

STUDI ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN DATA SONDIR DI KAMPUS PADHANG-PADHANG UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

Irma Ridhayani^{1*}, Irfan saputra²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Indonesia

*e-mail: irmaridhayani16@gmail.com

(Received: 27 Agu. 2021.; Reviewed: 8 Sep. 2021.; Accepted: 10 Okt. 2021)

Abstract

Abstract— Cone Penetration Test (CPT) is a method designed to determine and test the strength of the soil layer quickly and is one of the most widely used testing methods. The purpose of this study was to determine the resulting bearing capacity and to determine the hard soil layer on the Padhang-Padhang campus, West Sulawesi University by using the Cone Penetration Test (CPT) or Sondir field testing tool. The method used in this research is the method of literature study and direct field testing. From the results of this test, the Cone Penetration Test (CPT) data from 5 test points was processed and analyzed using Microsoft Excel 2007 software. m with a cone value of 150 kg/cm², point 2 2.20 m with a conical value of 155 kg/cm², point 3 3.20 m with a conical value of 155 kg/cm², point 4 4.00 m with a cone value of 150 kg/cm² and point 5 4.40 m with a cone value of 150 kg/cm². The soil bearing capacity obtained at point 1 ranges from 3.14 to 18.67 kg/cm², point 2 ranges from 6.20 to 19.23 kg/cm², point 3 ranges from 5.29 to 19.23 kg/cm², point 4 ranges from 4.50 to 18.67 kg/cm², point 5 ranges from 3.93 to 18.67 kg/cm².

Keywords— Soil, Bearing Capacity, Cone Penetration Test, CPT, Sondir

Abstrak

Cone Penetration Test (CPT) merupakan sebuah cara yang didesain untuk mengetahui serta menguji kekuatan lapisan tanah dengan cara cepat dan merupakan salah satu cara pengujian yang banyak digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung yang dihasilkan serta mengetahui lapisan tanah keras yang ada di kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat dengan menggunakan alat pengujian lapangan Cone Penetration Test (CPT) atau Sondir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka dan pengujian langsung dilapangan. Dari hasil pengujian ini data Cone Penetration Test (CPT) dari 5 titik pengujian diolah dan dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2007. Hasil pengolahan dan analisis data adalah tanah berkohesi (lempung, lanau) dengan kedalaman yang dicapai pada titik 1 yaitu 3,60 m dengan nilai konus 150 kg/cm², titik 2 2,20 m dengan nilai konus 155 kg/cm², titik 3 3,20 m dengan nilai konus 155 kg/cm², titik 4 4,00 m dengan nilai konus 150 kg/cm² dan titik 5 4,40 m dengan nilai konus 150 kg/cm². Daya dukung tanah yang didapat pada titik 1 berkisar antara 3,14 – 18,67 kg/cm², titik 2 berkisar antara 6,20 – 19,23 kg/cm², titik 3 berkisar antara 5,29 – 19,23 kg/cm², titik 4 berkisar antara 4,50 – 18,67 kg/cm², titik 5 berkisar antara 3,93 – 18,67 kg/cm².

Kata Kunci— Flood; Daya Dukung Tanah, Cone Penetration Test (CPT), Sondir

Pendahuluan

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas[4]. Selain pengujian tanah secara langsung ada pula klasifikasi berdasarkan alat CPT dalam menentukan Daya dukung tanah.

Daya dukung tanah perlu diketahui untuk menghitung dan merencanakan sebuah dimensi beban struktur yang akan dibangun. Apabila daya dukung tanah tidak mampu menerima beban dari struktur yang direncanakan, dengan data daya dukung tanah yang telah diketahui kita dapat melakukan perlakuan tertentu agar nilai daya dukung tanah dapat mencapai nilai yang diinginkan. Penimbunan dan pemadatan merupakan salah satu perlakuan tertentu untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah.

Penyelidikan kondisi dibawah tanah merupakan prasyarat bagi perencanaan dari elemen konstruksi bawah tanah. Perlu juga untuk mendapatkan informasi yang mencukupi untuk desain yang ekonomis untuk sebuah proyek yang diusulkan. Salah satu percobaan yang digunakan dalam mengetahui daya dukung suatu tanah yaitu dengan menggunakan percobaan, CPT (*Cone Penetration Test*).

Cone Penetration Test (CPT) atau lebih sering disebut sondir merupakan salah satu survey lapangan yang berguna untuk memperkirakan letak lapisan tanah keras. Tes ini baik dilakukan pada tanah lempung. Dari tes ini didapatkan nilai perlawanan penetrasi konus. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Sedangkan hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan panjang. Nilai perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat bisa diketahui dari pembacaan manometer.

