_o} = \log \frac{2,35}{0,0825}$$

3) $E = (P_e ; e_e)$

$$P_e = 0,25 \text{ kg/cm}^2 \text{ (dari grafik)} \quad e_e = 0,2144 \text{ mm}$$

4) $D = (P_d ; e_d)$

$$P_d = 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ (dari grafik)} \quad e_d = 0,1924 \text{ mm}$$

Maka Nilai C_r diperoleh :

$$C_r = \Delta e \frac{p_a}{p_e} = 0,2144 - 0,1924 = 0,0183$$

$$\log \frac{p_a}{p_e} = \log \frac{4}{0,25}$$

5) Tekanan total akibat beban di atasnya : (menggunakan beban pada uji *vertical drains* yaitu 89 kg)

$$q = \frac{Q}{a^2} = \frac{89}{\pi^2} = 0,48 \text{ kg/cm}^2$$

Mencari nilai P_o : ($\gamma_b = 1,84$)

$$P_o = z \times \gamma_b = 0,0164 \text{ kg/cm}^2$$

6) Jarak tengah-tengah lapisan tanah, $z = 8,9$ cm, karena $H = 17,8$ cm Karena $r = 7,6$ dan $x = r$, $z/r = 8,9/7,6 = 1,17$ dan $x/r = 1$. Maka I dapat dicari dengan grafik atau menggunakan rumus :

$$I = \left(1 - \frac{1}{v^2}\right) [1+z]^3$$

Maka diperoleh nilai $I = 32\% = 0,32$ (didapat dari grafik)

$$\Delta \sigma = \Delta p = Iq = 0,32 \times 0,49 = 0,157 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1'' = P_o + \Delta p = 0,016 + 0,157 = 0,173 \text{ kg/cm}^2$$

Karena tanah merupakan *Normally Consolidated*, maka untuk hitungan penurunan konsolidasi total digunakan rumus :

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_o} \times H \times \log \frac{P_o + \Delta p}{P_o}$$

$$= \frac{0,238}{1+0,597} \times 16,3 \times \log \frac{0,173}{0,0164} = 2,49 \text{ cm}$$

Diperoleh penurunan konsolidasi total, $S_c = 2,49$ cm

7) Untuk menghitung waktu penurunan konsolidasi 50% dan 90% (U_{50} dan U_{90}), digunakan rumus :

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{H^2}$$

Maka digunakan $H = 16,3$ cm.

Untuk derajat konsolidasi : $U = 50\%$, maka $T_v = 0,197$ dan $U = 90\%$ maka $T_v = 0,848$

8) Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan 50% adalah :

$$T_{50} = \frac{0,197 \times 16,3^2}{0,010 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,0096 \text{ tahun}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk penurunan konsolidasi sebesar $50\% \times 2,49 = 1,25$ cm adalah 0,0096 tahun ($\pm 3,5$ hari).

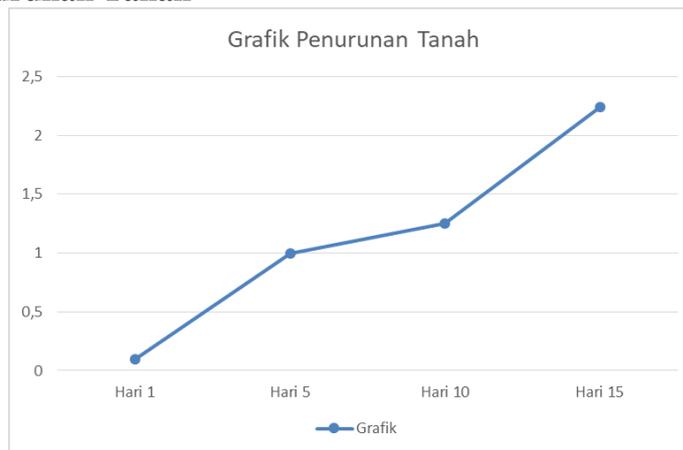
9) Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan 90% adalah :

$$T_{90} = \frac{0,848 \times 16,3^2}{0,010 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,0413 \text{ Tahun}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk penurunan konsolidasi sebesar $90\% \times 2,49 = 2,24$ cm adalah 0,0413 tahun (± 15 hari).

