

## PENYUSUNAN MODEL RUMUSAN KORELASI NILAI DCP DENGAN NILAI CBR TANAH BERBUTIR KASAR

**I Wayan Sujahtra, I Wayan Redana dan Anissa Maria Hidayati**

*Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana*

*Email: [wayansujahtra@gmail.com](mailto:wayansujahtra@gmail.com)*

Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dalam rangka menentukan nilai kepadatan tanah *California Bearing Ratio* (CBR) pemakaiannya telah di kenal luas diberbagai negara di dunia. Rumusan Korelasi DCP-CBR untuk menentukan nilai CBR dari hasil uji DCP juga telah dirumuskan oleh sejumlah peneliti dan ditetapkan pemakaiannya oleh sejumlah negara, termasuk Indonesia. Sejumlah rumusan korelasi DCP-CBR yang telah dipublikasikan oleh sejumlah peneliti diberbagai negara memiliki perbedaan yang signifikan. Dilaporkan bahwa perbedaan wilayah geografis di seluruh dunia menyebabkan perubahan dalam nilai-nilai empiris yang diperoleh. Melihat kondisi ini dipandang perlu untuk melakukan penelitian untuk mengetahui Model Rumusan Korelasi yang sesuai dengan kondisi tanah lokal dimana penulis berada. Hasil penelitian menghasilkan Rumusan korelasi yang didapatkan untuk tanah bergradasi kasar adalah  $\text{Log CBR} = 1.514 - 1.07 \text{ Log DCP}(\text{cm/tumbukan})$ . Nilai ini bersesuaian dengan bentuk umum rumusan dari para peneliti dunia dan posisi kurva grafiknya diatas dan sejajar dengan Rumusan Korelasi dari Kementrian PUPR.

**Kata Kunci:** *Uji DCP, Uji CBR, Korelasi DCP-CBR*

## MODEL ARRANGEMENT OF VALUE CORRELATION FORMULAS OF GRANULAR SOIL DCP – CBR

The testing of *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) in order to determine value of soil density of *California Bearing Ratio* (CBR) has been known widely in some countries in the world. DCP-CBR correlation formulas to determine CBR value from DCP test result has also been formulated by some researchers and the use of it has been established by some countries, includes Indonesia. A number of formulations of DCP-CBR correlations that have been published by a number of researchers in various countries have significant differences. It was reported that differences in geographical regions around the world caused changes in the empirical values obtained. Because of this condition therefore a research need to be done to know the correlation formulas model which is appropriate with the local soil where the writer stayed. The research result in a correlation formulas for coarse gradation soil is  $\text{Log CBR} = 1.514 - 1.07 \text{ Log DCP}(\text{cm/blow})$ . This value in accordance with general formulas of some research of the world and curve graphic position is above and parallel with formulas correlation of PUPR.

**Keywords:** *DCP test, CBR test, DCP-CBR correlation*

## 1. PENDAHULUAN

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) adalah pengujian yang paling diperlukan untuk mengetahui nilai kepadatan suatu lapisan tanah, dalam berbagai pekerjaan, terutama dalam pelaksanaan pekerjaan lapisan perkerasan jalan, mulai dari mencari nilai kepadatan tanah dasar sampai pada lapisan pondasi bawah maupun pondasi atas. Mencari nilai CBR suatu lapisan tanah prosedur cepatnya dapat dilakukan dengan cara uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) adalah pengujian untuk menentukan nilai kepadatan tanah, yang hasil akhirnya berupa nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Untuk mendapatkan nilai CBR, hasil uji DCP ini dikorelasikan dengan suatu rumusan Korelasi Nilai DCP-CBR.

Karena rumusan Korelasi DCP-CBR ini mewakili nilai secara umum untuk seluruh kawasan wilayah Indonesia maka Rumusan Korelasi DCP-CBR Kementerian PU ini nilainya harus lebih rendah dari nilai Korelasi DCP-CBR wilayah manapun diseluruh wilayah kepulauan Indonesia atau nilainya maksimal sama dengan nilai CBR terendah dari hasil Korelasi DCP-CBR wilayah Indonesia manapun. Alasan kenapa harus dibuat seperti itu karena berkaitan dengan kebutuhan perencanaan konstruksi bangunan yang berada diatas tanah tersebut. Karena bila hasil korelasi dari Rumusan Korelasi DCP-CBR Kementerian PUPR memberikan nilai CBR yang lebih tinggi dari nilai CBR fakta asli dilapangan tentang tanah tersebut, maka ini akan fatal bagi perencanaan dan pelaksanaan kostruksi bangunan yang berada diatas tanah tersebut.

Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR adalah berlaku umum untuk seluruh kawasan wilayah Indonesia. Karena kawasan wilayah Indonesia cukup luas dan berupa suatu kawasan kepulauan, yang secara karakteristik tanahnya berbeda, maka didapat rumusan masalah bagaimanakah model rumusan Korelasi DCP-CBR untuk tanah wilayah Bali khususnya untuk jenis dan klasifikasi tanah yang di uji dalam penelitian ini, apakah model rumusan Korelasi DCP-CBR yang akan didapatkan dalam penelitian ini ada kesesuaian rumusan secara umum, seperti yang telah ditetapkan oleh para peneliti dari berbagai negara, dimana kurvanya masuk di dalam kumpulan lorong kurva Korelasi DCP-CBR dari berbagai negara dan apakah rumusan korelasi dari Kementerian PUPR itu aplikatif dengan jenis tanah lokal di Bali khususnya mengacu kepada jenis dan klasifikasi tanah yang dipakai dalam penelitian ini. Maka dari penelitian ini bertujuan untuk membuat model Rumusan Korelasi DCP-CBR untuk tanah wilayah Bali khususnya untuk jenis dan klasifikasi tanah yang di uji dalam penelitian ini. Untuk mengetahui apakah model Rumusan Korelasi DCP-CBR yang akan didapatkan dalam penelitian ini ada kesesuaian rumusan secara umum, seperti yang telah ditetapkan oleh para peneliti dari berbagai negara untuk mengetahui apakah rumusan korelasi dari Kementerian PUPR itu aplikatif dengan jenis dan klasifikasi tanah lokal di Bali yang diteliti.

## 2. PERKEMBANGAN CALIFORNIA BEARING RASIO (CBR) DAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DPC)

Pada awal 1930-an pengujian *California Bearing Rasio* (CBR) dikembangkan untuk pengujian kekuatan material di laboratorium untuk perencanaan perkerasan tanah. Di Australia pada tahun 1956, adalah periode mengembangkan Dinamis Cone Penetrometer (DCP), didasarkan pada yang lebih awal di Swiss yang merupakan pencetus pertama dan tertua, untuk mengevaluasi kekuatan geser dari bahan yang di padatkan. Perangkat alat DCP ini terdiri dari beban 9 kg dengan tinggi jatuh 508 mm dan kelancipan ujung konus membentuk sudut 30°. Pada tahun 1982, Kleyn merancang DCP lain, yang menggunakan beban penumbuk dengan berat 8 kg, tinggi jatuh penumbuk 575mm dan kelancipan sudut ujung konus kerucut 60°. Pada tahun 2004 akhirnya American Standard Testing Material (ASTM) mengeluarkan standar nomor ASTM D6951-03 yaitu Standar Metode Uji Penggunaan Dinamis Cone Penetrometer untuk Aplikasi Perkerasan Dangkal, yang merupakan rancangan terbaru (ASTM, 2004). (Kleyn, 1982) menggunakan beban penumbuk dengan berat 8 kg, tinggi jatuh penumbuk 575mm dan kelancipan sudut ujung konus kerucut 60°.

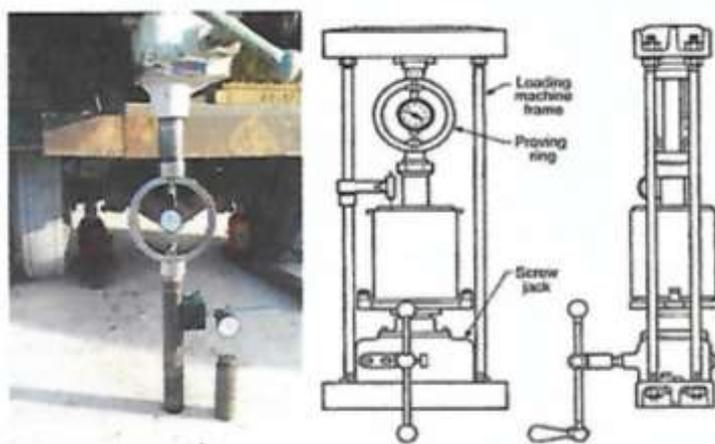
### 2.1 Peralatan Pengujian CBR

Alat uji CBR adalah benda tumpul yang di tekankan pada tanah yaitu berupa piston atau torak penetrasi berdiameter 49,5 mm (1,95 inchi), luas 1955 mm<sup>2</sup> (3 inchi<sup>2</sup>) dengan ukuran panjang standar 101,6 mm atau 4 inchi ditampilkan dalam Gambar 1. Dilengkapi dengan satu alat pengukur beban dan satu alat pengukur penetrasi.