Tujuan dari alat sondir ini, yaitu untuk mengetahui lapisan tanah keras, karakteristik lapisan tanah dan daya dukung tanah. Berdasarkan tanah yang ada dimajene tepatnya di padang-padang kampus unsulbar lapisan-lapisan suatu tanah berbeda dari satu tempat ditempat yang lain. Maka dari itu sangat diperlukan untuk mengetahui susunan lapisan tanah keras, karakter tanah dan daya dukung yang dihasilkan dari percobaan tersebut.

Metode

Penelitian ini adalah *field research* (penelitian lapangan). Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Kab. Majene, Kec. Banggae Timur, Kel. Tande Timur. Tepatnya di Padang-padang kampus Unsulbar dengan titik kordinat $3^{\circ}52'97.56$ LS dan $118^{\circ}98'49.50$ BT. Penelitian ini menggunakan data Kuantitatif, Data kuantitatif adalah data yang dapat dinyatakan dalam angka dan dapat diukur ukurannya. Penelitian ini juga melakukan data primer berupa pengambilan sampel uji secara langsung dan data sekunder pengambilan dari instansi pemerintah serta dari beberapa literatur

Evaluasi kondisi lapisan tanah di lokasi berdasarkan data hasil pengujian sondir sesuai dengan SNI 2827:2008 dengan mempelajari grafik gabungan nilai qc dan kedalamannya didapatkan adanya beberapa kondisi dan jenis lapisan-lapisan tanah. Dalam analisis ini lapisan tanah dibagi menjadi beberapa lapisan dimana masing-masing lapisan memiliki batasan nilai (qc) tertentu. Dalam analisis ini evaluasi karakteristik lapisan tanah berdasarkan pada hasil pengujian sondir (Kafrisaldi, 2011)

Berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat diperkirakan karakteristik lapisan tanah yang ada dilokasi pengujian. Lihat Table 2 Lapisan tanah tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan nilai dari perlawanan konus qc.

Analisis data dilakukan Untuk dapat mengetahui nilai koefisien tanah yang ada di kampus padang- padang unsulbar maka dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Melakukan pengujian pemeriksaan tanah pada titik-titik yang telah ditentukan dengan alat sondir guna untuk mendapat data/nilai perlawanan konus (Cw) dan nilai perlawanan konus dan geser (Tw) yang dihasilkan dari pembacaan manometer pada alat tersebut.
2. Tiap titik yang telah didapat nilai perlawanan konus (Cw) dan nilai perlawanan konus dan geser (Tw) kemudian di analisis
3. Cara yang digunakan untuk menganalisis data sondir tersebut menggunakan 2 cara yaitu grafis dan analisis.

Persyaratan yang diperlukan dalam pengujian sondir adalah sebagai berikut :

1. Ketelitian peralatan ukur dengan koreksi sekitar 5 %.
2. Deviasi standar pada alat penetrasi secara mekanik:
Untuk perlawanan konus (qc) adalah 10 %.

Untuk perlawanan geser (f_s) adalah 20 %.

3. Alat ukur harus dapat mengukur perlawanan penetrasi di permukaan dengan dilengkapi alat yang sesuai, seperti mesin pembeban hidraulik.
4. Alat perlengkapan mesin pembeban harus mempunyai kekakuan yang memadai, dan diletakkan di atas dudukan yang kokoh serta tidak berubah arah pada waktu pengujian
5. Pada alat sondir ringan (< 200 kg) biasanya tidak dapat menembus untuk 2 m s.d 3 m sehingga datanya tidak bermanfaat
6. Pada alat sondir berat (> 200 kg) digunakan sistem angker; namun di daerah tanah lunak tidak dapat digunakan kecuali dengan pemberian beban menggunakan karung-karung pasir

Secara analisis dengan menghitung :

Selisih perlawanan konus C_w dengan perlawanan konus dan geser T_w Nilai selisih Perlawanan C_w dengan T_w dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$K_w = (T_w \cdot C_w) \quad (1)$$

Nilai perlawanan konus (q_c) dengan ujung konus saja yang terdorong, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$C_w = q_c \quad (2)$$

nilai dari q_c adalah nilai dari pembacaan manometer untuk nilai perlawanan konus.

