

ANALISIS PENGUJIAN CBR LAPANGAN DAN CBR LABORATORIUM PADA TANAH DASAR INFRASTRUKTUR MANADO SELATAN

J.E.R.Sumampouw

Abstrak

Dalam perencanaan jalan raya , perlu untuk menginvestigasi daya dukung lapisan tanah yang akan direncanakan terutama berawal dari pengaruhnya terhadap lapisan perkerasan jalan tersebut. Beberapa metode sudah dipakai untuk menentukan daya dukung dari pada lapisan tanah tersebut, dan metode utama adalah CBR (California Bearing Capacity) lapangan(in-situ) maupun CBR laboratorium. Adapun penelitian ini sudah membandingkan CBR lapangan dan CBR laboratorium serta kepadatan tanah (density of soil), maupun kadar airnya. Dan juga secara kompleks, menemukan korelasi antara masing –masing data tanah secara fisik dengan CBR laboratorium maupun CBR lapangan.

Hasil korelasi uji CBR Laboratorium dengan CBR Lapangan dengan menggunakan persamaan regresi linier dalam penelitian ini , cukup memuaskan karena memperoleh kesamaan, membuktikan kelanjutan analisis dari pada penelitian ini akan tidak diragukan atau kecil penyimpangannya dan dapat diabaikan (dapat dilihat pada Gbr.14). Pada Gbr.10 dapat dilihat CBR Laboratorium dan CBR Lapangan agak berbeda atau meleset sedikit pada lokasi ke 5 dan ke 7. Hasil korelasi kepadatan dengan CBR Laboratorium dan CBR Lapangan memperoleh hubungan persamaan, $y = 5.487 X^{2.16}$ dan $y = 6.719 X^{2.66}$, sedangkan hubungan dengan kadar air memperoleh persamaan, $y = 8546 X^{2.49}$ dan $y = 120 X^{1.19}$. Sedangkan Hubungan CBR- CPT dan (density of soil) juga Daya dukung tanah dicerminkan pada Gbr.11 & Gbr.19 dengan persamaan $y=0,027 x^2-0,212x+1,792$ & persamaan $y= 1.805X^2-10.28x+40.55$. Hubungan antara CBR Laboratorium dan CBR Lapangan dengan daya dukung batas dan kedalamannya, diperoleh persamaan $y = 0.019X + 2.392$, $y = 2.91 - X$ dan $y = X^{3.278}$, $y = X^{3.454}$ dan dapat dilihat pada Gbr.8 , Gbr.9 dan Gbr.17 serta Gbr.18.

1. Latar Belakang

Proyek perkerasan jalan antara desa Bahu – Malalayang dibagian jalan alternative sangat perlu tidak lain untuk mengantisipasi kepadatan lalu lintas yang semakin hari semakin padat. Baik lalu lintas untuk kerumah sakit, pelajar perguruan tinggi dan lalu lintas ke Kabupaten Minahasa selatan, serta Kotamobagu.

Proses pekerjaan konstruksi teknik sipil selalu didasari pada data-data penyelidikan lapangan mengenai karakteristik fisik maupun mekanis dari tanah dimana konstruksi tersebut akan berdiri sendiri seperti misalnya konstruksi jalan raya dimana dalam perencanaannya sangat bergantung pada data CBR tanah. Hal ini menunjukkan nilai CBR tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam perencanaan konstruksi teknik sipil selain data tentang daya dukung tanah.

Pengujian CBR adalah merupakan bentuk pengujian yang paling banyak digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Negara-negara

sedang berkembang seperti Indonesia. Penentuan nilai CBR in-situ dengan cara konvensional memerlukan waktu yang lama dan memerlukan peralatan dengan biaya yang besar. Ada berbagai metode untuk mengestimasi nilai CBR, misalnya dari soil grading ataupun data plastisitas tanah. Namun demikian, cara yang paling akurat adalah dengan Cone Penetrometer Test. Alat ini dapat digunakan untuk pengukuran tanah secara in-situ dengan cepat untuk perkerasan jalan dan lapisan tanah dasar. Disamping itu metode ini sangat berhasil diterapkan di beberapa Negara seperti di Afrika dan Asia Tenggara.

