

ANALISIS TINGKAT KEPADATAN DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN PENAMBAHAN MATERIAL PASIR

Sylvia Monica, Hikmad Lukman, Heny Purwanti.

ABSTRAK

Tanah ekspansif merupakan jenis tanah yang mempunyai potensi pengembangan dan penyusutan yang tinggi akibat perubahan kadar air. Tanah ekspansif menyusut saat kadar air pada tanah berkurang, dan mengembang saat kadar air pada tanah bertambah. Apabila tanah ekspansif mengembang, tekanan pengembangan yang terjadi dapat mengangkat struktur tanah pada bagian bawah bangunan dan mengakibatkan kerusakan pada bangunan gedung dan perkerasan jalan. Penelitian eksperimental dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pakuan dengan melakukan pencampuran tanah lempung dengan pasir pada berbagai variasi persentase. Tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian merupakan sampel tanah yang diambil di Jalan Bojongkoneng, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pada penelitian ini dilakukan 2 (dua) kelompok pengujian, yaitu pengujian sifat fisik dan pengujian sifat mekanis dari tanah. Variasi persentase pasir yang digunakan adalah 20%, 30%, dan 40%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kepadatan maksimum terjadi peningkatan dari tanah asli dengan kepadatan maksimum tertinggi pada variasi campuran pasir 40%. Pada pengujian CBR (*unsoaked*) nilai CBR tanah terjadi peningkatan dari tanah asli dengan nilai CBR tertinggi pada variasi campuran pasir 40%. Peningkatan-peningkatan yang terjadi seiring dengan bertambahnya persentase campuran pasir.

Kata Kunci: daya dukung tanah, kepadatan maksimum, tanah lempung ekspansif.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah liat ekspansif merupakan jenis tanah yang dicirikan oleh kapasitas besar untuk pemuain dan penyusutan yang disebabkan oleh variasi kadar air. Apabila tanah ekspansif mengembang, tekanan pengembangan yang terjadi dapat mengangkat struktur tanah pada bagian bawah bangunan dan mengakibatkan kerusakan pada bangunan gedung dan perkerasan jalan. Terdapat berbagai jenis perbaikan tanah yang telah dikembangkan sejauh ini, termasuk pencampuran dengan pasir. Para ilmuwan sebelumnya telah melakukan percobaan untuk meningkatkan tanah lempung dengan memasukkan pasir ke dalam tanah lempung ekspansif. Teori awal mereka adalah bahwa pasir akan menurunkan kadar air pada batas cair, menurunkan kadar air optimal, menurunkan indeks fleksibilitas, dan meningkatkan kepadatan tanah. Modifikasi karakteristik tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan beban.

Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah sampel yang diambil dari Jalan Bojongkoneng, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai kepadatan dan daya dukung tanah lempung murni dengan tanah lempung yang dicampur pasir, dan untuk mengetahui pengaruh persentase berat campuran pasir terhadap sifat-sifat tanah tersebut.

3.1 Lingkup Penelitian

1. Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah sampel yang diambil dari Jalan Bojongkoneng, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.
2. Dalam penelitian ini identifikasi dan klasifikasi tanah lempung ekspansif dilakukan secara langsung dan tidak langsung.

3. Bahan tambah yang digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah pasir Cimangkok.
4. Kadar pasir yang digunakan bervariasi antara 20%, 30%, dan 40%.
5. Pengujian tanah yang dilakukan di laboratorium dalam penelitian ini meliputi penilaian kadar air, gradasi butiran menggunakan analisis saringan dan hidrometer, penentuan berat jenis tanah, uji batas Atterberg, uji standar proctor, dan uji CBR laboratorium.
6. Jenis uji CBR yang dilakukan adalah uji CBR tak terendam/*unsoaked*.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Umum

Dalam pelaksanaan perbaikan tanah, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengetahui sifat-sifat dari tanah terlebih dahulu. Oleh karena itu, diperlukan pengujian sifat-sifat tanah, baik sifat fisik maupun mekanis tanah, untuk mendapatkan klasifikasi dari suatu tanah sebelum melaksanakan perbaikan. Klasifikasi tanah dapat memberikan deskripsi mengenai karakteristik atau sifat-sifat dari tanah yang akan diperbaiki sehingga dapat memudahkan dalam merencanakan dan melaksanakan perbaikan tanah. Berbagai sistem kategorisasi tanah umumnya digunakan sebagai standar yang sah untuk mengklasifikasikan tanah. Yang termasuk dalam sistem ini adalah:

A. Sistem Klasifikasi USCS

Sistem USCS membagi tanah menjadi dua kelompok berdasarkan proporsi yang lolos saringan No. 200. Kelompok tanah berbutir kasar terdiri dari kotoran yang lolos saringan No. 200 dengan konsistensi kurang dari 50%. Lebih dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 tergolong tanah berbutir halus.

B. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi tanah AASHTO terdiri dari dua tingkatan: klasifikasi umum dan klasifikasi kelompok. Klasifikasi tanah umum didasarkan pada persentase tanah yang lolos saringan No. 200. Setiap tanah yang lolos saringan No. 200 dengan proporsi 35% atau kurang diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar. Ketika proporsi tanah yang lolos saringan No. 20 adalah 35% atau lebih, tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah berbutir halus.

Berikutnya dalam hierarki kategorisasi adalah klasifikasi kelompok, yang mengkategorikan tanah menjadi tujuh kelompok berbeda, yaitu kelompok A-1 hingga A-7.

2.2. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung dicirikan oleh adanya partikel-partikel kecil dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm. Tanah lempung memiliki permeabilitas terbatas, kenaikan air kapiler yang signifikan, dan sifat kohesif yang tinggi. Nilai indeks plastisitas tanah lempung lebih dari atau sama dengan 7. Kondisi hidrologi memberikan dampak yang signifikan pada tanah lempung. Mengingat luas permukaan spesifik tanah berbutir halus yang sangat besar, variasi kadar air akan memengaruhi fleksibilitas tanah. Air yang tertarik secara elektrik di sekitar partikel tanah liat disebut sebagai air lapisan ganda. Keberadaan dua lapisan di tanah liat merupakan satu-satunya penyebab fleksibilitasnya. Tanah lempung dapat mempunyai kedudukan multifase. Ciri-ciri istimewa dari setiap fase dalam sifat-sifat fisik-kimia dan mekaniknya akan menentukan sifat tanah secara keseluruhan, termasuk pengembangan (bertambahnya volume oleh bertambahnya kadar air) dan penyusutan (pengurangan volume oleh berkurangnya kadar air). Kapasitas tanah untuk menarik dan melepaskan air ditentukan oleh kadar air awalnya dan kadar airnya dalam kaitannya dengan batasan konsistensi yang ditentukan, termasuk batas plastis, batas cair, dan batas susut (Hardiyatmo, 2014).

2.3. Pasir

Pasir didefinisikan sebagai bagian tanah yang mengalami penyaringan melalui saringan No. 10 dan tertahan oleh saringan No. 200. Pada dasarnya, pasir memiliki karakteristik yang secara langsung berlawanan dengan tanah liat. Pasir memiliki karakteristik non-kohesif, tidak dapat membentuk partikel kohesif dan menimbulkan tantangan dalam pemadatan. Pasir tidak memiliki indeks plastisitas dan menunjukkan karakteristik inheren tidak menyerap air, sehingga memudahkannya untuk lewat. Oleh karena itu, pasir diantisipasi untuk memberikan pengaruh terhadap karakteristik plastis tanah jenis tanah liat.

2.4. Dampak Tanah Lempung Ekspansif pada Bangunan

Tanah ekspansif menjadi penyebab banyak kerusakan struktur bangunan terutama di daerah dengan perbedaan besar antara musim hujan dan musim kemarau. Kembang-susut tanah akibat perubahan kadar air menyebabkan sistem sub struktur bangunan mengalami kenaikan dan penurunan. Peristiwa kembang-susut tanah yang berulang-ulang dapat menyebabkan struktur lantai bangunan menjadi retak-retak. Peristiwa ini juga dapat menimbulkan masalah pada perkerasan jalan. Tepi dari perkerasan atau lantai bangunan yang menumpu tanah akan mengembang ketika musim hujan atau saat kadar air tanah tinggi, dan menyusut ke bawah ketika musim panas atau saat kadar air tanah rendah. Gerakan naik-turun yang tidak seragam menyebabkan perkerasan jalan tidak rata dan bergelombang. Kerusakan perkerasan pada tanah ekspansif akan selalu timbul sebelum tanah dasarnya diperbaiki dan distabilisasi lebih dulu.