Nilai perlawanan geser lokal diperoleh bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan dan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$f_s = K_w \times A_{pi} / A_s \quad (3)$$

Angka banding geser diperoleh dari hasil penjumlahan antara nilai perlawanan geser local (f_s) dengan perlawanan konus (q_c), dan dihitung dengan persamaan berikut:

$$R_f = (f_s / q_c) \times 100 \quad (4)$$

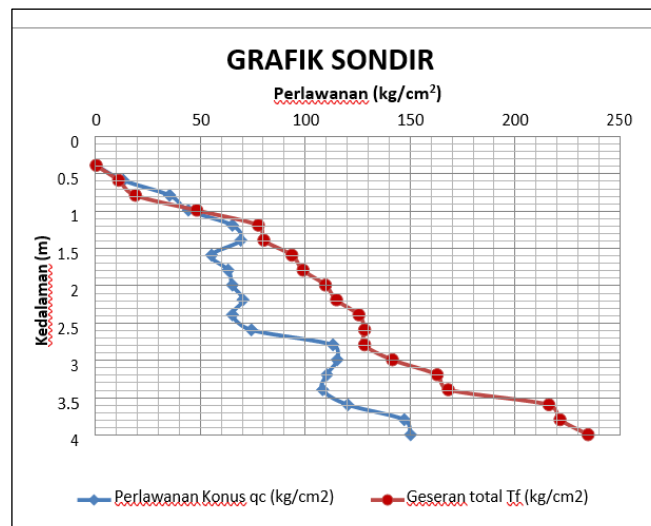
Nilai geseran total (T_f) diperoleh dengan menjumlahkan nilai geseran total

$$(T_f) \text{ sebelumnya} + f_s \text{ per } 20 \text{ cm} \quad (5)$$

Hasil

Pada pengujian sondir titik 1 menggunakan alat sondir ringan dengan kapasitas 2,5 Ton sedangkan konus yang digunakan menggunakan tipe bikonus. Pembacaan nilai perlawanan konus kg/cm^2 dan nilai perlawanan geser kg/cm^2 dilaksanakan hingga mencapai lapisan tanah keras dengan nilai konus 150 kg/cm^2 .

Dari hasil pengujian titik 1 ini, dapat dilihat pada table 1, bahwa pada kedalaman 3,60 m didapat perlawanan konus (q_c) sebesar 150 kg/cm^2 , Gambar 1 menunjukkan nilai perlawanan konus (q_c) didapat dari perlawanan dengan ujung konus saja yang terdorong atau nilai dari (q_c) ialah nilai dari pembacaan manometer itu sendiri dengan tiap kedalaman 4 cm dan geseran total sebesar $234,67 \text{ kg/cm}^2$.

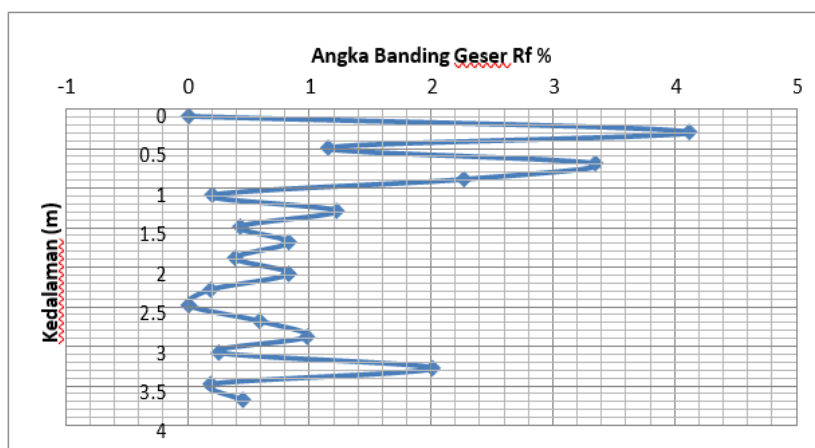


Gambar 1. Grafik Perlawanan Konus $q_c \text{ kg/cm}^2$ dan Geseran total $T_f \text{ kg/cm}^2$

Nilai geseran total didapat dari hasil penjumlahan nilai geseran total (Tf) sebelumnya + fs per 20 cm, untuk nilai angka banding geser sendiri nilai tertinggi didapat pada kedalaman 0,20 m dengan angka banding geser total sebesar 4,10 % (Gambar 2) angka banding geser diperoleh dari hasil penjumlahan antara nilai perlawanan geser lokal (fs) dengan perlawanan konus (qc). Karna nilai konus pada titik 1 sudah mencapai tekanan pada manometer sebesar 150 kg/cm² atau sudah didapat tanah kerasnya maka pengujian sondir dihentikan, dengan asumsi bahwa batas pembacaan dari sondir dengan kapasitas 2,5 ton itu sebesar 150 kg/cm²

