

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DENGAN METODE US.ARMY CORPS

Elpita Aisah

Teknik Sipil, Institut Teknologi Pagaram
Jl. Masig Siagim No.75 Simpang Mbacang Kec.Dempo Tengah Kota Pagaram
elpitaaisyah170@gamil.com

ABSTRACT

The bearing capacity of pile foundations is highly dependent on soil characteristics, materials, diameter, length, and installation methods. These factors affect the capacity of the pile to support the load, both from the capacity of the pile tip and the friction of the pile skin. The calculation of the bearing capacity of the foundation was carried out on the D.I. Lematang Irrigation gutter construction project in Pagaram City, especially on the foundation of the 3-channel gutter bridge of D.I. Lematang irrigation, to investigate whether the bearing capacity of the foundation can support the planned load or not because considering the main strength of a structure depends on its foundation, if the bearing capacity of the foundation is said to be safe, then undesirable things such as failure of the upper structure of the bridge gutter caused by foundation failure will not occur. The purpose of this study is to determine the value of the bearing capacity of the pile foundation that will be obtained to support the load above it. The calculation of the bearing capacity of the pile foundation is carried out using the U.S Army Corps method, the foundation is planned with a diameter of 1.4 m and a foundation depth of 16 m based on the Standard Penetration Test data in the calculation of the bearing capacity of the foundation, the ultimate bearing capacity value Q_{ult} is 36257.7684 kN, the permissible bearing capacity value Q_{all} is 14503.107 kN for a single pile foundation, the number of piles is 18 with a distance of 5 m, for the efficiency value of the pile group is 1.028 and the bearing capacity of the pile foundation group Q_{all} group is 268365.492 kN with a planned load of 265200 kN, meaning that the bearing capacity value of the pile group is greater than the planned load, meaning that this meets the requirements.

Keywords: Foundation, Pile, Pile Carrying Capacity

ABSTRAK

Kapasitas dukung pondasi tiang sangat bergantung pada karakteristik tanah, bahan, diameter, Panjang, metode pemasangan. Faktor ini mempengaruhi kapasitas tiang dalam menopang beban, baik dari kapasitas ujung tiang maupun gesekan kulit tiang. Perhitungan daya dukung pondasi dilakukan pada proyek pembangunan talang air D.I Irigasi Lematang Kota Pagaram khususnya pada pondasi jembatan talang 3 saluran irigasi D.I Lematang, untuk menyelidiki apakah kapasitas daya dukung pondasi dapat menopang beban yang direncanakan atau tidak karena mengingat kekuatan utama pada suatu struktur tergantung pondasinya, jika kapasitas daya dukung pondasi dikatakan aman maka hal yang tidak diinginkan seperti kegagalan struktur atas talang jembatan yang disebabkan oleh kegagalan pondasi tidak akan terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang yang akan didapatkan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dilakukan dengan menggunakan metode U.S Army Corps, pondasi direncanakan dengan diameter sebesar 1,4 m dan kedalaman pondasi sedalam 16 m berdasarkan data Standart Penetration Test dalam perhitungan kapasitas daya dukung pondasi didapatkan nilai kapasitas daya dukung ultimit Q_{ult} sebesar 36257,7684 kN, nilai kapasitas daya dukung izin Q_{all} 14503,107 kN untuk pondasi tiang tunggal, didapatkan jumlah tiang sebanyak 18 buah dengan jarak 5 m, untuk nilai efisiensi kelompok tiang didapatkan 1,028 dan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang kelompok Q_{all} kelompok didapatkan nilai sebesar 268365,492 kN dengan beban yang direncanakan 265200 kN artinya nilai kapasitas daya dukung kelompok tiang lebih besar dari pada beban yang direncanakan, artinya hal ini memenuhi persyaratan.

