

ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH PADA PERENCANAAN PROYEK GEDUNG DENGAN METODE TERZAGHI, MEYERHOF, HANSEN DAN VESIC

I Wayan Muka, Made Novia Indriani, I Putu Ocky Wintara

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar
Email: madenovia@gmail.com

ABSTRAK: Semua konstruksi bangunan sipil akan ditopang oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, jalan dan berbagai bangunan air seperti bendungan dan saluran-saluran irigasi. Oleh karena itu kondisi tanah dasar sangat mempengaruhi kestabilan dan keamanan konstruksi bangunan di atasnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai daya dukung tanah untuk kasus yang sama berdasarkan metode-metode Terzaghi, Meyerhof, Vesic, Hansen. Serta mendapatkan perbandingan besaran nilai daya dukung tanah dari beberapa metode tersebut. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan pada Proyek Gedung Kuliah Di Universitas Hindu Indonesia dan analisis pengujian sondir, dapat diketahui daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman 4-5 meter termasuk katagori tanah keras, Nilai daya dukung tanah yang diperoleh menggunakan metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic diperoleh nilai yang berbeda jauh yaitu : pada titik S-1 kedalaman 5 m metode Meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m², pada titik S-2 kedalaman 4 m metode Meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m², Dari hasil analisis perhitungan daya dukung tanah dengan menggunakan 4 (empat) metode, diketahui daya dukung tanahnya memiliki nilai yang berbeda pada titik sondir-1, Meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m² sedangkan untuk sondir-2, Meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m² dari ke empat metode yang digunakan Terzaghi selalu memiliki nilai daya dukung yang paling kecil dan Vesic memiliki nilai daya dukung paling besar.

Kata kunci: Daya dukung, penurunan, Terzaghi, Mayerhof, Hansen, vesic, dan sondir .

ABSTRACT: All civil construction will be supported by soil, including buildings, bridges, roads and various water structures such as dams and irrigation canals. Therefore, the condition of the subgrade greatly affects the stability and safety of the construction of the building above it. This study aims to obtain the value of soil bearing capacity for the same case based on the methods of Terzaghi, Meyerhof, Vesic, Hansen. And get a comparison of the value of the carrying capacity of the soil from some of these methods. Based on the results of soil investigations carried out at the Lecture Building Project at the Hindu University of Indonesia and analysis of sondir testing, it can be seen that the bearing capacity of the soil for a depth range of 4-5 meters including the category of hard soil. Vesic values obtained are significantly different, namely: at point S-1, depth 5 m Meyerhof method = 107.96 kN/m², Terzaghi = 139.6 kN/m², Hansen = 144.43 kN/m², Vesic = 164.63 kN/m², at point S-2 depth 4 m Meyerhof method = 107.96 kN/m², Terzaghi = 139.6 kN/m², Hansen = 144.43 kN/m², Vesic = 164.63 kN/m². From the calculation analysis results bearing capacity of the soil using 4 (four) methods. It is known that the bearing capacity of the soil has different values at the point sondir-1, Meyerhof = 107.96 kN/m², Terzaghi = 139.6 kN/m², Hansen = 144.43 kN/m², Vesic = 164.63 kN/m² while for sondir-2, Meyerhof = 107.96 kN/m², Terzaghi = 139.6 kN/m², Hansen = 144.43 kN/m², Vesic = 164.63 kN/m² of the four methods used by Terzaghi always have the smallest carrying capacity value and Vesic has the largest carrying capacity value.

Keywords: Carrying capacity, settlement, Terzaghi, Mayerhof, Hansen, vesic, and sondir.

PENDAHULUAN

Semua konstruksi bangunan sipil akan ditopang oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, jalan dan berbagai bangunan air seperti bendungan dan saluran-saluran irigasi. Oleh karena itu kondisi tanah dasar sangat mempengaruhi kestabilan dan keamanan konstruksi bangunan di atasnya. Salah satu unsur bangunan yang langsung berhubungan dengan tanah dasar adalah pondasi (Akbar Rahmad, 2019).

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat diatas atau dibawah permukaan tanah, maka harus dibuat pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu atau gaya yang berkerja pada bangunan itu (Akbar Rahmad, 2019).

Secara teoritis, beberapa ahli mekanika tanah mengembangkan metode-metode untuk menganalisis daya dukung tanah khususnya untuk pondasi dangkal. Metode-metode tersebut mempunyai anggapan/asumsi yang berbeda. Metode untuk menganalisis daya dukung tanah khususnya fondasi dangkal antara lain Terzaghi, Meyerhof, Hansen, vesic, dan lainnya (Akbar Rahmad, 2019).

