MENENTUKAN NILAI CBR MENGGUNAKAN ALAT DCP DALAM GRAFIK DAN PERSAMAAN FUNGSI

(Skripsi)

Oleh

YUPI ARDIANTO

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

ABSTRAK

MENENTUKAN NILAI CBR MENGGUNAKAN ALAT DCP DALAM GRAFIK DAN PERSAMAAN FUNGSI

Oleh

YUPI ARDIANTO

Kekuatan tanah dasar memegang peranan penting dalam mendukung suatu konstruksi seperti; jalan, bangunan gedung , jembatan dan sebagainya. Dan untuk menilai kekuatan tanah dasar tersebut, dipergunakanlan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Tetapi seringkali di lapangan, karena keterbatasan transportasi pada daerah pedalaman dan ketersediaan alat pengujian yang cukup memadai, alat yang paling mudah untuk mendapatkan nilai CBR dari tanah dasar tersebut dapat digunakan alat *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP). Dari data pengujian alat DCP tadi, dengan menggunakan fungsi logaritma tertentu sesuai dengan besaran sudut konus dari alat DCP, yaitu 30° atau 60°, yang kemudian digambarkan dalam grafik hubungan antara besaran penetrasi dan jumlah tumbukan, didapatlah besaran nilai CBR.

Grafik hubungan yang digunakan adalah perumusan dari Smith dan Pratt, 1983 untuk sudut konus 30^0 dengan persamaan Log CBR = 2,503 – 1,15 (Log DCP), dan *TRL, Road Note 8, 1990*, untuk sudut konus 60^0 dengan persamaan Log CBR = 2,48 – 1,057 (Log DCP). Sebelumnya sudah ada, grafik hubungan DCP dan CBR, akan tetapi untuk menentukan nilai CBR yang dihasilkan, harus

menggunakan cara diterawang menggunakan kertas lain, dan hal ini cukup menyulitkan jika titik yang diuji sangat banyak jumlahnya. Dengan perhitungan logaritma yang diaplikasikan ke grafik dan persamaan fungsi, diharapkan dapat mempermudah dan mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mengolah data DCP yang diuji.

Pada dasarnya rumus perhitungan logaritma yang ada bisa dijabarkan sebagai log CBR = a + b log DCP. Dengan nilai konstanta a dan b yang berubah-ubah sesuai dengan standar perhitungan yang diakui dan telah diisyaratkan. Melalui perhitungan logaritma itulah, grafik yang hasilkan akan menyesuaikan dan lebih fleksibel untuk dapat dipergunakan, dengan waktu pengerjaan yang lebih cepat juga.

Kata kunci : Tanah dasar, grafik DCP, hubungan DCP dan CBR, logaritma DCP

ABSTRACT

DETERMINE CBR VALUES USING DCP IN GRAPHIC AND EQUATION

By

YUPI ARDIANTO

The soil strength plays an important role in supporting a construction, such as; roads, buildings, bridges and so on. And to assess the soil strength, using the value of CBR (California Bearing Ratio). Often in the field, due to the limited of transportation and the availability of adequate testing tools, the easiest way to obtaining CBR values, using the Dinamic Cone Penetrometer (DCP). From the data test from DCP, using a certain logarithmic function of the constituent 30° or 60°, and then depicted in the graph of the relationship between the penetration quantity and the number of collisions, the value of CBR is obtained.

The relation graph used is the logaritmic function of Smith and Pratt, 1983 for a 30^0 conical angle with CBR = 2.503 - 1.15 (Log DCP), and TRL, Road Note 8, 1990, for a 60^0 conical angle with CBR = 2,48 - 1,057 (Log DCP). Previously existing graphs of DCP and CBR value, however, to determine the CBR value, using other papers to determine the CBR, and this is quite difficult if the tested points is at a large number. With logarithmic calculations applied to graphs and function equations, it is expected to simplify and shorten the time required to process the DCP to obtain CBR values.

Basically the logarithmic calculation formula is CBR = a + b log DCP. With the constant values of a and b varying according to the standard of calculation and have been hinted at. Through logarithmic calculations, the resulting graph will adjust and more flexible to be used, with cost less time as well.

Keywords: subgrade test, DCP graph, DCP and CBR, DCP logarithm

MENENTUKAN NILAI CBR MENGGUNAKAN ALAT DCP DALAM GRAFIK DAN PERSAMAAN FUNGSI

Oleh

YUPI ARDIANTO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Lampung

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

Judul Skripsi : **MENENTUKAN NILAI CBR MENGGUNAKAN ALAT DCP DALAM GRAFIK DAN PERSAMAAN FUNGSI**

Nama Mahasiswa : **Yupi Ardianto**

No. Pokok Mahasiswa : **0845011039**

Jurusan : **Teknik Sipil**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ir. Setyanto, M.T.	**Iswan, S.T., M.T.**
NIP. 195508301984031001	NIP. 197206082005011001

2. Ketua Jurusan

Gatot Eko Susilo, S.T. M.Sc., Ph.D.
NIP. 197009151995031006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

   Ketua : Ir. Setyanto, M.T. .....

   Sekretaris : Iswan, S.T., M.T. .....

   Penguji
   Bukan Pembimbing : Ir. Idharmahadi Adha, M.T. .....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : Oktober 2017

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2017

Yupi Ardianto

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kudus, pada tanggal 26 Mei 1980. Penulis merupakan anak Pertama dari 4 (empat) bersaudara pasangan Bapak Haryanto dan Ibu Sunarni

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Kristen Gergaji Semarang pada tahun 1992, Sekolah Menengah Pertama Negeri di SMPN 10 Semarang yang diselesaikan pada tahun 1995, dan Sekolah Menengah Atas Negeri di SMAN 5 Semarang diselesaikan pada tahun 1998.

Pada tahun 2008, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

SANWACANA

Shalom dan Salam Sejahtera,

Puji syukur Penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi yang berjudul "**Menentukan Nilai CBR Mengunakan Alat DCP Dalam Grafik Dan Persamaan Fungsi**" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Dalam kesempatan dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T. M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

3. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi, juga selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan, serta nasehat selama penulis menyusun skripsi dan menempuh perkuliahan.
4. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I skripsi, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan, serta nasehat selama penulis menyusun skripsi.
5. Bapak Iswan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II skripsi, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan, serta nasehat selama penulis menyusun skripsi.
6. Seluruh Dosen pengajar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi Mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
7. Seluruh karyawan di Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, DEA , Pak Supardin, Pak Miswanto, Pak Budi, Bayu, Andi dan Harjo yang telah memberikan bantuan dan dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Kedua orang tuaku, adikku Bayu, Dainty dan Dita serta istriku Emi dan anakku Samuel yang aku sayangi yang telah memberikan doa serta dukungan dalam penyelesaian skripsi maupun dalam menyelesaikan kuliah di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Teman - teman seperjuangan : Daniel Fajaryanto, Nurul Kodim, Syahrizal Adri dan I Putu Sastrawijaya, terima kasih untuk bantuannya sampai penulisan skripsi.

11. Teman – temanku : Angkatan 2004 s.d. 2008 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebaikan, kebersamaan, dukungan dan bantuan selama perkuliahan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca. Selain itu penulis berharap dan berdoa, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis selalu diberkati oleh Tuhan.

