

LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik



**KOMPARASI NILAI STABILITAS TANAH LAPANGAN DAN
LABORATORIUM PADA JALAN SOKO - TUBAN**

Tim Peneliti:

Mohammad Zainul Ikhwan, S.T., M.T
Toni Budi Santoso, S.T., M.T

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2024/2025

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2025

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. Judul Penelitian : Komparasi Nilai Stabilitas Tanah Lapangan dan Laboratorium Pada Jalan Soko - Tuban

1. Ketua Peneliti

- a. Nama Peneliti : Mohammad Zainul Ikhwan, S.T., M.T
- b. NIDN : 07 290495 01
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. E-mail : zaeny.ikhwan@gmail.com
- e. Bidang Keilmuan : Geoteknik

2. Anggota Peneliti 1

- a. Nama Peneliti : Toni Budi Santoso, S.T., M.T
- b. NIDN : 07 270193 02
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. E-mail : prawoto.poni@gmail.com
- e. Bidang Keilmuan : Struktur dan Transportasi

3. Anggota Peneliti 2

- a. Nama Mahasiswa : M. Yudi Saputra
- b. NIM : 23222011159
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. E-mail : yudi.saputra@gmail.com
- e. Bidang Keilmuan : -

Anggota Peneliti 3

- a. Nama Mahasiswa : Dwi Novianti Putri Andini
- b. NIM : 23222011068
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. E-mail : noviantidwi@gmail.com
- e. Bidang Keilmuan : -

4. Jangka Waktu Penelitian : 6 bulan

6. Lokasi Penelitian : Soko - Tuban
7. Dana Diusulkan : Rp. 3.500.000,00

Bojonegoro, 25 Februari 2025

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Pengusul,

Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.

NIDN 07 2108 8601

M. Zainul Ikhwan, S.T., M.T

NIDN 07 290495 01

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala karunia, rahmat, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat mengajukan laporan penelitian yang berjudul “Komparasi Nilai Stabilitas Tanah Lapangan dan Laboratorium Pada Jalan Soko - Tuban”.

Dalam proses penyusunan laporan, penulis terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Untuk itu, dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan dan kerjasamanya yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Arief Januwarso S.sos, M.si Selaku Ketua Yayasan Universitas Bojonegoro.
2. Ibu Dr. Tri Astuti Handayani, SH., M.Hum Selaku Rektor Universitas Bojonegoro.
3. Ibu Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc. Selaku Ketua LPPM Universitas Bojonegoro dan Seluruh Jajarannya
4. Ir. Zainuddin, M.T Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknik.

Semoga Alloh SWT membalas semua kebaikan, dukungan, dan kesabaran yang telah diberikan. Selanjutnya penulis menyadari bahwa dalam penyusunan masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi sempurnanya penyusunan laporan penelitian ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Bojonegoro, 25 Februari 2025

M. Zainul Ikhwan, S.T., M.T

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Landasan Teori	3
2.2 Penelitian Terdahulu	4
BAB III	6
METODE PENELITIAN.....	6
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	6
3.2 Lokasi Penelitian.....	6
3.3 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	6
3.4 Analisis Data.....	7
BAB IV	9

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	9
4.1 Pengambilan Sampel Tanah.....	9
4.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	9
1. Pengujian Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D854-71)	9
4.3 Pengujian Pemadatan (<i>Compection Test</i>) ASTM D-698.....	15
4.4 Dynamic Cone Penetrometer (DCP).....	18
4.5 Dynamic Cone Penetrometer (DCP).....	28
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	40
DOKUMENTASI PUBLIKASI	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji Kadar Air.....	9
Tabel 4.2 Uji Berat Jenis Tanah.....	10
Tabel 4.3 Uji <i>Plastic Limit</i>	11
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Liquid Limit</i>	12
Tabel 4.5 Kepadatan Basah.....	15
Tabel 4.6 Kadar Air Proctor 200 ml, 400 ml, 600 ml.....	16
Tabel 4.7 Kadar Air Proctor 800 ml, 1000 ml.....	16
Tabel 4.8 Penentuan Kepadatan.....	17
Tabel 4.9 Perhitungan DCP 7 + 100 Timur.....	19
Tabel 4.10 Perhitungan DCP 7 + 200 Barat.....	21
Tabel 4.11 Perhitungan DCP 7 + 800 Timur.....	23
Tabel 4.12 Perhitungan DCP 7 + 900 Barat.....	25
Tabel 4.13 Keseluruhan Nilai CBR – DCP.....	28
Tabel 4.14 Pencatatan 10 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	28
Tabel 4.15 Pencatatan 30 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	30
Tabel 4.16 Pencatatan 65 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	31
Tabel 4.17 Pencatatan 10 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	33
Tabel 4.18 Pencatatan 30 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	34
Tabel 4.19 Pencatatan 65 tumbukan Penetrasi CBR Laboratorium.....	36
Tabel 4.20 Keseluruhan Pengujian CBR Laboratorium.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	6
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	8
Gambar 4. 1 Uji Kadar Air.....	14
Gambar 4. 2 Pengujian Pemadatan ASTM D-698	18
Gambar 4. 3 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 100 Timur.....	20
Gambar 4. 4 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah	20
Gambar 4. 5 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 100.....	22
Gambar 4. 6 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah	23
Gambar 4. 7 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 800.....	24
Gambar 4. 8 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah	25
Gambar 4. 9 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 800.....	27
Gambar 4. 10 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah	27
Gambar 4. 11 Grafik Alroji dan Penurunan	29
Gambar 4. 12 Grafik Alroji dan penurunan	31
Gambar 4. 13 Grafik Arloji dan Penurunan	32
Gambar 4. 14 Grafik Arloji dan penurunan	34
Gambar 4. 15 Grafik Arloji dan Penurunan	35
Gambar 4. 16 Grafik Alroji dan penurunan	37

ABSTRAK

Jalan raya merupakan infrastruktur vital dalam mendukung mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi. Kualitas jalan yang baik menjadi faktor penentu kelancaran lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan pengguna jalan. Jalan Raya yang terletak di Desa Simo, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban mengalami kerusakan berupa gelombang yang mengganggu kenyamanan pengendara. juga menurut warga sekitar, jalan tersebut sudah di lakukan perbaikan namun tetap mengalami permasalahan yang sama. Kondisi ini dapat diakibatkan oleh beberapa factor. Hasil penelitian menunjukkan tanah uji termasuk lempung organik dengan berat jenis rata-rata 2,33 gr/cm³ dan kadar air 43,19%. Nilai batas cair 77,33%, batas plastis 32,7%, dan indeks plastisitas 44,63%. Pengujian DCP dilakukan pada dua sampel dengan kondisi jalan yang berbeda, yaitu pada STA 7+100 dan 7+200 (jalan bagus) serta STA 7+800 dan 7+900 (jalan rusak). Nilai CBR pada STA 7+100 sisi timur 12,09% dan 7+200 di sisi barat 9,87%. Pada STA 7+800, nilai CBR di sisi timur 5,23% dan STA 7+900 sisi barat 10,59%. Nilai CBR laboratorium diambil dari dua sampel dengan tiga variasi tumbukan 10x, 30x, dan 65x. Pada kondisi jalan bagus di STA 7+100 nilai CBR rata-rata tertinggi 17,12%. Pada kondisi jalan rusak di STA 7+800 nilai CBR rata-rata 11,52%. Penelitian ini mengungkapkan perbedaan signifikan antara nilai CBR laboratorium dan lapangan yang dipengaruhi oleh kondisi jalan dan karakteristik tanah setempat.

Kata kunci : *Kondisi tanah, DCP, CBR*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan infrastruktur vital yang memainkan peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi. Kualitas jalan yang baik menjadi faktor penentu kelancaran lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan pengguna jalan. Namun, di berbagai daerah, permasalahan jalan yang tidak rata atau bergelombang sering terjadi, yang dapat mengganggu kenyamanan dan bahkan membahayakan pengguna jalan.

Salah satu segmen jalan yang mengalami permasalahan ini adalah Jalan Raya yang terletak di Desa Simo, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban. Jalan pada segmen ini sering kali mengalami kerusakan berupa gelombang yang mengganggu kenyamanan pengendara. juga menurut warga sekitar, jalan tersebut sudah di lakukan perbaikan beberapa kali namun tetap mengalami permasalahan yang sama. Kondisi ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, termasuk karakteristik tanah dasar yang kurang stabil, kualitas konstruksi yang tidak sesuai, serta beban lalu lintas yang tinggi.

Untuk memahami akar masalah dan mencari solusi perbaikan yang tepat, perlu dilakukan evaluasi terhadap karakteristik tanah di lokasi tersebut melalui pengujian California Bearing Ratio (CBR), baik di laboratorium maupun di lapangan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Pengujian CBR penting untuk mengetahui daya dukung tanah, yang merupakan indikator utama kekuatan lapisan tanah dalam menahan beban.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang penelitian, maka permasalahan yang dikaji mengarah pada beberapa permasalahan yang harus diselesaikan.

Adapun rumusan masalah tersebut adalah :

1. Berapa nilai Stabilitas Tanah pada Jalan Soko - Tuban ?

2. Bagaimana Sifat Fisik dan Karakteristik Tanah di Lokasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan, maka tujuan yang akan dicapai dalam mengerjakan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai Stabilitas Tanah pada Jalan Soko – Tuban
2. Mengetahui Sifat Fisik dan Karakteristik Tanah di Lokasi

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui nilai Stabilitas Tanah pada Jalan Soko – Tuban
2. Dapat mengetahui Sifat Fisik dan Karakteristik Tanah di Lokasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral padat (butiran) yang tidak saling terikat secara kimia dan dari bahan organik yang telah mengalami pelapukan, disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel-padat tersebut. Tanah memiliki kegunaan sebagai bahan bangunan dalam berbagai proyek teknik sipil dan berperan sebagai penopang pondasi bangunan. Oleh karena itu, seorang profesional di bidang teknik sipil harus memiliki pemahaman mendalam terhadap sifat dasar tanah, seperti asal usul, distribusi ukuran butiran, kemampuan drainase air, sifat pemampatan saat diberi beban, kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan sebagainya. Bidang ilmu mekanika tanah (*soil mechanics*) menjadi fokus utama dalam memahami karakteristik fisik tanah dan perilaku massa tanah ketika terpapar berbagai gaya. Sementara itu, ilmu rekayasa tanah (*soil engineering*) menerapkan prinsip-prinsip mekanika tanah dalam penyelesaian masalah-masalah praktis. Stabilisasi tanah diukur dari perubahan karakteristik teknis tanah antara lain kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air.

