

# PERHITUNGAN NILAI DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TIANG PANCANG MEMAKAI DATA N-SPT PADA JEMBATAN SUNGAI BERANGAS KABUPATEN BARITO KUALA

Hendra Agung Setyadi<sup>1</sup>, Adhi Surya<sup>2</sup>, Akhmad Gazali<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, 22021, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NPM 16640056

<sup>2</sup> Teknik Sipil, 22021, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN 1126058001

<sup>3</sup>Teknik Sipil, 22021, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN 1108088803

\*e-mail: hendraagung63@gmail.com

## ABSTRAK

Daya dukung tanah yaitu pendukung pondasi, pondasi diartikan sebagai bangunan bawah tanah yang menyalurkan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri. Tujuan penulisan ini yaitu untuk mengetahui daya dukung pondasi dan penurunan tiang yang terjadi. Pondasi yang dipakai proyek pembangunan Jembatan Sungai Berangas, Handil Bakti yaitu pondasi bore pile, dan dimensi yang dipakai diameter 50 cm.

Metodologi pengumpulan data dilaksanakan berdasarkan observasi, data N-SPT diperoleh dari pihak proyek serta mempelajari teori ke Perpustakaan. Pada perhitungan daya dukung tiang pancang dilakukan memakai data N-SPT dengan metode *Mayerhof*, untuk perhitungan pondasi tiang kelompok berdasarkan nilai efisiensi memakai metode *Converse-Labarre*, untuk perhitungan penurunan pondasi tiang tunggal memakai metode semi empiris dan penurunan kelompok tiang memakai metode *vesic*.

Metode diperoleh hasil perhitungan untuk Daya dukung tiang pancang, yaitu dengan memakai metode *Mayerhof*  $Q_{ult} = 396,81$  ton, pada perhitungan pondasi tiang kelompok memakai metode *Converse-Labarre* yaitu 0,618. Penuruna pondasi tiang tunggal memakai metode semi empiris hasilnya yaitu 0,98 dan penurunan kelompok tiang memakai metode *Reese & Wright* yaitu 0,065. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa daya dukung ultimate dan penurunan tiang pancang dinyatakan Aman, karena hasil  $Q_{ijin} = <5$ .

Kata Kunci : Daya Dukung Tiang, Efisiensi Kelompok dan Penurunan Tiang Pancang .

## ABSTRACT

*The bearing capacity of the soil is the support for the foundation, where a foundation is defined as an underground building that continues the load that comes from the weight of the building itself. The purpose of this paper is to determine the bearing capacity of the foundation and pile settlement that occurs. The foundation used by the Berangas River Bridge construction project, Handil Bakti is a bore pile foundation, and the dimensions used are 50 cm in diameter.*

*The methodology of data collection was carried out by means of observation, collecting N-SPT data from the project party and conducting research into the library. The calculation of the pile bearing capacity is carried out using N-SPT data with the Mayerhof method, for the calculation of group pile foundations based on efficiency values using the Converse-Labarre method, for calculating the settlement of single pile foundations using the semi-empirical method and subsidence of pile groups using the vesic method.*

*The method obtained by the calculation results for pile bearing capacity, namely by using the Mayerhof  $Q_{ult}$  method = 396.81 tons, in the calculation of group pile foundations using the Converse-Labarre method, which is 0.618. The decrease in the single pile foundation using the semi-empirical method the result is 0.98 and the decrease in the pile group using the Reese & Wright method is 0.065. From the calculation results, it is found that the ultimate bearing capacity and pile settlement are declared safe, because the results of  $Q_{ijin} = <5$ .*

*Keywords: Pile Bearing Capacity, Group Efficiency and Pile Deduction.*

## **PENDAHULUAN**

Jembatan yaitu struktur yang melintasi sungai, teluk atau rintangan-rintangan yang berada lebih rendah, agar memungkinkan kendaraan bermotor dan pejalan kaki melintas dengan lancar, aman dan nyaman. Hal ini yaitu kebutuhan warga yang wajib dipenuhi oleh para tenaga ahli jembatan dengan inovasi dan daya kreativitas tinggi. Peningkatan jumlah pemakaian jalan semakin berpengaruh dalam pembangunan fasilitas transportasi, maka berdasarkan itu kapasitas jalan/jembatan wajib ditingkatkan lantaran kelancaran bertransportasi berdampak dalam kehidupan masyarakat.