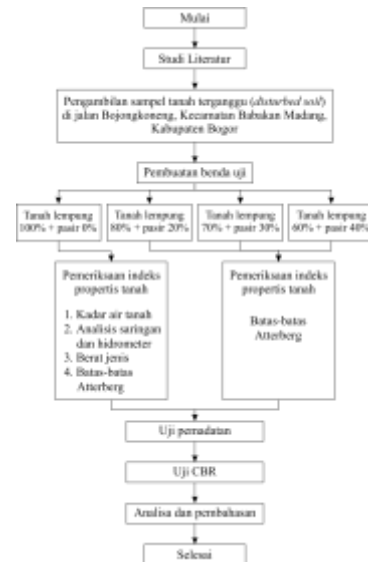
2.5. Perbaikan Tanah

Pekerjaan perbaikan tanah adalah proses menstabilkan tanah dengan mengubah karakteristik tanah asli sesuai dengan persyaratan teknis. Perbaikan tanah didasarkan pada prinsip bahwa tanah yang memiliki karakteristik buruk dapat ditingkatkan dengan memperbaiki sifat fisik dan mekanis tanah sesuai dengan tujuan dari perbaikan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Penelitian ini meliputi uji indeks properti, uji pemadatan standar proctor, dan uji CBR (tanpa direndam) yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Beton Fakultas Teknik Universitas Pakuan. Fokus penelitian ini adalah tanah lempung yang disuplemen dengan serbuk partikel pasir. Untuk memperlancar proses pelaksanaan penelitian, analisis data dapat direpresentasikan secara visual dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan contoh tanah untuk keperluan penelitian tingkat kepadatan dan daya dukung tanah lempung dengan penambahan material pasir terletak di Jalan Bojongkoneng, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor.



Gambar 2 Lokasi Pengambilan Sampel
Sumber: Google Earth, 2022

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang telah diganggu. Cangkul digunakan untuk mengambil tanah yang terganggu dari kedalaman 50 cm di bawah permukaan tanah. Sampel pasir yang dipilih untuk pembandingan dalam penelitian ini adalah Pasir Cimangkok. Setelah pasir diangkut dari tempat pengambilan, pasir tersebut dijemur di bawah sinar matahari hingga permukaannya cukup kering.

3.4. Pengujian di Laboratorium

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Beton di Fakultas Teknik Universitas Pakuan diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis saringan dan Hidrometer
2. Uji kadar air tanah
3. Pemeriksaan berat jenis
4. Uji batas-batas Atterberg
5. Uji pemadatan tanah (standar proctor)
6. Uji CBR tanah

IV. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

4.1. Pengujian Analisis Saringan dan Hidrometer

Berdasarkan klasifikasi tanah Unified Soil Classification System (USCS), contoh tanah di Jalan Bojongkoneng, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat tergolong tanah lempung berdasarkan hasil uji analisis butiran yang menunjukkan persentase kumulatif lolos saringan No. 200 sebesar 88,35%.

4.2. Pengujian Kadar Air Tanah

Analisis kadar air tanah dilakukan terhadap tiga sampel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata kadar air tanah di Jalan Bojongkoneng, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat adalah 45,908%.

4.3. Pengujian Berat Jenis Tanah

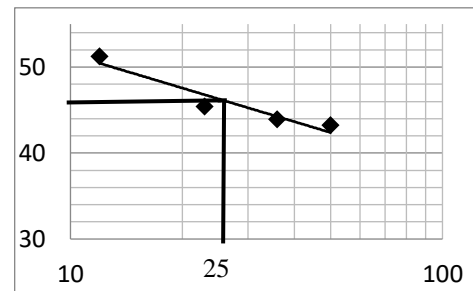
Uji berat jenis tanah dilakukan pada tiga sampel tanah dengan komposisi yang sama. Berdasarkan hasil uji, berat jenis rata-rata tanah dapat ditentukan, yang menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki berat jenis 2,65.