Tabel 1. Hasil Pengujian Sondir

Z	Cw kg/cm ²	Tw kg/cm ²	Kw kg/cm ²	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	fs x 20 kg/cm ²	Tf kg/cm ²	Rf (%)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	13	17	4	13	0.53	10.67	10.67	4.10
0.40	35	38	3	35	0.40	8.00	18.67	1.14
0.60	44	55	11	44	1.47	29.33	48.00	3.33
0.80	65	76	11	65	1.47	29.33	77.33	2.26
1.00	69	70	1	69	0.13	2.67	80.00	0.19
1.20	55	60	5	55	0.67	13.33	93.33	1.21
1.40	63	65	2	63	0.27	5.33	98.67	0.42
1.60	65	69	4	65	0.53	10.67	109.33	0.82
1.80	70	72	2	70	0.27	5.33	114.67	0.38
2.00	65	69	4	65	0.53	10.67	125.33	0.82
2.20	74	75	1	74	0.13	2.67	128.00	0.18
2.40	113	113	0	113	0.00	0.00	128.00	0.00
2.60	115	120	5	115	0.67	13.33	141.33	0.58
2.80	110	118	8	110	1.07	21.33	162.67	0.97
3.00	108	110	2	108	0.27	5.33	168.00	0.25
3.20	120	138	18	120	2.40	48.00	216.00	2.00
3.40	147	149	2	147	0.27	5.33	221.33	0.18
3.60	150	155	5	150	0.67	13.33	234.67	0.44



Gambar 2. Grafik Angka Banding Geser Rf (%)

Evaluasi Karakteristik Lapisan Tanah

Tabel 2. Klasifikasi berdasarkan nilai qc dan fs

Hasil Sondir		Klasifikasi
Nilai Konus (qc) kg/cm ²	Perlawanan Geser (fs) kg/cm ²	
6	0.15 – 0.40	Humus, Lempung sangat lunak
6 - 10	0.20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0.20 – 0.60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10-30	0.10	Kerikil lepas
	0.10 – 0.40	Pasir Lepas
	0.40 – 0.80	Lempung atau lempung kelanauan
	0.80 – 2.00	Lempung agak kenyal
30-60	1.50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1.50 – 3.00	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60-150	1.00	Kerikil kepasiran lepas
	1.00 – 3.00	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan kerikil kenyal
	3.00	Lempung kerikil kenyal
150-	1.00 – 2.00	Pasir padat, pasir kerikil padat, pasir kasar padat.

Sumber : Ir. Sunggono kh (1995), buku Teknik sipil, penerbit NOVA, Bandung

Jenis tanah yang ada di lokasi penelitian dapat kita lihat pada tabel 3, menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,20 – 0,40 m terdapat lapisan tanah teguh, kedalaman 0,60 m terdapat lapisan tanah kaku, kedalaman 0,80 – 1,00 m terdapat lapisan tanah sangat kaku, kedalaman 1,20 m terdapat lapisan tanah kaku, kedalaman 1,40 – 3,20 m terdapat lapisan tanah sangat kaku dan pada kedalaman 3,40 – 3,60 didapat lapisan tanah keras. dari data diatas dapat kita simpulkan bahwa jenis tanah yang ada pada lokasi atau tempat penelitian termasuk jenis tanah kerikil kepasiran lepas karena sebelum mendapatkan kedalaman tanah keras dominan klasifikasi kerikil kepasiran lepas.

Tabel 3 Karakteristik Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai qc

Kedalaman	qc kg/cm ²	TITIK 1	
		fc kg/cm ²	Karakter Tanah
0.20	13	0.53	Lempung atau lempung kelanauan
0.40	35	0.40	Pasir kelanauan, pasir agak padat
0.60	44	1.47	Pasir kelanauan, pasir agak padat
0.80	65	1.47	Pasir padat, pasir kelanauan
1.00	69	0.13	Kerikil kepasiran lepas
1.20	55	0.67	Pasir kelanauan, pasir agak padat
1.40	63	0.27	Kerikil kepasiran lepas
1.60	65	0.53	Kerikil kepasiran lepas
1.80	70	0.27	Kerikil kepasiran lepas
2.00	65	0.53	Kerikil kepasiran lepas
2.20	74	0.13	Kerikil kepasiran lepas
2.40	11	0.00	Kerikil kepasiran lepas
2.60	11	0.67	Kerikil kepasiran lepas
2.80	11	1.07	Pasir padat, pasir kelanauan
3.00	10	0.27	Kerikil kepasiran lepas
3.20	12	2.40	Pasir padat, pasir kelanauan
3.40	14	0.27	Kerikil kepasiran lepas
3.60	15	0.67	Pasir padat, pasir kerikil padat, pasir

Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Penyondiran

Analisis daya dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Daya dukung ijin (q_a) ialah tekanan maksimum yang dapat dibebankan pada tanah, sedangkan daya dukung ultimate (*ultimate bearing capacity*) (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami beban keruntuhan.