Kata Kunci: Pondasi, Tiang Pancang, kapasitas Daya Dukung

1. Pendahuluan

Pembangunan Jaringan Irigasi D.I Lematang Kota Pagar Alam memiliki sub pekerjaan, salah satunya yaitu pembangunan infrastruktur jembatan talang 3. Jembatan talang 3 termasuk salah satu kegiatan utama dalam proyek Pembangunan Jaringan Irigasi D.I Lematang Kota Pagar Alam, serta konstruksi ini juga memiliki fungsi sebagai infrastuktur yang akan mengairi lahan irigasi seluas 3.000 Ha. Maka dalam hal ini perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang perlu dilakukan untuk mengetahui daya dukung pondasi tersebut,(Aisah & Ardiansyah, 2023) Jembatan talang pada daerah irigasi adalah struktur khusus yang dirancang untuk mengalirkan air dari saluran irigasi melalui jalur yang melintasi sungai, jalan, atau lembah. Fungsi utama dari jembatan talang ini adalah memastikan distribusi air irigasi secara lancar ke area pertanian atau lahan yang berada di sisi lain hambatan tersebut.

Jembatan talang ini umumnya terbuat dari bahan yang tahan terhadap air, seperti beton atau baja, dan memiliki konstruksi yang kedap agar air tidak bocor saat mengalir. Dalam sistem irigasi, jembatan talang memainkan peran penting untuk menjaga keberlanjutan dan konsistensi aliran air, memungkinkan pasokan air irigasi mencapai area yang sulit diakses tanpa perlu menggali atau merusak struktur yang ada di bawahnya. Maka dalam hal ini perencanaan perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang perlu dilakukan dengan teliti agar bangunan konstruksi jembatan talang air jaringan irigasi dapat berfungsi dengan baik (Aisah & Dhiniati, 2023).

Pondasi tiang biasanya akan dipakai jika suatu konstruksi bangunan lapisan tanah kerasnya terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat keatas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya guling akibat beban angin (Hardiyatmo., dalam Kamil,G dkk 2023)

Pondasi Tiang Pancang umumnya memiliki beberapa bentuk misalnya prisma atau bulat (Jonizar et al., 2021). Ukuran diameter yang biasanya dipakai untuk tiang yang tidak berlubang diantara 20 sampai 60cm (Yusti & Fahriani, 2014). Untuk tiang yang berlubang diameternya dapat mencapai 140 cm. Panjang tiang beton pracetak biasanya berkisar diantara 20 sampai 40 m. Untuk tiang beton berlubang bisa sampai 60 m (Saptorini, 2015).Beban maksimum untuk tiang ukuran kecil dapat berkisar di antara 300 sampai 800 kN (Hardiyatmo, 2002, dalam Herman Hary Wahyudi, 2020)).

Untuk memperoleh nilai kapasitas ijin tiang,maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu atau biasanya nilai ini diambil dengan rentang 2,5-3 (Sarah, 2019). Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan, serta memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah (Area, 2023), dan meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja, serta meyakinkan bahwa penurunan total

yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi, (Maulida et al., n.d.2022)

Metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan kapasitas daya dukung pondasi ini adalah menggunakan metode *U.S Army Corps*. Metode *US Army Corps* adalah salah satu metode yang digunakan untuk memperkirakan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dengan mempertimbangkan karakteristik tanah dan kondisi tiang (Herman Hary Wahyudi, 2020). Metode ini mencakup pendekatan untuk menghitung dua komponen utama daya dukung, yaitu daya dukung ujung tiang (*end bearing*) dan gesekan kulit (*skin friction*) (Mulyono & Agustina, 2022).

