



Analisis Korelasi Nilai CBR Tanah Laboratorium Dengan Pengukuran DCP Lapangan Pada Tanah Dasar (Subgrade) (Studi Kasus Kawasan BSB Kota Semarang)

Muhammad Hasby Said S.S^{1*}, Darrel Izdihar Shada Danendra² H. Pratikso³,
Lisa Fitriyana⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Jateng.

^{*}Penulis korespondensi Email: hasbysaids@gmail.com

Received: 27 Mei 2026

Revised: 22 Juni 2026

Accepted: 25 Juni 2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between laboratory California Bearing Ratio (CBR) values and field testing results using the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) method on subgrade soil in the BSB City Semarang area. The research used a quantitative approach with correlation and linear regression analysis to determine the level of relationship between the two parameters. The research data were obtained from laboratory CBR tests and field DCP tests conducted at several subgrade testing points. The results showed that laboratory CBR values and field DCP test results had a fairly strong correlation. The soil bearing capacity was influenced by water content, soil density, and actual field conditions during testing. Regression analysis indicated that the DCP method can be used as an approach to estimate field CBR values quickly and practically. The use of the DCP method is considered more efficient for evaluating subgrade conditions because it is relatively simple and can be directly applied in the field. Based on the research findings, the DCP method can be used as an alternative rapid testing method for evaluating subgrade bearing capacity in road construction projects while still considering local soil conditions.

Keywords: *laboratory CBR, Dynamic Cone Penetrometer (DCP), subgrade, correlation, soil bearing capacity.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai California Bearing Ratio (CBR) laboratorium dan hasil pengujian lapangan menggunakan metode Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada tanah dasar di wilayah Kota Semarang, BSB. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis korelasi dan regresi linier untuk menentukan tingkat hubungan antara kedua parameter tersebut. Data penelitian diperoleh dari pengujian CBR laboratorium dan pengujian DCP lapangan yang dilakukan di beberapa titik pengujian tanah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR laboratorium dan hasil pengujian DCP lapangan memiliki korelasi yang cukup kuat. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh kadar air, kepadatan tanah, dan kondisi lapangan aktual selama pengujian. Analisis regresi menunjukkan bahwa metode DCP dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memperkirakan nilai CBR lapangan secara cepat dan praktis. Penggunaan metode DCP dianggap lebih efisien untuk mengevaluasi kondisi tanah dasar karena relatif sederhana dan dapat langsung diterapkan di lapangan. Berdasarkan temuan penelitian, metode DCP dapat digunakan sebagai metode pengujian cepat alternatif untuk mengevaluasi daya dukung tanah dasar pada proyek konstruksi jalan dengan tetap mempertimbangkan kondisi tanah setempat.

Kata kunci: *Laboratorium CBR, Penetrometer Kerucut Dinamis (DCP), lapisan dasar, korelasi, daya dukung tanah.*

PENDAHULUAN

Tanah dasar subgrade merupakan bagian penting dalam konstruksi perkerasan jalan karena berfungsi sebagai lapisan pendukung utama terhadap beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Kualitas tanah dasar sangat mempengaruhi umur layanan perkerasan jalan, stabilitas struktur, serta tingkat kerusakan yang dapat terjadi selama masa operasional jalan. Oleh karena itu, evaluasi daya dukung tanah menjadi salah satu tahapan penting dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan. Salah satu parameter yang umum digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar adalah nilai *California Bearing Ratio CBR*. Pengujian *CBR* dapat dilakukan melalui pengujian laboratorium maupun pengujian lapangan. Pada penelitian ini, pengujian lapangan dilakukan menggunakan metode *Dynamic Cone Penetrometer DCP* yang umum digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tanah dasar secara cepat dan praktis di lapangan. *Dynamic Cone Penetrometer DCP* adalah penetrometer dinamis yang ringan, yang jauh lebih cepat dan lebih murah dibandingkan pengeboran, terutama ketika kedalaman eksplorasi rendah dan tanah yang diselidiki bukan kerikil kasar (Sawangsuria dan Edil, 2005). Hasil pengujian *DCP* kemudian dikorelasikan terhadap nilai *CBR* untuk mengetahui tingkat hubungan antara kondisi laboratorium dan kondisi aktual tanah di lapangan. Pengujian *CBR* laboratorium biasanya dilakukan pada sampel tanah yang telah dipadatkan sesuai kadar air optimum berdasarkan hasil uji Proctor, sedangkan pengujian *CBR* lapangan dilakukan secara langsung pada kondisi aktual tanah di lokasi pekerjaan.

Dalam praktik konstruksi jalan, sering ditemukan perbedaan antara nilai *CBR* laboratorium dan nilai *CBR* lapangan. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi kadar air tanah, tingkat kepadatan, heterogenitas tanah, metode pelaksanaan pemadatan, serta kondisi lingkungan di lapangan. Ketidaksesuaian nilai tersebut dapat menyebabkan perencanaan tebal perkerasan menjadi kurang akurat sehingga berdampak pada peningkatan biaya konstruksi maupun potensi kerusakan dini pada jalan. Penelitian mengenai hubungan antara nilai *CBR* laboratorium dan *CBR* lapangan telah banyak dilakukan sebelumnya. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan adanya variasi hubungan korelasi yang dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan kondisi wilayah penelitian. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan korelasi antara nilai *CBR* laboratorium dan *CBR* lapangan pada kondisi tanah tertentu, khususnya pada tanah dasar di kawasan BSB Semarang. Kawasan BSB Semarang merupakan salah satu area yang memiliki aktivitas pembangunan infrastruktur cukup tinggi sehingga memerlukan evaluasi kualitas tanah dasar secara akurat. Pengujian *CBR* di kawasan tersebut penting dilakukan untuk memastikan bahwa nilai daya dukung tanah memenuhi persyaratan teknis perencanaan jalan. Selain itu, analisis hubungan antara hasil pengujian laboratorium dan lapangan di lokasi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam proses pengendalian mutu pekerjaan tanah dasar.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis korelasi antara nilai *CBR* laboratorium dan nilai *CBR* lapangan pada tanah dasar di kawasan BSB Semarang sehingga dapat diketahui tingkat hubungan kedua parameter tersebut serta potensi penggunaannya dalam evaluasi daya dukung tanah. Untuk mengevaluasi hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan hubungan nilai *CBR* laboratorium dan pengujian lapangan menggunakan metode *DCP* pada tanah dasar jalan. Kajian ini penting untuk mengetahui posisi penelitian, kelemahan penelitian terdahulu, serta peluang pengembangan penelitian. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas hubungan antara nilai *CBR* laboratorium dan *CBR* lapangan pada berbagai jenis tanah dan kondisi lokasi penelitian. Menurut ASTM D6951 (2003), pengujian *Dynamic Cone Penetrometer DCP* merupakan metode pengujian lapangan yang digunakan untuk memperkirakan kekuatan tanah dasar melalui penetrasi konus akibat tumbukan beban tertentu. Metode ini banyak digunakan karena relatif cepat, ekonomis, dan mudah diaplikasikan pada proyek jalan. Penelitian oleh Bowles (1997) menjelaskan bahwa nilai *CBR* dipengaruhi oleh kepadatan tanah, kadar air, dan karakteristik gradasi material. Semakin tinggi tingkat kepadatan tanah, maka nilai *CBR* cenderung meningkat. Namun demikian, kondisi lapangan sering menunjukkan variasi yang berbeda dibandingkan kondisi laboratorium karena adanya faktor lingkungan dan proses pemadatan aktual.

Menurut Hardiyatmo (2010), nilai CBR laboratorium umumnya diperoleh pada kondisi ideal dengan kadar air optimum, sedangkan kondisi tanah di lapangan tidak selalu berada pada kondisi optimum. Oleh karena itu, hasil CBR lapangan dapat menunjukkan nilai yang lebih rendah maupun lebih tinggi tergantung kondisi aktual tanah. Hardiyatmo juga menjelaskan bahwa pengujian lapangan sering dipengaruhi oleh variasi kondisi tanah dan kadar air yang berubah-ubah. Penelitian oleh Livneh dan Ishai (1987) menunjukkan bahwa hasil pengujian DCP memiliki hubungan empiris yang cukup baik terhadap nilai CBR pada berbagai jenis tanah. Penelitian tersebut menghasilkan persamaan korelasi empiris yang sering digunakan sebagai dasar estimasi CBR lapangan. Selanjutnya penelitian oleh Webster et al. (1992) menyatakan bahwa metode DCP efektif digunakan sebagai alat evaluasi cepat kondisi *subgrade* pada konstruksi jalan karena mampu memberikan gambaran variasi kekuatan tanah secara langsung di lapangan. Namun pada penelitian oleh Gabr et al. (2000) menunjukkan bahwa hubungan antara DCP dan CBR sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, kadar air, dan tingkat kepadatan tanah. Oleh karena itu, diperlukan penelitian spesifik pada setiap wilayah untuk memperoleh model hubungan yang sesuai dengan karakteristik tanah setempat.

Penelitian yang dilakukan oleh Yoder dan Witczak (1975) menunjukkan bahwa daya dukung tanah dasar memiliki hubungan erat dengan performa perkerasan jalan. Penelitian tersebut menegaskan pentingnya evaluasi parameter CBR secara akurat karena nilai CBR digunakan sebagai dasar dalam penentuan tebal perkerasan. Penelitian oleh Sukirman (1999) menjelaskan bahwa penggunaan nilai CBR dalam perencanaan jalan harus mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan. Perbedaan antara hasil laboratorium dan lapangan dapat menyebabkan ketidaktepatan desain apabila tidak dilakukan evaluasi korelasi secara menyeluruh. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rahman et al. (2021) mengenai hubungan CBR laboratorium dan CBR lapangan pada tanah lempung menunjukkan adanya korelasi positif dengan nilai koefisien korelasi yang cukup kuat. Akan tetapi, penelitian tersebut hanya dilakukan pada satu jenis tanah sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi untuk lokasi lain. Selanjutnya penelitian oleh Prasetyo dan Nugroho (2022) menunjukkan bahwa faktor kadar air lapangan menjadi parameter dominan yang mempengaruhi perbedaan nilai CBR. Penelitian tersebut menyarankan perlunya penelitian lanjutan pada lokasi proyek nyata agar diperoleh model hubungan yang lebih representatif. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa hubungan antara nilai CBR laboratorium dan CBR lapangan masih menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung kondisi tanah, metode pengujian, serta lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu, ditemukan beberapa research gap sebagai berikut: 1) Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya dilakukan pada jenis tanah tertentu sehingga hasil korelasi belum tentu sesuai untuk kondisi tanah di kawasan BSB Semarang; 2) Penelitian terdahulu umumnya dilakukan pada skala laboratorium dan belum banyak menggunakan data proyek aktual di lapangan; 3) Belum terdapat penelitian spesifik yang membahas hubungan antara nilai CBR laboratorium dan CBR lapangan pada tanah dasar di kawasan BSB Semarang. 4) Variabel kondisi lapangan seperti kadar air aktual dan tingkat pemadatan masih jarang dianalisis secara mendalam dalam penelitian sebelumnya; 5) Diperlukan model hubungan korelasi yang dapat digunakan sebagai acuan evaluasi daya dukung tanah pada proyek jalan di wilayah Semarang.

Dengan adanya *gap* penelitian tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan evaluasi daya dukung tanah dasar berdasarkan hubungan nilai CBR laboratorium dan CBR lapangan. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan hubungan nilai CBR Laboratorium dengan nilai CBR lapangan dengan metode *DCP Dynamic Cone Penetrometer* di lokasi BSB Semarang, dan temuan studi diharapkan dapat menjadi acuan dalam proses pengendalian mutu pekerjaan tanah dasar di wilayah Kota Semarang

METODE

Penelitian dilaksanakan di kawasan proyek BSB City, Kelurahan Mangansari, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah. Lokasi dipilih berdasarkan pertimbangan: sedang dalam tahap pengembangan infrastruktur jalan, memiliki variasi kondisi tanah dasar yang

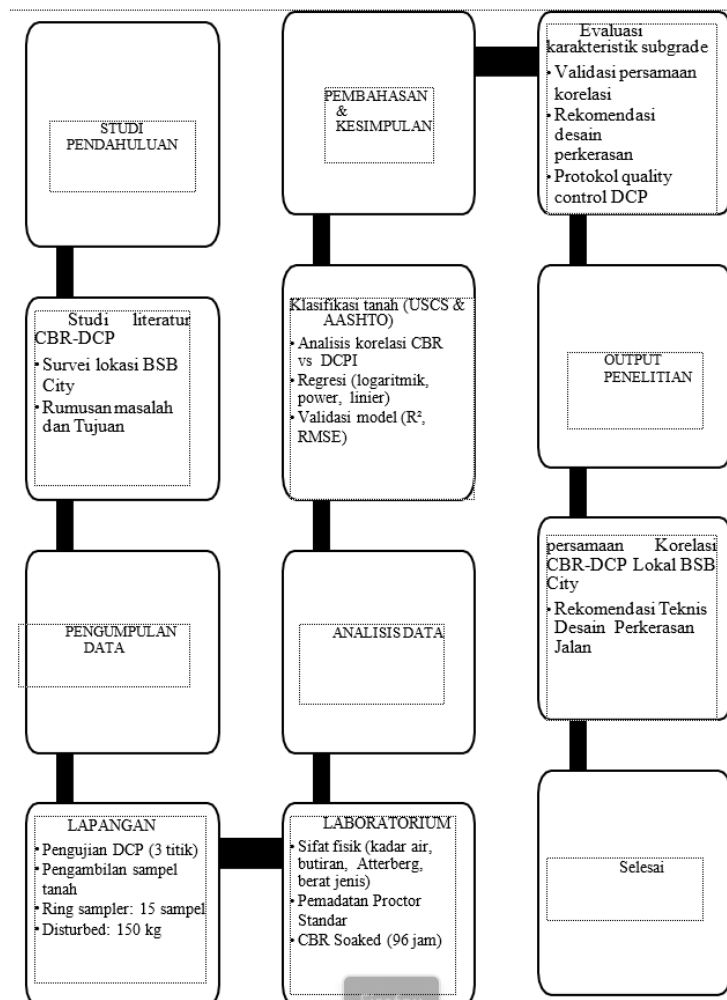
representatif, aksesibilitas lokasi yang memungkinkan untuk pengujian lapangan. Pengambilan tanah sampel dalam penelitian ini terlihat pada peta: gambar 3.1. yaitu di Kawasan BSB City, Semarang Tepatnya di Jalan Puri Arga Gol. No. A I/II, Mijen, Semarang, Central Java, 50212, Indonesia.

Seperti yang di tunjukan pada gambar 3.1 lokasi pengambilan tanah sample untuk penelitian terletak di kawasan BSB City, Semarang. Tepatnya di Jalan Puri Arga Golf No. A 1/11, Mijen, Semarang, Central Java 50212, Indonesia



Sumber : Google Maps, 2026

Gambar 3. 1 kawasan BSB City, Semarang. Tepatnya di Jalan Puri Arga Golf No. A 1/11, Mijen, Semarang, Central Java 50212, Indonesia



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

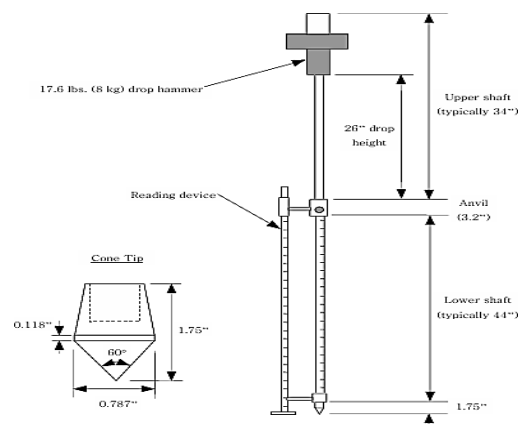
Bahan material yang diperlukan dalam pengujian yaitu sample tanah dan air, sample tanah diambil pada titik lokasi yang sudah ditentukan. Tanah yang diambil dari ke 3 (tiga) titik masing masing 50 kg tanah subgrade dan air. Metode yang digunakan untuk studi ini adalah: 1) *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* sesuai standar ASTM D6951, meteran, 50 meter dan *waterpass*; *ring sampler*, pisau lapangan, cangkul, dan sekop, kamera digital untuk dokumentasi.

Pengujian laboratorium peralatan yang dibutuhkan: 1) Timbangan digital *presisi* (ketelitian 0,01 gram, 2) Oven pengering suhu 105-110°C; 3) Set saringan dengan sieve shaker; 4). Alat batas cair (*Csagrande* aparatus); 5) Kaca arloji dan plat kaca untuk batas plastis; 6). Piknometer 500 ml untuk berat jenis; 7) Peralatan pemadatan standar (Proctor mold dan rammer); 8). Alat gelas laboratorium (beaker, gelas ukur, erlenmeyer); 9). Cawan porselen dan aluminium; 10). Spatula, sendok tanah, kuas, dan sikat; 11). Desikator dan *stopwatch*. Peralatan yang dibutuhkan untuk CBR yaitu: 1). CBR mold diameter 6 inch; 2). Spacer disc dan surcharge weights; 3). Mesin uji CBR dengan load cell; 4). Dial gauge penetrasi 5). Tangki perendaman

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah alat uji in-situ yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tanah dan lapisan perkerasan dengan cara mengukur laju penetrasi konus ke dalam tanah akibat pukulan palu standar. Menurut Mohammadi et al. (2008), DCP merupakan alat yang sederhana, ekonomis, dan memberikan hasil yang cepat untuk penilaian kekuatan tanah di lapangan. Perangkat penetrometer dinamis pertama kali dikembangkan oleh Künzel pada tahun 1936 di Jerman dengan nama "Prüfstab". DCP modern yang digunakan saat ini dikembangkan oleh A.J. Scala di Selandia Baru dan kemudian disempurnakan oleh van Vuuren (1969) di Zimbabwe. Pada awal 1990-an, U.S. Army Corps of Engineers mengembangkan dual-mass cone penetrometer yang kemudian distandardisasi dalam ASTM D6951 (Gilson Company (2010.) terlihat pada gambar; 3.3.

Prosedur standar ASTM D6951 dengan langkah- langkah berikut: Persiapan Titik Pengujian: 1). Pembersihan vegetasi dan material pada permukaan; 2). Perataan area pengujian dengan menggunakan papan alas Marking; 3). Pencatatan koordinat dengan GPS.

Pelaksanaan pengujian dengan prosedur pencatatan, semua data meliputi: nomer, koordinat, waktu, kondisi cuaca, kedalaman penetrasi kumulatif (mm). Jumlah pukulan kumulatif Nilai DCP untuk setiap interval kedalaman di lokasi yang berbeda. Jika hasil meragukan dilakukan pengujian ulang.



Sumber : Google, Astm

Gambar 3.3. *Struktur alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian CBR Laboratorium untuk 3 lokasi sampel terlihat pada tabel 4.1

Tabel: 4.1.Rekapitulasi Hasil Laboratorium di 3 lokasi Samel

No.	Kode Sampel	Nilai GS	Keterangan
1	GS S1	2,646	Tanah Lempung / Lanau
2	GS S2	2,627	Tanah Lempung / Lanau
3	GS S3	2,733	Tanah Lempung / Lanau
Rata-rata		2,669	Lempung Anorganik (Inorganic Clay)

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Tabel 4.1 memperlihatkan hasil rekapitulasi berat jenis tanah di tiga lokasi sample, dengan rata-rata berat jenis tanah sebesar 2.669. Mengacu pada klasifikasi standart mekanika tanah (Bowles, 1991 tanah dengan nilai GS berkisar antara 2.65-2.75 dikategorikan sebagai tanah lempung tak organik (*inorganic clay*) atau lanau (*silt*).

Tabel: 4.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Kepadatan Kering Maks (γ_{dmax})	1.415 gr/cm ³	1.360 gr/cm ³	1.310 gr/cm ³	1.383 gr/cm ³
Kadar Air Optimum (ω_{optim})	27.40 %	28.40 %	32.20 %	29,33 %

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Hasil pengujian, diperoleh rata-rata nilai MDD sebesar 1.383 gr/cm³ dengan kadar air optimum (OMC) yang cukup tinggi, yaitu 29,3 %. Tingginya kadar air optimum (>25%) mengonfirmasi hasil pengujian berat jenis sebelumnya terlihat pada tabel.4.1. bahwa tanah tersebut mengandung fraksi lempung yang dominan. Partikel lempung memiliki luas permukaan spesifik yang besar (high specific surface area), sehingga membutuhkan lebih banyak air untuk melumasi antar butiran agar dapat mencapai susunan terpadat saat dipadatkan. Variasi nilai MDD antar sampel (1.310 s.d 1.415 gr/cm³) menunjukkan adanya sedikit heterogenitas kepadatan tanah asli di lokasi pengambilan sampel, namun masih dalam rentang karakteristik tanah kohesif yang wajar.

Tabel. 4.3. Rekapitulasi Hasil Tes CBR L(Lokasi Sample 2)

Parameter	Nilai	Satuan
Cara Pemadatan	Standar Proctor Unsoaked	-
Berat Jenis (Gs)	2,733	-
Kadar Air Optimum (OMC)	32,20	%
100% YD Max (MDD)	1,310	gr/cm ³
95% YD Max	1,278	gr/cm ³
Nilai CBR 100%	9,15	%
Nilai CBR 95%	7,00	%

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Tabel 4.4. Rekapitulasi Hasil Tes CBR (Lokasi Sample)

Parameter	Nilai	Satuan
Cara Pemadatan	Standar Proctor Unsoaked	-
Berat Jenis (Gs)	2,627	-
Kadar Air Optimum (OMC)	27,40	%
100% YD Max (MDD)	1,360	gr/cm ³
95% YD Max	1,292	gr/cm ³
Nilai CBR 100%	11,00	%
Nilai CBR 95%	6,00	%

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Tabel 4.5. Rekapitulasi Desain CBR (Tes Sample 3)

Sampel	MDD (gr/cm ³)	Target Kepadatan 95% (gr/cm ³)	Nilai CBR pada 95% MDD
Sampel 1	1,415	1,344	7.24 %
Sampel 2	1,360	1,292	6.00 %
Sampel 3	1,310	1,278	7.00 %
Rata-rata CBR Lab			6.75 %

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Secara keseluruhan, seluruh sampel tanah menunjukkan nilai CBR Unsoaked pada kondisi 95% MDD yang berada di atas nilai CBR minimum 5% — yang merupakan batas minimum untuk klasifikasi tanah dasar subgrade yang dapat digunakan dalam konstruksi jalan sebagaimana ditetapkan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017 (Bina Marga, 2017). Dengan demikian, tanah pada ketiga titik sampel tersebut secara teknis layak digunakan sebagai bahan timbunan pilihan atau sebagai tanah dasar (subgrade) konstruksi, dengan syarat pelaksanaan pemadatan lapangan dilakukan secara benar dan terkontrol hingga mencapai derajat kepadatan minimal 95% dari hasil MDD laboratorium. Nilai CBR Laboratorium rata-rata yang diperoleh adalah **6.75%**. Berdasarkan klasifikasi daya dukung tanah dasar untuk jalan raya:1). CBR , 3%: Tanah dasar buruk(*poor*);2) CBR= 3%; tanah dasar sedang(*far*); CBR >6 % Tanah dasar baik (*good*).

Nilai CBR desain sebesar 6,75%, di Lokasi sample BSB City Kota Semarang dikategorikan memiliki daya dukung yang baik untuk menopang struktur perkerasan jalan, dengan syarat pemadatan di lapangan dikontrol secara ketat untuk mencapai minimal 95% kepadatan kering maksimum sesuai spesifikasi.

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian DCP dilakukan secara langsung (*in-situ*) di lapangan pada titik yang berdekatan dengan pengambilan sampel tanah. Data yang dianalisis difokuskan pada lapisan permukaan (*top layer*) sedalam 0 – 20 cm. Setiap sejumlah pukulan tertentu, kedalaman penetrasi kumulatif dicatat, dan dari data tersebut dihitung nilai DCP Index (mm/blow) yang merepresentasikan kemudahan tanah untuk ditembus per satu pukulan. Semakin kecil nilai DCP Index, semakin keras dan padat

lapisan tanah pada kedalaman tersebut. Nilai DCP Index selanjutnya dikonversi menjadi nilai CBR (California Bearing Ratio) menggunakan persamaan empiris yang telah dikembangkan oleh berbagai peneliti, salah satunya persamaan yang diadopsi dari ASTM D6951 dan dikembangkan oleh Webster et al. (1992) persamaan 4.1.

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,48 - 1,057 \times \text{Log}_{10}(\text{DCP Index}) \quad (4.1)$$

Hasil pengujian DCP menunjukkan variasi nilai CBR antara 4.7% hingga 8.0%, dengan nilai rata-rata 6.23%.

Sample 1 menunjukkan kondisi tanah terpadat dengan DCPI terkecil (26 mm/blow) menghasilkan CBR tertinggi (8.0%).

Sample 2 menunjukkan kondisi tanah dengan kepadatan sedang (medium), dengan nilai DCPI 34 mm/blow dan CBR 6.0%.

Sample 3, menunjukkan gradasi kepadatan tanah yang alami di lokasi pengujian.

Sample 3 menunjukkan kondisi tanah terlunak dengan DCPI terbesar (40 mm/blow) menghasilkan CBR terendah (4.7%).

Berdasarkan data tersebut, menjelaskan bahwa alat DCP sangat sensitif terhadap variabilitas kepadatan tanah setempat (local density). Hubungan terbalik (inverse relationship) terlihat jelas dan konsisten: semakin dalam penetrasi konus per satu kali tumbukan (nilai DCPI tinggi), semakin rendah nilai CBR-nya, yang mengindikasikan daya dukung tanah yang semakin kecil.

Analisis Korelasi Nilai CBR Tanah dengan Hasil Pengujian DCP Analisis ini bertujuan untuk membandingkan validitas nilai CBR yang diperoleh dari metode Laboratorium (pada kondisi kepadatan terkontrol 95%) dengan nilai CBR Ekuivalen yang dihasilkan dari metode DCP Lapangan.

Perbandingan Nilai Rata-rata, Validasi dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata (mean) dari kedua metode pengujian, rata-rata CBR Laboratorium (Unsoaked 95%): 6.75 %, Rata-rata CBR DCP Lapangan: 6.23 %, Analisa Deviasi : Selisih nilai Mutlak adalah 7,7%. Data tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian (agreement) yang tinggi. Nilai CBR hasil prediksi DCP hanya berselisih 0.52% poin dibandingkan nilai CBR Laboratorium. Hasil CBR DCP cenderung sedikit lebih rendah (lebih konservatif) dibandingkan hasil laboratorium. Hal ini dapat dijelaskan oleh faktor teknis pengujian:

Efek Kurungan (Confinement Effect): Pada uji CBR Lab, tanah terkekang secara kaku oleh dinding cetakan baja (rigid mold), yang memberikan tahanan lateral tambahan sehingga nilai perlawanan penetrasi cenderung lebih tinggi. Pada uji DCP lapangan, tahanan lateral hanya bergantung pada tanah di sekitarnya yang mungkin memiliki kerenggangan mikroskopis. *Kondisi Lingkungan:* Sampel laboratorium dipadatkan dalam kondisi ideal dan homogen, sedangkan tanah lapangan memiliki struktur alami yang mungkin mengandung variasi kadar air atau pori akibat pengaruh cuaca suhu dan lingkungan.

Meskipun terdapat deviasi kecil, pola data menunjukkan konsistensi yang kuat. Tanah yang terindikasi padat di laboratorium juga menunjukkan resistensi penetrasi yang tinggi di lapangan. Korelasi yang terbentuk dari penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan DCP sangat efektif untuk pengujian cepat (rapid assessment). Dalam konteks pengendalian mutu (Quality Control) proyek jalan, metode DCP dapat diandalkan untuk memberikan estimasi nilai CBR yang aman, karena hasilnya cenderung sedikit lebih rendah daripada nilai laboratorium, sehingga desain yang dihasilkan tidak akan over-estimate (terlalu optimis)

KESIMPULAN

Hasil analisis pengujian CBR di laboratorium dan di lapangan menggunakan DCP terdapat korelasi yang kuat dan valid antara hasil pengujian CBR Laboratorium dengan CBR DCP. Selisih rata-rata antara kedua metode pengujian hanya sebesar 0.52%. Hal ini membuktikan bahwa metode

DCP dapat digunakan secara sah sebagai alat kontrol kualitas kepadatan dan daya dukung tanah dasar pada proyek konstruksi di lokasi studi, dengan hasil yang konservatif (aman). Disarankan 1) Selalu melakukan pengujian kadar air lapangan (field moisture content) secara bersamaan (real-time) dengan pengujian DCP. Hal ini penting untuk memastikan apakah deviasi nilai CBR disebabkan oleh perbedaan kadar air saat pengujian atau murni karena kepadatan struktur tanah. 2) DCP (6.23%) terbukti sedikit lebih rendah dari Laboratorium (6.75%), maka dalam perencanaan praktis di lapangan, disarankan untuk menggunakan data DCP secara langsung tanpa perlu melakukan konversi angka ke atas (mark-up). Hal ini akan memberikan faktor keamanan (*safety factor*) tambahan bagi struktur perkerasan jalan yang akan dibangun. Untuk penelitian lanjutan, disarankan memperluas rentang variasi jenis tanah dan menambah jumlah titik sampel agar dapat dirumuskan persamaan regresi linier spesifik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Silkar National yang telah membantu memberikan izin akses dalam rangka pengambilan sample pada penelitian ini, Terimakasih juga kepada Dr. Ir. Ismiyati, M.S (budhe) sebagai pendamping saya dalam pembuatan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Farsakh, M. Y., Nazzal, M. D., Alshibli, K., & Seyman, E. (2005). Application of Dynamic Cone Penetrometer in pavement construction control. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1913(1), 53– 61.
- American Society for Testing and Materials. (2009). ASTM D6951/D6951M-09: Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications. ASTM International.
- Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2), Seksi 3.2.3: Tanah Dasar. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Das, B. M. (2010). *Principles of Foundation Engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- Das, B. M. (2016). *Principles of Geotechnical Engineering* (9th ed.). Cengage Learning.
- Gabr, M. A., Hopkins, K., Coonse, J., & Hearne, T. (2000). DCP criteria for performance evaluation of pavement layers. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 14(4), 141–148.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I* (Edisi Ketiga). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah I* (Edisi Kelima). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I* (Edisi Ketiga). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Harison, J. A. (1987). Correlation between California Bearing Ratio and dynamic cone penetrometer strength measurement of soils. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*.
- Mohammadi, S. D., Nikoudel, M. R., Rahimi, H., & Khomehchiyan, M. (2008). Application of the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for determination of the engineering parameters of sandy soils. *Engineering Geology*.
- Muhammad Hasby s.s. Tugas Akhir Penelitian Analisis Korelasi Nilai Cbr Tanah Dengan Hasil Pengujian DCP Lapangan Pada Tanah Dasar Subgrade.
- Webster, S. L., Grau, R. H., & Williams, T. P. (1992). Description and Application of Dual Mass Dynamic Cone Penetrometer (Instruction Report GL-92-3). U.S. Army

- Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Zumrawi, M. M. E. (2014). Prediction of in-situ CBR of subgrade cohesive soils from dynamic cone penetrometer and soil properties. *International Journal of Engineering and Technology*,
- Kaewhanam, N. (2024). Recalibrated correlations between Dynamic Cone Penetrometer (DCP) data and California Bearing Ratio (CBR) in subgrade soil.
- Sagar, C. P., Badiger, M., Mamatha, K. H., & Dinesh, S. V. (2022). Prediction of CBR using dynamic cone penetrometer index.
- Sawangsuriya dan Edil, (2005). Evaluasi kekakuan dan kekuatan bahan perkerasan jalan
- Soedarsono, DU. (1979): *Konstruksi Jalan Raya*. Badan penerbit Pekerjaan Umum.
- Mohammadi, S. D., Nikoudel, M. R., Rahimi, H., & Khamsehchiyan, M. (2008). Application of the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for determination of the engineering parameters of sandy soils.
- Parrangan, D., Wong, I. L. K., & Apriyani, I. (2023). Hubungan nilai CBR laboratorium dan DCP pada tanah dasar. *Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*.