

3336210048_Lulu Salsabila_Skripsi.pdf

by Turnitin

Submission date: 21-Jul-2025 04:48PM (UTC+0100)

Submission ID: 2718481455

File name: 3336210048_Lulu_Salsabila_Skripsi.pdf (8.66M)

Word count: 35025

Character count: 184643

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN
ZEOLIT BAYAH DAN SEMEN *PORTLAND* TERHADAP NILAI**

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED

**(Studi Kasus : Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang,
Kabupaten Pandeglang, Banten)**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun oleh:

LULU SALSABILA

3336210048

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen *Portland* Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) *Soaked* (Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten)

Nama : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik / Jurusan Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 24 Juni 2025


Lulu Salsabila
3336210048

SKRIPSI

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN ZEOLIT BAYAH DAN SEMEN
PORTLAND TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED
(Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten
Pandeglang, Banten)**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

LULU SALSABILA / 3336210048

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 24 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rama Andera Kusuma, S.T., M.T.

NIP. 198108222006041001

Enden Mina, S.T., M.T.

NIP. 197305062006042001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Woclandari Fathonah, S.T., M.T.

NIP. 199012292019032021

Ina Asha Nuriannah, S.T., MT

NIP. 199806072024062003

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal : 24 Juni, 2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Rimon Laila Bethary, S.T., M.T.

NIP. 198212062010122001

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga tahapan pengerjaan skripsi ini dengan judul "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit dan Semen Portland Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) *Soaked* (Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten)" dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-I pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak pada masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dengan rasa hormat kepada berbagai pihak yang memberikan bantuan, masukan kritik dan saran kepada penulis. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Ibu Woelandari Fathonah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Rama Indera Kusuma, S.T., M.T dan Ibu Enden Mina, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan II, yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memotivasi saya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Woelandari Fathonah, S.T., M.T dan Ibu Ina Asha N, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I dan II, yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan masukan yang akan membantu saya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orang tua tercinta yaitu Papa dan Mama, adik-adik yakni Zahra Zafira, Naura Luthfia dan Khanza Ramadhani serta keluarga saya terkhususnya sepupu saya Jamiatul Ma'krufi dan sahabat saya Zahara Murni yang telah memberikan dukungan baik material dan moral, serta semangat dan doa untuk masuk perguruan tinggi hingga skripsi ini selesai.

6. Diri saya sendiri atas keteguhan hati, komitmen atas segala tantangan, kegagalan, dan kelelahan yang dilalui menjadi bagian berharga dalam perjalanan skripsi ini.
7. Teman-teman tanah sobang terutama tim *soaked*, Teman-teman Bandung terkhususnya Firda dan Sipil Bandung, Teman-teman Padang, Teman-teman Intern PUPK KTI dan Sipil KTI serta teman-teman seperjuangan Skala 21 terkhusus untuk Wiza, Silvi, Dea, Lulu R dan Aisyah, serta pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan dan kebersamaannya selama berlangsungnya pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan serta tidak luput dari kesalahan, oleh karena itu dibutuhkan kritik dan sarannya yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi kita semua.

Cilegon, 24 Juni 2025



Lulu Salsabila

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN ZEOLIT BAYAH
DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING
RATIO (CBR) SOAKED**

**(Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang,
Kabupaten Pandeglang, Banten)**

Lulu Salsabila

INTISARI

Kerusakan berulang pada Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang disebabkan oleh rendahnya daya dukung tanah dengan nilai CBR sebesar 2,25%, sehingga diperlukan tindakan stabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah dengan metode USCS, nilai Pemadatan dan Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked.

Penelitian ini menggunakan metode pengujian laboratorium meliputi uji Sifat Fisik (Batas Cair, Batas Plastis, Berat Jenis, dan Analisis Butiran) serta Uji Mekanis (Pemadatan Dan CBR Soaked) pada tanah yang distabilisasi dengan Zeolit (10%, 15%, 20%) dan Semen Portland tetap 10%.

Sampel tanah termasuk kategori OH dengan LLR 0,723%. Penambahan zeolit dan Semen Portland menurunkan nilai IP (Indeks Plastisitas) dari 18,78% menjadi 11,73%, meningkatkan CBR Soaked hingga 10,18% dengan hasil optimum pada penambahan 15% Zeolit dan 10% Semen Portland, serta menurunkan swelling dari 7,17% menjadi 0,49%, menunjukkan efektivitas stabilisasi dalam meningkatkan daya dukung dan mengurangi potensi pengembangan tanah.

Kata Kunci: Stabilisasi, CBR, Zeolit, Semen Portland

**STABILIZATION OF CLAY SOIL USING BAYAH ZEOLITE AND
PORTLAND CEMENT ON SOAKED CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
VALUE**

Lulu Salsabila

ABSTRACT

Recurrent damage on Sobang Highway, located in Cimanis Village, Sobang District, Pandeglang Regency, is caused by the low bearing capacity of the subgrade soil, with a CBR value of only 2,25%. Therefore, soil stabilization measures are required. This study aims to determine the soil characteristics based on the USCS classification, compaction properties, and California Bearing Ratio (CBR) Soaked value.

The research was conducted through laboratory testing, including physical property tests (Liquid Limit, Plastic Limit, Specific Gravity, and Grain Size Analysis) and mechanical tests (Compaction and CBR Soaked) on soil stabilized with Zeolite at 10%, 15%, and 20%, and a constant 10% Portland cement content. The soil sample was classified as OH with an LLR value of 0,723%. The addition of Zeolite and Portland cement reduced the Plasticity Index (PI) from 18,78% to 11,73%, increased the CBR Soaked value to 10,18%, with the optimum results obtained at 15% Zeolite and 10% Portland cement, and reduced soil swelling from 7,17% to 0,49%. These results indicate that the use of Zeolite and Portland cement is effective in increasing soil bearing capacity and reducing soil expansion potential.

Keywords: Stabilization, CBR, Zeolite, Portland Cement

4 DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Keaslian Penelitian	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	5
2.2 Keterkaitan Penelitian	11
 BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1 Tanah	12
3.2 Klasifikasi Tanah	13
3.21 Klasifikasi Tanah USCS	13
3.22 Klasifikasi Tanah AASHTO	14
3.3 Kadar Air	16
3.4 Berat Jenis Tanah	16
3.5 Batas-Batas <i>Atterberg</i> (<i>Atterberg Limit</i>)	17
3.5.1 Batas Cair	18
3.5.1 Batas Plastis	19

3.6 Analisa Besar Butir.....	20
3.7 Pemadatan Tanah.....	22
3.8 Stabilisasi Tanah.....	24
3.9 Zeolit.....	25
3.10 Semen Portland.....	29
3.11 CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	31
3.12 Pengujian Pengembangan (<i>Swelling</i>).....	33
3.13 Prosedur Pengambilan Data.....	33

18

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian.....	39
4.2 Jumlah Benda Uji Penelitian.....	41
4.3 Bahan Tambah Penelitian.....	41
4.4 Analisa Data.....	44
4.5 Prosedur Penelitian.....	45
4.6 Jadwal Penelitian.....	46

BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan.....	47
5.2 Hasil Pengujian Tanah Asli.....	49
5.2.1 <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP).....	49
5.2.2 Kadar Air.....	51
5.2.3 Batas Cair.....	52
5.2.4 Batas Plastis.....	54
5.2.5 Berat Jenis.....	56
5.2.6 Analisa Besar Butir.....	57
5.2.7 Pemadatan Standar.....	61
5.3 Hasil Pengujian Setelah Dicampur Dengan Bahan Tambah.....	62
5.3.1 Batas Cair.....	63
5.3.2 Batas Plastis.....	64
5.3.3 Berat Jenis.....	65
5.3.4 Pemadatan Standar.....	66
5.3.5 <i>California Bearing Ratio</i> (CBR).....	71

5.3.6 Pengujian <i>Swelling</i>	76
5.4 Perbandingan Kajian Saat Ini dengan Kajian Terdahulu	78
5.5 Tata Cara Pengaplikasian di Lapangan	84

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	86
6.2 Saran	87

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Jalan Raya Sobang Desa Cimanis	2
Gambar 2.1 Keterkaitan Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya	11
Gambar 3.1 Alat Piknometer	17
Gambar 3.2 Alat <i>Cassagrande</i>	18
Gambar 3.3 Alat Uji Batas Plastis	19
Gambar 3.4 Alat <i>Sieve Shaker</i>	20
Gambar 3.5 Alat Pemadatan	22
Gambar 3.6 Lokasi Zeolit Bayah	27
Gambar 3.7 Zeolit Bayah	28
Gambar 3.8 Semen <i>Portland</i> Tipe 1	30
Gambar 3.9 Alat CBR	32
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 5.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	47
Gambar 5.2 Zeolit Bayah	48
Gambar 5.3 Semen <i>Portland</i>	48
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Nilai DCP	50
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kumulatif Penetrasi dan Jumlah Pukulan	51
Gambar 5.6 Pengujian Batas Cair	52
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan	53
Gambar 5.8 Pengujian Batas Plastis	54
Gambar 5.9 Pengujian Berat Jenis	56
Gambar 5.10 Pengujian Analisa Besar Butir	58
Gambar 5.11 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering	62
Gambar 5.12 Grafik Batas Cair Tiap Variasi	63
Gambar 5.13 Grafik Batas Plastis Tiap Variasi	64
Gambar 5.14 Grafik Indeks Plastisitas Tiap Variasi	65
Gambar 5.15 Grafik Berat Jenis Tiap Variasi	66
Gambar 5.16 Pembuatan Sampel Pemadatan	67
Gambar 5.17 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi B	67

Gambar 5.18 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi C	68
Gambar 5.19 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi D	68
Gambar 5.20 Pembuatan Benda Uji	71
Gambar 5.21 Perendaman Benda Uji	71
Gambar 5.22 Pengujian CBR Laboratorium	72
Gambar 5.23 Grafik Nilai CBR Terhadap Nilai Densitas Kering	74
Gambar 5.24 Nilai CBR Desain Tiap Variasi	75
Gambar 5.25 Grafik Persentase Bahan Tambah terhadap Nilai Swelling	77
Gambar 5.26 Grafik Perbandingan nilai CBR <i>Soaked Zeolit</i>	79
Gambar 5.27 Grafik Perbandingan nilai CBR <i>Soaked Semen Portland</i>	80
Gambar 5.28 Grafik Perbandingan nilai CBR <i>Soaked Zeolit dan SP</i>	82
Gambar 5.29 Grafik Perbandingan nilai CBR <i>Soaked dan Unsoaked</i>	83

2 DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Positioning</i> Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 3.1 Klasifikasi USCS	14
Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	15
Tabel 3.3 Berat Jenis Tanah	17
Tabel 3.4 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	20
Tabel 3.5 Ukuran Saringan	21
Tabel 3.6 Unsur Utama Batuan Zeolit Bayah	28
Tabel 3.7 Penentuan Estimasi Persentase Semen Yang Dibutuhkan	31
Tabel 4.1 Jumlah Sampel Pengujian CBR	41
Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji Karakteristik Tanah	41
Tabel 4.3 Kebutuhan Tanah	43
Tabel 4.4 Kebutuhan Bahan Tambah	44
Tabel 4.5 Estimasi Waktu Penelitian	46
Tabel 5.1 Karakteristik Tanah Asli	49
Tabel 5.2 Hasil Pengujian DCP	50
Tabel 5.3 Klasifikasi dan Kegunaan Tanah Berdasarkan Nilai CBR	51
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kadar Air	52
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair	53
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Batas Plastis	55
Tabel 5.7 Hasil Perbandingan Nilai IP	55
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Berat Jenis	56
Tabel 5.9 Penentuan Berat Jenis Tanah	57
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Besar Butir	58
Tabel 5.11 Pengklasifikasian Butir Halus	59
Tabel 5.12 Pengklasifikasian LLR	60
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Pemadatan Standar	61
Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair	63
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Plastis	64
Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil Pengujian Indeks Plastisitas	64

Tabel 5.17 Standar Indeks Plastisitas untuk Perkerasan Jalan.....	65
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Jenis.....	66
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan.....	69
Tabel 5.20 Hasil Pengujian CBR Laboratorium Variasi B Z10%+SP10%.....	73
Tabel 5.21 Hasil Pengujian CBR Rencana Variasi B Z10%+SP10%	74
Tabel 5.22 Rekapitulasi Nilai CBR Tiap Variasi.....	75
Tabel 5.23 Kategori Nilai CBR Tiap Variasi.....	76
Tabel 5.24 Rekapitulasi Kategori Nilai CBR Tiap Variasi.....	76
Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai <i>Swelling</i> CBR <i>Soaked</i>	76
Tabel 5.26 Klasifikasi Nilai <i>Swelling</i> CBR <i>Soaked</i>	77
Tabel 5.27 Klasifikasi Pengembangan Berdasarkan Hasil Pengujian.....	78
Tabel 5.28 Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu.....	78
Tabel 5.29 Perbandingan Nilai CBR <i>Soaked</i> Semen <i>Portland</i>	80
Tabel 5.30 Perbandingan Nilai CBR <i>Soaked</i> Zeolit+ Semen <i>Portland</i>	81
Tabel 5.31 Perbandingan Nilai CBR <i>Soaked</i> dan <i>Unsoaked</i>	82
Tabel 5.32 Rekapitulasi Kebutuhan Stabilisasi Dilapangan	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah harus memiliki daya dukung yang memadai untuk menahan beban, karena tanah sangat penting untuk struktur dasar seperti bangunan, jembatan, dan perkerasan jalan. Namun, tanah dengan daya dukung yang rendah seringkali ditemukan di lapangan karena sifat tanah yang buruk, seperti kompresibilitas, permeabilitas, atau plastisitas (Soehardi dkk., 2017).

Karena kecepatan pembangunan infrastruktur, jumlah lahan yang tersedia semakin terbatas. Konstruksi di tanah lempung, yang merupakan jenis tanah lunak dengan daya dukung yang rendah dan kuat tekan yang rendah, sering menyebabkan berbagai masalah teknis, seperti penurunan konsolidasi, yang terjadi ketika beban tambahan di atas lapisan tanah mengalir keluar, menurunkan volume tanah (Alfian & Phelia., 2020).

Stabilisasi tanah merupakan upaya untuk meningkatkan karakteristik tanah. Penambahan bahan kimia tertentu dapat mengurangi sifat ekspansif dan plastis, sekaligus meningkatkan kekuatan serta mengurangi penurunan tanah. Salah satu metode untuk mengatasi kerusakan konstruksi akibat tanah yang tidak stabil adalah dengan penggunaan bahan alternatif. Dalam penelitian ini, Zeolit dan Semen Portland digunakan sebagai material stabilisasi (Hadi dkk., 2023).

Zeolit adalah mineral industri non-logam yang serbaguna yang digunakan sebagai bahan campuran untuk meningkatkan stabilitas tanah. Dalam bentuk campuran, zeolit mengandung mineral kristal alumina silikat (SiO_2) dalam jumlah antara 64,57% dan 81,83%. Kemampuan zeolit untuk mengikat agregat sangat membantu dalam menciptakan massa tanah yang kokoh untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan tekan tanah. Selain itu, zeolit memiliki kemampuan untuk mengikat agregat dengan sangat baik (Rian dkk., 2020). Zeolit dapat menyerap uap, gas, dan cairan serta bertukar kation. Zeolit juga sangat katalitik untuk berbagai reaksi kimia dan ramah lingkungan. Sifat dehidrasi zeolit memungkinkannya melepaskan molekul H_2O ketika dipanaskan. Struktur kerangka zeolit biasanya akan menyusut.

Molekul H_2O dalam zeolit berada pada posisi tertentu dan dapat dilepaskan kembali. Struktur berpori pada zeolit memungkinkan penyerapan molekul-molekul kecil atau yang berukuran sesuai dengan rongganya, sehingga zeolit dapat berperan sebagai adsorben sekaligus penyaring molekul (Rian dkk., 2015). Indonesia memiliki sumber daya zeolit alam yang sangat melimpah, dengan total cadangan mencapai 447.490 ton yang siap digunakan. Potensi terbesar terdapat di Bayah, Jawa Barat, sebesar 123.000.000 ton, sedangkan daerah lain dengan sumber daya signifikan meliputi Banten, Lampung, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Tapanuli Utara (Setiawan dkk., 2020).

Pada penelitian ini, tanah yang berasal dari Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, menunjukkan nilai CBR sebesar 2,25% berdasarkan hasil pengujian lapangan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Mengacu pada MDPJ (2017) Nomor 02/M/BM/2017, nilai CBR minimum untuk tanah dasar adalah 6%. Oleh karena itu, apabila nilai yang diperoleh berada di bawah batas tersebut, tanah tersebut perlu dilakukan proses stabilisasi.



Gambar 1.1 Jalan Raya Sobang Desa Cimanis

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Adapun penelitian sebelumnya mengenai stabilisasi tanah pernah diteliti oleh Kusuma dkk, (2023) memperoleh nilai CBR optimum pada penggunaan zeolit sebanyak 30% dengan waktu pemeraman 7 hari sebesar 21% akan tetapi pada

penggunaan variasi 40% dengan waktu pemeraman 7 hari mengalami penurunan nilai menjadi 20,15%. Selanjutnya Norouznejad dkk, (2021) mendapatkan nilai CBR optimum pada penggunaan zeolit sebanyak 30% zeolit dan penurunan nilai CBR pada penggunaan 60% zeolit dengan waktu pemeraman 28 hari. Selanjutnya Alfian, R dkk, (2020) mendapatkan nilai CBR optimum pada penggunaan zeolit 12% dengan waktu perendaman 4 hari. Selanjutnya Sorsa, A (2022) mendapatkan nilai CBR optimum pada penggunaan semen 14% dengan waktu perendaman 4 hari dan mengalami penurunan pada penggunaan semen 16%.

Hal tersebut mendorong penulis untuk meneliti tanah di Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten. Penelitian ini akan fokus pada stabilisasi tanah menggunakan campuran zeolit dengan persentase 10%, 15%, dan 20%, serta semen *portland* dengan persentase tetap 10% untuk semua variasi. Penelitian ini juga akan mencakup perendaman selama 4 hari untuk masing-masing variasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat tanah dan meningkatkan nilai CBR tanah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana sifat fisik dan klasifikasi tanah di Desa Cimanis, Kecamatan Sobang berdasarkan klasifikasi *Unified Soil Classification System*?
- Bagaimana pengaruh penambahan Zeolit dan Semen *Portland* dengan variasi persentase tanah asli 0% zeolit 0% semen *portland*, 10% zeolit 10% semen *portland*, 15% zeolit 10% semen *portland*, dan 20% zeolit 10% semen *portland* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR *soaked* dengan waktu perendaman 4 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- Mengetahui sifat fisik dan klasifikasi tanah di Desa Cimanis, Kecamatan Sobang berdasarkan klasifikasi *Unified Soil Classification System*.
- Mengetahui pengaruh penambahan Zeolit dan Semen *Portland* dengan persentase 10% zeolit 10% semen *portland*, 15% zeolit 10% semen *portland*,

dan 20% zeolit 10% semen *portland* sebagai bahan stabilitas tanah terhadap nilai *CBR Soaked* tanah lempung daerah Jalan Raya Sobang.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- b. Tanah diambil dari Desa Cimanis, Kecamatan Sobang Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten.
- c. Zeolit yang digunakan untuk pencampuran merupakan asli dari Bayah.
- d. Melakukan pengujian *CBR Soaked* pada sampel tanah sebelum dan sesudah dicampur Zeolit dan semen *Portland* untuk mendapatkan nilai *CBR Soaked* tanah dalam kondisi sebelum dan sesudah distabilisasi dengan menggunakan Zeolit dan semen *Portland*.
- e. Variasi persentase Zeolit dan semen *Portland* dengan variasi A persentase tanah asli 0% Z+0% SP, Variasi B 10% Z+ 10% SP, Variasi C 15% Z+ 10% SP, dan Variasi D 20% Z+ 10% SP.
- f. Waktu perendaman yang dilakukan selama 4 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengumpulkan data teknis dan memberikan solusi untuk memperbaiki tanah Desa Cimanis melalui stabilisasi dengan bahan tambahan zeolit dan semen *portland*, menjelaskan bagaimana penambahan zeolit memengaruhi nilai *CBR* tanah, dan bagaimana perbedaan persentase zeolit dan semen *portland* memengaruhi daya dukung tanah, dan mengusulkan zeolit sebagai bahan tambahan alternatif untuk proses perbaikan tanah.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian ini mengkaji pengaruh stabilisasi tanah menggunakan zeolit Bayah dan semen *portland* terhadap nilai *CBR soaked* dengan studi kasus di Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang. Karena topik ini belum pernah dilakukan sebelumnya, penelitian ini merupakan studi asli dan dapat dijadikan referensi penelitian selanjutnya.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memanfaatkan tinjauan dari beberapa studi terdahulu yang mengangkat permasalahan serupa, tetapi dengan variasi dalam persentase pencampuran dan metode pengujian. Tinjauan ini bertujuan untuk memperoleh informasi relevan yang akan menjadi landasan penelitian. Berikut adalah beberapa tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu yang relevan :

- a. "Pengaruh Penambahan Zeolit Pada Karakteristik Geoteknik Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Semen". Yang diteliti oleh (Kaharu et al., 2025) dari Universitas Sam Ratulangi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 3 variasi yaitu 3%, 5%, dan 7%. Dari hasil penelitian dengan persentase zeolite 3%, 5%, dan 7% dengan semen 7% didapatkan nilai CBR Optimum pada kadar zeolit 7% dan semen 7% dengan nilai CBR 23,44% dengan nilai Kadar Air+bentonite 15% yaitu 3,91%, Berat Jenis 2,247%, Batas Cair (LL) 81,230%, Batas Plastis (PL) 29,968%, dan Indeks Plastisitas (IP) 51,262%.
- b. "Effect of Adding Zeolitic Tuff on Geotechnical Properties of Stabilized Expansive Soil". Yang diteliti oleh (Rabbab'ah dkk., 2021) dari Universitas Sains & Teknologi Yordania. Pada penelitian tersebut Rabbab'ah melakukan penelitian dengan menggunakan variasi campuran zeolit 10%, 20%, 25% dan 30% serta kapur dengan variasi 2%, 4% dan 6%. Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa perbandingan bahan tambah 20% menjadi 30% berupa batas cair didapat nilai 77,9% menjadi 64,8%, batas plastis 34,8% menjadi 44,2%, indeks plastisitas 43,1% menjadi 22,3% dan nilai *swelling* mengalami penurunan dari 4% ke 2% pada penambahan kapur 2% sehingga dapat digunakan pada aplikasi subbase perkerasan jalan.
- c. "Experimental Study Of Soft Soil Stabilization Using Zeolite On Dry-Wet Cycles." Yang diteliti oleh (Fauziah & Maricar, 2020) dari Muslim University of Indonesia. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 4 variasi campuran yaitu 0%, 3%, 6% dan 9%. Dari hasil penelitian dengan persentase zeolite 0%, 3%, 6% dan 9% didapat nilai CBR Optimum pada variasi zeolit 9% dengan nilai

CBR 2,961%, dengan nilai Batas Cair (LL) 61,19%, Batas Plastis (PL) 28,37%, Indeks Plastisitas 32,82% dengan nilai hasil pengujian pemadatan dengan kadar air optimal 30,76% dan kepadatan kering maksimum 1,41 gr/cm³.

- d. "Pengaruh Zeolit Terhadap Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Pengujian *California Bearing Ratio Method*". Yang diteliti oleh (Alfian & Phelia, 2020) dari Universitas Lampung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi zeolit 6%, 8%, 10% dan 12%. Dari hasil penelitian dengan persentase 0%, 6%, 8%, 10% dan 12% didapatkan nilai CBR Optimum pada variasi zeolite 12% yaitu dengan nilai CBR 1,45%, didapatkan nilai Berat Jenis 2,213 pada tanah asli dan mengalami penurunan seiring ditambahnya persentase zeolit, dengan nilai Batas Cair (LL) 89,52%, Batas plastis (PL) 52,48%, Indeks Plastisitas 37,04%, Kadar Air Optimum 31,4% dan Berat Kering Maksimum 1,19 gram/cm³.

- e. "Stabilisasi Tanah Rawa Menggunakan Zeolit Bayah Terhadap Nilai *California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked*". Yang telah diteliti oleh (Kusuma dkk., 2023) dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi campuran 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Hasil yang diperoleh didapat nilai CBR optimum pada penggunaan Zeolit 30% dengan lama waktu pemeraman 7 hari. Nilai CBR tanah asli yang mula sebesar 2,87%, setelah dilakukan stabilisasi menjadi sebesar 25,44%. Didapat perbandingan nilai tanah asli pada pemeraman 0 hari dengan penambahan 40% zeolit untuk Berat Jenis Yaitu 2,503 Menjadi 2,125, Batas Cair 58,5% Menjadi 30,65%, Batas Plastis 24,33% menjadi 15,07%, pemadatan dengan Kadar Air Optimum 28% dan Berat Isi Kering 1,09 G/Cm³.

Tabel 2.1 *Positioning Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya*

No.	Peneliti	Judul	Bahan Aditif	Metode Pengujian	Hasil
1	Fitriyanti Kaharu, Joice Elfrida Wiani, Oktovian dan Bertly Alexander Sompie (2025)	Pengaruh Penambahan Zeolit Pada Karakteristik Geoteknik Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Semen	Zeolit dan Semen	Pengujian Sifat Fisik Tanah dan CBR <i>Soaked</i>	Dari hasil penelitian dengan persentase zeolit 3%, 5%, dan 7% dengan semen 7% didapatkan nilai CBR Optimum pada kadar zeolite 7% dan semen 7% dengan nilai CBR 23,44% dengan nilai Kadar <i>Atterberg</i> 1,5%, yaitu 3,91%, Berat Jenis 2,247%, Batas Cair (LL) 81,230%, Batas Plastis (PL) 29,968%, Dan Indeks Plastisitas (IP) 51,262%
2	Samir R Rabab'ah A, Madhar M Taamneh, Hussein M Abdallah,	<i>Effect of Adding Zeolitic Tuff on Geotechnical</i>	Zeolit	Pengujian Sifat Fisik dan CBR <i>Soaked</i> .	Berdasarkan hasil penelitian dengan persentase zeolit 10%, 20%, 25% dan 30% didapatkan nilai CBR Optimum pada kadar

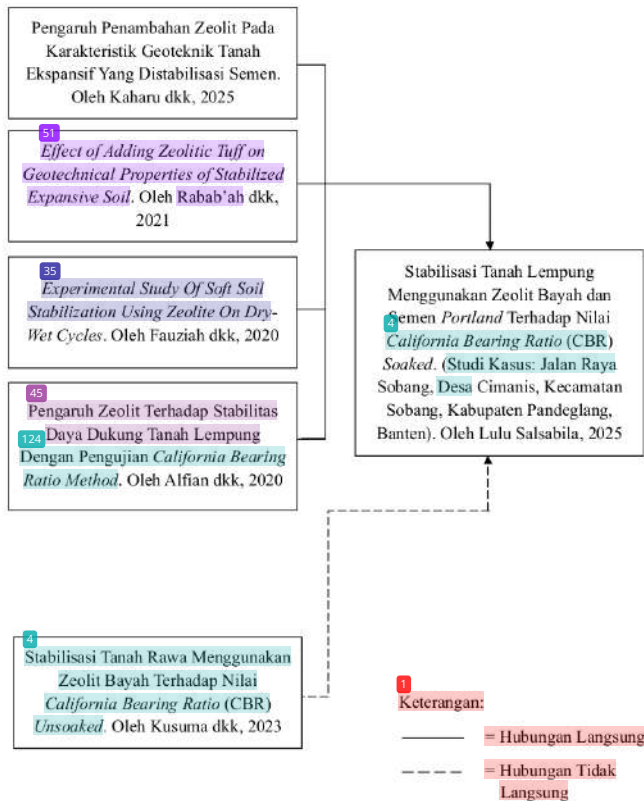
	Osama K Nusier dan Laith Ibdah (2021)	<i>Properties of Stabilized Expansive Soil</i>			zeolite 30% dengan nilai CBR 25 11%, dengan nilai Batas Cair (LL) 77,9%, Batas Plastis (PL) 35,5%, Indeks Plastisitas 42,4% dan Berat Jenis 2,73.
3	35 Siti Fauziah B dan Muhammad Husni Maricar (2020)	<i>Experimental Study Of Soft Soil Stabilization Using Zeolite On Dry-Wet Cycles</i>	Zeolit	Pengujian Sifat Fisik dan Uji CBR	Dari hasil penelitian dengan persentase zeolite 0%, 3%, 6% dan 9% didapat nilai CBR optimum pada variasi zeolit 9% dengan nilai CBR 2,961%, 25 dengan nilai Batas Cair (LL) 61,19%, Batas Plastis (PL) 28,37%, Indeks Plastisitas 32,82% dengan nilai hasil pengujian pemadatan dengan Kadar Air Optimal 30,76% dan

					Kepadatan Kering Maksimum 1,41 gr/cm ³ .
4	61 Rian Alfian dan Arlina Phelia (2020)	Pengaruh Zeolit Terhadap Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Pengujian California Bearing Ratio Method	Zeolit	Pengujian Sifat Fisik dan Uji CBR	Dari hasil penelitian dengan persentase 0%, 6%, 8%, 10% dan 12% didapatkan nilai CBR Optimum pada variasi zeolit 12% yaitu dengan nilai CBR 1,45%, didapatkan nilai berat jenis 2,213 pada tanah asli dan mengalami penurunan seiring diambahnya persentase zeolit, dengan nilai Batas Cair (LL) 89,52%, Batas Plastis (PL) 52,48%, Indeks Plastisitas 37,04%, Kadar Air Optimum 31,4% dan Berat Kering Maksimum 1,19 gram/cm³.

5 Rama Indera K., Woelandani F dan M Fikri Arkan (2023)	Stabilisasi Tanah Rawa Menggunakan Zeolit Bayah Terhadap Nilai <i>California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked</i>	Zeolit	Uji Karakter Fisik Berupa Uji Kadar Air, Berat Jenis, Batas Cair dan Plastis, Analisis Besar Butiran, Pemadatan Tanah dan CBR.	Dari hasil penelitian dengan persentase zeolit 10%, 20%, 30% dan 40% didapat nilai CHR optimum pada peneraman 0 hari persentase 30% yaitu 15,05% dan mengalami penurunan pada persentase 40% menjadi 14,15%. Berat Jenis yaitu 2,503 menjadi 2,125, Batas Cair 58,5% menjadi 30,65%, Batas Plastis 7 24,33% menjadi 15,07%, pemadatan dengan Kadar Air Optimum 28% dan Berat Isi Kering 1,09 g/cm³.
---	--	---------------	---	---

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

2.2 Keterkaitan Penelitian



Gambar 2.1 Keterkaitan Penelitian Tugas Akhir Terhadap Penelitian Sebelumnya
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Tanah merupakan campuran mineral, bahan organik, dan endapan lepas yang terbentuk di atas batuan dasar. Tanah berasal dari pelapukan batuan induk melalui proses fisik maupun kimiawi. Proses fisik menghasilkan partikel kecil akibat erosi atau cuaca, sedangkan pelapukan kimiawi membentuk partikel koloid ($< 0,002 \text{ mm}$) yang dikenal sebagai mineral lempung (Muchui Mugambi dkk., 2024). Tanah memiliki butiran padat dan rongga pori. Rongga pori pada tanah yang tidak jenuh air memiliki udara dan air, tetapi pada tanah yang jenuh air, rongga pori tersebut penuh dengan air (Hardiyatmo., 2022).

Tanah selain memiliki fungsi sebagai bahan bangunan juga berfungsi sebagai pendukung pondasi. Pelapukan batuan menghasilkan butiran mineral yang membentuk bagian padat tanah (Zaliha dkk., 2020). Semua butiran padat memiliki ukuran yang berbeda, dan variabel seperti ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran tersebut sangat memengaruhi sifat fisik tanah (L. Braja dkk., 2020).

Menurut (L. Braja dkk., 2020) Secara umum, tanah dikategorikan berdasarkan ukuran partikel yang paling dominan di dalamnya:

- Kerikil (*Gravel*), Material berupa pecahan batuan dan partikel mineral dengan ukuran antara 5 mm hingga 150 mm.
- Pasir (*Sand*) Tersusun dari mineral kuarsa, feldspar, dan fragmen batuan dengan ukuran antara kurang dari 1 mm hingga 5 mm
- Lanau (*Silt*) adalah Partikel halus berukuran $0,002 - 0,074 \text{ mm}$, terdiri dari kuarsa dan partikel pipih mikroskopis.
- Lempung (*Clay*), Berisi partikel sangat halus ($< 0,002 \text{ mm}$) seperti mika dan mineral lempung. Bersifat ekspansif jika mengandung mineral natrium karena daya serap airnya tinggi.

Lempung terbentuk dari kombinasi aluminosilikat hidrat dan ion logam, Tanah ekspansif yang mengandung mineral natrium memiliki daya serap air tinggi sehingga mengalami peningkatan volume (Al-naje dkk., 2020).

3.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan metode untuk mengelompokkan berbagai jenis tanah yang memiliki sifat serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan penggunaannya. Sistem ini dirancang agar mudah dipahami, serta memberikan gambaran umum tentang karakteristik tanah tanpa memerlukan penjelasan secara mendetail (L Braja dkk., 2020). Dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan adalah Sistem Unified (USCS) dan AASHTO. Keduanya menggunakan parameter indeks tanah sederhana, seperti distribusi ukuran butir, batas cair, dan indeks plastisitas. Namun, sistem AASHTO lebih difokuskan untuk kebutuhan perencanaan dan pembangunan jalan raya (Hardiyatmo., 2022).

3.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

Sistem ini diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk mendukung pembangunan lapangan terbang oleh *Army Corps of Engineers* selama Perang Dunia II. Pada tahun 1952, sistem ini disempurnakan melalui kolaborasi dengan *United States Bureau of Reclamation* (L Braja dkk., 2020).

Menurut (L Braja dkk., 2020) Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kategori utama, yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar (*Coarse-Grained Soil*) mencakup pasir dan kerikil, dengan kandungan partikel yang lolos ayakan No. 200 kurang dari 50%. Simbol klasifikasinya diawali huruf G untuk kerikil (*gravel*) dan S untuk pasir (*sand*).
- b. Tanah Berbutir-Halus (*Fine-Grained Soil*), merupakan jenis tanah yang lebih dari 50% berat totalnya lolos ayakan No. 200. Pada klasifikasi ini, simbol PT digunakan untuk gambut, *muck*, dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Huruf M menunjukkan jenis lanau atau lempung anorganik, sedangkan huruf O digunakan untuk lanau dan lempung organik.

Selain itu juga pada klasifikasi tanah USCS terdapat tanah dengan kandungan organik yang sangat tinggi, yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuhan yang terkandung didalamnya seperti gambut (*peat*) yang disimbolkan dengan PT, *muck* (tanah rawa) dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi (Sukirman., 1992).

Tabel 3.1 Klasifikasi USCS

Divisi Utama	Simbol	Nama Utama	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar: 50% lebih banyak dari ukuran No. 20	Kerikil 5/16" - 3/8" (kerikil kasar) terlebih banyak No. 4	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
		Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil berbutir, campuran kerikil-pasir-lumpur	
		Kerikil berlapang, campuran kerikil-pasir-lumpur	
	Pasir 3/8" - 4.75 mm (pasir halus) lebih banyak No. 4	Pasir bergradasi-baik, pasir berbutir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		Pasir bergradasi-buruk, pasir berbutir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Pasir berbutir, campuran pasir-lumpur	
		Pasir berlapang, campuran pasir-lumpur	
		Pasir berbutir, campuran pasir-lumpur	
		Pasir berlapang, campuran pasir-lumpur	
Tanah berbutir halus: 50% atau lebih lebih banyak No. 200	Lempung berbutir halus: 5% atau lebih lebih banyak No. 200	Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang berlandaskan dalam tanah berbutir halus dan kasar, Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di atas berarti bahwa klasifikasinya menggunakan dua simbol.
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	
	Lempung berbutir halus: 5% atau lebih lebih banyak No. 200	Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	Batas ChL LL (%) Garis A: PI = 0.73 (LL-20)
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	
		Lempung berbutir halus, pasir halus, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran kasar	

(Sumber: Hardiyatno, 1996)

3.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) digunakan terutama untuk pekerjaan konstruksi jalan,

seperti *subgrade*, *base*, dan *sub-base*. Tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok (A-1 hingga A-7) berdasarkan ukuran butiran dan batas *Atterberg*. Kelompok A-1 hingga A-3 mencakup tanah granuler, sedangkan A-4 hingga A-7 terdiri dari lanau dan lempung yang lolos saringan No. 200 (Hardiyatmo., 2022). Menurut (L. Braja dkk., 2020) sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria berikut:

a. Ukuran butiran

Kerikil merupakan partikel tanah yang berukuran antara 75 mm hingga 2 mm, tertahan di saringan No. 20. Pasir berukuran antara 2 mm hingga 0,075 mm, tertahan di saringan No. 200. Adapun lanau dan lempung merupakan partikel halus yang lolos dari saringan No. 200.

b. Plastisitas

Penamaan "berlanau" diberikan pada tanah yang memiliki fraksi halus dengan indeks plastisitas (*Plasticity Index*/PI) sebesar 10 atau kurang. Sebaliknya, jika fraksi halus tersebut memiliki indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih, maka tanah tersebut diklasifikasikan sebagai "berlempung".