a. Sifat Fisik Tanah

Karakteristik mekanis yang signifikan dari tanah, seperti daya tahan (*strength*) dan kemampuan pemampatan (*compressibility*), terkait erat dengan atau minimalnya dipengaruhi oleh elemen-elemen dasar seperti kerapatan massa (*density*), berat satuan (*unit weight*), rasio ruang pori (*void ratio*), dan tingkat kejenuhan (*degree of saturation*).

b. DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Uji DCP cocok dilakukan pada tanah dengan daya dukung rendah, biasanya terkait dengan tanah urug atau tanah yang memiliki sifat serupa. Sengaja ditinggikan untuk keperluan tertentu, tanah lunak atau tanah lempung merujuk pada jenis tanah yang memiliki CBR lapangan kurang dari 2%. Tanah dasar dengan daya dukung sedang diartikan sebagai tanah yang memiliki CBR hasil pemadatan setara

atau melebihi 2%, tetapi kurang dari nilai yang tertera dalam gambar atau kurang dari 6% jika tak ada nilai yang tercantum. Tanah yang bersifat ekspansif didefinisikan sebagai tanah yang memiliki potensi pengembangan lebih dari 2,5%.

c. *California Bearing Ratio (CBR)*

Nilai CBR merupakan persentase yang mencerminkan ukuran kekuatan tanah. Digunakan sebagai dasar perencanaan timbunan pada jalan, nilai CBR menjadi indikator kualitas tanah untuk konstruksi jalan. Semakin tinggi nilai CBR tanah, semakin baik tanah tersebut sebagai dasar perkerasan jalan. Sebaliknya, jika nilai CBR rendah, konstruksi jalan yang dibangun di atasnya berisiko mengalami kerusakan lebih cepat. Penentuan ketebalan perkerasan juga bergantung pada nilai CBR, dengan memanfaatkan grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dan intensitas lalu lintas.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan ini adalah sebagai berikut:

1. Nurhayati, (2007), *Stabilisasi Tanah Lempung Subgrade Menggunakan Asbuton dan Semen*, Hasil penelitian dengan persentase campuran asbuton 6% diperoleh nilai MDD dan CBR yang terbesar yaitu 1,59564 gr/cm³ dan 15,234%, sedangkan pada campuran semen 6% yang terbesar pula yaitu 1,59676 gr/cm³ dan 16,445%. Nilai MDD dan CBR Asbuton terjadi peningkatan sebesar 7,12% dan 32,251%, sedangkan pada semen sebesar 7,19% dan 42,76%.
2. Kurniawan, (2009), *Potensi Lumpur Lapindo dalam Aplikasi Stabilisasi Tanah Lempung pada Tinjauan Konsistensi, Pengembangan, Dan Kemampuan Menahan Beban*, Hasil pengujian dengan uji batas-batas Konsistensi diperoleh naiknya batas susut (SL) senilai 5,19%, turunnya nilai batas plastis (PL) sebesar 4,61%, turunnya nilai batas cair (LL) sebesar 22,24% dan diikuti turunnya indeks plastisitas (PI) 38,38%. Hasil pengujian dengan free swell diperoleh perubahan dan perbandingan yang terjadi adalah penurunan pengembangan

bebas senilai 33% dari tanah asli. Uji CBR Rendaman diperoleh nilai CBR sebesar 0,429% dari 0,332% dan swelling CBR pada hari ke-4 turun menjadi 7,29% dari 9,07%.

3. Sudjianto, (2012), Komposisi campuran fly ash yang ditambahkan adalah 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering landfiil. Hasil penelitian memperlihatkan, semakin besar penambahan fly ash pada landfiil, semakin baik sifat fisis dan mekanis landfiil.
4. Christopher, (2016), Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Kelud untuk Stabilisasi Kuat Daya Dukung Tanah Lempung sebagai Subgrade, Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan terdapat peningkatan yang signifikan terhadap nilai CBR dan kuat tekan seiring dengan penambahan bahan tambah dan lamanya waktu pemeraman. Sampel tanah dengan kadar 30 % dan 38% abu vulkanik dan 6% kapur dengan masa pemeraman 21 hari, sedangkan nilai kuat tekan bebas memiliki nilai optimum pada kadar 32% abu vulkanik.
5. Arrosyid, (2017), Pengaruh Penambahan Kapur dan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Subgrade Tanah Gambut untuk Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan, Nilai CBR pada kondisi unsoaked dan soaked mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar fly ash dan lama pemeraman. Nilai CBR maksimum pada kapur 5% + fly ash 25%. Nilai free swell turun seiring bertambahnya fly ash. Tebal lapis perkerasan dengan BM 2013 didapat tebal sama hanya beda rekomendasi perbaikan, sedangkan tebal perkerasan menggunakan BM 2002 didapat LPB semakin mengecil seiring penambahan fly ash.

BAB III

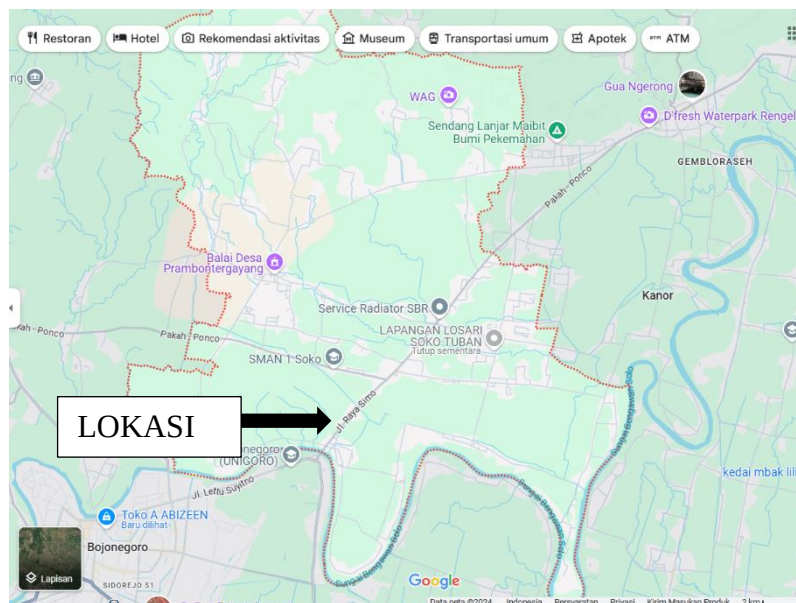
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas tanah pada jalan Soko – Tuban dengan melakukan Uji CBR laboratorium dan Uji DCP dilokasi penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di jalan Desa Simo Kecamatan Soko Kabupaten Tuban



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google maps

3.3 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data terkait dilakukan pada tanah di jalan Desa Simo Kecamatan Soko Kabupaten Tuban mendukung dalam proses analisis penelitian.

3.4 Analisis Data

Dalam tahap ini, dilakukan proses analisis data untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Analisis yang dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yaitu:

1. Analisis nilai CBR pada tanah di jalan soko tuban dilakukan Uji laboratorium, untuk nilai DCP dilakukan di lokasi penelitian.

2. Menentukan sifat fisik dan karakteristik tanah pada lokasi yang diteliti.

Sesuai penelitian deskriptif-komparatif, metode analisis data dilakukan dengan membandingkan besarnya stabilitas tanah dengan uji CBR dan DCP yang berada pada jalan Soko – Tuban di Desa Simo

Metode analisis untuk memeriksa dan memahami data yang di kumpulkan dengan menggunakan teknik – Teknik dalam penelitian ini menggunakan 2 tahapan yaitu :

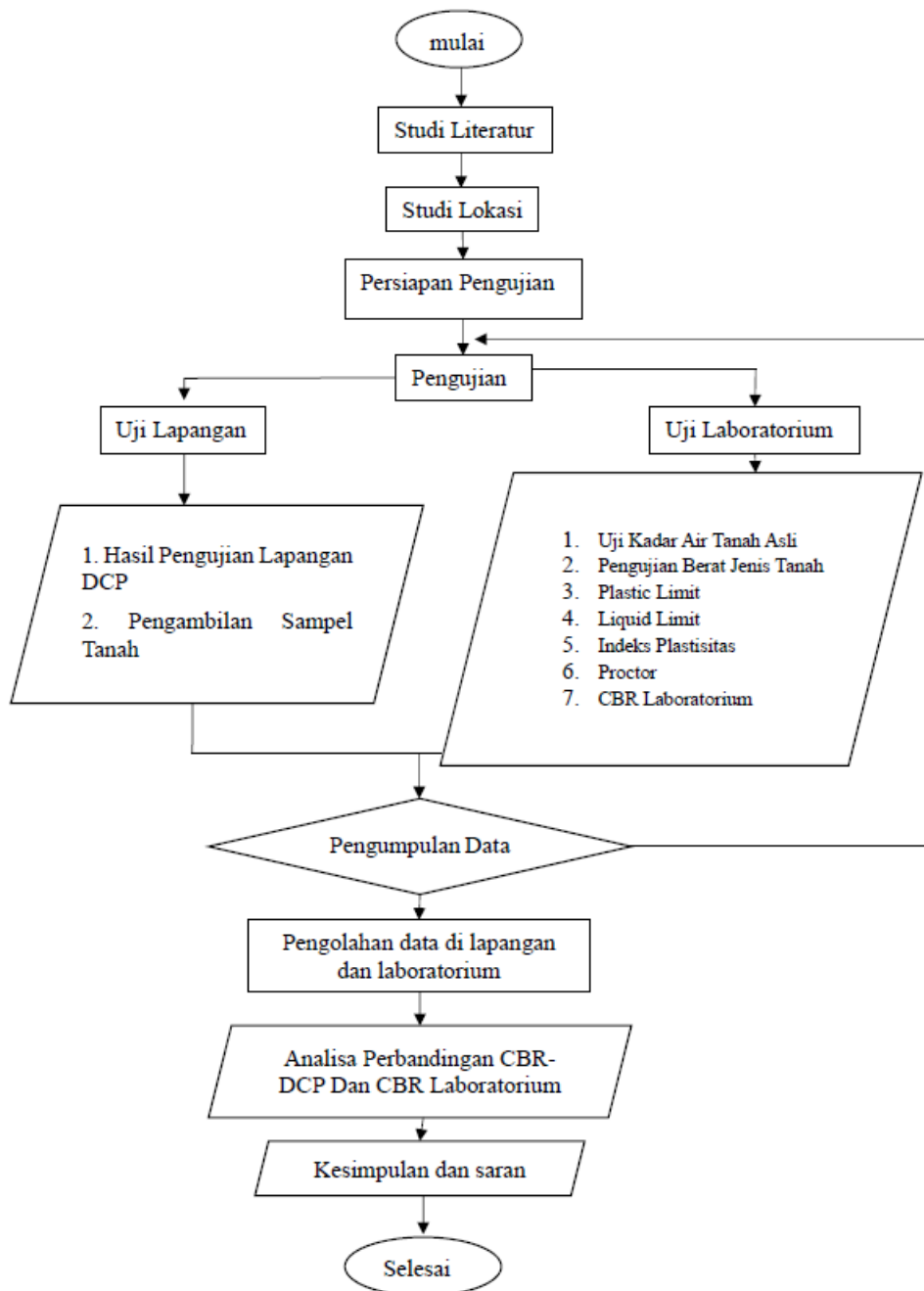
- 1) Laboratorium :

1. Pengambilan sampel Tanah
2. Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah :
 - Pengujian Kadar Air (*Water Content Test*) (ASTM D854-71)
 - Pengujian Plastic Limit (ASTM D-4318)
 - Pengujian Batas Konsistensi *Atterberg* (*Atterberg Limit Test*)
 - Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity Test*) (ASTM D854-91)
3. Pengujian Pemadatan (*Compection Test*) (ASTM D-698)
4. Pengujian CBR Laboratorium.