Bandar Lampung, 2017

Penulis,

Yupi Ardianto

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL iii

DAFTAR GAMBAR iv

I. PENDAHULUAN..... 1

A. Latar Belakang..... 1

B. Rumusan Masalah 2

C. Pembatasan Masalah 3

D. Tujuan Penelitian.....3

E. Manfaat Penelitian 3

II. TINJAUAN PUSTAKA 5

A. Tanah.....5

1. Pengertian Tanah.....5

2. Klasifikasi Tanah.....6

B. California Bearing Ratio (CBR).....12

1. Kegunaan CBR.....12

2. Jenis CBR..... 12

1. CBR Lapangan..... 12

2. CBR Lapangan Rendaman 13

3. CBR Laboratorium 14

3. Pengujian Kekuatan dengan CBR..... 14

C. Dynamic Cone Penetrometer (DCP).....15

1. Sejarah DCP..... 15

2. Alat DCP..... 19

III. METODE PERHITUNGAN 22

A. Analisis Perhitungan.....22

1. Sudut Konus 30^0.....23

2. Sudut Konus 60^0.....24

B. Bagan Alir Penelitian..... 26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 27

A. Membuat Grafik Korelasi DCP dan CBR 27

1. Sudut Konus 30^0 27

2. Sudut Konus 60^0 31

V. KESIMPULAN DAN SARAN 35

A. Kesimpulan…….....35

B. Saran 36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

TABEL Hal

1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unfield* 8

2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO 11

3. Beban Penetrasi Bahan Standar 15

4. Perhitungan Nilai CBR terhadap DCP sudut konus 30^0 28

5. Perhitungan Nilai CBR terhadap DCP sudut konus 60^0 32

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR Hal

1. Grafik Plastisitas..... 10

2. Grafik korelasi antara DCP dan CBR Lapangan..... 18

3. Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 20

4. Bagan Alir Penelitian 26

5. Grafik Nilai CBR dan DCP dengan sudut konus 30^0..... 29

6. Grafik Fungsi DCP Sudut konus 30^0..... 29

7. Grafik Nilai CBR dan DCP dengan sudut konus 60^0..... 33

8. Grafik Fungsi DCP Sudut konus 60^0..... 33

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan komponen utama *subgrade* yang memiliki karakteristik, macam, dan keadaan yang berbeda-beda, sehingga setiap jenis tanah memiliki kekhasan perilaku. Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya (Silvia Sukirman, 1999).

Kekuatan tanah dasar memegang peranan penting dalam mendukung suatu konstruksi seperti; jalan, bangunan gedung , jembatan dan sebagainya. Pada jalan raya, kekuatan struktur suatu perkerasan jalan sangat bergantung pada daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum. Bila perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan secukupnya, maka jalan tersebut akan mengalami kerusakan. Dan untuk menilai kekuatan tanah dasar tersebut, dipergunakanlan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

Banyak cara untuk mengestimasi nilai CBR, diantaranya dengan soil grading dan data plastisitas tanah. Tetapi seringkali di lapangan, karena keterbatasan transportasi pada daerah pedalaman dan ketersediaan alat pengujian yang cukup memadai, alat yang paling mudah untuk mendapatkan nilai CBR dari tanah dasar tersebut dapat digunakan alat *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP).

Menurut *Harison, J.A., Correlation of CBR and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils. Australian Road Research 16(2), June, 1986* dalam menentukan dan memperkirakan nilai CBR tanah atau bahan granular dapat menggunakan beberapa metode, namun yang cukup akurat dan paling murah sampai saat ini adalah dengan Penetrasi Konus Dinamis atau dikenal dengan nama *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Di samping itu DCP adalah salah satu cara pengujian tanpa merusak atau *Non Destructive Testing* (NDT), yang digunakan untuk lapis pondasi batu pecah, pondasi bawah sirtu, stabilisasi tanah dengan semen atau kapur dan tanah dasar.

Cara uji ini juga lebih banyak digunakan daripada melakukan pengujian di laboratorium dengan waktu yang lama dan peralatan yang lengkap.

B. Rumusan Masalah

Uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) sudah banyak dilakukan di Indonesia dalam bidang geoteknik dan transportasi, untuk mengevaluasi sifat-sifat tanah dasar ataupun perkerasan lentur. Penelitian yang sudah pernah dilakukan menghasilkan adanya korelasi nilai antara CBR dan DCP di beberapa jenis tanah.

Terdapat banyak cara mengolah data DCP untuk dikonversikan menjadi nilai CBR. Diantaranya dengan menggunakan grafik DCP dan perhitungan logaritma berdasarkan pada penggunaan alat DCP dengan sudut konus tertentu. Grafik DCP yang telah ada, tidak memuat langkah-langkah dalam

membuat grafik, dan dalam penelitian ini akan dijelaskan langkah-langkah dalam pembuatan grafik DCP tersebut berserta pembahasannya, dan juga tentang cara menentukan nilai CBR berdasarkan data DCP dengan cara yang lebih sederhana.

C. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, dibatasi hanya menggunakan perhitungan logaritma pengolahan data DCP untuk mencari nilai CBR yang sering digunakan pada umumnya. Alat DCP yang digunakan biasanya mempunyai sudut konus 30^0 dan sudut 60^0. Perhitungan ini menggunakan program Microsoft Excel untuk melakukan perhitungan logaritma dari kedua sudut konus tersebut.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk lebih memahami bagaimana pengolahan data DCP untuk dapat dikonversikan menjadi nilai CBR, dengan grafik maupun fungsi matematika yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dimengerti dan digunakan. Dan juga untuk memberikan dasar perhitungan bagi penggunaan fungsi logaritma yang lainnya berdasarkan jenis tanah yang akan dilakukan pengujian.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Pengembangan ilmu pengetahuan mekanika tanah khususnya tentang korelasi nilai CBR dan DCP.

2. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan nilai CBR dari data DCP, dengan menggunakan fungsi logaritma menjadi grafik korelasi nilai CBR dan DCP.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). (Hardiyatmo, 2001). Tanah juga dapat didefinisikan sebagai bahan kulit bumi yang belum terkonsolidasi (Kasiro, 1994)

Menurut Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

a) Berankal (*Boulders*), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobbles) atau pebbes.

b) Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.

c) Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 sampai 5 mm) sampai halus (< 1mm).

d) Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm.

e) Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesif pada tanah yang "kohesif'.

2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah, untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, dan juga berguna untuk menyampaikan informasi mengenai keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk suatu data dasar.

Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1991).

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Tetapi yang paling umum digunakan adalah :

a. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (*Unified Soil Classification / UCS*).
b. Sistem klasifikasi AASHTO.