Jika terdapat batuan berukuran lebih dari 75 mm dalam sampel tanah yang akan diklasifikasikan, maka batuan tersebut harus disingkirkan terlebih dahulu. Meskipun demikian, persentase batuan yang dikeluarkan tetap harus dicatat dan dilaporkan.

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler ($\geq 75\%$ lolos saringan no. 200)						Tanah-tanah lemas-lempung ($\geq 35\%$ lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-2		A-3		A-4		A-5	
	A-1-a	A-1-b	A-2-a	A-2-b	A-2-c	A-2-d	A-3	A-4	A-5	A-5-a / A-5-b
Ukuran saringan (75 mikron)	20 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukuran saringan (425 mikron)	30 maks	50 maks	80 maks	80 maks	80 maks	80 maks	30 maks	30 maks	30 maks	30 maks
Ukuran saringan (2000 mikron)	15 maks	25 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Ukuran saringan (425 mikron) / 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukuran saringan (425 mikron) / 40	-	-	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks
Indeks plastisitas (PI)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipe material yang dipakai pada permukaan	Pavimen beton	Pavimen beton	Pavimen beton	Pavimen beton	Pavimen beton	Pavimen beton	Tanah berlanau	Tanah berlanau	Tanah berlanau	Tanah berlanau
Peralatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk			

Catatan:
 Kelompok A-7 dibatasi A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisitas (PI).
 Untuk PI ≥ 10 , klasifikasi A-7-5.
 Untuk PI < 10 , klasifikasi A-7-6.
 Ng = Nonplastic

(Sumber: Braja M.Das, 1996)

3.3 Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran padat (W_s) dalam tanah, yang dinyatakan dalam bentuk persentase (Hardiyatmo, 2002).

$$\text{Kadar Air Tanah (v)} = \left(\frac{\text{Berat Air (} W_w \text{)}}{\text{Berat Tanah (} W_s \text{)}} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\text{Kadar Air} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Tanah lebih mudah dipadatkan pada kadar air tertentu karena air membantu merapatkan butir tanah, namun kelebihan air dapat menurunkan kepadatan maksimum. Hanya udara yang dapat dikurangi dari volume tanah selama pemadatan jika volume air meningkat, kepadatan tanah yang paling besar akan berkurang. Tanah yang terlalu jenuh air sulit dipadatkan. Kadar air ideal menghasilkan pemadatan maksimal dan berat volume kering tertinggi pada tiap jenis tanah (Sihotang dkk., 2023). Disarankan untuk menggunakan air murni saat melakukannya, seperti saat mengerjakan beton; air tidak boleh mengandung alkali, garam, atau bahan organik yang berlebihan. Kadar air dihitung berdasarkan persyaratan kepadatan. Air yang diperlukan untuk menghidrasi hanya sekitar 1/4 berat semen yang diperlukan. Semen biasanya dipadatkan untuk mengurangi sedikit kepadatan tanah setelah ditambahkan. Pengaruh sekunder dari kadar air terkait dengan penghancuran tanah (Hardiyatmo., 2022).

3.4 Berat Jenis Tanah

Berat spesifik tanah, biasanya ditunjukkan dalam satuan tanpa dimensi, adalah rasio massa jenis partikel tanah (massa per unit volume) terhadap massa jenis air pada suhu tertentu. Ini adalah ukuran kerapatan partikel padat tanah tanpa memperhitungkan ruang kosong di antara mereka. Nilai ini tidak hanya memberikan informasi tentang jenis mineral dan komposisi tanah, tetapi juga membantu dalam menghitung sifat tanah lainnya seperti volume kosong dan kapasitas dukung (Hardiyatmo, 2002). Secara berat jenis tanah dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_t}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (3.3)$$

$$W_t = W_2 - W_1 \quad (3.4)$$

Dimana:

Gs = Berat Jenis tanah (g/cm³)

Wt = Berat tanah (gram)

W1 = Berat piknometer (gram)

W2 = Berat piknometer + contoh (gram)

W3 = Berat piknometer + air + tanah pada temperature 20°C (gram)

W4 = Berat piknometer + air pada 20°C (gram)

Tabel 3.3 Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau Anorganik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

Standar SNI 1964-2008 mengatur prosedur pengujian untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan 4,75 mm (No. 4) menggunakan alat piknometer. Nilai berat jenis tanah ini memengaruhi berbagai faktor, seperti kekuatan tanah, berat jenis tanah itu sendiri, serta proses sedimentasi dan pergerakan partikel oleh air.



Gambar 3.1 Alat Piknometer

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

3.5 Batas-Batas Atterberg (Atterberg Limit)

Konsistensi tanah kohesif pada kondisi ini biasanya digambarkan dalam istilah lunak, sedang, atau kaku. Secara umum, tanah kohesif (seperti lempung) akan

menjadi lebih lunak seiring dengan meningkatnya kadar air. Tiga parameter kadar air penting untuk menggambarkan perilaku tanah berbutir halus, yaitu kadar air alami, batas cair, dan batas plastis. Atterberg (1991) mengklasifikasikan kondisi fisik tanah lempung pada kadar air tertentu menjadi empat, yakni Padat, Semi Padat, Plastis, dan Cair. Perbedaan kondisi ini ditentukan oleh Batas Susut (*Shrinkage Limit/SL*), Batas Plastis (*Plastic Limit/PL*), dan Batas Cair (*Liquid Limit/LL*), yang dikenal sebagai Batas-Batas Atterberg (Hardiyatmo, 2002).

3.5.1 Batas Cair

Batas cair merupakan kadar air pada titik peralihan antara keadaan plastis dan cair, yang menandai batas atas dari daerah plastis tanah (Hardiyatmo., 2002). Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan kadar air pada titik di mana tanah berubah dari keadaan semi-cair menjadi plastis. Batas cair juga berfungsi sebagai penentu kadar air pada sampel tanah (Pertiwi dkk., 2023). Hasil uji batas cair digunakan untuk menentukan konsistensi, perilaku material, dan sifat tanah kohesif. Konsistensi tanah sangat dipengaruhi oleh nilai batas cair, yaitu kadar air pada titik peralihan antara kondisi cair dan plastis. Tanah dianggap berada pada batas cair jika, saat diuji dengan alat Cassagrande, dua bagian tanah yang terpisah oleh alur selebar 2 mm dapat menutup kembali sepanjang 12,7 mm setelah menerima 25 pukulan dengan frekuensi 2 pukulan per detik (SNI 1967-2008).



Gambar 3.2 Alat Cassagrande

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Menurut (Hardiyatmo., 2002) *Waterways Experiment Station* di *Vicksburg, Mississippi*, pada tahun 1949 mengusulkan persamaan Cassagrande untuk menentukan batas cair tanah sebagai berikut:

$$LL = W_N \times \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \text{ atau } LL = k \cdot W_N \quad (3.5)$$

Dengan

LL = Batas cair terkoreksi untuk tertutupnya alur pada 25 pukulan (%)

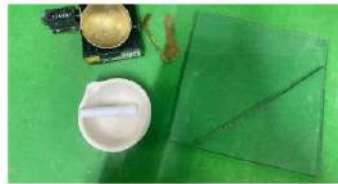
N = Jumlah pukulan sampai tertutupnya alur pada kadar air tertentu

W_N = Kadar Air (%)

K = Faktor Koreksi Yang Terdapat Pada (SNI 1967:2008)

3.5.2 Batas Plastis

Batas plastis adalah kadar air minimum di mana tanah berubah dari kondisi plastis menjadi semi-padat. Nilai ini diperoleh saat silinder tanah dengan diameter 3,2 mm mulai retak saat digulung (Hardiyatmo., 2002).



Gambar 3.3 Alat Uji Batas Plastis

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air tanah dalam persen pada batas antara kondisi plastis dan semi-padat (Pertiwi dkk., 2023). Berikut adalah rumus untuk menghitung batas plastis:

$$\text{Batas Plastis} = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Indeks Plastisitas (*Plasticity Index, PI*) adalah selisih antara batas plastis dan batas cair tanah, yang menggambarkan rentang kadar air di mana tanah mempertahankan sifat plastisnya yang menunjukkan seberapa mudah tanah dapat mengalami deformasi tanpa retak (L Braja dkk., 2020). Berikut persamaan indeks plastisitas.

$$PI = LL - PL \quad (3.7)$$

Indeks Plastisitas (PI) menunjukkan seberapa plastis suatu tanah. Tanah dengan nilai PI yang tinggi mengandung banyak butiran lempung dan memiliki

kemampuan plastisitas yang lebih besar. Sebaliknya, tanah dengan nilai PI yang rendah, seperti tanah lanau, dapat kering karena kadar air yang rendah, mengurangi plastisitas tanah (Hardiyatmo., 2002).

²
Tabel 3.4 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

3.6 Analisa Besar Butir

Ukuran analisa butiran menentukan sifat tanah, nama dan klasifikasi tanah didasarkan pada besarnya butiran. Analisis ukuran butiran tanah adalah proses menentukan persentase berat partikel tanah yang lolos pada saringan dengan ukuran tertentu. Untuk tanah berbutir kasar, komposisi teksturnya biasanya dianalisis menggunakan serangkaian saringan dengan berbagai ukuran lubang, yang dikenal sebagai analisis saringan (*sieve analysis*) (Hardiyatmo., 2022). Analisis saringan dilakukan dengan mengayak tanah menggunakan serangkaian ayakan berukuran berurutan dan semakin kecil, yang digetarkan untuk memisahkan partikel. Prosedur ini diterapkan pada tanah yang tertahan di saringan No. 200.



Gambar 3.4 Alat *Sieve Shaker*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Persentase berat butir tanah yang tertahan pada saringan pada ukuran lubang tertentu dapat dihitung dengan melakukan analisis berat butir tanah. Karena ukuran

butir sangat memengaruhi sifat tanah, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tanah butir kasar berdasarkan kurva distribusi ukuran butir dan koefisien keseragaman (Cu) (Thanara., 2023). Butir tanah yang berukuran lebih halus dari 0,06 mm dapat diidentifikasi melalui hasil pengujian dilatasi atau batas Atterberg. Persentase berat partikel dihitung dalam berbagai ukuran, dan teknik pengayakan adalah cara terbaik untuk melihat distribusi ukuran partikel (Rizky., 2025).

$$\% \text{Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah} + \text{Saringan}} \times 100\% \quad (3.8)$$

Tabel 3.5 Ukuran Saringan Yang Digunakan Untuk Analisis Ukuran Partikel

ASTM Vol. 14.02		BSI, BS-410	
No. Saringan	Ukuran (mm)	No. Saringan	Ukuran (mm)
3/4"	19,00		
#4	4,76		
5	4,00	#5	3,353
6	3,36	6	2,812
7	2,83	7	2,411
8	2,38	8	2,057
10	2,00	10	1,676
12	1,68	12	1,405
14	1,41	14	1,204
16	1,19	16	1,003
18	1,00	18	0,853
20	0,841	22	0,699
25	0,707	25	0,599
30	0,595	30	0,500
35	0,500	36	0,422
40	0,420		
45	0,354	44	0,353
50	0,297	52	0,295
60	0,250	60	0,251
70	0,210	72	0,211
80	0,177	85	0,78
100	0,149	100	0,152
120	0,125	120	0,124
140	0,105	150	0,104
170	0,088	170	0,089
200	0,074	200	0,076
230	0,063	240	0,066
270	0,053	300	0,053
325	0,044		
400	0,037		

(Sumber : Hardiyatmo, 1992)

3.7 Pemadatan Tanah

Pemadatan biasa dilakukan ketika tanah lapangan perlu diperbaiki, terutama ketika digunakan untuk timbunan. Dengan meningkatkan ruang kosong di antara partikel tanah, pemadatan meningkatkan kekuatan, stabilitas, dan daya dukung tanah (Hardiyatmo, 2002). Pengujian pemadatan bertujuan menentukan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum tanah. Pemadatan modifikasi dan pemadatan standar adalah dua prosedur uji pemadatan yang paling umum digunakan di laboratorium.



Gambar 3.5 Alat Pemadatan

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengeringan adalah langkah pertama dalam pemadatannya, diikuti oleh penambahan air, sebelum akhirnya dapat digabungkan dengan bahan stabilisasi. menambahkan kadar air untuk menghasilkan kepadatan yang meningkat melalui berbagai tumbukan (Halim Muqorrobin & Yusa., 2018). Menurut (Hardiyatmo, 2002) Berikut tujuan dari pemadatan tanah:

- a. Meningkatkan kekuatan geser tanah, Pemadatan meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan gaya geser, sehingga tanah lebih stabil dan dapat mendukung beban dengan lebih baik.
- b. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas), Dengan pemadatan, tanah menjadi lebih padat dan kurang mudah mengalami kompresi atau penurunan ketika diberi beban.
- c. Mengurangi permeabilitas, Pemadatan dapat mengurangi porositas tanah, sehingga mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap dan mengalirkan air.
- d. Mengurangi perubahan volume akibat perubahan kadar air, Tanah yang telah dipadatkan mengalami perubahan volume yang lebih sedikit ketika kadar airnya berubah, sehingga mengurangi risiko deformasi atau penurunan tanah.

93

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemadatan:

- a. Kadar air. Harga berat volume kering akan turun jika kadar air kurang atau lebih dari ideal.
- b. Jenis tanah, berpengaruh pada kadar udara ideal dan berat volume kering.
- c. Cara pemadatan dan energi pemadatan
 - 1) Energi pemadatan meningkat seiring dengan harga berat volume kering maksimum tanah dan hasil pemadatan.
 - 2) Peningkatan energi pemadatan menyebabkan penurunan harga kadar air optimum.

102

Uji pemadatan tanah melibatkan pengukuran kadar air, berat isi kering, dan kepadatan. Rumus untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung berat isi basah tanah

$$\gamma = \frac{B_2 - B_1}{V} \quad (3.9)$$

di mana:

γ = berat isi basah (gram/cm³)

B_1 = berat cetakan dan keping alas (gram)

B_2 = berat cetakan dan keping alas dan benda uji (gram)

- b. Menghitung kadar air benda uji

$$W = \frac{(A - B)}{B - C} \times 100\% \quad (3.10)$$

di mana:

W = Kadar udara (%)

A = Massa cawan dan benda uji basah (gram)

B = Massa cawan dan benda uji kering (gram)

C = Massa cawan (gram)

- c. Menghitung kepadatan (berat isi) kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{(100 + w)} \times 100\% \quad (3.11)$$

γ_d = Kepadatan kering (gram/cm³)

γ = Kepadatan basah (gram/cm³)

w = Kadar air (%)

d. Menghitung kepadatan (berat isi) kering untuk derajat kejenuhan 100%

$$\gamma_d = \frac{(G_s \gamma_w)}{(100 + G_s w)} \times 100\% \quad (3.12)$$

γ_d = Kepadatan kering (gram/cm³)

γ_w = Kepadatan air (gram/cm³)

w = Kadar air (%)

G_s = Berat jenis tanah

3.8 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan proses penambahan bahan ke tanah guna meningkatkan sifat teknis seperti plastisitas, kekuatan, tekstur, dan kemampuan pengerjaan sehingga sesuai dengan persyaratan teknis (Fathonah et al., 2025). Proses stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan mencampur tanah asli dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang sesuai, atau dengan menambahkan bahan buatan pabrik untuk memperbaiki sifat teknis tanah (Hardiyatmo., 2022).

Stabilitas tanah adalah teknik yang memanfaatkan perlakuan khusus pada lapisan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan beban struktural, mengurangi penurunan lapisan tanah dengan mengurangi penurunan atau deformasi tanah, dan menurunkan permeabilitas dan potensi pembengkakan (*swelling*) dengan mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air dan membengkak (Panguriseng., 2001). Teknik stabilisasi tanah telah terbukti efektif dalam mengubah tanah lempung dan tanah berbutir halus berlumpur yang lemah untuk meningkatkan sifat-sifatnya, termasuk kekuatan, plastisitas, kompresibilitas, konduktivitas, hidrolik, dan daya tahanan (Rabab'ah dkk., 2021).

Dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material lokal melalui stabilisasi mekanis atau penambahan bahan tambah ke dalam tanah (Hardiyatmo, 2022). Pada umumnya, saat membangun perkerasan jalan, tanah dasar dengan CBR < 2 harus distabilisasi. Stabilisasi dapat meningkatkan kapasitas dukung tanah-dasar (*subgrade*) dan mengurangi ketebalan komponen perkerasan. Untuk mengurangi debu, campuran tanah dengan bahan tambah dapat digunakan. Beberapa bahan tambah dapat mengatur kelembapan

tanah, mempermudah pengerjaan, dan memungkinkan pemadatan yang optimal terutama pada musim kemarau (Hardiyatmo., 2022).

Setiap lapisan dalam perancangan perkerasan jalan harus memenuhi standar kualitas tertentu dan memiliki kemampuan menahan gaya geser serta lendutan berlebih untuk mencegah retak maupun kerusakan pada lapisan di atasnya. Setelah dilakukan stabilisasi, kualitasnya meningkat dan lapisan dalamnya memiliki kapasitas untuk menyalurkan beban ke area yang lebih luas. Akibatnya, lapisan perkerasan yang diperlukan menjadi lebih tipis (Hardiyatmo., 2022).

Menurut Hardiyatmo, 2022 stabilisasi tanah dibagi menjadi dua yaitu:

a. Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis adalah proses pencampuran dua jenis tanah dengan gradasi berbeda untuk memperoleh material yang memiliki kekuatan tertentu. Setelah dicampur, tanah tersebut dihamparkan dan dipadatkan. Lambe (1962) menyatakan bahwa Stabilisasi mekanis mencakup dua metode perubahan sifat tanah, yaitu penyusunan ulang partikel tanah melalui proses pemadatan, serta penambahan atau pengurangan partikel tanah, seperti pencampuran lempung berpasir dan kerikil untuk memenuhi daya dukung tanah dasar pada proyek jalan tertentu.

b. Stabilisasi dengan Bahan Tambah

Stabilisasi dengan bahan tambah, yang juga dikenal sebagai stabilisasi kimiawi, bertujuan meningkatkan sifat teknis tanah melalui pencampuran dengan bahan tertentu dalam proporsi yang telah ditentukan. Jika tujuan utama adalah untuk memperbaiki gradasi, plastisitas, dan kemudahan pengerjaan, maka jumlah bahan tambah yang digunakan relatif sedikit. Tapi stabilisasi memerlukan lebih banyak bahan jika ingin mengubah tanah menjadi kuat. Material yang telah dicampur dengan bahan tambahan harus dihamparkan dengan baik dan dipadatkan. Contoh bahan tambah adalah aspal, kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*), aspal (bitumen) dan lain-lain.

3.9 Zeolit

Zeolit terbentuk dari endapan abu vulkanik yang bereaksi dengan air sehingga terbentuknya batuan tuffa terjadi jutaan tahun yang lalu (Sosial dkk., 2025). Zeolit

merupakan material berstruktur berongga dengan pori-pori berukuran tertentu, yang biasanya terisi oleh air dan kation yang bersifat dapat dipertukarkan (Muhiddin & Tangkeallo, 2020). Zeolit memiliki komposisi kimia utama berupa silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), yang dikenal sebagai alumino-silikat. Struktur ini terikat dengan unsur alkali atau alkali tanah yang bersifat lemah (Sosial et al., 2025b). Zeolit membentuk struktur tetrahedral, yang mana zeolit mempunyai rumus $\text{M}_2\text{nO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Zeolit memiliki berat jenis rata-rata antara 2 hingga 2,4, dan molekul air di dalamnya dapat dilepaskan melalui proses pemanasan. Dalam proses pertukaran ion, atau perawatan ion, molekul lain dapat menggantikan air dan kation dalam rongga zeolit (Anggoro, 2017). Kristal zeolit biasanya memiliki ukuran antara 10-15 mikron (Hadi dkk, 2023). Menurut (Anggoro, 2017) Zeolit memiliki beberapa sifat penting, yaitu Dehidrasi, Adsorpsi, Penukar Ion dengan Ion-ion dalam kerangka zeolit atau rongga membantu proses penetralan dan menjaga keseimbangan elektrolit, Katalis, Penyaring atau Pemisah.

Wilayah gunung api tersebar luas di Indonesia, terutama di Jawa Barat, Banten, Lampung, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Tapanuli Utara. Potensi sumber daya endapan zeolit di Indonesia mencapai 447.490 ton. Salah satu daerah dengan cadangan zeolit terbesar berada di Pasingombong, Bayah, Banten, dengan jumlah sekitar 123.000.000 ton yang terdiri atas jenis zeolit seperti Mordenit, Clinoptilolit, dan Plagioklas (Setiawan dkk., 2020).

Zeolit dibedakan menjadi dua jenis, yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam banyak ditemukan di berbagai wilayah Indonesia seperti Cipatujah, Bayah, Nagreg, dan Malang Selatan. Zeolit sintesis memiliki tingkat kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan zeolit alam. Zeolit biasanya terbentuk pada batuan sedimen atau batuan lainnya yang mengalami kondisi fisika dan kimia tertentu, serta sering dijumpai pada tuf yang telah mengalami proses sedimentasi dan alterasi (Anggoro., 2017). Zeolit bisa terbentuk dari proses perubahan mineral di daerah panas bumi, dan biasanya terbentuk dalam lapisan-lapisan yang tersusun secara vertikal atau horizontal, tergantung pada perubahan suhu dan komposisi mineral di daerah tersebut. Zeolit alam dapat terbentuk sebagai mineral alterasi atau melalui reaksi antara air pori dengan berbagai material seperti gelas vulkanik, mineral lempung amorf, dan gel aluminosilikat (Setiawan dkk., 2020). Sifat mineral zeolit sangat

bervariasi, tergantung pada jenis dan kandungan mineralnya, karena terbentuk dari endapan abu vulkanik yang mengalami proses geologis selama jutaan tahun (Hadi dkk., 2023).

Zeolit dalam penelitian ini diambil dari area pertambangan zeolit PT. Minerindo Trifa Buana di Desa Suwakan, Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Banten yang terletak pada koordinat $6^{\circ}52'46.0''\text{S}$ $106^{\circ}17'55.4''\text{E}$ atau lintang -6.879444 (selatan) dan bujur 106.298722 (timur) dan diberi nama Zeolit Bantargadung.



Gambar 3.6 Lokasi Zeolit Bayah

(Sumber: Google Maps, 2025)

Menurut PT Minerindo Trifa Buana Zeolit merupakan batuan yang terbentuk akibat proses perubahan dari aktivitas gunung api, yang awalnya berupa endapan tufa yang mengalami pemadatan dan perubahan. Zeolit Bantargadung termasuk dalam anggota formasi Cikotok, yang memiliki umur dari Eosen akhir hingga Oligosen akhir, sekitar 44 hingga 33 juta tahun yang lalu. Pada awalnya, Zeolit Bantargadung merupakan endapan hasil erupsi gunung api dalam bentuk tufa. Selanjutnya, proses geologi seperti pembebanan oleh lapisan batuan di atasnya dan peningkatan suhu menyebabkan perubahan pada tufa tersebut menjadi zeolit.

Menurut Penelitian zeolite bayah oleh (Setiawan et al., 2020) Mineral zeolit yang ditemukan di daerah swakan terdiri atas **klinoptilolit dan mordenit**, disertai mineral lain seperti plagioklas, kuarsa, kaolinit, montmorilonit, dan kristobalit. Mordenit merupakan zeolit kaya silika yang terbentuk melalui proses alterasi batuan vulkaniklastik atau gelas vulkanik berkomposisi riolitik. Sementara itu, klinoptilolit umumnya dijumpai pada tuf gelas dan sedimen mengandung gelas vulkanik akibat

proses diagenesa, khususnya pada lingkungan dengan sedimentasi cepat. Dengan kandungan pada Zeolit tipe Mordenit $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{24}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan Klinoptilolit $\text{Na}_6(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{22}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ merupakan hasil ubahan dari gelas vulkanik. Di daerah Swakan, Bayah, batuan tuf yang mengandung zeolit tersebar cukup luas dengan warna bervariasi dari putih kehijauan hingga hijau tua. Batuan tersebut berasosiasi dengan mineral hasil alterasi seperti klorit, kuarsa (1%), kalsit, epidot, mineral opak (1%), serta fragmen batuan sebesar (2%).



Gambar 3.7 Zeolit Bayah

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Menurut penelitian zeolit bayah pada Desa Swakan oleh (Setiawan et al., 2020) didapatkan unsur utama batuan yang dikandung oleh zeolit Bayah sebagai berikut:

Tabel 3.6 Unsur Utama Batuan Zeolit Bayah

Unsur Oksida	Kandungan (%)
SiO_2	55,75
Al_2O_3	18,16
Fe_2O_3	2,64
MnO	0,137
MgO	1,88
CaO	1,79
Na_2O	0,34
K_2O	1,64
TiO_2	0,216
P_2O_5	0,01
LOI	17,59

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Kandungan zeolit bayah diatas adalah kandungan zeolit bayah pada salah satu sampel pengujian (Setiawan et al., 2020) yang mana pada pengujian didapatkan nilai SiO_2 pada zeolit daerah swakan berkisar antara 56-69%. Zeolit yang ditemukan di daerah Swakan memiliki kapasitas tukar kation sebesar 84,17 meq/100 gram, yang mencerminkan jumlah kation yang dapat dipertukarkan oleh zeolit alam sebelum proses aktivasi. Menurut sampel diatas didapatkan tipe zeolit nya yaitu mordenit dengan nilai hasil uji UTJ yaitu 80,42 dengan fase mineral berupa Kuarsa, Mordenit, Dikit, dan Antigorite.

Untuk kehidupan masyarakat zeolit berfungsi untuk penjernihan air yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih maupun limbah yang mana zeolit memungkinkan untuk penyerapan logam berat, amonia dan zat pencemar lainnya, pada bidang pertanian zeolit dapat meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman pada pupuk, pada bidang peternakan zeolit dapat mengurangi bau tidak sedap yang dihasilkan kotoran ternak, dan pada bidang kesehatan zeolit dapat menyerap limbah radioaktif dan bahan pencemar lainnya. Penggunaan zeolit pada taman dapat meningkatkan aspek estetika, memperbaiki kualitas tanah melalui peningkatan porositas dan kemampuan menahan air serta unsur hara. Selain itu, zeolit membantu menghemat penggunaan air dan mengurangi bau tidak sedap di area taman (Tangkeallo dkk., 2023).

3.10 Semen Portland

Semen terdiri dari komponen utama kalsium oksida, silikat, dan aluminat, yang akan membentuk pasta pengikat saat mengalami proses hidrasi. Jika semen portland bereaksi dengan air, mereka akan menjadi ikatan dan kemudian membentuk massa yang keras (Ishmah dkk., 2020). Proses hidrasi adalah reaksi yang terjadi saat pembentukan media perekat ini. Hasil hidrasi semen akan terlebih dahulu mengendap pada bagian luar, sementara bagian dalam mengalami hidrasi secara bertahap, yang menyebabkan penyusutan volume.

Menurut Hardiyatmo, 2022 umumnya terdapat 5 tipe semen yaitu:

- a. Tipe I, semen Portland biasa (*Ordinary Portland Cement*) digunakan untuk bangunan yang tidak memiliki persyaratan khusus.

- b. Tipe II, digunakan untuk struktur yang membutuhkan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, Semen tipe III digunakan untuk bangunan yang membutuhkan kekuatan tinggi dalam waktu singkat.
- d. Tipe IV, Semen dengan panas hidrasi rendah (*Low Heat of Hydration Cement*), digunakan untuk bangunan yang tidak membutuhkan panas hidrasi tinggi.
- e. Tipe V, Semen tipe V digunakan untuk struktur di lingkungan dengan kadar sulfat tinggi.



Gambar 3.8 Semen Portland Tipe 1

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Kalsium silikat (C_3S dan C_2S), yang merupakan komponen utama semen dengan proporsi sekitar 70–80%, sangat memengaruhi sifat-sifat semen. Saat terkena air, C_3S segera terhidrasi, menghasilkan panas, dan berperan penting dalam proses pengerasan awal, terutama dalam 14 hari pertama. Proses yang digunakan semen untuk membuat tanah stabil atau reaksi kimia yang terjadi saat hidrasi semen masih menjadi subjek penelitian. Namun, semen biasanya mengandung 63% CaO , 21% SiO_2 , 6% Al_2O_3 , dan 3% MgO serta oksidasi tambahan bereaksi dengan silika di tanah dan mengikat partikel secara bersamaan (Hardiyatmo, 2022).

Menurut SNI 03-3438-1949 yang mengacu pada SII-0013-1981, stabilisasi tanah sebaiknya menggunakan semen tipe I yang memenuhi standar umum. Semen berkualitas rendah tidak diperbolehkan. Jika digunakan semen khusus, harus mempertimbangkan kondisi lingkungan untuk membenarkan peralihan dari penggunaan semen biasa. Pada tanah organik, disarankan menggunakan semen cepat mengeras karena dapat menambah kalsium guna menetralkan bahan organik.

Selain itu, bahan pelambat reaksi dapat digunakan untuk mencegah penurunan kekuatan akibat keterlambatan pematatan.

Tabel 3.6 Penentuan Estimasi Persentase Semen Yang Dibutuhkan

²⁸ Jenis Tanah	Kebutuhan Semen (%)
Batuan Pecah (<i>fine crushed rock</i>)	0,5-5
Lempung berpasir-berkerikil (<i>well graded sandy clay gravel</i>)	2-4
Pasir gradasi baik (<i>well graded sand</i>)	2-4
Pasir gradasi buruk (<i>poorly graded sand</i>)	4-6
Lempung berpasir (<i>sand clay</i>)	4-6
Lempung berlanau (<i>silty clay</i>)	6-8
Lempung (<i>heavy clay</i>)	8-12
Lumpur (<i>veary heavy clay</i>)	12-15
Tanah organik (<i>organic soils</i>)	10-15

(Sumber: Ingles & matclaf, 1972)

²⁹ 3.11 CBR (*California Bearing Ratio*)

Uji CBR (*California Bearing Ratio*) dikembangkan pada tahun 1929 oleh Departemen Transportasi *California* untuk mengukur kekuatan tanah dasar jalan. Semakin padat tanah, semakin tinggi nilai CBR yang dihasilkan (Junaidi., 2022).
¹⁶
Uji CBR (*California Bearing Ratio*) bertujuan untuk menilai kelayakan lapisan tanah sebagai *subbase* atau *base course* dalam konstruksi jalan raya (Hadi dkk., 2023).

Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) menunjukkan kualitas tanah dasar dengan membandingkan beban uji terhadap beban standar (Mina et al., 2024). Nilai CBR dinyatakan dalam bentuk persentase. Batu pecah digunakan sebagai bahan standar dengan nilai CBR sebesar 100% dalam menahan beban lalu lintas. Pada pengujian CBR, beban uji dicatat saat penetrasi mencapai 0,1 inci dan 0,2 inci (Junaidi., 2022).

Menurut (Hadi dkk, 2023) *Base* atau *Sub-Base* di bawah perkerasan jalan atau lapangan terbang, CBR (*California Bearing Ratio*) dapat dibagi menjadi:

- CBR Lapangan, CBR lapangan adalah nilai CBR asli tanah sesuai kondisi aktual di lokasi. Uji ini digunakan untuk menilai apakah tingkat kepadatan tanah telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.
- CBR Laboratorium, Dalam pembangunan jalan baru, tanah dasar bisa berasal dari tanah asli, timbunan, atau galian yang dipadatkan hingga mencapai 95%

kepadatan. Pengujian CBR, baik rendaman maupun tanpa rendaman, dilakukan di laboratorium untuk mengetahui nilai CBR tanah pada berbagai kadar air saat pemadatan. Jika nilai CBR tinggi, maka lapisan perkerasan di atasnya bisa dibuat lebih tipis, dan sebaliknya jika nilai CBR rendah, diperlukan lapisan yang lebih tebal. Pengujian rendaman selama 4 hari dilakukan untuk mensimulasikan genangan air akibat hujan, hingga tanah mencapai kondisi jenuh. Tujuannya adalah mengetahui pengaruh kadar air dan sifat tanah terhadap nilai CBR untuk mendukung perencanaan jalan yang optimal.



Gambar 3.9 Alat CBR

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Untuk mengetahui nilai CBR, nilai beban terkoreksi penetrasi 2,54 mm (0,1 inci) dan 5,08 mm (0,2 inci) harus dibagi dengan beban standar 13 kN (3000 lbs) dan 20 kN (4500 lbs), kemudian dikalikan dengan 100 (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Persamaan CBR sebagai berikut.

$$CBR = \frac{\text{Beban Terkoreksi}(lb)}{\text{Beban Standar}(lb)} \times 100\% \quad (3.13)$$

Untuk harga CBR 0,1' pada $t = 120$

$$CBR = \frac{\text{Beban}(lb)}{3000(lb)} \times 100\% \quad (3.14)$$

Untuk harga CBR 0,2' pada $t = 240$

$$CBR = \frac{\text{Beban}(lb)}{4500(lb)} \times 100\% \quad (3.15)$$

Nilai CBR umumnya diambil pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci). Namun, jika nilai pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci) lebih besar, maka pengujian harus diulang. Jika hasilnya tetap sama setelah pengulangan, maka nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci) yang digunakan (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

3.12 Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Swelling merupakan peningkatan volume tanah secara bertahap akibat penyerapan air selama proses perendaman (Kusuma & Mina., 2018). Terlalu banyak kembang susut di tanah dasar akan merusak lapisan perkerasan di atasnya. Beberapa faktor yang memengaruhi tingkat pengembangan tanah antara lain jenis dan jumlah mineral, kadar air, struktur tanah, konsentrasi garam dalam air pori, sementasi, dan kandungan bahan organik. Uji *swelling* dilakukan menggunakan silinder logam. Karena tanah ekspansif tidak langsung mengembang saat terkena air, durasi pengujian tergantung pada waktu air meresap ke dalam tanah. Tekanan pengembangan digunakan untuk menahan laju pengembangan tanah. Pengujian *swelling* dilakukan dengan memasukkan cetakan bahan uji ke dalam air, membiarkan air meresap. Kemudian, benda uji diendam selama 96 jam, atau 4 hari, dengan permukaan air sekitar 25 mm pada bak perendaman (Mina et al., 2022).

$$\Delta h = \frac{h_1 - h_0}{h_0} \times 100\% \quad (3.16)$$

Keterangan :

Δh = Pengembangan (%)

h_0 = Tinggi awal benda uji (mm)

h_1 = Tinggi akhir benda uji setelah perendaman (mm).

3.13 Prosedur Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari lokasi penelitian melalui pengamatan dan pengujian. Berikut adalah contoh data primer:

a. Kadar air

Sesuai dengan SNI 1965-2008, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang diperlukan seperti *oven*, cawan, timbangan, dan desikator;
- 2) Membersihkan dan mengeringkan cawan kosong, kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W1);
- 3) Memasukkan contoh tanah ke dalam cawan, kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W2);
- 4) Memasukkan cawan beserta contoh tanah ke dalam *oven* selama 24 jam;
- 5) Setelah 24 jam, mengeluarkan cawan dan contoh tanah dari *oven*, kemudian mendinginkannya menggunakan desikator dan menutupnya;
- 6) Setelah dingin, mengeluarkan cawan dan contoh tanah dari desikator, lalu menimbangnya dan mencatat beratnya (W3).

b. Berat Jenis

Sesuai dengan SNI 1964-2008, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang diperlukan seperti piknometer dengan kapasitas 500 ml, desikator, timbangan, *oven*, termometer, saringan no 4 dan 10, air suling, bak perendam, dan kompor listrik;
- 2) Membersihkan dan mengeringkan piknometer, kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W1);
- 3) Memasukkan contoh tanah ke dalam piknometer, lalu menimbang dan mencatat beratnya (W2);
- 4) Menambahkan air suling hingga piknometer terisi 2/3. Untuk tanah asli, biarkan selama paling sedikit 24 jam;
- 5) Setelah itu, dididihkan selama ± 10 menit dan miringkan piknometer sambil digoyangkan sesekali untuk mempercepat pengeluaran udara yang terperangkap di dalamnya sampai dididhinya merata;
- 6) Setelah proses pendidihan selesai, dinginkan piknometer yang berisi tanah dan air hingga mencapai suhu ruangan;
- 7) Menambahkan air suling hingga mencapai tanda batas, membersihkan bagian luar piknometer hingga kering, kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W3);

- 8) Menentukan volume piknometer sampai tanda batas dengan cara memasukkan air suling ke dalam piknometer, kemudian mengeringkan bagian luarnya, menimbang, dan mencatat beratnya (W4).