Salah satu keuntungan dari CPT (Cone Penetrometer Test) yakni dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanah. Salah satu penelitian yang dilaksanakan oleh Country Road Board Australia tahun 1969 memberikan korelasi antara CPT dengan CBR untuk nilai CBR sampai dengan 50%. Mengingat bahwa kondisi dilapangan kadang-kadang sulit dilakukan maka dianggap perlu untuk meneliti kondisi tanah guna

mendapatkan korelasi nilai CBR dan hasil uji CPT.

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan menemukan adanya korelasi antara nilai CBR dan CPT yang didasarkan pada nilai kadar air dan kemudian diberikan dalam persamaan logaritmik yang didasarkan pada uji regresi linier untuk kemudian dibuat suatu persamaan. Pemakaian persamaan seperti ini secara umum mungkin dapat mengabaikan sifat-sifat fisik tanah yang akan diperiksa, sebab persamaan yang dipakai bukan merupakan hasil dari tanah pada daerah tersebut, tetapi tanah dari daerah lain. Sehingga ada baiknya penentuan korelasi antara nilai CPT dan CBR untuk tanah di suatu daerah lebih dispesifikasikan ke persamaan yang dihasilkan dari sifat-sifat fisik tanah tersebut. Karena dalam telaah kestatistikan, persamaan yang paling sederhana memberikan nilai-nilai yang baik.

Proyek jalan Bahu - Malalayang yang merupakan bagian dari proyek jalan alternatif Manado Malalayang merupakan salah satu infrastruktur pendukung yang dibangun oleh pemerintah dalam rangka mengatasi tingkat pertumbuhan kendaraan yang ada di kota Manado bagian selatan khususnya Bahu-Malalayang menuju Minahasa selatan. Dalam tulisan ini penulis mengadakan penelitian terhadap tanah tersebut untuk mengetahui parameter gesernya dan korelasi nilai CBR lapangan dari CPT dengan kuat geser lapisan subbase pondasi jalan tersebut. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tujuh titik antara Bahu Malalayang..

Karena pentingnya nilai CBR dan parameter geser dalam perencanaan sebuah jalan maka perlu untuk melakukan penelitian pada lokasi jalan alternative Bahu-Malalayang untuk mencegah atau memperkecil kerugian akibat kesalahan dalam memperkirakan nilai- nilai parameter tanah pada proyek jalan tersebut.

2. Landasan Teori Estimasi Nilai CBR Laboratorium Berdasarkan Hasil Uji CPT dan Daya Dukung Tanah

Formula untuk memperkirakan nilai CBR lab berdasarkan hasil pengujian lapangan (daya dukung CPT) dapat ditentukan dengan mencari hubungan antara : nilai CBR dengan nilai CPT; nilai CBR dengan daya dukung tanah; dan nilai CPT dengan daya dukung tanah.

Dengan mengasumsikan daya dukung dan CTP merupakan variabel bebas dan nilai CBR variabel tak bebas, maka :

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

- a_0, a_1, a_2 : konstanta
- Y : nilai CBR laboratorium (%)
- X_1 : daya dukung tanah (t/m²)
- X_2 : nilai *Cone Penetrometer Test*

Daya Dukung Tanah

Bila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah. Akhirnya pada suatu saat, terjadi kondisi dimana pada beban yang tetap pondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung telah terjadi.

Daya dukung ultimit (ultimate bearing capacity) (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas, dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka :

$$q_u = \frac{P_u}{A} \dots\dots\dots (2.)$$

- Dimana, q_u = Daya dukung Ultimit
- P_u = Beban Ultimit
- A = Luas Area Beban

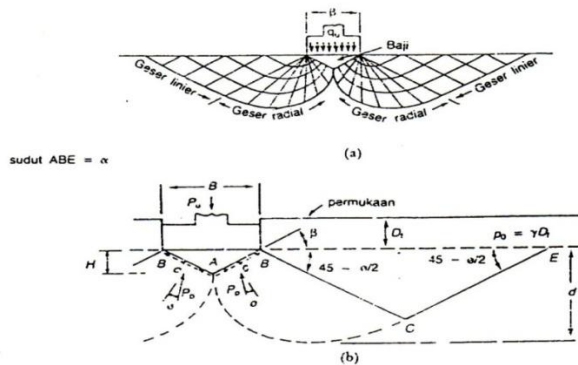
Banyak cara yang telah dibuat untuk merumuskan persamaan daya dukung tanah, namun seluruh persamaan hanya berbentuk pendekatan untuk memudahkan perhitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya.