1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

   Sistem klasifikasi tanah *Unified* mendefinisikan tanah sebagai :

   a. Berbutir kasar apabila >50 % tertahan pada saringan No. 200
   b. Berbutir halus apabila > 50 % dapat lolos saringan No. 200

   Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung pada analisa ukuran butiran dan distribusi ukuran partikel. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal di bawah ini :

   a. Kerikil apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4
   b. Pasir apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 4 dan No. 200

   Klasifikasi tanah berbutir halus membutuhkan bagan plastisitas atau bagan A seperti terlihat pada Tabel 1. Setiap tanah dikelompokkan sesuai dengan koordinat indeks plastisitas dan batas cairnya. Tanah berbutir ini dibagi menjadi lanau (M). Lempung Anorganik (C) dan Tanah Organik (O) tergantung bagaimana tanah itu terletak pada grafik plastisitas.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Devisi Utama					Simbol Kelompok	Nama Jenis
Tanah Berbutir Kasar	(Lebih dari 50% butiran tertahan pada saringan no. 200)	Kerikil	Lebih dari 50% fraksi kasar tertahan pada saringan no. 4	Kerikil Bersih	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
					GP	Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
				Kerikil dengan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
					GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
		Pasir	Lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4	Pasir Bersih	SW	Pasir bergradasi baik dan pasir bekerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
					SP	Pasir bergradasi buruk dan pasir bekerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
				Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
					SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung

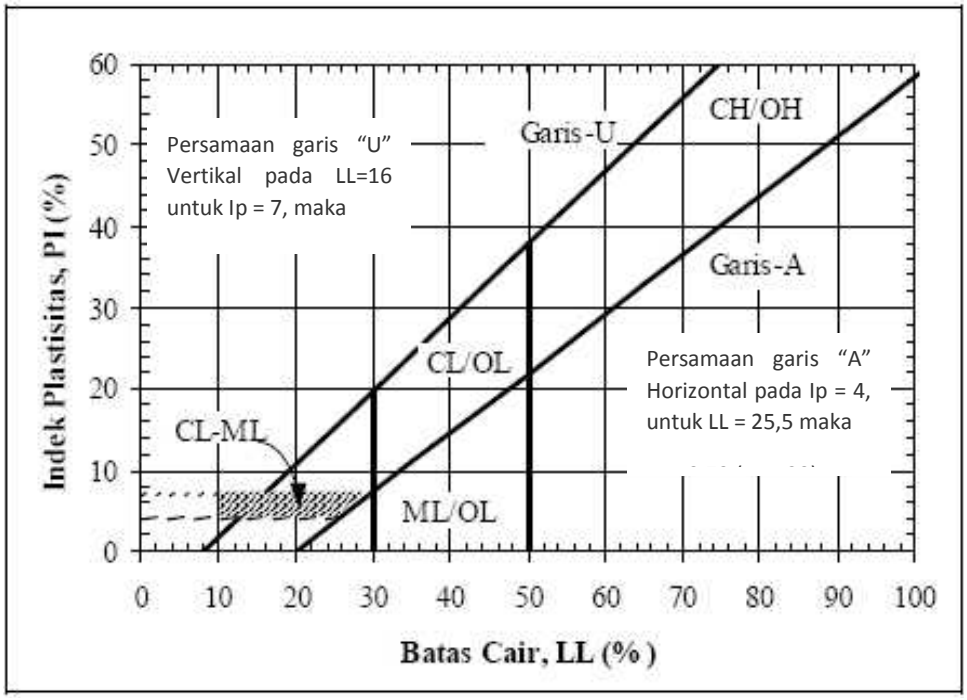
Sumber : DAS, 1993.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (lanjutan)

Devisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis
Tanah Berbutir Halus (Lebih dari 50% butiran lolos saringan no. 200)	Lanau dan Lempung (Batas cair 50% atau kurang)	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah s.d sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus
		OL	Lempung organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
	Lanau dan Lempung (Batas cair lebih dari 50%)	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk
		OH	Lempung organik dengan plasitisitas sedang sampai dengan tinggi
Tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		Pt	Peat (gambut), muck (rawa) dan jenis tanah organik tinggi yang lain

				Kriteria Klasifikasi	
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus	GW, GP, SW, SP	GM, GC, SM, SC	Klasifikasi perbatasan yang memerlukan simbol ganda	$C_U = D_{60}/D_{10}$ lebih besar dari 4	
				$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$ diantara 1 dan 3	
				Tidak memenuhi semua syarat untuk GW	
				Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4	Di atas garis A dengan IP antara 4 dan 7 merupakan kasus antara yang membutuhkan simbol ganda
	Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200	Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200	5% sampai 12% lolos ayakan No. 200	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7	
				$C_U = D_{60}/D_{10}$ lebih besar dari 6	
				$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$ diantara 1 dan 3	
				Tidak memenuhi semua syarat untuk SW	
				Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4	Di atas garis A dengan IP antara 4 dan 7 merupakan kasus antara yang membutuhkan simbol ganda
				Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7	

Sumber : DAS, 1993.



Sumber : Bowles, 1991

Gambar 1. Grafik Plastisitas

2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO

   Sistem klasifikasi ini mengklasifikasikan tanah ke dalam delapan kelompok, A1-A8. Percobaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis. Akan tetapi secara garis besarnya klasifikasi AASHTO ini mengelompokkan tanah menjadi 2 kelompok besar yaitu kelompok tanah berbutir kasar (< 35 % lolos saringan no. 200) dan kelompok tanah berbutir kasar (> 35 % lolos saringan no. 200)

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Klasifkasi Umum	**Bahan-bahan berbutir (35 % atau kurang lolos No. 200)**							**Bahan-bahan lanau lempung (lebih dari 35 % lolos No. 200)**			
Klasifikasi Kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b		A-24	A-25	A-26	A-27				A-75 A-76
Analisa Saringan											
Persen lolos :											
No. 10	≤ 50										
No. 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Karakteristik Fraksi lolos No. 40											
Batas Cair :				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 41	≥ 41	≤ 40	≥ 41
Indeks Plastisitas :	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Indeks Kelompok	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batu, kerikil & pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk		buruk	

Sumber : Bowles, 1989.

B. California Bearing Ratio (CBR)

1. Kegunaan CBR

Metode perencanaan perkerasan jalan yang digunakan sekarang yaitu dengan metode empiris, yang biasa dikenal CBR (*California Bearing Rati*o). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

2. Jenis CBR

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

a. CBR Lapangan
b. CBR Lapangan Rendaman
c. CBR Laboratorium

1. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga *CBR inplace* atau *field CBR* dengan kegunaan sebagai berikut :

a. Mendapatkan CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah dasar. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal

lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi.

b. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan ini tidak umum digunakan. Metode pemeriksaannya dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk (Sukirman, 1993).

2. CBR Lapangan Rendaman

CBR Lapangan rendaman ini berfungsi untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum. Pemeriksaan dilaksanakan pada musim kemarau dan kondisi tanah dasar tidak dalam keadaan jenuh air. Metode pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam *mold* yang ditekan masuk ke dalam tanah mencapai kedalaman tanah yang diinginkan. *Mold* yang berisi contoh tanah yang dikeluarkan dan direndam dalam air selama 4 hari sambil diukur pengembangannya (*swelling*). Setelah pengembangan tidak terjadi lagi maka dilaksanakan pemeriksaan CBR. Metode ini digunakan pada badan jalan yang sering terendam air pada musim hujan.

3. CBR Laboratorium

CBR Laboratorium dapat disebut juga CBR Rencana Titik. Tanah dasar pada jalan baru merupakan tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan.