Kapasitas dukung tiang tunggal metode *U.S Army Corps* menggunakan persamaan berikut.

a. tahanan ujung (Q_p)

$$Q_p = q_p \times A_p \quad \dots (1)$$

$$q_p = N_c \times C_u \quad \dots (2)$$

dengan

Q_p = Tahanan ujung (kN),

q_p = daya dukung tanah (kN/m²)

N_c = 9

diambil sama dengan (Skempton,1959),

C_u = nilai kohesi dasar tiang rencana

b. tahanan selimut (Q_s)

$$Q_s = f_s \times A_s \times t \quad \dots (3)$$

$$f_s = \alpha \times C_u \quad \dots (4)$$

dengan

Q_s = Tahanan selimut (kN),

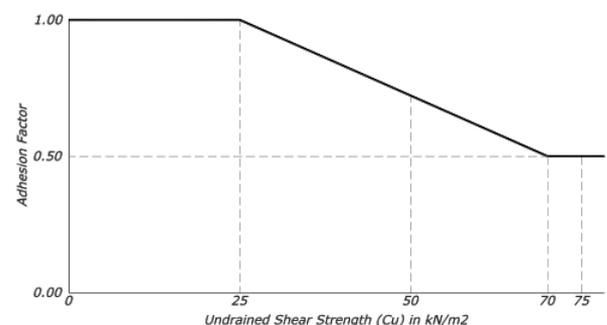
f_s = adhesi antara tiang dan tanah disekitarnya (kN/m),

t = panjang tiang pancang (m),

A_s = keliling tiang pancang (m),

α = faktor adhesi

diambil dari Grafik 3.1 α Metode *U.S Army Corps*



Gambar 1. Kuat Geser Undrained, C_u (kN/m²)

c. tahanan ultimit (Q_u)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots (5)$$

dengan

Q_u = Tahanan ultimit (kN),

Q_p = Tahanan ujung (kN),

Q_s = Tahanan selimut (kN).

d. tahanan ijin (Q_{all})

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \quad \dots (6)$$

dengan

Q_{all} = Kapasitas daya dukung ijin pondasi, (kN)

Q_u = Kapasitas ultimit (kN)

Pondasi Kelompok. dari kondisi tanah kapasitas dukung tiang gesek (*friction pile*) dalam tanah lempung akan berkurang jika jarak tiang semakin dekat. Beberapa pengamatan menunjukkan, bahwa kapasitas dukung total dari kelompok tiang gesek (*friction pile*), khususnya tiang dalam tanah lempung, sering lebih kecil dari pada hasil kali kapasitas dukung tiang tunggal dikalikan jumlah tiang dalam kelompokny. Jadi, besarnya kapasitas dukung total menjadi tereduksi dengan nilai reduksi yang tergantung dari ukuran, bentuk kelompok, jarak, dan panjang tiangnya. Adapun persamaan untuk menentukan jumlah tiang kelompok adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{\sum P_{max}}{Q_{all}} \quad \dots (7)$$

dengan

n = jumlah tiang kelompok,

$\sum P_{max}$ = beban maksimal yang berada diatas pondasi rencana (kN),

Q_{all} = daya dukung maksimal rencana 1 tiang pondasi (kN).

Efisiensi kelompok tiang (E_g)

Efisien kelompok tiang didefinisikan sebagai pengurangan daya dukung kelompok tiang yang disebabkan oleh group action., salah satu persamaan pendekatan untuk mengestimasi efisiensi kelompok tiang adalah

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-n)n}{90mn} \quad \dots (8)$$

dengan,

E_g = efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg (D/s)

D = diameter penampang tiang

S = jarak antar tiang (as ke as)

M = jumlah tiang dalam 1 kolom

N = jumlah tiang dalam 1 baris

Kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g)

kapasitas dukung ultimit kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{all} \quad \dots (9)$$

dengan

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang dalam kelompok

Q_{all} = Kapasitas dukung tiang tunggal (kN)

2. Metodologi Penelitian

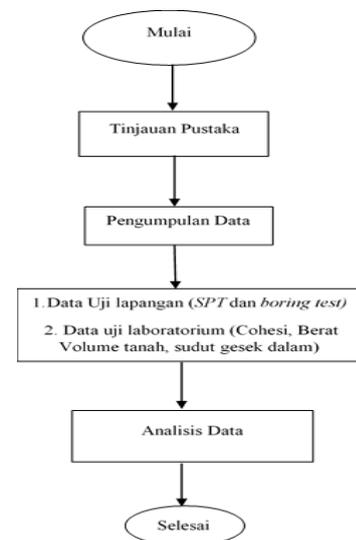
Lokasi penelitian terletak di titik koordinat $4^{\circ}07'55''$ S $103^{\circ}15'04.11''$ E, area pembangunan jembatan talang 3 di STA. 2 + 375 pada proyek Pembangunan Jaringan D.I Lematang Phase II Paket I Kota Pagar Alam. Berada di alamat Kelurahan Jokoh, Kecamatan Dempo Tengah Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