### 2.2 Cara Pengujian CBR dan Cara Perhitungan nilai CBR

Untuk CBR laboratorium benda uji dalam cetakan baja di pasang pada perangkat alat uji CBR. Setelah posisi piston dipasang baik lalu letakan keping pemberat diatas permukaan tanah atau diatas permukaan benda uji seberat 4,5 kg atau 10 pound minimal atau disesuaikan beban perkerasan yang akan direncanakan. Kemudian atur ujung piston penetrasi, diposisikan melakukan tekanan senilai beban awal sebesar 4,5kg atau 10 pound.

Beban awal ini memberikan kondisi bidang sentuh yang merata dan sempurna antara ujung piston penetrasi dengan permukaan bidang benda uji tanah. Kemudian dilakukan pembebanan dengan manual untuk CBR lapangan dan dengan mesin untuk CBR Laboratorium. Kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit atau (0,05 inchi) per menit.



Gambar 1. Peralatan Uji CBR Lapangan dan Laboratorium

Hasil pengujian diplot kedalam suatu Grafik di Lampiran 1 untuk selanjutnya lewat rumusan kurva hubungan penetrasi (inchi) dengan pembebanan (pound), maka di dapat nilai pembebanan untuk penetrasi 0,1 inchi dan 0,2 inchi. Selanjutnya nilai CBR di dapat dengan Formula 1 dan Formula 2.

$$\text{Nilai CBR (\%)} = \frac{(\text{Beban (lb) pada penetrasi 0,1 inchi})}{3 \times 1000 \text{ lb}} = 100 \quad (1)$$

$$\text{Nilai CBR (\%)} = \frac{(\text{Beban (lb) pada penetrasi 0,2 inchi})}{3 \times 1500 \text{ lb}} = 100 \quad (2)$$

Nilai CBR diambil dengan nilai yang terbesar.

### 2.3 Peralatan dan Cara Uji DCP

Alat uji DCP adalah benda atau baja runcing yang ditekan pada tanah dengan cara ditumbuk, yaitu berupa batang konus baja dengan diameter 20 mm yang ujungnya runcing dengan sudut kelancipan 60 derajat untuk tanah berbutir halus dan model yang lain dengan sudut kelancipan 30 derajat untuk tanah yang berbutir kasar. Alat DCP dilengkapi dengan alat penumbuk seberat 8 kg dengan tinggi jatuh penumbuk 575 mm. Perangkat uji DCP dilengkapi dengan batang baja meteran untuk pengukur penetrasi. Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan alat uji DCP.

Secara International Penelitian korelasi nilai DCP dengan nilai CBR sungguh-sungguh telah dilakukan dan dilaporkan dalam literatur empiris. Laporrannya dalam bentuk grafis, juga dirumuskan dalam bentuk persamaan. Kementerian Pekerjaan Umum (2010) Model persamaan yang digunakan ada dalam berbagai bentuk formula berikut:

1.  $\text{Log CBR} = A - B \text{ Log DCP}$
  2.  $\text{Ln CBR} = A - B ( \text{Ln DCP} )$
  3.  $\text{CBR} = A (DC^{-B})$
  4.  $\text{CBR} = A (DCP^2) - B (DCP) + C$
- dimana A, B dan C adalah nilai konstanta.

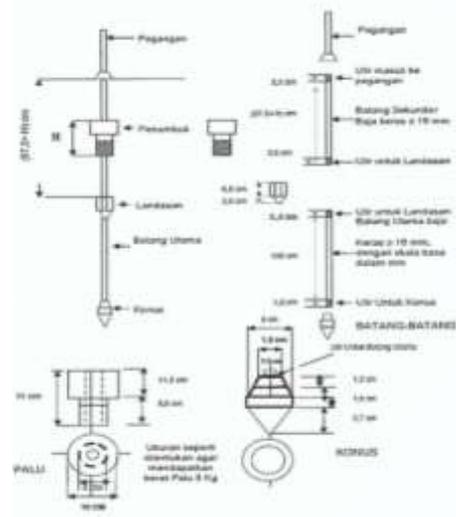
Dalam USACE (US Army Corps of Engineers) merekomendasikan rumusan yang dipakai adalah persamaan yang dikembangkan oleh Webster dkk (1992) dan kemudian dimodifikasi untuk CL dan CH tanah, Webster dkk (1994). Dengan ujung konus yang dipakai adalah dengan keruncingan sudut 60°, dan ini berlaku untuk semua gradasi butiran tanah, baik untuk tanah berbutir halus (tanah asli dilapangan) maupun tanah berbutir kasar.

### 2.4 Analisa Statistik

Dalam pengujian hipotesis komparatif dua sampel atau lebih (membuat generalisasi) terdapat berbagai teknik statistik yang digunakan. Teknik statistik mana yang akan digunakan tergantung bentuk komparasi dan macam data. Untuk data interval dan ratio digunakan statistik parametris, dan untuk data nominal/diskrit dapat digunakan statistik non parametris (sugiono 2006). Pada bagian ini dikemukakan statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi dan independen baik menggunakan statistik parametris maupun nonparametris. Dalam pembahasan ini dilakukan Pengujian terhadap 30 benda uji untuk tanah dengan klasifikasi yang seragam dan tanah di padatkan pada cetakan dengan kepadatan yang seragam.