Pembangunan fasilitas transportasi misalnya jembatan bagian darinya dibangun di Banjarmasin, Kalimantan Selatan yaitu Jembatan Berangas. Jembatan ini dibangun dengan tujuan mengurangi padatannya arus lalu lintas agar nanti diharapkan dapat menunjang jalan alternatif antar wilayah. Jembatan berangas dibangun sepanjang 64,6 meter.

Tetapi dalam wilayah Kalimantan Selatan sendiri khususnya diwilayah Banjarmasin dan sekitarnya mempunyai tanah yang lunak dan relatif sulit menjangkau tanah kerasnya yang terletak jauh didalam tanah. Sehingga apabila dicermati berdasarkan kondisi tersebut maka perlu adanya pemilihan

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Lokasi Penelitian**

Lokasi tempat data untuk skripsi ini yakni pada Jembatan Berangas, Kalimantan Selatan.

### **B Waktu Penelitian**

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2020 dan terselesaikan pada bulan Juli 2020.

### **C Tahapan – Tahapan Penelitian**

Pelaksanaan tahapan-tahapan penelitian membutuhkan metode yang baik dengan pelaksanaan-pelaksanaan yang telah ditentukan.

pondasi yang sesuai untuk jembatan tersebut dan direncanakan perhitungan daya dukung pondasi agar diketahui seberapa kuat pondasi untuk menahan beban struktur di atasnya. Tiang pancang dipasang di bagian bawah abutment yang dimana abutment berfungsi menjadi pemikul seluruh beban jembatan baik itu beban mati maupun beban hidup yang akan disalurkan ke bagian pondasi.

Dalam pembangunan jembatan perlu memperhatikan hal-hal yang berpotensi menghambat waktu pelaksanaan seperti persetujuan dari warga sekitar dan juga hal lain yang tidak terduga. Laporan ini di fokuskan dalam pembangunan Jembatan Sungai Berangas sepanjang 64,6 meter.

Dalam penelitian ini akan melakukan perhitungan daya dukung tunggal pondasi tiang pancang beserta nilai efisiensi dan kapasitas grup tiang. Judul penelitian ini yaitu **Perhitungan Nilai Daya Dukung dan Penurunan Tiang Pancang Memakai Data N-SPT Pada Jembatan Sungai Berangas.**

1. Mengetahui nilai daya dukung tunggal pondasi tiang pancang pada jembatan Sungai Berangas dengan data N-SPT.
2. Mengetahui nilai daya dukung kelompok pondasi tiang pancang berdasarkan memakai data N-SPT.

### **1 Studi Literatur**

Dalam Studi literatur ini dilaksanakan untuk mempelajari secara lebih mendalam tentang metode (Standard Penetration Test) SPT berdasarkan referensi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Referensi tadi dapat berupa buku, jurnal ilmiah dan artikel.

### **2 Data lapangan**

Data yang dipakai dalam penelitian yakni data sekunder, yang artinya data yang dipakai bukan hasil pengambilan langsung secara pribadi, melainkan hasil output data yang dilakukan oleh tim peneliti.

## D Pengumpulan Data

Metode ini mencakup kegiatan mengumpulkan data primer dan sekunder, informasi penelitian lainnya sebagai berikut

### 1 Data Primer

Data primer yakni data yang diperoleh berdasarkan observasi lapangan melalui pengamatan berupa foto-foto proyek jembatan yang selesai dilaksanakan.

### 2 Data Sekunder

Data sekunder yakni data yang didapat berdasarkan studi literature atau instansi terkait tanpa melakukan survei atau pengamatan pribadi ke lapangan. Dalam hal ini data yang menjadi data sekunder yaitu sebagai berikut.