Pada pengujian sondir, kedalaman maksimum yang dapat dicapai adalah yang ditunjukkan dalam ringkasan hasil uji sondir di lokasi. Dari hasil pengujian sondir dapat di diskripsikan sebagai berikut:

Tabel 4. Ringkasan Hasil Uji Sondir

Lokasi Sondir	Titik Sondir	Kedalaman (m)	Nilai Konus q_c kg/cm ²	Geseran total T_f kg/cm ²
Kampus Padhang-Padhang	Titik 1	3,60	150	234,67
	Titik 2	2,20	155	248,00
	Titik 3	3,20	155	408,00
	Titik 4	4,00	150	277,33
	Titik 5	4,40	150	269,33

Bila lapisan tanah pada table 4 tidak mempunyai daya dukung yang besar (*qc rendah*) sehingga pondasi cukup dalam dari permukaan maka jenis pondasi menggunakan tiang pancang, dalam hal ini karna lapisan tanah atas mempunyai daya dukung yang besar (*qc besar*) sehingga pondasi cukup pada kedalaman 2-4 m maka jenis pondasi menggunakan pondasi dangkal.

Untuk hal ini, data hasil penyondiran dapat dipakai untuk menentukan daya dukung pondasi dengan anggapan bahwa perlawanan pada pondasi dengan tanah sama dengan harga yang diperoleh sondir.

Schmertmaan (1978) mengusulkan persamaan sederhana dengan daya dukung yang dikorelasikan dengan tahanan ujung konus q_c untuk pondasi dangkal dengan $D/B \leq 1,5$. [10]

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka nilai dari hasil pengujian sondir dapat diketahui melalui grafik hubungan komulatif perlawanan konus dan didapat data sondir dari ke 5 titik data sondir titik terendah didapat pada titik 2 yaitu 2,20 m dengan nilai konus sebesar 155 kg/cm² dengan geseran totalnya sebesar 248,00 kg/cm² dan titik terbesar didapat pada titik 5 yaitu 4,40 m dengan nilai konus sebesar 150 kg/cm² dengan geseran totalnya 269,33 kg/cm. Jenis tanah yang ada pada lokasi atau tempat penelitian termasuk jenis tanah berkohesi (lempung, lanau), karna lapisan tanah atas mempunyai daya dukung yang besar (*qc besar*) sehingga pondasi cukup pada kedalaman 2-4 m, maka jenis pondasi menggunakan pondasi dangkal. Bila dilakukan pembangunan dengan konstruksi besar atau berat maka perlu melakukan perkuatan tanah sehingga bisa menggunakan pondasi dalam.

Referensi

- Chairullah. 2013. *Analisis Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda SPT,CPT, Dan Mayerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi PLTU Nagan Raya Provinsi Aceh. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Shiah Kuala.*
- Das. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1. Erlangga.* Das. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2. Erlangga.* Hardiyanto, Hary Christady, 2017. *Mekanika Tanah 1, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.*
- Hardiyanto, Hary Christady, 2018. *Mekanika Tanah 2, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.*
- Hendry Tri Wibowo. 2011. *Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Peningkatan Kekuatan Tanah Lunak Dilokasi Gate House Dalam Pekerjaan Grouting at Semarang Pumping Station & Retarding Pond. Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro. Semarang*
<http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/21163?show=full>
https://www.academia.edu/5773295/DAYA_DUKUNG_TANAH_DARI_DATA_SONDIR
<https://www.slideshare.net/mobile/pakkamba/bahan-ajar-pondasi-2>
- Kafrizaldi. 2011. *Sondir, Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geologi.*
- SNI. 2827:2008 *Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir.*
- Wastari. 2010. *Modul Pengujian Daya Dukung Tanah Dengan Sondir, Bandung: Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin Dan Teknik Industri.*
- Zufialdi, Z. 2006 *Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal. Laboratorium Geologi Teknik. Universitas Padjadjaran.*