

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

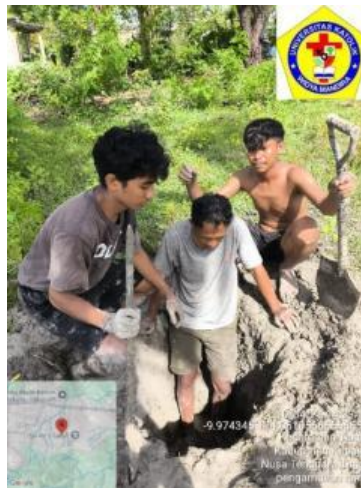
Tanah menjadi elemen dasar yang sangat krusial dalam struktur konstruksi bangunan maupun jalan. Kualitas dan kekuatan tanah sangat menentukan kestabilan konstruksi yang dibangun di atasnya. Karena karakteristik tanah berbeda-beda tergantung lokasi, maka diperlukan tanah dengan daya dukung yang memadai agar mampu menahan beban struktur. Salah satu faktor penting yang memengaruhi kualitas tanah adalah kekakuannya terhadap beban. Bila tanah mengandung mineral yang tidak mampu menahan beban, maka dapat terjadi kerusakan pada konstruksi bangunan. Banyak kerusakan pada jalan atau gedung disebabkan oleh permasalahan tanah di bawah struktur. Tidak semua jenis tanah dapat digunakan langsung sebagai bahan konstruksi. Beberapa masalah tanah yang sering dihadapi dalam pembangunan meliputi penurunan, penyusutan, dan pengembangan volume tanah. Salah satu jenis tanah yang perlu perhatian khusus adalah tanah lempung.

Tanah lempung memiliki porositas yang sangat rendah, dengan koefisien permeabilitas sekitar 10^{-5} kg/cm² atau bahkan lebih kecil. Selain itu, tanah ini cenderung mengalami perubahan volume yang signifikan akibat perubahan kadar air, khususnya pada lempung dengan plastisitas tinggi (kategori CH). Volume perubahan ini akan berkurang bila kadar air tanah stabil. Namun, bila kadar air berfluktuasi, tanah lempung bisa menjadi sangat ekspansif, yaitu menunjukkan perubahan volume besar akibat proses kapilaritas atau perbedaan kadar air.

Karakteristik tanah ekspansif antara lain adalah plastisitas tinggi, daya dukung rendah, serta kekuatan geser yang minim saat jenuh air. Peningkatan kadar air dapat menyebabkan tanah mengembang, tekanan air pori meningkat, dan muncul tekanan ekspansi. Sementara itu, saat tanah mengering, terjadi penyusutan yang bisa merusak struktur bangunan karena daya dukungnya menurun. Retakan atau celah pada tanah memudahkan masuknya air, sehingga mempercepat siklus kembang-susut, yang pada akhirnya memberikan tekanan berulang yang berpotensi merusak struktur bangunan di atasnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan di salah satu wilayah di Kabupaten Kupang yaitu Desa Oebelo, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, ditemukan bahwa tanah ini menyebabkan dua jenis kerusakan

rumah. Pertama, tipe I (kerusakan berat), ditandai dengan retakan pada dinding dan lantai ≥ 2 cm; dan kedua, tipe II (kerusakan ringan), dengan retakan < 2 cm (Bella dkk., 2015).

Penelitian ini berlokasi di salah satu lahan warga di wilayah KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang. Kondisi tanah di daerah ini menunjukkan karakteristik lempung ekspansif yang cukup signifikan.



Gambar 1.1 Kondisi Tanah Pada Lokasi Pengambilan Sampel

Sumber: Dokumentasi (2025)

Tanah lempung ekspansif di wilayah KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang kerap menunjukkan perubahan volume yang drastis akibat perubahan kadar air sepanjang tahun. Kondisi iklim setempat yang memiliki perbedaan mencolok antara musim hujan dan musim kemarau memperparah permasalahan ini. Pada musim hujan, tanah cenderung menyerap air dalam jumlah besar dan mengembang, sehingga menimbulkan tekanan terhadap konstruksi di atasnya. Sebaliknya, pada musim kemarau, tanah kehilangan kelembaban dan menyusut, yang dapat menyebabkan penurunan permukaan tanah. Fluktuasi kadar air musiman ini mengakibatkan perubahan volume tanah yang cukup besar dan berdampak negatif terhadap kestabilan struktur bangunan. Gambaran mengenai tanah di lokasi pengambilan sampel dilihat pada Gambar 1. 1.