- 2) Lapangan :

1. DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)
2. Pengambilan sampel tanah untuk uji laboratorium.

Untuk memudahkan tahapan pelaksanaan penelitian, maka dibuat alur tahapan sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Sampel Tanah

Awal tahapan pengujian ini dilakukan dengan pengambilan sampel tanah di titik yang kondisi jalan yang bagus dan rusak yang diharapkan mendapatkan hasil yang akurat dengan keadaan lapangan dan juga hasil yang sesuai dengan keadaan tersebut.

4.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro. Pengujian sifat fisik tanah ini mencakup pengukuran kadar air tanah, penentuan berat jenis tanah, serta penentuan batas *Atterberg* (batas plastis dan batas cair) dengan hasil sebagai berikut :

1. Pengujian Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D854-71)

Pengukuran kadar air tanah dilakukan dengan mengambil 6 sampel tanah, dan hasilnya tercatat seperti yang terlihat dalam tabel di bawah. Tabel tersebut menunjukkan hasil dari 3 sampel tanah uji yang kemudian dijadikan sebagai rata-rata untuk kadar airnya.

Tabel 4.1 Uji Kadar Air

Sampel	satuan	1	2	3
Berat cawan (w_1)	gr	14,99	14,43	15,00
Berat cawan + tanah (w_2)	gr	45,69	50,96	39,69
Berat cawan + tanah kering (w_3)	gr	35,44	40,62	32,64
Berat tanah kering (W_s)	gr	20,45	26,19	17,64
Berat air (W_w)	gr	10,25	10,34	7,05
Kadar air (W)	%	50,12	39,48	39,97
Rata-rata kadar air	%	43,19		

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Contioh Perhitungan Kadar Air Sampel 1 :

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

$$W = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100 \%$$

$$W = (45,69 - 35,44) / (35,44 - 14,99) \times 100 \%$$

$$W = 50,12$$

Dari Tabel 4.1 dapat di simpulkan dari pengujian kadar air tanah yang sampel tanah di ambil langsung dari lapangan di dapatkan rata – rata kadar air 43,19%.

2. Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D854-91)

Pengukuran berat jenis tanah dilakukan dengan mengambil 3 sampel tanah kering yang melewati saringan No. 40. Pengujian ini melibatkan penggunaan 3 pignometer berkapasitas 100 ml, dan hasilnya dicatat sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.2 di bawah berikut :

Tabel 4.2 Uji Berat Jenis Tanah

No	Keterangan	Satuan	Sampel		
			1	2	3
1	Berat Piknometer (W1)	gr	55,38	53,24	56,36
2	Berat Piknometer + Contoh (W2)	gr	80,38	81,15	81,36
3	Berat Piknometer + Contoh + Air (W3)	gr	169,10	169,27	168,89
4	Berat Piknometer + Air (W4)	gr	153,89	154,49	154,75
5	Temperatur (t)	C°	20,00	20,00	20,00
6	A = W2 - W1	gr	25,00	27,91	25,00
7	B = W3 - W4	gr	15,21	14,78	14,14
8	C = A- B	gr	9,79	13,13	10,86
9	Berat Jenis (Gs = A/C)	gr	2,55	2,13	2,30
10	Berat Jenis Rata – rata	gr	2,33		

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Contoh Perhitungan Berat Jenis Tanah Sampel 1 :

- Berat Butir Tanah (A) = $W_2 - W_1$ gr
 $= 80,38 - 55,38$
 $= 25,00$ gr
- Berat Butir + Air (B) = $W_3 - W_4$ gr
 $= 169,10 - 153,89$
 $= 15,21$ gr
- Kadar Air (C) = $A - B$
 $= 25,00 - 15,21$
 $= 9,79$ gr
- Berat Jenis (Gs) = A/C
 $= \frac{25,00}{9,79}$
 $= 2,55$ gr

Dari hasil pengujian di atas, kesimpulan yang dapat diambil adalah rata-rata berat jenis tanah uji tersebut adalah $2,33 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan klasifikasi tanah berdasarkan berat jenisnya, tanah tersebut termasuk dalam kategori tanah lempung organik karena memiliki berat jenis $2,33 \text{ gr/cm}^3$, yang mendekati $2,58 \text{ gr/cm}^3$.

3. Pengujian *Plastic Limit* (ASTM C-4318)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air minimum dari suatu tanah uji ketika tanah berada pada kondisi batas plastis. Pada kondisi plastis, tanah masih dapat digulung hingga mencapai diameter sekitar $\pm 3 \text{ mm}$ atau $1/8$ inci. Dalam pengujian ini, diambil 2 sampel tanah untuk dilakukan pencetakan plintiran, dan kemudian kadar air dalam plintiran tersebut diketahui saat mencapai diameter sekitar $\pm 3 \text{ mm}$. Hasil pengujian batas plastis dicatat dalam Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Uji *Plastic Limit*

Sampel	Satuan	1	2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	30,00	30,00
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	26,23	26,35
Berat Container (W3)	gr	14,44	15,14
Berat Air ($W_w = W1 - W2$)	gr	3,77	3,65
Berat Tanah Kering ($W_d = W2 - W3$)	gr	11,79	11,21
Kadar Air ($W_w/W_d \times 100\%$)	%	31,98	32,56
Kadar Air Rata – rata	%	32,27	

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari Tabel 4.3 di atas, dapat disimpulkan bahwa kedua sampel yang diambil telah mencapai diameter plintiran sekitar ± 3 mm. Rata-rata kadar air dari dua sampel tersebut adalah 32,7%.

4. Pengujian Batas cair (ASTM D-4318)

Batas cair merupakan jumlah air minimum di mana tanah tetap dalam keadaan cair. Ini juga merupakan jumlah air minimum pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis di mana karakteristik tanah beralih dari keadaan cair menjadi plastis. Batas cair ditentukan melalui pengujian *Cassagrande*. Kadar air pada batas cair diukur ketika tanah menutup celah sepanjang 1,25 cm di dasar cawan setelah 25 kali ketukan. Karena pengaturan kadar air yang tepat untuk menutup celah dalam 25 ketukan cukup sulit, percobaan dilakukan beberapa kali dengan jumlah ketukan yang bervariasi antara 19 hingga 43 kali. Dari empat sampel yang diambil menggunakan alat *Cassagrande*, dihasilkan grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 Grafik ini menampilkan hasil pengujian dan menunjukkan hubungan antara kadar air sampel dengan jumlah ketukan pada alat *Cassagrande*.

Pada Tabel 4.4 di bawah ini adalah hasil dari pengujian *liquid limit* dengan variasi penambahan kadar air dan jumlah ketukan.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Liquid Limit*

Sampel	Satuan	1	2	3	4
Jumlah Pukulan	-	19	23	32	43
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	35,4	36,02	37,02	38,24
Berat Tanah kering + Container (W2)	gr	25,2	26,22	28,02	29,84
Berat Countainer (W3)	gr	14,19	14,12	14,45	15,15
Berat Air ($W_w = W_1 - w_2$)	gr	10,2	9,8	9	8,4
Berat Tanah Kering ($W_d = W_2 - W_3$)	gr	11,01	12,1	13,57	14,69
Kadar Air ($W_w/W_d \times 100\%$)	%	92,64	80,99	66,32	57,18
Rata – rata	%	74,28			

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Contoh Perhitungan Sampel 1 :

Jumlah ketukan = 19

Berat Tanah Basah + Container (W1) = 35,4 gr

Berat Tanah Kering + Container (W2) = 36,02 gr

Berat Container (W3) = 14,19 gr

- Perhitungan

Berat Air (W_w) = $W_1 - W_2$

= $35,04 - 36,02$

= 10,2 gr

Berat Tanah Kering (W_d) = $W_2 - W_3$

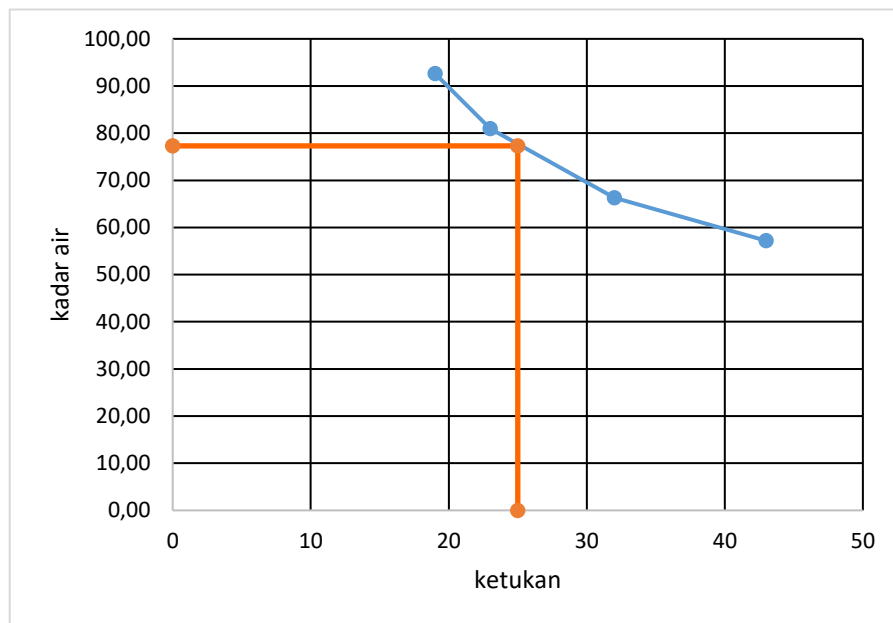
= $36,02 - 14,19$

= 11,01 gr

Kadar Air = $(W_w/W_d) \times 100\%$

= $\frac{10,2}{11,01} \times 100\%$

= 92,04%



Gambar 4. 1 Uji Kadar Air

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Berdasarkan hasil pengujian Liquid Limit yang ditunjukkan di Gambar 4.1 atas setelah melakukan empat kali pengujian tanah menggunakan alat *Cassagrande*, diperoleh batas cair 77,33%. Kadar air pada saat alur menutup setelah 25 ketukan adalah kadar air yang ditentukan sebagai batas cair tanah.

