

**SAINTEK VOL 6, NO 1 TAHUN 2011**  
**KORELASI NILAI HAMBATAN KONUS ( $Q_c$ ) DAN CBR LAPANGAN**  
**PADA TANAH LEMPUNG DESA IMBODU**

**Fadly Achmad**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Gorontalo

**ABSTRACT**

*The determination of bearing capacity in highway and airport designing is an important element because value of this determination will affect the thickness of its pavement. To determine the bearing capacity, this research used result data from sondir test with Dutch Cone Penetration Test (CPT) and field CBR data used Dynamic Cone Penetrometer (DCP). This research intend to correlate cone resistance ( $q_c$ ) and value of field CBR (DCP). This research located at the construction of Perintis Airport District Pohuwato which has soft soil with relative shallow water table. The result show correlation  $CBR = 0,14 q_c - 0,27 q_c$ .*

**Keywords:** *Bearing Capacity, Sondir, Dynamic Cone Penetrometer, California Bearing Ratio.*

**PENDAHULUAN**

Kapasitas dukung tanah dasar pada perencanaan jalan raya dan bandar udara sangatlah penting karena nilai kapasitas dukung ini mempengaruhi tebal perkerasan. Untuk menentukan kapasitas dukung tanah dasar, ada beberapa metode pengujian yang digunakan seperti pengujian sondir dengan alat *Dutch Cone Penetration Test* (CPT) dan uji CBR lapangan dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Kondisi tanah yang ditinjau merupakan lokasi Pembangunan Bandar Udara Perintis di Desa Imbodu Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato yang merupakan jenis tanah lunak dengan muka air relatif dangkal (rawa) sehingga kondisi tanah di lokasi ini merupakan tanah lunak jenuh air. Sifat teknis dari tanah lunak ini adalah kapasitas dukungnya yang rendah. Penelitian ini akan menganalisis korelasi antara hambatan konus ( $q_c$ ) dari hasil uji sondir dan nilai CBR lapangan dari uji DCP.

Uji sondir atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus ( $q_c$ ) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 2010). Pada uji sondir, terjadi perubahan yang kompleks dari tegangan tanah saat penetrasi sehingga hal ini mempersulit interpretasi secara teoritis. Dengan demikian meskipun secara teoritis interpretasi hasil uji sondir telah ada, dalam prakteknya uji sondir tetap bersifat empiris (Rahardjo, 2008). Keuntungan uji sondir (Rahardjo, 2008) :

- Cukup ekonomis dan cepat.
- Dapat dilakukan ulang dengan hasil yang relatif hampir sama.
- Korelasi empirik yang terbukti semakin andal.
- Perkembangan yang semakin meningkat khususnya dengan adanya penambahan sensor pada sondir listrik.

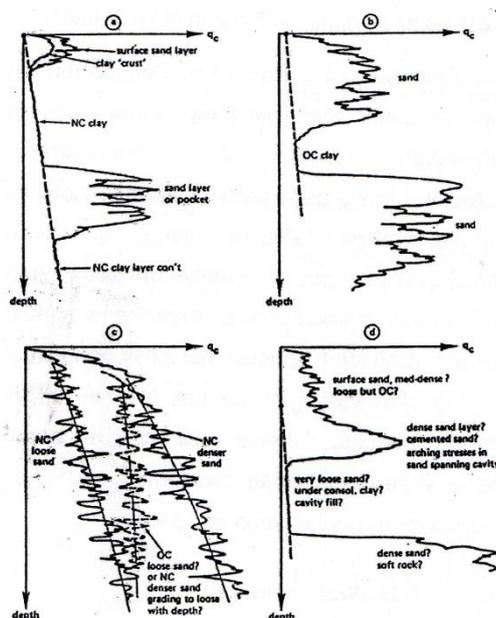
Kekurangan uji sondir :

- Tidak didapat sampel tanah.
- Kedalaman penetrasi terbatas.
- Tidak dapat menembus kerikil atau lapis pasir yang padat.