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kupang dalam “Kecamatan Takari Dalam Angka 2024” menyebutkan bahwa jumlah penduduk di Desa Takari yaitu sebanyak 4.102 jiwa merupakan yang terbanyak di antara desa lainnya di Kecamatan Takari Kabupaten Kupang. Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kupang juga mendata jumlah rumah tinggal berdasarkan jenisnya (permanen, semi permanen, darurat), dimana sebanyak 464 rumah tinggal masih merupakan rumah tinggal darurat. Data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan warga

akan lahan dan rumah tinggal yang layak (permanen dan semi permanen) cukup tinggi, khususnya di wilayah KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang yang mengalami perkembangan jumlah penduduk cukup pesat, sehingga penting untuk dilakukannya penelitian eksperimental yang berkaitan dengan peningkatan karakteristik tanah lempung di wilayah ini.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan karakteristik tanah lempung adalah melalui proses pemadatan (*compaction*). Pemadatan berfungsi untuk mengurangi porositas tanah, meningkatkan densitas kering maksimum, serta memperbaiki daya dukung tanah. Kepadatan tanah dipengaruhi oleh besarnya energi pemadatan.

Tantangan utama dalam menangani tanah lempung adalah memahami bagaimana variasi energi pemadatan dapat memengaruhi perilaku tanah, terutama terkait daya dukung dan potensi ekspansifnya. Tidak semua tanah lempung merespons pemadatan secara seragam, sehingga diperlukan penelitian eksperimental untuk memahami hubungan antara energi pemadatan dan sifat fisik serta mekanik tanah lempung lokal. Beberapa studi terdahulu seperti Holtz dan Kovacs (1981) serta Das (2010) menunjukkan bahwa kadar air optimum, berat isi kering maksimum, dan tekanan pemadatan sangat memengaruhi karakteristik teknis tanah.

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi energi pemadatan, yang divariasikan dari energi pemadatan Proctor Standar, yaitu energi rendah dengan 46 pukulan per lapisan, energi sedang dengan 56 pukulan per lapisan (Proctor Standar), dan energi tinggi dengan 66 pukulan per lapisan, terhadap daya dukung dan potensi ekspansif (*swelling*) tanah lempung di wilayah KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang. Penelitian Ronny S. Poyk dkk (2025) menunjukkan bahwa pada tanah Desa Pene dan Konbaki, energi pemadatan sebesar 14.164 kg/cm³ menghasilkan berat isi kering maksimum 1,36 gr/cm³ dan 1,37 gr/cm³. Namun, pemadatan berlebihan justru menurunkan nilai kepadatan kering. Kuat geser tanah meningkat seiring peningkatan kepadatan, dengan nilai sudut geser 36,93°–61,56°. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada nilai CBR sebagai indikator daya dukung dan nilai *swelling* untuk melihat pengaruh nyata variasi energi pemadatan terhadap perilaku tanah lempung sehingga dapat menambah kajian empiris mengenai hubungan tersebut serta memberikan kontribusi praktis bagi sektor teknik sipil dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan berdasarkan kondisi geoteknik lokal.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul **“Studi Pengaruh Variasi Energi Pemadatan Terhadap Daya Dukung dan Potensi Ekspansif (*Swelling*) pada Tanah Lempung di Kabupaten Kupang”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik fisik tanah lempung di KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang?
2. Bagaimana pengaruh variasi energi pemadatan terhadap nilai CBR tanah lempung sebagai indikator daya dukung tanah?
3. Bagaimana perubahan potensi ekspansif (*swelling*) tanah lempung akibat penerapan variasi energi pemadatan?
4. Bagaimana hubungan antara tingkat pemadatan dengan nilai daya dukung dan potensi ekspansif untuk merumuskan rekomendasi teknik konstruksi yang optimal?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis sifat fisik tanah lempung di KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang.
2. Mengetahui pengaruh variasi energi pemadatan terhadap nilai CBR sebagai indikator daya dukung tanah lempung.
3. Menilai perubahan potensi ekspansif (*swelling*) akibat variasi energi pemadatan pada sampel tanah lempung.
4. Menentukan hubungan antara tingkat pemadatan dengan daya dukung dan potensi *swelling* tanah, sebagai dasar rekomendasi teknik konstruksi yang tepat dan efektif di lokasi penelitian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang geoteknik, khususnya mengenai perilaku tanah lempung terhadap variasi energi pemadatan.
2. Membantu dalam mengantisipasi potensi kerusakan struktur akibat sifat ekspansif tanah lempung, dengan memberikan data terkait hubungan antara energi pemadatan dan perubahan volume tanah.

3. Menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan teknis dalam perbaikan tanah, khususnya untuk daerah dengan karakteristik tanah serupa.
4. Mendukung perencanaan infrastruktur yang lebih berkelanjutan dan aman dengan mempertimbangkan kondisi tanah lokal dan teknik pemadatan yang tepat.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis Tanah yang Diteliti

Penelitian ini berfokus pada tanah lempung yang berasal dari lahan warga di KM 68 Desa Takari, Kecamatan Takari Kabupaten Kupang. Jenis tanah lainnya tidak termasuk dalam penelitian ini.

2. Variasi Energi Pemadatan

Energi pemadatan yang digunakan dibatasi pada variasi beban pemadatan sesuai dengan metode pemadatan Proctor Standar berdasarkan SNI 1742-2008 Tentang Uji Kepadatan Ringan. Pemadatan dengan energi Proctor Modifikasi tidak dibahas dalam penelitian ini.

3. Pengujian yang Dilakukan

Pengujian meliputi uji *California Bearing Ratio* (CBR) laboratorium dan *Swell Test*. Pemeraman selama 1 hari dilakukan pada sampel untuk memastikan kondisi stabil setelah pemadatan.

4. Kondisi Lingkungan

Penelitian dilakukan dalam kondisi laboratorium yang terkontrol. Faktor lingkungan alami seperti kelembaban dan suhu tidak dianalisis.

5. Durasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua bulan, yaitu Mei hingga Juni. Analisis jangka panjang tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.

6. Parameter yang Dianalisis

Parameter terbatas pada OMC, MDD, kepadatan kering, dan porositas. Kuat geser, modulus elastisitas, dan sifat hidrolik tidak dianalisis.

7. Metode Pengujian

Metode yang digunakan adalah pengujian sifat fisis tanah (analisa saringan, kadar air, berat jenis, batas-batas atterberg, hidrometer), variasi energi pemadatan standar, serta CBR dan *Swell Test* mengikuti setiap variasi pemadatan yang ditetapkan.