Metode ini merupakan bagian dari standar pengujian tanah yang diterbitkan oleh ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dalam standar ASTM D4318 atau SNI 1966:2008 di Indonesia.

5. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) adalah parameter penting dalam menggambarkan rentang kadar air di mana tanah bersifat plastis. Indeks ini memberikan informasi tentang sifat tanah dan kemampuannya untuk berubah bentuk tanpa retak. PI dihitung sebagai selisih antara batas cair dan batas plastis tanah :

$$\begin{aligned}
 \text{Index Plastisitas} &= \text{Liquid Limit} - \text{Plastic Limit} \\
 &= 77,33 \% - 32,7 \% \\
 &= 44,63 \%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapatkan Index Plastisitas di dapatkan sebesar 44,63%. Plastisitas ini memberikan gambaran tentang sifat-sifat tanah, terutama dalam hal plastisitas dan potensi perubahan volume. Menurut Tabel 2.2 nilai index plastisitas >17 dapat di simpulkan bahwa tanah pada Jalan Raya Soko – Tuban ini memiliki nilai plastisitas yang tinggi dan memiliki jenis tanah lempung.

4.3 Pengujian Pemadatan (*Compection Test*) ASTM D-698

Pengujian Pemadatan dengan metode ASTM D-698, dikenal juga sebagai Standard Proctor Test. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR awal pada tanah yang diuji. Hasil pengujian CBR awal ini disajikan dalam tabel di bawah menunjukkan hasil pengujian Proctor standar pada lima sampel uji dengan kadar air masing-masing 200 ml, 400 ml, 600 ml, 800 ml, dan 1000 ml. Berikut adalah Hasil Pengujian Pemadatan :

Tabel 4.5 Kepadatan Basah

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Massa Mould	gram	3471	3471	3471	3471	3471
Massa tanah basah + Mould	gram	4703	4900	5040	5050	4890
Massa tanah basah, W_{wet}	gram	1232	1429	1569	1579	1419
Volume Mould	cm ³	939,493	939,493	939,493	939,493	939,493
Kepadatan Basah $\gamma_{wet} = W_{wet}/V_{mould}$	gr/cm ³	1,311	1,521	1,670	1,681	1,510

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari Tabel 4.5 di atas pada percobaan ke 5 dengan campuran air 1000 ml beban penimbangan masa tanah basah dan *mould* mengalami penurunan beban di campuran air 800 ml.

Tabel 4.6 Kadar Air Proctor 200 ml, 400 ml, 600 ml

Kapasitas Air		200ml			400ml			600ml		
Sampel	-	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah
Massa tanah basah + Container	Gr	82,00	43,70	92,00	56,00	34,30	69,00	58,21	39,98	71,75
Massa tanah kering + Container	Gr	77,61	41,02	85,58	50,57	30,25	60,95	50,01	34,45	60,72
Massa air	Gr	4,39	2,68	6,42	5,43	4,05	8,05	8,20	5,53	11,03
Massa container	Gr	18,07	11,09	14,43	17,74	10,91	18,1	17,97	11,37	18,01
Massa tanah kering	Gr	59,54	29,93	71,15	32,83	19,34	42,85	32,04	23,08	42,71
Kadar air	%	7,37	8,95	9,02	16,54	20,94	18,79	25,59	23,96	25,83
Kadar air rata-rata	%	8,45			18,76			25,13		

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Tabel 4.7 Kadar Air Proctor 800 ml, 1000 ml

Kapasitas Air	800ml			1000ml		
Sampel	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah
Massa tanah basah + Container	54,58	57,20	39,11	80,06	46,15	78,01
Massa tanah kering + Container	43,23	44,14	31,92	58,02	36,26	59,04
Massa air	11,35	13,06	7,19	22,04	9,89	18,97
Massa container	10,84	10,65	10,70	18,41	14,96	17,85
Massa tanah kering	32,39	33,49	21,22	39,61	21,30	41,19
Kadar air	35,04	39,00	33,88	55,64	46,43	46,05
Kadar air rata-rata	35,97			49,38		

Sumber : Hasil Pengujian 2025

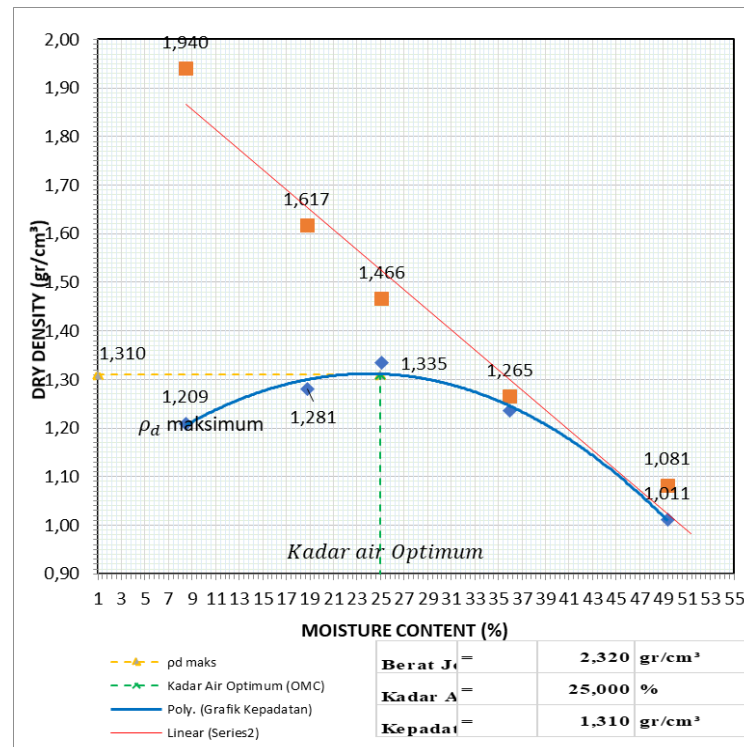
Dari tabel pengujian di atas, telah diperoleh kadar air rata-rata untuk setiap campuran dengan variasi penambahan air, yaitu 200 ml, 400 ml, 600 ml, 800 ml, dan 1000 ml. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar air optimum yang dibutuhkan agar tanah mencapai kepadatan maksimum. Setiap variasi penambahan air digunakan untuk mengamati perubahan dalam kadar air tanah dan kepadatannya. Seiring dengan peningkatan jumlah air yang ditambahkan, tanah menunjukkan perubahan karakteristik fisik yang signifikan, dimana pada titik tertentu, tanah mencapai kondisi kepadatan maksimum sebelum menurun seiring dengan penambahan air lebih lanjut.

Tabel 4.8 Penentuan Kepadatan

Massa tanah basah, W_{wet}	gram	1232,000	1429,000	1569,000	1579,000	1419,000
Kadar air rata-rata	%	8,45	18,76	25,13	35,97	49,38
Massa tanah kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1136,005	1203,310	1253,934	1161,253	949,949
Volume Mould	cm ³	939,493	939,493	939,493	939,493	939,493
Kepadatan kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1,209	1,281	1,335	1,236	1,011
$\gamma_w = G_s / ((1+w) \cdot G_s)$	gr/cm ³	1,940	1,617	1,466	1,265	1,081

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dengan menggunakan 5 contoh yang memiliki kadar air berbeda-beda untuk dapat menghitung nilai nya masing-masing. Kemudian, nilai-nilai tersebut digambarkan pada grafik atau kurva untuk menentukan kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) dan kandungan air optimum dari tanah. berikut adalah grafiknya.



Gambar 4. 2 Pengujian Pemadatan ASTM D-698

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan (*Compection Test*) (ASTM D-698) pada Gambar 4.2, bahwa tanah pada Jalam Soko - Tuban mempunyai berat isi kering maksimum (γ_d maks) 1.310 gr/cm³ dan kadar air optimum (w_{opt}) 25,00%. Nilai tersebut bisa di jadikan acuan untuk pembangunan berkelanjutan untuk jalan tersebut.

4.4 Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Berdasarkan hasil inventarisasi jalan, diketahui bahwa kondisi jalan yang ada di ruas Jalan Soko – Tuban termasuk dalam kategori jalan Provinsi. Jalan ini memiliki lebar 7 meter dan sering dilalui oleh kendaraan berat. Pengerasan jalan ini yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*).