Nilai yang penting diukur dari uji sondir adalah hambatan ujung konus ( $q_c$ ). Besarnya nilai ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Pada tanah pasiran, hambatan ujung jauh lebih besar dari tanah berbutir halus. Pada pasir padat (*dense*) dan sangat padat (*very dense*), sondir ringan umumnya tidak dapat menembus lapisan ini. Schmertman, (1978) dalam Rahardjo, (2008) memberikan petunjuk sederhana untuk menginterpretasi data sondir untuk keperluan klasifikasi dan kondisi tanah seperti pada Gambar 1.

Pada umumnya tanah lempung mempunyai hambatan konus yang kecil akibat rendahnya kuat geser dan pengaruh tekanan air pori saat penetrasi. *Overlap* dapat saja terjadi antara pasir lepas dengan lempung yang *overconsolidated*. Pada tanah pasir, perjalanan dari hambatan konus tidak mulus karena tanah mengalami keruntuhan gelincir dan kembali secara berselang seling. Pada tanah lempung perubahan seperti itu lebih cepat sehingga profil hambatan konus kelihatannya lebih halus. Pada Gambar 1.a dan 1.b sangat mudah membedakan lapisan pasir dan lempung. Gambar 1.c memberi petunjuk bahwa pada pasir *normally consolidated*, harga  $q_c$  akan meningkat terhadap kedalaman sedangkan untuk pasir *overconsolidated* dapat memberikan respon yang lebih konstan, hal ini disebabkan oleh peningkatan tegangan internal.

Dalam praktek umumnya sondir memberikan informasi pelengkap disamping uji lapangan yang lain. Jumlah uji sondir yang diperlukan dalam suatu proyek tergantung dari keperluannya. Umumnya pengujian dilakukan hingga kapasitas alat ( $200 \text{ kg/cm}^2$  untuk sondir ringan dan  $750 - 800 \text{ kg/cm}^2$  untuk sondir berat).



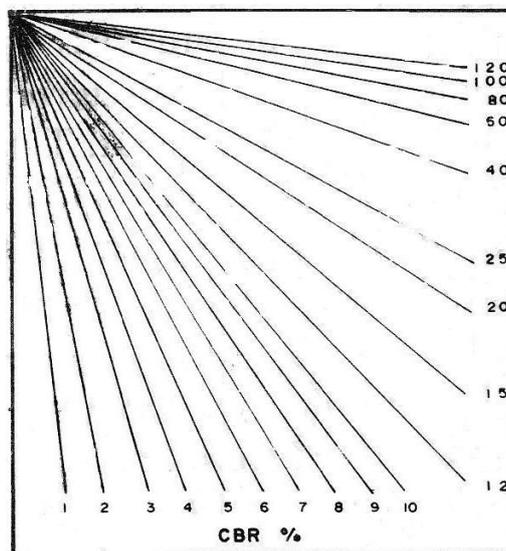
Gambar 1. Interpretasi hasil uji sondir (Schmertmann, 1978 dalam Rahardjo, 2008)

Tanah berbutir halus kekuatannya amat dipengaruhi oleh kadar air alami. Penelitian Rahardjo (1990), uji sondir terhadap tanah lempung yang dikompaksi menunjukkan bahwa kadar air amat menentu-tukan interpretasi hasil uji sondir pada tanah lempung. Tanah lunak terutama lempung pantai (*marine clay*) memiliki hambatan konus yang rendah. Hambatan konus ini sebagian merupakan perlawanan tekanan hidrostatik maupun gesek.