4.4. Pengujian Batas-batas Atterberg

1. Batas Cair

Batas cair tanah mengacu pada kadar air tanah saat memenuhi kondisi batas cair dan batas plastis. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan komposisi dan karakteristik tanah berdasarkan bagian tanah yang termasuk dalam kisaran ukuran partikel yang dapat disaring oleh saringan No. 40. Temuan uji batas cair, yang

disajikan sebagai perhitungan dan grafik, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair

Berdasarkan grafik di atas, diperoleh nilai batas cair (LL) pada tanah asli sebesar 46,2%.

2. Batas Plastis

Batas plastis adalah derajat kadar air di mana suatu material berubah dari keadaan semi padat menjadi keadaan plastis. Uji batas plastis dilakukan pada dua sampel tanah. Berdasarkan hasil pengujian, batas plastis (PL) tanah dapat ditentukan dengan menghitung rata-rata dari dua sampel uji. Nilai PL adalah 22,597%.

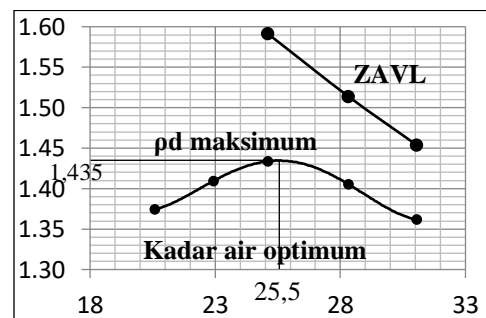
3. Indeks Plastisitas

Setelah diperoleh nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL), didapatkan nilai indeks plastisitas (PI) sebagai berikut.

Indeks Plastisitas = $LL - PL = 46,2\% - 22,597\% = 23,603\%$. Didapat nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah asli sebesar 23,603%.

4.5. Pengujian Standar Proktor

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan kadar air tanah (OMC) yang ideal dan nilai kepadatan maksimum (MDD) dari sampel tanah liat yang diperiksa.



Gambar 4 Grafik Hasil Uji Standar Proktor

Titik data saat ini dihubungkan bersama untuk menentukan kadar air ideal dan berat volume tanah kering yang optimal. Sampel tanah awal mencapai kadar air ideal sebesar 25,5% dan nilai kepadatan kering puncak sebesar 1,435 gram per sentimeter kubik.

4.6. Pengujian CBR

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yaitu perbandingan antara beban penetrasi material tanah uji dengan piston standar hingga kedalaman 1,25 mm/menit, dengan beban yang diperlukan untuk penetrasi material standar dinyatakan dalam persen. Pengujian CBR dilakukan dengan kondisi tanpa terendam (*unsoaked*). Pengujian kuat tekan (CBR) dilakukan pada dua sampel tanah dengan kondisi yang sama. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dari nilai rata-rata kedua sampel CBR, dapat disimpulkan bahwa tanah awal dalam penelitian ini memiliki nilai CBR (tidak terendam) sebesar 14,92%.

4.7. Identifikasi Tanah Ekspansif

Identifikasi tanah ekspansif dapat dilakukan dengan metode langsung dan tidak langsung. Identifikasi langsung dilakukan dengan pengujian laboratorium, sedangkan identifikasi tidak langsung sering kali bergantung pada nilai batas Atterberg dan persentase kandungan lempung untuk mengkarakterisasi kapasitas tanah untuk ekspansi. Identifikasi tanah ekspansif dapat ditentukan secara tidak langsung dengan memeriksa nilai Indeks Plastik tanah, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan Indeks Plastisitas dengan Potensi Pengembangan

Indeks Plastisitas (%)	Potensi Pengembangan
0 – 15	Rendah
15 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
>55	Sangat Tinggi

Sumber: Darwis, 2018

Nilai indeks plastisitas sampel tanah pada penelitian ini adalah 23,603%, menurut Tabel 1, sampel tanah merupakan tanah dengan potensi pengembangan tinggi. Identifikasi langsung dilakukan melalui pengukuran pengembangan. Ukuran pengembangan

dinyatakan dalam persentase perbandingan tinggi benda uji awal sebelum direndam dan setelah direndam.