3. Pengujian Kekuatan dengan CBR

Alat yang digunakan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai *piston* dengan luas 3 inch dengan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inch/menit, *Proving Ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2”, yaitu dengan rumus sebagai berikut :

CBR0,1” = x/3000 x 100%

CBR0,2” = y/4500 x 100%

Dimana :

x = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1”

y = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2”

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR diatas.

Berikut ini adalah tabel beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar :

Tabel 3. Beban penetrasi bahan standar

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Beban Standar (lbs/inch)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

C. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

1. Sejarah DCP

Beberapa organisasi internasional mempunyai beberapa jenis alat pengukur daya dukung tanah dan dibuat korelasi antara hasil pengukuran alat *DCP* dengan pengukuran daya dukung tanah yang lain.

a. *Scala (1956)* mengembangkan portable *DCP* dengan nama *Scala Penetrometer* yang kemudian dirangkum dalam *New Zealand Standard*. Scala mengmbangkan *DCP* karena alat ini memiliki korelasi yang bagus dengan *CBR*. Alat ini kemudian dimodifikasi oleh *Van Buuren (1969)* di Zimbabwe.

b. *Country Road Board, Australia (1969)* mengkorelasikan pula *DCP* dengan *CBR* untuk nilai *CBR* sampai 50%.

c. *Tansvaal Roads Department (1974), Central African Standard* mengembangkan *DCP*, alatnya berupa tangkai baja diameter 16 mm dan konus baja diameter 20 mm dengan sudut konus 60^0. Berat palu 8 kg yang diluncurkan melalui tangkai baja berdiameter 25 mm, tinggi jatuh 575 mm.

d. *Belgian Road Research Center (BRRC, 1978) Brussel*, melaksanakan studi tentang Light Percussion Sounding Apparatus (*Kindermans*, 1976) nama lain dari *DCP* yang secara intensif digunakan sebagai alat survai awal pada pekerjaan geoteknik untuk jalan raya. Pada tahun 1978, BRRC atau CRR mengoperasikan suatu prosedur *DCP* sebagai suatu standar.

e. *Transport Road Research* (TRL, 1993), mengembangkan prosedur pengujian lapis perkerasan dengan *DCP*, menggunakan hubungan sebagai berikut :

1. *Van Buuren*, 1969, (Konus 60^0)

   Log *CBR* = 2,632 – 1,28 (Log *DCP*)

2. *Kleyn & Harden*, 1983, (Konus 30^0)

   Log *CBR* = 2,555 – 1,145 (Log *DCP*)

3. *Smith dan Pratt*, 1983, (Konus 30^0)

   Log *CBR* = 2,503 – 1,15 (Log *DCP*)

4. *TRL, Road Note 8, 1990*, (Konus 60^0)

   Log *CBR* = 2,48 – 1,057 (Log *DCP*)

f. Penelitian yang sangat intensif telah dilakukan untuk menghasilkan hubungan empiris antara *DCP* dan *CBR*. Pada literatur yang berjudul *Potential Applications of Dynamic and Static Cone Penetrometers in MDOT Pavement Design and Construction. US Department of Transportation Federal Highway Administration* dijelaskan beberapa penelitian yang telah dilakukan dan menghasilkan korelasi antara nilai *DCP* dan *CBR*, contohnya, *Kleyn, 1975; Harison, 1987; Livneh, 1987; Livneh and Ishai, 1988; Chua, 1988; Harison, 1983; Van Vuuren, 1969; Livneh, et. al., 1992; Livneh and Livneh, 1994; Ese et. al., 1994; and Coonse, 1999.*

Adapun persamaan log adalah sebagai berikut :

1. *Livneh, 1987*; material kerikil dan kohesif

   Log(CBR) = 2.56 - 1.16 log (DCPI)

2. *Harison, 1987*; material kerikil dan kohesif

   Log(CBR) = 2.55 - 1.14 log (DCPI)

3. *Livneh et al. , 1992*; material kerikil dan kohesif

   Log(CBR) = 2.45 - 1.12 log (DCPI)

4. *Webster et al., 1992*; material macam-macam jenis tanah

   Log(CBR) = 2.46 - 1.12 log (DCPI)

5. *Kleyn, 1975*; material jenis tanah yang tidak diketahui

   Log(CBR) = 2.62 - 1.27 log (DCPI)

6. *Ese et al., 1995*; material agregat tanah dasar

   Log(CBR) = 2.44 - 1.07 log (DCPI)

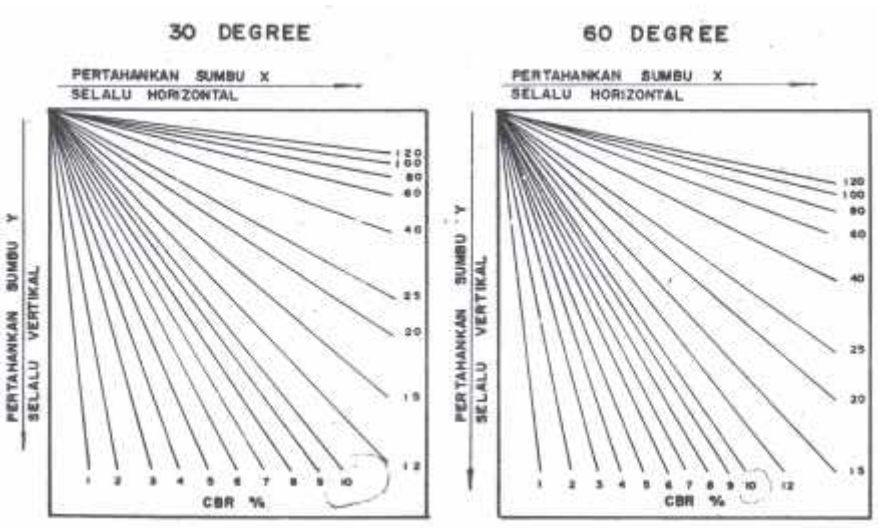
7. *NCDOT, Pavement, 1998*; material agregat tanah dasar dan kohesif

   Log(*CBR*) = 2.60 – 1.07 log (*DCP*I)

8. *Coonse, 1999*; material tanah residu *Piedmound*

   Log(CBR) = 2.53 -1.14 log (DCPI)

g. Pada buku Perkerasan Lentur Jalan Raya, yang diterbitkan oleh Penerbit Nova, oleh Silvia Sukirman, dengan hubungan grafik DCP dan CBR untuk sudut 30^0 dan sudut 60^0, sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik korelasi antara DCP dan CBR Lapangan
Sumber : Sukirman, Silvia, Edisi 1993, “Perkerasan Lentur Jalan Raya”, Bandung : Nova. Nova, Bandung

Dari persamaan logaritma tersebut di atas, dapat diambil contoh persamaan hubungan untuk jenis-jenis tanah kerikil, kohesif, bermacam-macam jenis tanah, sampai material jenis tanah yang tidak diketahui.