1. STA 7 + 100 Bahu Jalan Timur

(Kondisi Jalan Tidak Rusak)

Tabel 4.9 Perhitungan DCP 7 + 100 Timur

NO	DATA LAPANGAN				PERHITUNGAN		
					DCP	Nilai CBR	
	Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penurunan (mm/tumbukan)	Log CBR Konus 60° (%)	Rata Rata CBR (%)
0	0	0	10	0	15,27	18,17	12,09
1	5	5	100	90			
2	5	10	148	138			
3	5	15	232	222			
4	5	20	334	324			
5	5	25	390	380			
6	5	30	468	458	35,47	6,01	
7	5	35	614	604			
8	5	40	845	835			
9	5	45	1000	990			

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ Menghitung DCP

$$\text{DCP} = \frac{(\text{Penetrasi yang di hitung} - \text{penetrasi sebelumnya})}{\text{jumlah Tumbukan}}$$

$$1. \text{ DCP} = \frac{(468-10)}{30} = 15,27 \text{ mm/blow}$$

$$2. \text{ DCP} = \frac{(1000-468)}{15} = 35,47 \text{ mm/blow}$$

➤ Menghitung Log₁₀ CBR Conus 60°

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan})$$

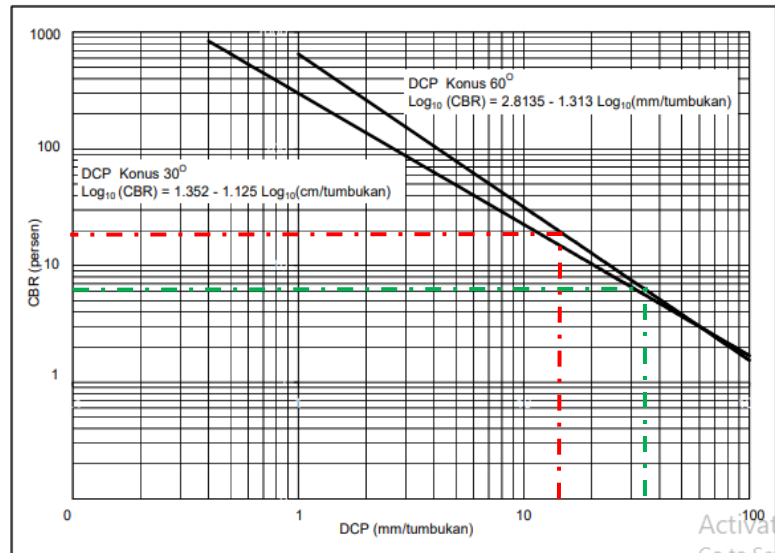
$$1. \text{ Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10}^x 15,27 \\ = 18,17 \%$$

$$2. \text{ Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10}^x 35,47 \\ = 6,01 \%$$

Dari **Tabel 4.9** dengan menghitung DCP mm/tumbukan dengan cara membagi tumbukan menggunakan Gambar 4. dan di dapatkan nilai mm/tumbukan (DCPI), Untuk mengkorelasikan DCP mm/tumbukan (DCPI) ke CBR dengan rumus (Log₁₀ CBR Conus 60°) atau menggunakan **Gambar 4.3** Dengan cara menarik garis.

Dan dari Perhitungan di atas dapat di simpulan bahwa nilai CBR pada STA 7+100 Bahu Jalan Timur ini sebesar 12,09 %

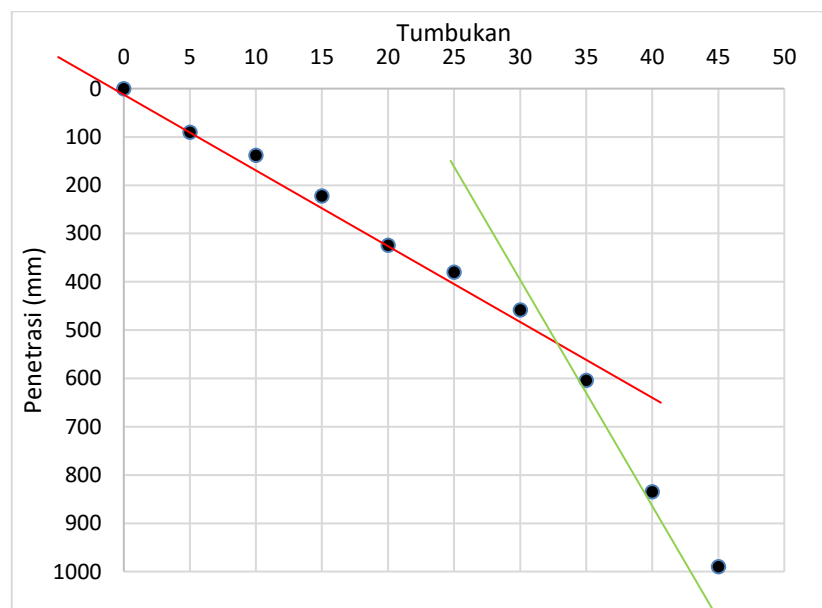
Berikut adalah penarikan garis pada Gambar grafik Hubungan DCP dan CBR dari Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/20 untuk menentukan nilai CBR :



Gambar 4. 3 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 100 Timur

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010

Berikut adalah Gambar 4.4 grafik hubungan antar kondisi tanah dengan jumlah tumbukan :



Gambar 4. 4 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah

Sumber : Hasil Pengujian 2025

2. STA 7 + 200 Bahu Jalan Barat

(Kondisi Jalan Tidak Rusak)

Tabel 4.10 Perhitungan DCP 7 + 200 Barat

NO	DATA LAPANGAN				PERHITUNGAN		
					DCP	Nilai CBR	
	Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penurunan (PR) mm/blow	Log CBR Konus 60° (%)	Rata Rata CBR (%)
0	5	0	25	0	17,40	15,30	9,87
1	5	5	112	87			
2	5	10	199	174			
3	5	15	376	351	30,00	7,48	
4	5	20	499	474			
5	5	25	670	645	32,13	6,84	
6	5	30	844	819			
7	5	35	981	956			

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ Menghitung DCP

$$DCP = \frac{(\text{Penetrasi yang di hitung} - \text{penetrasi sebelumnya})}{\text{jumlah Tumbukan}}$$

$$1. DCP = \frac{(199-25)}{10} = 17,40 \text{ mm/blow}$$

$$2. DCP = \frac{(499-199)}{10} = 30 \text{ mm/blow}$$

$$3. DCP = \frac{(981-499)}{15} = 32,13 \text{ mm/blow}$$

➤ Menghitung Log₁₀ CBR Conus 60°

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan})$$

$$1. \text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10}^x 17,40 \\ = 15,30 \%$$

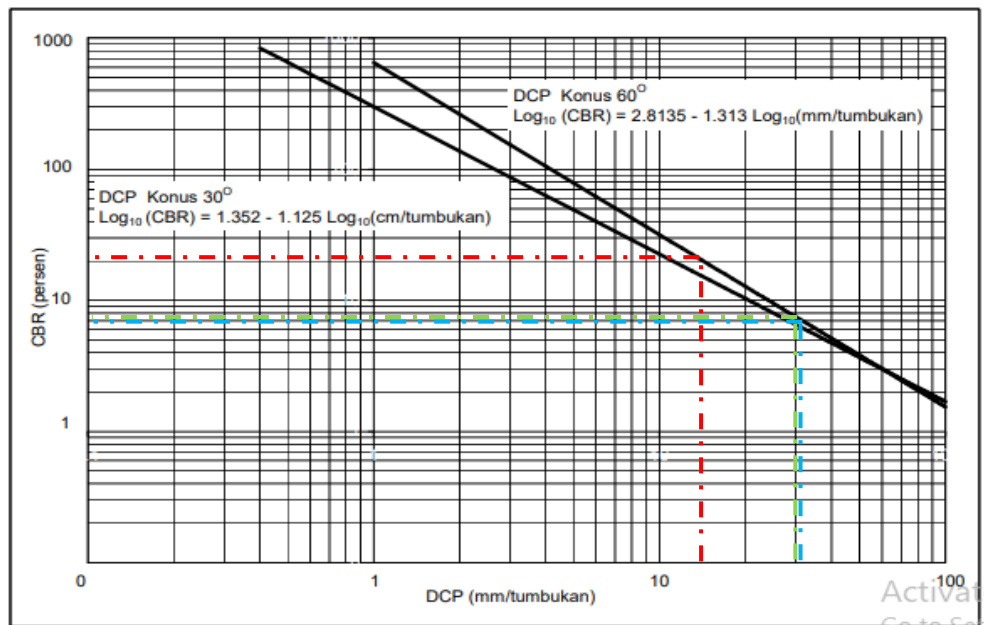
$$2. \text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10}^x 30 \\ = 7,48 \%$$

$$3. \text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10}^x 32,13 \\ = 6,84 \%$$

Dari Tabel 4.11 dengan menghitung DCP mm/tumbukan dengan cara membagi tumbukan menggunakan Gambar 4.6 dan di dapatkan nilai mm/tumbukan (DCPI), Untuk mengkorelasikan DCP mm/tumbukan (DCPI) ke CBR dengan rumus ($\log_{10}$ CBR Konus 60°) atau menggunakan Gambar 4.5 Dengan cara menarik garis.

Dan dari Perhitungan di atas dapat di simpulan bahwa nilai CBR pada STA 7+100 Bahu Jalan Timur ini sebesar 12,09 %

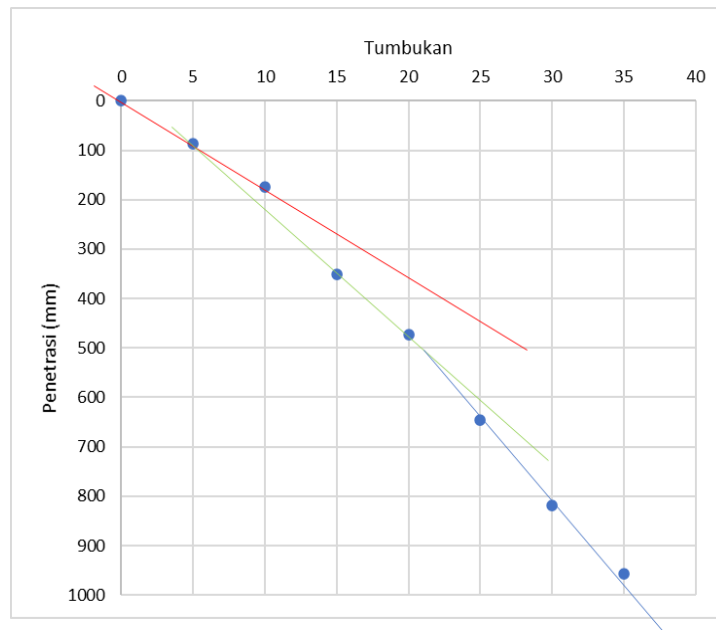
Berikut adalah penarikan garis pada Gambar grafik Hubungan DCP dan CBR dari Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/20 untuk menentukan nilai CBR :



Gambar 4. 5 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 100

Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010

Berikut adalah **Gambar 4.6** grafik hubungan antar kondisi tanah dengan jumlah tumbukan :



Gambar 4. 6 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah

Sumber : Hasil Pengujian 2025

3. STA 7 + 800 Bahu Jalan Timur

(Kondisi Jalan Rusak)

Tabel 4.11 Perhitungan DCP 7 + 800 Timur

NO	DATA LAPANGAN				PERHITUNGAN		
					DCP	Nilai CBR	Rata Rata CBR (%)
	Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penurunan (mm/tumbukan)	Log CBR Konus 60° (%)	
0	0	0	20	0	34,60	6,20	5,23
1	5	5	190	170			
2	5	10	348	328			
3	5	15	539	519			
4	5	20	660	640	46,10	4,26	
5	5	25	1000	980			