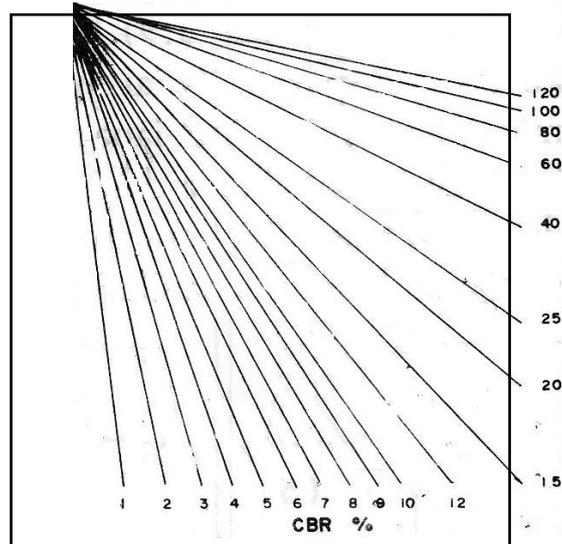
### Menentukan Nilai CBR Lapangan dengan Alat DCP

Di Indonesia kapasitas dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan umumnya ditentukan dengan melakukan pengujian CBR. Berdasarkan cara mendapatkannya, uji CBR dapat dilakukan dengan 3 kondisi, salah satunya adalah CBR lapangan (*field CBR*) dengan menggunakan hasil pemeriksaan DCP. Pemeriksaan dengan alat DCP menghasilkan data kekuatan dukung tanah sampai kedalaman 90 cm di bawah tanah dasar. Hasil pemeriksaan ini dinyatakan dengan Penetrabilitas Skala Penetrometer (SPP) dan Tahanan Penetrasi Skala (SPR). SPP dinyatakan dalam satuan cm/tumbukan sementara SPR dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Korelasi data DCP dengan nilai CBR lapangan diperoleh dengan menggunakan kertas transparan seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dengan mempertahankan sumbu horizontal dan vertikal pada kertas transparan ini akan mendapatkan suatu garis yang berimpit dengan garis kumulatif tumbukan.



Gambar 2. Hubungan antara DCP dan CBR lapangan (30 derajat).



Gambar 3. Hubungan antara DCP dan CBR lapangan (60 derajat).

Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut adalah nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut.

#### Aplikasi Uji Sondir untuk Evaluasi CBR

Untuk tanah lempung, evaluasi kuat geser yang diperoleh dari uji sondir memberikan indikasi yang cukup baik. Untuk mendapatkan nilai CBR *in-situ*, uji sondir dapat digunakan berdasarkan korelasi empiris yang juga dapat dilakukan lebih dahulu di laboratorium. Rahardjo mendapatkan korelasi untuk tanah lempung sebagai berikut :

$$CBR = \frac{1}{2}q_c$$

Sementara Schmertmann dalam Rahardjo (2008) mendapatkan korelasi untuk tanah pasir sebagai berikut:

$$CBR = \frac{1}{3}q_c$$

## PEMBAHASAN

### Pengujian Utama

Alat yang digunakan adalah *Dutch Cone Penetration Test* (CPT) kapasitas 2,5 ton dengan kecepatan penetrasi selama pengujian tidak lebih dari 2 cm/detik dan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Titik pengujian sondir dan CBR lapangan dilakukan pada tempat yang berdekatan masing-masing sebanyak 6 titik yakni 3 titik di *runway*, 2 titik di sisi darat dan 1 titik di apron. Pengujian sondir dilakukan pada kedalaman 6 – 19 meter, namun untuk mengkorelasikan

antara kedua nilai ini, digunakan data sondir hanya sampai kedalaman 1 meter saja mengingat kapasitas alat DCP hanya sampai kedalaman 90 cm di bawah tanah dasar.

## Analisis

Data yang diperoleh dikorelasi sebagai perkiraan nilai CBR lapangan dan sebagai perbandingan hasil-hasil penelitian sebelumnya.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan jenis tanah berupa lempung pasir - lanau pasir, lunak – sangat lunak warna coklat kekuningan – kehitaman, plastisitas rendah - tinggi.