Namun sampai saat ini alat *DCP* yang sudah banyak dikenal dan digunakan adalah *DCP* yang diperkenalkan oleh TRL yang dilaporkan pada *Overseas Road Note* 31, Grafik hubungan yang digunakan adalah perumusan dari Smith dan Pratt, 1983 untuk sudut konus 30^0 dengan persamaan Log *CBR* = 2,503 – 1,15 (Log *DCP*), dan TRL, 1990 untuk sudut konus 60^0 dengan persamaan Log *CBR* = 2,48 – 1,057 (Log *DCP*).

2. Alat DCP

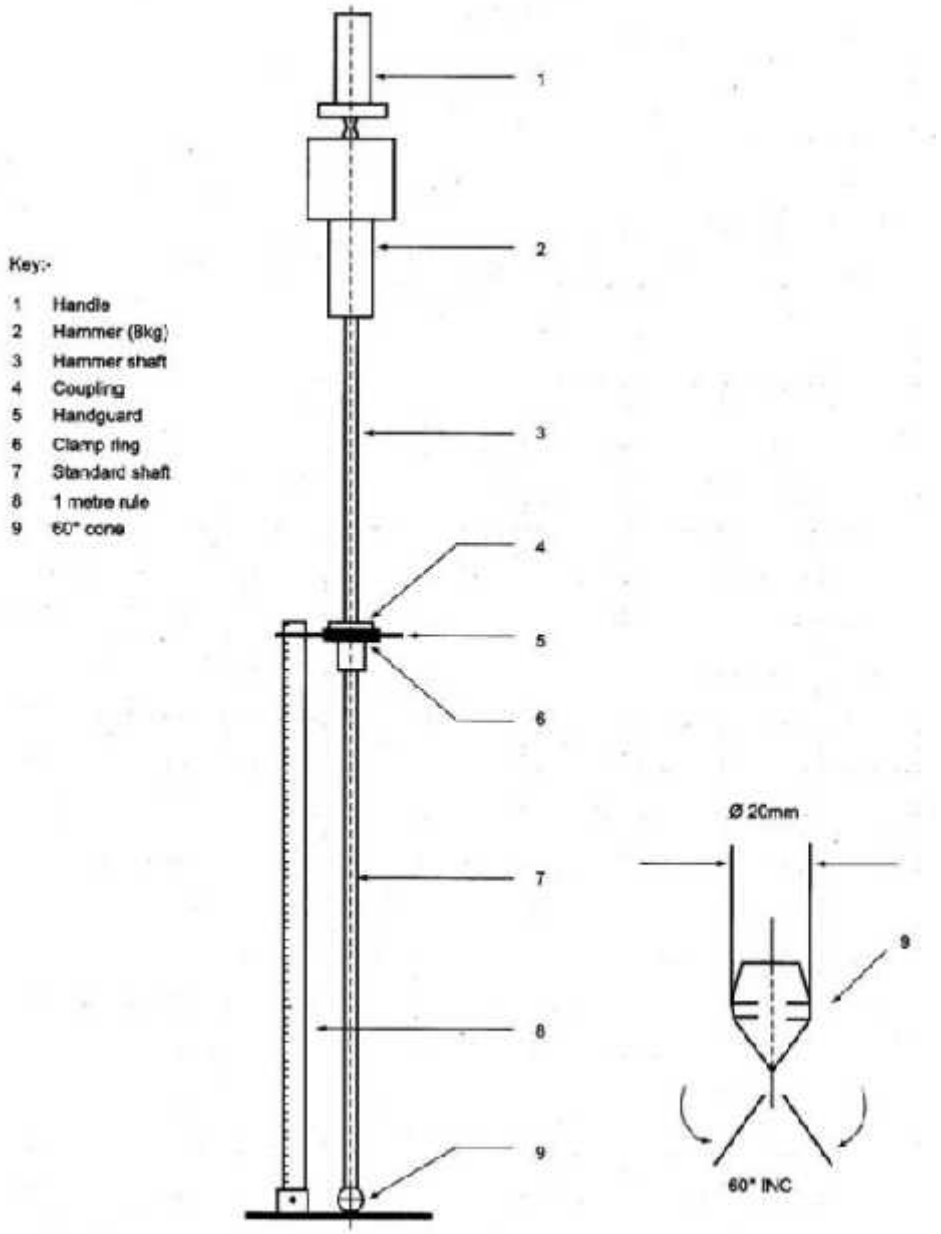
Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku, seperti :

1. Bagian atas yang terdiri dari,
   a. Pemegang;
   b. Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi-jatuh setinggi 575 mm;
   c. Penumbuk berbentuk silinder berlubang, berat 8 kg.
2. Bagian tengah yang terdiri dari,
   a. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja;
   b. Cincin peredam kejut;
   c. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman.
3. Bagian bawah yang terdiri dari,
   a. Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm;
   b. Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya;
   c. Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja;

d. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60° atau 30°;

e. Cincin pengaku.

Adapun contoh alat uji DCP, bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. Alat *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Sumber: *Transport Research Laboratory Department for International Development*

Pada umumnya pada hasil pemeriksaan DCP dapat dinyatakan dengan:

a. Penetrabilitas Skala Penetrometer (Scale of Penetrometer Penetrability = SPP), yang menyatakan mudah atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan dalam : cm/tumbukan

b. Tahanan Skala Penetrasi (Skala of Penetration Resistance = SPR), yang menyatakan sukar atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Data lapangan umumnya dalam SPP, tetapi dalam analisis data digunakan SPR. Korelasi dengan nilai CBR diperoleh dengan mempergunakan kertas transparan

III. METODE PERHITUNGAN

A. Analisis Perhitungan

Dari beberapa metode untuk mencari nilai CBR menggunakan alat DCP, yang sudah banyak dikenal dan digunakan adalah DCP yang diperkenalkan oleh *TRL* yang dilaporkan pada *Overseas Road Note 31*, Grafik hubungan yang digunakan adalah perumusan dari Smith dan Pratt, 1983 untuk sudut konus 30^0 dengan persamaan Log CBR = 2,503 – 1,15 (Log DCP), dan *TRL, Road Note 8, 1990*, untuk sudut konus 60^0 dengan persamaan Log CBR = 2,48 – 1,057 (Log DCP).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan hubungan DCP dan CBR seperti pada rumus berikut ini :

Log CBR = a + b Log DCP

Dimana DCP = nilai DCP (*mm/blow*)

a = nilai konstanta antara 2,44 s/d 2,632

b = nilai konstanta antara – 1,057 sd – 1,28

1. Sudut Konus 30^0

Log CBR = 2,503 – 1,15 (Log DCP)

Dari persamaan logaritma diatas, kita dapat mencari nilai DCP. Persamaan diatas dapat kita tulis sebagai berikut :

$$1{,}15\text{Log DCP} = 2{,}503 - \text{Log CBR}$$

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503 - \text{Log CBR}}{1{,}15} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Jika kita misalkan nilai CBR = 1%, maka :

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503 - \text{Log}(1)}{1{,}15}$$

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503}{1{,}15}$$

$$\text{Log DCP} = 2{,}1765$$

$$\text{DCP} = 150{,}149$$

Karena DCP adalah *mm/blow*, sehingga dapat diartikan dengan, nilai DCP untuk CBR 1% adalah penurunan sebesar 150,149 *mm/blow*.