Gambar 5 Uji Pengukuran Pengembangan

Hasil pengujian diambil dari rata-rata dua sampel uji. Persentase pengembangan yang didapat pada sampel tanah diklasifikasikan menurut Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Uji Pengembangan Tanah

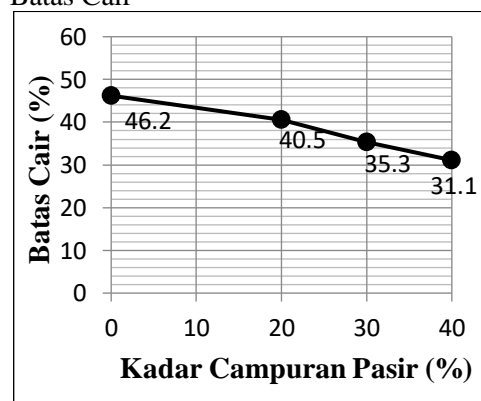
Potensi Pengembangan	Klasifikasi Pengembangan
0 – 15	Rendah
15 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
>55	Sangat Tinggi

Sumber: Sneath, 1984, dalam Hardiyatmo, 2018

Persentase pengembangan yang didapat pada sampel tanah adalah 1,949%. Menurut Tabel 2 sampel tanah hasil uji termasuk pada klasifikasi pengembangan tinggi.

4.8. Pengaruh Penambahan Pasir pada Batas-batas Atterberg Tanah Lempung Ekspansif

1. Batas Cair

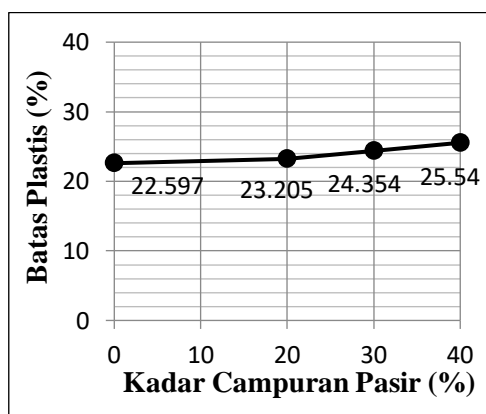


Gambar 6 Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Batas Cair

Pengukuran laboratorium yang ditunjukkan pada Gambar 6 menunjukkan adanya penurunan nilai batas cair ketika campuran pasir dari tanah asal dimasukkan ke dalam tanah yang telah dicampur pasir. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan karakteristik bawaan pasir, yang berperan untuk mengisi ruang kosong di dalam tanah, sehingga menyebabkan penurunan kohesivitas partikel tanah. Grafik di atas dengan jelas menunjukkan bahwa penambahan pasir dapat menurunkan fleksibilitas tanah lempung yang mengembang. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan karakteristik pasir yang melekat, yaitu memiliki kapasitas terbatas untuk menahan air dan memiliki pori-pori besar, sehingga memudahkan transmisi air. Jumlah air yang lebih sedikit diperlukan untuk mengubah campuran tanah pasir yang mengembang dari kondisi kaku menjadi kondisi cair.

2. Batas Plastis

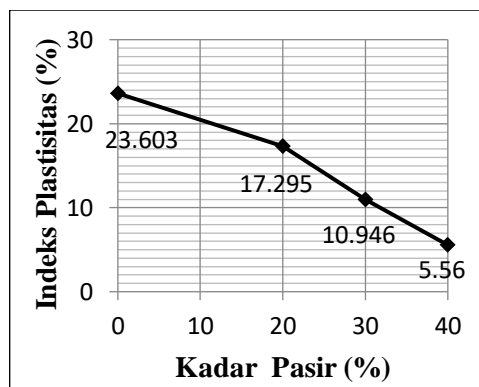
Pengujian batas plastis dilakukan untuk mengetahui kadar air dalam tanah sesuai dengan kondisi batas plastis. Kondisi ini merupakan kadar air minimum tanah dalam keadaan plastis, yaitu kadar air berada pada batas antara keadaan semi padat dan plastis.