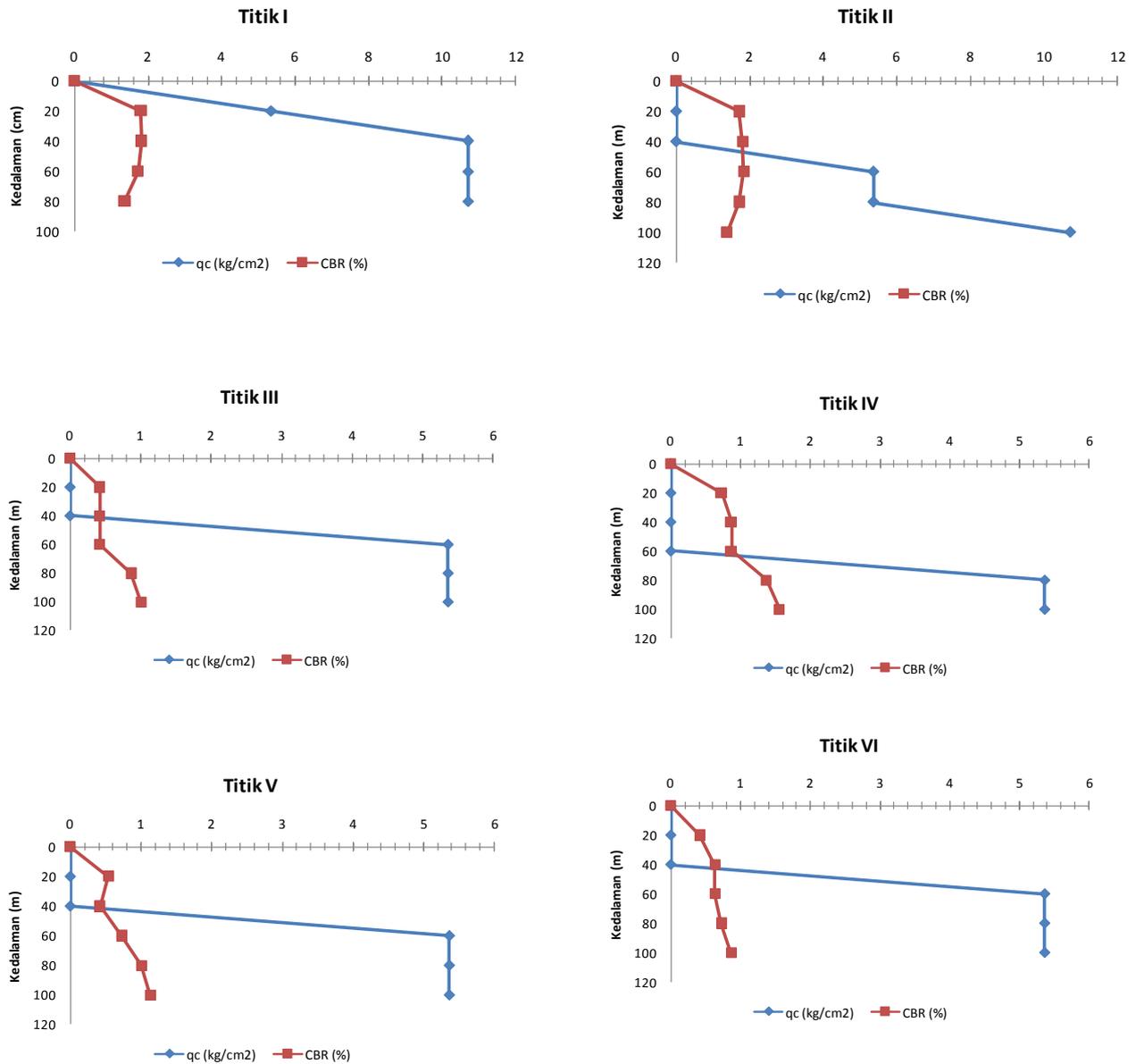
Hasil pengujian contoh *test pit* dengan *modified dry density* (MDD) = 13,54 – 14,37 kN/m<sup>3</sup> dengan *optimum moisture content* (OMC) = 29,016 – 33,129%, *water content* (*w*) = 33,65- 38,46%, *degree of saturation* (*S<sub>r</sub>*) = 128,673 – 131,795%, *liquid limit* (*LL*) = 46,50 – 69 %, *coefficient of consolidation* (*C<sub>v</sub>*) = 2,71 x 10<sup>-1</sup> cm<sup>2</sup>/dt, *compression index* (*C<sub>c</sub>*) = 1,481, angka pori awal (*e<sub>o</sub>*) = 1,022. Pengujian di lapangan dengan menggunakan SPT menunjukkan nilai *N* < 4 (sangat lunak), nilai CBR lapangan 0,65 – 1,79%, muka air tanah dangkal 0,5 – 1,0 m.