Nilai 150,1488 adalah nilai untuk penurunan per pukulan jatuh DCP, pada umumnya pembacaan tinggi jatuh adalah sebanyak 5 pukulan, maka penurunan yang terjadi adalah kumulasi dari tiap pukulan tersebut, yaitu :

150,149 *mm/blow* x 5 *blow* = 750,744 *mm/* 5 *blow*.

Dari perhitungan diatas, kita dapat gunakan untuk mencari nilai CBR yang lainnya, untuk nantinya dapat kita buat grafik korelasi antara nilai CBR dan DCP sudut konus 30^0.

2. Sudut Konus 60^0

Log CBR = 2,48 – 1,057 (Log DCP)

Dari persamaan logaritma diatas, kita dapat mencari nilai DCP. Persamaan diatas dapat kita tulis sebagai berikut :

$$1{,}057\text{Log DCP} = 2{,}48 - \text{Log CBR}$$

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}48 - \text{Log CBR}}{1{,}057} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Jika kita misalkan nilai CBR = 1%, maka :

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}48 - \text{Log}(1)}{1{,}057}$$

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}48}{1{,}057}$$

$$\text{Log DCP} = 2{,}3463$$

$$\text{DCP} = 221{,}954$$

Karena DCP adalah *mm/blow*, sehingga dapat diartikan dengan, nilai DCP untuk CBR 1% adalah penurunan sebesar 221,954 *mm/blow*.

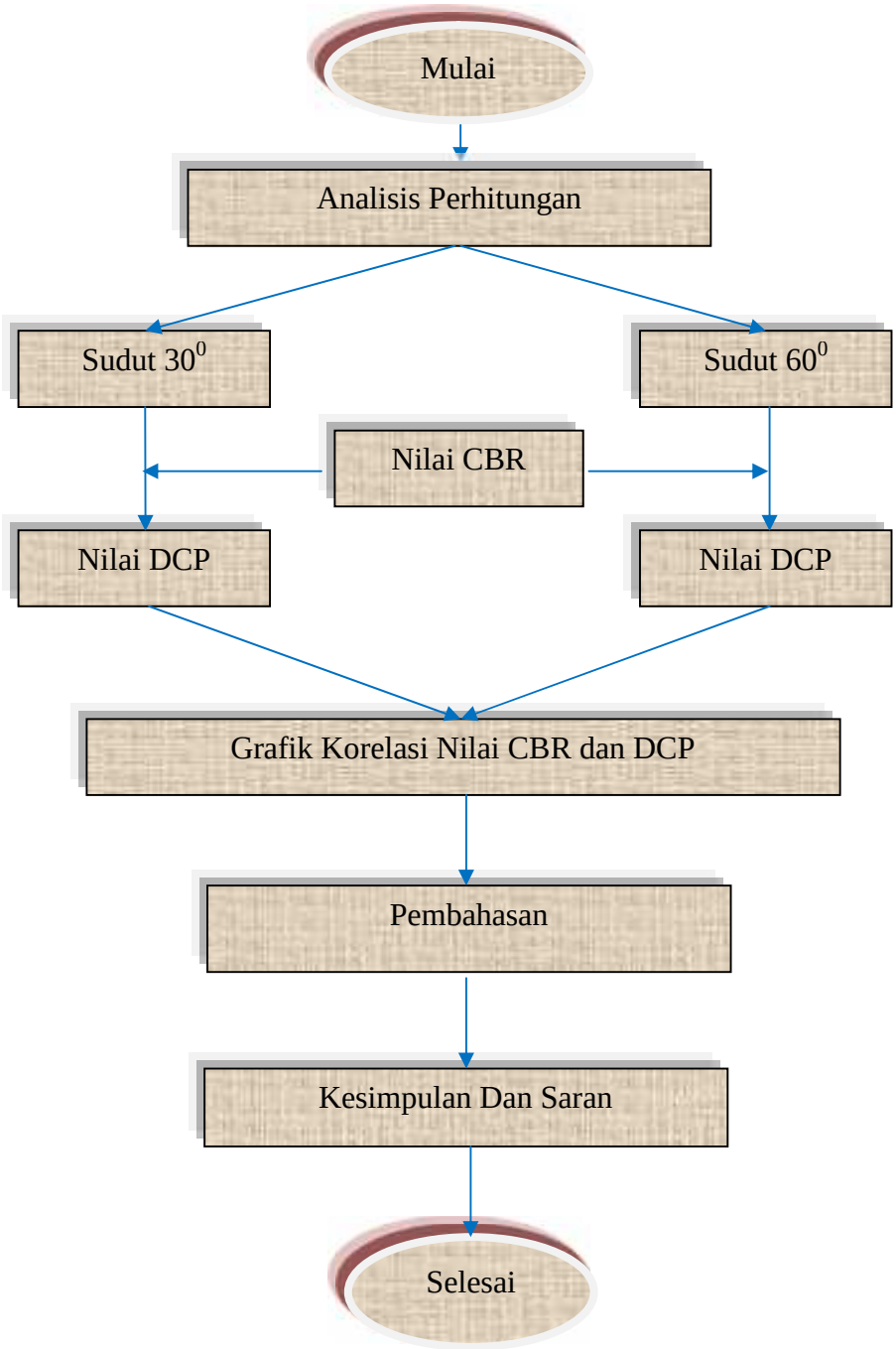
Nilai 221,954 adalah nilai untuk penurunan per pukulan jatuh DCP, pada umumnya pembacaan tinggi jatuh adalah sebanyak 5 pukulan, maka penurunan yang terjadi adalah kumulasi dari tiap pukulan tersebut, yaitu :

221,954 *mm/blow* x 5 *blow* = 1109,77 *mm* / 5 *blow*.

Dari perhitungan diatas, kita dapat gunakan untuk mencari nilai CBR yang lainnya, untuk nantinya dapat kita buat grafik korelasi antara nilai CBR dan DCP sudut konus 60^0.

B. Bagan Alir Penelitian

Untuk menyederhanakan kegiatan penelitian, maka dibuatlah suatu bagan alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Membuat Grafik Korelasi DCP dan CBR

1. Sudut Konus 30^0

Rumus logaritma untuk sudut konus 30^0 adalah

Log CBR = 2,503 – 1,15 (Log DCP)

Pada bab sebelumnya, diketahui untuk nilai CBR = 1% penurunan yang terjadi adalah 150,149 *mm/blow atau* 750,744 *mm/* 5 *blow*.