Analisa keruntuhan daya dukung dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan bersifat plastis. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Prandl, yang kemudian oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1955), E Beer, dan Vesic (1958). Persamaan-persamaan daya dukung tanah yang diusulkan umumnya didasarkan pada persamaan Morh – Coulomb :

$$\tau = c + \tan \Phi \dots\dots\dots(3)$$

Dimana, τ = tahanan geser tanah
 C = kohesi tanah
 Φ = sudut gesek dalam

Beban total pondasi persatuan panjang adalah $P_u = q_u \times B$. karena pengaruh beban P_u , tanah yang berada tepat dibawah pondasi akan membentuk sebuah baji yang menekan tanah ke bawah. Gerakan baji memaksa tanah di sekitarnya bergerak, yang menghasilkan zona geser di kanan dan kirinya. Tiap – tiap zona terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian geser radial (radial shear) yang berdekatan dengan baji, dan bagian geser linier (linier shear) yang merupakan bagian kelanjutan dari bagian geser radialnya.



Gbr. 1 a) Pembebanan pada pondasi dan bentuk area geser b) Bentuk kegagalan

Terzaghi memodifikasi konsep Prandl dan mendapatkan persamaan umum untuk pondasi memanjang :

$$q_u = c N_c + D_f \gamma N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(4)$$

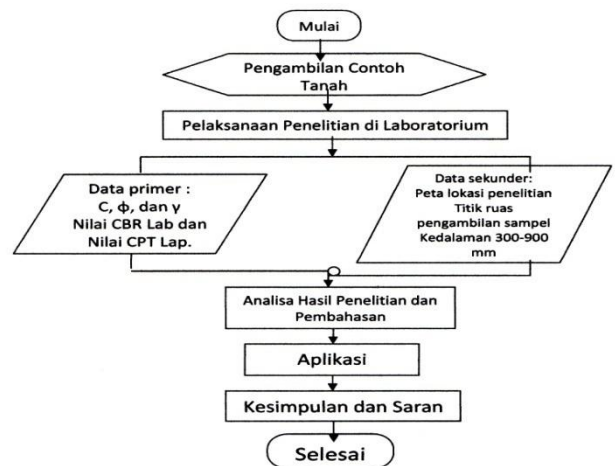
dimana, c = kohesi
 D_f = kedalaman pondasi
 γ = berat volume tanah
 N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah

3. Metodologi Penelitian



Penulisan ini menggunakan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan berdasarkan teori yang telah ditulis

pada beberapa literatur serta membandingkannya dengan hasil pengujian lapangan.



Metode yang digunakan adalah :

1. Studi literatur
2. Pengujian laboratorium, meliputi : pemeriksaan kadar air, berat jenis, batas-batas konsistensi, analisa saringan, hydrometer, pengujian CPT dan pemeriksaan Triaksial.
3. Pair Test Method :
 - a. Sepasang benda uji yang identik dibuat satu benda uji dipakai untuk CBR TEST menurut spesifikasi PB-0113-76 dan yang lain digunakan untuk CP TEST.
 - b. Hasil CP TEST Lapangan kemudian dibandingkan dengan apa yang didapat dari Pair Test Method di Laboratorium.

- Data hasil pengujian lapangan dan laboratorium kemudian dianalisis dengan menggunakan metode regresi.
- Hasil analisis kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan.

5. Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa hasil pengujian CBR laboratorium dan CBR lapangan kadar air, kepadatan tanah (density of soil), daya dukung tanah dapat dilihat keterangan lewat tabel – tabel di bawah ini.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanis Sampel Tanah

Lokasi	Kadar Air (%)	Density (gr/cm ³)	Nilai CPT (%)	Nilai CBR (%)	Kedalaman Rata-rata (mm)	qu (t/m ²)
I	25,8 – 30,85	1,57	3,5	3 – 5,5	13	36,36
II	21,78 – 26,29	1,72	1,4	2,17 – 4,67	11,5	14,138
III	20 – 34,42	1,43	0,6	4,04 – 6	11,17	42,5
IV	31 – 36,58	1,6	4,6	0,037 – 0,6	7,2	41,922
V	24,36 – 28,18	1,475	1,5	4,91 – 8,88	12,3	34,71
VI	20,5 – 35,1	1,118	3,72	3,2 – 7	12,3	14,65
VII	20 – 29	1,5	5,7	2,5 – 5,88	13,5	35,56

Tabel 2. Daya Dukung Tanah

Tabel 3. Kadar Air Dalam Pemeriksaan CBR

Lokasi	CBR Laboratorium (%)			CBR Lap	Kedalaman (cm)
I	3 – 4,2	5,1 – 5,3	3,87 – 4	3, 5	7,5
II	4 – 4,67	3,94 – 4,17	1,83 – 2,17	1, 4	7,5
III	5,25 – 6	4,18 – 4,53	4,04 – 4,67	4, 6	7,5
IV	0,3 – 0,6	0,037 – 0,04	0,04 – 0,06	0, 6	7,5
V	6,54 – 6,88	5,82 – 6,05	4,91 – 4,97	1, 5	7,5
VI	4,2 – 4,33	3,2 – 6,3	4,67 – 7	3, 72	7,5
VII	4,5 – 4,8	2,5 – 2,9	5,83 – 5,88	5, 7	7,5

Tabel 4. CBR Laboratorium dan CBR Lapangan

Lokasi	Kadar Air	Plastisitas	Densitas	CBR Lab	CBR Lap
I	3	3	3	3	3
II	3	3	3	3	3
III	3	3	3	3	3
IV	3	3	3	3	3
V	3	3	3	3	3
VI	3	3	3	3	3
VII	3	3	3	3	3
Jumlah	24	24	24	24	24

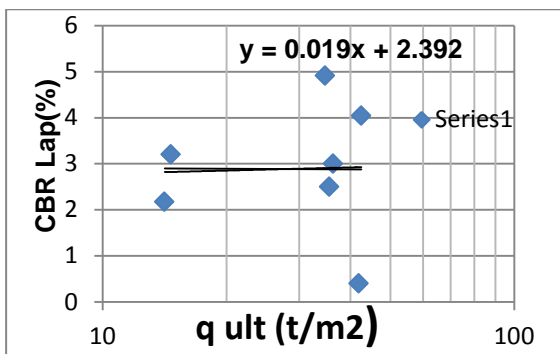
Tabel 5. Distribusi Pengambilan Sample Tanah

Lokasi	1 (%)	2 (%)	3 (%)
I	25,8	30	30,85
II	21,782	25	26,287
III	20	24	34,92
IV	31,08	35,11	36,58
V	24,36	25,95	28,18
VI	20,5	26	35,1
VII	20	27,2	29

6. Pembahasan

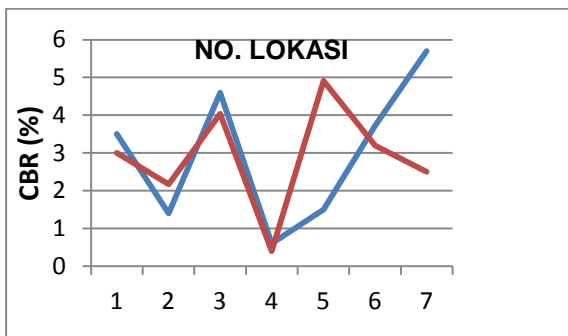
Hasil pengujian sifat fisik dan mekanis dari tanah yang diuji dapat kita lihat melalui analisis berupa grafik hubungan antara CBR Lapangan, CBR Laboratorium, kepadatan tanah (density of soil), kadar air dari pada kedalaman tertentu. Pada tanah lempung di beberapa lokasi, memperoleh kadar air antara 20% – 36,58%,