Gambar 2. Alat uji DCP otomatis, alat Uji DCP Manual dan Ujung Konus DCP

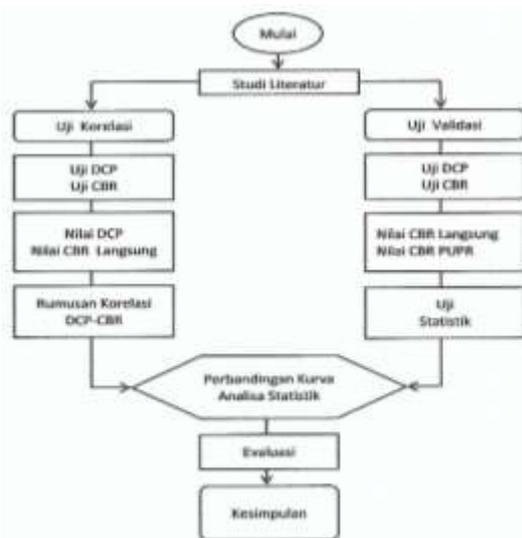


Gambar 3. Peralatan Pengujian

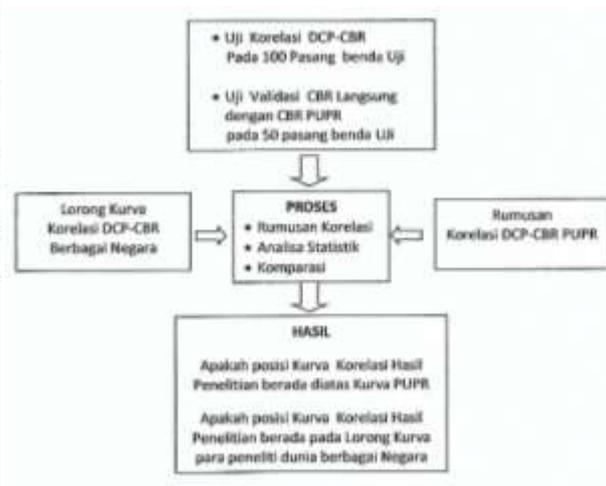
### 3. METODE PENELITIAN

Benda uji disiapkan pada kondisi kadar air optimum untuk nilai kepadatan maksimum. Penentuan kadar air ini melalui suatu proses pengujian *Proctor tipe modified*, untuk menentukan nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari material tanah yang dipakai dalam penelitian ini. Benda uji dicetak dalam sebuah cetakan baja dengan diameter 152 mm dan dengan ketinggian 116 mm, di cetak dengan cara ditumbuk dalam jumlah tertentu secara merata dan dalam sejumlah lapisan. Setelah benda uji dicetak dilanjutkan dengan melakukan pengujian DCP dan CBR. Sumber data diambil dari hasil pengujian langsung terhadap masing-masing 100 pasang benda uji untuk tanah bergradasi halus dan tanah bergradasi kasar, merupakan suatu populasi tertarget. Terbagi menjadi masing-masing 25 benda uji dengan dengan kepadatan yang sama dan 25 benda uji lainnya dengan kepadatan yang sama lainnya serta 50 pasang benda uji dengan tingkat kepadatan yang berbeda-beda. Teknik pengambilan data adalah setiap sepasang benda uji selesai di cetak langsung salah satunya di uji DCP dan salah satunya lagi di uji CBR. Hasil uji DCP dan CBR ini selanjutnya diolah dalam format menghasilkan data DCP (mm/tumbukan) dan data CBR (%).

Maka dari benda uji yang telah dibuat maka selanjutnya akan dilakukan uji Statistik yang menggunakan program SPSS Versi 19. Selanjutnya dari hasil analisis statistik dikemukakan perbandingan kurva analisa statistik, selanjutnya akan dilakukan evaluasi kembali mengenai hasil dari analisa statistik yang didapat kemudian akan ditarik kesimpulan dari hasil pengujian pada penelitian ini. Bagan alir rancangan penelitian dan konsep penelitian disajikan dalam Gambar 4. Dan Gambar 5.



Gambar 4. Bagan Alir Rancangan Penelitian



Gambar 5. Konsep Penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini baik untuk pengujian DCP maupun pengujian CBR, dilakukan dengan standar dan ketentuan sebagai berikut Pengujian DCP ketentuan pelaksanaan yang paling penting adalah ketegakan alat DCP saat melakukan pengujian, untuk hal ini alat DCP dibuatkan suatu alat bantu berupa kerangka semi permanen yang memungkinkan posisi alat DCP selalu dalam kondisi vertikal dan stabil saat dilakukan pengujian.