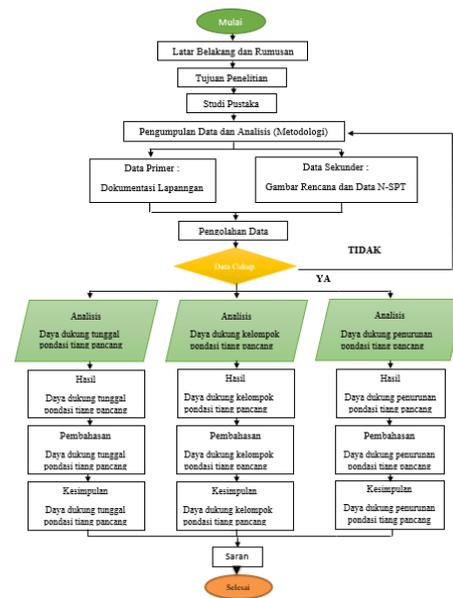
1. Shop Drawing rencana
2. Hasil uji penyelidikan tanah (Bor Log dan data SPT )
3. Data lainnya

## E Teknik Pengolahan Data

Proses pengolahan data dari hasil data survei dilakukan dengan memasukkan data kedalam Microsoft Office Excel. Hasil data yang telah diolah dikelompokkan sesuai dengan jenis data. Metode pengolahan data perhitungan dengan analisa yang akan dilakukan sebagai berikut :

- a. Menganalisis data SPT untuk mengklasifikasikan tanah.
- b. Menghitung daya dukung pondasi tiang berdasarkan metode yang telah disebutkan. nilai efisiensi dan kapasitas grup tiang.
- c. Menghitung besarnya penurunan tiang, nilai efisiensi dan kapasitas kelompok tiang.

## F.Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A Perhitungan Nilai Daya Dukung Tunggal Pondasi Tiang Pancang Pada Jembatan Berangas Memakai Data N-SPT

Berdasarkan data N-SPT, dipakai Metode Mayerhoff, sebagai berikut :

1. Menghitung Kapasitas Tahanan Ujung Pondasi Tiang
  - Menghitung nilai koreksi N-SPTBerdasarkan hasil perhitungan tahanan ujung pondasi tiang pancang di peroleh nilai  $N_{60} = 0,75$  Selanjutnya untuk menghitung nilai  $C_u$ , diperoleh nilai  $300 \text{ kN/ m}^2 = 30 \text{ Ton/ m}^2$ 
  - Karena tiang yang dipakai berbentuk bulat/lingkaran maka dihitung (luas penampang)  $A_p$  dan di diperoleh nilai  $0,196 \text{ m}^2$ .
  - Dihitung nilai tahanan ujung pondasi diperoleh nilai  $Q_p = 52,988 \text{ Ton}$
2. Menghitung Tahanan Geser Selimut Tiang:

Menghitung tahanan geser selimut tiang ( $Q_s$ ) dan nilai  $C_u$  pada persamaan (2.4) dipakai nilai  $C_u$  persegmen lapisan tanah, dengan hasil nilai :

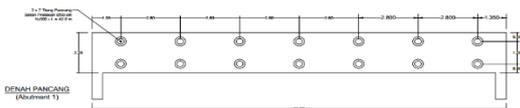
- ❖ Cu 0 – 10 m  
Cu = 0 Ton/m<sup>2</sup>  
Qs = 0 Ton
  - ❖ Cu 10 – 20 m  
Cu = Ton/m<sup>2</sup>  
Qs = 0 Ton
  - ❖ Cu 20 – 30 m  
Cu = 8,5 Ton/m<sup>2</sup>  
Qs = 133,45 Ton
  - ❖ Cu 30 – 40 m  
Cu = 30 Ton/m<sup>2</sup>  
Qs = 471 Ton
- Qs total = **604,45 Ton**