Daya dukung tanah yang diharapkan untuk mendukung pondasi adalah daya dukung yang mampu memikul beban struktur, sehingga pondasi mengalami penurunan yang masih berada dalam batas toleransi (Prasetia, 2018).

Pada penelitian ini mengambil studi kasus tanah pada perencanaan proyek Gedung Kuliah Di Universitas Hindu Indonesia bertujuan untuk memperoleh nilai daya dukung tanah untuk kasus yang sama berdasarkan metode-metode Terzaghi, Meyerhof, Vesic, Hansen. Sertamendapatkan perbandingan besaran nilai daya dukung tanah dari beberapa metode tersebut.

Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui besar kapasitas daya dukung tanah pada perencanaan proyek Gedung Kuliah Di Universitas Hindu Indonesia dan mengetahui perbandingan daya dukung tanah pada Perencanaan Proyek Gedung Kuliah di Universitas Hindu Indonesia dengan menggunakan 4 metode yaitu Terzaghi, Meyerhof, Hansen, dan Vesic.

UJI SONDIR

Tes sondir dilaksanakan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan luas. Dilihat dari kapasitasnya, alat sondir dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sondir ringan (2 ton) dan sondir berat (10 ton).

METODE YANG DIGUNAKAN UNTUK Mencari Daya Dukung Tanah

Metode Terzaghi

Apabila data yang tersedia berupa data langsung dari nilai sondir, dengan anggapan bahwa pondasi yang akan dibuat nantinya adalah pondasi dangkal (*Shallow Foundation*), maka rumus yang dipakai adalah :

$$1. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{50} \times \left(1 + \left[\frac{0.3}{B} \right] \right)^2 \dots\dots\dots(\text{untuk pondasi dangkal } B > 1.20 \text{ m}) \quad (1)$$

$$2. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{30} \dots\dots\dots(\text{pondasi dangkal, } B < 1.20 \text{ m}) \quad (2)$$

$$3. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{40} \dots\dots\dots(\text{pondasi besarnya } B \text{ yang sembarang}) \quad (3)$$

dimana :

- qc = nilai konus
- B = lebar pondasi
- D = kedalaman pondasi
- ult = tegangan tanah ultimit/batas
- all = tegangan izin tanah
- Sf = faktor keamanan (diambil 3)

Metode Mayerhof

Apabila data yang tersedia berupa data langsung dari nilai sondir, dengan anggapan bahwa pondasi yang akan dibuat nantinya adalah pondasi dangkal (*Shallow Foundation*), maka rumus yang dipakai adalah :

$$1. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{50} \times \left(1 + \left[\frac{0.3}{B} \right] \right)^2 \dots\dots\dots(\text{untuk pondasi dangkal } B > 1.20 \text{ m}) \quad (4)$$

$$2. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{30} \dots\dots\dots(\text{pondasi dangkal, } B < 1.20 \text{ m}) \quad (5)$$

$$3. \quad \sigma_{all} = \frac{q_c}{40} \dots\dots\dots(\text{pondasi besarnya } B \text{ yang sembarang}) \quad (6)$$

dimana :

- qc = nilai konus
- B = lebar pondasi
- D = kedalaman pondasi

- ult = tegangan tanah ultimit/batas
- all = tegangan izin tanah
- Sf = faktor keamanan (diambil 3)

Metode Hansen

Teori Hansen melengkapi teori yang telah diusulkan sebelumnya dengan menambahkan faktor kemiringan dari dasar pondasi terhadap tanah dasar dan dituliskan sebagai berikut.

$$q_u = cN_c (s_c d_c i_c g_c b_c) + q' N_q (s_q d_q i_q g_q b_q) + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma (s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma) \tag{7}$$

Metode Vesic

Vesic tidak membuat rumusan daya dukung, melainkan menggunakan teori kapasitas daya dukung Hansen. Vesic membuat rumusan koefisien N_γ baru dan disesuaikan dengan nilai dari hasil perhitungan N_γ Terzaghi yang terlalu rumit, Vesic menetapkan nilai N_γ .

$$N_\gamma = 2 [N_q - 1] \tan \phi \tag{8}$$

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan design penelitian komparasi yang bertujuan untuk membandingkan. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang menggunakan proses data-data yang berupa angka sebagai alat menganalisis dan melakukan kajian penelitian, terutama mengenai apa yang sudah diteliti (Abdullah, 2015).