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ Menghitung DCP

$$\text{DCP} = \frac{(\text{Penetrasi yang di hitung} - \text{penetrasi sebelumnya})}{\text{jumlah Tumbukan}}$$

$$1. \text{ DCP} = \frac{(539-20)}{15} = 34,60 \text{ mm/blow}$$

$$2. \text{ DCP} = \frac{(1000-539)}{10} = 46,10 \text{ mm/blow}$$

➤ Menghitung Log₁₀ CBR Conus 60°

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan})$$

$$1. \text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{Log}_{10} \times 34,60$$

$$= 6,20 \%$$

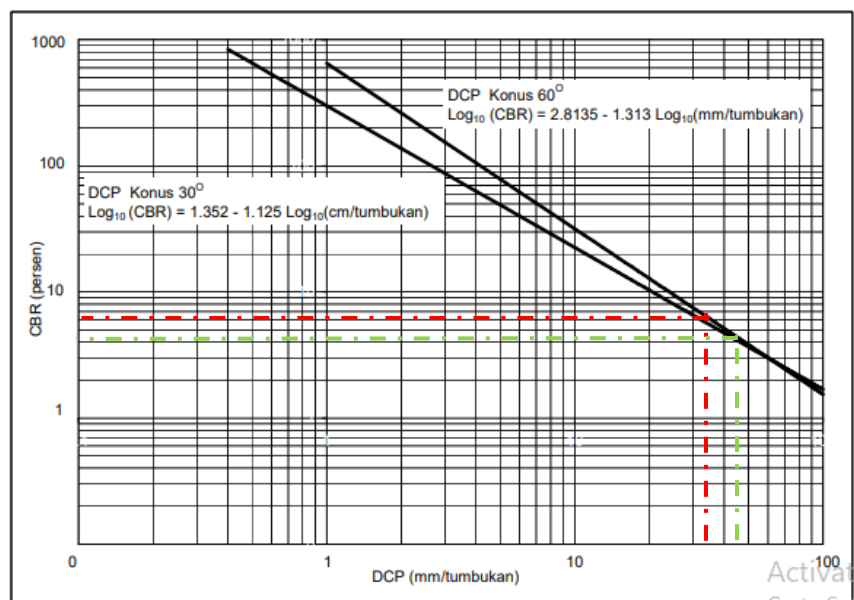
$$2. \text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{Log}_{10} \times 46,10$$

$$= 4,26 \%$$

Dari Tabel 4.12 dengan menghitung DCP mm/tumbukan dengan cara membagi tumbukan menggunakan Gambar 4.8 dan di dapatkan nilai mm/tumbukan (DCPI), Untuk mengkorelasikan DCP mm/tumbukan (DCPI) ke CBR dengan rumus ($\text{Log}_{10} \text{ CBR Conus } 60^\circ$) atau menggunakan Gambar 4.7 Dengan cara menarik garis.

Dan dari Perhitungan di atas dapat di simpulan bahwa nilai CBR pada STA 7+800 Bahu Jalan Barat ini sebesar 5,23%

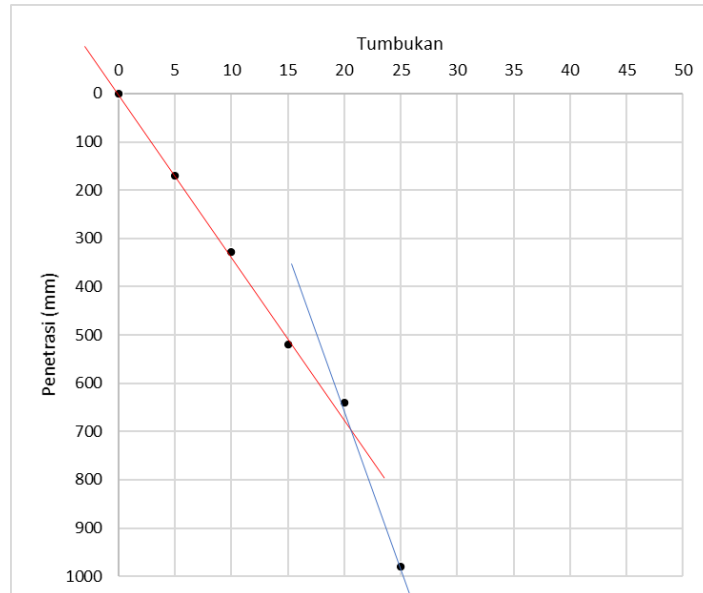
Berikut adalah Gambar grafik Hubungan DCP dan CBR dari Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/20 untuk menentukan nilai CBR :



Gambar 4. 7 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 800

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Berikut adalah **Gambar 4.8** grafik hubungan antar kondisi tanah dengan jumlah tumbukan :



Gambar 4. 8 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah

Sumber : Hasil Pengujian 2025

4. STA 7 + 900 Bahu Jalan Barat

(Kondisi Jalan Rusak)

Tabel 4.12 Perhitungan DCP 7 + 900 Barat

NO	DATA LAPANGAN				PERHITUNGAN		
					DCP	Nilai CBR	
	Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penurunan (mm/tumbukan)	Log CBR Konus 60° (%)	Rata Rata CBR (%)
0	0	0	25	0	22,00	11,24	10,59
1	5	5	135	110			
2	5	10	306	281	51,00	3,73	
3	5	15	592	567			
4	5	20	900	875			
5	5	25	981	956	16,20	16,80	

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ Menghitung DCP

$$DCP = \frac{(\text{Penetrasi yang di hitung} - \text{penetrasi sebelumnya})}{\text{jumlah Tumbukan}}$$

$$1. DCP = \frac{(135-25)}{5} = 22 \text{ mm/blow}$$

$$2. DCP = \frac{(900-135)}{15} = 51 \text{ mm/blow}$$

$$3. \text{ DCP} = \frac{(981-900)}{5} = 16,20 \text{ mm/blow}$$

➤ Menghitung Log_{10} CBR % Conus 60°

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan})$$

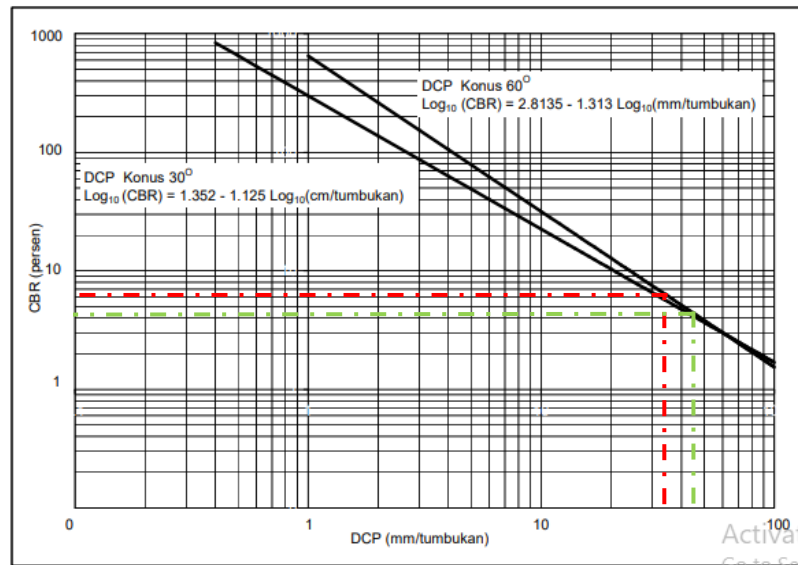
$$\begin{aligned} 1. \text{ Log}_{10} (\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} \times 22 \\ &= 11,24 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Log}_{10} (\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} \times 51 \\ &= 3,73 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Log}_{10} (\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,3131 \text{ Log}_{10} \times 16,20 \\ &= 16,80 \% \end{aligned}$$

Dari Tabel 4.13 dengan menghitung DCP mm/tumbukan dengan cara membagi tumbukan menggunakan Gambar 4.10 dan di dapatkan nilai mm/tumbukan (DCPI), Untuk mengkorelasikan DCP mm/tumbukan (DCPI) ke CBR dengan rumus (Log_{10} CBR Conus 60°) atau menggunakan Gambar 4.9 Dengan cara menarik garis.

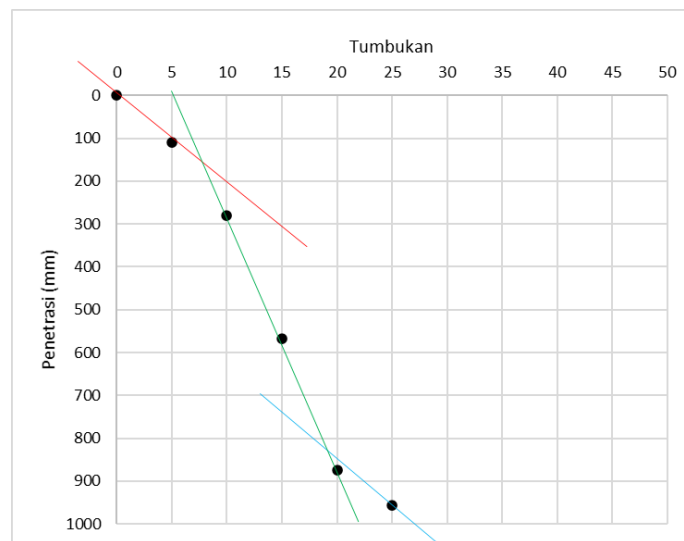
Berikut adalah Gambar grafik Hubungan DCP dan CBR dari Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/20 untuk menentukan nilai CBR



Gambar 4. 9 Hubungan DCP dan CBR STA 7 + 800

Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010

Berikut adalah **Gambar 4.10** grafik hubungan antar kondisi tanah dengan jumlah tumbukan :



Gambar 4. 10 Hubungan Tumbukan dan Kondisi Tanah

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Hasil Nilai CBR dari keseluruhan pengujian dari 4 titik :

Tabel 4.13 Keseluruhan Nilai CBR - DCP

No	Titik	CBR - DCP %
1	7 + 100 Timur	12,09
2	7 + 200 Barat	9,87
3	7 + 800 Timur	5,53
4	7 + 900 Barat	10,59

Sumber : Hasil Pengujian 2025

4.5 Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

CBR Laboratorium ini di ambil dari 2 sampel tanah antara tanah yang dengan kondisi jalan bagus dan juga kondisi jalan rusak, nilai yang diambil adalah nilai beban (lbs) dari penurunan 0,1 inc dan 0,2 inc pada setiap pukulan yaitu 10x, 30x, dan 65x pukulan kemudian dimasukkan kedalam perhitungan CBR.