Tentang rumusan Korelasi DCP-CBR dari sejumlah pakar yang telah melakukan penelitian di berbagai tempat, yang mana sebagaian dari penelitian itu disamping melakukan secara langsung dilapangan juga melakukan dilaboratorium menggunakan benda uji yang di cetak dalam cetakan logam. Pada penelitian ini digunakan benda uji yang dicetak dalam cetakan logam, menggunakan cetakan standar untuk uji CBR Laboratorium, dengan diameter 150 mm dan tinggi 116 mm. Detailnya benda uji di cetak dalam sebuah cetakan besi yang bentuknya bulat atau silinder dengan lobang berdiameter  $152,4 \pm 0,6609$  mm atau 6 inchi  $\pm 0,0026$  inchi dan tingginya  $177,8 \pm 0,13$  mm atau 7 inchi  $\pm 0,005$  inchi. Untuk kemudahan dalam pembuatan benda uji, cetakan di tambah leher sambung dengan tinggi 50,8 mm atau 2,0 inchi dan kepingan alas logam dengan kondisi berlubang-lubang setebal 9,53 mm atau 3/8 inchi, dengan diameter lubang 1,59 mm atau 1/16 inchi. Cetakan ini juga ada piringan pemisah (spacer disk) dari logam berdiameter 150,8 mm atau 5,937 inchi dan dengan ketebalan 61,4 mm atau 2,416 inchi. Alat tumbuk manual dari logam yang mempunyai permukaan tumbuk rata, diameter  $50,8 \pm 0,127$  mm ( $2'' \pm 0,005''$ ) dengan berat  $4,5359 \pm 0,0081$  Kg. Alat tumbuk dilengkapi dengan selubung yang bisa mengatur tinggi jatuh secara bebas setinggi  $457,2 \pm 1,524$  mm.

Data yang dihasilkan dihitung dan dianalisis dengan bantuan komputer dengan menggunakan program aplikasi SPSS versi 19 Uji-T, dan juga analisa data menggunakan program Microsoft Office Excel. Dengan Microsoft Office Excel, data DCP dan CBR dibuat hubungannya dalam bentuk grafik dan dalam grafik tersebut relasi kedua data tersebut dibuat dalam relasi regresi power. Kedua sumbu Axis dibuat dalam bentuk format logaritma, sehingga bentuk kurva menjadi linier dan rumusan yang muncul dalam bentuk format  $y = Ax^B$  dirubah dalam bentuk format  $\text{Log } y = A - B \text{ Log } x$  atau  $\text{Log CBR} = A - B \text{ Log DCP}$ .

Dari 200 benda uji yang disiapkan dan diuji di Laboratorium PNB, untuk tanah kasar, menghasilkan data tabel dibawah. Semua data hasil uji tersebut diolah, menghasilkan 100 data nilai DCP dalam satuan (mm/tumbukan) dengan cara menghitung nilai rata-rata penetrasi DCP untuk sejumlah (4-5 kali) tumbukan sesuai format perhitungan CBR dan menghasilkan 100 data nilai CBR dalam satuan persen dengan menghitung nilai CBR melalui proses perhitungan dari format yang standar. Semua data DCP, data CBR-LS hasil uji langsung, dan data CBR-PUPR hasil korelasi dari rumusan Kementrian PUPR, ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 dan selanjutnya di uji validasi dan di uji Korelasi.

**Hasil Uji Statistik dengan Uji - T**

		Paired Differences				Paired Samples Test			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	CBR_PU1 - CBR_LS	2,82040	7,18069	1,43614	-,14364	5,7844	1,964	24	,061
Pair 2	CBR_PU3 - CBR_LS3	-27,7132	25,20992	5,04198	-38,119	-17,307	-5,496	24	,000

**Analisa Hasil Uji T**

Hasil Analisa Statistik Uji Validasi antara CBR PU dengan CBR LS

No	Pasangan Data	Nilai (p) Signifikasi	Status	Nilai Perbedaan
1	CBR_PU – CBR_LS Tanah Kasar Kelompok 1	0.061	$p > \alpha$ Tidak Ada perbedaan yang signifikan	12.82 % (-)
2	CBR_PU – CBR_LS Tanah Kasar Kelompok 3	0.000	$p < \alpha$ Ada perbedaan yang signifikan	34.70 % (+)

Tabel 1. Hasil pengolahan pata pengujian DCP dan CBR untuk Tanah berbutir kasar untuk jumlah lapis dan tumbukan berbeda