³²
c. Batas Cair

Sesuai dengan SNI 1967-2008, langkah-langkah ¹ untuk mengumpulkan data ⁷ adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang diperlukan seperti alat baku penentu batas cair (*Casagrande*), alat pembuat alur (*grooving tool*), cawan porselen, cawan kadar air, saringan nomor 40, timbangan, cawan kadar air sebanyak 4 buah, air suling, dan *oven*; ¹
- 2) Menyaring benda uji yang lolos saringan nomor 40 sebanyak 200 gram; ¹
- 3) Memasukkan benda uji ke dalam cawan porselen sebanyak 50 gram, kemudian menambahkan air sedikit demi sedikit sambil mengaduknya hingga benda uji tercampur homogen; ³
- 4) Setelah merata, letakkan sebagian benda uji ke dalam alat baku penentu batas cair (*Casagrande*), dengan ketebalan benda uji di dasar mangkok tidak lebih dari 1 cm;
- 5) Membuat alur menggunakan *grooving tool* sehingga contoh tanah terbagi menjadi dua bagian yang sama besar;
- 6) Memutar alat tersebut sehingga mangkok bergerak naik turun dan memukul alasnya dengan kecepatan dua pukulan per detik; ¹⁶
- 7) Lanjutkan pemutaran ini sampai dua bagian tanah yang terbagi oleh alur saling bertemu (*singgungan*);
- 8) Mengambil bagian tanah yang bersinggungan dari alur dan memasukkannya ke dalam cawan kadar air, kemudian menimbang dan mencatat beratnya; ¹¹
- 9) Memasukkan cawan kadar air dan contoh tanah ke dalam *oven* selama 24 jam; ⁵
- 10) Setelah 24 jam, mengeluarkan benda uji dan cawan kadar air dari *oven*, kemudian memasukkannya ke dalam desikator selama ± 1 jam; ¹²
- 11) Mengeluarkan benda uji dan cawan kadar air dari desikator, lalu menimbang dan mencatat beratnya;
- 12) Menghitung nilai kadar air.

d. Batas Plastis

Sesuai dengan SNI 1966-2008, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan seperti plat kaca, cawan porselen, pastel, batang kawat ukuran ± 3 mm, saringan nomor 40, timbangan, cawan kadar air, desikator, air suling, dan oven;
- 2) Menyiapkan benda uji yang lolos saringan nomor 40 sebanyak 200 gram;
- 3) Memasukkan benda uji ke dalam cawan porselen pencampur, kemudian menambahkan air sedikit demi sedikit sambil mengaduknya hingga kadar airnya homogen;
- 4) Setelah kadar air merata, buat bola-bola tanah dan giling di atas plat kaca. Penggilingan dilakukan dengan telapak tangan dengan kecepatan 80–90 gilingan per menit;
- 5) Lakukan penggilingan terus-menerus sampai benda uji membentuk batang dengan diameter sekitar 3 mm, kemudian biarkan beberapa menit agar terjadi penurunan kadar air;
- 6) Teruskan pengadukan dan penggilingan hingga retakan muncul pada batang tanah, lalu masukkan batang yang retak ke dalam cawan;
- 7) Menimbang cawan beserta contoh tanah, lalu mencatat beratnya;
- 8) Memasukkan cawan beserta contoh tanah ke dalam oven selama ± 24 jam;
- 9) Setelah ± 24 jam, mengeluarkan cawan dan contoh tanah dari oven, lalu mendinginkannya dalam desikator;
- 10) Setelah dingin, menimbang cawan beserta contoh tanah dan mencatat beratnya;
- 11) Menghitung kadar air.

e. Analisa Besar Butir

Sesuai dengan SNI 3423-2008, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan seperti timbangan, satu set saringan, oven, sieve shaker, cawan, sekop, dan palu karet;
- 2) Mengambil sampel tanah dan memasukkannya ke dalam cawan, kemudian memasukkan cawan tersebut ke dalam oven selama ± 2 jam;

- 3) Mengambil tanah yang sudah di oven, kemudian memindahkannya ke dalam cawan yang sudah diketahui beratnya. Benda uji yang dibutuhkan sebanyak 500 gram;
 - 4) Menyusun satu set ayakan, dimulai dengan pan di bagian bawah, diikuti dengan saringan no. 200, 100, 50, 30, 16, 8, dan no. 4 (saringan dengan ukuran lebih kecil diletakkan di bagian atas);
 - 5) Memasukkan benda uji ke dalam saringan paling atas dari susunan saringan, kemudian meletakkan susunan saringan pada mesin *electrical sieve shaker*, lalu menggetarkannya selama 15 menit;
 - 6) Menimbang saringan dan benda uji yang tertinggal di setiap saringan, serta mencatat berat saringan tersebut.
- f. Pemadatan
- Sesuai dengan SNI 1742-2008, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :
- 1) Menyiapkan alat seperti silinder pemadatan, penumbuk, dongkrak, timbangan, pisau perata, saringan no. 4, oven, talam, dan botol air suling;
 - 2) Menyiapkan contoh tanah yang akan diuji, sebanyak 2,7 kg per sampel dan sudah lolos saringan nomor 4;
 - 3) Mencampur dan mengaduk tanah hasil ayakan dengan air dalam talam hingga merata, sehingga tanah bisa dikepal namun mudah hancur saat dilepas;
 - 4) Membersihkan *mold* yang akan digunakan dan menimbang beratnya;
 - 5) Menyambungkan *mold* dengan sambungan tabung (*collar*) agar saat penumbukan, *hammer* tidak meleset keluar;
 - 6) Memasukkan benda uji sebanyak 1/3 dari tinggi *mold*;
 - 7) Menumbuk dengan *hammer* sebanyak 9 kali dengan pola yang benar;
 - 8) Memasukkan benda uji sebanyak 2/3 dari tinggi *mold*;
 - 9) Menumbuk dengan *hammer* sebanyak 8 kali dengan pola yang benar;
 - 10) Memasukkan benda uji hingga *mold* terisi penuh;
 - 11) Menumbuk dengan *hammer* sebanyak 8 kali dengan pola yang benar;
 - 12) Membuka sambungan tabung di atasnya dan meratakan permukaan tanah dengan pisau perata;

- 13) Menimbang *mold* beserta contoh tanah;
 - 14) Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan menggunakan alat pengeluar benda uji, mengambil sampel dari bagian atas dan bawah, lalu memasukkan kedalam cawan dan menimbangny;
 - 15) Memasukkan sampel ke dalam *oven* selama 24 jam, kemudian mengeluarkannya dan menimbangny setelah dingin.
- g. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*
- Sesuai dengan SNI 1744-20012, langkah-langkah untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :
- 1) Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan seperti mesin CBR, *mold*, pisau perata, timbangan, jangka sorong, *stopwatch*, dan *oven*;
 - 2) Menimbang silinder logam;
 - 3) Memadatkan contoh tanah dengan kadar air dan kepadatan yang diinginkan. Pemadatan dilakukan pada cetakan silinder pemadatan, dengan menumbuk per 1/3 bagian untuk 10 tumbukan, 25 tumbukan, dan 56 tumbukan;
 - 4) Membuka bagian atas silinder, kemudian meratakan permukaan tanah dengan pisau perata;
 - 5) Menimbang cetakan silinder beserta benda uji;
 - 6) Meletakkan silinder pada mesin CBR, lalu memasang alas silinder sebelum diletakkan pada alat penetrasi;
 - 7) Menempatkan keping-keping beban, mengatur torak penetrasi agar benda uji berada pada posisi yang tepat, dan memastikan jarum menyentuh permukaan keping beban;
 - 8) Memastikan arloji penetrasi dan arloji beban berada pada angka nol sebelum memulai pengujian;
 - 9) Mengeluarkan tanah dari *mold* menggunakan alat pengeluar benda uji;
 - 10) Mengambil sampel tanah dari bagian atas (A), tengah (T), dan bawah (B) secukupnya, lalu memasukkannya ke dalam cawan;
 - 11) Memasukkan cawan beserta benda uji ke dalam *oven* selama 24 jam;
 - 12) Mengeluarkan benda uji dari *oven* setelah 24 jam, kemudian mendinginkannya dengan desikator selama ± 15 menit;
 - 13) Menimbang cawan beserta benda uji, lalu menghitung besar kadar airnya.

METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilisasi tanah lempung dengan penambahan Zeolit Bayah dan Semen *Portland* serta dampaknya terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dalam kondisi rendaman (*soaked*). Sampel tanah diambil dari Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten. Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka dengan menelusuri buku dan jurnal penelitian sebagai acuan dalam kajian stabilisasi tanah lempung menggunakan zeolit dan semen *Portland* terhadap nilai CBR dalam kondisi rendaman (*soaked*).

b. Survei Lokasi dan Pengambilan Sampel Tanah

Penulis melakukan survei lapangan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) untuk mengukur nilai CBR tanah di lokasi. Selanjutnya, sampel tanah diambil dengan cangkul dan disimpan dalam karung untuk dibawa ke laboratorium.

c. Persiapan Alat dan Bahan Pengujian

Pada tahap ini, penulis memeriksa dan mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam penelitian serta menyiapkan Zeolit Bayah dan Semen *Portland* sebagai bahan tambah yang akan digunakan dalam proses stabilisasi tanah.

d. Pengujian Laboratorium

1) Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah meliputi pengujian kadar air, berat jenis tanah, batas *Atterberg*, serta analisis ukuran butir tanah di Desa Cimanis, Kecamatan Sobang Kabupaten Pandeglang, kemudian dilakukan klasifikasi menurut *Unified Soil Classification System* (USCS).

2) Pengujian Pemadatan Standar

Untuk menentukan kondisi pemadatan optimal tanah asli sebelum dan sesudah penambahan zeolit, dilakukan pengukuran kadar air dan berat kering maksimum. Tanah dicampur dengan variasi kadar air, kemudian dipadatkan dalam cetakan (*mold*) menggunakan penumbuk seberat 2,5 kg dari ketinggian 30,5 cm, dalam tiga lapisan.

3) Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur nilai CBR pada tanah asli yang telah dicampur dengan zeolit dan semen Portland, dengan variasi campuran berupa 0% Z + 0% SP untuk tanah asli, 10% Z + 10% SP untuk Variasi B, 15% Z + 10% SP untuk Variasi C, dan 20% Z + 10% SP untuk Variasi D. Pengujian dilakukan dengan jumlah tumbukan sebanyak 10, 30, dan 65 kali untuk mengetahui pengaruh jumlah tumbukan terhadap nilai CBR. Setelah proses pemadatan, sampel direndam selama 4 hari (96 jam), kemudian dilakukan pengujian pengembangan (*swelling*).

e. Analisis Data

Setelah semua pengujian selesai, data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis dengan mengikuti standar yang berlaku untuk setiap jenis pengujian.

Akuan yang digunakan adalah antara lain:

- 1) Kadar Air mengacu pada SNI 1965:2008.
- 2) Berat Jenis mengacu pada SNI 1964:2008.
- 3) Batas Cair mengacu pada SNI 1967:2008.
- 4) Batas Plastis mengacu pada SNI 1966:2008.
- 5) Analisa Saringan mengacu pada SNI 3423:2008.
- 6) Pemadatan Ringan mengacu pada SNI 1742:2008.
- 7) Pengujian CBR mengacu pada SNI 1744:2012.

f. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis pada setiap pengujian yang Kesimpulan dan Saran telah dilakukan, maka penulis membuat kesimpulan dan saran untuk pembaca yang akan melakukan penelitian kembali.

4.2 Jumlah Benda Uji Penelitian

Untuk penelitian kadar air, setiap persentase bahan tambahan diuji dengan berat jenis, batas cair, batas plastis, pemadatan standar, dan CBR. Persentase peningkatan Variasi A tanah asli adalah 0% Zeolit + 0% Semen Portland, Variasi B 10% Zeolit + 0% Semen Portland, Variasi C 15% Zeolit + 10% Semen Portland, dan Variasi D 20% Zeolit + 10% Semen Portland.

Tabel 4.1 Jumlah Sampel Pengujian CBR

Waktu Perendaman	Persentase Bahan Tambahan			
	0% Zeolit, 0% Semen Portland	10% Zeolit, 10% Semen Portland	15% Zeolit, 10% Semen Portland	20% Zeolit, 10% Semen Portland
4 hari	3	3	3	3
Total				12

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji Karakteristik Tanah

Pengujian	Persentase Bahan Tambahan				Jumlah Benda Uji
	0% Zeolit, 0% Semen Portland	10% Zeolit, 10% Semen Portland	15% Zeolit, 10% Semen Portland	20% Zeolit, 10% Semen Portland	
Kadar Air	3	0	0	0	3
Analisa Besar Butir	1	0	0	0	1
Berat Jenis Tanah	2	2	2	2	8
Pemadatan	5	5	5	5	20
Batas Cair	4	4	4	4	16
Batas Plastis	3	3	3	3	12
Total					60

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4.3 Bahan Tambah Penelitian

Kebutuhan tanah dengan bahan tambah dihitung berdasarkan hasil pengujian pemadatan tanah standar, kemudian dikalikan dengan presentase bahan tambah yang akan digunakan sesuai dengan presentase variasi campuran.

- a. Kebutuhan tanah untuk pengujian *California Bearing Ratio*

$$\text{Volume Mold} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15,2^2 \times 17,71$$

$$= 3211,81 \text{ cm}^3$$

1) Variasi A (tanah asli)

$$\gamma_{Dry} \text{ maksimum} = 1,154 \text{ pengujian pepadatan standar}$$

$$\text{Massa tanah} = \text{Volume mold} \times \gamma_{Dry} \text{ maksimum}$$

$$= 3211,81 \times 1,154$$

$$= 3706,65 \text{ gram / mold.}$$

Untuk pengujian satu *mold California Bearing Ratio* untuk variasi tanah asli dibutuhkan sebanyak 3706,65 gram tanah.

2) Variasi B (Z 10% SP 10%)

$$\gamma_{Dry} \text{ maksimum} = 1,155 \text{ pengujian pepadatan standar}$$

$$\text{Massa tanah} = \text{Volume mold} \times \gamma_{Dry} \text{ maksimum}$$

$$= 3211,81 \times 1,155$$

$$= 3710 \text{ gram / mold}$$

3) Variasi C (Z 15% SP 10%)

$$\gamma_{Dry} \text{ maksimum} = 1,112 \text{ pengujian pepadatan standar}$$

$$\text{Massa tanah} = \text{Volume mold} \times \gamma_{Dry} \text{ maksimum}$$

$$= 3211,81 \times 1,112$$

$$= 3573 \text{ gram / mold}$$

4) Variasi D (Z 20% SP 10%)

$$\gamma_{Dry} \text{ maksimum} = 1,147 \text{ pengujian pepadatan standar}$$

$$\text{Massa tanah} = \text{Volume mold} \times \gamma_{Dry} \text{ maksimum}$$

$$= 3211,81 \times 1,147$$

$$= 3683 \text{ gram / mold}$$

b. Kebutuhan Zeolit

1) Kebutuhan zeolit dengan variasi campuran 10% untuk pengujian CBR :

$$\text{Bahan tambah} = \text{Massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran}$$

$$= 3710 \text{ cm}^3 \times 10\%$$

$$= 371 \text{ gram.}$$

Untuk pengujian satu *mold California Bearing Ratio* untuk variasi tambahan zeolit 10% dibutuhkan sebanyak 371 gram zeolit.

2) Kebutuhan zeolit dengan variasi ¹campuran 15% untuk pengujian CBR :

$$\begin{aligned}\text{Bahan tambah} &= \text{Massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran} \\ &= 3573 \text{ cm}^3 \times 15\% \\ &= 536 \text{ gram.}\end{aligned}$$

3) Kebutuhan zeolit dengan variasi ¹campuran 20% untuk pengujian CBR :

$$\begin{aligned}\text{Bahan tambah} &= \text{massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran} \\ &= 3683 \text{ cm}^3 \times 20\% \\ &= 737 \text{ gram.}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Semen *Portland*

1) Kebutuhan semen *Portland* pada variasi campuran B 10% untuk uji CBR

$$\begin{aligned}\text{Bahan tambah} &= \text{Massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran} \\ &= 3710 \text{ cm}^3 \times 10\% \\ &= 371 \text{ gram.}\end{aligned}$$

Untuk pengujian satu *mold California Bearing Ratio* untuk variasi B dibutuhkan sebanyak 371 gram *Semen Portland*.

2) Kebutuhan semen *portland* dengan variasi ¹C campuran 10% untuk pengujian

CBR:

$$\begin{aligned}\text{Bahan tambah} &= \text{Massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran} \\ &= 3573 \text{ cm}^3 \times 10\% \\ &= 357,3 \text{ gram.}\end{aligned}$$

3) Kebutuhan semen *portland* dengan variasi ¹D campuran 10% untuk pengujian

CBR:

$$\begin{aligned}\text{Bahan tambah} &= \text{Massa tanah} \times \% \text{ variasi campuran} \\ &= 3683 \text{ cm}^3 \times 10\% \\ &= 368 \text{ gram.}\end{aligned}$$

Tabel 4.3 Kebutuhan Tanah

No.	Pengujian	Variasi Campuran				Jumlah (Kg)
		A	B	C	D	
		0% Z, 10% SP	10% Z, 10% SP	15% Z, 10% SP	20% Z, 10% SP	
1	Kadar Air	0,2	0	0	0	0,2
2	Analisa Besar Butir	0,5	0	0	0	0,5

3	Berat Jenis Tanah	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
4	Pemadatan	12,5	12,5	12,5	12,5	50
5	Batas Cair	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
6	Batas Plastis	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
7	CBR	11,12	11,13	10,72	11,05	44,02
Jumlah						97,12

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 4.4 Kebutuhan Bahan Tambah

No.	Pengujian	Variasi Campuran Zeolit			Jumlah (Kg)	Variasi Campuran SP		
		101				B	C	D
		B	C	D		10%	10%	10%
		10%	15%	20%		10%	10%	10%
	3	Kg	Kg	Kg		Kg	Kg	Kg
1	Berat Jenis Tanah	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02	0,02	0,02
2	Batas Cair	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02	0,02	0,02
3	Batas Plastis	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02	0,02	0,02
4	Pemadatan	1,25	1,875	2,5	5,625	1,25	1,25	1,25
5	CBR	1,11	1,61	2,21	4,93	1,1	1,07	1,1
Jumlah					10,83	2,41	2,38	2,41

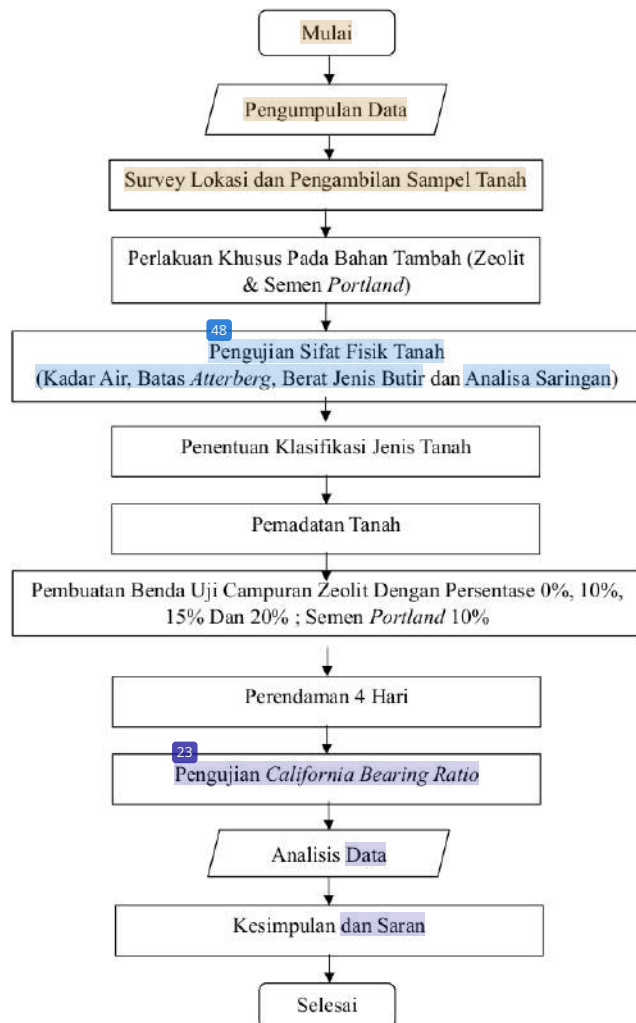
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

4.4 Analisa Data

Hasil pengujian digunakan sebagai dasar dalam tahap analisis data. Klasifikasi tanah ditentukan berdasarkan Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu (USCS) melalui analisis sifat fisik tanah, seperti analisis besar butir, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, dan batas cair. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan Zeolit dan Semen Portland terhadap nilai CBR tanah dalam kondisi terendam, melalui pengujian sifat mekanis yang meliputi uji pemadatan standar dan uji California Bearing Ratio (CBR).

4.5 Prosedur Penelitian

Tahapan dalam metodologi penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir berikut:



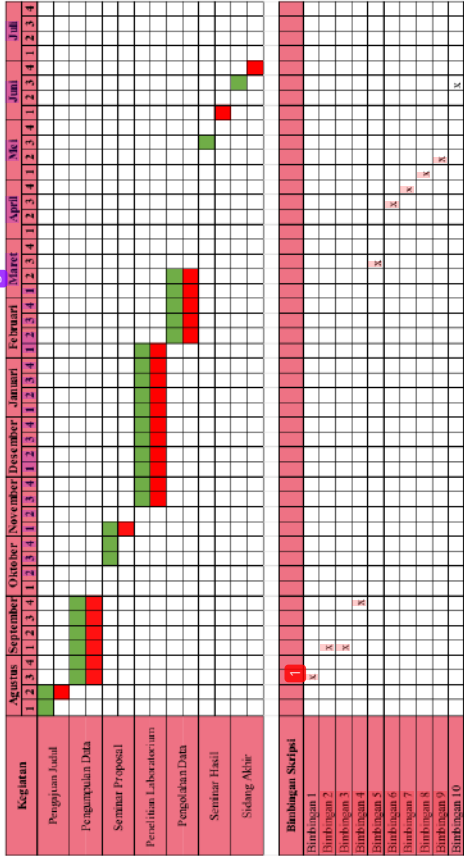
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

15
4.5 Jadwal Penelitian

Adapun Jadwal Penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Estimasi Waktu Penelitian



(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



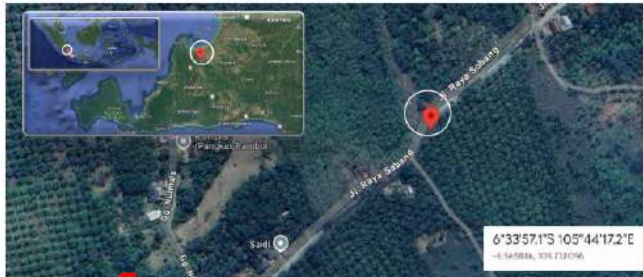
BAB 5

2

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis tanah dengan menambahkan bahan stabilisasi, sehingga tanah memiliki kekuatan dan kapasitas beban yang lebih baik dibandingkan kondisi awal. Sampel tanah yang digunakan diambil dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten.



1
Gambar 5.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

(Sumber: Google Maps, 2025)

Metode pengambilan sampel tanah di lapangan dilakukan dengan menggali hingga kedalaman 5-10 cm dari permukaan. Penggalan dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa sampel yang diambil merupakan tanah tak terganggu dan benar-benar mewakili kondisi tanah pada lapisan tersebut.

2

Sampel tanah dimasukkan ke dalam karung 10 kg dan dibawa ke Laboratorium Teknik Sipil Untirta di Cilegon untuk dilakukan pengujian sesuai prosedur, sampel tanah dihamparkan dan dikeringkan secara alami (kering udara) selama beberapa hari. Setelah proses pengeringan, tanah yang telah membentuk bongkahan dihancurkan terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai sampel penelitian.

Tahap penghancuran ini dilakukan menggunakan palu karet hingga tanah dapat lolos setidaknya melalui saringan No. 4. Untuk memastikan konsistensi sampel

tanah sebelum pengujian dilakukan tanah dikeringkan dalam *oven* hingga mencapai kondisi kering *oven*.

Bahan tambah dalam penelitian ini meliputi zeolit Bayah dari PT. Minerindo Trifa Buana yang lolos saringan No. 200, serta semen *Portland* Tipe 1.



Gambar 5.2 Zeolit Bayah
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)



Gambar 5.3 Semen *Portland*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah meliputi kadar air, batas cair, batas plastis, berat jenis, analisis besar butir, uji pemadatan, dan CBR rendaman (*Soaked*). Pencampuran tanah dilakukan dengan variasi komposisi sebagai berikut: 10% Zeolit + 10% SP, 15% Zeolit + 10% SP, dan 20% Zeolit + 10% SP. Data didapatkan dari pengujian laboratorium kemudian dilakukan perhitungan dan analisis.

1 5.2 Hasil Pengujian Tanah Asli

Pada penelitian ini, dilakukan serangkaian pengujian terhadap tanah asli sebelum dicampur dengan bahan tambahan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai awal sifat fisik dan mekanis tanah yang akan dijadikan sebagai acuan dalam proses modifikasi. Data hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah asli disajikan sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Tanah Asli

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Dynamic Cone Penetrometer (DCP)	%	2,25
2	Kadar Air (w)	%	12,703
3	Berat Jenis (Gs)		2,643
4	Batas-batas <i>atterberg</i>		
	a. Batas Cair (LL)	%	59
	b. Batas Plastis (PL)	%	39,72
	c. Indeks Plastisitas (PI)	%	19,3%
5	Gradasi Butiran		
	a. Tanah Berbutir Halus	%	59,1
	b. Tanah Berbutir Kasar	%	40,90
6	Padatan		
	a. Berat Isi Kering (γ_{dry})	%	1,154
	b. Kadar Air Optimum (Wopt)	%	35,17
7	California Bearing Ratio Terendam	%	1,16
8	Pengembangan (Swelling)	%	4,85

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2025)

1 5.2.1 Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai CBR *subgrade*, *subbase* atau *base course system* dengan praktis. Alat yang dikenal sebagai *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), yang berfungsi untuk mengukur ketahanan tanah terhadap penetrasi, digunakan selama proses pengujian ini.

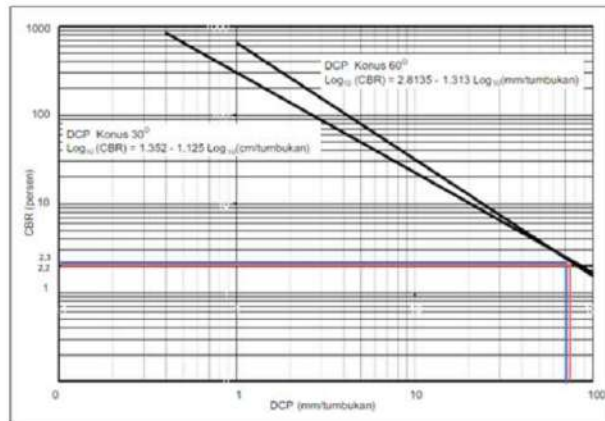
Metode ini melibatkan penumbukan batang besi vertikal ke dalam tanah, dengan batang besi menembus tanah setiap kali. Setelah setiap tumbukan, kedalaman penetrasi batang besi ke dalam tanah diukur. Selanjutnya, data ini digunakan untuk

mengevaluasi kondisi tanah untuk mengetahui apakah karakteristiknya saat ini cukup atau memerlukan perbaikan tambahan. Hasil pengujian DCP ini berfungsi sebagai acuan penting selama proses analisis dan pengambilan keputusan tentang apakah tanah di lokasi tersebut memerlukan perbaikan.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian DCP

Pukulan	Angka DCP		Selisih (Cm)	Kumulatif Penetrasi (Cm)	DCP (Mm/Tumbukan)	CBR (%)	74 CBR Rata - Rata (%)
	X ₀ (cm)	X ₁ (cm)					
1	4	7	3	3	73,75	2,3	2,25
2	7	13,3	6,3	9,3			
3	13,3	21,8	8,5	17,8			
4	21,8	27	5,2	23			
5	37	46,5	9,5	32,5			
6	46,5	57,2	10,7	43,2	77,6	2,2	
7	57,2	62,3	5,1	48,3			
8	62,3	72	9,7	58			
9	72	82,3	10,3	68,3			
10	82,3	93	10,7	79			
11	93	96	3	82			

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Nilai DCP

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kumulatif Penetrasi dan Jumlah Pukulan

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah di Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten, memiliki nilai CBR sebesar 2,25%, yang menunjukkan bahwa daya dukung tanah sangat rendah atau termasuk dalam kategori "very poor" (sangat buruk).

Tabel 5.3 Klasifikasi dan Kegunaan Tanah Berdasarkan Nilai CBR

CBR	General Rating	Uses
0-3	Very Poor	Subgrade
3-7	Poor to Fair	Subgrade
7-20	Fair	Subbase
20-50	Good	Base, Subbase
>50	Excellent	Base, Subbase

(Sumber: Braja M. Das. Mekanika Tanah Jilid 1, 1995)

5.2.2 Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk menentukan jumlah air dalam sampel tanah. Mengacu pada SNI 1965:2008, pengujian dilakukan minimal pada dua sampel, menggunakan tanah yang lolos saringan No. 10, No. 4, dan No. 3/8 dengan berat masing-masing minimal 20 gram, 100 gram, dan 500 gram, serta ketelitian pengukuran sebesar $\pm 0,1\%$.

Pengujian dilakukan dengan menimbang sampel tanah awal, lalu mengeringkannya dalam oven pada suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Setelah didinginkan dalam

desikator, tanah ditimbang kembali untuk memperoleh berat kering. Selisih berat digunakan untuk menghitung kadar air. Berikut adalah hasil perhitungannya.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kadar Air

No. Cawan	Simbol	Satuan	1	2	3
Berat cawan + tanah basah	W1	gram	54,5	26	24
Berat cawan + tanah kering	W2	gram	52	22,73	21,18
Berat cawan	W3	gram	3,5	3,5	3,5
Berat air	$W_w = W1 - W2$	gram	2,5	3,27	2,82
Berat tanah kering	$W_s = W2 - W3$	gram	48,5	19,23	17,68
Berat tanah basah	$W_w = W1 - W3$	gram	51	22,5	20,5
Kadar air	$W_n = (W_w / W_s) \times 100\%$	%	5,155	17,005	15,950
Kadar air rata-rata	$W_n \text{ average}$	%		12,703	

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2025)

Pengujian kadar air dalam sampel tanah dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Cadasari, Kabupaten Pandeglang, Banten adalah 12,703%, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 5.4 Hasil Pengujian Kadar Air.

5.2.3 Batas Cair

Pengujian batas cair dilakukan menggunakan alat Casagrande berdasarkan SNI 1967:2008. Sampel tanah yang lolos saringan No. 40 sebanyak ≥ 50 gram dicampur dengan air suling hingga homogen. Campuran tersebut kemudian dipindahkan ke dalam alat Cassagrande dan diratakan menggunakan spatula untuk dilakukan pengujian.



Gambar 5.6 Pengujian Batas Cair

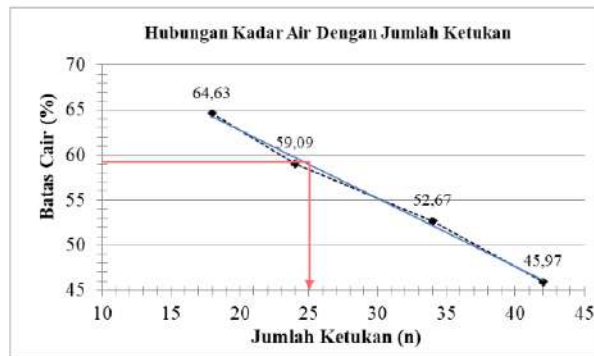
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Setelah itu, digunakan alat grooving untuk membuat alur dari bagian atas hingga bawah permukaan tanah. Selanjutnya, alat Casagrande dioperasikan dengan memutar tuas pada kecepatan 2 putaran per detik hingga kedua sisi tanah menyatu sepanjang 13 mm. Sampel tanah yang telah menyatu kemudian diambil dan dikeringkan dalam oven selama 18–24 jam untuk menentukan kadar airnya. Jumlah ketukan yang diperlukan hingga kedua sisi tanah menyatu juga dicatat. Berikut adalah hasil pengujian batas cair tanah asli.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair

Keterangan	Simbol	Batas Cair			
		10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah ketukan	n	18	24	34	42
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	18,3	21,5	22,11	22,2
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	13	15	16	16,5
Berat air tanah (gram)	W6-W4-W5	5,3	6,5	6,11	5,7
Berat cawan (gram)	W1	4,8	4	4,4	4,1
Berat tanah basah (gram)	W4-W2-W1	13,5	17,5	17,71	18,1
Berat tanah kering (gram)	W5-W3-W1	8,2	11	11,6	12,4
Kadar air (%)	$\omega = (W6/W5) \times 100\%$	64,63	59,09	52,67	45,97
Kadar air rata-rata	ω rata-rata	55,59			
Batas Cair (Dari Formula)	%	62,12	58,80	54,67	48,95
Batas cair rata-rata (Dari Formula)		56,13			
Batas cair (Dari Grafik)	LL	59			

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian batas cair, kadar air sampel tanah mencapai 59%. Menurut buku *Dasar Mekanika Tanah* oleh Santoso, dkk., nilai tersebut tergolong

dalam kategori plastisitas tinggi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.7 dan klasifikasi dalam buku tersebut:

- a. Plastisitas rendah = $LL < 35\%$
- b. Plastisitas sedang = $LL 35\% - 50\%$
- c. Plastisitas tinggi = $LL > 50\%$.

Dapat disimpulkan bahwa tanah dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kabupaten Pandeglang, Banten memiliki nilai batas cair sebesar 59% dan tergolong dalam kategori plastisitas tinggi.

5.2.4 Batas Plastis

Pengujian batas plastis mengacu pada SNI 1966:2008 dengan tujuan menentukan transisi tanah dari keadaan plastis ke semi padat. Sebanyak 50 gram tanah yang lolos saringan No. 40 dicampur air suling, kemudian digulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm. Jika tanah retak sebelum mencapai diameter tersebut, dilakukan pencampuran ulang dengan sedikit penambahan air hingga merata.



Gambar 5.8 Pengujian Batas Plastis

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Setelah terbentuk, batang tanah ditempatkan dalam cawan dan dikeringkan dalam oven selama 18-24 jam. Setelah proses pengeringan selesai, sampel dikeluarkan dari oven, didinginkan, dan ditimbang. Berikut adalah hasil dari pengujian batas plastis tanah asli.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Batas Plastis

Keterangan	Simbol	Batas Plastis		
		1	2	3
No. cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	9,18	9,35	9,2
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,5	8	8
Berat air tanah (gram)	$W6 = W4 - W5$	1,68	1,35	1,2
9 rat cawan (gram)	W1	4,18	4,35	4,2
9 rat tanah basah (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
8 rat tanah kering (gram)	$W5 = W3 - W1$	3,32	3,65	3,8
Kadar air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	50,60	36,99	31,58
Batas plastis (%)	1 PL		39,72	
Indeks plastisitas	$PI = (LL - PL) \times 100\%$		19,3%	

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil pengujian laboratorium terhadap tanah dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, menunjukkan nilai Batas Plastis sebesar 39,72% dan Indeks Plastisitas 19,3%. Dengan nilai Indeks Plastisitas di atas 17%, tanah tersebut termasuk dalam kategori Plastisitas Tinggi, bersifat kohesif, dan tergolong tanah lempung. Klasifikasi ini sesuai dengan yang dijelaskan dalam buku *Mekanika Tanah I* oleh Hardiyatmo, H.C.

Pada penelitian lain dilakukan oleh (Rabab'ah et al., 2021) didapatkan nilai LL 59%, PL 39,72% dan IP nya 42,4% tergolong kedalam plastisitas tinggi, penelitian oleh (Fauziah & Maricar, 2020) didapatkan nilai LL 61,9% PL 28,37% dan IP 13,21% tergolong kedalam plastisitas tinggi, penelitian oleh (Kaharu et al., 2025) didapatkan nilai LL 81,23% PL 29,968% IP 51,2622% tergolong kedalam plastisitas tinggi, penelitian oleh (Alfian & Phelia, 2020) didapatkan nilai LL 90,97% PL 53,98% IP 37,14% tergolong kedalam plastisitas tinggi, penelitian oleh (Kusuma et al., 2023) didapatkan nilai LL 58,8% PL 24% IP 34% tergolong kedalam plastisitas tinggi.

Tabel 5.7 Hasil Perbandingan Nilai IP

Peneliti	IP (%)	CBR (%)
Fauziah, S (2020)	13,21	1,56
Salsabila, L (2025)	18,78	1,16
Kusuma, R (2023)	34	2,05
Alfian, R (2020)	37,14	0,87
Rabab'ah, S (2021)	42,4	1,6
Fitriyanti (2025)	51,262	1,88

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

1

5.2.5 Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan berdasarkan SNI 1964:2008, yang mendefinisikan berat jenis sebagai perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling pada volume dan suhu yang sama. Sampel tanah yang lolos saringan No. 4 dan No. 10 dimasukkan ke dalam piknometer dan ditambahkan air hingga mencapai $\frac{2}{3}$ volume. Sampel direndam selama 24 jam untuk mencapai kondisi jenuh, lalu dipanaskan di atas kompor elektrik selama minimal 10 menit guna mengeluarkan gelembung udara. Piknometer sesekali dimiringkan untuk mempercepat proses pelepasan udara.



1

Gambar 5.9 Pengujian Berat Jenis

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Setelah proses pemanasan, sampel didinginkan terlebih dahulu hingga piknometer mencapai suhu ruang. Setelah itu, piknometer beserta benda uji dapat ditimbang untuk memperoleh hasil pengujian. Berikut adalah hasil pengujian berat jenis tanah asli:

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Berat Jenis

6	Nomor Contoh dan Kedalaman	Simbol	Satuan	No 4	No 10
	Nomor Piknometer				
	Berat piknometer + contoh	W2	gram	277	287,5
	Berat piknometer	W1	gram	177	187,5
	Berat tanah	$Wt = W2 - W1$	gram	100	100
	Temperatur °C				
	Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20	W3	gram	815	820
	Berat piknometer + air pada 20 °C	W4	gram	755,5	755,5
	$W5 = Wt + W4$		gram	855,5	855,5
	Isi tanah	$W5 - W3$	cm ³	40,5	35,5
	Berat jenis (Gs)	$Wt / (W5 - W3)$		2,469	2,817
	Rata-rata			2,643	

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

108 Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 5.7, 30 nilai berat jenis tanah yang diperoleh adalah sebesar 2,643. Merujuk pada referensi dalam buku 67 *Mekanika Tanah Jilid 1* karya Braja M. Das, 104 nilai berat jenis tersebut termasuk dalam rentang berat jenis tanah lempung organik, yaitu antara 2,58 hingga 2,65. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari lokasi pengambilan sampel, yaitu 44 Jalan Raya Sobang, 44 Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten 60 Pandeglang, Banten, dikategorikan sebagai tanah lempung organik. Tanah jenis ini memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan cenderung bersifat kohesif, sehingga sangat memengaruhi perilaku tanah terhadap air, daya dukung, serta responnya terhadap proses pemadatan dan stabilisasi. Karakteristik ini 3 penting untuk diperhatikan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi, terutama pada pekerjaan jalan, karena 32 lempung organik umumnya memiliki daya dukung yang rendah serta potensi 2 perubahan volume akibat perubahan kadar air.