Tabel 1. Hasil uji sondir dan DCP

Titik	Lokasi	Hambatan Komus (qc)	CBS Lapangan (%)
I	Runway	10,71	1,7
II	Runway	10,71	0,8
III	Runway	5,36	0,7
IV	Sisi Darat	5,36	1,1
V	Apron	5,36	0,7
VI	Sisi darat	5,36	1,8

Tabel 2. Hasil uji laboratorium *test pit*

No.	Jenis Pengujian	Notasi	Sat.	Lokasi					
				TP 1	TP 2	TP 3	TP 4	TP 5	TP 6
1.	Permeability	<i>k</i>	cm/det	2.2 x 10 <sup>-3</sup>	6.0 x 10 <sup>-3</sup>	17.5 x 10 <sup>-3</sup>	5.2 x 10 <sup>-3</sup>	12 x 10 <sup>-3</sup>	2.4 x 10 <sup>-3</sup>
2.	Water Content	<i>w</i>	%	35,290	38,460	36,550	33,650	36,350	37,720
3.	Specific Gravity	<i>G<sub>s</sub></i>		2,610	2,600	2,580	2,580	2,580	2,580
		<i>LL</i>	%	56,30	57,00	52,00	69,00	46,50	62,00
4.	Atterberg Limit	<i>PL</i>	%	45,63	48,91	43,69	56,00	42,03	47,76
		<i>PI</i>	%	10,67	8,09	8,31	13,00	4,47	14,24
		<i>D<sub>60</sub></i>		4,00	4,50	4,50	4,00	4,50	4,50
		<i>D<sub>30</sub></i>		2,00	1,00	1,90	1,50	2,50	2,50
5.	Sieve Analysis	<i>D<sub>10</sub></i>		0,45	0,60	0,55	0,40	0,60	0,60
		<i>C<sub>u</sub></i>		8,889	7,500	8,182	10,000	7,500	7,500
		<i>C<sub>c</sub></i>		2,222	0,370	1,459	1,406	2,315	2,315
		<i>C<sub>v</sub></i>	cm <sup>2</sup> /det	0,219	0,219	0,219	0,219	0,218	0,263
6.	Consolidation	<i>e</i>		1,022	1,022	1,022	1,022	0,999	1,122
		<i>S<sub>r</sub></i>	%	128,673	128,673	128,673	128,673	130,217	131,795
7.	Soil Compaction	<i>w<sub>opt</sub></i>	%	29,016	33,129	29,648	32,961	32,110	32,322
		<i>γ<sub>d</sub></i>	kN/m <sup>3</sup>	14,37	13,54	13,87	13,79	13,99	14,00
8.	CBR Test		%	3,00	2,50	3,00	2,50	7,40	4,00



Gambar 4. Hubungan antara nilai hambatan konus ( $q_c$ ) dan CBR lapangan

### Korelasi Nilai $q_c$ dan CBR Lapangan

Titik I pada Gambar 4, nilai  $q_c$  dan nilai CBR bertambah besar setiap perubahan kedalaman. Nilai CBR lapangan pada titik ini adalah  $0,20 q_c$ .

Titik II pada Gambar 4, nilai  $q_c$  pada kedalaman 0 – 40 cm adalah 0 kg/cm<sup>2</sup>, artinya hambatan konus belum bekerja, pada kedalaman 40 – 100 cm nilai  $q_c$  lebih besar dari nilai CBR. Nilai CBR lapangan pada kedalaman ini = 0,26  $q_c$ .

Titik III pada Gambar 4, nilai  $q_c$  pada kedalaman 0 – 40 cm adalah 0 kg/cm<sup>2</sup>, pada kedalaman 40 – 100 cm nilai  $q_c$  lebih besar dari nilai CBR. Nilai CBR lapangan pada kedalaman ini = 0,21  $q_c$ .