Benda Uji Kelompok 2					Benda Uji Kelompok 2				
No	Lapis Pemadatan	Tumbukan Tiap Lapis	DCP (mm)	CBR LS (%)	No	Lapis Pemadatan	Tumbukan Tiap Lapis	DCP (mm)	CBR LS (%)
1	3	20	16.80	12.71	26	4	48	12.00	46.33
2	3	23	14.50	16.34	27	4	50	9.00	41.43
3	3	25	14.60	15.09	28	4	53	8.80	45.92
4	3	28	12.80	21.15	29	4	55	10.00	63.92
5	3	30	15.80	22.04	30	4	58	9.00	56.48
6	3	33	15.20	28.64	31	4	60	11.00	51.15
7	3	35	13.80	30.76	32	5	15	13.00	18.79
8	3	40	13.20	34.68	33	5	18	14.20	21.42
9	3	45	11.50	36.93	34	5	20	12.20	34.77
10	3	50	9.60	32.05	35	5	23	11.80	40.95
11	3	55	9.20	53.28	36	5	25	10.60	51.78
12	3	60	9.40	39.00	37	5	28	13.00	26.93
13	4	15	15.80	14.56	38	5	30	11.20	44.54
14	4	18	12.60	22.54	39	5	33	12.00	21.10
15	4	20	14.80	19.49	40	5	35	11.00	48.80
16	4	23	12.00	31.79	41	5	38	10.40	29.75
17	4	25	13.20	27.73	42	5	40	8.80	58.24
18	4	28	11.20	33.65	43	5	43	9.60	45.80
19	4	30	9.80	58.54	44	5	45	9.00	48.48
20	4	33	9.60	32.88	45	5	48	10.00	57.05
21	4	35	10.60	42.63	46	5	50	10.80	46.50
22	4	38	9.20	40.42	47	5	53	7.70	90.44
23	4	40	11.60	42.14	48	5	55	12.40	43.54
24	4	43	9.60	45.95	49	5	58	9.20	71.30
25	4	45	9.60	45.98	50	5	60	9.20	56.18

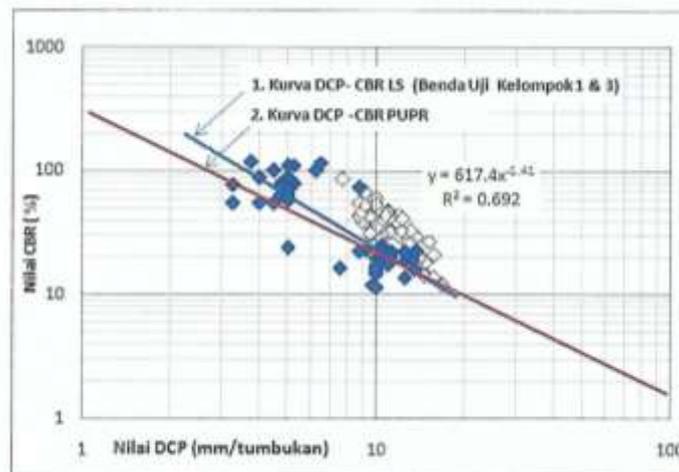
Keterangan:  
CBR LS adalah Nilai CBR hasil uji langsung  
DCP adalah hasil uji DCP dalam satuan mm

Tabel 2. Hasil pengolahan pata pengujian DCP dan CBR untuk Tanah berbutir kasar untuk jumlah lapis dan tumbukan seragam

Benda Uji Kelompok 1				Benda Uji Kelompok 3			
No	DCP (cm)	CBR LS (%)	CBR PU (%)	No	DCP (cm)	CBR LS (%)	CBR PU (%)
1	1.000	19.91	22.49	1	0.625	190.77	38.16
2	1.250	19.00	17.50	2	0.875	74.07	26.14
3	1.050	25.33	21.29	3	0.500	59.26	49.05
4	0.925	23.04	24.55	4	0.500	57.67	49.05
5	1.125	22.05	19.70	5	0.500	88.12	49.05
6	0.500	23.96	49.05	6	0.525	78.90	46.43
7	0.875	22.56	26.14	7	0.500	73.91	49.05
8	1.325	19.40	16.39	8	0.450	101.89	55.23
9	0.975	12.18	23.34	9	0.525	112.24	46.43
10	1.375	22.70	15.72	10	0.325	55.56	79.64
11	1.050	20.20	21.29	11	0.400	88.54	63.05
12	1.250	13.76	17.50	12	0.475	64.60	51.97
13	1.100	17.73	20.20	13	0.475	79.72	51.97
14	1.050	22.10	21.29	14	0.400	55.97	63.05
15	1.350	16.13	16.05	15	0.325	78.38	79.64
16	1.275	21.32	17.11	16	0.650	117.41	36.52
17	1.250	22.54	17.50	17	0.500	63.01	49.05
18	1.000	16.07	22.49	18	0.500	66.94	49.05
19	1.000	14.75	22.49	19	0.475	73.72	51.97
20	1.000	15.42	22.49	20	0.500	109.91	49.05
21	1.000	17.44	22.49	21	0.500	72.16	49.05
22	0.750	16.49	31.09	22	0.500	89.59	49.05
23	1.125	22.78	19.70	23	0.375	118.84	67.80
24	1.000	11.65	22.49	24	0.450	55.28	55.23
25	1.125	20.83	19.70	25	0.500	60.10	49.05
Rata-rata	1.07	19.17	21.99	Rata-rata	0.49	79.86	52.15