1.6 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu

Tabel 1.1 Keterkaitan dengan Penelitian Perdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
1.	Roni S. Poyk ¹ , Tri M. W. Sir ² Jusuf J. S. Pah ³ (2025)	Pengaruh Jenis Energi Pemadatan Tanah di Laboratorium Terhadap Karakteristik Tanah Lempung dari Desa Pene dan Desa Konbaki Kabupaten TTS	1. Kedua penelitian sama-sama menggunakan dua jenis energi pemadatan (standar dan modifikasi). 2. Kedua penelitian sama-sama menggunakan pengujian laboratorium untuk mengevaluasi sifat mekanik tanah.	1 Penelitian terdahulu di Desa Pene dan Konbaki (Kab. TTS), penelitian ini di Desa Takari (Kab. Kupang). 2 Penelitian terdahulu meneliti kuat geser, penelitian ini meneliti daya dukung (CBR) dan potensi ekspansi (swelling). 3 Penelitian terdahulu menggunakan uji geser langsung, penelitian ini menggunakan uji CBR dan swelling	Energi pemadatan berpengaruh terhadap kekuatan tanah. Nilai kuat geser meningkat dengan meningkatnya energi pemadatan, namun bila energi terlalu besar, kepadatan bisa menurun akibat kerusakan struktur tanah.
2.	Bella, R. A. ¹ , Bunganaen, W. ² , & Sogen, P. ³ M. (2015)	Studi Kasus Kerusakan Bangunan Akibat Tanah Ekspansif di Oebelo, Kabupaten Kupang	1. Kedua penelitian sama-sama meneliti karakteristik tanah ekspansif. 2. Kedua penelitian sama-sama berlokasi di Kabupaten Kupang. 3. Kedua penelitian sama-sama tidak menguji stabilisasi tanah.	Penelitian terdahulu bersifat deskriptif dan observasional terhadap kerusakan bangunan, sedangkan penelitian ini eksperimental di laboratorium.	Tanah ekspansif dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada bangunan akibat perubahan volume (<i>swelling</i> dan <i>shrinkage</i>) yang dipicu oleh perubahan kadar air.

Lanjutan Tabel 2.1 Keterkaitan dengan Penelitian Perdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
3.	Misdi (2024)	Analisa Hubungan Kepadatan Dan Sweling Pada Tanah Lempung Ekspansif	1. Kedua penelitian bertujuan untuk mencari besarnya pengembangan dari tanah lempung ekspansif . 2. Kedua penelitian menggunakan metode pengujian <i>swell test</i> dan CBR. 3. Kedua penelitian menggunakan variasi tingkat pemadatan untuk mengetahui besarnya tingkat pengembangan (ekspansivitas) tanah	Penelitian terdahulu menguji sampel tanah lempung ekspansif di daerah Medan, sedangkan penelitian ini menguji sampel tanah lempung ekspansif di Desa Takari, Kabupaten Kupang.	Derajat pengembangan tanah ekspansif dipengaruhi oleh kadar air awal yang dimilikinya. Selain itu, tingkat pemadatan tanah juga berperan dalam menentukan besar kecilnya pengembangan, di mana semakin padat tanah tersebut, semakin tinggi pula potensi terjadinya pengembangan (<i>swelling potential</i>).
4.	Yamali F. Rozi ¹ & Fadlan ² (2017)	Analisis Energi Pemadatan Tanah Di Laboratorium	Kedua penelitian menganalisis Energi Pemadatan Tanah Di Laboratorium	Penelitian terdahulu menganalisis kedua jenis energi pemadatan yang ada di laboratorium yaitu Proctor Standar dan Proctor Modifikasi, sedangkan penelitian ini berfokus pada energi pamadatan Proctor Standar serta variasinya yang berpenagruh pada nilai CBR dan potensi pengembangan tanah lempung.	Analisis menunjukkan bahwa energi pemadatan modifikasi memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan energi pemadatan standar. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi jumlah lapisan serta perbedaan massa pematat yang digunakan pada masing-masing jenis pemadatan.

Lanjutan Tabel 3.1 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
5.	Primanita E. Febriana ¹ , Dian H. Agustina ² (2021)	Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Kuat Geser Tanah	Kedua penelitian membahas variasi energi pemadatan Proctor Standar dan pengaruhnya terhadap daya dukung tanah.	Penelitian terdahulu membahas pengaruh variasi energi pemadatan Proctor Standar terhadap kuat geser tanah sedangkan penelitian ini menganalisis pengaruh variasi energi pemadatan Proctor Standar terhadap nilai CBR dan potensi pengembangan tanah lempung.	Hasil penelitian mengungkapkan bahwa peningkatan energi pemadatan tidak bersifat linear, melainkan terdapat nilai energi pemadatan optimum yang dibutuhkan untuk mencapai kepadatan maksimum suatu tanah. Pemadatan yang terlalu rendah akan menghasilkan kepadatan yang belum maksimal, sedangkan pemadatan berlebihan dapat merusak struktur tanah sehingga kepadatan maksimum yang diinginkan tidak tercapai.