

PERENCANAAN PONDASI GERBANG TOL KUTANEGARA PROYEK TOL JAKARTA-CIKAMPEK II BERDASARKAN DATA *CONE PENETRATION TEST* (CPT)

Siti Nurlita Fitri^{1*}, Erik Wahyu Pradana²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
Email: sitinurlitafitri@staff.uns.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
Email: erikwpradana@staff.uns.ac.id

ABSTRACT

The Jakarta Cikampek II Toll Road has several toll gates that require an analysis of the substructure against the load from the upper structure. One of them is the Kutaneegara Toll Gate. The design of the substructure (foundation) is calculated based on upper loads and reactions from the superstructure. This study aims to analyse the deep foundation's bearing capacity due to the upper structure's reaction. As a result, this analysis ensures the safe condition of the infrastructure system. This study uses bearing capacity analysis based on the Cone Penetration Test (CPT) investigation with the Schmertmann and Nottingham Approach, which is combined with the calculation of pile group efficiency using the Converse-Labarre formula. Based on the results of a soil investigation using CPT, the subgrade is clay soil at a depth of 0-10m with a q_c value of 30-160 kN/m² with a γ value of 18-20 kN/m³ and a cohesion of 50 kN/m². The bearing capacity result at a depth of 10m reaches 428.71 kN. The pile configuration uses 2x2 piles with a diameter of 40cm and a pile cap size of 2m x 2m. The maximum P_u describes 193.6 kN. This value is still less than the bearing capacity of the pile, which means the safety condition. This research is expected to be a reference for the analysis of the bearing capacity of the bottom structure for related toll gate designs.

Keywords: Foundation, Bearing Capacity, CPT, Toll Gate

ABSTRAK

Jalan Tol Jakarta Cikampek II mempunyai beberapa gerbang tol yang membutuhkan analisis struktur bawah untuk dapat memikul beban di atasnya, salah satunya adalah Gerbang Tol Kutaneegara. Desain struktur bawah dihitung berdasarkan kebutuhan akibat beban dan reaksi dari struktur atas. Dalam proyek ini, belum ada perencanaan pondasi yang dapat menerima beban struktur atas dan menyalurkan ke tanah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas dukung pondasi dalam agar dapat menopang beban dan reaksi akibat struktur di atasnya sehingga dapat dipastikan infrastruktur dalam keadaan aman. Analisis daya dukung tanah menggunakan data *Cone Penetration Test* (CPT) dengan Metode Schmertmann dan Nottingham serta perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumusan Converse-Labarre. Berdasarkan penyelidikan tanah menggunakan CPT, tanah dasar berupa tanah lempung pada kedalaman 0-10m dengan nilai q_c sebesar 30-160 kN/m² dengan nilai γ sebesar 18-20 kN/m³ dan kohesi sebesar 50 kN/m². Nilai kapasitas dukung pada kedalaman 10m mencapai 428,71 kN. Konfigurasi tiang menggunakan tiang pancang 2x2 dengan diameter 40cm dan ukuran pile cap sebesar 2m x 2m. Hasil P_u maksimum akibat beban di atasnya adalah 193,6 kN, nilai ini masih lebih kecil dari kapasitas dukung tiang, sehingga aman untuk dilaksanakan. Penelitian ini dapat menjadi referensi analisis daya dukung struktur bawah untuk desain gerbang tol terkait.

Kata kunci: Pondasi, Kapasitas Dukung, CPT, Gerbang Tol

1. PENDAHULUAN

Struktur bawah suatu infrastruktur mempunyai peranan penting dalam kekuatan bangunan. Pondasi sebagai salah satu sub-struktur yang digunakan untuk meneruskan beban struktur atas kepada tanah harus didesain sedemikian rupa agar aman terhadap bahaya yang mungkin terjadi. Selain itu, pondasi juga disesuaikan dengan kebutuhan dari struktur di atasnya. Misalkan pondasi dangkal digunakan pada bangunan sederhana, sedangkan pondasi dalam digunakan untuk bangunan tinggi atau struktur jembatan, maupun gerbang tol dengan beban yang lebih besar maupun lebih berat. Beberapa desain struktur bawah dengan pondasi tiang dalam struktur Gedung bertingkat dilakukan oleh (Asmarendra,