sedangkan density antara 1.43 gr/cm³ – 1.72 gr/cm³. Adapun nilai CBR laboratorium antara 0.6 % – 7% dan CBR Lapangan antara 0.6 % – 5.7 %. Korelasi hasil uji CBR Lapangan, Kepadatan, Kadar air, Daya dukung (qult) dan CBR Laboratorium dapat dilihat pada Gbr.3, Gbr.4, Gbr.5, Gbr.6, Gbr.7, Gbr.8, Gbr.9, Gbr.10, Gbr.11, Gbr.12, Gbr.13 & Gbr.14. Perkiraan nilai CBR Laboratorium berdasarkan hasil uji CBR Lapangan dan Kepadatan lapangan memperoleh formula dengan mengasumsi lewat analisis grafik dan memperkirakan hasil pengujian CBR yang ditentukan dengan mencari hubungan antara nilai kepadatan, kadar air dan daya dukung batas (qult).



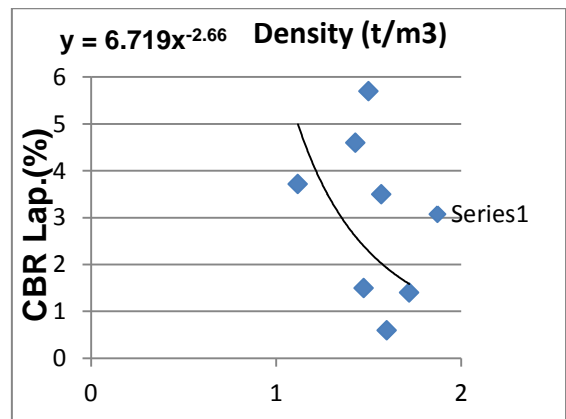
Gbr. 3 grafik hubungan CBR Lapangan

Gbr. 4 grafik hubungan CBR Labor.dengan Daya dukung batas (qult) dengan Daya dukung batas (qult)

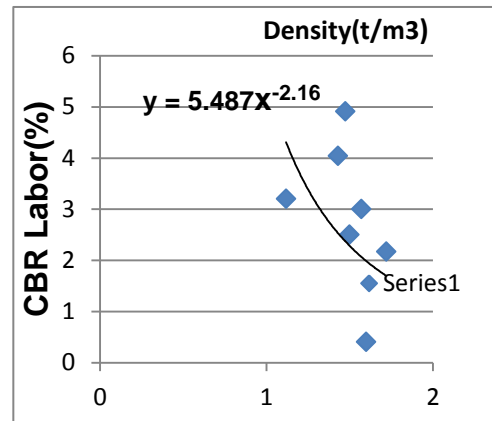


Gbr.5 Grafik hubungan CBR dengan Jumlah lokasi

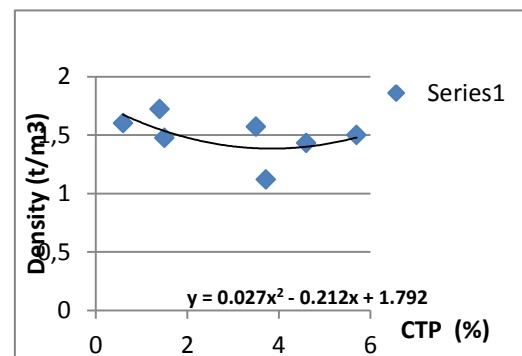
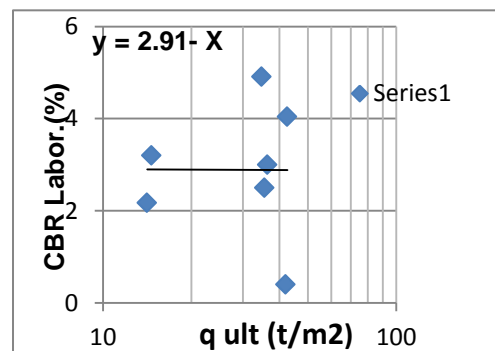
Gbr.6 Grafik hub.density & CPT(%)