2 Tabel 5.9 Penentuan Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau Anorganik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

1 5.2.6 Analisa Besar Butir

Pengujian distribusi ukuran butir dilakukan dengan mengambil sampel tanah seberat 500 gram. Sebelum dilakukan pengujian, tanah terlebih dahulu dikeringkan dalam oven selama minimal 16 jam. Setelah dingin, sampel dihancurkan secara perlahan menggunakan palu karet agar butiran tetap terjaga. Kemudian, tanah disaring menggunakan ayakan No. 4, No. 10, No. 12, No. 16, No. 30, No. 40, No. 50, No. 100, No. 200 dan Pan sesuai SNI 3423:2008, lalu digetarkan dengan sieve shaker selama 15 menit untuk hasil optimal.



Gambar 5.10 Pengujian Analisa Besar Butir

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Besar Butir

Nomor Saringan	Diameter (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan (gr)	Berat Tanah yang Tertahan (%)	Kumulatif Tanah yang Tertahan (%)	Tanah yang Lolos (%)
4	4,75	5	1	1	99
10	2,36	5	1	2	98
12	1,68	15	3	5	95
16	1,18	5,5	1,1	6,1	93,9
30	0,8	14	2,8	8,9	91,1
40	0,425	38,5	7,7	16,6	83,4
50	0,3	45,5	9,1	25,7	74,3
100	0,15	30	6	31,7	68,3
200	0,075	46	9,2	40,9	59,1
Pan	0	295,5	59,1	100	0
Jumlah		500			

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Mengacu pada data Tabel 5.8, sebesar 59,1% material tanah lolos saringan No. 200. Menurut sistem klasifikasi USCS, jika lebih dari 50% partikel melewati saringan tersebut, maka tanah termasuk kategori berbutir halus, seperti lanau atau lempung. Klasifikasi tanah selanjutnya ditentukan dengan menganalisis sifat plastisitas dari hasil pengujian sampel tanah:

- Lolos saringan no. 200 = 59,1%
- Batas cair (LL) Kering Oven = 59%
- Batas Cair (LL) Tidak Kering Oven = 81,5%
- Indeks plastisitas (IP) Kering Oven = 19,3%

Tabel 5.11 Pengklasifikasian Butiran Halus

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar: 50% butiran terhalus saringan No. 200	Kerikil berbutir kasar (kerikil)	GW Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
		GP Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GM Kerikil berbutiran, campuran kerikil-pasir-lanasu	
		GC Kerikil berlampung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir berbutir (butiran pasir)	SW Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		SP Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		SM Pasir berbutiran, campuran pasir-lanasu	
		SC Pasir berlampung, campuran pasir-lempung	
	Tanah berbutir halus: 50% dan lebih lolos saringan No. 200	ML Lanasu anorganik, pasir halus rekat, sedikit lanasu, pasir halus berbutiran atau berlampung	Batas-batas <i>Aterberg</i> di bawah garis A atau $F_2 < 4$ Batas-batas <i>Aterberg</i> di bawah garis A atau $F_2 > 7$ Bilis batas <i>Aterberg</i> berada di daerah error dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah, sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berbutiran, lempung "kurus" (<i>lean clay</i>)	
		OL Lanasu organik dan lempung berbutiran organik dengan plastisitas rendah	
		MH Lanasu organik atau pasir halus diatomae, atau lanasu diatomae, lanasu yang elastis	
		CH Lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clay</i>)	
		OH Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), <i>muck</i> dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Dari hasil data yang diperoleh, tanah dapat diklasifikasikan dengan mengacu pada sistem klasifikasi USCS. Langkah awal yaitu mengevaluasi persentase partikel yang lolos dari saringan No. 200, yang tercatat sebesar 59,1%. Karena lebih dari 50%, maka tanah ini digolongkan sebagai tanah bertekstur halus. Selanjutnya, nilai

Batas Cair sebesar 58,5% dan Indeks Plastisitas sebesar 18,8% menunjukkan bahwa tanah memiliki plastisitas yang cukup tinggi.

Untuk menentukan apakah tanah tergolong OH atau MH maka dilakukan perbandingan antara batas cair kering *oven* dan tidak kering *oven*, jika kurang dari 0,75 maka tanah masuk kedalam lempung organik.

$$LLR = \frac{\text{Batas Cair Kering Oven}}{\text{Batas Cair Tidak Kering Oven}} < 0,75$$

$$LLR = \frac{59\%}{81,5\%} = 0,723\%$$

Tabel 5.12 Pengklasifikasian LLR

Kriteria untuk Menetapkan Simbol-Simbol Kelompok dan Nama-Nama Kelompok Menggunakan Pengujian Pengujian Laboratorium ^a				Klasifikasi Tanah	
				Simbol Kelompok	Nama Kelompok ^b
TANAH BERBUTIR KASAK >50% tanah ayakan No. 200	Kerikil (Leleh besar dan 50% Fraksi kasar yang tertahan ayakan No. 4)	Kerikil bersih (Butir halus ^c < 5%)	Cu ≥ 4 dan 1 $\leq Cc \leq 3^d$ Cu < 4 dan/atau Cc < 1 atau Cc > 3 ^e	GW	Kerikil ^f bergradasi baik
		Kerikil dengan butir halus (Butir halus ^c > 12%)	Butir halus diklasifikasikan sebagai ML atau MH Butir halus diklasifikasikan sebagai CL atau CH	GM	Kerikil ^f bergradasi jelek
		Pasir bersih (Butir halus ^c < 5%)	Cu ≥ 4 dan 1 $\leq Cc \leq 3^d$ Cu < 4 dan/atau Cc < 1 atau Cc > 3 ^e	SW	Pasir bergradasi baik
	Pasir (Leleh besar $\geq 50\%$ Fraksi kasar yang tertahan ayakan No. 4)	Pasir dengan butir halus (Butir halus ^c > 12%)	Butir halus diklasifikasikan sebagai ML atau MH Butir halus diklasifikasikan sebagai CL atau CH	SM	Pasir ^{f, g} lanauan
		Pasir bersih (Butir halus ^c < 5%)	Cu ≥ 4 dan 1 $\leq Cc \leq 3^d$ Cu < 4 dan/atau Cc < 1 atau Cc > 3 ^e	SP	Pasir bergradasi jelek
		Pasir dengan butir halus (Butir halus ^c > 12%)	Butir halus diklasifikasikan sebagai ML atau MH Butir halus diklasifikasikan sebagai CL atau CH	SC	Pasir ^{f, g} lempungan
TANAH BERBUTIR HALUS $\leq 50\%$ lolos Ayakan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair < 50	Non Organik	PI ≥ 7 dan terletak pada atau di atas garis "A"	CL	Lempung ^{f, h} rendah
		Organik	PI < 4 atau terletak di bawah garis "A" Batas cair - kering oven < 0,75	ML	Lanau ^{f, h, i} organik
	Lanau dan lempung Batas cair ≥ 50	Non Organik	Batas cair - tidak kering PI terletak pada atau di atas garis "A"	OL	Lanau ^{f, h, j} organik
		Organik	PI terletak di bawah garis "A"	CH	Lanau ^{f, h, j} tinggi
		Non Organik	PI terletak di bawah garis "A"	MH	Lanau ^{f, h, j} elastis
		Organik	Batas cair - kering oven < 0,75 Batas cair - tidak kering	OH	Lempung ^{f, h, i} organik
TANAH BERORGANIK	Secara primer terdiri atas zat-zat organik, berwarna gelap dan berbau organik.			PT	Gambut

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai batas cair (*Liquid Limit/LL*) sebesar 0,71%. Nilai ini berada di bawah ambang batas 0,75%, dengan demikian, tanah yang berasal dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang,

Kabupaten Pandeglang, Banten, dapat dikategorikan sebagai tanah lempung organik dengan tingkat plastisitas sedang hingga tinggi, dan termasuk dalam kelompok OH (*organic clay of medium to high plasticity*). Kategori ini menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan bersifat kohesif.

5.2.7 Pemadatan Standar

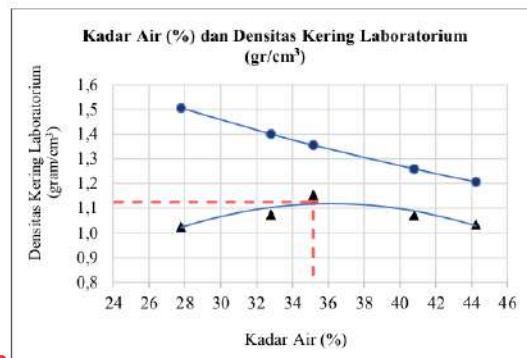
Pengujian pemadatan standar dilakukan berdasarkan SNI 1742:2008 dengan tujuan memperoleh berat isi kering maksimum dan kadar air optimum. Data ini diperlukan sebagai acuan dalam pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). Sampel yang digunakan berupa 2,5 kg tanah yang telah dikeringkan dan lolos saringan No. 4.

Minimal lima sampel digunakan dalam uji pemadatan, di mana tiap sampel dimasukkan ke dalam cetakan dalam tiga lapisan dan masing-masing dipadatkan dengan 25 tumbukan menggunakan penumbuk seberat 2,5 kg. Setelah permukaan diratakan dan ditimbang, sebagian tanah diambil untuk pengujian kadar air. Sesuai SNI 1965:2008, pengujian dilakukan dengan mengambil minimal 100 gram tanah lolos saringan No. 4 dan dikeringkan dalam oven.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Pemadatan Standar

No	Sampel	Simbol	1		2		3		4		5	
1	Air Diberikan	nil	500		600		700		800		900	
2	Volume Cetakan	N'mold	943		943		943		943		943	
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	5696		5806		5931		5882,5		5867	
4	Massa Cetakan	W mold	4460		4460		4460		4460		4460	
5	Massa Tanah Basah	W ₂ -W ₂ -W mold	1236		1345		1471		1422,5		1407	
6	Densitas (gram/cm ³)	$\rho = (W_2 - W_{\text{mold}}) / V_{\text{mold}}$	1,311		1,426		1,560		1,508		1,492	
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{\text{dry}} = (\rho \times 100) / (100 + w)$	1,026		1,074		1,154		1,071		1,034	
8	$\rho_{\text{dry}} \geq 80\%$ (gram/cm ³)	$80\% \times (G_s \times \rho_w) / (1 + (G_s \times w))$	1,205		1,120		1,084		1,007		0,965	
9	ZAV 100% (gram/cm ³)	$(G_s \times \rho_w) / (1 + (G_s \times w))$	2,506		1,400		1,355		1,259		1,207	
Pemecrisaan Kadar Air												
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
10	Massa Tanah Basah + Wadah	W2	24,2	24,4	24,2	24,2	24,4	24	24,1	24,5	23,9	24,4
11	Massa Tanah Kering + Wadah	W3	21	19	19,5	19	19,0	19,0	18,5	18,5	18,0	18
12	Massa Wadah	W1	4,2	4,35	4,18	4,19	4,37	4,04	4,1	4,45	3,94	4,35
13	Massa Tanah Basah	W4 = W2 - W1	20	20	20	20	20,03	19,96	20	20,05	20	20,0
14	Massa Tanah Kering + Wadah	W5 = W3 - W1	16,8	14,7	15,3	14,8	14,6	15,0	14,4	14,1	14,1	13,7
15	Berat Air	W6 = W4 - W5	3,2	5,4	4,7	5,2	5,4	5,0	5,6	6,0	6	6,4
16	Kadar Air (%)	$w = (W_6 / W_5) \times 100\%$	27,78		32,80		35,17		40,80		44,24	
17	Kadar Air Rata-rata (%)		36,16									
18	Densitas Kering Laboratorium (ρ_{dry}) gram/cm ³		1,072									

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Mengacu pada Gambar 5.11, diketahui bahwa tanah dari Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten memiliki kadar air optimum sebesar 35,17% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,154 gram/cm³. Nilai-nilai ini digunakan sebagai acuan dalam perhitungan uji CBR di laboratorium.

5.3 Hasil Pengujian Setelah Dicampur Dengan Bahan Tambah

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa tingkat komposisi bahan tambahan. Tujuan dari penerapan variasi ini adalah untuk menentukan kadar yang paling optimum dan efektif serta menilai seberapa besar pengaruh masing-masing komposisi dalam meningkatkan karakteristik tanah uji. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

- Variasi A = 100 % tanah asli + 0 % Z + 0 % SP
- Variasi B = 100 % tanah asli + 10 % Z + 10 % SP
- Variasi C = 100 % tanah asli + 15 % Z + 10 % SP
- Variasi D = 100 % tanah asli + 20 % Z + 10 % SP

Berbagai variasi yang digunakan Zeolit (Z) dan Semen Portland (SP) tersebut diterapkan dalam sejumlah pengujian untuk mengevaluasi sejauh mana efektivitasnya dalam proses stabilisasi tanah. Adapun jenis pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

5.3.1 Batas Cair

Pengujian dilakukan menggunakan sampel tanah yang sebelumnya telah dikeringkan di oven dan disaring menggunakan saringan No. 40 untuk memastikan keseragaman ukuran butiran. Tanah tersebut kemudian dicampurkan dengan bahan tambahan berupa zeolit dan semen *Portland*. Setiap campuran dipersiapkan untuk dilakukan serangkaian uji laboratorium. Hasil dari seluruh pengujian tersebut disusun dan disajikan pada bagian berikut sebagai dasar analisis dan pembahasan:



Gambar 5.12 Grafik Batas Cair Tiap Variasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair

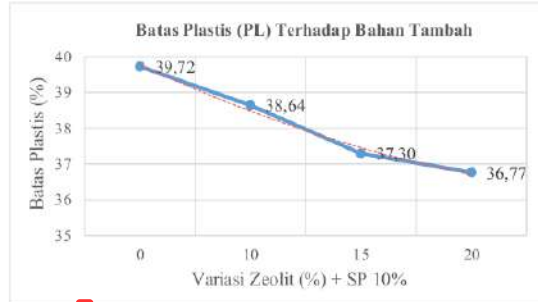
Batas Cair (%)			
Variasi A	Variasi B	Variasi C	Variasi D
59	53,2	50	48,5

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Mengacu pada Tabel 5.10 dan Grafik 5.11, dapat disimpulkan bahwa peningkatan persentase Zeolit dan Semen *Portland* secara bertahap mampu menurunkan nilai batas cair pada sampel tanah. Penurunan ini terjadi karena Zeolit memiliki struktur berpori sehingga dapat membentuk ikatan fisik dengan mengisi ruang antartikel tanah dan menyerap ion-ion dan air yang menjadikan struktur tanah lebih padat. Selain itu, penambahan Semen *Portland* berperan dalam mempercepat proses reaksi pozzolanik dan sementasi, sehingga berdampak pada penurunan kadar air dalam tanah uji.

5.3.2 Batas Plastis

Dalam pengujian ini, sampel tanah yang digunakan merupakan tanah yang telah melewati dari saringan No. 40. Dengan penambahan Zeolit dan Semen Portland. Hasil dari pengujian batas plastis disajikan sebagai berikut:



Gambar 5.13 Grafik Batas Plastis Tiap Variasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Plastis

Batas Plastis (%)			
Variasi A	Variasi B	Variasi C	Variasi D
39,72	38,64	37,30	36,77

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

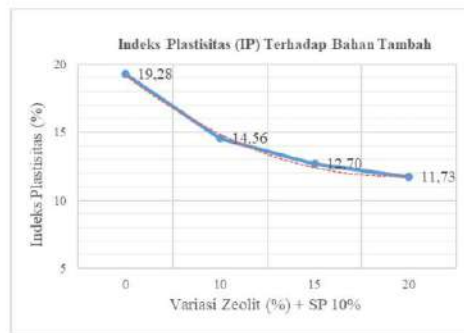
Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.11 dan Grafik 5.12, kedua bahan tambah tersebut memiliki kemampuan untuk mengurangi jumlah air yang diperlukan untuk sampel tanah, serta menghasilkan penggumpalan atau flokulasi partikel halus, yang pada gilirannya menyebabkan sifat plastis tanah dan nilai batas plastisnya menurun.

Sangat penting untuk diketahui bahwa nilai Indeks Plastisitas yang dihasilkan dari perbedaan antara batas plastis dan cair dihitung dan kemudian diwakili dalam satuan persen. Nilai-nilai ini ditunjukkan di bawah ini berdasarkan hasil pengujian:

Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil Pengujian Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (%)			
Variasi A	Variasi B	Variasi C	Variasi D
18,78	14,56	12,70	11,73

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.14 Grafik Indeks Plastisitas Tiap Variasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.12 dan Grafik 5.13, terlihat bahwa penambahan Zeolit dan Semen *Portland* secara bertahap memberikan efek terhadap penurunan nilai Indeks Plastisitas pada tanah uji. Dari hasil pengujian semua variasi, tanah dikategorikan memiliki potensi pengembangan sedang, karena nilai indeks plastisitas (IP) berada dalam kisaran 10 hingga 20.

Tabel 5.17 Standar Indeks Plastisitas untuk Perkerasan Jalan

No.	Material	PI (%)
1	Subgrade	$\leq 15 \%$
2	Subbase	$\leq 10 \%$
3	Base Course	$\leq 4 \%$

(Sumber : Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jl Raya Dept PU, 1972)

Berdasarkan pengujian, tanah asli **tidak memenuhi syarat sebagai material subgrade karena nilai** indeks plastisitasnya sebesar 19,28% melebihi batas maksimum 15% menurut standar Departemen PU. Setelah distabilisasi dengan zeolit dan semen *portland*, nilai tersebut menurun menjadi 14,56%, 12,70%, dan 11,73%, sehingga memenuhi kriteria *subgrade*.

1

5.3.3 Berat Jenis

Pengujian ini memanfaatkan tanah yang telah dikeringkan dalam *oven* dan lolos dari saringan No. 4 dan No. 10, dengan campuran bahan tambahan berdasarkan

variasi yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan oleh penulis disajikan sebagai berikut:

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Jenis

Berat Jenis			
Variasi A	Variasi B	Variasi C	Variasi D
2,64	2,67	2,68	2,69

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.15 Grafik Berat Jenis Tiap Variasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Zeolit dan Semen Portland pada tanah lempung mampu meningkatkan nilai berat jenis. Peningkatan ini terjadi karena kedua bahan tambahan tersebut memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan tanah asli. Ketika dicampurkan, berat jenis total campuran pun ikut meningkat. Selain itu, bahan tambah ini juga mampu mengisi pori-pori mikro di antara partikel tanah serta memicu terjadinya reaksi pozzolan dan hidrasi, yang menyebabkan ikatan antarpartikel menjadi lebih padat dan solid.

5.3.4 Pemadatan Standar

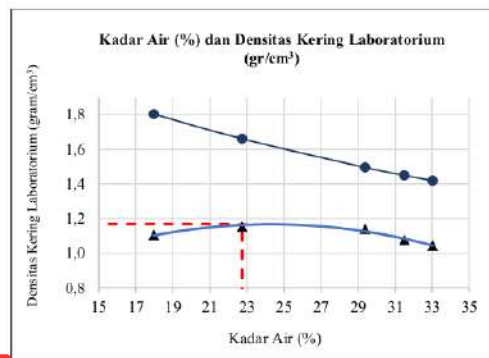
Pada pengujian ini, digunakan tanah yang telah dikeringkan dalam oven dan lolos dari saringan No. 4, kemudian dicampur dengan bahan tambah berupa zeolit dan semen Portland sesuai variasi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk memperoleh data kadar air optimum dan berat isi kering maksimum

yang akan menjadi acuan dalam perhitungan nilai CBR laboratorium. Hasil dari pengujian tersebut disajikan sebagai berikut:



Gambar 5.16 Pembuatan Sampel Pemadatan

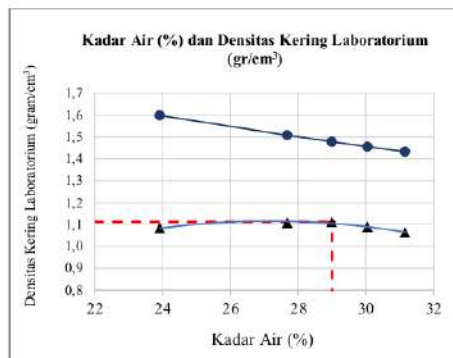
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.17 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi B

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

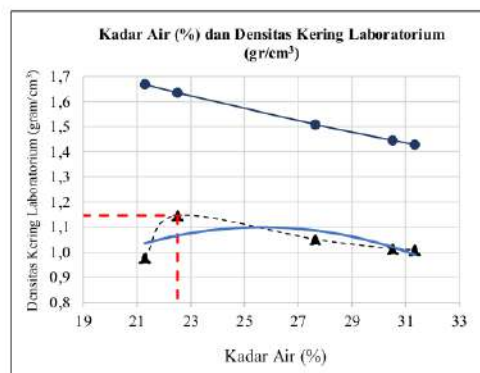
Merujuk pada data hasil uji pemadatan yang ditampilkan pada Gambar 5.16, dapat disimpulkan bahwa pada variasi campuran dengan penambahan 10% Zeolit dan 10% Semen Portland, diperoleh kadar air optimum sebesar 35,17% serta berat isi kering maksimum mencapai 1,18 gram/cm³.



Gambar 5.18 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi C

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Merujuk pada data hasil uji pemadatan yang ditampilkan pada Gambar 5.17, dapat disimpulkan bahwa pada variasi campuran dengan penambahan 15% Zeolit dan 10% Semen Portland, diperoleh kadar air optimum sebesar 28,99% serta berat isi kering maksimum mencapai 1,112 gram/cm³.



Gambar 5.19 Grafik Kadar Air vs Berat Isi Kering Variasi D

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Merujuk pada data hasil uji pemadatan yang ditampilkan pada Gambar 5.18, dapat disimpulkan bahwa pada variasi campuran dengan penambahan 20% Zeolit dan

10% Semen *Portland*, diperoleh kadar air optimum sebesar 22,5% serta berat isi kering maksimum mencapai 1,147 gram/cm³.

Berikut merupakan rekapitulasi hasil pengujian pemadatan yang telah dilakukan oleh penulis :

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan

No.	Variasi	Kadar Air Optimum (%)	Berat Kering Maksimum (gram/cm ³)
1	Var. A (Tanah Asli)	35,17	1,154
2	Var. B (Z10% + SP10%)	22,74	1,155
3	Var. C (Z15% + SP10%)	28,99	1,112
4	Var. D (Z20% + SP10%)	22,50	1,147

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Nilai Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Maksimum yang diperoleh menjadi acuan dalam menentukan kebutuhan material pada pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). Perhitungan kebutuhan material untuk setiap variasi disajikan sebagai berikut:

a. Kebutuhan campuran Variasi B 10% Zeolit dan 10% Semen *Portland*

- 1) Massa Tanah = Volume *Mold* × γ_{Dry} Maksimum
 $= 3211,81 \times 1,155$
 $= 3710 \text{ gram} / \text{mold}$
- 2) Massa Zeolit = Massa Tanah × % Variasi Campuran
 $= 3710 \text{ cm}^3 \times 10\%$
 $= 371 \text{ gram}$
- 3) Massa SP = Massa Tanah × % Variasi Campuran
 $= 3710 \text{ cm}^3 \times 10\%$
 $= 371 \text{ gram}$
- 4) Kebutuhan Air = Massa Tanah × Kadar Air Optimum
 $= 3710 \text{ cm}^3 \times 22,74\%$
 $= 844 \text{ ml}$

Pada variasi B pengujian dengan satu mold CBR, campuran dengan 10% zeolit memerlukan sebanyak 371 gram. Sementara itu, untuk campuran dengan 10%

Semen *Portland*, diperlukan 371 gram, serta kebutuhan airnya mencapai 844 ml.

b. Kebutuhan campuran Variasi C 15% Zeolit dan 10% Semen *Portland*

- 1) Massa Tanah $= \text{Volume Mold} \times \gamma_{\text{Dry Maksimum}}$
 $= 3211,81 \times 1,112$
 $= 3573 \text{ gram / mold}$
- 2) Massa Zeolit $= \text{Massa Tanah} \times \% \text{ Variasi Campuran}$
 $= 3573 \text{ cm}^3 \times 15\%$
 $= 536 \text{ gram}$
- 3) Massa SP $= \text{Massa Tanah} \times \% \text{ Variasi Campuran}$
 $= 3573 \text{ cm}^3 \times 10\%$
 $= 357,3 \text{ gram}$
- 4) Kebutuhan Air $= \text{Massa Tanah} \times \text{Kadar Air Optimum}$
 $= 3573 \text{ cm}^3 \times 28,99\%$
 $= 1036 \text{ ml}$

Pada variasi C pengujian dengan satu mold CBR, campuran dengan 15% zeolit memerlukan sebanyak 536 gram. Sementara itu, untuk campuran dengan 10% Semen *Portland*, diperlukan 357,3 gram, serta kebutuhan airnya mencapai 1036 ml.

c. Kebutuhan campuran Variasi D 20% Zeolit dan 10% Semen *Portland*

- 1) Massa Tanah $= \text{Volume Mold} \times \gamma_{\text{Dry Maksimum}}$
 $= 3211,81 \times 1,147$
 $= 3683 \text{ gram / mold}$
- 2) Massa Zeolit $= \text{Massa Tanah} \times \% \text{ Variasi Campuran}$
 $= 3683 \text{ cm}^3 \times 20\%$
 $= 737 \text{ gram}$
- 3) Massa SP $= \text{Massa Tanah} \times \% \text{ Variasi Campuran}$
 $= 3683 \text{ cm}^3 \times 10\%$
 $= 368 \text{ gram}$
- 4) Kebutuhan Air $= \text{Massa Tanah} \times \text{Kadar Air Optimum}$
 $= 3683 \text{ cm}^3 \times 22,5\%$
 $= 829 \text{ ml}$

Pada variasi D pengujian dengan satu *mold* CBR, campuran dengan 20% zeolit memerlukan sebanyak 737 gram. Sementara itu, untuk campuran dengan 10% Semen *Portland*, diperlukan 368 gram, serta kebutuhan airnya mencapai 829 ml.

5.3.5 ¹ California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan SNI 1744:2012, pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) bertujuan untuk membandingkan beban penetrasi tanah uji dengan beban standar pada kedalaman dan kecepatan tertentu. Pengujian ini menggunakan sampel tanah yang lolos saringan No. 4 dan dilakukan pada kadar air optimum yang diperoleh dari hasil uji pemadatan sebelumnya.



Gambar 5.20 Pembuatan Benda Uji

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah tumbukan sebanyak 10, 30, dan 65 kali. Campuran tanah yang telah ditambahkan bahan stabilisasi dicampur dengan kadar air optimum, lalu dimasukkan ke dalam cetakan uji dalam tiga lapisan. ¹⁸ Setiap lapisan dipadatkan sesuai jumlah tumbukan yang telah ditentukan. ² Proses ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah tumbukan terhadap nilai CBR dari campuran tanah yang diuji.



Gambar 5.21 Perendaman Benda Uji

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Setelah pembuatan benda uji, tahap berikutnya adalah perendaman. Benda uji direndam dan dibiarkan hingga mencapai kondisi jenuh, yang ditandai dengan hilangnya gelembung udara di permukaan air. Setelah itu, ditentukan waktu untuk pembacaan nilai pengembangan (*swelling*), dan benda uji direndam selama 4 hari.

1 Pengujian CBR di laboratorium dilakukan dengan memutar tuas pada torak untuk menaikkan sampel uji hingga menekan batang penetrasi yang terhubung dengan dial pembacaan. Selama proses ini, pembacaan dilakukan pada dua dial utama. Dial pertama adalah dial penetrasi, yang berfungsi untuk memastikan laju penurunan penetrasi sesuai dengan kecepatan standar saat tuas diputar. Dial kedua merupakan dial pembebanan yang terletak pada *proving ring*, dan digunakan untuk mengukur besarnya tekanan yang diberikan pada sampel. Pembacaan kedua dial tersebut digunakan dalam perhitungan nilai CBR. Umumnya, pembacaan dilakukan pada titik penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci, dengan hasil akhir dinyatakan dalam bentuk persentase.



Gambar 5.22 Pengujian CBR Laboratorium

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berikut ini merupakan contoh hasil dari pengujian CBR Laboratorium yang dilakukan pada sampel variasi B dengan kadar zeolite 10% dan semen *Portland* 10% untuk sampel dengan 10 tumbukan.

a. Menghitung nilai CBR

Pembacaan dilakukan pada interval 0,1 dan 0,2 inci. Pertama, alat harus dalam kondisi baik dan terkalibrasi. Kemudian, benda uji harus dipasang dan disiapkan sebelum pengambilan data.

1) Beban penetrasi 0,1 in = Kalibrasi *proving ring* × pembacaan *dial*

$$= 14,938 \text{ lb} \times 11$$

$$= 164,32 \text{ lb}$$

2) Beban penetrasi 0,2 in = Kalibrasi *proving ring* × pembacaan *dial*

$$= 14,938 \text{ lb} \times 14$$

$$= 209,13 \text{ lb}$$

2 Nilai CBR 0,1 dan 0,2 inci dihitung sebagai berikut:

1) CBR 0,1 inci

$$= \frac{\text{Beban penetrasi}}{3000} \times 100$$

$$= \frac{164,32}{3000} \times 100$$

$$= 5,48 \%$$

2) CBR 0,2 inci

$$= \frac{\text{Beban penetrasi}}{3000} \times 100$$

$$= \frac{209,13}{3000} \times 100$$

$$= 4,65 \%$$

Tabel 5.20 Hasil Pengujian CBR Laboratorium Variasi B Z10%+SP10%

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan (lb/sqin)
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	I
15,00	0,0125	3,00	44,81
30,00	0,025	5,00	74,69
60,00	0,050	7,00	104,57
90,00	0,075	9,00	134,44
120,00	0,100	11,00	164,32
180,00	0,150	13,00	194,20
240,00	0,200	14,00	209,13

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Mengacu pada SNI 1744:2012, nilai CBR umumnya diambil dari hasil penetrasi sebesar 0,1 inci. Namun, jika nilai CBR pada penetrasi 0,2 inci ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pada 0,1 inci, maka pengujian perlu dilakukan kembali untuk memastikan keakuratannya. Apabila setelah pengujian ulang nilai pada 0,2 inci tetap lebih besar, maka nilai tersebut yang digunakan sebagai acuan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada pengujian CBR untuk

variasi B dengan sampel yang diberi 10 kali tumbukan, diperoleh nilai CBR sebesar 5,48%.

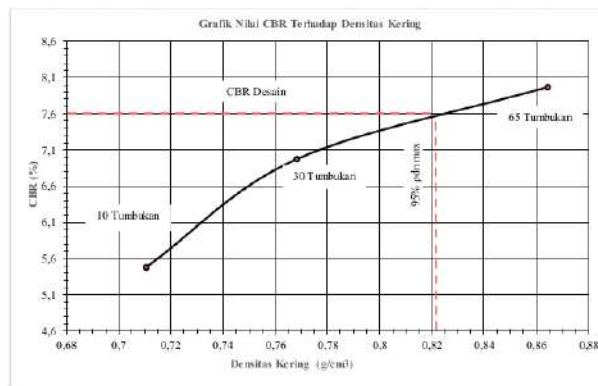
b. Menentukan Nilai CBR Rencana

Setelah dilakukan perhitungan pada sampel dengan variasi tumbukan lainnya, yaitu 30 dan 65 tumbukan, diperoleh rekapitulasi nilai CBR dan densitas kering untuk setiap variasi tumbukan dan sampel. Rekapitulasi nilai CBR dan densitas kering pada variasi B disajikan sebagai berikut.

Tabel 5.21 Hasil CBR Desain Laboratorium Variasi B Z10%+SP10%

Jumlah Tumbukan/Lapis	10	30	65
CBR (%)	5,48	6,97	7,97
Densitas Kering (pd) (g/cm ³)	0,711	0,768	0,864

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.23 Grafik Nilai CBR Terhadap Nilai Densitas Kering

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Nilai densitas kering desain didapat dari 95% densitas kering pada sumbu x, kemudian untuk menghitung nilai CBR Rencana ditarik ke atas hingga mengenai grafik dan ditarik ke kiri menuju sumbu y. Sehingga didapat pada sampel variasi B nilai CBR Rencana adalah 7,6%.

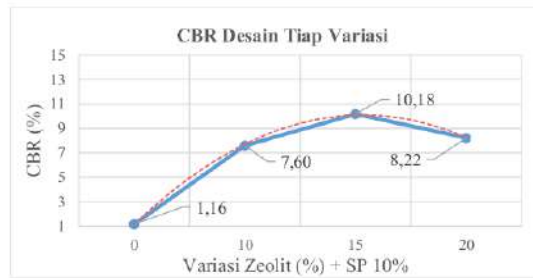
c. Rekapitulasi Nilai *California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

Berdasarkan variasi persentase penambahan zeolit dan semen *portland*, berikut adalah rekapitulasi nilai CBR untuk setiap variasi tumbukan:

Tabel 5.22 Rekapitulasi Nilai CBR Tiap Variasi

Variasi	Nilai CBR (%) dan Jumlah Tumbukan			CBR Desain (%)
	10	30	65	
A	0,65	1,00	1,24	1,16
B	5,48	6,97	7,97	7,60
C	6,47	8,46	10,46	10,18
D	6,97	8,46	9,46	8,22

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.24 Nilai CBR Desain Tiap Variasi

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada tabel dan grafik pengujian, ditemukan hasil yang cukup bervariasi. Hasil terbaik dicapai pada variasi C sebesar 15% zeolit dan 10% semen *portland*, yang menghasilkan CBR desain 10,18%, jauh lebih tinggi dari hasil awal pada pengujian 100% tanah asli sebesar 1,16%. Kenaikan tersebut disebabkan oleh sifat pozzolanik zeolit, yang mengandung silika dan alumina dalam jumlah tinggi. Ketika dicampur dengan kalsium hidroksida yang merupakan hasil hidrasi dari semen *Portland* ditambah air dan tanah, zeolit bereaksi membentuk senyawa seperti kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang memperkuat ikatan antar partikel tanah, sehingga meningkatkan daya dukung tanah secara signifikan.

Namun, pada variasi D dengan komposisi 20% zeolit dan 10% semen *portland*, nilai CBR justru menurun menjadi 8,22%. Penurunan ini terjadi karena jumlah bahan pengikat yang digunakan melebihi kapasitas reaksi tanah, sehingga sebagian bahan tidak bereaksi secara efektif. Selain itu, kelebihan bahan tambah menyebabkan tanah menjadi terlalu kaku dan rapuh, mengurangi kemampuannya dalam menyerap beban secara optimal.

Tabel 5.23 Kategori Nilai CBR

Nilai CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0-3	Very Poor	Subgrade
3-7	Poor to Fair	Subgrade
7-20	Fair	Subbase
20-50	Good	Base, or Subbase
>50	Excellent	Base

(Sumber: Braja M. Das, Mekanika tanah Jilid 1, 1995)

Tabel 5.24 Rekapitulasi Kategori Nilai CBR Tiap Variasi

Persentase Bahan Tambah		Nilai CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
Zeolit	Semen Portland			
0	0	1,16	Very Poor	Subgrade
10	10	7,60	Fair	Subbase
15	10	10,18	Fair	Subbase
20	10	8,22	Fair	Subbase

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.20 memperlihatkan bahwa nilai CBR tanah di Jalan Raya Sobang, Desa Cimanis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten berada dalam kategori *Very Poor*, dengan nilai CBR awal sebesar 1,16%. Nilai optimum diperoleh pada komposisi 15% zeolit dan 10% semen *portland*, yang menghasilkan nilai CBR sebesar 10,18%. Berdasarkan klasifikasi, nilai tersebut termasuk dalam kategori *Fair* dan dinilai layak untuk digunakan sebagai lapisan perkerasan bawah (*subbase*) pada lokasi penelitian.

5.3.6 Pengujian *Swelling*

Perendaman pada pengujian CBR *soaked* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai pengembangan (*swelling*) tanah setelah jenuh air. Nilai hasil pengembangan tanah dari pengujian tersebut ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai *Swelling* CBR *Soaked*

Nilai <i>Swelling</i> (%)			
Pukulan	10	30	65
Var. A (Tanah Asli)	7,17	5,95	4,85
Var. B (Z10% + SP10%)	2,83	2,04	1,65
Var. C (Z15% + SP10%)	1,39	1,27	1,02
Var. D (Z20% + SP10%)	0,57	0,53	0,49

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

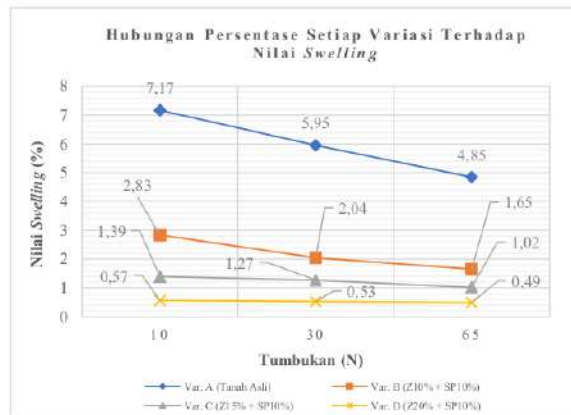
Tabel 5.21 menunjukkan bahwa tanah asli tanpa bahan tambahan memiliki potensi pengembangan (*swelling*) yang tergolong tinggi, dengan nilai mencapai 4,85%, jauh di atas ambang batas 1,5%. Namun, seiring dengan penambahan bahan stabilisasi, nilai pengembangan tanah mengalami penurunan yang signifikan. Pada variasi D dengan 65 pukulan, nilai *swelling* menurun hingga mencapai 0,49%, yang termasuk dalam kategori rendah.