Corresponding Author

E-mail Address : sitinurlitafitri@staff.uns.ac.id

2018; Batista *et al.*, 2019; Poernomo *et al.*, 2017; Sintyawati *et al.*, 2018), sedangkan analisis pada struktur jembatan diberikan oleh (A Faritzie *et al.*, 2021; Siti Nurlita Fitri, 2022). Desain pondasi pada struktur sederhana dikemukakan oleh (Ahmad, 2021; Ali *et al.*, 2018). Semua hasil desain pondasi disesuaikan pada situasi dan kondisi serta perencanaan yang sesuai agar menghasilkan kondisi aman dan tidak membahayakan bagi manusia.

Jalan Tol Jakarta Cikampek II mempunyai beberapa gerbang tol dengan struktur atas berupa baja ringan. Untuk menopang beban tersebut, dibutuhkan suatu pondasi dalam yang aman dan kuat. Dalam memikul beban di atasnya. Dalam penelitian ini, belum ada perencanaan pondasi sebagai struktur bawah untuk menahan reaksi dari beban struktur atas, sehingga dibutuhkan desain yang bisa mengakomodir kebutuhan tersebut. Lokasi penelitian ditujukan pada Gambar 1. Tanah dasar dari Proyek Jalan Tol pada Gerbang Tol Kutaneegara merupakan tanah lempung hingga kedalaman 10m.



Gambar 1. Lokasi perencanaan pondasi gerbang Tol Jakarta Cikampek 2

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan pondasi pada Gerbang Tol Kutaneegara, Proyek Jalan Tol Jakarta Cikampek II berdasarkan kondisi tanah dasar yang sesuai agar aman untuk memikul beban yang ada. Pondasi yang direncanakan merupakan pondasi dalam dengan konfigurasi tertentu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran umum untuk proyek terkait dalam desain struktur bawah lain dengan kondisi beban yang sama.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan data pengujian lapangan berupa data Cone Penetration Test (CPT) untuk merencanakan pondasi. Data fisis tanah lain juga dilakukan untuk mendapat parameter tanah dasar seperti jenis tanah, kohesi, sudut geser intern dan berat volume.

Tanah Dasar

Hasil pengujian laboratorium menghasilkan jenis tanah dan parameter fisis lain yang berguna sebagai bahan pertimbangan desain struktur bawah. Hasil investigasi geoteknik berupa nilai fisis dan mekanis tanah diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter tanah dasar

No	Kedalaman (m)	Jenis Tanah	c (kN/m^2)	ϕ	γ (kN/m^3)	qc (kN/m^2)
1	1	Lempung	50	-	18	0
2	2	Lempung	50	-	18	30
3	3	Lempung	50	-	18	30
4	4	Lempung	50	-	18	30
5	5	Lempung	50	-	18	30
6	6	Lempung	20	-	18	28
7	7	Lempung	50	-	18	40
8	8	Lempung	65	-	20	78
9	9	Lempung	65	-	20	78
10	10	Batu Pasir	80	-	20	160

Berdasarkan Tabel 1, tanah dasar proyek merupakan tanah lempung pada kedalaman 1-9m, dengan nilai kohesi rata-rata sebesar 50 kN/m². Nilai berat volume berkisar dari 18-20 kN/m³.

Hasil Cone Penetration Test (CPT)

Pengujian CPT dilakukan pada Proyek Jalan Tol Jakarta Cikampek II, data yang didapatkan berupa data konus (q_c) dan lekatan local (f_r). Data hasil pengujian diberikan pada Tabel 1. Tabel 1 menjelaskan nilai konus yang bervariasi dari 30 kN/m² hingga kedalaman 5m, kemudian berfluktuasi sampai mencapai 160 kN/m² pada kedalaman 10m.