Dari persamaan 1 pada bab sebelumnya :

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503 - \text{Log CBR}}{1{,}15}$$

Jika CBR = 1%, maka :

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503 - \text{Log}(1)}{1{,}15}$$

$$\text{Log DCP} = \frac{2{,}503}{1{,}15}$$

$$\text{Log DCP} = 2{,}1765$$

$$\text{DCP} = 150{,}149 \textit{ mm/ blow}$$

Karena grafik CBR yang akan dibuat yang mewakili 5 pukulan, maka :

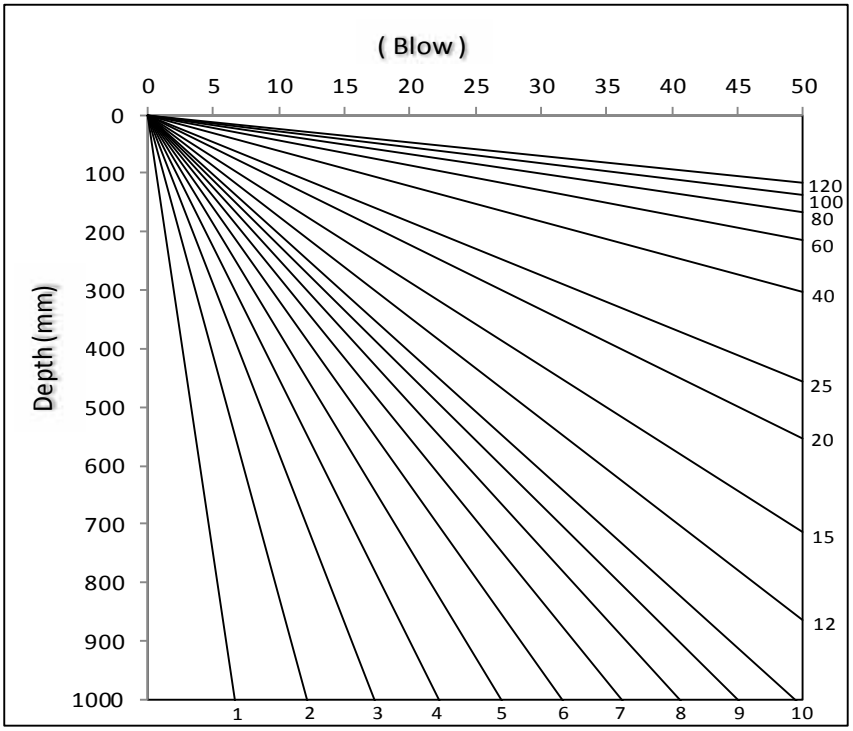
150,149 *mm/blow* x 5 *blow* = 750,744 *mm/* 5 *blow*.

Dengan membuat perhitungan setiap 5 pukulan, dengan total 50 pukulan, menggunakan perhitungan diatas, maka didapat hasil seperti dalam tabel berikut ini :

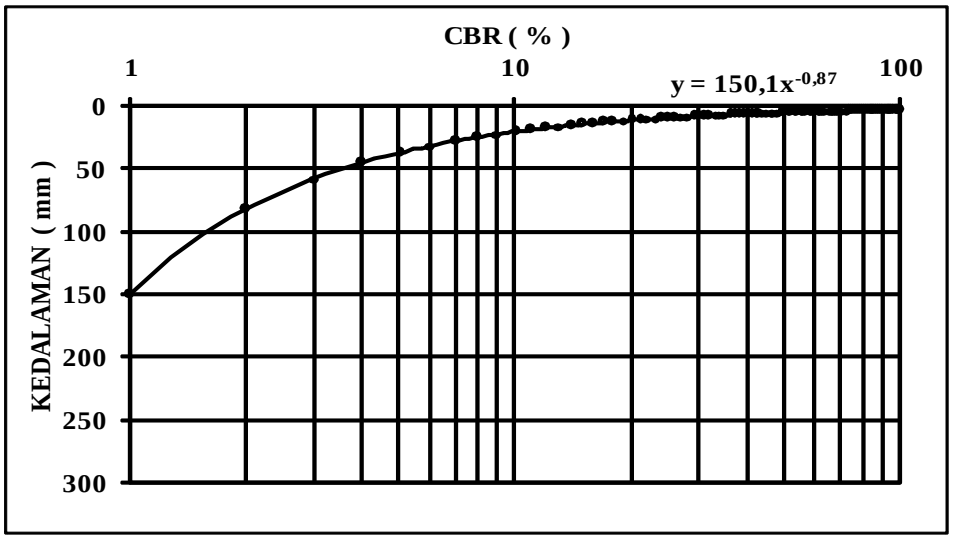
Tabel 4. Perhitungan Nilai CBR terhadap DCP sudut konus 30^0

Nilai CBR (%)	Log DCP	DCP (mm/blow)	DCP (mm/ 5 blow
1	2,177	150,149	750,744
2	1,915	82,178	410,891
3	1,762	57,761	288,804
4	1,653	44,977	224,885
5	1,569	37,044	185,222
6	1,500	31,613	158,066
7	1,442	27,647	138,237
8	1,391	24,616	123,082
9	1,347	22,220	111,100
10	1,307	20,275	101,374
12	1,238	17,302	86,511
15	1,154	14,251	71,253
20	1,045	11,097	55,483
25	0,961	9,139	45,697
40	0,783	6,073	30,367
60	0,630	4,269	21,344
80	0,522	3,324	16,620
100	0,437	2,738	13,689
120	0,369	2,336	11,682

Berdasarkan data diatas, dapat kita buat grafik korelasi antara DCP sudut konus 30^0 dan CBR :



Gambar 5. Grafik Nilai CBR dan DCP dengan sudut konus 30^0



Gambar 6. Grafik Fungsi DCP Sudut Konus 30^0

Dari persamaan fungsi untuk sudut konus 30^0, didapat :

$y = 150{,}15\ x^{-0{,}87}$

Dimana :

y = nilai DCP

x = nilai CBR

Sehingga dapat kita tulis menjadi :

$DCP = 150{,}15\ \mathrm{CBR}^{-0{,}87}$

Mengingat bahwa :

$$a^{-b} = \frac{1}{a^b}$$

Maka :

$$DCP = \frac{150{,}15}{\mathrm{CBR}^{0{,}87}}$$

$$CBR^{0{,}87} = \frac{150{,}15}{DCP}$$

$$CBR = \left(\frac{150{,}15}{\mathrm{DCP}}\right)^{\frac{1}{0{,}87}}$$

$$CBR = \left(\frac{150{,}15}{\mathrm{DCP}}\right)^{1{,}15}$$

Sehingga untuk DCP dengan sudut konus 30^0, kita dapat mencari nilai CBR dengan menggunakan rumus :

$$CBR = \left(\frac{150{,}15}{\mathrm{DCP}}\right)^{1{,}15}$$

2. Sudut Konus 60^0

Rumus logaritma untuk sudut konus 60^0 adalah

Log CBR = 2,48 – 1,057 (Log DCP)

Pada bab sebelumnya, diketahui untuk nilai CBR = 1% penurunan yang terjadi adalah 221,9540 *mm/blow*.