Pola Grafik Penurunan Tanah



Sumber: data diolah oleh peneliti
Gambar 5 Grafik Penurunan Tanah

Berdasarkan gambar diatas, diperoleh hasil presentase penurunan tanah di Desa Badurame adalah dari 1,25 cm sampai dengan 2,24 cm dalam kurun waktu 15 hari, hal ini bisa dilihat di konsolidasi penurunan. Dengan perhitungan sebagai berikut:

- Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan 50% adalah :

$$T_{50} = \frac{0,197 \times 16,3^2}{0,010 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,0096 \text{ tahun}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk penurunan konsolidasi sebesar 50% $\times 2,49 = 1,25$ cm adalah 0,0096 tahun ($\pm 3,5$ hari).

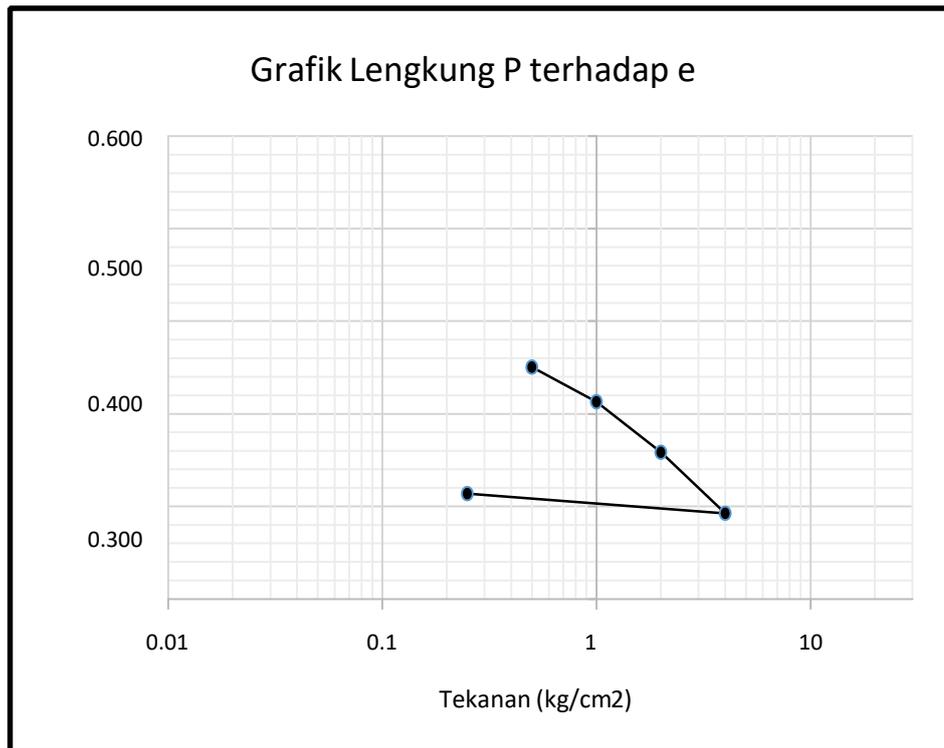
- Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan 90% adalah :

$$T_{90} = \frac{0,848 \times 16,3^2}{0,010 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,0413 \text{ Tahun}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk penurunan konsolidasi sebesar 90% $\times 2,49 = 2,24$ cm adalah 0,0413 tahun (± 15 hari).

Pengaruh Derajat Kejenuhan Terhadap Penurunan Tanah



Sumber: data diolah oleh peneliti

Gambar 6 Grafik Hubungan Tekanan dengan Angka Pori

Berdasarkan analisa untuk grafik hubungan tekanan dengan angka pori pada Gambar 6, diperoleh nilai indeks pemampatan (C_c) adalah 0.238 dan nilai indeks pemampatan kembali (C_r) adalah sebesar 0.0183. Dari nilai C_c , C_v dan C_r yang ada diperoleh hasil perhitungan untuk penurunan konsolidasi total (S_c) di lapangan adalah sebesar 34,20 cm, dan waktu yang dibutuhkan untuk mengalami penurunan sebesar 50% (U_{50}) = 17,10 cm adalah selama 0,024 tahun (± 9 hari) dan untuk penurunan sebesar 90% (U_{90}) = 30,78 cm adalah selama 0,104 tahun (± 38 hari).