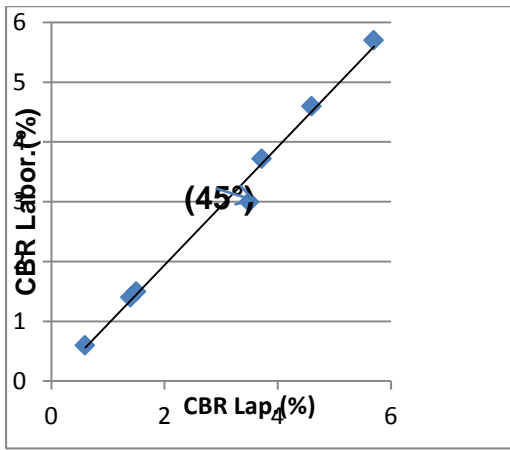


Gbr. 7 Grafik hubungan CBR Lapangan



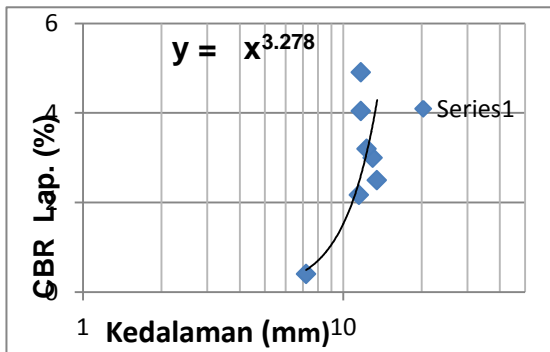
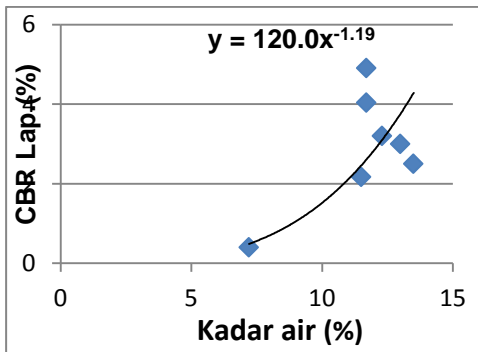
Gbr.8 Grafik hubungan CBR Lap. dengan Density (kepadatanm dengan Density (kepadatan))





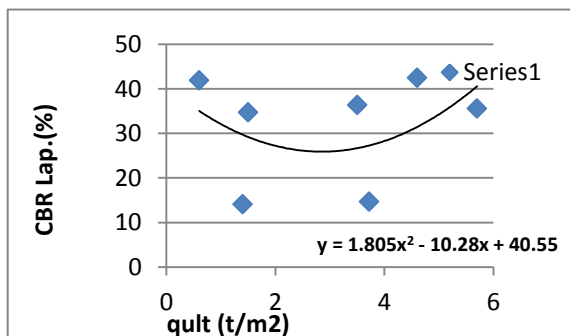
Gbr.9 Grafik hubungan CBR

Gbr.10 Grafik hubungan CBR Lab. dengan CBR Lapangan Lab.dengan kadar air

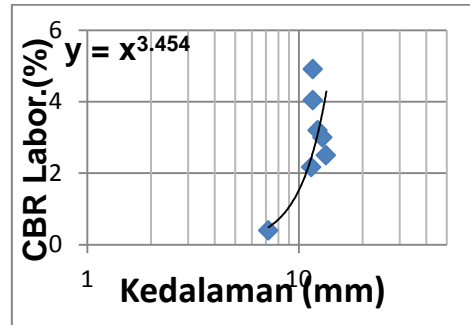


Gbr.11 Grafik hubungan CBR Lap.