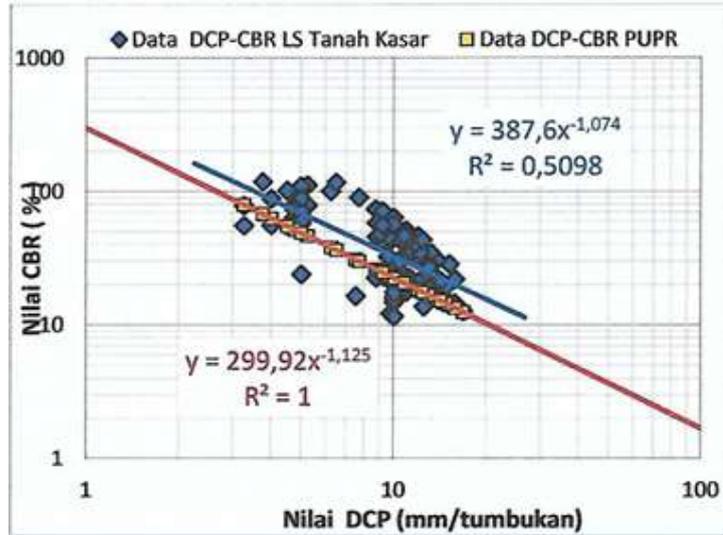
Keterangan:  
Nilai DCP dalam satuan cm  
CBR LS adalah CBR hasil pengujian langsung  
CBR PU hasil dari Log CBR = 1,352- 1,125 Log DCP (cm)

Dari Tabel diatas Hasil Uji T-Test pasangan data dimana Tanah Kasar Kelompok 1 dengan nilai sig. 0,061p> α dinyatakan bahwa pada tanah kasar kelompok 1 tidak ada perbedaan yang signifikan dengan prosentase sebesar 12,82%(-). Dan untuk Tanah Kasar Kelompok 3 dengan sig. 0,000 p <α dinyatakan ada perbedaan yang signifikan sebesar 34,70% (-). Dari tabel diatas dapat di jelaskan bahwa tanah berbutir kasar kepadatan 10 kali, nilai rata-rata CBR langsungnya lebih rendah (12,82%) dari hasil korelasi rumusan Kementerian PUPR, tetapi untuk kepadatan 60 kali nilai rata-ratanya justru lebih tinggi (34,70%) dari hasil menggunakan korelasi Kementerian PUPR. Dari data Hasil Pengujian dapat ditampilkan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



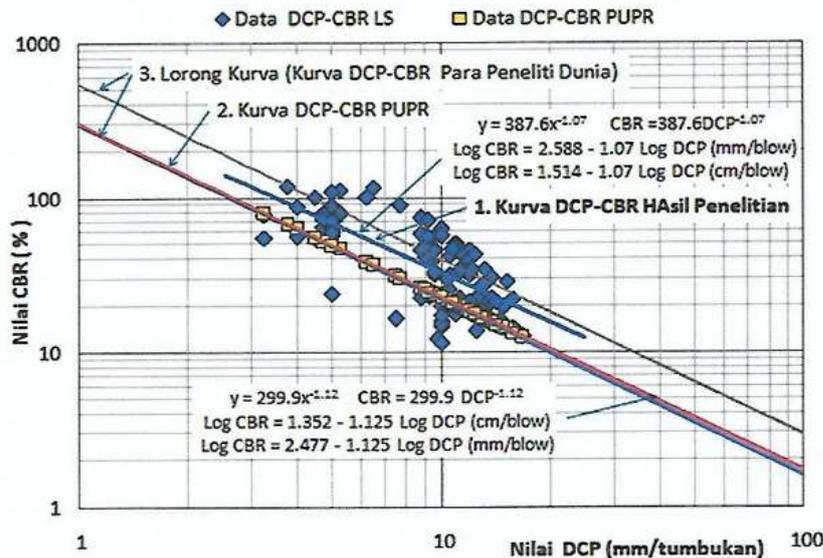
Gambar 6. Grafik Hub. DCP-CBR Langsung Tanah Berbutir Kasar untuk Benda Uji Kelompok 1 dan 3 dibandingkan dengan Kurva Hubungan Nilai DCP-CBR Kementerian PUPR