Karena grafik CBR yang akan dibuat yang mewakili 5 pukulan, maka :

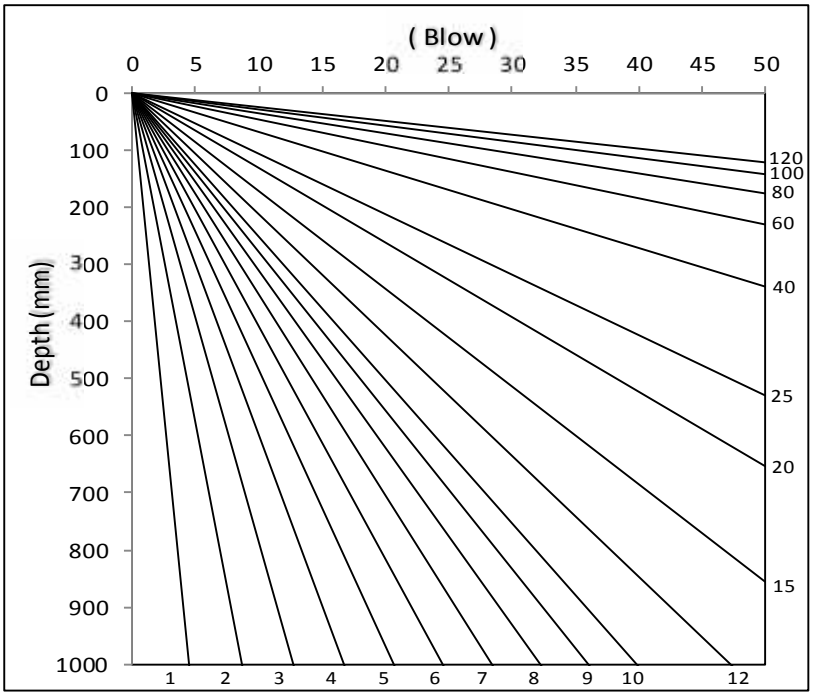
221,954 *mm/blow* x 5 *blow* = 1109,77 *mm* / 5 *blow*.

Dengan membuat perhitungan setiap 5 pukulan, dengan total 50 pukulan, menggunakan perhitungan diatas, maka didapat hasil seperti dalam tabel berikut ini :

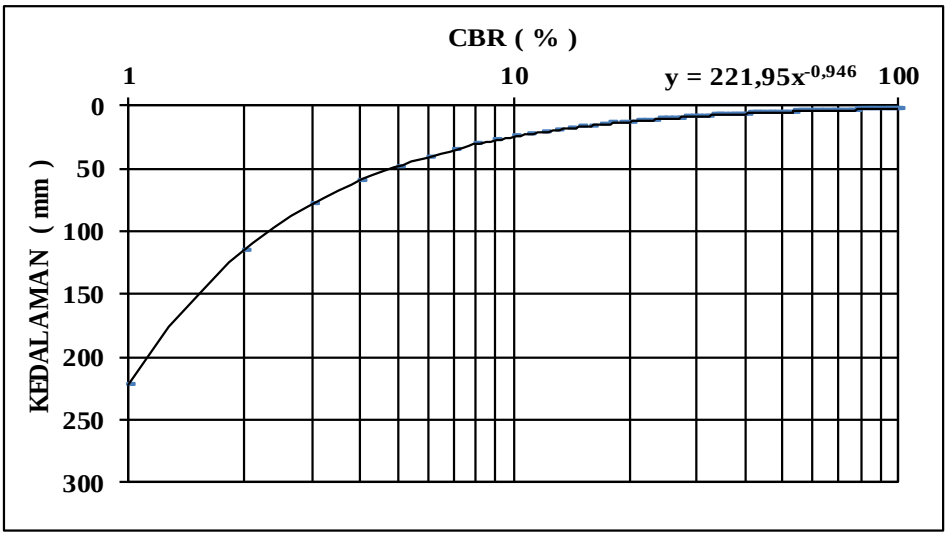
Tabel 5. Perhitungan Nilai CBR terhadap DCP sudut konus 60^0

Nilai CBR (%)	Log DCP	DCP (mm/blow)	DCP (mm/ 5 blow
1	2,346	221,954	1109,770
2	2,061	115,204	576,018
3	1,895	78,500	392,501
4	1,777	59,796	298,978
5	1,685	48,416	242,078
6	1,610	40,745	203,725
7	1,547	35,216	176,079
8	1,492	31,037	155,183
9	1,443	27,764	138,819
10	1,400	25,130	125,649
12	1,325	21,148	105,742
15	1,234	17,124	85,618
20	1,115	13,043	65,217
25	1,024	10,561	52,805
40	0,831	6,770	33,851
60	0,664	4,613	23,066
80	0,546	3,514	17,570
100	0,454	2,845	14,226
120	0,379	2,394	11,972

Berdasarkan data diatas, dapat kita buat grafik korelasi antara DCP sudut konus 60^0 dan CBR :



Gambar 7. Grafik Nilai CBR dan DCP dengan sudut konus 60^0



Gambar 8. Grafik Fungsi DCP Sudut Konus 60^0

Dari persamaan fungsi untuk sudut konus 60^0, didapat :

$y = 221{,}95\ x^{-0{,}94}$

Dimana :

y = nilai DCP

x = nilai CBR

Sehingga dapat kita tulis menjadi :

$DCP = 221{,}95\ \mathrm{CBR}^{-0{,}94}$

Mengingat bahwa :

$$a^{-b} = \frac{1}{a^b}$$

Maka :

$$DCP = \frac{221{,}95}{CBR^{0{,}94}}$$

$$CBR^{0{,}94} = \frac{221{,}95}{DCP}$$

$$CBR = \left(\frac{221{,}95}{\mathrm{DCP}}\right)^{\frac{1}{0{,}94}}$$

$$CBR = \left(\frac{221{,}95}{\mathrm{DCP}}\right)^{1{,}057}$$

Sehingga untuk DCP dengan sudut konus 60^0, kita dapat mencari nilai CBR dengan menggunakan rumus :

$$CBR = \left(\frac{221{,}94}{\mathrm{DCP}}\right)^{1{,}057}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Fungsi logaritma dalam menentukan nilai CBR sangat beragam, tergantung dari jenis tanah yang diuji. Akan tetapi untuk di Indonesia, yang sering dipergunakan adalah Log CBR = 2,503 – 1,15 (Log DCP) untuk sudut konus 30^0 dan Log CBR = 2,48 – 1,057 (Log DCP) untuk sudut konus 60^0.
2. Dengan menggunakan cara yang telah dijabarkan diatas, kita dapat membuat grafik CBR dari data DCP, menggunakan fungsi logaritma yang sesuai, meskipun nilai konstanta yang berubah-ubah, dengan lebih akurat.
3. Dapat juga menggunakan program Microsoft Excel untuk mempermudah perhitungan serta dapat langsung diaplikasikan, sehingga tidak harus menerawang menggunakan kertas untuk dapat mengetahui nilai CBR yang dihasilkan oleh grafik.

B. Saran

1. Perlu diperhatikan untuk penggunaan fungsi logaritma, dikarenakan nilai konstanta-nya yang jika ada perubahan dalam perhitungan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B.M. 1993. *Mekanika Tanah I*. Erlangga. Jakarta

Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah I*. Erlangga. Jakarta.

Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.

Bowles, J.E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.

Hardiyatmo, Hary Chirstady. 1992. Mekanika Tanah II. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Jackson State University, Potential Application of Dynamic and Static Cone Penetrometers in MDOT Pavement Design and Construction, Jurnal September 2003

Harison, J.A., Correlation of CBR and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils. Australian Road Research 16(2), June, 1986

Bina Marga, 2001. Penuntun DCP Bina Marga.

Joint Transportation Research Program Technical, 2003. Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) for Subgrade Assessment. Purdue University Report Series

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005, Panduan Penetapan CBR Lapangan Melalui Pengujian dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer), Nomor: SMD-06/DCP.

Sukirman, Silvia. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.