Tabel 5.26 Klasifikasi Nilai *Swelling* CBR *Soaked*

Potensi Pengembangan (%)	Klasifikasi Pengembangan
< 0,5	Rendah
0,5 - 1,5	Sedang
> 1,5	Tinggi

(Sumber: Hary Christady Hardiyatmo. Mekanika tanah Jilid 1. 2012)

Hasil ini menunjukkan bahwa stabilisasi menggunakan zeolit dan semen *portland* efektif dalam mengurangi potensi pengembangan tanah. Penurunan ini terjadi karena pori-pori tanah telah diisi oleh partikel zeolit dan hasil hidrasi semen, sehingga menghambat masuknya air ke dalam struktur tanah. Kondisi tersebut tidak hanya menekan potensi pengembangan, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan nilai CBR *soaked*, karena tanah menjadi lebih padat dan stabil setelah proses perendaman.



Gambar 5.25 Grafik Persentase Bahan Tambah terhadap Nilai *Swelling*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 5.27 Klasifikasi Pengembangan Berdasarkan Hasil Pengujian

Variasi	Pukulan	Nilai <i>Swelling</i>	Klasifikasi Pengembangan
Var. A (Tanah Asli)	10	7,17	Tinggi
	30	5,95	Tinggi
	65	4,85	Tinggi
Var. B (Z10% + SP10%)	10	2,83	Tinggi
	30	2,04	Tinggi
	65	1,65	Tinggi
Var. C (Z15% + SP10%)	10	1,39	Sedang
	30	1,27	Sedang
	65	1,02	Sedang
Var. D (Z20% + SP10%)	10	0,57	Sedang
	30	0,53	Sedang
	65	0,49	Rendah

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Stabilisasi tanah dengan zeolit dan semen *portland* terbukti mampu menurunkan tingkat pengembangan dari kategori tinggi menjadi rendah. Nilai CBR desain tertinggi tercapai pada variasi C (15% zeolit dan 10% semen *portland*) sebesar 10,18%. Tanah dengan potensi pengembangan tinggi berisiko merusak struktur bangunan, terutama saat musim hujan karena tekanan ekspansi yang besar. Selain itu, tanah lempung cenderung mudah tergelincir dan menyebabkan pergerakan tanah. Dengan demikian, zeolit dan semen *portland* efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah.

5.4 Perbandingan Kajian Saat Ini dengan Kajian Terdahulu

Hasil berikut adalah analisis perbandingan pembaruan penelitian CBR Terendam penulis tentang Pengaruh Penambahan Zeolit dan Semen *Portland* pada Stabilisasi Tanah Lempung dibandingkan dengan penelitian sebelumnya Pengaruh Penambahan Zeolit Pada Stabilisasi Tanah Lempung.

Tabel 5.28 Perbandingan Nilai CBR *Soaked* Zeolit Terhadap Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	SOAKED		CBR Desain (%)
	Bahan Aditif (%)		
	Zeolit	Semen Portland	
Lulu Salsabila (2025)	0	0	1,16
	10	10	7,6

	15	10	10,18
	20	10	8,22
Samer R. Rabab'ah dkk, 2021	0	0	1,8
	10	0	3
	20	0	6
	25	0	9
	30	0	11
	0	0	1,56
Siti Fauziah, (2019)	3	0	2,388
	6	0	2,674
	9	0	2,961
	0	0	0,87
Rian Alfian, (2020)	6	0	0,89
	8	0	1,03
	10	0	1,12
	12	0	1,5
	14	0	1,59
	0	0	0,87

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.26 Grafik Perbandingan nilai CBR Soaked Zeolit

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan zeolit sebagai bahan stabilisasi, diketahui bahwa penambahan Semen Portland sebagai bahan tambah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan nilai CBR. Peningkatan ini terjadi karena zeolit memiliki kemampuan menyerap air dengan baik, sehingga dapat mengaktifkan senyawa kimia yang

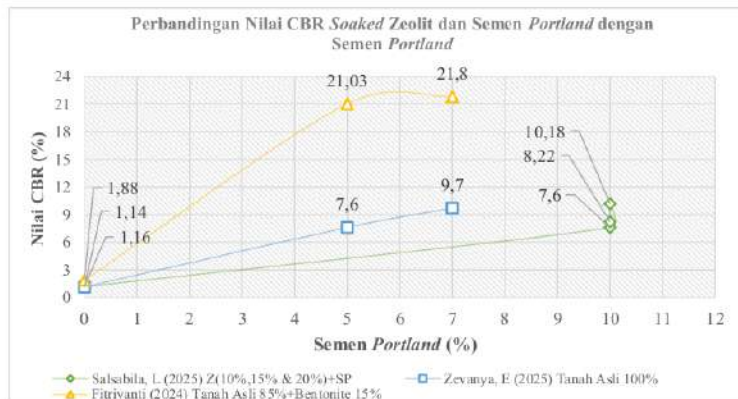
terkandung dalam Semen *Portland*. Aktivasi tersebut mempercepat reaksi hidrasi yang menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) berupa gel yang kemudian mengeras. Proses ini berperan dalam meningkatkan daya ikat antar partikel tanah, sehingga struktur tanah menjadi lebih padat dan kuat.

Hasil berikut adalah analisis perbandingan penelitian CBR Terendam Penulis dengan penambahan Zeolit dan Semen *Portland* untuk stabilisasi tanah dengan pengujian penggunaan bahan tambah Semen *Portland* saja.

Tabel 5.29 Perbandingan Nilai CBR *Soaked* Pengujian Z+SP dan Pengujian SP

SOAKED		
Nama Peneliti	Semen <i>Portland</i> (%)	CBR Desain (%)
Salsabila, L (2025) Z(10%,15% & 20%)+SP	0	1,16
	10	7,6
	10	10,18
	10	8,22
Zevanya, E (2025) Tanah Asli 100%	0	1,14
	5	7,6
	7	9,7
Fitriyanti (2024) Tanah Asli 85%+Bentonite 15%	0	1,88
	5	21,03
	7	21,8

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 5.27 Grafik Perbandingan nilai CBR *Soaked* Semen *Portland*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Nilai CBR *Soaked* dengan bahan tambah semen *portland* lebih tinggi karena seluruh semen berperan aktif dalam proses hidrasi dan pembentukan ikatan antar partikel tanah. Pada campuran semen *portland* dan zeolit, sebagian semen tergantikan oleh zeolit yang reaktivitasnya lebih rendah, sehingga ikatan yang terbentuk lebih sedikit dan kekuatan tanah menurun, terutama saat kondisi jenuh air.

Hasil berikut adalah analisis perbandingan penelitian CBR Terendam penulis tentang Pengaruh Penambahan Zeolit dan Semen *Portland* pada Stabilisasi Tanah Lempung dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

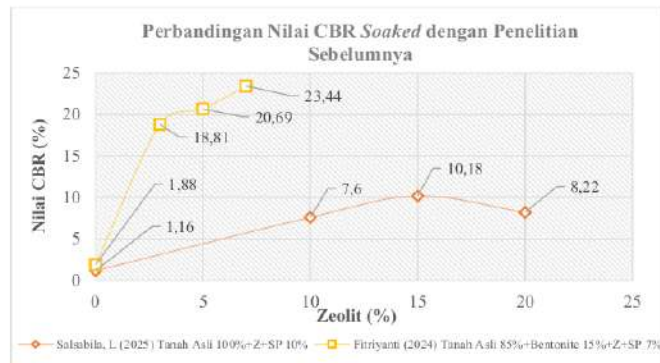
Tabel 5.30 Perbandingan Nilai CBR *Soaked* Zeolit + Semen *Portland*

Nama Peneliti	SOAKED		
	Bahan Aditif (%)		CBR Desain (%)
	Zeolit	Semen <i>Portland</i>	
Lulu Salsabila (2025)	0	0	1,16
	10	10	7,6
	15	10	10,18
100% Tanah Asli	20	10	8,22
Fitriyanti (2024)	0	0	1,88
	5	5	16,78
	7	5	18,62
	9	5	19,84
	3	7	18,81
Tanah Asli 85%+ <i>Bentonite</i> 15%	5	7	20,69
	7	7	23,44

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan hasil perbandingan dalam penelitian ini, diperoleh bahwa nilai CBR pada pengujian substitusi dengan penambahan 15% bentonit terhadap tanah asli mengalami peningkatan dibandingkan dengan penggunaan 100% tanah asli. Peningkatan ini disebabkan oleh karakteristik bentonit yang memiliki partikel sangat halus sehingga mampu mengisi pori-pori tanah secara efektif serta memiliki kemampuan menyerap dan mengikat air yang tinggi. Selain itu, penambahan zeolit dan Semen *Portland* turut berkontribusi dalam meningkatkan kepadatan tanah. Zeolit berperan dalam mengisi rongga yang tersisa dan menyerap air di dalam pori-pori tanah, serta mengaktifkan senyawa kimia yang terkandung di dalam dirinya

maupun pada Semen *Portland*. Proses tersebut mempercepat terbentuknya senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang kemudian mengeras dan membentuk ikatan antar partikel tanah yang kuat dan padat.



Gambar 5.27 Grafik Perbandingan nilai CBR *Soaked* Zeolit+SP

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Hasil berikut adalah analisis perbandingan nilai pengujian CBR terendam dan tidak terendam terhadap pengaruh penambahan zeolit dan semen *portland* pada stabilisasi tanah lempung.

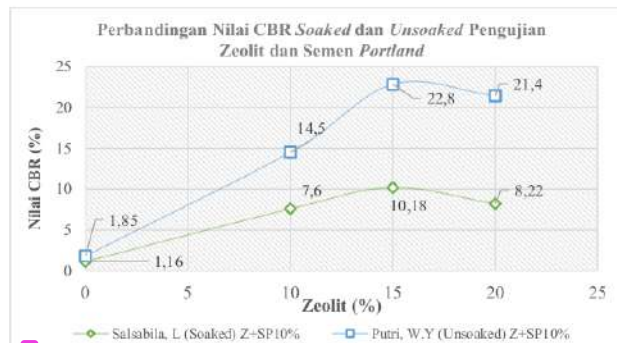
Tabel 5.31 Perbandingan Nilai CBR *Soaked* dan *Unsoaked*

Nama Peneliti	Bahan Aditif (%)		CBR Desain (%)
	Zeolit	Semen <i>Portland</i>	
Lulu Salsabila (2025) <i>Soaked</i>	0	0	1,16
	10	10	7,6
	15	10	10,18
	20	10	8,22
Wiza Yulia Putri (2025) <i>Unsoaked</i>	0	0	1,85
	10	10	14,5
	15	10	22,8
	20	10	21,4

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Pada pengujian tidak terendam (*unsoaked*) nilai CBR memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada pengujian terendam hal tersebut dikarenakan pada pengujian

terendam, tanah menyerap air sampai keadaan jenuh sehingga dapat menurunkan daya dukung tanah karena kandungan kadar air yang tinggi yang dimiliki tanah.



Gambar 5.28 Grafik Perbandingan nilai CBR *Soaked* dan *Unsoaked*

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan zeolit sebagai bahan stabilisasi, baik digunakan secara tunggal maupun dikombinasikan dengan semen *Portland*, mampu meningkatkan nilai CBR pada persentase tertentu. Perbedaan nilai CBR yang diperoleh pada setiap variasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

a. Variasi Penambahan Sampel

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa semakin besar persentase bahan tambah yang digunakan, maka semakin besar pula reaksi yang terjadi serta jumlah produk yang dihasilkan. Namun demikian, apabila bahan tambah diberikan dalam jumlah yang berlebihan, dapat terjadi substitusi reaktif. Hal ini menyebabkan bahan reaktif utama tidak dapat berfungsi secara optimal karena adanya keterlibatan reaktif lain dalam proses reaksi.

b. Ukuran Butiran

Kehalusan butiran zeolit yang digunakan dalam pengujian sangat memengaruhi efektivitas reaksi. Zeolit dengan ukuran partikel yang lebih halus memiliki distribusi yang lebih merata, sehingga mampu menyatu dan mengikat partikel tanah secara lebih optimal. Oleh karena itu, penggunaan zeolit dengan kehalusan tinggi lebih disarankan untuk meningkatkan efektivitas stabilisasi tanah.

c. Kandungan Kimia dari Sampel

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah yang berbeda, sehingga memiliki komposisi kimia yang bervariasi. Perbedaan kandungan kimia tersebut turut memengaruhi kapasitas pertukaran kation (CEC), yang berdampak pada efektivitas reaksi antara zeolit dan tanah dalam proses stabilisasi.

5.5 Tata Cara Pengaplikasian Stabilisasi di Lapangan

Pelaksanaan stabilisasi tanah di lapangan dengan penambahan zeolit dan semen *Portland* mengikuti ketentuan yang tercantum dalam SNI-03-3437-1994. Berikut tahapan yang dapat dilakukan:

- a. Permukaan tanah dibersihkan dari sampah dan benda asing, lalu digemburkan sebelum dilakukan stabilisasi;
- b. Menyebarkan zeolit dan semen *portland* secara merata di atas permukaan tanah, baik dengan cara manual maupun menggunakan alat bantu;
- c. Mengaduk campuran tanah, zeolit, dan semen *Portland* hingga tercampur merata. Selama proses ini, air dapat ditambahkan sedikit demi sedikit sesuai kebutuhan untuk memenuhi standar yang ditetapkan. Ketebalan lapisan campuran di lapangan adalah 30 cm dalam kondisi lepas, disesuaikan dengan alat pencampur yang digunakan;
- d. Pemadatan awal dilakukan dengan mencampur tanah, zeolit, dan semen menggunakan alat pemadat roda karet. Pemadatan dilakukan merata per lapisan: dari tepi ke tengah untuk jalan lurus, dari bawah ke atas untuk tanjakan, dan dari sisi rendah ke tinggi untuk tikungan. Lintasan pertama diawali dengan roda penggerak di depan;
- e. Proses pemadatan diselesaikan dengan alat pemadat roda tandem seperti *tandem roller* atau *smooth wheel roller*;
- f. Memeriksa kepadatan tanah campuran dan mengukur tebal lapisan setelah melalui empat lintasan;
- g. Menjaga kelembaban tanah campuran selama pelaksanaan dan masa perawatan;
- h. Melakukan pengecekan kualitas dan pengendalian mutu secara berkala, termasuk pemeriksaan kelembaban untuk menentukan metode perawatan yang tepat.

Berdasarkan uji CBR di laboratorium, diperoleh bahwa nilai CBR tertinggi ditemukan pada variasi C, yaitu dengan penambahan 15% zeolit dan 10% semen Portland dengan tebal pencampuran dilapangan yang digunakan adalah 30 cm. Selanjutnya, dilakukan perhitungan kebutuhan material untuk volume tanah sebesar 1 m³, dengan rincian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume tanah} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ &= 0,3 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{Dry Maksimum}} = 1,112 \text{ gram/cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Massa tanah asli} &= \gamma_{\text{Dry Maksimum}} \times \text{Volume Tanah} \\ &= 1112 \times 0,3 = 333,6 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa zeolit} &= \% \text{ Zeolit} \times \text{Massa Tanah Asli} \\ &= 15\% \times 333,6 \\ &= 50,04 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa SP} &= \% \text{ SP} \times \text{Massa Tanah Asli} \\ &= 10\% \times 333,6 \\ &= 33,36 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kebutuhan Air Yang Harus Ditambahkan

Tahapan yang dilakukan meliputi pengujian kadar air untuk mengetahui kadar air pada tanah yang akan distabilisasi. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh kadar air optimum sebesar 28,99%, sehingga volume air yang dibutuhkan dapat dihitung sesuai dengan berat tanah kering yang akan dipadatkan:

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \text{Kadar Air Tanah} \times \text{Total Tanah dan Bahan Tambah} \\ &= 28,99\% \times (333,6 + 50,04 + 33,36) \\ &= 120,89 \text{ Liter}\end{aligned}$$

Tabel 5.32 Rekapitulasi Kebutuhan Stabilisasi Dilapangan

Kebutuhan (m ³)			
Massa Tanah (Kg)	Massa Zeolit (Kg)	Massa SP (Kg)	Volume Air (L)
333,69	50,05	33,37	120,93

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan sampel tanah dari Jalan Raya Sobang, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten, dengan bahan stabilisasi berupa kombinasi Zeolit dan Semen *Portland*, serta menggunakan variasi 10% Semen *Portland* dan 10%, 15%, serta 20% Zeolit, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan metode *Unified Soil Classification System* (USCS), tanah asli tersebut termasuk dalam kelompok lempung organik yang memiliki sifat plastisitas tinggi, dengan nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 18,8%. Nilai CBR terendam pada tanah asli sebelum distabilisasi menggunakan zeolit dan semen *Portland* tergolong dalam kategori sangat buruk (*very poor*), dengan nilai masing-masing sebesar 1,16%.
- b. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik tanah, baik sebelum maupun setelah penambahan zeolit dan semen *Portland*, mengalami penurunan pada indeks plastisitas (PI) seiring dengan meningkatnya persentase campuran. Sebelum pencampuran, tanah termasuk dalam kategori plastisitas tinggi dengan nilai PI sebesar 18,78%. Setelah penambahan semen *Portland* 10% dan zeolit dengan persentase 10%, 15%, dan 20%, terjadi penurunan indeks plastisitas, sehingga tanah menjadi berplastisitas sedang hingga rendah ($PI < 17\%$) dengan nilai masing-masing sebesar 14,56%, 12,7%, dan 11,73%.
- c. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan zeolit dan semen *Portland* mempengaruhi nilai CBR terendam sesuai dengan persentase yang ditambahkan. Namun, penambahan zeolit dan semen *Portland* tidak selalu menyebabkan peningkatan pada nilai CBR terendam tanah. Pada persentase 0%, diperoleh nilai CBR terendam sebesar 1,16%, yang kemudian meningkat pada penambahan 10% zeolit dan 10% semen *Portland* menjadi 7,6%, dan mengalami kenaikan lagi pada penambahan 15% zeolit dan 10% semen *Portland* menjadi 10,18%. Namun, pada penambahan selanjutnya, yaitu 20% zeolit dan 10% semen *Portland*, nilai CBR terendam justru mengalami penurunan menjadi 8,22%.

Penurunan ini disebabkan oleh kelebihan bahan tambah pada tanah lempung, di mana ruang pori partikel tanah sudah terisi penuh, sehingga tidak dapat berfungsi secara optimal dalam mengikat partikel tanah untuk menjalankan proses reaksi pozzolanik dan sementasi.

6.2 Saran

Berikut ini adalah saran yang disampaikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pemanfaatan zeolit bayah yang dihasilkan dari PT. Minerindo Trifa Buana untuk pengujian lainnya seperti kuat tekan bebas.
- b. Penelitian ini dapat diperluas dengan penambahan bahan lain, seperti *Fly ash* atau larutan kimia lainnya, untuk mengkaji keefektifannya dalam menstabilisasi tanah lempung.
- c. Peneliti lainnya dapat melakukan pemeraman beberapa hari seperti 3 dan 7 hari sebelum dilakukan perendaman untuk mengetahui hasilnya terhadap stabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, R., Afriani, L., & Iswan. (2020). *Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Yang Dicampur Zeolit*. 3, 221–236. <https://doi.org/https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jice>
- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). Pengaruh Zeolit Terhadap Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Pengujian *California Bearing Ratio Method*. In *Journal Of Infrastructural In Civil Engineering (Jice)* (Vol. 1, Issue 1). <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jice>
- Al-Naje, F. Q., Abed, A. H., & Al-Taie, A. J. (2020). A Review Of Sustainable Materials To Improve Geotechnical Properties Of Soils. *Al-Nahrain Journal For Engineering Sciences*, 23(3), 289–305. <https://doi.org/10.29194/Njes.23030289>
- Anggoro, D. D. (2017). *Buku Ajar Teori Dan Aplikasi Rekayasa Zeolit*. Undip Press.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1742:2008 *Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah*. SNI 1742:2008, 1–20.
- Badan Standardisasi Nasional. Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1744:2012 *Metode uji CBR laboratorium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1964-2008 *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1965:2008 *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan Laboratorium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1966-2008 *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1967-2008 *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 6371-2015 *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah Kementerian Pekerjaan Umum*, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Fathonah, W., Kusuma, R. I., & Farhanadya, S. (2025). Pengaruh Kapur dan Ground Granulated Blast Furnace Slag Sebagai Campuran Stabilisasi Tanah Terhadap Nilai CBR Soaked. *Jurnal Teknik Sipil*, 2, 1–12. <https://doi.org/https://eprints.untirta.ac.id/47348/>

- Fauziah, S., & Maricar, M. H. (2020). Experimental Study Of Soft Soil Stabilization Using Zeolite On Dry-Wet Cycles. *International Journal Of Civil Engineering And Technology*, 10, 305–312.
[Http://Www.iaeme.Com/Ijciet/Index.Asp](http://www.iaeme.com/IJCiet/Index.Asp)
- Hadi, Z., Gandi, H. S., & Sarie, F. (2023). Pengaruh Penambahan Batu Zeolit dan Semen Portland Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung. *Jurnal Transukma*, 5, 136–147.
[Https://Doi.Org/Https://Transukma.Uniba-Bpn.Ac.Id](https://doi.org/https://transukma.uniba-bpn.ac.id)
- Halim Muqorrobin, A., & Yusa, M. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen Dan Difa Soil Stabilizer. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 5(2), 1–6.
[Https://Doi.Org/Https://Jnse.Ejournal.Unri.Ac.Id/Index.Php](https://doi.org/https://jnse.ejournal.unri.ac.id/index.php)
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (3rd Ed.). Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2022). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan* (2nd Ed.). Gadjah Mada University Press.
- Ishmah, H., Alvionita, V., & Herius, A. (2020). Pengaruh Nilai CBR Dan Kuat Geser Tanah Gambut Yang Di Stabilisasi Menggunakan Petrasoil Dengan Semen Portland. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 14(01), 15–20.
[Https://Doi.Org/Https://Jurnal.Polsri.Ac.Id/Index.Php/Pilar/Index](https://doi.org/https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/index)
- Junaidi. (2022). Perbandingan Daya Dukung (CBR) Kondisi Soaked Dan Unsoaked Agregat Kelas B Berdasarkan Variasi Gradasi Lapangan. *Jurnal Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (Snit)*, 2(1), 124–138.
[Https://Doi.Org/Https://Snit-Polbeng.Org](https://doi.org/https://snit-polbeng.org)
- Kaharu, F., Waani, J. E., Berty, O., & Sompie, A. (2025). Pengaruh Penambahan Zeolit Pada Karakteristik Geoteknik Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Semen. *Jurnal Sosial Dan Teknologi*, 259–278.
[Https://Doi.Org/Sostech.Greenvest.Co.Id/Index.Php/Sostech/Article](https://doi.org/https://sostech.greenvest.co.id/index.php/sostech/article)
- Kusuma, R. I., Fathonah, W., & Arkaan, M. F. (2023). Stabilisasi Tanah Rawa Menggunakan Zeolit Bayah Terhadap Nilai California Bearing Ration (CBR) Unsoaked. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 1–13.
[Https://Doi.Org/Https://Eprints.Untirta.Ac.Id/30963/](https://doi.org/https://eprints.untirta.ac.id/30963/)
- Kusuma, R. I., & Mina, E. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah Gypsum dan Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Jurnal Fondasi*, 7(7), 22–31.
- L Braja, J. I., Bahasa, A., & Noor, L. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar, Trans.; 1st Ed.). Erlangga.

- Mina, E., Fathonah, W., & Febriyanti, A. D. (2024). Pemanfaatan GGBFS Dan Fly Ash Untuk Stabilisasi Tanah Terhadap Nilai CBR Terendam (Soaked California Bearing Ratio) Studi Kasus: Jalan Desa Sudimanik, Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang, Banten. *Jurnal Teknik Sipil*, 2, 1–13. <https://doi.org/https://eprints.untirta.ac.id/45870/>
- Mina, E., Kusuma, R. I., & Sausan, Z. I. (2022). Pemanfaatan Semen Slag Sebagai Campuran Stabilisasi Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Nilai CBR Terendam (Soaked California Bearing Ratio) (Studi Kasus: Jalan Raya Munjul Desa Pasir Tenjo Kabupaten Pandeglang, Banten). *Jurnal Teknik Sipil*, 28(3), 261–268. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.3.3>
- Muchui Mugambi, L., Mujombi, S., Mutai, V., Ratumo Toeri, J., Mwit Marangu, J., & Valentini, L. (2024). Potential Of Limestone Calcined Clay Cement (Lc3) In Soil Stabilization For Application In Roads And Pavements Construction. *Case Studies In Construction Materials*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.E03706>
- Muhiddin, A. B., & Tangkeallo, M. M. (2020). Correlation Of Unconfined Compressive Strength And California Bearing Ratio In Laterite Soil Stabilization Using Varied Zeolite Content Activated By Waterglass. *Materials Science Forum*, 998 Msf, 323–328. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.998.323>
- Norouznejad, G., Shooshpasha, I., Mirhosseini, S. M., & Afzalirad, M. (2021). Effect Of Zeolite On The Compaction Properties And California Bearing Ratio (CBR) Of Cemented Sand. *International Journal Of Engineering And Technology Innovation*, 11(3), 229–239. <https://doi.org/10.46604/ijeti.2021.7086>
- Panguriseng, D. (2001). *Buku Ajar Stabilisasi Tanah*. Universitas 45 Makassar.
- Pertiwi, S. A. P., Candra, A. I., Sari, T. S., Safi'i, A. D., & Zakiya, Z. (2023). Mengidentifikasi Jenis Tanah, Batas Plastis, Batas Cair Tanah Lempung. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(1), 151. <https://doi.org/10.33087/Talentsipil.V6i1.120>
- Rabab'ah, S. R., Taamneh, M. M., Abdallah, H. M., Nusier, O. K., & Ibdah, L. (2021). Effect Of Adding Zeolitic Tuff On Geotechnical Properties Of Lime-Stabilized Expansive Soil. *Ksce Journal Of Civil Engineering*, 25(12), 4596–4609. <https://doi.org/10.1007/S12205-021-1603-7>
- Setiawan, I., Estiaty, L. M., Fatimah, D., Indarto, S., Lintjewas, L., Alkausar, A., Handoko, A. D., Yuliyanti, A., & Jakah, J. (2020). Geologi dan Petrokimia Endapan Zeolit Daerah Bayah Dan Sukabumi. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 30(1), 39. <https://doi.org/10.14203/Risetgeotam2020.V30.1048>

- Sihotang, A. J., & Iskandar, R. (2020). Analisis Hubungan Berat Isi Kering Maksimum Dan Kadar Air Optimum Berdasarkan Batas Plastis dan Batas Cair. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 1–10.
<https://doi.org/https://download.garuda.kemdikbud.go.id/>
- Soehardi, F., Yos Sudarso Km, J., Pekanbaru, R., & Dwi Putri, L. (2017). Pengaruh Waktu Pemeraman Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Terhadap Nilai CBR. In *Jurnal Teknik Sipil Siklus* (Vol. 3, Issue 1).
<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication>
- Sorsa, A. (2022). Engineering Properties Of Cement Stabilized Expansive Clay Soil. *Civil And Environmental Engineering*, 18(1), 332–339.
<https://doi.org/10.2478/cee-2022-0031>
- Sosial, J., Teknologi, D., Lovely Zevanya, E., Waani, J. E., & Rondonuwu, S. G. (2025a). Perilaku Mekanikal Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Semen-Zeolit. *Jurnal Sosial Dan Teknologi (Sostech)*, 5(2).
<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication>
- Tangkeallo, M. M., Tanari, B., & Banggana, D. S. V. L. (2023). Pengaruh Pemeraman Terhadap Stabilisasi Tanah Laterit Campuran Zeolit Aktivasi Waterglass Terhadap Nilai California Bearing Ratio. *Journal Potensi*, 25(1), 15–19.
- Zaliha, S., Zuber, S., Kamarudin, H., Al, M. M., Abdullah, B., & Binhussain, M. (2020). Review On Soil Stabilization Techniques. *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 7(5), 258–265.
<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/246547479>

LAMPIRAN

ADMINISTRASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TA

Nama : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : Ganjil*) Tahun Akademik 2024-2025
KBK : Geoteknik
Judul Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

No	Uraian	Nama Dosen	Paraf Dosen
1.	Pembimbing 1	1. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	1.
2.	Pembimbing 2	2. Enden Mina, S.T., M.T	2.

Cilegon, 14 Oktober 2024
Ketua KBK

Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001

*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Jurusan : Teknik Sipil
Rencana Sidang : Seminar Proposal
Waktu Sidang :

Hari/ Tanggal : Senin / 04 November 2024

Jam : 13.00 Wib

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	I		Tanggal: 23-10-2024 Paraf: 
2	Enden Mina, S.T., M.T	II		Tanggal: 24-10-2024 Paraf: 
3	Woclandari Fathonah, S.T., M.T		I	Tanggal: 23-10-2024 Paraf: 
4	Ina Asha N, S.T., M.T		II	Tanggal: 23-10-2024 Paraf: 

Cilegon, 14 Oktober 2024
Koordinator TA


Siti Asyiah, S.Pd., M.T.
NIP. 198601312019032009

*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-01

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SURAT PERMOHONAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
Nomor Mahasiswa : 3336210048
Alamat Mahasiswa : Cilegon
Dosen Pembimbing : 1. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
2. Enden Mina, S.T., M.T

dengan prestasi studi sampai dengan tanggal: 14 Oktober 2024 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

Cilegon, 14 Oktober 2024

Pemohon,

Lulu Salsabila

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 116 sks dan $IPK \geq 2,00$)	... 32... SKS & IPK 3.53.
2.	Nilai D maksimal 10% dari total SKS mata kuliah	... 100... %
3.	Kerja Praktek	
4.	Mengontrak mata kuliah Skripsi dalam KRS berjalan	
5.	Melakukan pendaftaran pada SISTA (TA-01)	
6.	Draf proposal telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar masing-masing untuk pembimbing dan penguji	
7.	Naskah seminar telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 10-15 eksemplar untuk peserta sidang	
8.	Berita Acara Seminar Proposal (Smp-02)	
9.	Lembar saran & masukan (Smp-03)	
10.	Daftar hadir dosen (Smp-04)	
11.	Daftar hadir peserta seminar (Smp-05)	

Seminar tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 14 Oktober 2024

Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.

NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 2 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koord. Skripsi

* Pendaftaran Seminar Proposal Skripsi selambat-lambatnya 2 hari kerja sebelum seminar dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-02

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA

Pada hari ini Senin, tanggal 04 November 2024, telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah Dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) *Soaked*

Dosen pembimbing I : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T

Dosen pembimbing II: Enden Mina, S.T., M.T

Dosen Penguji I : Woelandari Fathona, S.T, M.T

Dosen Penguji II : Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T

Dari Seminar Proposal Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN untuk melanjutkan Penelitian (Skripsi) *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 04 November 2024

Dosen Penguji I

Woelandari Fathona, S.T., M.T
NIP. 199012292019032021

Dosen Penguji II

Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
NIP. 199806072024062003

Dosen Pembimbing I

Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198408222006041001

Dosen Pembimbing II

Enden Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: f.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin/ 04 November 2024 Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan
Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Tambahkan komposisi kimia dari Zeolit. OK 21/2025	

Cilegon, 04, November 2024
Dosen Pembimbing I


Rama Indira Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 04 November 2024 Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan
Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		- koreksi dalam tata tulis penulisan sangat typo - lengkapi foto bahan tambak, alat uji, dan contoh sampel. - Penjelasan tentang uji CBR, lengkapi dg gambar alat uji dan sampel - tambahkan lokasi koordinat lengkap!	

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Pembimbing II


Endang Minda, S.T., M.T.
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.unirta.ac.id

Smp-03

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 04 November 2024 Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen
Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Tak FLT → Satu, dua.	
2.		Dasar Teori → klasifikasi tanah dengan dua 1 & 2 buku klasifikasi Tanah : - USCS - ASTM ? AASHTO.	
3.		Dokumentasi Buku tambahan.	

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Penguji I


Wicandari Hathonah, S.T., M.T
NIP. 199012292019032021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 04 November 2024 Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Gambar yg dimasukkan kedalam laporan harap diperbaiki lebih jelas.	
2.		Tambahkan ^{komposisi} ^{ring} terkuat bahan tambah sedikit.	
3.		Perkuat kembali teori terkuat stabilitas tanah sebagai fokus penelitiannya.	
4.		Letak zeolit bayah lebih difokuskan y/ titik lokasinya.	
5.		Tambahkan pengelaran sedikit y/ pemberian perendaman 4 hari pada analisa data.	

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Penguji II


Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
NIP. 199806072024062003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: fluntirta.ac.id

Smp-04

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 04 November 2024
Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 336210048
Judul Skripsi : *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	NIP. 198108222006041001	1.
2.	Enden Mina, S.T., M.T	NIP. 197305062006042001	2.
3.	Woelandari Fathonah, S.T., M.T	NIP. 199012292019032021	3.
4.	Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T	NIP. 199806072024062003	4.

Cilegon, 04 November 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd, M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-05

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 04 November 2024
Waktu : 13.00 Wib
Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Ryda Syarifda	3336210010	1.	
2.	Achmadana Burhan Putra	3336210100	2.	
3.	Ukasyah Alfotih	3336210061	3.	
4.	Tasya Rizki Septiyuni P.H	3336210033	4.	
5.	Raina Mutiara A.	3336210055	5.	
6.	Dea Desvita Andia	3336210086	6.	
7.	Mazma Maya	3336210071	7.	
8.	Sahadan Rathan	3336210049	8.	
9.	Jagis Ihsan Ofi	3336210069	9.	
10.	M. NALFAL	3336211131	10.	
11.	Sakti Setia N.		11.	
12.	Zahra Aninda N. F	3336210063	12.	
13.	Firry Prathya		13.	
14.	Puput Pauliah	3336210007	14.	
15.	Siti Dzulka Hurchah	3336210059	15.	

Cilegon, 04 November 2024
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S Pd, M.T.
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	21-1-2025	ASTM ?		
	20/1/2025	Acc		

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Pembimbing I


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.unirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		lanjutan penelitian		

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Pembimbing II


Enden Mirza S.T., M.T.
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1	5/11/2024	Langkah ke bab 5		

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Penguji I


Woelandari Kathonah, S.T., M.T
NIP. 199012292019032021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Smp-06

BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
1.	10/01/2025	hal. 51 tabel dijadikan satu halaman. lanjutan penulisan!		

Cilegon, 04 November 2024
Dosen Penguji II

Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
NIP. 199806072024062003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 7 (Ganjil)
Pembimbing I : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
Judul Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	05 - 09 - 2024	- Landasan Teori - Metode Penelitian - Tambahan Referensi - Daftar Pustaka	
2.	27 - 09 - 2024	- Pendahuluan - Referensi	
3.	4 - 10 - 2024	- Acc sempro	
	20 - 03 - 2025	- Grafik penadatan - Grafik batas cair	
	24 - 04 - 2025	- AC Sembr	

Cilegon, 14 Oktober 2024
Mahasiswa,

Lulu Salsabila
NIM. 3336210048

Mengetahui,
Pembimbing I Skripsi,

Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 7 (Ganjil)
Pembimbing II : Enden Mina, S.T., M.T
Judul Tugas Akhir : Stabilitas Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	05-09-2024	- Landasan Teori - Metode penelitian - Tambahan referensi - Daftar Pustaka	
2.	27-09-2024	- Pendahuluan - Referensi	
3.	4-10-2024	Acc Semeru	
	28-04-2025	Perbaikan Grafik Perbandingan	
	09-05-2025	Acc Semhas	

Cilegon, 14 Oktober 2024
Mahasiswa,

Lulu Salsabila
NIM. 3336210048

Mengetahui,
Pembimbing II Skripsi,

Enden Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini Senin tanggal 2 bulan Juni tahun 2025, telah dilaksanakan Seminar Hasil

Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen
Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

Dosen pembimbing I : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T

Dosen pembimbing II: Enden Mina, S.T., M.T

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan

MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN untuk
melanjutkan ke Sidang Akhir *)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana
mestinya.

Cilegon, 2 Juni 2025

Dosen Pembimbing I

Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001

Dosen Pembimbing II

Enden Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001

Ket : *) coret yang tidak perlu
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-02

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 2 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen
Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
	53	kes LRP (Lempung Ratu) 59 Acc 16/6 2025 Jhu. Firman. Firda Aldur. J2.	

Cilegon, 2 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T.
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

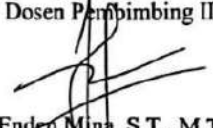
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 2 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen
Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		- tangkutan grafik - Daftar pustaka. minor Ganyak yg perlu dikoreksi	

Cilegon, 2 Juni 2025
Dosen Pembimbing II


Endang Mina, S.T., M.T.
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 2 Juni 2025
Waktu : 13.00 WIB - Selesai
Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen *Portland* Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) *Soaked*

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	NIP. 198108222006041001	1.
2.	Enden Mina, S.T., M.T	NIP. 197305062006042001	2.