Gbr.12 Grafik hubungan CBR Lap.dengan

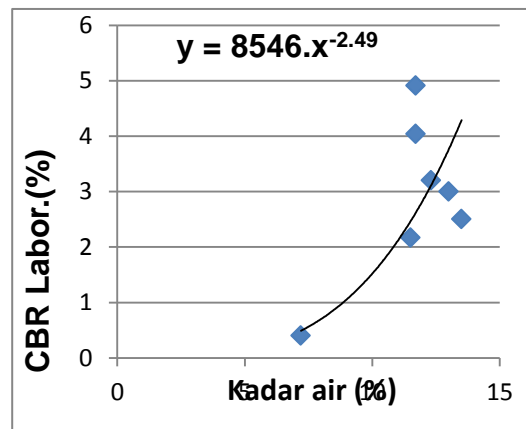


Kedalaman dengan Kadar air



Gbr.13 Grafik hubungan CBR Lap.dengan Kedalaman

Gbr.14 Grafik hubungan CBR Lap.dengan Daya dukung tanah



6. Kesimpulan.

Hasil korelasi uji CBR Laboratorium dengan CBR Lapangan dengan menggunakan persamaan regresi linier dalam penelitian ini, cukup memuaskan karena memperoleh kesamaan, membuktikan kelanjutan analisis dari pada penelitian ini akan tidak diragukan atau kecil penyimpangannya dan dapat diabaikan (dapat dilihat pada Gbr.9). Pada Gbr,5 dapat dilihat CBR Laboratorium dan CBR Lapangan agak berbeda atau meleset sedikit pada lokasi ke 5 dan ke 7. Hasil korelasi kepadatan dengan CBR Laboratorium dan CBR Lapangan memperoleh hubungan persamaan, $y = 5.487 X^{-2.16}$ dan $y = 6.719 X^{-2.66}$, sedangkan hubungan dengan kadar air memperoleh persamaan $y = 8546 X^{-2.49}$ dan $y = 120 X^{-1.19}$, Hubungan CBR- CPT dan (density of soil) juga daya dukung tanah dicerminkan pada Gbr.6 & Gbr.14 dengan persamaan $y = 0,027 x^2 - 0,212x + 1,792$ & $1.805X^2 - 10.28x + 40.55$. Hubungan antara CBR

Laboratorium dan CBR Lapangan dengan daya dukung batas dan kedalamannya, diperoleh persamaan $y = 0.019X + 2.392$, $y = 2.91 - X$ dan $y = X^{3.278}$, $y = X^{3.454}$ dan dapat dilihat pada Gbr.3, Gbr.4 dan Gbr.13 serta Gbr.14.

7. Saran

Diharapkan data penelitian semacam ini harus lebih kompleks, dan bervariasi. Kalau boleh lebih banyak data- data tanah yang sulit (difficult of soil), misalnya lempung sangat lunak (very soft clay), tanah yang terjadi likuifaksi (liquefaction) dan mempunyai index plastis yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Verrujit, F.L. Beringen EH. De Leeuw "Penetration Testing" A.A Balkema/Rotterdam/1982.
- J. De Ruiter "Penetration Testing" Balkema/Rotterdam/1988.
- Braja M.Das "Mekanika Tanah Jilid I" penerbit Erlangga 1994.
- George Geoffrey Meyerhof "Some Recent Research On The Bearing Capacity of Foundation", Canadian Geotechnical Journal Vol. 1, no. 1 Sept, 1963.
- J.E.R. Sumampouw, T. Koumoto, V.V.R.N. Sastry and F.J. Manoppo (Laboratory of Construction Engineering) "Bearing Capacity of Surface Wedge Shaped Foundation" Reprinted from bulletin in The Faculty of Agriculture, Saga University no. 79 Sept. 1995.
- John Assa Skripsi "Perilaku Penetrasi dan Dinamis Cone Pada Tanah Lempung" 1997.
- KOUMOTO, T., KAKU, K., 1982, *Three Dimentional Analysis Of Static Cone Penetration Into Clay*, Proceeding Of European Symposium Penetration Testing/Amsterdam 24-27 May.
- MEYERHOFF. G.G., 1981, *The Bearing Capacity And Settlement Of The Foundation*, Technical University Nova Scotia Halifax, Canada.
- Tatsuya Koumoto "Study Of The Cone Penetration Into Cohesive Soil Based On The Theory Of Plasticity" Reprinted from Agriculture Bulletin of Saga University No. 48 March 1980.
- Terzhagi, K. Peck R.B "Mekanika Tanah dan Praktek Rekayasa", Erlangga 1978.