1. CBR Tanah Asli STA 7 + 100 (Kondisi Jalan Bagus)

➤ 10 x Tumbukan

Pencatatan Penurunan :

Tabel 4.14 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	1,00	19,083	0,0099
1/2 (30')	0,64	2,00	38,166	0,0197
1 (60')	1,27	4,00	76,332	0,0394
1_1/2 (90')	1,91	5,00	95,415	0,0493
2 (120')	2,54	6,00	114,498	0,0591
3 (180')	3,81	8,00	152,664	0,0789
4 (240')	5,08	10,00	190,830	0,0986
6 (360')	7,62	11,00	209,913	0,1084
8 (480')	10,16	12,00	228,996	0,1183
10 (600')	12,70	13,00	248,079	0,1281

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari grafik yang dihasilkan atau data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentukan harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

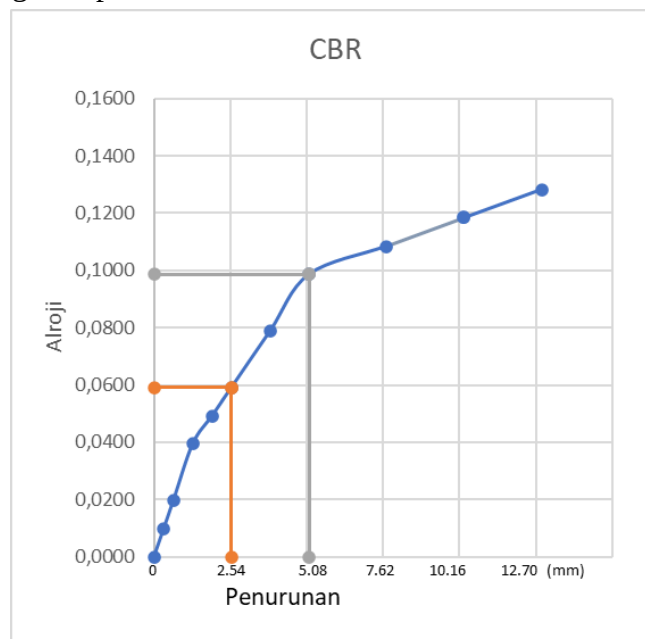
Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 6}{3 \times 1000} \times 100 = 8,41 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 10}{3 \times 1500} \times 100 = 9,34 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 9,34 %.

Berikut adalah grafik penurunan ;



Gambar 4. 11 Grafik Alroji dan Penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ 30 x Tumbukan

Pencatatan Penurunan :

Tabel 4. 1 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	1,00	19,083	0,0099
1/2 (30')	0,64	3,00	57,249	0,0296
1 (60')	1,27	5,00	95,415	0,0493
1_1/2 (90')	1,91	7,00	133,581	0,0690
2 (120')	2,54	11,00	209,913	0,1084
3 (180')	3,81	15,00	286,245	0,1479
4 (240')	5,08	18,00	343,494	0,1774
6 (360')	7,62	21,00	400,743	0,2070
8 (480')	10,16	22,00	419,826	0,2169
10 (600')	12,70	24,00	457,992	0,2366

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari grafik yang dihasilkan atau data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentukan harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

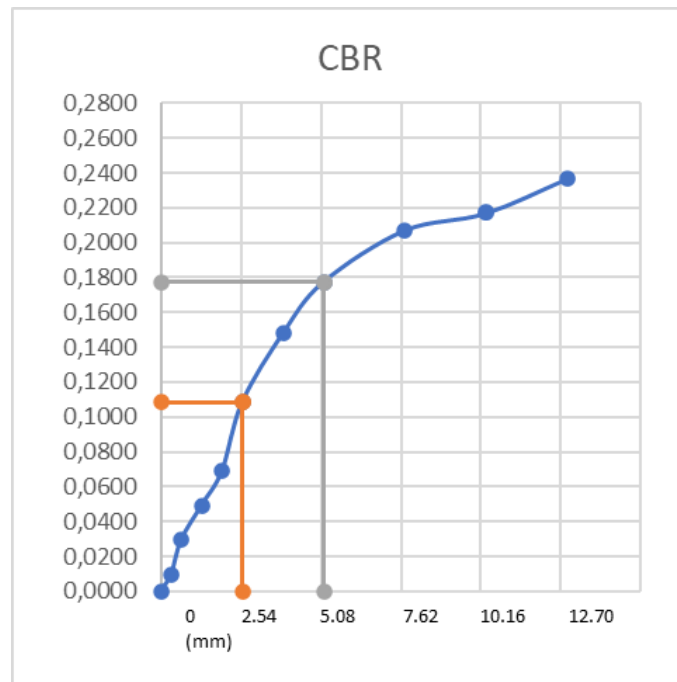
Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 11}{3 \times 1000} \times 100 = 15,41 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 18}{3 \times 1500} \times 100 = 16,81 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 16,81 %

Berikut adalah grafik penurunan :



Gambar 4. 12 Grafik Arloji dan penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ 65 x Tumbukan

Pencatatan Penurunan :

Tabel 4. 2 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	4,00	76,332	0,0394
1/2 (30')	0,64	7,00	133,581	0,0690
1 (60')	1,27	10,00	190,830	0,0986
1_1/2 (90')	1,91	14,00	267,162	0,1380
2 (120')	2,54	18,00	343,494	0,1774
3 (180')	3,81	21,00	400,743	0,2070
4 (240')	5,08	24,00	457,992	0,2366
6 (360')	7,62	28,00	534,323	0,2760
8 (480')	10,16	31,00	591,572	0,3056
10 (600')	12,70	34,00	648,821	0,3351

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentukan harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan arloji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan arloji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

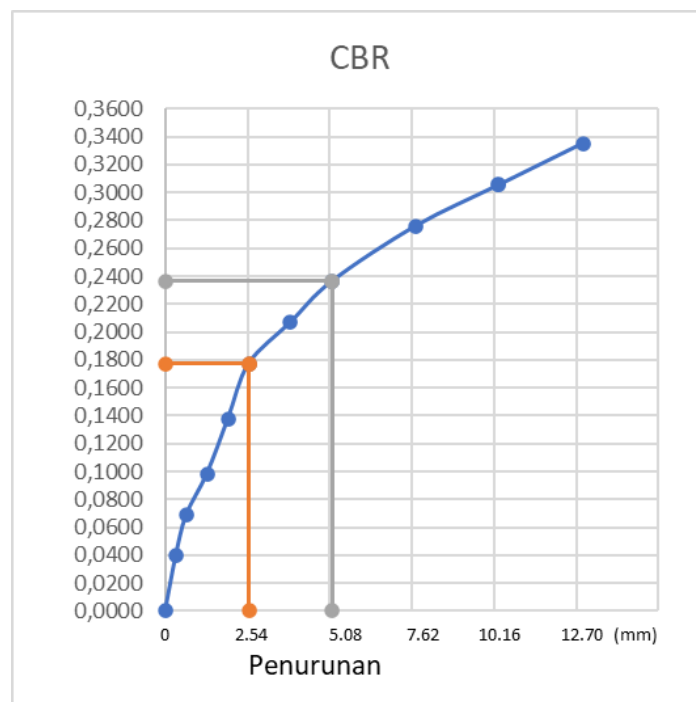
Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 18}{3 \times 1000} \times 100 = 25,22 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 24}{3 \times 1500} \times 100 = 22,42 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 25,22 %.

Berikut adalah grafik penurunan ;



Gambar 4. 13 Grafik Arloji dan Penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

- Rata Rata Nilai CBR

Untuk rata rata nilai CBR di ambil nilai tertinggi di antara penurunan 2,54mm dan 5,08mm kemudian di hitung rata rata-nya yaitu : 26,00 %

2. CBR Tanah Asli STA 7 + 800 (Kondisi Jalan Buruk)

➤ 10 x Tumbukan

Beban Kalibrasi :

Tabel 4. 3 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	1,00	19,083	0,0099
1/2 (30')	0,64	2,00	38,166	0,0197
1 (60')	1,27	3,00	57,249	0,0296
1_1/2 (90')	1,91	4,00	76,332	0,0394
2 (120')	2,54	5,00	95,415	0,0493
3 (180')	3,81	7,00	133,581	0,0690
4 (240')	5,08	8,00	152,664	0,0789
6 (360')	7,62	9,00	171,747	0,0887
8 (480')	10,16	10,00	190,830	0,0986
10 (600')	12,70	11,00	209,913	0,1084

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentukan harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 5}{3 \times 1000} \times 100 = 7,01 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 8}{3 \times 1500} \times 100 = 7,47 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 7,47 %.

Berikut adalah grafik penurunan :



Gambar 4. 14 Grafik Arloji dan penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ 30 x Tumbukan

Pencatatan Penurunan :

Tabel 4. 4 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	1,00	19,083	0,0099
1/2 (30')	0,64	2,00	38,166	0,0197
1 (60')	1,27	4,00	76,332	0,0394
1_1/2 (90')	1,91	5,00	95,415	0,0493
2 (120')	2,54	7,00	133,581	0,0690
3 (180')	3,81	9,00	171,747	0,0887
4 (240')	5,08	11,00	209,913	0,1084
6 (360')	7,62	13,00	248,079	0,1281
8 (480')	10,16	16,00	305,328	0,1577
10 (600')	12,70	17,00	324,411	0,1676

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari grafik yang dihasilkan atau data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentukan harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

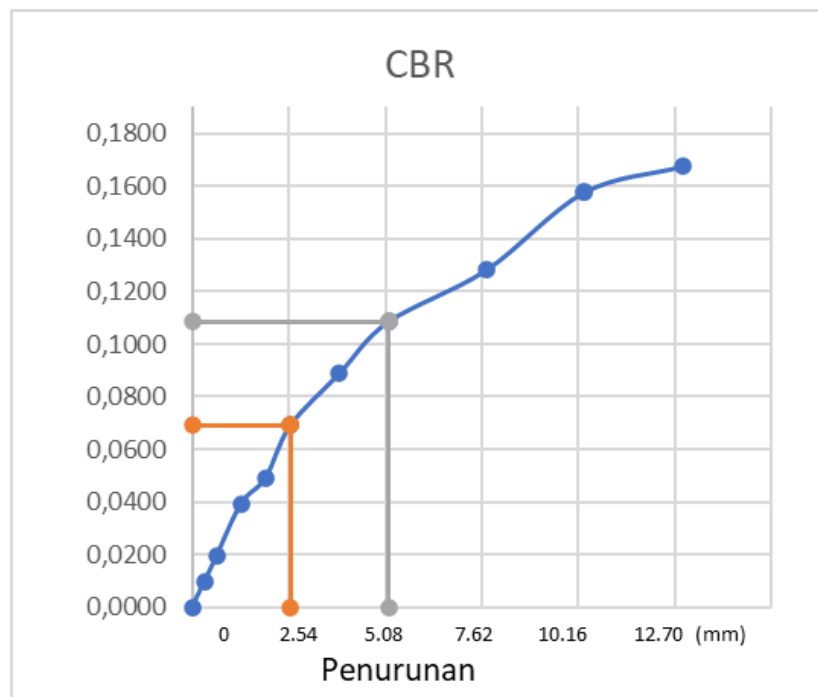
Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 7}{3 \times 1000} \times 100 = 9,81 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 11}{3 \times 1500} \times 100 = 10,27 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 10,27 %.