Pengumpulan data dilakukan melalui 2 cara yaitu:

Data primer:

1. Wawancara terstruktur dengan *site manager*, kepala logistik, dan Pelaksana struktur dan mandor. Data yang diperlukan ialah data hasil penyelidikan tanah yang akan digunakan kontraktor untuk pekerjaan pondasi.
2. Observasi untuk mencocokkan data sekunder dengan keadaan di lapangan, agar kalau ada perubahan tidak terjadi penyimpangan data.
3. Dokumentasi dalam penelitian ini mengambil gambar oleh peneliti untuk memperkuat hasil penelitian.

Data sekunder:

1. Denah Lokasi Penelitian
2. Sudut Geser Tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji sondir untuk mengetahui peningkatan kekuatan tanah di lokasi Perencanaan Proyek Gedung Kuliah di Universitas Hindu Indonesia yang bertujuan untuk menentukan jenis tanah dan daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir yang dapat di lihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir-1)

Kdlnm Muka Tanah (m)	Perlawanan Penetrasi Konus (PK) (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (JP) (kg/cm ²)	Hambatan		Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (kg/cm)	Hambatan Setempat HS=HL/10 (kg/cm)
			Lekat HL=JP-PK (kg/cm ²)	HL x (20/10) (kg/cm)		
0,0	0	0	0	0	0	0,00
0,2	40	44	4	8	8	0,40
0,4	10	13	3	6	14	0,30
0,6	10	15	5	10	24	0,50
0,8	15	18	3	6	30	0,30
1,0	15	19	4	8	38	0,40
1,2	15	18	3	6	44	0,30
1,4	15	20	5	10	54	0,50

1,6	15	22	7	14	68	0,70
1,8	15	17	2	4	72	0,20
2,0	15	18	3	6	78	0,30
2,2	10	15	5	10	88	0,50
2,4	20	25	5	10	98	0,50
2,6	40	45	5	10	108	0,50
2,8	110	115	5	10	118	0,50
3,0	130	135	5	10	128	0,50
3,2	130	135	5	10	138	0,50
3,4	140	145	5	10	148	0,50
3,6	150	160	10	20	168	1,00
3,8	170	175	5	10	178	0,50
4,0	160	170	10	20	198	1,00
4,2	160	170	10	20	218	1,00
4,6	150	160	10	20	248	1,00
4,8	145	155	10	20	268	1,00
5,0	220	230	10	20	288	1,00

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021.

Pada pelaksanaan tes sondir 1 lokasinya berada pada sebelah selatan Gedung B Fakultas Ekonomi Universitas Hindu Indonesia. Didapatkan nilai sondir dari kedalaman 0,08-meter samapai 2,00 meter, nilai konusnya baru mencapai 15kg/cm², kemudian dari kedalaman 2,60-meter terus naik dan mencapai nilai tertinggi 220 kg/cm² pada kedalaman 5,00 meter.

Tabel 2 Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir-2)

Kedalaman Muka Tanah (m)	Perlawanan Penetrasi Konus (PK) (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (JP) (kg/cm ²)	Hambatan		Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (kg/cm)	Hambatan Setempat HS=HL/10 (kg/cm)
			Lekat HL=JP-PK (kg/cm ²)	HL x (20/10) (kg/cm)		
0,0	0	0	0	0	0	0,00
0,2	25	28	3	6	6	0,30
0,4	25	30	5	10	16	0,50
0,6	25	32	7	14	30	0,70
0,8	20	28	8	16	46	0,80
1,0	10	15	5	10	56	0,50
1,2	15	18	3	6	62	0,30
1,4	25	30	5	10	72	0,50
1,6	40	45	5	10	82	0,50
1,8	30	35	5	10	92	0,50
2,0	30	38	8	16	108	0,80
2,2	50	55	5	10	118	0,50
2,4	60	65	5	10	128	0,50
2,6	70	80	10	20	148	1,00
2,8	80	90	10	20	168	1,00
3,0	100	105	5	10	178	0,50
3,2	90	98	8	16	194	0,80

3,4	120	130	10	20	214	1,00
3,6	120	125	5	10	224	0,50
3,8	140	150	10	20	244	1,00
4,0	220	230	10	20	264	1,00

Sumber: Hasil Analisis Data 2021

Pada pelaksanaan tes sondir 2 lokasinya berada pada sebelah utara Gedung C Fakultas Ekonomi Universitas Hindu Indonesia. Didapatkan nilai sondir dari kedalaman 0,02-meter samapai 0,08 meter, nilai konusnya baru mencapai 55kg/cm², kemudian dari kedalaman 1,00-meter terus naik dan mencapai nilai tertinggi 220 kg/cm² pada kedalaman 4,00 meter.

Dari hasil perhitungan nilai daya dukung tanah menggunakan metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic didapatkan nilai sebagai berikut yang dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbedaan Nilai Daya Dukung Tanah Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic untuk Sondir 1

Kedalaman	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
1 meter	65,2 kN/m ²	69,84 kN/m ²	66,10 kN/m ²	86,28 kN/m ²
2 meter	65,2 kN/m ²	69,89 kN/m ²	66,10 kN/m ²	86,28 kN/m ²
3 meter	106,6 kN/m ²	96,68 kN/m ²	118,77 kN/m ²	130,23 kN/m ²
4 meter	117,6 kN/m ²	96,67 kN/m ²	141,10 kN/m ²	141,70 kN/m ²
5 meter	139,6 kN/m ²	107,96 kN/m ²	144,43 kN/m ²	164,63 kN/m ²

Sumber: Hasil Analisis Data 2021

Pada tabel 3 dari hasil perhitungan daya dukung tanah Vesic selalu memiliki daya dukung paling besar pada setiap kedalaman di ikuti oleh Meyerhof, sedangkan daya dukung Terzaghi dan Hansen memiliki daya dukung yang hampir sama. Pada kedalaman 1–2-meter memiliki nilai daya dukung yang sama dan pada kedalaman 3–5-meter mulai mengalami sedikit kenaikan.

Tabel 4 Perbedaan Nilai Daya Dukung Tanah Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic untuk Sondir 2

Kedalaman	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
1 meter	63,4 kN/m ²	69,10 kN/m ²	69,91 kN/m ²	90,10 kN/m ²
2 meter	70,6 kN/m ²	73,26 kN/m ²	71,82 kN/m ²	92,10 kN/m ²
3 meter	95,6 kN/m ²	91,53 kN/m ²	98,57 kN/m ²	118,77 kN/m ²
4 meter	139,6 kN/m ²	107,96 kN/m ²	144,43 kN/m ²	164,63 kN/m ²

Sumber: Hasil Analisis Data 2021

Pada tabel 4 dari hasil perhitungan daya dukung tanah Vesic selalu memiliki daya dukung paling besar pada setiap kedalaman di ikuti oleh Hansen, sedangkan daya dukung Meyerhof dan Terzaghi memiliki daya dukung yang hampir sama. Pada kedalaman 1–2-meter memiliki nilai daya dukung yang sama dan pada kedalaman 3–4-meter mulai mengalami sedikit kenaikan.

Perhitungan Daya Dukung Tanah Izin

Berdasarkan metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic maka besar daya dukung tanah Izin pada masing-masing kedalaman dapat dirumuskan dan ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5 Perhitungan Daya Dukung Tanah Izin berdasarkan data Sondir

Kedalaman	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
1 meter	21,73 kN/m ²	23,28 kg/m ²	22,10 kg/m ²	28,76 kg/m ²
2 meter	21,73 kN/m ²	23,63 kg/m ²	22,10 kg/m ²	28,76 kg/m ²
3 meter	35,53 kN/m ²	32,22 kg/m ²	39,60 kg/m ²	43,41 kg/m ²

4 meter	39,20 kN/m ²	32,22 kg/m ²	36,10 kg/m ²	47,25 kg/m ²
5 meter	46,53 kN/m ²	35,98 kg/m ²	48,15 kg/m ²	54,87 kg/m ²

Sumber: data sondir di lapangan (2021)

Maka dari hasil perhitungan pada tabel 13 Vesic memiliki nilai daya dukung izin tanah paling besar sedangkan Terzaghi memiliki daya dukung tanah paling kecil dari ke empat metode yang digunakan.

Tabel 6. Perhitungan Daya Dukung Tanah Izin berdasarkan data Sondir

Kedalaman	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
1 meter	21,13 kN/m ²	23,10 kg/m ²	23,30 kg/m ²	30,10 kg/m ²
2 meter	23,53 kN/m ²	24,42 kg/m ²	23,94 kg/m ²	30,10 kg/m ²
3 meter	31,86 kN/m ²	30,51 kg/m ²	32,85 kg/m ²	62,92 kg/m ²
4 meter	46,53 kN/m ²	35,98 kg/m ²	48,15 kg/m ²	54,87 kg/m ²

Sumber: data sondir di lapangan (2021)

Maka dari hasil perhitungan pada tabel 6 Vesic memiliki nilai daya dukung izin tanah paling besar sedangkan Terzaghi memiliki daya dukung tanah paling kecil dari ke empat metode yang digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah pada Perencanaan Proyek Gedung Kuliah di Universitas Hindu Indonesia dan pengujian sondir, dapat diketahui daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman 4–5-meter termasuk katagori tanah keras. Nilai daya dukung tanah yang diperoleh menggunakan metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic diperoleh nilai yang berbeda jauh yaitu:

- 1) Pada titik S-1 Kedalaman 5 m metode Terzaghi = 139,6 kN/m², Meyerhof = 107,96 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², vesic = 164,63 kN/m²
- 2) Pada titik S-2 Kedalaman 4 m metode meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², vesic = 164,63 kN/m².

Daya dukung tanah pada pondasi dengan beban sentris diperoleh hasil bahwa sebaiknya yang digunakan metode Terzaghi karena selain rumusnya yang sederhana, nilai daya dukung tanah yang relatif lebih kecil dibanding metode yang lain, sehingga dapat dikatakan lebih aman. Untuk beban miring sebaiknya digunakan perhitungan daya dukung tanah pada pondasi dangkal dengan metode Meyerhof karena memperoleh nilai daya dukung tanah yang relatif lebih stabil kenaikannya yaitu semakin besar lebar fondasi maka semakin besar pula daya dukungnya.

Dari hasil analisis perhitungan daya dukung tanah pada Perencanaan Proyek Gedung Kuliah di Universitas Hindu Indonesia dengan menggunakan 4 (empat) metode, diketahui daya dukung tanahnya memiliki nilai yang berbeda pada titik sondir-1 Meyerhof=107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m² sedangkan untuk sondir-2 Meyerhof = 107,96 kN/m², Terzaghi = 139,6 kN/m², Hansen = 144,43 kN/m², Vesic = 164,63 kN/m² dari ke empat metode yang digunakan Terzaghi selalu memiliki nilai daya dukung yang paling kecil dan Vesic memiliki nilai daya dukung paling besar. Dari hasil analisis nilai daya dukung tanah yang didapatkan bisa dijadikan masukan bagi kontraktor jika akan melakukan pembangunan proyek konstruksi dan bila nantinya akan membangun Gedung lantai 3 disarankan menggunakan pondasi *bor pile* dikarenakan daya dukung tanah keras yang diperoleh pada kedalaman 4-5 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, P. M. (2015). *Living in the world that is fit for habitation : CCI's ecumenical and religious relationships*.
- Akbar, Rahmad, (2019). *Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah Pada Pondasi Dangkal Dengan Menggunakan Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Dan Metode Elemen Hingga*.
- Chairullah, Banta, (2013). *Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda Spt, Cpt, Dan Meyerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi Pltu Nagan Raya Provinsi Aceh. Teras Jurnal, 3(1), 15–24*.
- Fadli, K. (2018). *Evaluasi perhitungan daya dukung tiang pancang pada pabrik kelapa sawit labuhan batu*.
- Fauzi, (2016). *Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Tipe Menerus Pengaruh Kedalaman*

- Tanah Keras. *Reka Rencana*, 2(2), 36–46.
- Hilfi Harisan, (2021). *Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pondasi Dangkal*. 6(1), 1–5.
- Muda, Anwar, (2016). Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium. *Jurnal ITEKNA*, 16(1), 1–6.
- Novianto, D. (2013). Kinerja Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Berdasarkan Data Sondir. *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, 7(2), 189. <https://doi.org/10.33795/prokons.v7i2.51>
- Nusantara, M. A. (2014). Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Bantuan Program Plaxis. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 2355–2374.
- Praselia, I. D. (2018). Studi Perencanaan Pondasi Tiang Pancang (Spun Pile) Pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan-Jawa Timur. *Jurnal Eprint*, 5–46.
- Prayogo, K., & Saptowati, H. (2016). Penyelidikan struktur dan karakteriistik tanah untuk desain Pondasi Iridiatir Gamma kapasitas 2 MCi. *Jurnal Perangkat Nuklir*, 10(1), 30–49.
- Sembiring, N., & Jafri, M. (2016). Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Berpasir. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 371–380.
- Shouman, M, (2015). *Rekayasa Pondasi* (Vol. 1). https://www.slideshare.net/haridanmadridista/rekayasa-pondasi-i-haridanSNI_No.8640, (2017). Sni 8640-2017. *SNI No.8640, 8460*, 2017.
- wulandari, esti, (2014). Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Variasi Lebar Dan Jumlah Lapisan Perkuatan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), pp.303-307.
- Yulianto, Estu faisal, (2019). Solusi Dan Permasalahannya Dalam Pembangunan Infrastruktur Yang Berwawasan Lingkungan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Zakaria, Z. (2006). *Bearing Capacity of Shallow Foundation, Engineering Geological Laboratory Padjadjaran University*. <http://blogs.unpad.ac.id/zufialdizakaria/files/2009/11/zufialdi-zakaria-2006-analisis-dayadukung-tanah.pdf>