Cilegon, 2 Juni 2025
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.PT., M.Eng.
NIP.1998102524062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-04

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin / 2 Juni 2025
Waktu : 13.00 WIB - Selesai
Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Wita Yulio Ruli	3336210002	1.	
2.	Dea Desvita Andia	3336210056	2.	
3.	M. Faisal Sumarto	3336210035	3.	
4.	Lulu Raffan Humayun	3336210059	4.	
5.	Salma Nabela P.	3336210079	5.	
6.	Siti Dgulia Horcahya	3336210057	6.	
7.	Dernita Fitti D.T	3336210078	7.	
8.	Arwa Mahammi	3336210046	8.	
9.	Silvi Handayani	3336210045	9.	
10.	Regina Rahmawati	3336210022	10.	
11.	Atiz Pranata	3336210026	11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 2 Juni 2025
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.PT., M.Eng.
NIP.1998102524062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		ACC 		

Cilegon, 2 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI

Nama Peserta : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		Ace jilid		

Cilegon, 2 Juni 2025
Dosen Pembimbing II


Ender Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

Hsl-06

BUKTI KEHADIRAN TELAH MENGIKUTI SEMINAR

Nama Peserta : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

SEMINAR YANG PERNAH DIKUTI

NO	JUDUL	Mahasiswa	Paraf ¹
1	Analisis kompetensi sumber daya manusia pada proyek konstruksi terhadap kinerja waktu proyek	Tasya Rizki Sgih (3336210035)	
2	Pemanfaatan limbah serbuk batu sebagai filler pada campuran aspal beton lapis Asul (AC-WC)	Suci Handayani (3336210045)	
3	Pemanfaatan limbah Fly Ash sebagai filler pada campuran Aspal Beton Lapis Asul AC-WC menggunakan aspal modifikasi polimer	M. Naula (3336210031)	
4	Pemanfaatan Abu Cangkang Sawit sebagai filler pada campuran beton lapis asul (AC-WC) menggunakan aspal polimer	Juwinda Ruteza (3336210020)	
5	Pemanfaatan Limbah serbuk Polyvinyl chloride (PVC) sebagai pengganti filler Terhadap karakteristik campuran aspal beton AC-WC	Dea Desvira Zulha (3336210056)	
6	Pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai bahan tambah filler pada campuran aspal beton lapis asul (AC-WC)	Aisyah Nabillah H (3336210038)	
7	Pemanfaatan limbah serbuk bata merah sebagai filler pada campuran aspal beton lapis asul (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer	Eti Abdullah M (3336210036)	
8	Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Layanan Bus Rapid Transit (BRT) di Kota Tangerang (koridor 4 Rute Cadas-MI Bandara Soekarno-Hatta)	Lulu Rappah H. (3336210059)	
9	Analisis Tingkat Kualitas Pelayanan Stasiun Batu Ceper Untuk Layanan Kereta Api Untuk Berdasarkan Preferensi Penumpang	Mulyana (3336210003)	
10	Analisis Perbandingan Preferensi Penumpang Pada Moda Transportasi Transil dengan Bus Akap (Rute Garay - Bandung)	Diva Galuh R. (3336210088)	

¹ paraf pembimbing 1 skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 8 (Genap)
Pembimbing I : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
Judul Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai *California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	16-06-2025	- penambahan grafik LLE dan data batas Atterberg tidak kering oven - Lanjut ke sidang Akhir	

Cilegon, 02 Juni 2025
Mahasiswa,



Lulu Salsabila
NIM. 3336210048

Mengetahui,
Pembimbing I,



Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Program Studi : Teknik Sipil
Semester : 8 (Genap)
Pembimbing II : Enden Mina, S.T., M.T
Judul Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	12-06-2025	- Perbaikan Grafik - Perbaikan Daftar Pustaka	
2.	16-06-2025	ACC Ulang Akhir	

Cilegon, 02 Juni 2025
Mahasiswa,

Lulu Salsabila
NIM. 3336210048

Mengetahui,
Pembimbing II,

Enden Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL
BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 21 November 2024

No : 098/UN43.3.6/TA.03/2024
Lamp :1 Berkas
Perihal: Permohonan Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil

Kepada Yth,

Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA

Di Tempat.

Dengan hormat,

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa / dosen :

Nama : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Penelitian : Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) *Soaked* (Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Ciamis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten)
Dosen Pembimbing : 1. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
2. Enden Mina, S.T., M.T
Kegiatan : Skripsi

Mengajukan permohonan penelitian di Laboratorium pada :
Hari/Tanggal : Senin, 25 November 2024 s/d Selasa, 25 Maret 2025

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku, kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi tanggung jawab peneliti.

Mengetahui
Kepala Laboratorium Teknik Sipil


Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.
NIP. 198909142019031008

Cilegon, 21 November 2024
Pemohon,


Lulu Salsabila
NIM: 3336210048



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL
BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

DAFTAR PEMINJAMAN ALAT
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Alat	Satuan	Volume	Kondisi
1	Mesin penetrasi (untuk CBR)	Buah	1	
2	Cetakan silinder	Buah	3	
3	Spacer Dish	Buah	1	
4	Alat penumbuk	Buah	1	
5	Alat pengukur perkembangan	Buah	1	
6	Torak Penetrasi	Buah	1	
7	Arloji beban	Buah	1	
8	Arloji pengukur penetrasi	Buah	1	
9	Pelat kaca	Buah	1	
10	timbangan	Buah	1	
11	Alat untuk mengeluarkan contoh tanah dari silinder	Buah	1	
12	Desicator	Buah	1	
13	Sekop	Buah	1	
14	Pisau Perata	Buah	1	
15	Cawan	Buah	1	
16	Oven	Buah	1	
17	Tempat air suling	Buah	1	
18	Sieve shaker	Buah	1	
19	Satu set saringan	Buah	1	
20	Picknometer	Buah	1	
21	Thermometer	Buah	1	
22	Casagrande	Buah	1	
23	Talam	Buah	1	
24	Palu karet	Buah	1	
25	Dongkrak	Buah	1	
26	Kertas filter	Buah	1	

Mengetahui
Laboran

Maylatul Jamaliyah
NIM. 3336210047

Cilegon, 21 November 2024
Pemohon,

Lulu Salsabila
NIM: 3336210048



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL
BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

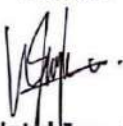
DAFTAR MASUK MATERIAL
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Material	Satuan	Volume	Kondisi
1	Tanah	Karung	7	
2	Zeolit Bayah	Kg	20	

CATATAN:

1. Material harus diberikan identitas (Nama, NIM, Bidang Studi & No. Hp)
2. Penempatan Material diarahkan oleh Laboran

Mengetahui
Laboran


Maylatul Jamaliyah
NIM. 3336210047

Cilegon, 21 November 2024
Pemohon,


Lulu Salsabila
NIM: 3336210048



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL BAHAN &
BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 23 April 2025

No : 040/UN43.3.6/TA.03/2025
Lampiran : 1
Perihal : Permohonan Bebas Laboratorium

Kepada Yth,
Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA
Di Tempat.

Dengan hormat,

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa/dosen :

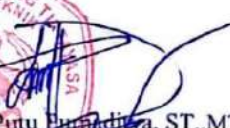
Nama : Lulu Salsabila
NIM / NIP : 3336210048
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Penelitian : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan
Semen *Portland* Terhadap Nilai *California Bearing Ratio*
(CBR) *Soaked*

Dosen Pembimbing: Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
Kegiatan : Skripsi

Mengajukan permohonan bebas Laboratorium

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku, kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi tanggung jawab peneliti.

Mengetahui
Kepala Laboratorium Teknik Sipil


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198909142019031008

Pemohon



Lulu Salsabila
NIM. 3336210048

DAFTAR PENGEMBALIAN ALAT LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Alat	Satuan	Vol	Kondisi	
				Sebelum	Sesudah
1	Mesin penetrasi (untuk CBR)	Buah	1	Baik	Baik
2	Cetakan silinder	Buah	3	Baik	Baik
3	Spacer Dish	Buah	1	Baik	Baik
4	Alat penumbuk	Buah	1	Baik	Baik
5	Alat pengukur perkembangan	Buah	1	Baik	Baik
6	Torak Penetrasi	Buah	1	Baik	Baik
7	Arloji beban	Buah	1	Baik	Baik
8	Arloji pengukur penetrasi	Buah	1	Baik	Baik
9	Pelat kaca	Buah	1	Baik	Baik
10	timbangan	Buah	1	Baik	Baik
11	Alat untuk mengeluarkan	Buah	1	Baik	Baik
12	Desicator	Buah	1	Baik	Baik
13	Sekop	Buah	1	Baik	Baik
14	Pisau Perata	Buah	1	Baik	Baik
15	Cawan	Buah	1	Baik	Baik
16	Oven	Buah	1	Baik	Baik
17	Tempat air suling	Buah	1	Baik	Baik
18	Sieve shaker	Buah	1	Baik	Baik
19	Satu set saringan	Buah	1	Baik	Baik
20	Picknometer	Buah	1	Baik	Baik
21	Thermometer	Buah	1	Baik	Baik
22	Casagrande	Buah	1	Baik	Baik
23	Talam	Buah	1	Baik	Baik
24	Palu karet	Buah	1	Baik	Baik
25	Dongkrak	Buah	1	Baik	Baik
26	Kertas filter	Buah	1	Baik	Baik

Mengetahui

Laboran



Maylatul Umaliyah

NIM. 3336210047

Cilegon, 23 April 2025

Pemohon



Lulu Salsabila

NIM. 3336210048

**PEMERIKSAAN MATERIAL
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Material	Satuan	Volume	
			Awal	Akhir
1	Tanah	Karung	7	0
2	Zeolit Bayah	Kg	20	0

CATATAN

1. Pembersihan material segera setelah penelitian selesai (maksimal 1 minggu)
2. Pembersihan sisa-sisa material menjadi tanggung jawab peneliti

Mengetahui
Laboran



Maylatul Jamaliyah
NIM. 3336210047

Cilegon, 23 April 2025
Pemohon



Lulu Salsabila
NIM. 3336210048



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL
BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

PENGANTAR

HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM

Berdasarkan Surat Permohonan Pengujian No. 098/UN43.3/PK.03/2024 dan memperhatikan Surat Keterangan Bebas Lab No. 040/UN43.3/TA.03/2025, maka pada tanggal **01 Februari 2025** telah selesai dilakukan Pengujian Tanah pada Penelitian Tugas Akhir (TA) dari **Lulu Salsabila /3336210048**, Hasil Pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran (Blanko Pengujian)

Demikian Pengantar Hasil Pengujian Laboratorium ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 2025
Kepala Laboratorium Teknik Sipil



Ngakan Puh Purnaditya, ST., MT
NIP. 198909107019031008



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Lulu Salsabila

NIM : 3336210048

Jurusan : Teknik Sipil

Rencana Sidang : Sidang Akhir

Waktu Sidang :

Hari/ Tanggal : Selasa, 24 Juni 2025

Jam : 13.00 WIB

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	I		Tanggal: Paraf: 
2	Enden Mina, S.T., M.T	II		Tanggal: Paraf: 
3	Woclandari Fathonah, S.T., M.T		I	Tanggal: Paraf: 
4	Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T		II	Tanggal: Paraf: 

Cilegon, 24 Juni 2025
Koordinator TA



Firyaal Nabila, S.T., M.Eng
NIP. 1998102524062001

*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-01

SURAT PERMOHONAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
Nomor Mahasiswa : 3336210048
Alamat Mahasiswa : Cilegon
Dosen Pembimbing : 1. Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
2. Enden Mina, S.T., M.T

dengan prestasi studi 3,55 sampai dengan tanggal: 24 Juni 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 24 Juni 2025
Pemohon,

Lulu Salsabila

PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif (≥ 139 sks dan $IPK \geq 2,00$)	149 sks, $IPK 3,55$
2.	Hasil studi kumulatif (nilai D ≤ 10 %)	Nilai D 2,68 %
3.	Draf bimbingan telah disetujui Dosen Pembimbing (SIKANG)	
4.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
5.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (Ahr-04)	
7.	Berita Acara Sidang Akhir (Ahr-05)	
8.	Formulir Rekapitulasi Penilaian Skripsi (Ahr-06)	
9.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (Ahr-07)	
10.	Transkrip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 425)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 24 Juni 2025
Koordinator Skripsi,

Firyaa Nabila, S.T., M.Eng
NIP. 199810252024062001

Dibuat rangkap 3 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koordinator Skripsi

* Pendaftaran Sidang Akhir Skripsi selambat-lambatnya 5 hari kerja sebelum sidang dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-01

DAFTAR HADIR SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025

Waktu : 13.00 WIB

Nama Peserta : Lulu Salsabila

NPM : 3336210048

Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah
dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)
Soaked

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	NIP. 198108222006041001	1.
2.	Enden Mina, S.T., M.T	NIP. 197305062006042001	2.
3.	Woelandari Fathonah, S.T., M.T	NIP. 199012292019032021	3.
4.	Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T	NIP. 199806072024062003	4.

Cilegon, 24 Juni 2025

Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng

NIP. 1998102524062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman; : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

**SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025 Waktu: 13.00 WIB
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah
dan Semen *Portland* Terhadap Nilai *California Bearing Ratio*
(CBR) *Soaked*

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<i>Ilmu. Ardi. D.</i>	

Cilegon, 24 Juni 2025
Dosen Pembimbing I


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T.
NIP. 198108222006041001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman; : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025 Waktu: 13.00 WIB
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah
dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio
(CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		- Kenapa perlu ditambaskan Perlet dg 10% Semen Portland - Mengapa uji CBR soaked.. kenapa diperlukan - bagaimana perbandingan dg tanah menggunakan Int finas Semen Portland saja - Daftar pustaka doi included - Perlet bisa diganti slag bahan dasar apa di masyarakat - Artikel tidak ada	

Cilegon, 24 Juni 2025
Dosen Pembimbing II


Enden Mina, S.T., M.T.
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.ft.untirta.ac.id email: ft.untirta.ac.id

Ahr-03

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah
dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio
(CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Uji ULR?	
2.		Penggunaan Bahan tambah di lapangan.	
3.		Perbandingan nilai CBR soaked dan PI dg penelitian sebelumnya. (penelitian dg Bahan tambah semen, sya, Zeolit Bayah sya).	
4.		Kandungan Zeolit Bayah, dan perbandingan sebelumnya. Komposisi zeolit? Silika, dll ... %?	

Cilegon, 24 Juni 2025
Dosen Penguji I


Woelandari Fathonah, S.T., M.T
NIP. 199012292019032021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN
SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025 Waktu: 13.00 WIB
Nama Peserta : Lulu Salsabila NPM : 3336210048
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Zeolit Bayah
dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio
(CBR) Soaked

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		- Cek kembali ketentuan penulisan abstrak pada panduan penulisan tugas akhir. - Perbaiki penulisan senyawanya. - Pada label penelitian terdahulu tambahkan penelitian Lulu yg sedang dikerjakan - Perhatikan penempatan dan penulisan nya pada tabel. - Kesimpulan pada poin 2, 4 kalimatnya lebih diperhatikan lagi - Tambahkan poin 4 aplikasi pada penelitian ini	

Cilegon, 24 Juni 2025
Dosen Penguji II

Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
NIP. 199806072024062003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-04

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: Hari/Tgl : Selasa, 24 Juni 2025
Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Waktu : 13.00 WIB
Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
Bearing Ratio (CBR) Soaked NPM : 3336210048

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	
3.	Interpretasi Hasil	
4.	Penarikan Kesimpulan	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	
B	ISI SKRIPSI	
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	
2.	Tata Tulis	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	
C	PROSES BIMBINGAN	
1.	Intensitas Bimbingan	
2.	Sikap Saat Bimbingan	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	
D	PROSES SIDANG AKHIR	
1.	Kemampuan Presentasi	
2.	Penguasaan Materi	
3.	Kemampuan Menjawab	
4.	Sikap Saat Presentasi	
	Jumlah Nilai	
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		91

Cilegon, 24 Juni 2025

Pembimbing II,

Endang Mijna S.T., M.T.

NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-05

BERITA ACARA SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Tanggal 24 Bulan Juni Tahun 2025, bertempat di Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, telah dilaksanakan Ujian Sidang Skripsi/Tugas Akhir atas nama:

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Penguji : Ketua Sidang : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
Penguji I : Woelandari Fathonah, S.T., M.T
Penguji II : Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
Penguji III : Enden Mina, S.T., M.T
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolite Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked
Waktu : 13.00 WIB
Catatan Kegiatan :

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenar – benarnya untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya

Cilegon, 24 Juni 2025

Ketua Sidang : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T :
NIP. 198108222006041001

Penguji 1 : Woelandari Fathonah, S.T., M.T :
NIP. 199012292019032021

Penguji 2 : Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T :
NIP. 199806072024062003

Penguji 3 : Enden Mina, S.T., M.T :
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-06

FORM REKAPITULASI PENILAIAN
UJIAN SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan
Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio
(CBR) Soaked
Waktu : 13.00 WIB

No	Penguji	Rentang Nilai	Nilai
1	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T	10 – 100	90
2	Woelandari Fathonah, S.T., M.T	10 – 100	90
3	Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T	10 – 100	91
4	Enden Mina, S.T., M.T	10 – 100	91
Total Nilai			
Nilai Huruf Mutu			

Cilegon, 24 Juni 2025

Ketua : Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
Sidang : NIP. 198108222006041001

Penguji 1 : Woelandari Fathonah, S.T., M.T
NIP. 199012292019032021

Penguji 2 : Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T
NIP. 199806072024062003

Penguji 3 : Enden Mina, S.T., M.T
NIP. 197305062006042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

Ahr-07

FORM REVISI LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lulu Salsabila
NIM : 3336210048
Tanggal Sidang : 24 Juni 2025
Waktu : 13.00 WIB
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

No	NAMA PENGUJI	HAL YANG PERLU DIREVISI	PARAF
1	Rama Indera Kusuma, S.T., M.T		Tgl: 
2	Woelandari Fathonah, S.T., M.T		Tgl: 
3	Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T		Tgl: 
4	Enden Mina, S.T., M.T		Tgl: 

Cilegon, 24 Juni 2025
Ketua Penguji



Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001



UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Jalan Raya Jakarta KM. 04 Pakupatan Kota Serang - Banten, Telp. 0254-283330, Faks. 0254-281254

TRANSKRIP AKADEMIK

Sementara

Diberikan Kepada : LULU SALSABILA
Tempat, Tanggal Lahir : PARIAMAN, 31 Juli 2003
Nomor Pokok Mahasiswa : 3336210048
Tanggal Kelulusan : -
Program Pendidikan : (SI)
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Terakreditasi B
Nomor: 1824/SK/BAN-PT/AK-PP/S/III/2022 Tanggal 30 Maret 2022

No	Nomor Kode dan Nama Mata Kuliah		Prestasi			
			HM	AM	K	M
1	UNI622101	Agama	A	4,00	2	8,00
2	TSP622105	Dasar-dasar Transportasi	A	4,00	2	8,00
3	TEKSP622101	Fisika Dasar I	B-	2,75	2	5,50
4	TSP622103	Gambar Teknik	B+	3,50	2	7,00
5	TEKSP622105	Ilmu Lingkungan	A	4,00	2	8,00
6	TSP622107	Ilmu Ukur Tanah	A-	3,75	2	7,50
7	TEKSP622103	Kalkulus I	B-	2,75	3	8,25
8	TEKSP622109	Praktikum Fisika Dasar	B	3,00	1	3,00
9	TEKSP622107	Statistik dan Probabilitas	B-	2,75	2	5,50
10	TEKSP622102	Fisika Dasar 2	A-	3,75	2	7,50
11	TEKSP622104	Kalkulus 2	A-	3,75	3	11,25
12	TSP622106	Kesehatan dan keselamatan kerja	B+	3,50	2	7,00
13	TEKSP622106	Kimia Dasar	C	2,00	2	4,00
14	TSP622102	Konstruksi Bangunan	A	4,00	2	8,00
15	UNI622102	Moderasi Beragama	A	4,00	2	8,00
16	TSP622110	Praktikum Gambar Teknik	B+	3,50	1	3,50
17	TSP622112	Praktikum Ilmu Ukur Tanah	A	4,00	1	4,00
18	TSP622104	Struktur Statis Tertentu	B+	3,50	3	10,50
19	TSP622108	Teknik Lalu Lintas	A	4,00	2	8,00
20	TSP622205	Bandar Udara	A-	3,75	2	7,50
21	TSP622201	Hidrologi	A-	3,75	2	7,50
22	TEKSP622201	Kalkulus 3	A	4,00	2	8,00
23	TSP622211	Mekanika Bahan	B	3,00	3	9,00
24	TSP622209	Mekanika Fluida dan Hidrolika	A	4,00	2	8,00
25	TSP622213	Mekanika Tanah I	A	4,00	2	8,00
26	TSP622203	Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat	A	4,00	2	8,00
27	TSP622215	Praktikum Hidrolika	A-	3,75	1	3,75
28	TSP622217	Praktikum Teknologi Beton	A-	3,75	1	3,75
29	TSP622207	Rel Kereta Api	B+	3,50	2	7,00
30	TSP622202	Drainase	B+	3,50	2	7,00

Nama: LULU SALSABILA

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336210048

No	Nomor Kode dan Nama Mata Kuliah		Prestasi			
			HM	AM	K	M
31	TSP622204	Irigasi dan Bangunan Air	B-	2,75	2	5,50
32	TEKSP622202	Kalkulus 4	B+	3,50	2	7,00
33	TSP622212	Manajemen Proyek	A	4,00	2	8,00
34	TSP622210	Mekanika Tanah 2	A-	3,75	2	7,50
35	TSP622206	Pemograman Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
36	TSP622218	Praktikum Mekanika Tanah	A-	3,75	1	3,75
37	TSP622214	Struktur Beton 1	D	1,00	2	2,00
38	TSP622208	Struktur Statis Tak Tentu	A-	3,75	3	11,25
39	TSP622216	Teknik Pantai	B	3,00	2	6,00
40	TSP622303	Analisa Struktur Metode Matriks	A-	3,75	3	11,25
41	UNI622305	Bahasa Indonesia	B+	3,50	2	7,00
42	UNI622303	Kewarganegaraan	A	4,00	2	8,00
43	TEKSP622301	Metode Numerik	A-	3,75	2	7,50
44	UNI622301	Pancasila	A	4,00	2	8,00
45	TSP622301	Perencanaan Struktur Geometri Jalan	A-	3,75	2	7,50
46	TSP622305	Rekayasa Pondasi 1	B	3,00	2	6,00
47	TSP622307	Struktur Baja 1	A	4,00	2	8,00
48	TSP622309	Struktur Beton 2	C+	2,50	2	5,00
49	TSP622300	Kerja Praktik	A	4,00	2	8,00
50	UNI622304	Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM)	A	4,00	3	12,00
51	TSP622312	Metodologi Penelitian	A-	3,75	2	7,50
52	TSP622304	Perencanaan Perkerasan Jalan	B+	3,50	2	7,00
53	TSP622314	Praktikum Perkerasan Jalan	A	4,00	1	4,00
54	TSP622306	Rekayasa Pondasi 2	B	3,00	2	6,00
55	TSP622308	Struktur Baja 2	A-	3,75	2	7,50
56	TSP622302	Struktur Kayu	B	3,00	2	6,00
57	UNI622302	Studi Kebantenan	A	4,00	2	8,00
58	TSP622310	Teknik Gempa	D	1,00	2	2,00
59	UNI622401	English for Academic Purpose	A	4,00	3	12,00
60	TSP622409	Infrastruktur Kota Industri	A-	3,75	2	7,50
61	UNI622405	Ketahanan Pangan	A-	3,75	2	7,50
62	TSP622403	Kewirausahaan Teknik Sipil	A	4,00	2	8,00
63	TSP622410	Manajemen Lalu Lintas	A	4,00	2	8,00
64	TSP622411	Mekanika Tanah Lanjut	A	4,00	2	8,00
65	TSP622407	Metode Pelaksanaan Konstruksi	A	4,00	2	8,00
66	TSP622405	Pelabuhan	A-	3,75	2	7,50
67	TSP622401	Perencanaan Struktur Gedung	C	2,00	2	4,00
68	TSP622413	Rekayasa Pondasi Lanjut	A	4,00	2	8,00
69	TSP622412	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	A-	3,75	2	7,50
70	UNI622403	Teknologi dan Transformasi Digital	A-	3,75	2	7,50
71	TSP622404	Aspek Hukum Teknik Sipil	A	4,00	2	8,00
72	TSP622418	Ekonomi Teknik	A	4,00	2	8,00
73	TSP622402	Jembatan	D	1,00	2	2,00
74	TSP622420	Manajemen Konstruksi	A	4,00	2	8,00

Nama: LULU SALSABILA

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336210048

No	Nomor Kode dan Nama Mata Kuliah		Prestasi			

	HM	AM	K	M
75 TSP622422 Perbaikan Tanah	A	4,00	2	8,00
76 TSP622423 Perencanaan Angkutan Umum	B+	3,50	2	7,00
77 TSP622424 Perencanaan dan Pemodelan Transportasi	A	4,00	2	8,00
78 TSP622400 Skripsi	A	4,00	3	12,00
Judul: Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked. (Studi Kasus: Jalan Raya Sobang, Desa Ciamis, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang, Banten)				
Jumlah			158	559
Indeks Prestasi			: 3,54	
Predikat Kelulusan			: Sangat Memuaskan	

Keterangan:

HM = Huruf Muta

K = Kredit

AM = Angka Muta

M = Muka

Serang, 3 Juli 2025

Ketua Jurusan

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.
NIP 198212062010122001

Firyal Nabila, S.T., M.T.
NIP 199810252014062001



UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
UPA BAHASA (LANGUAGE CENTER)



ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT)
SCORE RECORD

No.3554/EPT.PB/2025

NAME : LULU SALSABILA
PLACE & DATE OF BIRTH : PARIAMAN, 31 JULY 2003
SEX : FEMALE
NATIVE COUNTRY : INDONESIA
NATIVE LANGUAGE : INDONESIAN
SCORES

:47
:38
:43
:427

STRUCTURE AND WRITTEN EXPRESSION

READING

TOTAL SCORE

: 11/6/2025

TEST DATE

THIS ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT) IS ADMINISTERED BY THE LANGUAGE CENTRE
OF SULTAN AGENG TIRTAYASA UNIVERSITY (UNTIRTA).

AUTHORIZED BY
THE HEAD OF LANGUAGE CENTRE



UDJ. SAMANHUJI, PH.D.
NIP. 19830123200604 1001
Jl. RAYA 1KT KM 4 JL. PAKUPATAN, PENANCANGAN,
Kec. CIPOCOK JAYA, KOTA SERANG, BANTEN 42124



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten
Laman: : www.ft.untirta.ac.id, email: ft.untirta.ac.id

BUKTI ASISTENSI ARTIKEL

Nama Peserta : Lulu Salsabila
NPM : 3336210048
Judul Artikel : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Zeolit Bayah dan Semen Portland Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Soaked

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	PARAF DOSEN
1.	Senin / 30.06.2025	• Tera tulis dan daftar pustaka	f.
2.	Senin / 30.06.2025	• Abstrak	
3.	Senin / 30.06.2025	ACC	
4.	Senin / 09.07.2025	ACC	f.
5.	Senin / 09.07.2025	ACC	
6.	Salat / 11.07.2025	ACC	

Cilegon, 15 Juli 2025
Koordinator Jurnal,

Ina Asha Nurjanah, S.T., M.T.
NIP. 199806072024062003

LAMPIRAN

Blanko Pengujian



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 1 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Jenis Material : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 15 Oktober 2024
Jenis Pengujian : DCP

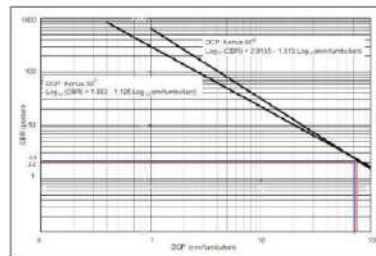
Tabel 1.1 Data Pengujian DCP

Pukulan	Angka DCP		Selisih (cm)	Kumulatif	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	74 CBR Rata- Rata (%)
	X ₀ (cm)	X ₁ (cm)					
1	4	7	3	3	73,75	2,3	2,25
2	7	13,3	6,3	9,3			
3	13,3	21,8	8,5	17,8			
4	21,8	27	5,2	23			
5	37	46,5	9,5	32,5			
6	46,5	57,2	10,7	43,2	77,60	2,2	
7	57,2	62,3	5,1	48,3			
8	62,3	72	9,7	58			
9	72	82,3	10,3	68,3			
10	82,3	93	10,7	79			
11	93	96	3	82			

(Sumber : Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.1 Hubungan Kumulatif Tumbukan dan Penetrasi
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.2 Grafik Pengujian DCP
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 2 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 25 November 2024
Jenis Pengujian : Kadar Air

Tabel 1.2 Data Kadar Air

No. Cawan	Simbol	Satuan	1	2	3
27 Berat cawan + tanah basah	W1	gram	54,5	26	24
Berat cawan + tanah kering	W2	gram	52	22,73	21,18
19 w cawan	W3	gram	3,5	3,5	3,5
Berat air	$Ww = W1 - W2$	gram	2,5	3,27	2,82
89 at tanah kering	$Ws = W2 - W3$	gram	48,5	19,23	17,68
Berat tanah basah	$Ww = W1 - W3$	gram	51	22,5	20,5
Kadar air	$Wn = (Ww / Ws) \times 100\%$	%	5,155	17,005	15,950
Kadar air rata-rata	$Wn \text{ average}$	%	12,703		

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



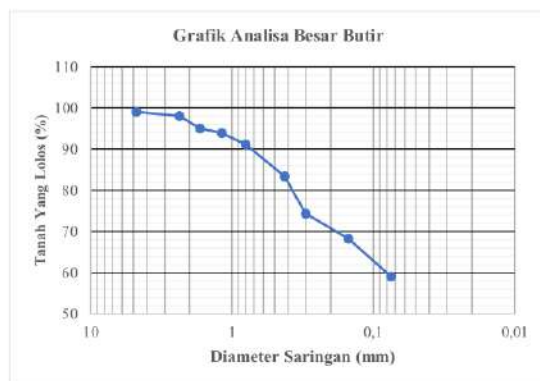
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 3 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 25 November 2024
Jenis Pengujian : Analisa Saringan

Tabel 1.3 Data Pengamatan Analisa Saringan

Nomor Saringan	Diameter (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan (gr)	Berat Tanah yang Tertahan (%)	Kumulatif Tanah yang Tertahan (%)	Tanah yang Lolos (%)
4	4,75	5	1	1	99
10	2,36	5	1	2	98
12	1,68	15	3	5	95
16	1,18	5,5	1,1	6,1	93,9
30	0,8	14	2,8	8,9	91,1
40	0,425	38,5	7,7	16,6	83,4
50	0,3	45,5	9,1	25,7	74,3
100	0,15	30	6	31,7	68,3
200	0,075	46	9,2	40,9	59,1
Pan	0	295,5	59,1	100	0
Jumlah		500			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.1 Hubungan Kumulatif Tumbukan dan Penetrasi

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 4 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 25 November 2024
Jenis Pengujian : Berat Jenis

Tabel 1.4 Data Pengamatan Berat Jenis

Nomor Contoh dan Kedalaman		Simbol	Satuan	No 4	No 10
6	Nomor Pikonometer				
	Berat pikonometer + contoh	W2	gram	277	287,5
	Berat pikonometer	W1	gram	177	187,5
	Berat tanah	$Wt = W2 - W1$	gram	100	100
	Temperatur °C				
	Berat pikonometer + air + tanah pada temperatur 20°C	W3	gram	815	820
	Berat pikonometer + air pada 20°C	W4	gram	755,5	755,5
	$W5 = Wt + W4$		gram	855,5	855,5
41	anah	$W5 - W3$	cm ³	40,5	35,5
	Berat jenis (Gs)	$Wt / (W5 - W3)$		2,469	2,817
	Rata-rata			2,643	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 5 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : B (Z10%+SP10%) Tanggal Pengujian : 06 Januari 2025
Jenis Pengujian : Berat Jenis

Tabel 1.5 Data Pengamatan Berat Jenis

6	Nomor Contoh dan Kedalaman	Simbol	Satuan	No 4	No 10
	Nomor Pikonometer				
	Berat Pikonometer + contoh	W2	gram	306,5	324,5
	6 Berat Pikonometer	W1	gram	187	204
	Berat tanah	$W1 = W2 - W1$	gram	100	100
	Temperature °C	3			
	Berat Pikonometer + air + tanah pada temperature 20 °C	W3	gram	819,5	822
	Berat Pikonometer + air pada 20 °C	W4	gram	760,5	756,5
	23 = Wt + W4		gram	860,5	856,5
	Isi tanah	$W5 - W3$	cm ³	41	34,5
	Berat jenis (Gs)	$W1 / (W5 - W3)$		2,439	2,899
	Rata-rata			2,669	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 8 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 03 Juni 2025
Jenis Pengujian : Batas Cair Tidak Kering Oven

Tabel 1.9 Data Pengamatan Batas Cair

Hasil	Simbol	Batas Cair			
		10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
No. Uji		1	2	3	4
Jumlah ketukan	n	17	25	38	44
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	9,9	9,75	9,6	9,8
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,6	7,51	7,4	7,65
Berat air tanah (gram)	$W6=W4-W5$	2,3	2,24	2,2	2,15
Berat cawan (gram)	W1	4,9	4,75	4,6	4,8
Berat tanah basah (gram)	$W4=W2-W1$	5	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	$W5=W3-W1$	2,7	2,76	2,8	2,85
Kadar air (%)	$w=(W6/W5) \times 100\%$	85,19	81,16	78,57	75,44
Kadar air rata-rata	w average	80,09			
Batas cair	%	81,30	81,16	82,65	80,78
Batas cair rata-rata	%	81,47			
Batas cair (dari grafik)	LL	81,5			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.4 Grafik Hubungan Batas Cair dengan Jumlah Ketukan
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 8 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 27 November 2024
Jenis Pengujian : Batas Cair Kering *Oven*

Tabel 1.9 Data Pengamatan Batas Cair

Keterangan	Simbol	Batas Cair			
		10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah ketukan	n	18	24	34	42
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	18,3	21,5	22,11	22,2
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	13	15	16	16,5
Berat air tanah (gram)	W6-W4-W5	5,3	6,5	6,11	5,7
berat cawan (gram)	W1	4,8	4	4,4	4,1
berat tanah basah (gram)	W4-W2-W1	13,5	17,5	17,71	18,1
Berat tanah kering (gram)	W5-W3-W1	8,2	11	11,6	12,4
Kadar air (%)	$\omega = (W6/W5) \times 100\%$	64,63	59,09	52,67	45,97
Kadar air rata-rata	ω rata-rata	55,59			
Batas Cair (Dari Formula)	%	62,12	58,80	54,67	48,95
Batas cair rata-rata (Dari Formula)	%	56,13			
Batas cair (Dari Grafik)	LL	59			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.4 Grafik Hubungan Batas Cair dengan Jumlah Ketukan
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



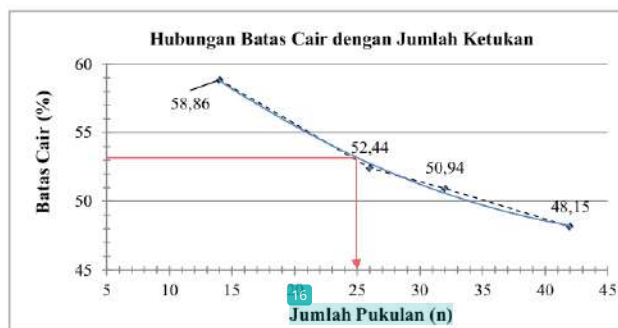
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 9 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : B (Z10%+SP10%) Tanggal Pengujian : 06 Januari 2025
Jenis Pengujian : Batas Cair

Tabel 1.10 Data Pengamatan Batas Cair

Keterangan	Simbol	Batas Cair			
		10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah ketukan	n	14	26	32	42
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	23,91	24,38	23,95	24
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	16,5	17,5	17,2	17,5
Berat air tanah (gram)	W6=W4-W5	7,41	6,88	6,75	6,5
berat cawan (gram)	W1	3,91	4,38	3,95	4
berat tanah basah (gram)	W4=W2-W1	20	20	20	20
Berat tanah kering (gram)	W5=W3-W1	12,59	13,12	13,25	13,5
Kadar air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	58,86	52,44	50,94	48,15
Kadar air rata-rata	w rata-rata	52,60			
Batas Cair (Dari Formula)	%	54,87	52,69	52,49	51,27
Batas cair rata-rata (Dari Formula)	%	52,83			
Batas cair (Dari Grafik)	LL	53,2			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.5 Grafik Hubungan Batas Cair dengan Jumlah Ketukan

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



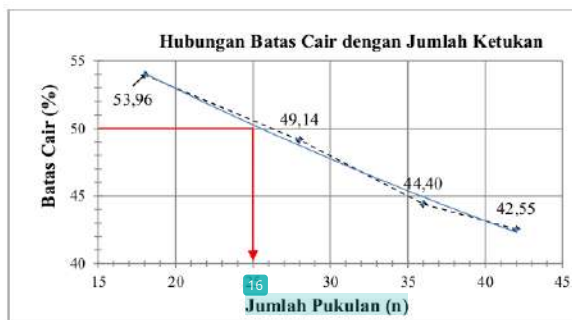
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 10 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : C (Z15%+SP10%) Tanggal Pengujian : 06 Januari 2025
Jenis Pengujian : Batas Cair