Berikut adalah grafik penurunan ;



Gambar 4. 15 Grafik Arloji dan Penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

➤ 65 x Tumbukan

Pencatatan Penurunan :

Grafik 4. 19 Pencatatan Penetrasi CBR Laboratorium

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji (Div)	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
0	0	0,00	0,000	0,0000
1/4 (15')	0,32	2,00	38,166	0,0197
1/2 (30')	0,64	4,00	76,332	0,0394
1 (60')	1,27	5,00	95,415	0,0493
1_1/2 (90')	1,91	9,00	171,747	0,0887
2 (120')	2,54	12,00	228,996	0,1183
3 (180')	3,81	15,00	286,245	0,1479
4 (240')	5,08	17,00	324,411	0,1676
6 (360')	7,62	21,00	400,743	0,2070
8 (480')	10,16	23,00	438,909	0,2267
10 (600')	12,70	25,00	477,075	0,2464

Sumber : Hasil Pengujian 2025

Dari grafik yang dihasilkan atau data yang tercatat selama pengujian, beban penetrasi untuk nilai 2,54 mm dan 5,08 mm dihitung untuk menentekun harga CBR dengan Rumus berikut :

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 2,54\text{mm}}{3 \times 1000} \times 100$$

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Beban(lbf)} \times \text{bacaan alroji } 5,08 \text{ mm}}{3 \times 1500} \times 100$$

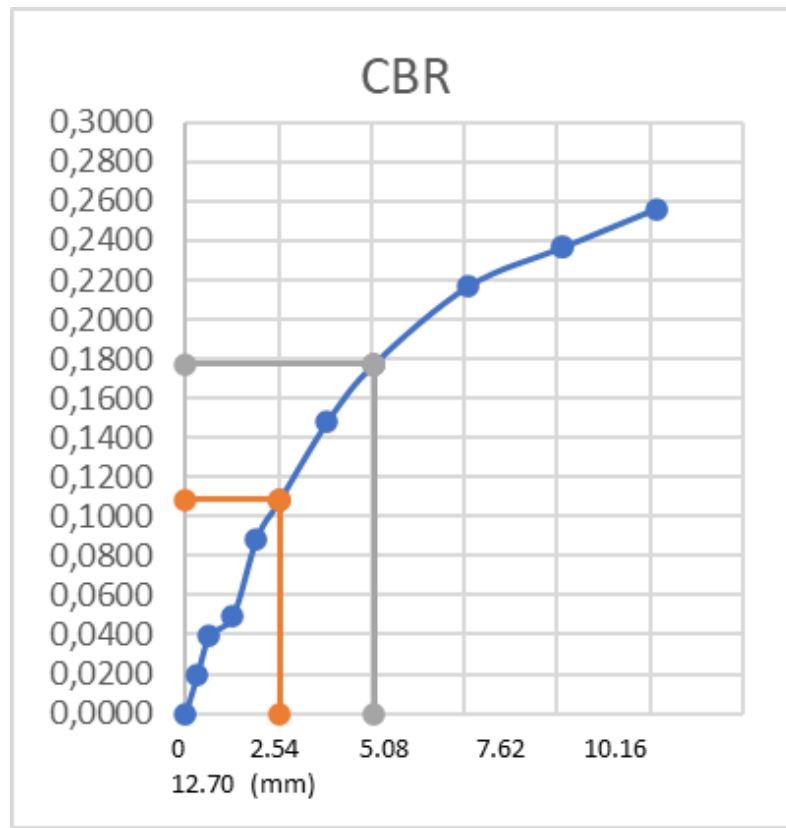
Perhitungan :

$$\text{CBR (\%)} 2,54\text{mm} = \frac{42,033 \times 11}{3 \times 1000} \times 100 = 15,41 \%$$

$$\text{CBR (\%)} 5,08\text{mm} = \frac{42,033 \times 18}{3 \times 1500} \times 100 = 16,81 \%$$

Dari perhitungan CBR di penurunan 2,54mm dan 5,08mm di ambil nilai terbesarnya yaitu : 16,81 %.

Berikut adalah grafik penurunan :



Gambar 4. 16 Grafik Alroji dan penurunan

Sumber : Hasil Pengujian 2025

- Rata Rata Harga CBR

Untuk rata rata nilai CBR di ambil nilai tertinggi di antara penurunan 2,54 mm dan 5,08mm kemudian di hitung rata rata-nya yaitu : 17,59%

Hasil Nilai CBR dari keseluruhan pengujian dari 2 sampel tanah :

Tabel 4.20 Keseluruhan Pengujian CBR Laboratorium

No	Titik	Jumlah Tumbukan			Rata - Rata
		10	30	65	
1	7 + 100	9,34	16,81	22,42	17,12
2	7 + 800	7,47	10,27	16,81	11,52

Sumber : Hasil Pengujian 2025

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tanah uji pada segmen Jalan Raya Soko – Tuban dikategorikan sebagai tanah lempung organik, ditandai dengan berat jenis rata-rata $2,33 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air 43,19%. Sifat fisik tanah menunjukkan nilai batas cair (*Liquid Limit*) sebesar 77,33%, batas plastis 32,7%, dan indeks plastisitas 44,63%. Karakteristik ini mengindikasikan tanah yang plastis dengan rentang plastisitas yang lebar, menunjukkan potensi tinggi untuk perubahan volume dan bentuk akibat fluktuasi kadar air, yang dapat memengaruhi stabilitas dan kekuatan struktur jalan.
2. Nilai DCP yang di korelasikan ke nilai CBR di lakukan pada dua titik dengan pembagian 2 titik di STA 7 + 100 di sisi timur dan barat dengan kondisi jalan yang bagus di dapatkan nilai CBR pada sisi timur 12,09 dan pada sisi barat 25,51. Untuk STA 7 + 800 dengan kondisi jalan yang rusak bagian Timur di dapat nilai CBR 5,23% dan pada sisi barat di dapat nilai CBR 10,59.
Nilai CBR Laboratorium yang di ambil dari dua sampel dan di lakukan dengan 3 variasi tumbukan 10x 30x dan 65x yaitu tanah antara kondisi jalan yang tidak rusak dan rusak dan di ambil dari STA 7+100 yang dengan kondisi jalan tidak rusak di dapatkan nilai CBR rata – rata tertinggi yaitu 17,12 % dan di kondisi jalan rusak STA 7 + 800 di dapatkan nilai rata – rata 11,52 %.

5.2 Saran

Kekurangan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk lebih mendapatkan keakuratan perlu di lakukan pengujian sampel lebih banyak, baik CBR Laboratorium maupun DCP (*dynamic cone penetrometer*).
2. Penelian ini hanya berfokus pada dua sampel yaitu sampel tanah dengan kondisi jalan rusak dan jalan tidak rusak.

3. Penelitian ini hanya berfokus pada nilai CBR tanah asli saja tanpa menyangkut aspek lain penyebab jalan rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, W. (2017). Lapisan Subgrade Jalan Menggunakan Metode *California Bearing Ratio* Lapangan. 63.
- Ananda Rasyid. (2009). STRUKTUR DAN KOMPOSISI TANAH Struktur Dan Komposisi Tanah.
- Canonica. (1991). metode umum dalam perencanaan perkerasan jalan. Metode Umum Dalam Perencanaan Perkerasan Jalan.
- Das, Braja M. (1994). Mekanika Tanah, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Fitro Darwis. (2021) Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Berdasarkan Uji Cbr Laboratorium Dan Uji Cbr Lapangan Pada Ruas Jalan Kampus Unipas Morotai. Fakultas Teknik Unkhair. Morotai Selatan.
- Hardiyatmo. (2006). Mekanika Tanah I. In Mekanika Tanah I.. Gadjah Mada *University Press*. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Mekanika Tanah 1. Gadjah Mada *Univesity Press*. 79 Yogyakarta.
- James W, Elston D, T. J. et al. (20 C.E.). 濟無 *No Title No Title No Title. Andrew's Disease of the Skin Clinical Dermatology*.
- Kementerian Pekerjaan Umum Tentang Cara Uji CBR Dengan DCP. (2010). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No . 04 / SE / M / 2010. Menteri Pekerjaan Umum No . 04 / SE / M / 2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji *California Bearing Ratio* (CBR) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
- M. Prof. Ir. Muhajir Utomo. (2016). Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Kencana. Jakarta.
- Prisandhy, Pudia. (2011). Korelasi Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) Pada Tanah Ekspansif Yang Dipadatkan. Skripsi. Strata 1. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta
- SETIAWAN, B. (2020). Tanah Dasar (*Sub Grade*). Repository Uniska. Surabaya.
<https://eprints.uniska-bjm.ac.id/7652/1/Jurnal.Sansori.pdf>
- Soedarmo dan Purnomo. (1997). Mekanika Tanah I. Kanisius. Yogyakarta.
- S. Permatasari. (2020). Analisis Kepadatan Tanah Dengan Pengujian *California Bearing Ratio* (Cbr). Tapak Vol 9. Kotabaru.
- Sugiyono. (2016). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif. Alfabeta. Bandung.

Sukirman. (1999). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung Penulis ISBN 979-95847. Bandung.

Wesley, L.D. 1977. Mekanika Tanah . Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta

Yunianta, A.,dkk.. (2022). Pengujian Tanah Di Laboratorium. TOHAR MEDIA.

DOKUMENTASI PUBLIKASI

Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

← Back to Submissions

10750 / Mohammad Zainul Ikhwan et al. / Comparison of Field and Laboratory Soil Stability Values on the Soko - Tuban Road

Library

Workflow Publication

Submission Review Copyediting Production

Submission Files

24307 Template BENTANG Vol 13 No 2 July 2025 English New.doc February 27, 2025 Article Text

Download All Files

Pre-Review Discussions

Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
Comments for the Editor	zaenyikhwan1	-	0	☐
2025-02-27 01:41 PM				

Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Submissions

My Queue 1 Archives

Help

My Assigned

Search Filters New Submission

10750 Mohammad Zainul Ikhwan et al.
Comparison of Field and Laboratory Soil Stability Values on the Soko - Tuban Road

1 Submission View