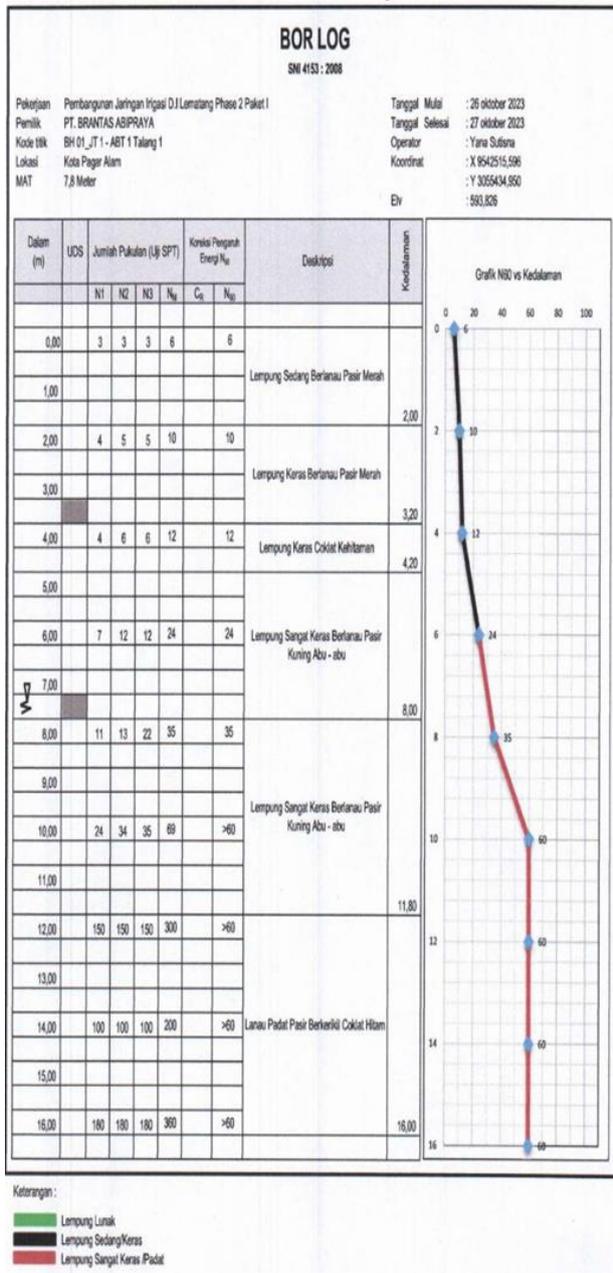


Gambar.3 Bagan Alir Penelitian

3. Pembahasan

Langkah yang paling penting dalam melakukan penelitian adalah tahapan pengumpulan data karena data adalah hal yang penting dalam suatu Analisa penelitian, adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data *Standart Penetration Test* (N-SPT) yang diperoleh dari PT.Yodia Karya dan data pengujian berat isi tanah serta data pengujian dan pengujian *Direct Shear Test*, adapun data-data tersebut ditampilkan sebagai berikut:

Tabel.1 Data Bor Log Tanah



Setelah data-data yang akan digunakan untuk Analisa Perhitungan Pondasi Tiang Pancang didapatkan maka tahapan selanjutnya adalah melakukan Analisa perhitungan pondasi tiang pancang dengan metode Us.

Army Corps, adapun langkah-langkah Analisa akan dijelaskan dalam uraian dibawah ini.