Tabel 1.11 Data Pengamatan Batas Cair

Keterangan	Simbol	Batas Cair			
		10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah ketukan	n	18	28	36	42
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	24,31	24,2	24	24,07
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	17,3	17,61	17,85	18,1
Berat air tanah (gram)	W6=W4-W5	7,01	6,59	6,15	5,97
berat cawan (gram)	W1	4,31	4,2	4	4,07
berat tanah basah (gram)	W4=W2-W1	20	20	20	20
Berat tanah kering (gram)	W5=W3-W1	12,99	13,41	13,85	14,03
Kadar air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	53,96	49,14	44,40	42,55
Kadar air rata-rata	w rata-rata	47,52			
Batas Cair (Dari Formula)	%	51,86	49,82	46,41	45,31
Batas cair rata-rata (Dari Formula)	%	48,35			
Batas cair (Dari Grafik)	LL	50			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.6 Grafik Hubungan Batas Cair dengan Jumlah Ketukan

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



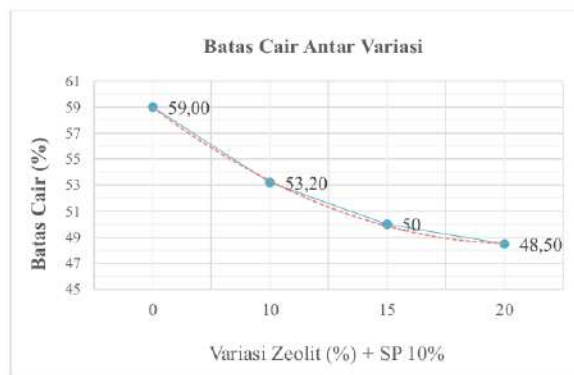
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : - Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : Tanggal Pengujian : -
Jenis Pengujian : Batas Cair

Tabel 1.13 Data Pengamatan Batas Plastis

No.	Variasi	Batas Cair
1	Var. A (Tanah Asli)	59,00
2	Var. B (Z10% SP10%)	53,20
3	Var. C (Z15% SP10%)	50
4	Var. D (Z20% SP10%)	48,50

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.8 Grafik Batas Cair Antar Variasi

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 12 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 03 Juni 2025
Jenis Pengujian : Batas Plastis Tidak Kering *Oven*

Tabel 1.14 Data Pengamatan Batas Plastis

Hasil	Simbol	Batas Plastis		
		1	2	3
No. cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	9,12	9,44	9,8
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,2	7,65	8,2
Berat air tanah (gram)	$W6 = W4 - W5$	1,92	1,79	1,6
Berat cawan (gram)	W1	4,12	4,44	4,8
Berat tanah basah (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	$W5 = W3 - W1$	3,08	3,21	3,4
kadar air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	62,34	55,76	47,06
Batas plastis (%)	PL		55,05	
indeks plastisitas	$PI = (LL - PL) \times 100\%$		26,4%	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 12 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 27 November 2024
Jenis Pengujian : Batas Plastis Kering Oven

Tabel 1.14 Data Pengamatan Batas Plastis

Keterangan	Simbol	13 Batas Plastis		
		1	2	3
No. cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	9,18	9,35	9,2
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,5	8	8
Berat air tanah (gram)	W6 = W4-W5	1,68	1,35	1,2
Berat cawan (gram)	W1	4,18	4,35	4,2
Berat tanah basah (gram)	W4 = W2-W1	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	W5 = W3-W1	3,32	3,65	3,8
25 Jar air (%)	$\omega = (W6/W5) \times 100\%$	50,60	36,99	31,58
Batas plastis (%)	PL		39,72	
Indeks plastisitas	PI = (LL-PL)x100%		19,3%	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 13 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : B (Z15%+SP10%) Tanggal Pengujian : 06 Desember 2024
Jenis Pengujian : Batas Plastis

Tabel 1.15 Data Pengamatan Batas Plastis

Keterangan	Simbol	Batas Plastis		
		1	2	3
No. Cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	8,93	8,9	9,35
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,5	7,5	8
Berat air tanah (gram)	$W6 = W4 - W5$	1,43	1,4	1,35
berat cawan (gram)	W1	3,93	3,9	4,35
berat tanah basah (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	$W5 = W3 - W1$	3,57	3,6	3,65
air air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	40,06	38,89	36,99
Batas plastis (%)	PL		38,64	
Indeks plastisitas	$PI = (LL - PL) \times 100\%$		14,6%	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 14 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : C (Z15%+SP10%) Tanggal Pengujian : 12 Desember 2024
Jenis Pengujian : Batas Plastis

Tabel 1.16 Data Pengamatan Batas Plastis

Keterangan	Simbol	13 Batas Plastis		
		1	18	3
No. Cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	8,66	9,15	9,4
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,7	7,5	8
Berat air tanah (gram)	$W6 = W4 - W5$	0,96	1,65	1,4
9 Berat cawan (gram)	W1	3,66	4,15	4,4
9 Berat tanah basah (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	$W5 = W3 - W1$	4,04	3,35	3,6
18 ar air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	23,76	49,25	38,89
Batas plastis (%)	PL	37,30		
Indeks plastisitas	$PI = (LL - PL) \times 100\%$	12,7%		

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 15 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : D (Z20%+SP10%) Tanggal Pengujian : 13 Desember 2024
Jenis Pengujian : Batas Plastis

Tabel 1.17 Data Pengamatan Batas Plastis

Keterangan	Simbol	13 Batas Plastis		
		1	2	3
No. Cawan				
Berat tanah basah + cawan (gram)	W2	8,63	9,44	9,12
Berat tanah kering + cawan (gram)	W3	7,4	7,8	8
Berat air tanah (gram)	$W6 = W4 - W5$	1,23	1,64	1,12
berat cawan (gram)	W1	3,63	4,44	4,12
berat tanah basah (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
Berat tanah kering (gram)	$W5 = W3 - W1$	3,77	3,36	3,88
air air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	32,63	48,81	28,87
Batas plastis (%)	PL		36,77	
Indeks plastisitas	$PI = (LL - PL) \times 100\%$		11,7%	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



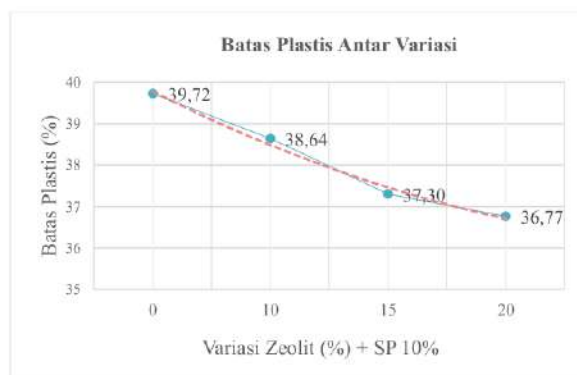
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : - Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : Tanggal Pengujian : -
Jenis Pengujian : Batas Plastis

Tabel 1.17 Data Pengamatan Batas Plastis

No.	Variasi	Batas Plastis
1	Var. A (Tanah Asli)	39,72
2	Var. B (Z10% SP10%)	38,64
3	Var. C (Z15% SP10%)	37,30
4	Var. D (Z20% SP10%)	36,77

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.9 Grafik Batas Plastis Antar Variasi

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : - Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : Tanggal Pengujian : -
Jenis Pengujian : Indeks Plastisitas

Tabel 1.17 Data Pengamatan Indeks Plastisitas

No.	Variasi	Indeks Plastisitas (%)
1	Var. A (Tanah Asli)	18,78
2	Var. B (Z10% SP10%)	14,56
3	Var. C (Z15% SP10%)	12,70
4	Var. D (Z20% SP10%)	11,73

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.9 Grafik Indeks Plastisitas Antar Variasi

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



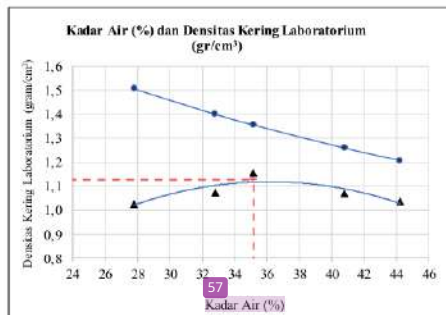
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 16 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : 100% Tanah Asli Tanggal Pengujian : 28 November 2024
Jenis Pengujian : Pemadatan Tanah

Tabel 1.9 Data Pengamatan Pemadatan Tanah

No	Sampel	Simbol	1	2	3	4	5					
1	Air Diberikan	ml	500	600	700	800	900					
2	Volume Cetakan	V mold	943	943	943	943	943					
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	5606	5805	5931	5882,5	5887					
4	Massa Cetakan	W mold	4460	4460	4460	4460	4460					
5	Massa Tanah Busah	W3 = W2- W mold	1236	1345	1471	1422,5	1407					
6	Densitas (gram/cm ³)	$\rho=(W2-W \text{ mold})/V\text{mold}$	1,311	1,426	1,560	1,508	1,492					
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{dm}(\rho \times 100)/(100+w)$	1,026	1,074	1,154	1,071	1,034					
8	80% γ Dry Max (gram/cm ³)	$80\%*(G_s \cdot \rho_w)/(1+(G_s \cdot w))$	1,205	1,120	1,084	1,007	0,965					
9	ZAV 100% (gram/cm ³)	$(G_s \cdot \rho_w)/(1+(G_s \cdot w))$	1,506	1,400	1,355	1,289	1,207					
Pemeriksaan Kadar Air			A	B	A	B	A	B				
10	Massa Tanah Busah + Wadah	W2	24,2	24,4	24,2	24,2	24,4	24,1	24,5	23,9	24,4	
11	Massa Tanah Kering + Wadah	W3	21	19	19,5	19	19,0	19,0	18,5	18,5	18,0	18
12	Massa Wadah	W1	4,2	4,35	4,18	4,19	4,37	4,04	4,1	4,45	3,94	4,35
13	Massa Tanah Busah	W4 = W2- W1	20	20	20	20	20,03	19,96	20	20,05	20	20,0
14	Massa Tanah Kering + Wadah	W5 = W3- W1	16,8	14,7	15,3	14,8	14,6	15,0	14,4	14,1	14,1	13,7
15	Berat Air	W6 = W4- W5	3,2	5,3	4,7	5,2	5,4	5,0	5,6	6,0	6	6,4
16	Kadar Air (%)	$w=(W6/W5) \times 100\%$	27,78	32,80			35,17		40,80			44,24
17	Kadar Air Rata-rata (%)						36,16					
18	Densitas Kering Laboratorium (p _{dm}) gram/cm ³						1,072					

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.10 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering
(Sumber Analisis Penulis, 2024)

Metode Test	Pemadatan Standar
w_{opt} (%)	35,17
$\gamma_{Dry Max}$ (gram/cm ³)	1,154
95% $\gamma_{Dry Max}$ (gram/cm ³)	1,096
$\gamma_{dry max}$ (kN/m ³)	11,31

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



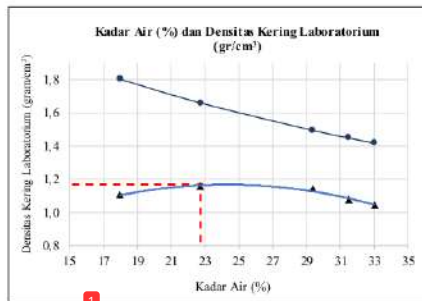
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 17 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : B (Z10%+SP10%) Tanggal Pengujian : 15 Desember 2024
Jenis Pengujian : Pemadatan Tanah

Tabel 1.20 Data Pengamatan Pemadatan Tanah

No	Sampel	Simbol	1	2	3	4	5		
1	Air Diberikan	ml	500	600	700	800	900		
2	Volume Cetakan	V mold	943	943	943	943	943		
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	5690,5	5797	5852	5795,5	5770		
4	Massa Cetakan	W mold	4460	4460	4460	4460	4460		
5	Massa Tanah Basah	W3 = W2 - W mold	1230,5	1337	1392	1335,5	1310		
6	Densitas (gram/cm ³)	$\rho = (W2 - W_{mold}) / V_{mold}$	1,305	1,418	1,476	1,416	1,389		
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{dk} = (\rho \times 100) / (100 + w)$	1,106	1,155	1,141	1,077	1,044		
8	W 80% (gram/cm ³)	$80\% \times (G_s \rho_s) / (1 + (G_s \cdot w))$	1,443	1,329	1,197	1,160	1,135		
9	ZAV 100% (gram/cm ³)	$(G_s \rho_s) / (1 + (G_s \cdot w))$	1,804	1,661	1,496	1,450	1,419		
Pemeriksaan Kadar Air			A	B	A	B	A	B	
10	Massa Tanah Basah + Wadiah	W2	24	24	24	24,5	23,5	24	24
11	Massa Tanah Kering + Wadiah	W3	21,05	20,86	20,33	20,76	18,84	20,08	19,24
12	Massa Wadiah	W1	4	4	4	4,5	3,5	4,5	4
13	Massa Tanah Basah	W4 = W2 - W1	20	20	20	20	20	20	20,0
14	Massa Tanah Kering + Wadiah	W5 = W3 - W1	17,1	16,9	16,3	16,3	15,3	15,6	15,0
15	Berat Air	W6 = W4 - W5	3,0	3,1	3,7	3,7	4,7	4,4	5,0
16	Kadar Air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	17,96	22,74		29,37		31,49	33,02
17	Kadar Air Rata-rata (%)					26,92			
18	Densitas Kering Laboratorium (pdk gram/cm ³)					1,105			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.11 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Metode Test	Pemadatan Standar
W opt (%)	35,17
γ_{Dey} (gram/cm ³)	1,154
95% γ_{Dey} Max (gram/cm ³)	1,096
γ_{dry} max (kN/m ³)	11,31

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



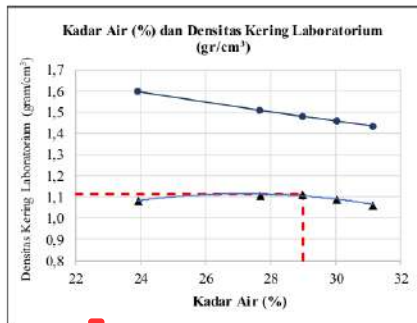
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 18 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT.UNTIRTA
Variasi : C (Z15%+SP10% Tanggal Pengujian : 20 Desember 2024
Jenis Pengujian : Pemadatan Tanah

Tabel 1.21 Data Pengamatan Pemadatan Tanah

No	Sampel	Simbol	1	2	3	4	5					
1	Air Dibekukan	m	700	800	900	1000	1100					
2	Volume Cetakan	V mold	943	943	943	943	943					
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	5726	5794	5813	5796	5775					
4	Massa Cetakan	W mold	4460	4460	4460	4460	4460					
5	Massa Tanah Basah	W3=W2-W mold	1266	1334	1353	1336	1315					
6	Densitas (gram/cm3)	$\rho = (W3 - W_{mold}) / V_{mold}$	1,343	1,415	1,435	1,417	1,394					
7	Densitas Kering (gram/cm3)	$\rho_{sk} = (\rho \times 100) / (100 + w)$	1,083	1,108	1,112	1,089	1,063					
8	W 80% (gram/cm3)	$80\% (G_{200} / 1 + (G_{60} / 100))$	1,306	1,231	1,206	1,187	1,168					
9	WAV 100% (gram/cm3)	$(G_{200} / 1 + (G_{60} / 100))$	1,599	1,508	1,479	1,456	1,433					
Pemeriksaan Kadar Air			A	B	A	B	A	B				
10	Massa Tanah Basah + Wadiah	W2	23,94	24,23	23,97	24	24,93	24,54	23,5	24	24	24
11	Massa Tanah Kering + Wadiah	W3	20	20,45	19,64	19,66	20,38	20,1	19	19,26	19,3	19,2
12	Massa Wadiah	W1	3,94	4,23	3,97	4	4,93	4,54	3,5	4	4	4
13	Massa Tanah Basah	W4 = W2-W1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20,0
14	Massa Tanah Kering + Wadiah	W5 = W3-W1	16,1	16,2	15,7	15,7	15,5	15,6	15,5	15,3	15,3	15,2
15	Besar Air	W6 = W4-W5	3,9	3,8	4,3	4,3	4,6	4,4	4,5	4,7	5	4,8
16	Kadar Air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	23,92	27,67	28,99	28,99	30,05	31,15				
17	Kadar Air Rata-rata (%)				28,36							
18	Densitas Kering Laboratorium (rho) gram/cm3				1,091							

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.12 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Metode Test	Pemadatan Standar
$w_{opt} (\%)$	35,17
$\gamma_{Dry Max} (gram/cm^3)$	1,154
95% $\gamma_{Dry Max} (gram/cm^3)$	1,096
$\gamma_{dry max} (kN/m^3)$	11,31

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



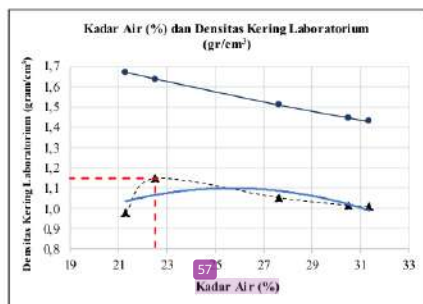
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : 19 Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT.UNTIRTA
Variasi : D (Z20%+SP10%) Tanggal Pengujian : 21 Desember 2024
Jenis Pengujian : Pemadatan Tanah

Tabel 1.22 Data Pengamatan Pemadatan Tanah

No	Sampel	Simbol	1	2	3	4	5					
1	Air Diberikan	ml	700	800	900	1000	1100					
2	Volume Cetakan	V mold	943	943	943	943	943					
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	5578.5	5784.5	5726	5708.5	5710					
4	Massa Cetakan	W mold	4460	4460	4460	4460	4460					
5	Massa In-1 Basah	W3-W2, W mold	1118.5	1324.5	1266	1248.5	1250					
6	Densitas (gram/cm ³)	$\rho=(W3-W\ mold)/V\ mold$	1.186	1.405	1.343	1.324	1.326					
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{dry}=(\rho \times 100)/(100+w)$	0.978	1.147	1.052	1.014	1.009					
8	$\gamma_{80\%}$ (gram/cm ³)	$80\%*(G_s \rho_w)/(1+(G_s w))$	1.335	1.309	1.207	1.157	1.143					
9	γ_{AV} (100% gram/cm ³)	$(G_s \rho_w)/(1+(G_s w))$	1.669	1.636	1.509	1.446	1.429					
Pemeriksaan Kadar Air			A	B	A	B	A	B				
10	Massa Tanah Basah + Wadiah	W2	23.02	24.1	23.93	23.91	24.44	24.22	25.97	24.87	24.93	24.5
11	Massa Tanah Kering + Wadiah	W3	20.5	20.5	20.5	20	20	20	19	20.5	19.49	20.5
12	Massa Wadiah	W1	3.92	4.1	3.93	3.91	4.44	4.22	3.97	4.87	4.93	4.54
13	Massa Tanah Basah	W4 - W2-W1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20.0
14	Massa Tanah Kering + Wadiah	W5 - W3-W1	16.6	16.4	16.6	16.1	15.6	15.8	15.0	15.6	14.6	16.0
15	Berat Air	W6 - W4-W5	3.4	3.6	3.4	3.9	4.4	4.2	5.0	4.4	5	4.0
16	Kadar Air (%)	$w = (W6/W5) \times 100\%$	21.29	22.50			27.64		30.51			31.24
17	Kadar Air Rata-rata (%)						26.66					
18	Densitas Kering Laboratorium (p _{dry}) gram/cm ³						1.040					

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.13 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Metode Test	Pemadatan Standar
W_{opt} (%)	35,17
$\gamma_{Dry Max}$ (gram/cm ³)	1,154
95% $\gamma_{Dry Max}$ (gram/cm ³)	1,096
$\gamma_{dry max}$ (kN/m ³)	11,31

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



1

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp.(0254)395502/081287301294

Website: www.ft-untirta.ac.id

BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : - Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Variasi : Tanggal Pengujian : -
Jenis Pengujian : Pemadatan

Tabel 1.23 Data Pengamatan Indeks Plastisitas

No.	Variasi	²⁶ Kadar Air Optimum (%)	Berat Kering Maksimum (gram/cm ³)
1	Var. A (Tanah Asli)	35,17	1,15
2	Var. B (Z10% SP10%)	22,74	1,18
3	Var. C (Z15% SP10%)	28,99	1,11
4	Var. D (Z20% SP10%)	22,50	1,15

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.14 Grafik Pemadatan Antar Variasi

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED LABORATORIUM

No. Pengujian : 20
Jenis Material : Variasi A
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 1

Tanggal Sampel dibuat : 02 Desember 2024
Tanggal Pengujian : 06 Desember 2024
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 10 pukulan

Tabel 1.24 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (menit)	PROVING RING	PEMBACAAN DIAL	TEKANAN (lb/sq.in)
	PENETRASI		
Detik	(inci)	I	I
15,00	0,0125	0,20	2,99
30,00	0,025	0,50	7,47
60,00	0,050	0,70	10,46
90,00	0,075	0,90	13,44
120,00	0,100	1,30	19,42
180,00	0,150	1,80	26,89
240,00	0,200	2,00	29,88
360,00	0,300	2,50	37,35
480,00	0,400	2,80	41,83
600,00	0,500	3,00	44,81

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	(4,938	lb./E-04 in
---	-----------	--------	-------------

CBR TERKOREKSI:

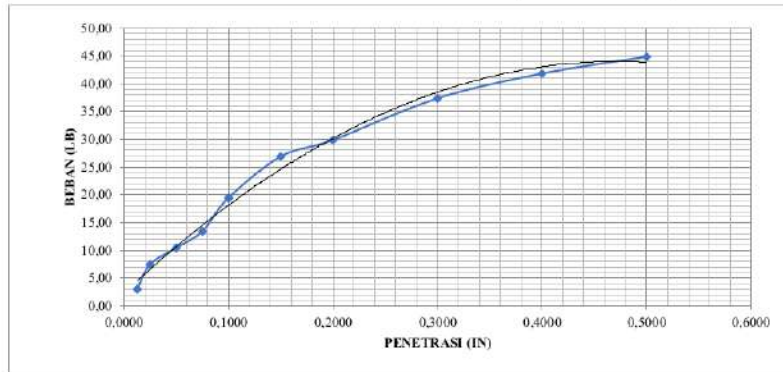
Kurva No.	Penetrasi in	Tekanan lbs/sq.in	CBR %
I	0,10	19,42	0,65
	0,20	29,88	0,66
		CBR Lab	0,65

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0.01 mm

Tanggal	6 Des 2024
Jam	17.35
Pembacaan, dev	98,00
Pembacaan, mm	0,98
Pengembangan, %	7,17

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.15 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED LABORATORIUM

No. Pengujian : 21
Jenis Material : Variasi A
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 2

Tanggal Sampel dibuat : 2 Desember 2024
Tanggal Pengujian : 6 Desember 2024
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 30 pukulan

Tabel 1.25 Data pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (menit)	PROVING RING PENETRASI	PEMBACAAN DIAL	TEKANAN (lb/sq.in)
Detik	(inci)	I	I
15,00	0,0125	0,50	7,47
30,00	0,025	0,80	11,95
60,00	0,050	1,00	14,94
90,00	0,075	1,50	22,41
120,00	0,100	2,00	29,88
180,00	0,150	2,30	34,36
240,00	0,200	2,50	37,35
360,00	0,300	3,00	44,81
480,00	0,400	3,50	52,28
600,00	0,500	3,80	56,76

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	lb/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

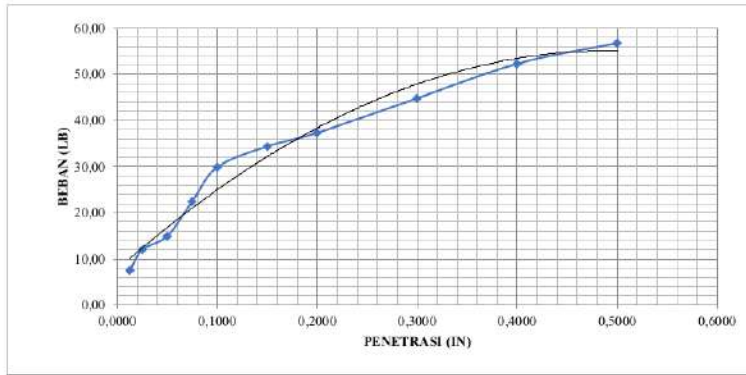
Kurva No	Penetrasi in	Tekanan lb/sq.in	CBR %
I	0,10	29,88	1,00
	0,20	37,35	0,83
	CBR Lab		1,00

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	6 Des 2024
Jam	17,35
Pembacaan, dev	82
Perubahan, mm	0,82
Pengembangan, %	5,95

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.16 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED LABORATORIUM

No. Pengujian : 22 Tanggal Sampel dibuat : 2 Desember 2024
Jenis Material : Variasi A Tanggal Pengujian : 6 Desember 2024
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA No Pukulan : 65 pukulan
Sampel : 3

Tabel 1.26 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (menit)	PROVING RING PENETRASI	PENBACAAN DIAL	TEKANAN (lbs/sq.in)
Sec	(inch)	I	I
15.00	0,0125	0,80	11,95
30.00	0,025	1,00	14,94
60.00	0,050	1,50	22,41
90.00	0,075	2,00	29,88
120.00	0,100	2,50	37,35
180.00	0,150	3,00	44,81
240.00	0,200	3,50	52,28
360.00	0,300	4,00	59,75
480.00	0,400	4,50	67,22
600.00	0,500	5,00	74,69

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	lb/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

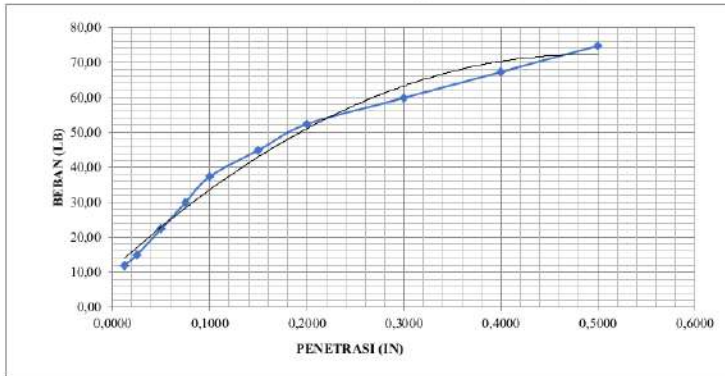
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No	in	lbs/sq.in	%
I	0,10	37,35	1,24
	0,20	52,28	1,16
	CBR Lab		1,24

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	3 Juli 2024
Jam	15.00
Pembacaan, dev	69.00
Perubahan, mm	0,69
Pengembangan, %	4,85

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.17 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

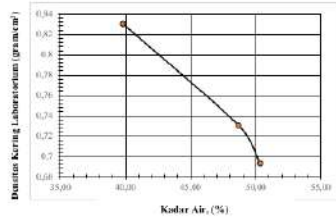
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) *Soaked* LABORATORIUM

No. Pengujian : 23 Tanggal Pengujian : 06 Desember 2024
Jenis Material : Variasi A Sampel : A
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipi FT. UNTIRTA

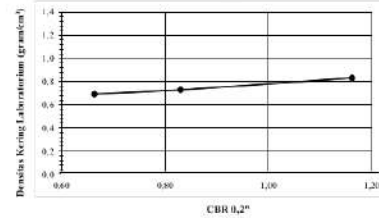
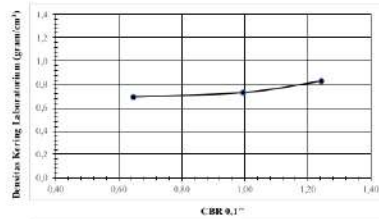
Tabel 1.17 Data Pengujian CBR *Soaked* Laboratorium

HASIL OBSERVASI											
No	Item	Simbol	SOAKED								
			10			30			65		
1	Air yang diberikan	ml	35,17%			35,17%			35,17%		
2	Volume Cetakan	N mold	3211,81			3211,81			3211,81		
3	Massa Tanah + Cetakan	W ₂	7584			7606,5			7642		
4	Massa Cetakan	W ₁ mold	423,85			431,85			4114		
5	Massa Tanah B ₁	W ₂ - W ₁ mold	3345,5			3488			3728		
6	Densitas Basah (g/cm ³)	$\rho = (W_2 - W_1 \text{ mold}) / V \text{ mold}$	1,042			1,086			1,161		
7	Densitas Kering (g/cm ³)	$\rho_d = \rho \times 100 / (100 + w)$	0,693			0,730			0,830		
Pemeriksaan Kadar Air											
			A	T	B	A	T	B	A	T	B
12	Massa Tanah Basah + Cawan	W ₂	24,5	23,5	34	24,54	24	24	23,5	24	24,5
13	Massa Tanah Kering + Cawan	W ₃	17	17,5	17,5	19	17	17	18,2	19,5	19,5
14	Massa Cawan	W ₁	4,5	3,5	4	4,54	4	4	3,5	4	4,5
15	Massa Tanah Basah	W ₄ = W ₂ - W ₁	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	Massa Tanah Kering	W ₅ = W ₃ - W ₁	12,5	14	13,5	14,46	13	13	13,5	14,5	15
17	Kadar Air	W ₆ = W ₄ - W ₅	7,5	6	6,5	5,54	7	7	6,5	5,5	5
18	Kadar Air (%)	$w = (W_6 / W_5) \times 100\%$	60,80			47,86			48,15		
19	Kadar Air Rata-rata (%)		56,34			48,67			49,80		
						62,27					
			0,1"			0,65			1,00		
			0,2"			0,66			0,83		
									1,24		
20	California Bearing Ratio (CBR)										

(Sumber Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.18 Kadar Air (%) vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.19 CBR 0,1 0,2 vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber Analisis Penulis, 2025)

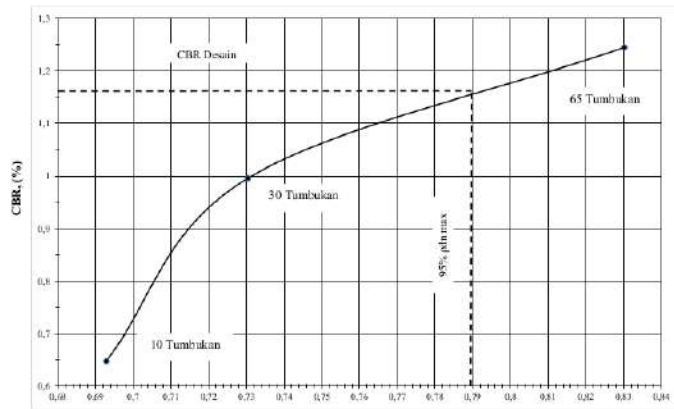
Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Sabubila	



Tabel 1.28 Hasil Pengujian CBR anar Tumbukan

Jumlah tumbukan (Lapso)	10	30	65
CBR, %	0,65	1,00	1,24
Densitas kering (gdi, g/cm ³)	0,693	0,730	0,830

(Sumber Analisis Ponds, 2025)



Gambar 1.20 Berat Kering (gram/cm³) vs CBR (%)
(Sumber Analisis Ponds, 2025)

Tabel 1.29 Hasil Akhir CBR Desain

Hasil Pengujian CBR Laboratory:	
Cara pemadatan	SN1742:2008
Densitas Kering (gram/cm ³)	0,830
Desain Densitas Kering (gram/cm ³)	0,789
CBR Desain, %	1,16

(Sumber Analisis Ponds, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Setebila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED LABORATORIUM

No. Pengujian : 24
Jenis Material : Variasi B (Z 10% + SP 10%)
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 1

Tanggal Sampel dibuat : 12 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 16 Januari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 10 pukulan

Tabel 1.29 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (Detik)	Proving Ring Penetrasi (inch)	Pembacaan Dial I	Tekanan (lb/sq.in) I
15,00	0,0125	3,00	44,81
30,00	0,025	5,00	74,69
60,00	0,050	7,00	104,57
90,00	0,075	9,00	134,44
120,00	0,100	11,00	164,32
180,00	0,150	13,00	194,20
240,00	0,200	14,00	209,13
360,00	0,300	20,00	298,76
480,00	0,400	25,00	373,45
600,00	0,500	29,00	433,20

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,95 k	lb/E-04 in
---	-----------	---------	------------

CBR TERKOREKSI:

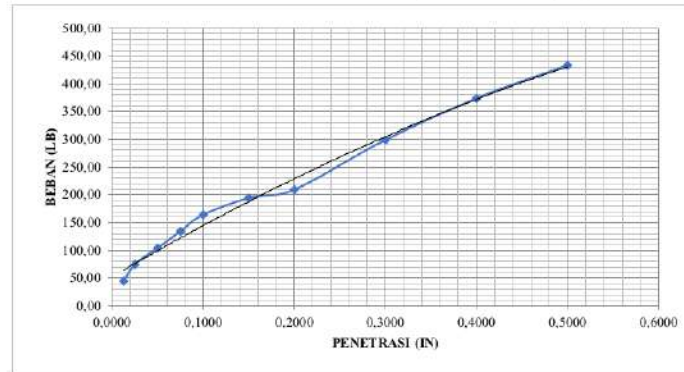
Kurva	Penetrasi in	Tekanan lbs/sq.in	CBR %
I	0,10	164,32	5,48
	0,20	209,13	4,65
	CBR Lab		5,48

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	16-Jan-25
Jam	13.30
Pembacaan, dev	46,00
Perubahan, mm	0,46
Pengembangan, %	2,83

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.21 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 25
Jenis Material : Variasi B (Z 10% + SP 10%)
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 2

Tanggal Sampel dibuat : 12 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 16 Januari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 30 pukulan

Tabel 1.30 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan (lb/in ²)
Detik	Penetrasi (Inch)	I	I
15,00	0,0125	8,00	119,50
30,00	0,025	9,00	134,44
60,00	0,050	11,00	164,32
90,00	0,075	12,00	179,26
120,00	0,100	14,00	209,13
180,00	0,150	16,00	239,01
240,00	0,200	18,00	268,89
360,00	0,300	25,00	373,45
480,00	0,400	30,00	448,14
600,00	0,500	37,00	552,71

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,038	lb/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

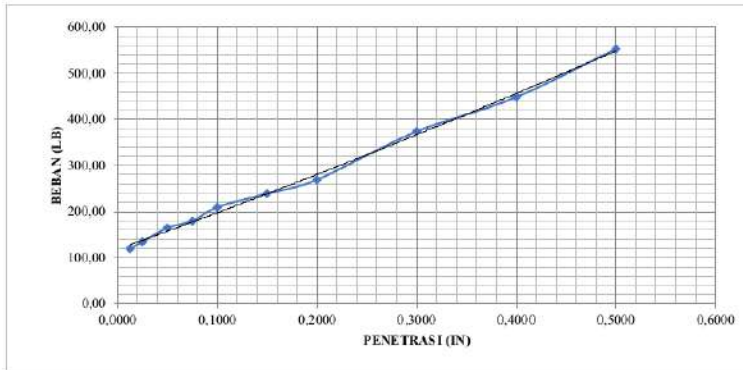
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No.	in	lbs/sq.in	%
I	0,10	209,13	6,97
	0,20	268,89	5,98
	CBR Lab		6,97

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0.01 mm

Tanggal	16-Jan-25
Jam	13.30
Pembacaan, dev	35
Perubahan, mm	0.35
Pengembangan, %	2.04

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.22 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 26
Jenis Material : Variasi B (Z 10% + SP 10%)
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 3

Tanggal Sampel dibuat : 12 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 16 Januari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 65 pukulan

Tabel 1.31 Data pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan (lb/sq.in)
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	I
15,00	0,0125	9,00	134,44
30,00	0,025	12,00	179,26
60,00	0,050	14,00	209,13
90,00	0,075	15,00	224,07
120,00	0,100	16,00	239,01
180,00	0,150	18,00	268,89
240,00	0,200	20,00	298,76
360,00	0,300	25,00	373,45
480,00	0,400	30,00	448,14
600,00	0,500	38,00	567,65

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	I-4,938	lb/E-04 in
---	-----------	---------	------------

CBR TERKOREKSI:

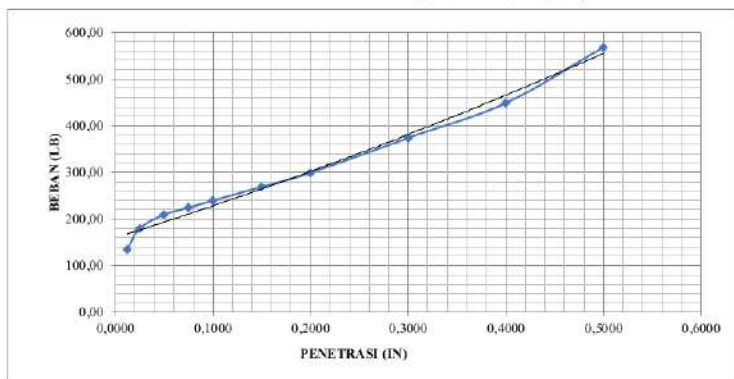
Kurva No.	Penetrasi in.	Tekanan lbs/sq.in	CBR %
1	0,10	239,01	7,97
	0,20	298,76	6,64
	CBR Lab		7,97

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0.01 mm

Tanggal	3 Juli 2024
Jam	15,00
Pembacaan, dev	30,50
Perubahan, mm	0,31
Pengembangan, %	1,65

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.23 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:		Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya			