Gambar 7 Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Batas Plastis

Menurut hasil pengujian laboratorium yang ditunjukkan pada Gambar 7, nilai batas plastis meningkat dengan setiap penambahan persentase pasir. Suatu tanah dapat dikategorikan sebagai tanah non-plastis apabila tanah tidak dapat digulung pada diameter silinder 3,2 mm pada kadar air berapapun. Pengujian ini menunjukkan bahwa pasir dapat menurunkan sifat plastis tanah lempung.

3. Indeks Plastisitas



Gambar 8 Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Indeks Plastisitas

Data dari pengujian laboratorium yang ditunjukkan pada Gambar 8 dengan jelas menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi pasir. Nilai IP secara signifikan memengaruhi kategorisasi potensi ekspansi tanah. Terdapat korelasi positif antara nilai IP campuran tanah dan potensi ekspansi tanah. Nilai PI yang lebih rendah dari kombinasi tanah menunjukkan berkurangnya kapasitas ekspansi. Indeks plastisitas merupakan parameter yang menunjukkan apakah suatu sampel berada di antara rentang batas cair dan batas plastis (Darwis, 2018). Nilai indeks plastisitas menunjukkan penurunan yang konsisten pada setiap perubahan kombinasi pasir. Hasil yang diperoleh dalam pengujian batas cair dan batas plastis memberikan pengaruh pada parameter ini. Gambar di atas dengan jelas menunjukkan bahwa penambahan pasir dapat menurunkan nilai indeks plastisitas pada tanah lempung. Oleh karena itu, penambahan pasir dapat mengatur sifat plastis tanah karena sifatnya yang tidak mengikat dan daya serap airnya tinggi.

4.9. Pengaruh Penambahan Pasir pada Nilai Kepadatan Tanah

Uji proctor konvensional merupakan eksperimen laboratorium yang dilakukan untuk menetapkan korelasi antara kadar air dan kepadatan tanah kering pada tingkat energi pemadatan tertentu. Uji proctor konvensional menetapkan korelasi antara kadar air dan kepadatan tanah untuk memastikan kepadatan maksimum tertinggi dan kadar air optimal.

Hasil uji proctor acuan ditampilkan dalam tabel 3 di bawah ini.

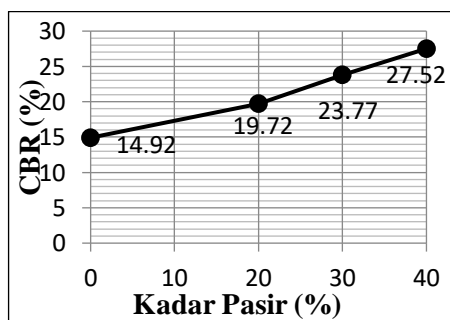
Tabel 3 Hasil Pengujian Standar Proktor pada Berbagai Variasi Campuran Pasir

No.	Variasi Campuran	Kadar Air Optimum (%)	γ_{dmax} (gr/cm ³)
1.	Tanah Lempung 100% + Pasir 0%	25,5	1,435
2.	Tanah Lempung 80% + Pasir 20%	22,75	1,6
3.	Tanah Lempung 70% + Pasir 30%	20,25	1,652
4.	Tanah Lempung 60% + Pasir 40%	20	1,669

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang disajikan pada tabel 3, terlihat jelas bahwa nilai Kadar Air Optimum telah menurun. Fenomena ini disebabkan oleh kombinasi pasir yang tidak memerlukan keberadaan air untuk mencapai pemadatan. Akibatnya, seiring dengan meningkatnya jumlah pasir yang dimasukkan, proporsi tanah awal yang digunakan pun menurun. Untuk meminimalkan jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai nilai pemadatan, maka perlu dilakukan penurunan nilai kadar air optimal pada setiap penambahan nilai kadar campuran pasir.

4.10. Pengaruh Penambahan Pasir pada Nilai CBR Tanah

Pengukuran laboratorium yang digambarkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai CBR telah meningkat dari tanah awal hingga komposisi tanah gabungan yang mencakup 40% pasir. Nilai CBR meningkat secara proporsional dengan persentase kumulatif kombinasi tersebut.