- Langkah pertama adalah melakukan perhitungan Tahanan ujung tiang (Q_p) pada lapisan 0-2m adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$q_p = N_c \times C_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,4^2$$

$$= 1,54$$

$$q_p = 9 \times 36$$

$$= 324$$

$$Q_p = 324 \times 1,54$$

$$= 498,51 \text{ kN}$$

Nilai tahanan ujung tiang (Q_p) untuk lapisan 0-2 m mendapatkan nilai sebesar 498,51 kN sedangkan untuk lapisan sampai 16 m itu dirakapitulasi pada tabel 2.

- Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan tahanan selimut tiang (Q_s) pada kedalaman 0-2 m adapun proses perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Q_s = f_s \times A_s \times t \text{ Lapisan}$$

$$f_s = \alpha \times C_u \text{ Lapisan}$$

$$f_s = 0,8 \times 36$$

$$= 28,8$$

$$\text{Tahanan Selimut (} Q_s \text{)}$$

$$Q_s = 28,8 \times 4,39 \times 2$$

$$= 253,2 \text{ kN}$$

Nilai tahanan selimut tiang (Q_s) didapatkan sebesar 253,2 kN sementara untuk nilai Q_s dari lapisan 4-16 m itu dapat dilihat pada rekapitulasi tabel 2.

- Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai kapasitas dukung ultimit (Q_{ult}) dimana nilai Q_{ult} didapatkan dari penjumlahan nilai tahanan ujung tiang total dan tahanan selimut tiang total, adapun perhitungan dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

$$Q_{ult} = Q_p \text{ Tot} + Q_s \text{ Tot}$$

$$= 27168,599 + 9089,170$$

$$= 36257,768 \text{ kN}$$

Nilai kapasitas ultimit (Q_{ult}) untuk pondasi tiang tunggal didapatkan nilai sebesar 36257,789 kN.

- Kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai kapasitas izin tiang tunggal (Q_{all}) tunggal, adapun nilainya didapatkan sebesar 14503,107 kN.

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

$$= \frac{36257,768}{2,5}$$

$$= 14503,107 \text{ kN}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan tahanan ujung tiang (Qp) dan tahanan selimut tiang (Qs) dengan metode Us. Army akan diuraikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Qp dan Qs

Tebal Lapisan	Qp (Tahanan Ujung Tiang)	Qs (Tahanan Selimut Tiang)
0-2	830,844	253,210
2-4	997,013	316,512
4-6	1994,026	316,512
6-8	2907,954	633,024
8-10	4985,064	923,16
10-12	4985,064	1582,56
12-14	4985,064	1899,072
14-16	4985,064	1582,56
16	4985,064	1582,56
Total	27168,5988	9089,1696

5. Kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan perhitungan jumlah tiang kelompok adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{\sum P_{max}}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{265200}{14503,107}$$

$$n = 18$$

banyaknya jumlah tiang pancang yang didapatkan adalah 18 buah dengan jumlah beban yang direnakan sebesar 265200 kN.

6. Syarat Perencanaan Kelompok Tiang

$$S \leq \frac{1,57.d.m.n}{m+n-2}$$

$$s \leq \frac{1,57.1,4.3.6}{3+6-2} = 5,6$$

$$s = 5$$

7. Efisiensi Kelompok Tiang

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

$$\theta = \text{arc.tg} \frac{1,4}{5} = 15,6$$

$$E_g = 1 - 15,6 \frac{(6-1)3 + (3-6)6}{90.3.6}$$

$$E_g = 1 - 15,6 \frac{(6-1)3 + (3-6)6}{90.3.6}$$

$$E_g = 1,028$$

8. Kapasitas dukung kelompok tiang (Qg)

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{all}$$

$$= 1,028 \times 18 \times 14503,107$$

$$= 268365,492 \text{ kN} > 265200 \text{ kN}$$

$$Q_g > \sum p_{max} \dots \text{OK}$$

Hasil Analisa menunjukkan nilai kapasitas kelompok tiang adalah sebesar 268365,492 kN, sementara nilai beban yang direncanakan pada talang jembatan D.I Irigasi lematang adalah sebesar 265200 kN, hal ini menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang dengan jumlah 18 buah akan mampu menopang beban talang jembatan sebesar 265200 kN atau dengan kata lain $Q_g > \sum p_{max}$ berarti aman.