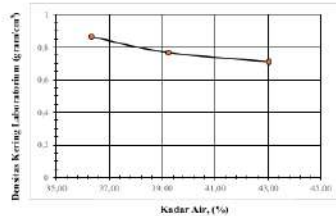
BLANKO PENGULAN
CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 27 Tanggal Pengujian : 16 Januari 2025
Jenis Material : Variasi B Sampel : B
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA

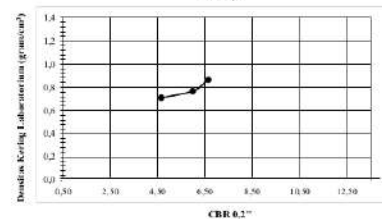
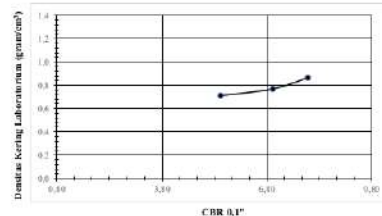
Tabel I.32 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

HASIL OBSERVASI										
No	Item	Simbol	SOAKED							
			10		20		45			
1	Air yang dituangkan	m1	32,74%		32,74%		32,74%			
2	Volume Cetakan	V _{mold}	3311,81		3311,81		3311,81			
3	Massa Tanah = Cetakan	W ₂	7302,5		7753,5		7898			
4	Massa Cetakan	W _{mold}	4238,5		4318,5		4114			
5	Massa Tanah Basah	W ₃ - W ₂ - W _{mold}	3064		3435		3784			
6	Densitas Basah (g/cm ³)	$\rho = (W_3 - W_{mold}) / V_{mold}$	0,916		1,039		1,178			
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{dry} = (\rho \times 100) / (100 - w)$	0,711		0,788		0,864			
Pemeriksaan 1% kadar Air										
12	Massa Tanah Basah = Cawan	W ₂	24,9	24,97	23,94	25,11	24,15	24,14	24,17	
13	Massa Tanah Kering = Cawan	W ₃	19,21	18,77	18	19,33	18,62	18,53	18,17	
14	Massa Cawan	W ₁	4,9	4,97	3,94	5,11	4,15	4,19	3,94	
15	Massa Tanah Basah	W ₄ = W ₂ - W ₁	20	20	20	20	20	20	20	
16	Massa Tanah Kering	W ₅ = W ₃ - W ₁	14,31	13,8	14,06	14,22	14,47	14,59	15,5	
17	Massa Air	W ₆ = W ₄ - W ₅	5,69	6,4	5,94	5,78	5,53	5,41	4,5	
18	Kadar Air (%)	$w = (W_6 / W_5) \times 100\%$	39,75	47,06	42,25	40,65	38,22	38,70	29,03	
19	Kadar Air Rata-rata (%)		43,72		39,22		36,32			
20	California Bearing Ratio (CBR)	0,1"	5,48		6,97		7,97			
		0,2"	4,65		5,98		6,64			

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.24 Kadar Air (%) vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.25 CBR 0,1 0,2 vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

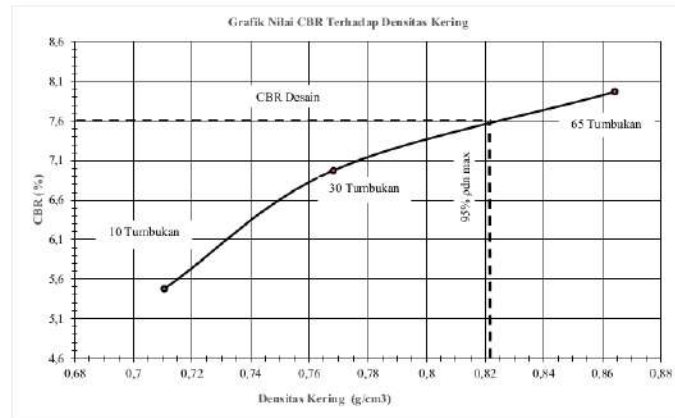
Asisten Laboratorium	Paraf:	Penciri	Pamf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



Tabel 1.33 Hasil Pengujian CBR untuk Tumbukan

Jumlah tumbukan / lapis	10	30	65
CBR, %	5,48	6,97	7,97
Densitas kering (gdi, g/cm ³)	0,711	0,768	0,864

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 1.26 Hasil Kering (gram/cm³) vs CBR (%)
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Tabel 1.34 Hasil Akhir CBR Desain

Hasil Pengujian CBR Laboratory	
Cara pemadatan	SN11742: 2008
Densitas Kering (gram/cm ³)	0,864
95 % Desain Densitas Kering (gram/cm ³)	0,821
CBR Desain, %	7,60

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Fathansadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 28
Jenis Material : Variasi C
Jenis Penguji : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Sampel : 1

Tanggal Sampel dibuat : 22 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 26 Januari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 10 pukulan

Tabel 1.35 Data pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	(lb/sq.in)
15,00	0,0125	5,00	74,69
30,00	0,025	8,00	119,50
60,00	0,050	11,00	164,32
90,00	0,075	13,00	194,20
120,00	0,100	15,00	224,07
180,00	0,150	18,00	268,89
240,00	0,200	22,00	328,64
360,00	0,300	25,00	373,45
480,00	0,400	30,00	448,14
600,00	0,500	35,00	522,83

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	lb E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

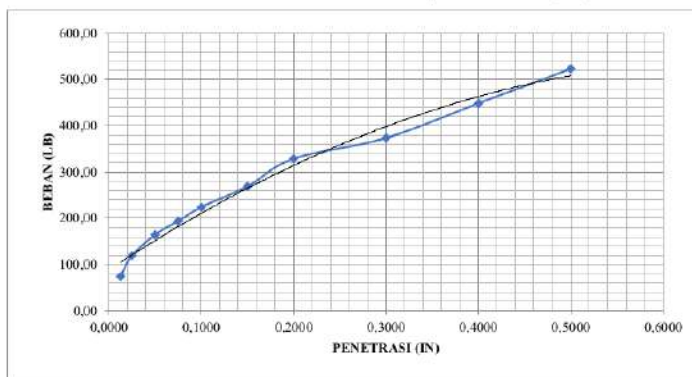
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No.	in	lbs/sq.in	%
I	0,10	224,07	7,47
	0,20	328,64	7,30
	CBR Lab		7,47

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0.01 mm

Tanggal	26-Jan-25
Jam	13.30
Pembacaan, dev	28,70
Perubahan, mm	0,29
Pengembangan, %	1,39

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.27 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:		Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya			



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 29 Tanggal Sampel dibuat : 22 Januari 2025
Jenis Material : Variasi C Tanggal Pengujian : 26 Januari 2025
Jenis Pengujie : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA No Pukulan : 30 pukulan
Sampel : 2

Tabel 1.36 Data pengamatan CBR *Soaked* Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	I
15,00	0,0125	6,00	89,63
30,00	0,025	10,00	149,38
60,00	0,050	15,00	224,07
90,00	0,075	18,00	268,89
120,00	0,100	20,00	298,76
180,00	0,150	25,00	373,45
240,00	0,200	28,00	418,27
360,00	0,300	35,00	522,83
480,00	0,400	45,00	672,21
600,00	0,500	55,00	821,60

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	Ib/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

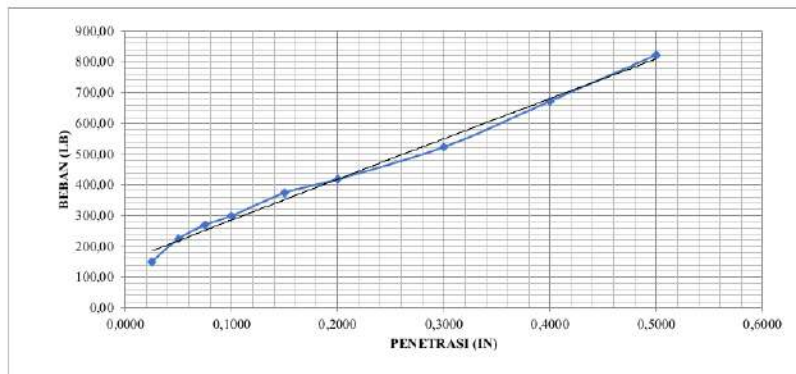
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No.	in	lbs/sq.in	%
I	0,10	298,76	9,96
	0,20	418,27	9,29
	CBR Lab		9,96

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	26-Jan-25
Jam	13.30
Pembacaan, div	26,1
Perubahan, mm	0,261
Pengembangan, %	1,27

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.28 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 30
Jenis Material : Variasi C
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT, UNTIRTA
Sampel : 3

Tanggal Sampel dibuat : 22 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 26 Januari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 65 pukulan

Tabel 1.37 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	I
15,00	0,0125	7,00	104,57
30,00	0,025	10,00	149,38
60,00	0,050	15,00	224,07
90,00	0,075	20,00	298,76
120,00	0,100	25,00	373,45
180,00	0,150	28,00	418,27
240,00	0,200	32,00	478,02
360,00	0,300	42,00	627,40
480,00	0,400	55,00	821,60
600,00	0,500	70,00	1045,67

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	16,938	lb/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

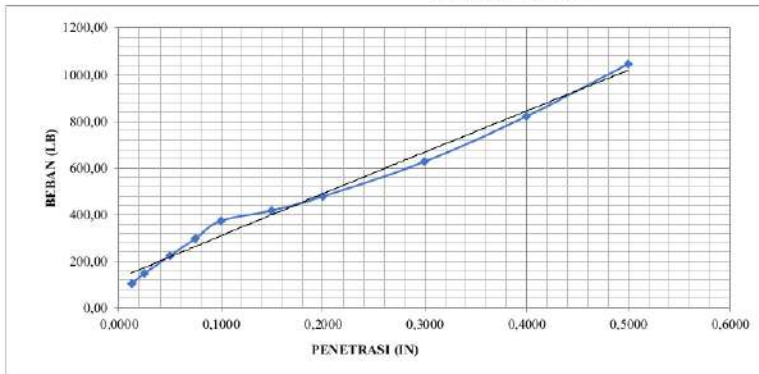
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No.	in	lbs/sq in	%
I	0,10	373,45	12,45
	0,20	478,02	10,62
	CBR Lab		12,45

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	26 Januari 2025
Jam	15,00
Pembacaan, dev	23,20
Perubahan, mm	0,23
Pengembangan, %	1,02

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.29 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN
CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

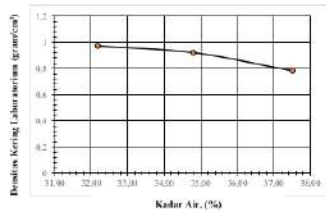
No. Pengujian : 31
Jenis Material : Variasi C
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA

Tanggal Pengujian : 26 Januari 2025
Sampel : C
Tipe Tanah : Lempung

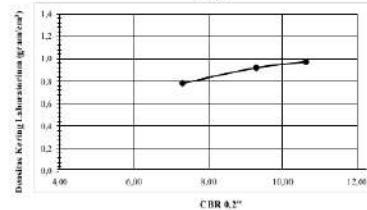
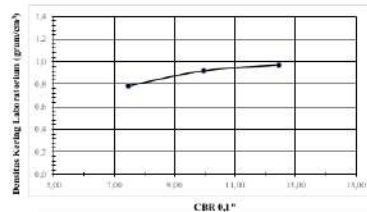
Tabel 1.38 Data Pengamatan CBR (Soaked) Laboratorium

HASIL OBSERVASI											
No	Item	Simbol	SOAKED								
			B0			30			60		
1	Air yang diberikan	m	28,99%			28,99%			28,99%		
2	Volume Cetakan	V _{mod}	3211,81			3211,81			3211,81		
3	Massa Tanah + Cetakan	W ₁	7519			8268,5			8219		
4	Massa Cetakan	W ₂	4258,5			4279,5			4093,5		
5	Massa Tanah Basah	W ₁ -W ₂ -W _{mod}	3460,5			3981			4125,5		
6	Densitas Basah (g/cm ³)	$\rho = (W_1 - W_2 - W_{mod}) / V_{mod}$	1,077			1,219			1,284		
7	Densitas Kering (g/cm ³)	$\rho_{dry} = (\rho \times 100) / (100 + w)$	0,754			0,919			0,972		
Pemeriksaan Kadar Air											
			A	T	B	A	T	B	A	T	
12	Massa Tanah Basah + Cetakan	W ₁	23,95	24,04	23,97	24,38	24,4	24,45	24	24	
13	Massa Tanah Kering + Cetakan	W ₁	18,2	18,53	18,70	19,20	19,77	19,71	19,08	18,25	
14	Massa Cetakan	W ₂	3,96	4,04	3,97	4,34	4,4	4,43	4	3,35	
15	Massa Tanah Basah	W ₁ - W ₂ - W ₁	20	20	20	20	20	20	20	20	
16	Massa Tanah Kering	W ₁ - W ₂ - W ₁	14,24	14,49	14,81	14,9	15,37	14,28	15,08	14,9	
17	Massa Air	W ₁ - W ₂ - W ₁	5,66	5,51	5,19	5,1	4,03	5,72	4,92	4,58	
18	Kadar Air (%)	$w = (W_1 - W_1) / W_1 \times 100\%$	39,47	38,03	35,04	34,23	30,12	40,06	32,63	34,23	
19	Kadar Air Rata-rata (%)		37,51			34,30			32,19		
						14,83					
20	California Bearing Ratio (CBR)		0,1*			9,96			12,45		
			0,2*			7,30			9,20		

(Sumber: Analisis Penulsa, 2025)



Gambar 1.30 Kadar Air (%) vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Penulsa, 2025)



Gambar 1.31 CBR 0,1 / 0,2 vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Penulsa, 2025)

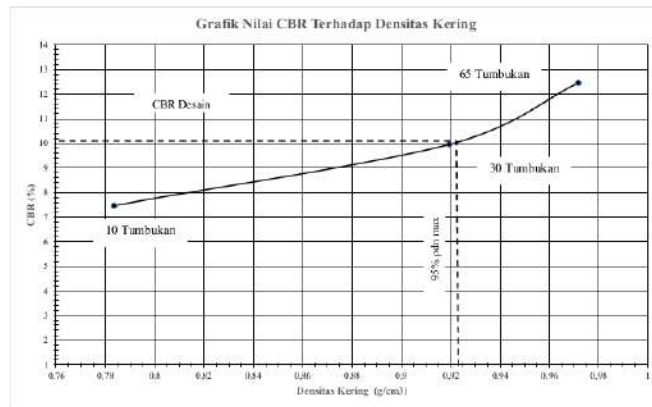
Asisten Laboratorium	Paraf:	Pengisi	Paraf:
Nama : Shabrina Farhamadya		Nama : Lulu Salsabila	



3 Hasil Pengujian CBR: **Tabel 1.39** Hasil Pengujian CBR antar Tumbukan

Jumlah tumbukan/Leak	10	30	65
CBR, %	7,47	9,96	12,45
Densitas kering (pd), g/cm ³	0,784	0,919	0,972

(Sumber: Analisis Perak, 2025)



Gambar 1.32 Berat Kering (gram/cm³) vs CBR (%)
(Sumber: Analisis Perak, 2025)

Tabel 1.40 Hasil Akur CBR Desain

Hasil Pengujian CBR Laboratory:	
Cara pemadatan	SN1 1742-2008
Densitas Kering (gram/cm ³)	0,972
Desain Densitas Kering (gram/cm ³)	0,925
CBR Desain, %	110,18

(Sumber: Analisis Perak, 2024)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Pengeliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Sakabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 32 Tanggal Sampel dibuat : 28 Januari 2025
Jenis Material : Variasi D Tanggal Pengujian : 1 Februari 2025
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA No Pukulan : 10 pukulan
Sampel : 1

Tabel 1.39 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (Detik)	Proving Ring Penetrasi (inch)	Pembacaan Dial I	Tekanan (lb/sq.in) I
15,00	0,0125	4,00	59,75
30,00	0,025	8,00	119,50
60,00	0,050	10,00	149,38
90,00	0,075	12,00	179,26
120,00	0,100	14,00	209,13
180,00	0,150	17,00	253,95
240,00	0,200	20,00	298,76
360,00	0,300	25,00	373,45
480,00	0,400	33,00	492,96
600,00	0,500	44,00	657,28

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

1	Kalibrasi	14,938	lb/0,04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

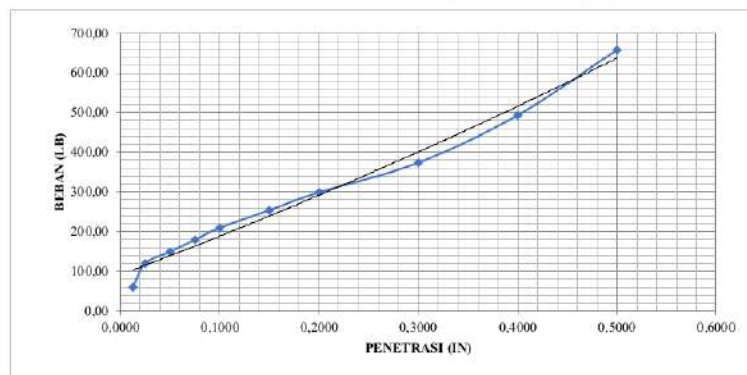
Kurva No.	Penetrasi in	Tekanan lbs/sq.in	CBR %
1	0,10	209,13	6,97
	0,20	298,76	6,64
	CBR Lab		6,97

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	1 Februari 2025
Jam	13.30
Pembacaan, dev	18,80
Perubahan, mm	0,19
Pengembangan, %	0,57

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.33 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 33 Tanggal Sampel dibuat : 28 Januari 2025
Jenis Material : Variasi D Tanggal Pengujian : 1 Februari 2025
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA No Pukulan : 30 pukulan
Sampel : 2

Tabel 1.40 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu	Proving Ring	Pembacaan Dial	Tekanan (lb/sq.in)
(Detik)	Penetrasi (inch)	I	I
15,00	0,0125	5,00	74,69
30,00	0,025	9,00	134,44
60,00	0,050	10,00	149,38
90,00	0,075	15,00	224,07
120,00	0,100	17,00	253,95
180,00	0,150	20,00	298,76
240,00	0,200	23,00	343,58
360,00	0,300	35,00	522,83
480,00	0,400	45,00	672,21
600,00	0,500	58,00	866,41

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	Ib/E-04 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

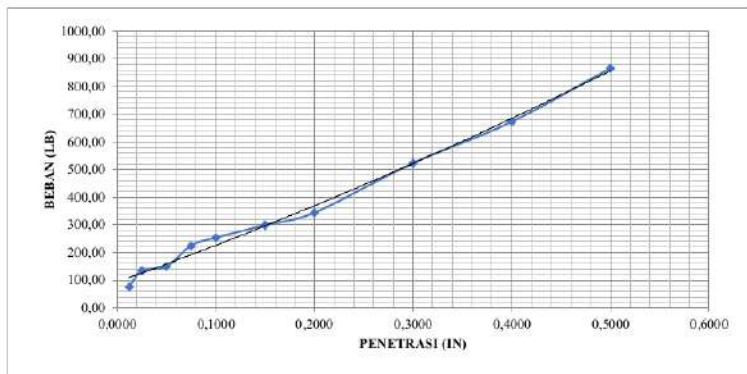
Kurva	Penetrasi	Tekanan	CBR
No.	in	lbs/sq.in	%
I	0,10	253,95	8,46
	0,20	343,58	7,64
	CBR Lab		8,46

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arloji ukur = -0,01 mm

Tanggal	1 Februari 2025
Jam	13.30
Pembacaan, dev	18,4
Perubahan, mm	0,184
Pengembangan, %	0,53

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.34 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Pencili	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGUJIAN

CALIFORNIA BEARING RATIO SOAKED (CBR SOAKED) LABORATORIUM

No. Pengujian : 34
Jenis Material : Variasi D
Jenis Pengujian : CBR Terendam
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT, UNTIRTA
Sampel : 3

Tanggal Sampel dibuat : 28 Januari 2025
Tanggal Pengujian : 1 Februari 2025
Tipe Tanah : Lempung
No Pukulan : 65 pukulan

Tabel 1.41 Data pengamatan CBR Soaked Laboratorium

Waktu (Detik)	Proving Ring Penetrasi (inch)	Pembacaan Dial I	Tekanan (lb/sqin) I
15,00	0,0125	6,00	89,63
30,00	0,025	8,00	119,50
60,00	0,050	10,00	149,38
90,00	0,075	15,00	224,07
120,00	0,100	21,00	313,70
180,00	0,150	25,00	373,45
240,00	0,200	28,00	418,27
360,00	0,300	38,00	567,65
480,00	0,400	50,00	746,91
600,00	0,500	64,00	956,04

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

PROVING RING :

I	Kalibrasi	14,938	lb/E-64 in
---	-----------	--------	------------

CBR TERKOREKSI:

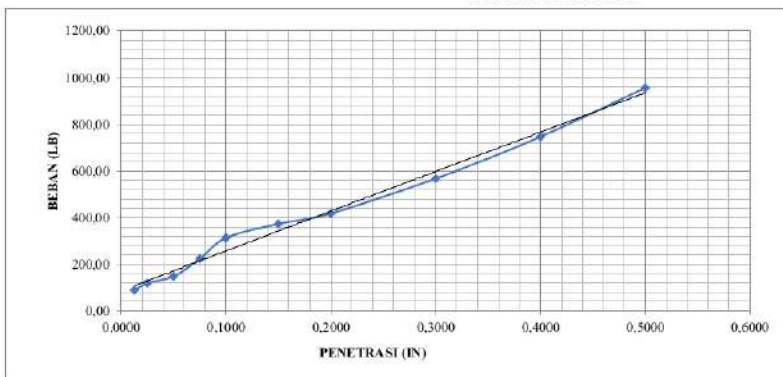
Kurva No.	Penetrasi in	Tekanan lbs/sq.in	CBR %
I	0,10	313,70	10,46
	0,20	418,27	9,29
	CBR Lab		10,46

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengembangan, kalibrasi arteji ukur = -0.01 mm

Tanggal	1 Februari 2025
Jam	15,00
Pembacaan, dev	18,00
Perubahan, mm	0,18
Pengembangan, %	0,50

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.35 Grafik Penetrasi (In) vs Beban (lb)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



BLANKO PENGULAN

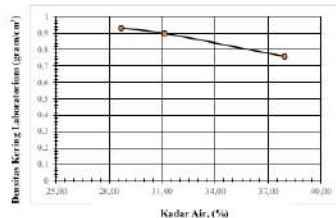
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SOAKED LABORATORIUM

No. Pengujian : 35 Tanggal Pengujian : 01 Februari 2025
Jenis Material : Variasi D Sampel : D
Jenis Pengujian : CBR Terendam Tipe Tanah : Lempung
Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA

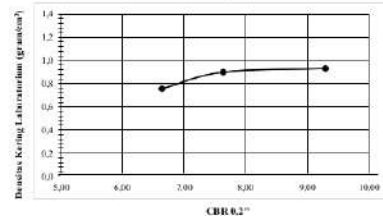
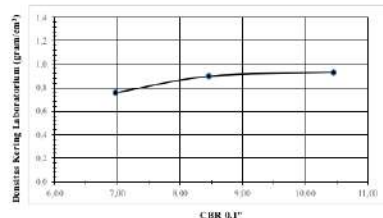
Tabel 1.42 Data Pengamatan CBR Soaked Laboratorium

HASIL OBSERVASI										
No	Item	Simbol	SOAKED							
			10		20		45		65	
1	Air yang dituangkan	m1	22,50%		22,50%		22,50%		22,50%	
2	Volume Cetakan	V mold	3311,81		3311,81		3311,81		3311,81	
3	Massa Tanah + Cetakan	W2	7425,5		8065,5		8065,5		8065,5	
4	Massa Cetakan	W mold	4069		4282		4282		4161	
5	Massa Tanah Basah	W3 = W2 - W mold	3356,5		3783,5		3783,5		3844,5	
6	Densitas Basah (g/cm ³)	$\rho = (W3 - W mold) / V mold$	1,045		1,178		1,178		1,197	
7	Densitas Kering (gram/cm ³)	$\rho_{dry} = (\rho \times 100) / (100 - w)$	0,758		0,898		0,898		0,930	
Penyesuaian kadar Air										
12	Massa Tanah Basah + Cawan	W2	24,37	24,55	23,35	24,04	24,17	24,14	24,36	24,24
13	Massa Tanah Kering + Cawan	W3	18,78	19	18	20,14	19,89	19	19,84	19,95
14	Massa Cawan	W1	4,37	4,55	3,36	4,90	4,17	4,14	4,36	4,24
15	Massa Tanah Basah	W4 = W2 - W1	20	20	20	20	20	20	20	20
16	Massa Tanah Kering	W5 = W3 - W1	14,41	14,45	14,64	15,2	15,72	14,86	15,48	15,71
17	Massa Air	W6 = W4 - W5	5,59	5,55	5,36	4,8	4,38	5,14	4,52	4,29
18	Kadar Air (%)	$w = (W6 / W5) \times 100\%$	38,79	38,41	36,61	31,58	27,23	34,50	29,20	27,31
19	Kadar Air Rata-rata (%)		37,34		31,13		31,13		28,68	
					32,54					
20	California Bearing Ratio (CBR)	0,1"	6,97		8,45		10,46			
		0,2"	6,64		7,64		9,29			

(Sumber: Analisis Pemula, 2025)



Gambar 1.36 Kadar Air (%) vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Pemula, 2025)



Gambar 1.37 CBR 0.1, 0.2 vs Berat Kering (gram/cm³)
(Sumber: Analisis Pemula, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Pendiri	Paraf:
Nama : Shabrina Furhanudya		Nama : Lulu Salsabila	

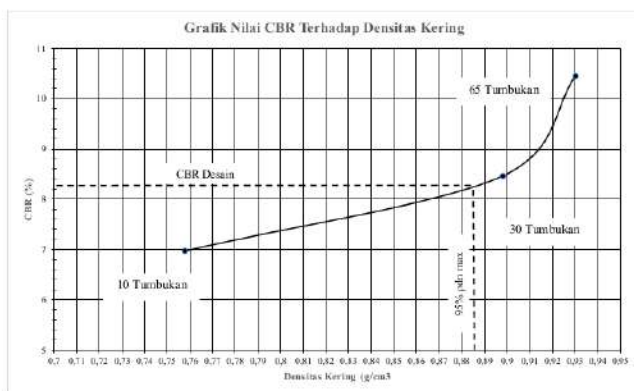


49

Tabel 1.43 Hasil Pengujian CBR antar Tumbukan

Hasil Pengujian CBR			
Jumlah tumbukan/Lapis	10	30	65
CBR %	6,97	8,46	10,46
Densitas kering (ed, g/cm ³)	0,758	0,898	0,930

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.38 Berat Kering (gram/cm³) vs CBR (%)
(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 1.39 Hasil Akhir CBR Desain

Hasil Pengujian CBR Laboratory:	
Cara pemadatan	SN1 1742: 2006
Densitas Kering (gram/cm ³)	0,930
Desain Densitas Kering (gram/cm ³)	0,884
CBR Desain, %	8,22

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Pamf:	Peneliti	Pamf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama : Lulu Salsabila	



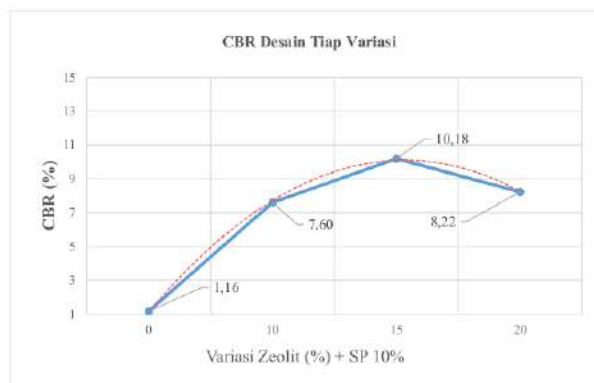
BLANKO PENGUJIAN

No. Pengujian : - Lokasi Pengujian : Lab. Sipil FT. UNTIRTA
Jenis Material : - Tanggal Pengujian : -
Jenis Pengujian : CBR *Soaked* Laboratorium

Tabel 1.42 Data Pengamatan CBR *Soaked*

Variasi	Nilai CBR (%) Tiap Jumlah Tumbukan			CBR Desain
	10	30	65	
Var. A (Tanah Asli)	0,65	1,00	1,24	1,16
Var. B (Z10% + SP10%)	5,48	6,97	7,97	7,60
Var. C (Z15% + SP10%)	7,47	9,96	12,45	10,18
Var. D (Z20% + SP10%)	6,97	8,46	10,46	8,22

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 1.38 Grafik CBR Desain

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Asisten Laboratorium	Paraf:	Peneliti	Paraf:
Nama : Shabrina Farhanadya		Nama: Lulu Salsabila	

LAMPIRAN

Dokumentasi Pengujian



LAMPIRAN DOKUMENTASI

No.	Dokumentasi	Keterangan
1.		Pengujian DCP
2.		Penumbukan material tanah setelah dioven dan pengayakan tanah dengan saringan No.4
3.		Pengujian Kadar Air Tanah Asli



4.		Pengujian Analisa Besar Butir
5.		Pengujian Berat Jenis
6.		Pengujian Batas Cair



7.		Pengujian Batas Plastis
8.		Pengujian Pemadatan



9.



Pengujian CBR

Soaked

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	8%
2	dspace.uii.ac.id Internet Source	2%
3	www.scribd.com Internet Source	1%
4	eprints.untirta.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah Student Paper	1%
6	Juanita Horman, Mohammad Fauzi, Clasina Mayaindrawati. "ANALISA DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN TANAH UNTUK MENENTUKAN JENIS TANAH", Cyclops : Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, 2023 Publication	<1%
7	es.scribd.com Internet Source	<1%
8	docplayer.info Internet Source	<1%
9	repository.unika.ac.id Internet Source	<1%
10	www.coursehero.com Internet Source	<1%
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1%

12	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
13	repositori.uma.ac.id Internet Source	<1 %
14	repository.ummat.ac.id Internet Source	<1 %
15	id.123dok.com Internet Source	<1 %
16	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
17	jrisetgeotam.brin.go.id Internet Source	<1 %
18	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
19	repository.unibos.ac.id Internet Source	<1 %
20	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
21	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
22	transukma.uniba-bpn.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
24	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
25	jurnalnasional.ump.ac.id Internet Source	<1 %
26	jurnal.umpwr.ac.id Internet Source	<1 %
27	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %

28	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	<1 %
29	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
30	jurnal.pnk.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
32	repository.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
33	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
34	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
35	iaeme.com Internet Source	<1 %
36	repository.unja.ac.id Internet Source	<1 %
37	Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part II Student Paper	<1 %
38	ejurnal.undana.ac.id Internet Source	<1 %
39	jurnal.untirta.ac.id Internet Source	<1 %
40	journals.itb.ac.id Internet Source	<1 %
41	Esalia Khoerotunnisa, Dedi Budiman. "STUDI ANALISIS PERBANDINGAN FILLER PASIR GUNUNG DAN PASIR SUNGAI PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC", JITSi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 2023 Publication	<1 %

42	repository.unkris.ac.id Internet Source	<1 %
43	adoc.pub Internet Source	<1 %
44	cloud.e-ipo.co.id Internet Source	<1 %
45	ejurnal.teknokrat.ac.id Internet Source	<1 %
46	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	<1 %
47	Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta Student Paper	<1 %
48	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
49	repository.itny.ac.id Internet Source	<1 %
50	www.polines.ac.id Internet Source	<1 %
51	www.springerprofessional.de Internet Source	<1 %
52	digilib.polban.ac.id Internet Source	<1 %
53	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
54	repository.uir.ac.id Internet Source	<1 %
55	Submitted to University of Malaya Student Paper	<1 %
56	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	<1 %

57	digilib.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
58	publikasiilmiah.ums.ac.id Internet Source	<1 %
59	sipil.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
60	100makalah.blogspot.com Internet Source	<1 %
61	repository.ukitoraja.ac.id Internet Source	<1 %
62	repository.unand.ac.id Internet Source	<1 %
63	repository.unifa.ac.id Internet Source	<1 %
64	Samer R. Rabab'ah, Madhar M. Taamneh, Hussein M. Abdallah, Osama K. Nusier, Laith Ibdah. "Effect of Adding Zeolitic Tuff on Geotechnical Properties of Lime-Stabilized Expansive Soil", KSCE Journal of Civil Engineering, 2021 Publication	<1 %
65	investor.waskitaprecast.co.id Internet Source	<1 %
66	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
67	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
68	publishing-widyagama.ac.id Internet Source	<1 %
69	Disa Rankan, Dedi Budiman. "PENGARUH CAMPURAN ANTARA ABU SABUT KELAPA DAN SERBUK CANGKANG KERANG PADA TANAH	<1 %

70	Submitted to Universitas Muhammadiyah Palembang Student Paper	<1 %
71	repository.upp.ac.id Internet Source	<1 %
72	talentasipil.unbari.ac.id Internet Source	<1 %
73	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
74	eprints.ung.ac.id Internet Source	<1 %
75	jurnal.pnj.ac.id Internet Source	<1 %
76	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
77	ojs.cahayamandalika.com Internet Source	<1 %
78	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
79	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
80	Submitted to Universitas Bina Darma Student Paper	<1 %
81	Zaroh Irayani, Indra Permanajati, Aris Haryadi, Wihantoro Wihantoro, Abdullah Nur Azis. "Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Dengan Metode Tahanan Jenis Dan Pengujian Sifat Plastisitas Tanah Di Bukit Pawinihan Desa Sijeruk, Kecamatan	<1 %

Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara",
Dinamika Rekayasa, 2016

Publication

82	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
83	Submitted to Hankuk University of Foreign Studies Student Paper	<1 %
84	Submitted to Universitas Musamus Merauke Student Paper	<1 %
85	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %
86	lib.ui.ac.id Internet Source	<1 %
87	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
88	slideplayer.info Internet Source	<1 %
89	Rokhman Rokhman, Hendrik Pristianto. "UJI EKSPERIMEN STABILISASI TANAH DASAR DENGAN SEMEN PADA RUAS JALAN MALAWILI DISTRIK AIMAS KABUPATEN SORONG", INA-Rxiv, 2018 Publication	<1 %
90	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
91	Submitted to University of Wollongong Student Paper	<1 %
92	anyflip.com Internet Source	<1 %
93	daliskaliansintus1.blogspot.com Internet Source	<1 %
94	repo.itera.ac.id	

<1 %

95

Netti Herlina, Muhammad Faisal, Amir Husin, Edi Yasa Ardiansyah, Emmanuel Gulo, Muhammad Rezki. "Study of the distribution of domestic wastewater from septic tank in silt-type soil", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2025

Publication

<1 %

96

Submitted to STIE Perbanas Surabaya

Student Paper

<1 %

97

repository.mercubuana.ac.id

Internet Source

<1 %

98

businessdocbox.com

Internet Source

<1 %

99

e-journals.unmul.ac.id

Internet Source

<1 %

100

ejournal.um-sorong.ac.id

Internet Source

<1 %

101

sipil.polimdo.ac.id

Internet Source

<1 %

102

Asep Harwanto, Yusuf Amran, Leni Sriharyani. "ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN BAHAN ADDITIVE DIFA SOIL STABILIZER DAN SEMEN", JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil, 2021

Publication

<1 %

103

Chitra Anggriani Salingkat, Amalia Noviyanty, Syamsiar Syamsiar. "Pengaruh Jenis Bahan Pengemas, Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Mutu Buah Tomat", Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, 2020

Publication

<1 %

104

aw-efendi.blogspot.com

Internet Source

<1 %

105 ejournal.polbeng.ac.id
Internet Source

<1 %

106 media.neliti.com
Internet Source

<1 %

107 mekanikatanahitm10306011.blogspot.com
Internet Source

<1 %

108 repo.stikesicme-jbg.ac.id
Internet Source

<1 %

109 repository.umy.ac.id
Internet Source

<1 %

110 thomaspmp.files.wordpress.com
Internet Source

<1 %

111 www.repository.umuslim.ac.id
Internet Source

<1 %

112 Marzelina Zainuddin, Ruslan Kalla, Andi Artiningsih. "Efektivitas tepung tapioka sebagai koagulan alami untuk menurunkan kadar kekeruhan pada pengolahan air bersih", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2025
Publication

<1 %

113 Rizkan Maulidi Ansyari, Amelia Faradila, Noviyanthi Handayani, Norseta Ajie Saputra. "Evaluasi Efektivitas Penambahan Polimer Dan Biopolimer Terhadap Tanah Lempung Bereng Bengkel Ditinjau Dari Kekuatan Geser Tanah", Media Ilmiah Teknik Sipil, 2025
Publication

<1 %

114 ejournal.unsrat.ac.id
Internet Source

<1 %

115 eprints.undip.ac.id
Internet Source

<1 %

116	jurnal.usbypkp.ac.id Internet Source	<1 %
117	publication.petra.ac.id Internet Source	<1 %
118	repository.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
119	vdocuments.net Internet Source	<1 %
120	Muhammad Furqan, Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.. "STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN LIMBAH KARBIT DAN SILICA FUME TERHADAP SUBGRADE PERKERASAN JALAN", Jurnal TeKLA, 2021 Publication	<1 %
121	Ummi Athiyyah Zikri, Endang Setyawati Hisyam. "Analisis Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Menggunakan Pasir Tailing Timah Dan Kaolin", MINERAL, 2024 Publication	<1 %
122	e-journal.upr.ac.id Internet Source	<1 %
123	journal.umpr.ac.id Internet Source	<1 %
124	ojs.unik-kediri.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches < 5 words