

HUBUNGAN EMPIRIS DAYA DUKUNG TANAH DASAR MENGUNAKAN ALAT *DYNAMIC CONE PENETROMETER* (DCP) DAN *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) RENDAMAN UNTUK DISAIN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA

Burhanuddin¹, Junaidi²

¹⁾ Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
JL. Tgk. Syech Abdul rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email: : burhan.lantabur@gmail.com¹

²⁾ Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala,
JL. Tgk. Syech Abdul rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email: junaidi.aba@gmail.com²

Abstract: *Subsoil (sub grade) is the lowest layer in highway construction. The reliability of the pavement thickness design is highly dependent on the accuracy of the carrying capacity of the ground. The carrying capacity of the foundation soil known in the value of California Bearing Ratio (CBR) can be determined by Dynamic Cone Penetrometer (DCP) equipment. The working principle of DCP is very simple and economical in the field. However, since 2013 the Ministry of Public Works has issued a 2013 Pavement Design Destruction Manual (MDP) which requires the use of CBR values from laboratory test results with 4 day immersion samples. The problem that occurs is the time and cost of testing the sample. CBR immersion with 4 days of immersion will take longer. The cost of sampling, sample preparation and sample testing are also more expensive than testing with DCP tools. With this background, this study aims to find an empirical relationship between the value of ground support capacity (CBR) of both tools (DCP and CBR immersion). This research is a preliminary study of Road Laboratory of Faculty of Engineering Unsyiah and is expected to be developed by multiplying future research samples for more precise results. Empirical values obtained after the research is: $CBR_{Dcp} = 1.083 + (0.347 \times CBR_{Lab})$*

Keywords : *CBR with DCP, Soil Density, CBR laboratory.*

Abstrak: Tanah dasar (sub grade) merupakan lapisan terbawah pada konstruksi jalan raya. Keandalan disain tebal perkerasan sangat tergantung pada keakuratan nilai daya dukung tanah dasar. Daya dukung tanah dasar yang dikenal dalam nilai California Bearing Ratio (CBR) dapat ditentukan dengan peralatan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Prinsip kerja DCP sangat sederhana dan ekonomis dilakukan di lapangan. Namun, sejak tahun 2013 Kementerian Pekerjaan Umum mengeluarkan Manual Disain Tebal Perkerasan (MDP) 2013 yang menyaratkan penggunaan nilai CBR dari hasil uji laboratorium dengan sampel rendaman 4 hari. Permasalahan yang terjadi adalah waktu dan biaya pengujian sampel. CBR rendaman dengan 4 hari perendaman akan memakan waktu yang lebih lama. Biaya pengambilan sampel, penyiapan sampel dan pengujian sampel juga lebih mahal dibandingkan dengan pengujian dengan alat DCP. Dengan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan secara empiris antara nilai daya dukung tanah dasar (CBR) dari kedua alat tersebut (DCP dan CBR rendaman). Penelitian ini merupakan studi awal dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Unsyiah dan diharapkan dapat dikembangkan dengan memperbanyak sampel penelitian dimasa mendatang untuk hasil yang lebih presisi. Nilai empiris yang didapatkan setelah dilakukan Penelitian adalah : $CBR_{Dcp} = 1.083 + (0.347 \times CBR_{Lab})$

Kata kunci : CBR dengan DCP , Kepadatan Tanah, CBR laboratorium.

Dalam mendisain kontruksi Jalan di perlukan data-data sebagai pendukung baik data sekunder maupun data primer. Data yang dimaksud adalah data CBR dengan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dan data CBR tanah dasar dengan metode rendaman yang dilakukan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Unsyiah.

Dengan keluarnya Manual Disain Tebal Perkerasan (MDP) 2013 yang merupakan salah satu syarat untuk penggunaan nilai CBR dari hasil uji laboratorium dengan cara rendaman selama 4 hari.

Permasalahan yang terjadi adalah waktu dan biaya pengujian sampel. CBR rendaman dengan 4 hari perendaman akan memakan waktu yang lebih lama. Biaya pengambilan sampel, penyiapan sampel dan pengujian sampel juga lebih mahal dibandingkan dengan pengujian dengan alat DCP. Dengan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan secara empiris antara nilai daya dukung tanah dasar (CBR) dari kedua alat tersebut (DCP dan CBR rendaman). Penelitian ini merupakan studi awal dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Unsyiah dan diharapkan dapat dikembangkan dengan memperbanyak sampel penelitian dimasa mendatang untuk hasil yang lebih presisi.

Sebagai studi awal direncanakan jumlah 10 (sepuluh) titik pengambilan data CBR tanah dengan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dan pengambilan tanah untuk di bawa ke laboratorium untuk pengujian pemadatan dan di lanjutkan dengan

pengujian CBr laboratorium setelah perendaman selama 4 hari.

KAJIAN PUSTAKA

Bagian ini dikemukakan berbagai teori yang dikutip dari beberapa literatur yang berkaitan dengan pengujian CBR tanah dengan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP), pengujian kepadatan berat untuk tanah dan Pengujian CBR laboratorium.

Pengujian Kepadatan Berat Penentuan Kadar Air Optimum.

Mengacu pada SNI 1743:2008, pengujian kepadatan untuk mengetahui nilai kadar air yang optimum pada tanah dasar yang di ambil di lapangan, maka dilakukan pengujian pemadatan proktor Berat, pengujian tersebut dilakukan dengan pemada-tan sampel tanah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan sejumlah 25 tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa dan tinggi jatuh tertentu.

CBR (California Bearing Ratio) Tanah

CBR (California Bearing Ratio) adalah suatu perbandingan antara beban percobaan dengan beban standardan dinyatakan dalam persentase. Cara mendapatkan nilai CBR tanah dasar adalah sebagai berikut:

a. CBR lapangan (CBR in place atau field CBR)

Pengujian CBR lapangan dengan Cara menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dapat diketahui sampai kedalaman 90 cm di bawah permukaan tanah. Pengujian

dilakukan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada lapisan tanah dasar, kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus pembacaan penetrometer di ubah menjadi pembacaan dengan nilai CBR.

b. CBR laboratorium rendaman (*soaked laboratory CBR / soaked*)

Pengujian CBR rendaman adalah pengujian yang dilakukan didalam Laboratorium setelah perendaman selama 4 hari kemudian dilakukan pengujian CBR laboratorium pada kedalaman 0.32 mm, 0.64 mm, 1.27 mm, 1.91 mm, 2.54 mm, 3.81 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm dan 12.70 mm. Besarnya nilai CBR laboratorium di lihat pada penetrasi 2.54 mm dan 5.08 mm.

METODE PENELITIAN

Kegiatan Penelitian ini dilakukan dilapangan pada ruas Jalan Sp. Lamnyong – Lamreung untuk pengambilan data CBR lapangan tanah dasar dengan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP), selanjutnya sampel tanah dasar diambil di lapangan untuk di bawa ke laboratorium untuk pengujian pemadatan dan CBR Laboratorium.

Pengujian CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer*.

Penyelidikan tanah dasar diperlukan untuk mengetahui kekuatan lapisan tanah dasar dan data daya dukung tanah dasar ini digunakan untuk perencanaan konstruksi jalan raya. Pengujian dilakukan dengan interval 200 m dan dilakukan pada tanah di sisi kiri dan kanan dari masing-masing ruas Jalan yang di

tinjau. Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan uji DCP ini adalah 1 (set) alat Penetrometer konus dinamis (DCP). Alat yang dipergunakan harus mengukur hingga kedalaman 90 cm secara menerus. Test ini dilakukan untuk memberikan estimasi dari kekuatan lapisan tanah sampai kedalam 90 cm di bawah permukaan yang ada. Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah pondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan persamaan, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR. Secara teknik pengujian DCP di lapangan mengacu pada pedoman SNI 1738:2011.

Cara menentukan nilai CBR dilakukan dengan menggunakan formulir pengujian Penetrometer konus dinamis (DCP).

1. Periksa hasil pengujian lapangan yang terdapat pada formulir pengujian DCP dan hitung akumulasi jumlah tumbukan akumulasi penetrasi setelah dikurangi pembacaan awal pada mistar penetrometer konus dinamis (DCP);
2. Formulir hubungan kumulatif (total) tumbukan dan kumulatif penetrasi, terdiri dari sumbu tegak dan sumbu datar, pada bagian tegak menunjukkan kedalam penetrasi dan arah horizontal menunjukkan jumlah tumbukan;
3. Plotkan hasil pengujian lapangan pada nomogram di grafik;
4. Tarik garis yang mewakili titik-titik koordinat tertentu yang menunjukkan

- lapisan yang relative seragam;
5. Hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis dalam satuan mm;
 6. Hitung kecepatan rata-rata penetrasi (DCP, mm/tumbukan atau cm/tumbukan) untuk lapisan yang relatif seragam (nilai DCP diperoleh dari selisih penetrasi dibagi dengan selisih tumbukan);
 7. Gunakan grafik atau hitungan formula hubungan nilai DCP dengan CBR dengan cara menarik nilai kecepatan penetrasi pada sumbu horizontal ke atas sehingga memotong garis tebal untuk sudut konus 60°.
 8. Tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui.

Pengujian Kepadatan Berat untuk Tanah.

Prosedur pengujian kepadatan berat untuk tanah Mengacu pada SNI 1743:2008, prosedur pelaksanaan/pengujian kepadatan berat untuk tanah adalah sebagai berikut : Ditetapkan cara uji yaitu cara A.

1. Cara A atau cara B digunakan untuk campuran tanah yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm) ;
2. Timbang cetakan diameter 102.mm (4") dan keeping alas dengan ketelitian 5 gram (B1 gram);
3. Ambil salah satu benda uji dari kelima benda uji yang telah di aduk dengan air dan dimasukkan dalam cetakan pemadatan ;

4. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk yang tinggi jatuh 304.8 mm (12"). Tanah dipadatkan dalam 3 lapisan dengan tebal yang kira-kira sama dan masing-masing dipadatkan dengan 25 tumbukan;
5. Potong kelebihan tanah dari bagian keliling leher, dengan pisau dan lepaskan leher sambung;
6. Ratakan kelebihan tanah dengan pisau perata sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan;
7. Timbang cetakan berisi benda uji beserta keeping als dengan ketelitian 5 gram (B2 gram);
8. Lakukan kembali untuk benda uji yang lain dengan langkah 3 sampai dengan langkah 7.
9. Hitung berat isi basah dengan persamaan :
$$\gamma = B2 - B1 / Vol \quad (1)$$
10. Berat isi kering dengan persamaan :
$$\gamma_d = (\gamma \times 100) / (100 + W) \quad (2)$$
11. Gambarkan grafik berat isi tanah kering terhadap kadar air dari hasil pengujian .
12. Dari hasil grafik didapatkan kadar air yang optimum untuk dasar kadar air untuk benda uji pengujian CBR laboratorium.

Pengujian CBR Laboratorium

Mengacu pada SNI 1744:2012, prosedur pengujian CBR laboratorium CBR pada kadar air optimum adalah sebagai berikut :

1. Benda uji harus dipadatkan sedemikian sehingga densitas kering berkisar antara 95% (atau lebih kecil) sampai 100 %

- (atau lebih besar) dari densitas kering maksimum yang disyaratkan;
2. Pasang cetakan CBR pada keping alas, dikunci dan ditimbang sampai 5 gram terdekat. Masukkan keping pemisah ke dalam cetakan dan pasang kertas filter kasar pada permukaan keping pemisah. Pasang leher sambung pada permukaan cetakan dan dikunci pada batang/tangkai dari keping alas;
 3. Campur setiap contoh material yang telah dipersiapkan sesuai dengan panduan hubungan kadar air dan densitas sesuai SNI 1742:2008 atau SNI 1743:2008;
 4. Padatkan contoh uji pertama dari tiga contoh uji di dalam cetakan, dengan pola pemadatan sesuai SNI 1742:2008 atau SNI 1743:2008, pemadatan dilakukan dalam lima lapis yang sama, setiap lapis 10 tumbukan,
 5. Tentukan kadar air material yang dipadatkan (kadar air sebelum direndam). Massa contoh kadar air minimum 100 gram untuk material berbutir halus. Penentuan kadar air harus dilakukan sesuai SNI 1965:2008;
 6. Buka leher sambung, potong kelebihan benda uji dengan pisau pemotong dan ratakan permukaannya sampai rata dengan permukaan cetakan menggunakan alat perata. Permukaan yang tidak beraturan atau berlubang harus diisi dengan material halus, kemudian dipadatkan dan diratakan;
 7. Keluarkan keping pemisah dari dalam cetakan, pasang kertas filter kasar di atas

- keping alas berlubang banyak, kemudian cetakan berisi benda uji yang telah dibalik dan tempatkan di atas kertas filter sehingga benda uji yang telah dipadatkan terletak di atas kertas filter. Pasang keping alas berlubang banyak pada cetakan dan kemudian pasang leher sambung dan dikunci. Timbang cetakan berisi benda uji (untuk menentukan massa benda uji) sampai 5 gram terdekat;
8. Lakukan pemadatan untuk contoh uji kedua dan ketiga sesuai langkah d) sampai dengan g), kecuali untuk contoh uji kedua diperlukan 30 tumbukan per lapis dan untuk contoh uji ketiga diperlukan 65 tumbukan per lapis.
 9. Masukkan cetakan yang berisi benda uji ke dalam air dan biarkan air meresap. Selama perendaman, pertahankan permukaan air di dalam cetakan, rendam benda uji sekitar 96 jam (4 hari).

Keluarkan benda uji dari bak perendam, tuangkan air dari permukaan benda uji dan biarkan selama 15 menit. Lakukan secara hati-hati, permukaan benda uji tidak boleh terganggu selama penuangan air. Setelah air dituangkan lakukan pengujian CBR Laboratorium dengan memberikan pembebanan dari penetrasi 0.1 inchi sampai dengan penetrasi 0.5 inchi dalam waktu 10 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian yang telah dicapai diantaranya, pengujian CBR lapangan tanah dasar dengan menggunakan alat Dynamic Cone

Penetrometer (DCP) pada ruas Jalan SP. Jembatan Lamnyong – Lamreueung telah dilakukan dengan baik, kemudian langkah selanjutnya menganalisis data DCP untuk mendapatkan nilai CBR rencana sebesar 6.20% . Hasil selanjutnya pengambilan sampel tanah dasar telah di bawa ke Laboratorium untuk proses pengeringan dengan menghampar di lantai, dengan langkah selanjutnya dilakukan pengujian pemadatan dan CBR Laboratorium dengan cara rendaman selama 4 hari.

Dengan Penelitian ini didapatkan nilai Empiris Daya Dukung Tanah Dasar untuk disain perkerasan lentur Jalan Raya adalah :
CBR Dcp = 1.083 + (0.347 x CBR Lab).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil Penelitian Hubungan daya dukung tanah dengan menggunakan alat DCP dan CBR laboratrium dengan rendaman maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Data CBR lapangan pada tanah dasar dilakukan dengan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP), dengan jumlah titik pengamatan 10 (sepuluh titik) hasilnya CBR tanah dasar dari hasil pengujian DCP didapat rata rata di atas 6% ;
2. Sampel tanah dasar yang di bawa ke Laboratorium untuk pengujian CBR laboratorium setelah perendaman selama 4 hari didapat nilai CBR lab setelah pemadatan hasil lebih baik dari nilai CBR lapangan dengan menggunakan alat

DCP;

3. Setelah data CBR lapangan dan data CBR laboratorium didapat seluruhnya dengan hasil hitungan regregasi didapat hubunganempiris dari keduanya adalah dengan persamaan : **CBR Dcp = 1.083 + (0.347 x CBR Lab)**

Saran

Untuk lebih akurasi nilai CBR lapangan dan CBR Laboratorium, penelitianoleh peneliti selanjutnya jumlah titik pengamatan di lakukan lebih banyak lagi. Selanjutnya untuk melakukan Penelitian yang lain dengan meneliti hubungan empiris antara nilai CBR lapangan dengan menggunakan pemberat dump truk dengan nailai kepadatan lapangan dengan menggunakan alat Sand Cone.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. Cara Uji CBR dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)Sukirman, S., Perkerasan lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung;
- SNI 1743:2008, Cara uji kepadatan berat untuk tanah, Badan Standarisasi Nasional;
- SNI 1738:2011, Pengujian Penetrometer Konus Dinamis , Badan Standarisasi Nasional;
- SNI 1744:2012, Metode uji CBR Laboratorium , Badan Standarisasi Nasional;