4. Kesimpulan

Penelitian ini difokuskan pada perhitungan pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok, perencanaan beban yang direncanakan itu berdasarkan pendekatan pada hasil kapasitas dukung pondasi tiang bukan pada perhitungan struktur atas, pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Dari analisis yang telah dilakukan pondasi tiang pancang dengan diameter 1,4m dan dengan kedalaman 16 m mampu menahan beban yang direncanakan pada struktur talang jembatan D.I Irigasi Lematang yaitu sebesar 265200kN. Artinya perencanaan menunjukkan angka yang aman dan efisien.
2. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dangkal dihitung dengan metode *Us. Army Corps*
3. Nilai tahanan ujung tiang (Qp) didapatkan sebesar 27168,5988 kN
4. Nilai tahanan selimut tiang (Qs) didapatkan sebesar 9089,1696 kN
5. Nilai Q ultimit didapatkan sebesar 36257,768 kN
6. Nilai kapasitas daya dukung tiang tunggal Qall tunggal sebesar 14503,107 kN
7. Jumlah Tiang kelompok yang didapatkan adalah sebanyak 18 Buah dengan beban yang direncanakan sebesar 265200 kN dengan jarak sepasi 5 m, dan nilai efisiensi kelompok tiang sebesar 1,028
8. Nilai kapasitas Kelompok Tiang (Qg) adalah sebesar 268365,492 kN, dimana hal tersebut memenuhi syarat efisiensi kelompok tiang , yaitu $Q_g > \sum p_{max}$, 268365,492 kN > 265200kN....OK

Daftar Pustaka

Aisah, E., & Ardiansyah, D. (2023). *Pengaruh Geometri Lereng Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Aplikasi SLOPE / W 2012*. 12(01), 1–7.

Aisah, E., & Dhiniati, F. (2023). Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Teori Terzaghi dan Mayerhof. *Konstruksia*, 15(1), 127.

- <https://doi.org/10.24853/jk.15.1.127-136>
- Area, U. M. (2023). *Medan Skripsi Oleh : Barita Edwar Fakultas Teknik*.
- Herman Hary Wahyudi. (2020). *Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Dan Tiang Bor Pada Tanah Lempung Berdasarkan Pembebanan Jembatansni 1726 : 2016. 2016*.
- Jonizar, Arfan, M., & Ariyahsah, R. (2021). Analisa daya dukung pondasi tiang pancang. *Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang*, 7(1), 50–59.
- Maulida, P., Gazali, A., & Cahyadi, H. (n.d.). *Pendopo Kabupaten Tapin*.
- Mulyono, M., & Agustina, D. H. (2022). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam). *Sigma Teknika*, 5(2), 372–382. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4646>
- Saptorini, T. R. (2015). Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Hasil Uji Calendering-Takdir Rochjati Saptorini Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Hasil Uji Calendering (Studi Kasus Review Design Pada Overpass Lemah Ireng Sta 20+212 Proyek Jalan . *Teknik Sipil & Perencanaan*, 17(1), 35–42.
- Sarah,. (2019). Kapasitas daya dukung pondasi tiang. *Ekonomi Islami, variabel X*, 46 [4https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/25104/%5BCetak Perpusnas%5D Ekonomi Islami Solusi Tantangan Zaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=71](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/25104/%5BCetak%20Perpusnas%5DEkonomi%20Islami%20Solusi%20Tantangan%20Zaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=71)
- Sipil, J. T. Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang (2023). *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur (1) **, (2), 22(1), 41–51.
- Yusti, A., & Fahriani, F. (2014). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan CAPWAP. *Jurnal Fropil*, 2(1), 19–31.