Titik IV pada Gambar 4, nilai  $q_c$  pada kedalaman 0 – 60 cm adalah 0 kg/cm<sup>2</sup>, pada kedalaman 60 – 100 cm nilai  $q_c$  lebih besar dari nilai CBR. Nilai CBR lapangan pada kedalaman ini = 0,27  $q_c$ .

Titik V pada Gambar 4, nilai  $q_c$  pada kedalaman 0 – 40 cm adalah 0 kg/cm<sup>2</sup>, pada kedalaman 40 – 100 cm nilai  $q_c$  lebih besar dari nilai CBR. Nilai CBR lapangan pada kedalaman ini = 0,18  $q_c$ .

Titik VI pada Gambar 4, nilai  $q_c$  pada kedalaman 0 – 40 cm adalah 0 kg/cm<sup>2</sup>, pada kedalaman 40 – 100 cm nilai  $q_c$  lebih besar dari nilai CBR. Nilai CBR lapangan pada kedalaman ini = 0,14  $q_c$ .

Korelasi nilai CBR dari tanah lempung yang diperoleh adalah  $CBR = 0,14 q_c - 0,27 q_c$ .

## **SIMPULAN**

Dari hasil analisis tentang hubungan antara nilai hambatan konus ( $q_c$ ) dan nilai CBR lapangan pada tanah lempung Desa Imbodu, beberapa kesimpulan dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Pada kedalaman sampai dengan 40 – 60 cm nilai hambatan konus ( $q_c$ ) belum bekerja, pada kedalaman 60 – 100 cm hambatan konus baru bekerja secara penuh.
2. Korelasi antara nilai CBR pada tanah lempung lunak – sangat lunak adalah  $0,14 q_c - 0,27 q_c$ .

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Achmad, F., 2009, *Tinjauan Penurunan Konsolidasi pada Lokasi Runway Bandar Udara Perintis Kabupaten Pohuwat*, Jurnal Teknik, Vol. 7, No.2, hal. 121-130, FT Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Bowles, J. E., 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soils, 2<sup>nd</sup> Edition*, McGraw-Hill Book Company, U.S.A.
- Brand, E. W. and Brenner, R. P., 1981, *Soft Clay Engineering*, Elsevier Scientific, Amsterdam, The Netherlands.
- CV. Alumhasindo Perkasa, 2006, *Perencanaan Pembangunan Tahap Awal Bandar Udara Perintis*, Laporan diajukan ke Dinas Perhubungan Kab. Pohuwato (tidak dipublikasikan).
- Das, B. M., 1985, *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Engineering Boston, U.S.A.

- Das, B. M., 2005, *Fundamentals of Geotechnical Engineering 2<sup>nd</sup> Edition*, Thomson U.S.A.
- Dinas Perhubungan Kabupaten Pohuwato, 2004, *Laporan Akhir Survei dan Pemetaan Lokasi Bandar Udara Perintis di Kabupaten Pohuwato* (tidak dipublikasikan), Pohuwato.
- Hardiyatmo, H. C., 2007, *Mekanika Tanah II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2010, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- PT. Addhe Urthafidyasena, 2004, *Laporan Penyelidikan Tanah* (tidak dipublikasikan), Pohuwato.
- Rahardjo, P. P., 2008, *Penyelidikan Geoteknik dengan Uji In-situ*, GEC UK-Parahyangan, Bandung.
- Soewignjo, A. N. dan Yusa, M., 2007, *Korelasi Uji Densitas Lapangan dan Proving Ring Penetrometer (HCP, Hand Cone Penetrometer) Terhadap Uji CBR Laboratorium Pada Beberapa Jenis Tanah*, Media Komunikasi Teknik Sipil, Tahun 15 No. 3, hal. 213-222 BKS PII dan BMPTTSSI, Semarang.
- Sukirman, S., 1995, *Perkerasan Lentur Jalan*, Nova Bandung.