Sedangkan penurunan total konsolidasi (S_c) yang di laboratorium adalah sebesar 2,49 cm, dan waktu yang dibutuhkan untuk mengalami penurunan sebesar 50% (U_{50}) = 1,25 cm adalah selama 0,096 tahun (± 3 hari) dan untuk penurunan sebesar 90% (U_{90}) = 2,24 cm adalah selama 0,0413 tahun (± 15 hari). Dengan hasil perhitungan:

- 1) $B = (P_b ; e_0)$
 $P_b = 2,35 \text{ kg/cm}^2$ (dari grafik) $e_b = e_0 \times 0,42 = 0,597 \times 0,42 = 0,251 \text{ mm}$
Maka nilai C_c diperoleh :
 $C_c = \Delta e \frac{0,587 - 0,025}{0,025} = 0,238$
- 2) $D = (P_d ; e_d)$
 $P_d = 4 \text{ kg/cm}^2$ (dari grafik) $e_d = 0,1924 \text{ mm}$
Maka Nilai C_r diperoleh :
 $C_r = \Delta e \frac{0,2144 - 0,1924}{0,025} = 0,0183$

Pada campuran presentase derajat kejenuhan pada sampel A, B pada C, untuk waktu atau lamanya penurunan (nilai CV) terjadi cukup cepat dengan selisih yang tidak jauh berbeda, namun besarnya penurunan pada sampel A, C memiliki besar penurunan (C_c) yang besar sehingga sampel kurang baik. Pada sampel A memiliki besarnya penurunan (C_c) yang lebih kecil bila dibandingkan dengan sampel B dan C. sampel A yang merupakan sampel yang terbaik diantara sampel B dan sampel C.

karena waktu penurunan atau lamanya penurunan yang tidak terlalu lambat dan koefisien penempatannya (aV) terendah, hal ini dapat dilihat pada diagram variasi hubungan presentase derajat kejenuhan dengan C_v sebesar 0.238 cm/detik. C_c sebesar 0.0183, dan aV sebesar 34,20 cm/kg. Pada penelitian ini disampaikan pada presentase derajat kejenuhan terendah tanah organik dalam kondisi baik pada pengujian konsolidasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Dusun Badu Desa Badurame Kecamatan Turi Kabupaten Lamongan termasuk dalam kategori tanah lempung berbutir halus (fraksi yang berukuran lebih kecil dari 0,075mm adalah lebih besar dari 50%). Pola grafik penurunan tanah yang diberi pembebanan adalah dari 1,25 cm sampai dengan 2,24 cm dalam kurun waktu selama 15 hari.
- 2) Pengaruh derajat kejenuhan terhadap penurunan tanah didapatkan hasil C_v sebesar 0.238 cm/detik, C_c sebesar 0.0183, dan aV sebesar 34,20 cm/kg. Pada penelitian ini disampaikan pada presentase derajat kejenuhan terendah tanah organik dalam kondisi baik pada pengujian konsolidasi.

Daftar Pustaka

- Adha, Idharmahadi. 1992. Penuntun Praktikum Mekanika Tanah. Andar. S, Veny. 2014. Perilaku loading unloading pada tanah lempung yang disubstitusi material bergradasi kasar (pasir). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Bowles. J. E. 1989. Sifat – sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Craig, R. F. 1991. Mekanika Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1993. Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiatmo, H. C. 1992. Mekanika Tanah. Gramedia Pustaka Umum. Jilid I Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C.2003. Mekanika Tanah II. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Nakazawa, K., Sosrodarsono, S, 1983. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Pradya Paramita, Jakarta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wesley, L. D. 1977. Mekanika Tanah. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta