

KORELASI PENGUJIAN KEPADATAN LAPANGAN DAN STATIC HAND PENETROMETER TERHADAP HASIL CBR LABORATORIUM PADA BEBERAPA JENIS TANAH

Muhamad Yusa

Departemen Teknik Sipil Universitas Riau Pekanbaru, Kampus Bina Widya Simpang Baru, Jl H.R. Subrantas Km 12, Pekanbaru
E-mail muhamadyusa@yahoo.com

S.A. Nugroho

Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil UNRI, Jl H.R. Subrantas Km. 12, Panam, Pekanbaru
E-mail nugroho_52yk@yahoo.com

Abstract

In highway design, it is necessary to check the subgrade bearing capacity since it influences the pavement thickness. There are several methods used to determine the subgrade bearing capacity such as DCP (Dynamic Cone Penetrometer) and HCP (Hand Cone Penetrometer). This research aims to compare between CBR and soil density combined with HCP; to find the initial correlation between HCP and CBR; and to find the correlation between HCP and soil density (γ). The correlation between HCP to soil density on peat is $CBR = -2,1232 + (3,1162 \times HCP) + (1,8329 \times \gamma)$, and $CBR = -13,4404 + (23,3252 \times HCP) + (7,1014 \times \gamma)$ in sand and clay composite.

Keywords:

Dynamic Cone Penetrometer, Hand Cone Penetrometer, California Bearing Ratio, soil density

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan jalan raya, kuat dukung tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan, semakin tinggi kuat dukung tanah, maka tebal perkerasan yang diperlukan semakin tipis untuk menahan beban lalu lintas. Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dll (Hendarsin, 2000).

Ada beberapa metode untuk menentukan daya dukung tanah seperti CBR (*California Bearing Ratio*), k (Modulus Reaksi Tanah Dasar), M_r (*Resilient Modulus*), DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan HCP (*Hand Cone Penetrometer*). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan jalan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR. CBR di peroleh dari hasil pemeriksaan sampel tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan (Sukirman, 1999).

Pengujian daya dukung tanah dengan menggunakan alat DCP ini sudah pernah dilakukan penelitian oleh Karunaprema (2002) dan Indrawan (2004) pada tanah pasir berlempung dan tanah lempung. Dalam penelitian ini penulis melanjutkan penelitian tersebut dengan menggunakan alat DCP dan HCP untuk menentukan daya dukung tanah dasar karena alat pengujian ini relatif lebih cepat, mudah dan

mudah bila dibandingkan dengan alat uji daya dukung tanah lainnya.

Dalam cara sistem kerjanya, pengujian DCP dan HCP ini sangat berbeda. Perbedaan cara sistem kerja alat ini akan berpengaruh dalam hasil pengujian untuk menentukan daya dukung tanah dasar.

Pengujian dengan menggunakan DCP ini sistem kerjanya yaitu dengan cara dipukul, sedangkan untuk pengujian dengan menggunakan HCP ini sistem kerjanya hampir sama dengan pengujian CBR laboratorium yaitu dengan cara ditekan. Metode pengujian HCP ini lebih mendekati metode CBR laboratorium bila dibandingkan dengan metode pengujian DCP.

Hasil pengujian HCP ini akan dibandingkan dengan cara mengkorelasikannya dengan CBR laboratorium dan kepadatan.

HCP (Hand Cone Penetrometer)

HCP ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1988 (BS, 1990). Pengujian HCP ini bertujuan untuk mengukur daya dukung tanah atau ketahanan tanah dasar. Alat HCP ini mudah digunakan untuk penyelidikan tanah sampai kedalaman 1 meter dibawah tanah dasar.

Pengujian HCP merupakan pengujian langsung di lapangan dimana pengujian tersebut relatif murah, mudah dan cepat. Proses hasil pengujian HCP ini didapat dari ujung kerucut yang ditekan ke dalam tanah sehingga alat *Dial Gauge* atau alat berupa seperti jam untuk mengukur tekanan penetrasi yang berada di alat HCP tersebut memberikan data hasil pengujian tanah yang sedang dilakukan.

CBR Laboratorium

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar dan dinyatakan dalam persentase (Soedarmo. *et al*, 1993 dalam Hendarsin, 2000).

Alat pengujian untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inchi. Piston digerakkan dengan kecepatan 0,05 inchi/menit, vertikal ke bawah. Proving ring yang digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji (Muir, 1987).

METODE

Alat

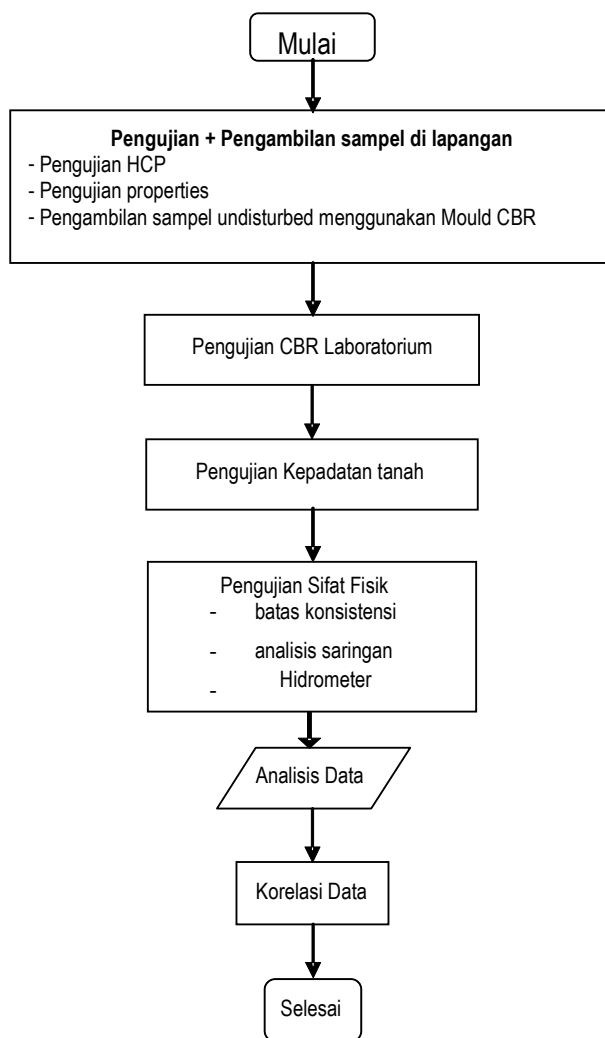
- ◇ Alat uji HCP (BS 1337)
- ◇ Mould CBR untuk uji kepadatan di lapangan dan Pengujian CBR lab tanah asli (*Undisturbed sample*) (ASTM 1883)
- ◇ Satu set alat uji Klasifikasi tanah (Analisis saringan (ASTM D 422) , Atterberg limit (ASTM D 4318), *hydrometer* (ASTM D 1140))

Bahan

Tanah di ambil dari 8 lokasi di wilayah Pekanbaru, dengan masing-masing 5 sampel untuk setiap jenis pengujian. Jumlah seluruh sampel masing-masing 40 buah dengan perincian seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi pengambilan sampel tanah

Lokasi	Kadar air	plastisi tas	grada si	HCP	densi ty	CBR
Kubang	5	5	5	5	5	5
Pandau	5	5	5	5	5	5
Rumbai	5	5	5	5	5	5
Tangker-	5	5	5	5	5	5
Panam	5	5	5	5	5	5
Kulim	5	5	5	5	5	5
Palas	5	5	5	5	5	5
UNRI	5	5	5	5	5	5
Jumlah	40	40	40	40	40	40



Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Penelitian

Pengujian pendahuluan

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah asli. Pengujian pendahuluan meliputi : pengujian kadar air (ASTM D 2216), plastisitas, analisis saringan, *hydrometer*

Pengujian utama

Pengujian utama dilakukan di lapangan dan laboratorium dengan sampel tanah asli berasal dari lapangan. Pengujian utama meliputi : pengujian kepadatan, pengujian HCP dan CBR lab dari tanah asli lapangan yang diambil menggunakan cetakan di lapangan untuk selanjutnya diuji di laboratorium

Analisis

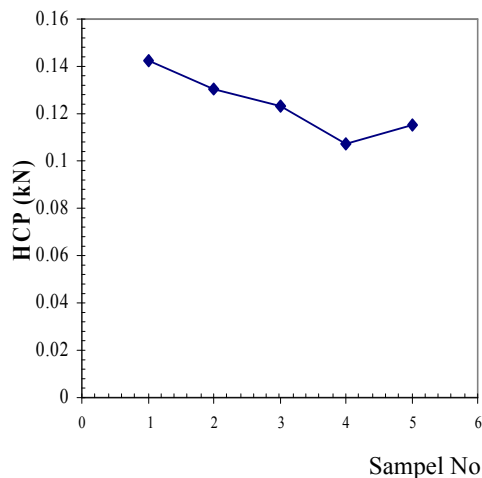
Data yang diperoleh akan dicari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antar

parameter yang berguna untuk memperkirakan nilai CBR laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

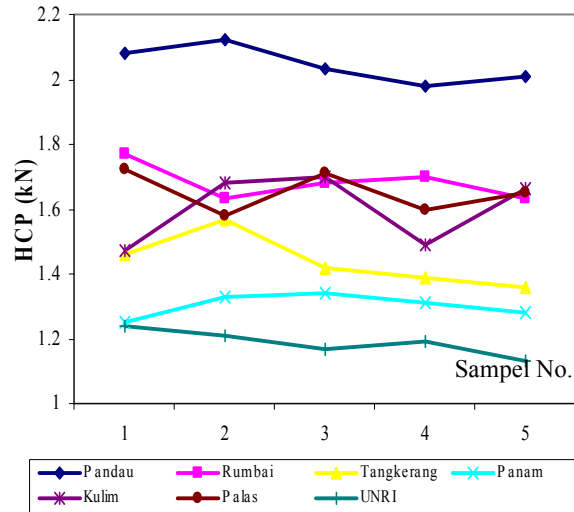
Hasil Pengujian sifat fisik dan mekanis dari tanah yang diuji dapat dikelompokkan dalam 4 (empat) golongan seperti terlihat pada Tabel 2

Pada tanah anorganik yaitu pasir, lempung, dan lempung kepasiran) mempunyai kadar air antara 10,13% - 56,19%; berat volume basah (*bulk density*) antara 1,13 gr/cm³ - 2,12 gr/cm³; nilai HCP antara 0,1923 kN - 0,6889 kN dan CBR laboratorium antara 1,01% - 22,43%.



Gambar 2. Hasil uji HCP pada tanah gambut

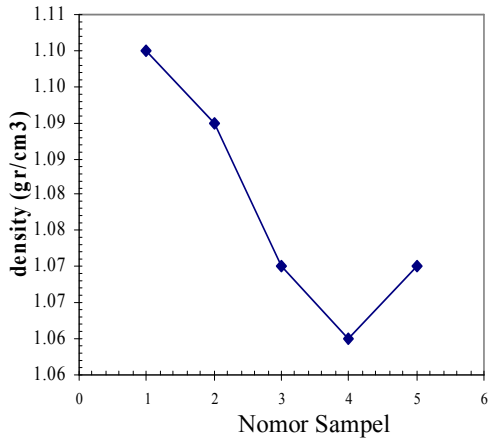
Pada tanah gambut kadar air minum jauh diatas kadar air maksimum tanah anorganik, sebaliknya nilai maksimum lainnya yaitu HCP (Gambar 2), *bulk density* (Gambar 4), dan CBR (Gambar 6) dibawah nilai minimum tanah anorganik (Gambar 3, Gambar 5, dan Gambar 7).



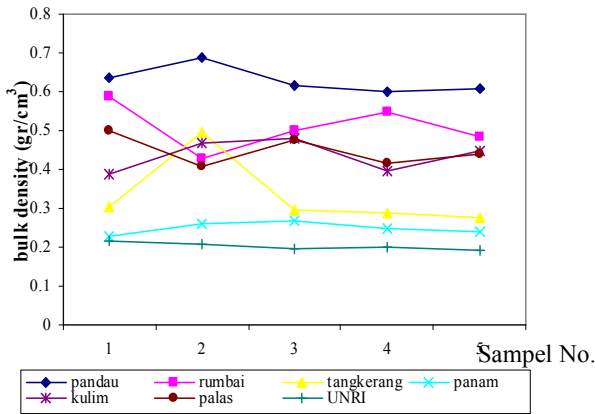
Gambar 3. Hasil uji HCP pada pasir, lempung, pasir kelepungan

Tabel 2. Sifat fisik dan mekanis sampel tanah

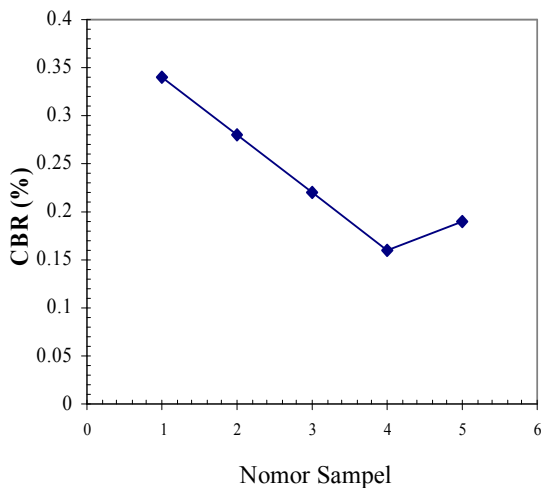
	Lokasi	Klasifikasi	Kadar air (%)	Density (gr/cm ³)	Nilai HCP (kN)	Nilai CBR (%)
Gambut	Kubang	Fibrous peat	180,2-225,3	1,06-1,10	0,1070-0,1423	0,16-0,34
Lempung	Pandau, Rumbai, Tangkerang	Lean Clay (CL)	10,13-56,19	1,36-2,12	0,2762-0,6889	2,52-22,43
Lempung kepasiran	Panam, Kulim, Palas	Sandy clay (SC)	10,13-56,19	1,13-2,12	0,1923-0,6889	1,01-22,43
Pasir	UNRI	Poorly sand (SP)	10,38-43,01	1,13-1,72	0,1923-0,4987	1,01-10,94



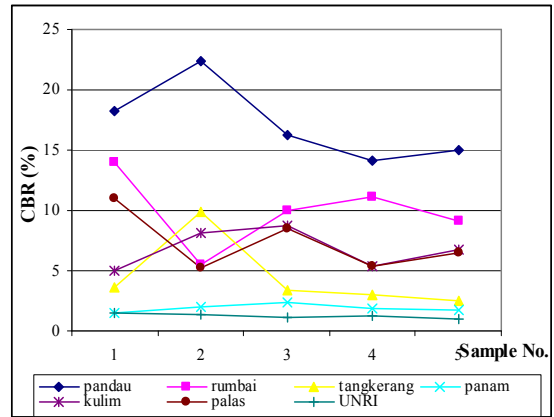
Gambar 4. Hasil uji *bulk density* pada gambut



Gambar 5. Hasil uji *bulk density* pada pasir, lempung, pasir kelepungan



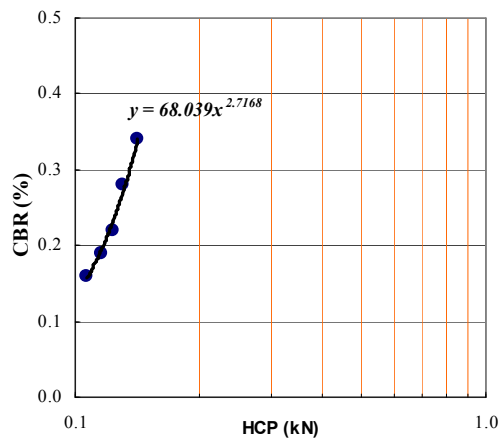
Gambar 6. Hasil uji CBR pada gambut



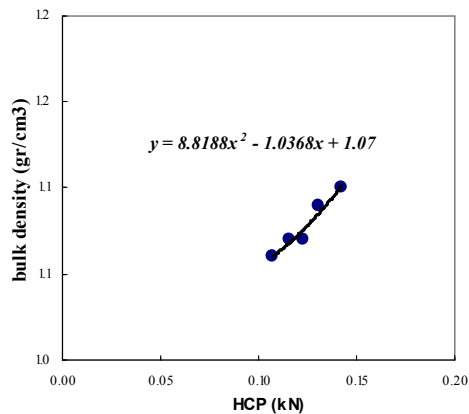
Gambar 7. Hasil uji CBR pada pasir, lempung, pasir kelepungan

Korelasi Hasil Uji HCP, Kepadatan dan CBR pada Tanah Gambut

Grafik hubungan nilai HCP dengan CBR (Gambar 8) maupun nilai HCP dengan *bulk density* (Gambar 9) pada tanah gambut adalah identik



Gambar 8. Hubungan antara HCP dengan CBR laboratorium pada tanah gambut

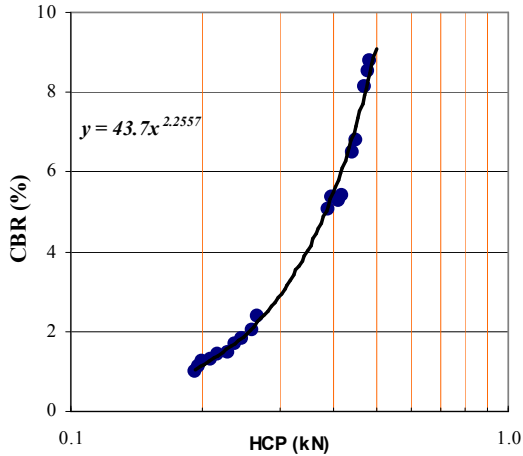


Gambar 9. Hubungan antara HCP dengan *density* pada tanah gambut

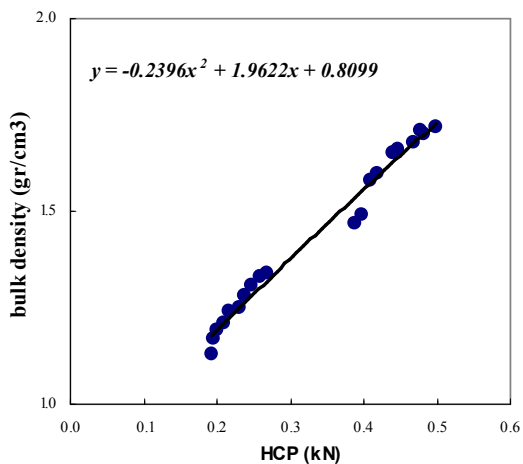
Korelasi Hasil Uji HCP, Kepadatan dan CBR pada tanah pasir, lempung dan pasir klempungan

Bentuk grafik hubungan antara nilai HCP dengan CBR pada tanah pasir (Gambar 10) sama dengan tanah lempung (Gambar 12). Demikian juga apabila digabungkan dengan tanah yang mengandung pasir dan lempung (Gambar 14).

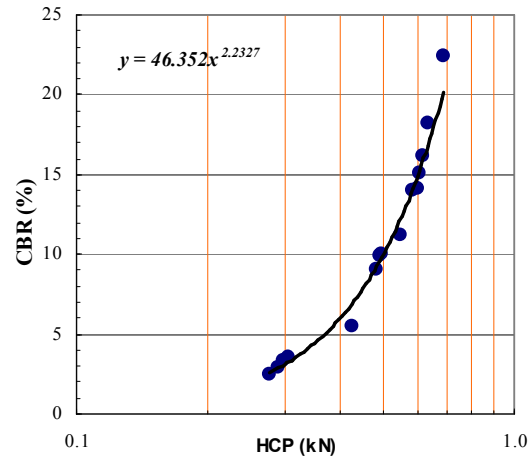
Grafik hubungan nilai HCP dengan bulk density sama untuk tanah lempung (Gambar 13) maupun gabungan tanah pasir dan lempung (Gambar 15), tetapi berbeda pada tanah pasir (Gambar 11)



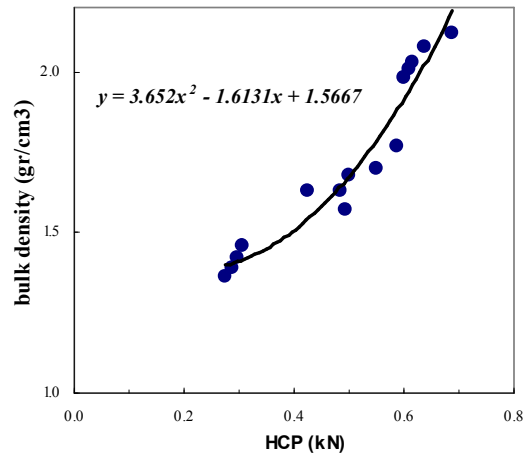
Gambar 10. Hubungan antara HCP dengan CBR laboratorium pada tanah pasir



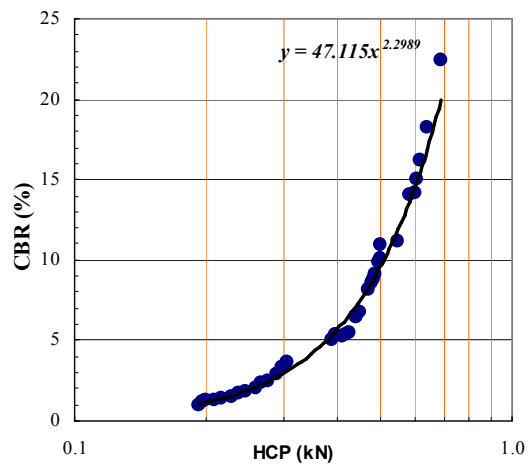
Gambar 11. Hubungan antara HCP dengan *bulk density* pada tanah pasir



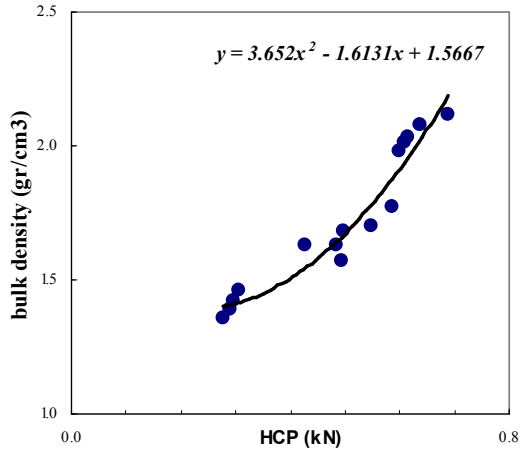
Gambar 12. Hubungan antara HCP dengan CBR laboratorium pada tanah lempung



Gambar 13. Hubungan antara HCP dengan *density* pada tanah lempung



Gambar 14. Hubungan antara HCP dengan CBR lab gabungan pasir, lempung, pasir klempungan



Gambar 15. Hubungan antara HCP dengan *bulk density* gabungan pasir, lempung, pasir kelempungan

Prakiraan nilai CBR laboratorium berdasarkan hasil uji HCP dan kepadatan lapangan.

Formula untuk memprakirakan nilai CBR lab berdasarkan hasil pengujian lapangan (*density*, HCP) dapat ditentukan dengan mencari hubungan antara : nilai CBR dengan nilai HCP; nilai CBR dengan *density*; dan nilai HCP dengan *density*.

Dengan mengasumsikan *density* dan HCP merupakan variabel bebas, dan nilai CBR variabel tak bebas, maka :

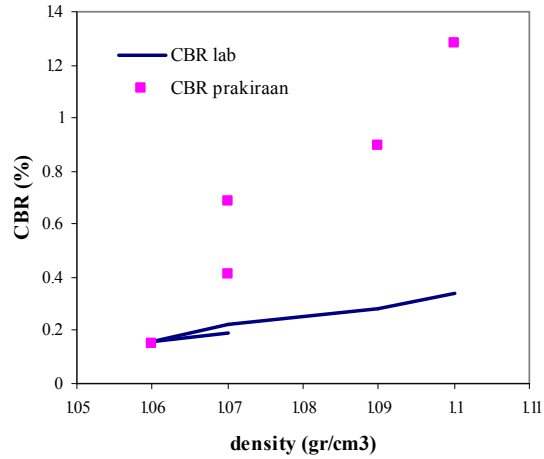
$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 \dots\dots\dots [1]$$

dengan :

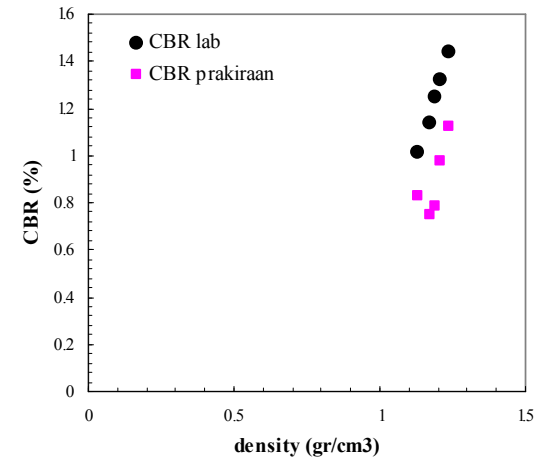
- a_0, a_1, a_2 : konstanta
- Y : nilai CBR laboratorium (%)
- X_1 : *bulk density* (kN/m³)
- X_2 : nilai *Hand Cone Penetrometer* (kN)

$$\begin{bmatrix} 2 & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum (X_1)^2 & \sum (X_1 X_2) \\ \sum X_2 & \sum (X_1 X_2) & \sum (X_2)^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum (X_1 Y) \\ \sum (X_2 Y) \end{bmatrix} \dots\dots\dots [2]$$

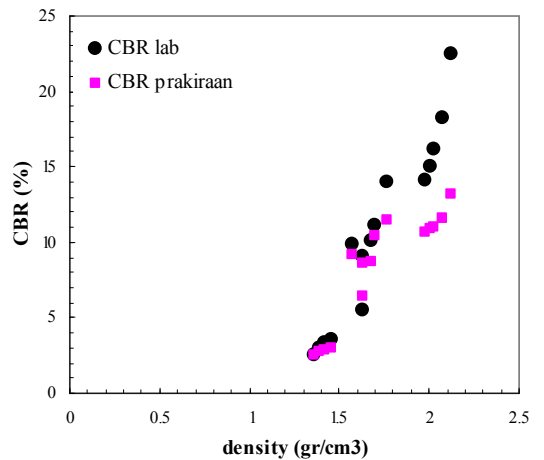
Dengan analisis statistik, didapatkan nilai a_0 adalah 0,002; a_1 adalah 36,03 dan a_2 adalah berkisar antara -5,3 sampai dengan -5,6 bergantung pada kepadatan tanah (jenis tanah).



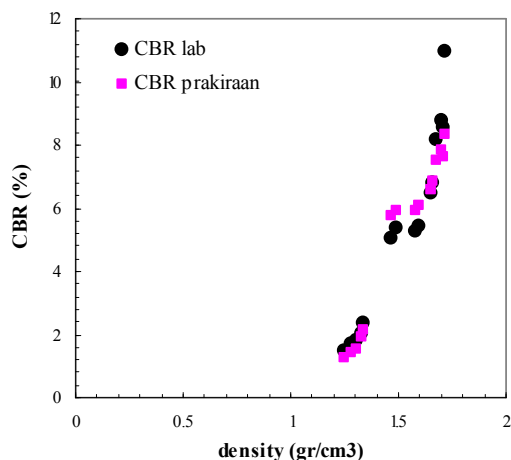
Gambar 16. Perbandingan CBR lab dengan CBR prakiraan pada tanah gambut



Gambar 17. Perbandingan CBR lab dengan CBR prakiraan pada tanah pasir



Gambar 18. Perbandingan CBR lab dengan CBR prakiraan pada tanah lempung



Gambar 19. Perbandingan CBR lab dengan CBR prakiraan pada tanah pasir kelempungan

Melihat Gambar 16 sampai dengan Gambar 19, korelasi antara nilai HCP, *density* dan CBR laboratorium hanya cocok untuk jenis tanah pasir kelempungan (material tanah timbun, Gambar 19) dengan prosentase ukuran pasir lebih dari 60%. Pada material tanah timbunan lain (lempung, pasir dan gambut) korelasi di atas tidak memperoleh hasil yang signifikan.

SIMPULAN

Hasil korelasi uji HCP dengan CBR tanpa kepadatan dengan menggunakan persamaan regresi dalam penelitian ini lebih bagus bila dibandingkan dengan hasil korelasi hasil uji HCP dan CBR terhadap kepadatan dengan menggunakan persamaan regresi linear. Hal ini dapat dibuktikan dimana pada koefisien korelasi hasil uji korelasi HCP dengan CBR tanpa kepadatan pada tanah gambut 0,9905, pada tanah pasir 0,9926, pada tanah lempung 0,9861 dan pada gabungan tanah pasir dengan tanah lempung 0,9918. Sedangkan koefisien korelasi hasil uji DCP dan CBR dengan kepadatan pada tanah gambut 0,9943, pada tanah pasir 0,9448, pada tanah lempung 0,9548 dan pada gabungan tanah pasir dengan tanah lempung 0,9248.

Hubungan antara nilai CBR, HCP dan *bulk density* memenuhi hubungan persamaan $C = 0,002 + 36,03 * HCP + (-5,3 \text{ s/d } -5,6) * D$

REFERENSI

- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils, ASTM D1883", West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for Particle-Size analysis of Soils, ASTM D 422", West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, ASTM D 4318", West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for Amount of Material in Soil Finer than the No. 200 Sieve, ASTM D 1140", West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock, ASTM D 2216", West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standards, 1997, "Standard Test Method for Moisture-Density Relations of Soil-Cement Mixtures, ASTM D 558", West Conshohocken, PA.
- British Standard Institution, 1990, "Methods of test for soils for civil engineering purposes, BS 1377", BSI, London.
- Indrawan, Benny, 2004, "Optimalisasi Penggunaan DCP (Dynamic Cone Penetrometer) dalam Penentuan Nilai CBR, Kadar Air dan Kepadatan". Skripsi Jurusan Teknik Sipil. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Muir, R.J. & Wood, D.M., 1987, "Pressuremeter Testing", CIRIA, Butterworths
- Karunaprema, 2002, "A Laboratory Study to Establish Some Useful Relationships for Use of Dynamic Cone Penetrometer", Universitas of Paradeniya, Sri Langka
- Hendarsin, Shirley L., 2000, "Perencanaan Teknik Jalan Raya, Cetakan Pertama", Bandung : Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil.
- Sukirman, Silvia, 1999, "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Bandung : Nova. Nova, Bandung.