Uji validasi pada hasil analisa statistik menunjukkan bahwa nilai CBR LS dengan CBR PU statusnya adalah tidak ada perbedaan secara signifikan untuk benda uji Kelompok 1, tetapi ada perbedaan secara signifikan senilai 34,70 % untuk benda uji kelompok 3. Hal ini ditegaskan dengan gambaran hubungan Grafik pada Gambar 6 diatas, yang mana pada Grafik tersebut terlihat kurva Hubungan DCP-CBR LS berpotongan dengan Kurva hubungan DCP-CBR PU disekitar kelompok data hasil uji Kelompok 3.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hubungan Nilai DCP-CBR LS dengan Grafik Hubungan Nilai DCP-CBR PU tanah Berbutir Kasar

Dengan menggunakan seluruh kelompok data hasil uji (kelompok 1,2 dan 3), hasil penelitian menunjukkan hal yang cukup meyakinkan karena posisi kurva pada grafik yang dihasilkan posisi kurvanya berada pada posisi hampir sejajar dan berada diatas kurva dari Kementerian PUPR (Gambar 8).



Gambar 8. Grafik Perbandingan Hubungan DCP-CBR LS Hasil Penelitian dengan Grafik DCP-CBR PU untuk Tanah Berbutir Kasar

Posisi kurva Hubungan DCP-CBR tanah berbutir kasar yang berada diatas kurva Hubungan DCP-CBR dari Kementerian PU ini memberi gambaran, bahwa fakta dilapangan nilai CBR itu lebih besar dari nilai yang dihasilkan dari Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian Pekerjaan Umum. Kurva hasil penelitian ini juga berada pada lorong kelompok kurva Relasi DCP-CBR para pakar sedunia, sehingga Hasil penelitian ini cukup meyakinkan kevalidannya, Karena hasil datanya menunjukkan hasil kurva sesuai dengan yang berlaku umum pada bidang ini.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai DCP dengan Nilai CBR Tanah ini, untuk jenis dan klasifikasi tanah yang diuji pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model Rumusan Korelasi DCP-CBR Hasil Penelitian untuk tanah berbutir kasar dari jenis tanah yang diuji dalam penelitian ini adalah :  
Log CBR = 2,588 – 1,07 Log DCP DCP (mm/tumbukan)  
Log CBR = 1,514 – 1,07 Log DCP DCP (cm/tumbukan)
2. Model Rumusan Korelasi DCP-CBR yang di dapat dalam penelitian ini untuk tanah berbutir Kasar adalah sesuai dengan kondisi secara umum yang mana posisi kurvanya ada dalam lorong kurva rumusan Korelasi DCP-CBR dari berbagai negara.
3. Posisi Kurva Rumusan Korelasi DCP-CBR hasil penelitian ini berada diatas Kurva Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR, ini berarti nilai CBR yang sebenarnya untuk tanah yang diteliti lebih tinggi dari hasil rumusan Korelasi PUPR, dengan demikian Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR ini aplikatif dengan tanah di wilayah Bali khusus untuk jenis dan klasifikasi tanah berbutir kasar yang diteliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D6951/D6951M-09. (2009). "Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications".
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). "Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)". Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010
- Kleyn, E. G., (1975) "The Use of the Dynamic Cone Penetrometer(DCP)," *Report 2/74, Transvaal Roads Department, Pretoria, South Africa, July 1975, p. 35.*
- METHOD ST6. (1984). "Measurement of the In Situ Strength of soils by the Dynamic Cone Penetrometer (DCP), Special Methods for Testing Roads. " *Draft TMH6, Technical Methods for Highways (TMH)*, ISBN 0-7988-2289-9, 1984, pp. 19-24
- M.M.E.Zumrawi. (2014) "Prediction of In-situ CBR of Subgrade Cohesive Soils from Dynamic Cone Penetrometer and Soil Properties" *IACSIT International Journal of Engineering an Technology*, Vol. 6, No. 5, October 2014.
- Gill, K.S., Jha, J.N. dan Choudhary, A.K. (2010). "CBR Value Estimation Using Dynamic Cone Penetrometer". Indian Geotechnical Conference -2010, *GEOTrendz* December 16–18,2010.IGS Mumbai Chapter & IIT Bombay.
- Livneh, M. (1989). "Validation of Correlations Between a Number of Penetrating Tests and In situ California Tests". *Transport Research Record*, 1219, 56-67.
- Haison, J.A. (1987). "Correlation Between California Bearing Ratio and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils". *Proceeding, Institution of civil engineering*, 83(2), 833-844.
- Sugiyono. (2006). "Statistika Untuk Penelitian" . CV Alfabetha. Bandung.