Hasil pengujian CPT yang dijadikan dasar perencanaan pondasi dalam untuk bangunan tinggi telah dilakukan oleh beberapa penelitian seperti: (Gazali *et al.*, 2022; Maha Agung *et al.*, 2020; Suroso & Tjitradi, 2020; Triarso, 2021), sedangkan untuk pondasi dangkal dilakukan oleh (Dharmayasa & Utami, 2018; Maha Agung *et al.*, 2020). Selain itu, berdasarkan penelitian Basoka (2020), nilai kapasitas dukung menggunakan data CPT cenderung menghasilkan nilai yang lebih besar 0,4-16,3% dari pada hasil analisis SPT. (Basoka, 2020)

Perhitungan Pondasi Berdasarkan Nilai CPT

Perhitungan daya dukung pondasi dalam menggunakan data CPT dilakukan dengan menggunakan Metode Schmertmann dan Nottingham (1975). Penggunaan metode ini telah dilakukan oleh (Bachtiar & Yusuf, 2012; Chandra *et al.*, 2018; Mina *et al.*, 2018; Randyanto *et al.*, 2015) dengan berbagai tinjauan dan model struktur yang berbeda. Rumusan nilai dan dijabarkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_u = A_b f_b + A_s f_s \quad (1)$$

Atau

$$Q_u = A_b \omega q_{ca} + A_s K_f q_f \quad (2)$$

Dimana A_b yaitu luas dari penampang tiang (cm²), A_s adalah luas dari selimut tiang (cm²), f_s adalah tahanan gesek (kg/cm²), f_b merupakan tahanan ujung (kg/cm²), K_f yaitu koefisien tak berdimensi, ω adalah koefisien korelasi. q_{ca} merupakan tahanan rata-rata konus (kg/cm²), dan q_f adalah tahanan gesek sisi konus (kg/cm²)

Berdasarkan metode perhitungan ini, tahanan ujung tiang persatuan luas diperoleh dari nilai rata-rata q_c disepanjang 8d diatas dasar tiang hingga 0,7d atau 4d di bawah tiang. Pada perhitungan ini diambil perhitungan nilai q_c 8d diatas tiang dan 4d di bawah tiang. Penentuan q_c menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \quad (3)$$

q_{c1} yaitu nilai rata-rata q_c pada area 0,7d atau 4d di bawah tinjauan tiang (kg/cm²)

q_{c2} merupakan rata-rata q_c pada area 8d atau 4d di atas tinjauan tiang

dimana untuk penentuan ω , diperlukan table yang bersesuaian dengan OCR (*overconsolidated ratio*) yang merupakan nilai dari tekanan overburden tanah dengan tekanan pra-konsolidasi tanah dasar.

Selain itu, dihitung parameter lain yaitu adalah perhitungan nilai f_b , nilai f_b dianalisis dengan rumusan:

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

Keterangan:

f_b adalah nilai dari tahanan pada ujung (kg/cm²)

ω merupakan koefisien yang sesuai nilai OCR tanah

untuk mendapatkan nilai Pijin harus dikalikan dengan efisiensi tiang dengan metode Converse-Labarre dengan perumusan:

$$E_g = \frac{\theta(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad (5)$$

Dimana n yaitu jumlah dari tiang dalam baris dan m adalah jumlah tiang pada kolom.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kapasitas dukung pondasi menggunakan data CPT dilakukan menggunakan Metode Schmertmann dan Nottingham. Desain dilakukan dengan cara menghitung per kedalaman untuk mendapatkan hasil kapasitas dukung ultimit. Pondasi tiang yang digunakan merupakan pondasi dengan penampang lingkaran yaitu dengan diameter 40 cm. Ukuran ini disesuaikan dengan permintaan owner dan ketersediaan material di proyek. Hasil perhitungan dari kedalaman 1-10 m di berikan pada Tabel 2. Grafik hasil perhitungan daya dukung di tampilkan pada Gambar 2.

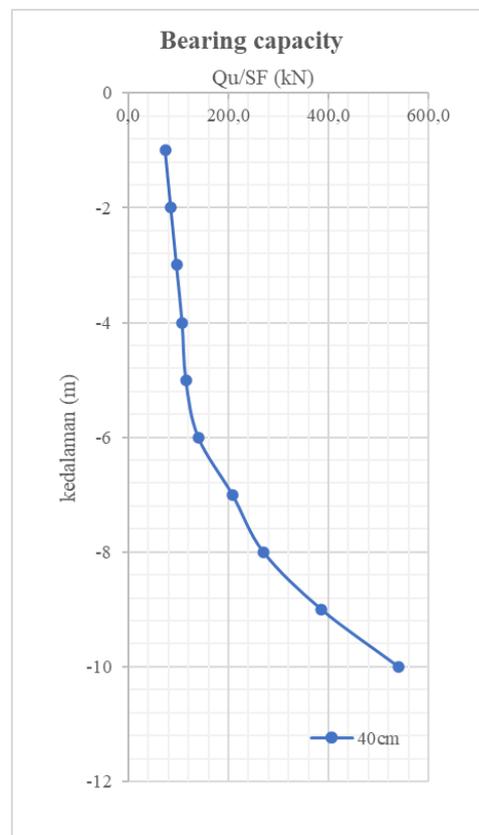
Dari hasil pada Tabel 1, nilai kapasitas dukung ultimate diberikan pada 74,1 kN hingga 539 kN pada kedalaman 10m. nilai koefisien k_f diambil dengan nilai 0,9 dan analisis menggunakan nilai q_{c1} dan q_{c2} sesuai dengan nilai konus dari hasil CPT. Persebaran kapasitas dukung diberikan pada Gambar 2 hingga mencapai kedalaman 10m.

Tabel 2. Hasil analisis daya dukung tanah

No	Kedalaman (m)	Jenis Tanah	As	K_f	q_{c1} (kN/m ²)	q_{c2} (kN/m ²)	Q_e (kN)	Q_f (kN)	Q_u (kN)
1	1	Lempung	12566,4	0,9	30	30	188,5	33,9	74,1
2	2	Lempung	12566,4	0,9	30	30	188,5	67,9	85,5
3	3	Lempung	12566,4	0,9	30	30	188,5	101,8	96,8
4	4	Lempung	12566,4	0,9	30	30	188,5	135,7	108,1
5	5	Lempung	12566,4	0,9	29	28	179,1	167,4	115,5
6	6	Lempung	12566,4	0,9	34	32	207,3	212,6	140,0
7	7	Lempung	12566,4	0,9	59	44	323,6	300,8	208,1
8	8	Lempung	12566,4	0,9	78	56	421,0	389,1	270,0
9	9	Lempung	12566,4	0,9	119	89	653,5	502,2	385,2
10	10	Batu Pasir	12566,4	1,9	160	119	876,5	740,9	539,1

Konfigurasi Tiang Pancang

Dari hasil kapasitas dukung kemudian dilakukan analisis berdasarkan tiang kelompok dengan konfigurasi tiang 2x2. Desain konfigurasi tiang kelompok diberikan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, pile cap berukuran 2m x 2m dengan jarak ke tepi yaitu 40cm. Konfigurasi mempertimbangkan reaksi yang terjadi akibat struktur atas.



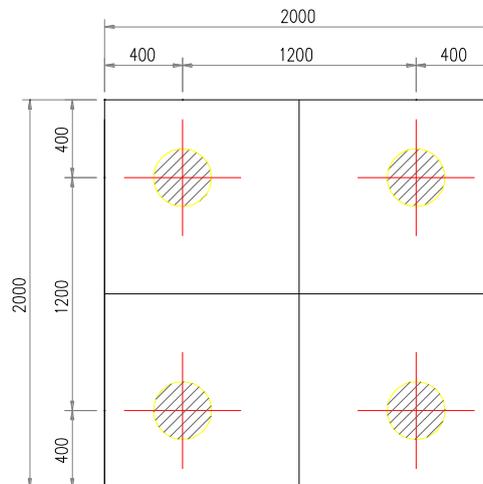
Gambar 2. Daya dukung tanah berdasarkan kedalaman

Adapun data output reaksi diberikan sebagai berikut:

Gaya aksial kolom akibat beban terfaktor, $P_{uk} = 24,58$ kN

Jumlah Momen sumbu x akibat beban terfaktor, $M_{ux} = 219,28$ kNm

Jumlah Momen sumbu y akibat beban terfaktor,	$M_{uy} = 118,25 \text{ kNm}$
Jumlah momen sumbu x akibat beban terfaktor,	$M_{ux} = 141,18 \text{ kNm}$
Jumlah momen sumbu y akibat beban terfaktor,	$M_{uy} = 80,09 \text{ kNm}$
Gaya lateral sumbu x akibat beban terfaktor,	$H_{ux} = 130,17 \text{ kN}$
Gaya lateral sumbu y akibat beban terfaktor,	$H_{uy} = 63,60 \text{ kN}$



Gambar 3. Konfigurasi tiang pancang

Kedalaman rencana untuk pondasi tiang bor adalah pada kedalaman 10m, dimana menurut grafik daya dukung pondasi tinag bor, $Q_{ijin} = 539,1 \text{ kN}$, namun nilai tersebut harus dikorelasi jika tiang tersebut berada pada 1 kelompok tiang yang sama, nilai efisiensi menggunakan rumusan Converse-Labarre seperti yang telah dilakuakn oleh (Kusumastuti & Saragih, 2021; Novita Br Ginting et al., 2019; Sunarno *et al.*, 2020; Ullly Nurul Fadilah, 2018), sehingga analisis menjadi:

$$Q_{ijin \text{ 1 tiang}} = 539,1 \times 0,795 = 428,71 \text{ kN}$$

Dari hasil konfigurasi tiang maka dapat dihasilkan analisis beban maksimum dan minimum yaitu:

$$P_{umax} = P_u / n + M_{ux} \times X_{max} / S_x^2 + M_{uy} \times Y_{max} / S_y^2 = 193,66 \text{ kN}$$

$$P_{umin} = P_u / n + M_{ux} \times X_{min} / S_x^2 + M_{uy} \times Y_{min} / S_y^2 = -117,21 \text{ kN}$$

Dikarenakan syarat dimana $P_u \text{ max} < \phi P_n$, maka nilai 193,66 kN masih lebih kecil dari nilai kapasitas dukung ultimate pada kedalaman 10m. Sehingga desain pada kedalaman 10m dengan konfigurasi tiang pancang 2m x 2m dengan reaksi beban yang telah dideskripsikan aman dilaksanakan.

4. KESIMPULAN

Perencanaan akan kebutuhan struktur bawah untuk menopang reaksi dan beban struktur atas telah dihitung. Dari analisis kapasitas dukung pondasi dalam pada tinjauan Gerbang Kutaneegara Proyek Jalan Tol Jakarta Cikampek II menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham dengan berdasarkan data CPT didapatkan jenis tanah dasar yaitu lempung pada kedalaman 0-10m, dengan nilai q_c sebesar 30-160 kN/m^2 . Hasil analisis kapasitas dukung yang dapat memikul beban struktur di atasnya yaitu pada kedalaman 10m dengan nilai 428,71 kN. Kapasitas dukung satu tiang dianalisis dengan konfigurasi tiang pancang 2m x 2m dengan dengan jarak 1,2m dengan ukuran pile cap yaitu 2m x 2m didapatkan hasil P_u maksimum sebesar 193,6 kN, nilai ini masih lebih kecil dari Kapasitas dukung tiang, sehingga aman untuk dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- A Faritzie, H., Djohan, B., & Hastila, M. A. (2021). Perencanaan Struktur Bawah Jembatan Daerah Perbukitan Kecamatan Semendo Darat Tengah Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1). <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v10i1.458>

- Ahmad, H. H. (2021). Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pondasi Dangkal Dengan Metode L Heminier Dan Meyerhof. *Jurnal Penelitian IPTEKS*, 6(1). <https://doi.org/10.32528/ipteks.v6i1.4171>
- Ali, F., Najib, N., & Ali, R. K. (2018). Kajian Geoteknik untuk Perencanaan Pembangunan Pemukiman Baru pada Kawasan Handil Berkat Makmur, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 1(2). <https://doi.org/10.14710/jgt.1.2.2018.50-58>
- Asmarendra, D. (2018). Analisa Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Pada Pembangunan Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN) Samarinda. *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Dan Teknik Sipil*, 1(1).
- Bachtiar, V., & Yusuf, M. (2012). Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Cone Penetration Test (Cpt) Dan Pile Driven Analyzer (Pda) Pada Tanah Lunak Di Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1). <https://doi.org/10.26418/jtsft.v12i1.17151>
- Basoka, I. W. A. (2020). Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Cone Penetration Test (Cpt) Dan Standard Penetration Test (Spt) Pada Tanah Berpasir. *UKaRsT*, 4(1). <https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.793>
- Batista, E., Fauzi, . R.A., & Pradiptiya, . A. (2019). Perencanaan Pondasi Ground Water Tank Proyek Gedung Bpjs Jakarta Pusat (Issue 1).
- Chandra, A., Yanti, G., & Wahyuni Megasari, S. (2018). Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile pada Proyek Pembangunan Menara Listrik Transmisi 500 KV Peranap-Perawang. *JURNAL TEKNIK*, 12(2). <https://doi.org/10.31849/teknik.v12i2.1732>
- Dharmayasa, I. G. N. P., & Utami, D. A. N. A. (2018). Desain Pondasi Telapak Berdasarkan Uji Cpt Di Daerah Kuta , Bali. *Jurnal Paduraksa*, 7(2).
- Gazali, A., Perdana, M. G., & Rachman, T. A. (2022). Studi Evaluasi Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data Cpt Pada Pembangunan Gedung Baru Uniska Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2). <https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6431>
- Kusumastuti, D. P., & Saragih, D. H. (2021). Pengaruh Variasi Jarak Tiang Bor Pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Dengan Metode Analisis. *FORUM MEKANIKA*, 10(1). <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v10i1.1357>
- Maha Agung, P. A., Sijabat, J., & Shofi Khairunnisa, N. (2020). Analisis Dan Desain Dinamis Pondasi Dangkal Berdasarkan Data CPT. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 1(2). <https://doi.org/10.52158/jaceit.v1i2.84>
- Mina, E., Kusuma, R. I., & Gultom, L. R. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Uji Standard Penetration Test (Spt) Dan Data Uji Cone Penetration Test (Cpt) (Studi Kasus Proyek Apartemen Maqna Residence Kebon Jeruk - Jakarta). *JURNAL FONDASI*, 7(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4072>
- Novita Br Ginting, S. V., Irwan, I., & Nurmaidah, N. (2019). Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Overpass Sei Semayang Sta. 0+350 Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, BUILDING AND TRANSPORTATION*, 3(1). <https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2460>
- Poernomo, Y. C. S., Romadhon, R., Wahyudiono, H., & Hartantyo, S. D. (2017). Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Serbaguna Universitas Kadiri. *UKaRsT*, 1(2).
- Randyanto, E. S., Sumampouw, Josef. E. R., & Balamba, S. (2015). Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendring Studi Kasus : Proyek Pembangunan Manado Town Square 3. *Jurnal Sipil Statik*, 3(9).
- Sintyawati, L., Winarto, S., & Ridwan, A. (2018). Studi Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung Fakultas Syariah Iain Ponorogo. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(2). <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i2.380>
- Siti Nurlita Fitri. (2022). *Desain Perbaikan Tanah Dasar, Pangkal Jembatan, Oprit dan Pondasi pada Jembatan Sungai Babakan pada Proyek Jalan Tol Pejangan-Pemalang*. Media Sains Indonesia.
- Sunarno, A., Karlinasari, R., & Rochim, A. (2020). Review Of Bearing Capacity And Settlement Of Pile Foundation In Port Infrastructure. *Pondasi*, 23(2). <https://doi.org/10.30659/pondasi.v23i2.11207>
- Suroso, P., & Tjitradi, D. (2020). Analisis Daya Dukung Pondasi Menggunakan Hasil Uji CPT Dan Uji Laboratorium Pada Bangunan Guest House. *Buletin Profesi Insinyur*, 3(2). <https://doi.org/10.20527/bpi.v3i2.85>
- Triarso, A. (2021). Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT dan Data SPT Pada Pondasi Gedung Parkir RSUD Soedono. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(1). <https://doi.org/10.26740/proteksi.v3n1.p28-33>
- Ully Nurul Fadilah, H. T. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-Spt Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan. *IKRA-ITH Teknologi*, 2(3).