Gambar 9 Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Nilai CBR Tanah

Berdasarkan klasifikasi nilai CBR untuk tanah dasar, pada campuran pasir 30% dan 40% nilai CBR termasuk pada tingkatan umum baik dan dapat digunakan sebagai *base* atau *subbase*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka penulis memperoleh simpulan dari penelitian tentang Analisis Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Ekspansif dengan Penambahan Material Pasir.

1. Sampel tanah lempung memiliki batas cair (LL) sebesar 46,2%, batas plastis (PL) sebesar 22,597%, dan indeks plastisitas (IP) sebesar 23,603% sebagaimana ditentukan oleh uji batas Atterberg.
2. Menurut sistem klasifikasi USCS, sampel tanah dapat dikategorikan sebagai Lempung Anorganik dengan plastisitas minimal berdasarkan temuan uji analisis butiran dan batas Atterberg. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO sampel tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dengan penilaian sebagai bahan dasar biasa sampai jelek.
3. Uji karakteristik mekanis tanah asal menghasilkan nilai kerapatan maksimum (γ_{dmax}) sebesar 1,435 gram/cm³ saat kadar air (w_{opt}) berada pada level optimalnya yaitu 25,5%. Uji CBR (tanpa direndam) menghasilkan nilai CBR tanah awal sebesar 14,92%
4. Pada pengujian batas-batas Atterberg, terjadi penurunan batas cair pada tanah lempung campuran pasir. Sedangkan pada batas plastis terjadi peningkatan. Terjadi penurunan nilai Indeks Plastisitas tanah pada campuran pasir 20% dari tanah asli, didapat nilai indeks plastisitas sebesar 17,295%, pada campuran pasir 30% didapat nilai indeks plastisitas sebesar 10,946%, dan pada campuran pasir 40% didapat nilai indeks plastisitas sebesar 5,56%.
5. Pada pengujian standar proktor, terjadi peningkatan kepadatan kering maksimum tanah dan penurunan kadar air optimum dengan pada tiap variasi kadar campuran pasir.
6. Pada pengujian CBR (*unsoaked*), terjadi peningkatan daya dukung tanah yang terbukti pada percobaan CBR (*unsoaked*)

sampel tanah campuran pasir mengalami peningkatan pada tiap variasi kadar campuran pasir.

7. Pengaruh positif pasir pada sifat-sifat tanah seiring dengan penambahan persentase kadar campuran pasir.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan uji standar proktor, penambahan kadar air perlu dilakukan dengan persentase yang lebih besar agar perubahan nilai kepadatan kering dapat terlihat secara signifikan.
2. Pada percobaan analisis hidrometer perlu ditambahkan interval waktu pengamatan.
3. Perlu dilakukan pengujian CBR rendaman sebagai simulasi kondisi tanah terburuk.
4. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan dengan menambah persentase campuran pasir untuk menentukan variasi campuran pasir optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Muthia., & Saleh, Alfian. *Metode Perbaikan Tanah Dengan Penambahan Pasir*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning. 2019.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. *Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah (SNI 3423:2008)*, Jakarta, 2008.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah (SNI 1967:2008)*, Jakarta, 2008.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. *Metode Uji CBR Laboratorium (SNI 1744:2012)*, Jakarta, 2012.
- Braja, M Das. *Mekanika Tanah Jilid 1*, Erlangga, Jakarta, 1995.
- Darwis. *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*, Pustaka AQ, Makasar, 2017.
- Darwis. *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*, Pena Indis, Makasar, 2018.
- Ferdian, F., Jafri, M., & Iswan. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Organik*, 2015.
- Hardiyatmo, H. C. *Tanah Ekspansif: Permasalahan dan Penanganan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2014.

Hermawan, R., Faizen, Z., & Sulistyorini, D. *Pengaruh Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, 2018.

BIODATA PENULIS

- 1) Sylvia Monica, S.T. Alumni (2023) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor. sylviamonica16@gmail.com
- 2) Ir. Hikmad Lukman, M.T. Staf Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- 3) Heny Purwanti, S.T.,M.T. Staf Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan, Bogor.