Setelah mendapat nilai Qp dan Qs maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai daya dukung tiang ultimit (Qu) memakai persamaan (2.1) diperoleh hasil **Qu = 645,838Ton**

### B. Perhitungan Nilai Daya Dukung Kelompok Pondasi Tiang Pancang Pada Jembatan Sungai Berangas Dengan Memakai Data N-SPT

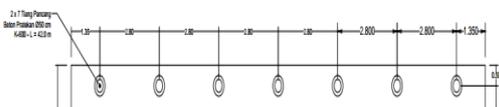
1. Perhitungan Efisiensi Kelompok atau grup Tiang Pada Pile Slab 1

Untuk menemukan perkiraan nilai daya dukung tiang kelompok terlebih dahulu lakukan perhitungan agar mengetahui nilai efisiensi kelompok tiang, seperti berikut ini:



Gambar 3. Baris Kelompok Tiang Pada Slab 1

- Dipakai Metode *Converse-Labarre*  
Dari perhitungan Metode *Converse-Labarre* diketahui nilai efisiensi kelompok tiang pada Pile Slab 1 sebesar 84,8%, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui perkiraan nilai daya dukung tiang kelompok memakai persamaan (2.7) = **7666,0194 Ton**
- 2. Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pada Pile Slab 2



Gambar 4. Baris Kelompok Tiang Pada

Slab 2

- Dipakai Metode *Converse-Labarre*  
Dari perhitungan memakai Metode *Converse-Labarre* diketahui nilai efisiensi kelompok tiang pada Pile Slab 2 sebesar 90,4%, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui perkiraan nilai daya dukung tiang kelompok = **4086,429 Ton.**

### C. Perhitungan Nilai Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Jembatan Sungai Berangas Dengan Memakai Data N-SPT

1. Penurunan Tiang Tunggal  
Sebelum mengetahui seberapa besar penurunan tiang tunggal perlu diketahui besarnya penurunan akibat deformasi axial tiang tunggal
- ❖ Hasil modulus Elastisitas dari bahan tiang (Ep), sehingga didapatkan nilai :  
 $E_p = 33167,5 \text{ MPa}$   
 $= 3316750 \text{ Ton/m}^2$

$$S_s = 0,017 \text{ m} = 1.7 \text{ cm}$$

Selanjutnya lakukan perhitungan untuk mengetahui penurunan akibat beban pada ujung tiang, nilai Cp didapat dari tabel sebesar 0,05 :

$$S_p = 0,016 \text{ m} = 1.6 \text{ cm}$$

Kemudian menghitung penurunan akibat beban pada sepanjang tiang ( $S_{ps}$ ) dan mengetahui nilai  $I_{ws}$ :

- ❖ Menentukan nilai  $I_{ws}$

$$I_{ws} = 5,13$$

- ❖ Menentukan nilai  $S_{ps}$

$$S_{ps} = 0,002 \text{ m} = 0,2 \text{ cm}$$

Penurunan total tiang tunggal dihitung didapatkan :

$$S = 0,040 \text{ m} = 4,0 \text{ cm}$$

2. Penurunan Tiang Kelompok

Mengetahui perkiraan penurunan tiang kelompok :

$$S_g = 0,084 \text{ m}$$

3. Penurunan yang Diijinkan

Untuk mengetahui penurunan tiang yang diijinkan :

$$S_{ijin} = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

Maka :

$$S_{\text{total}} \leq S_{\text{ijin}}$$

4,0 cm  $\leq$  5 cm..... Ok !

## PEMBAHASAN

Dari hasil perbandingan daya dukung tiang pancang berdasarkan data N-SPT pada Jembatan dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan N-SPT.

Dari hasil perhitungan Nilai daya dukung pondasi tiang pancang, rumus yang dipakai dikutip dari Jurnal penelitian **Hari Nukta Ramadani (2019)**, menjelaskan untuk menghitung tahanan daya dukung tiang pancang memakai data N-SPT (Standar Penetrasi Test) menurut *Meyerhoff*, dan menganalisis penurunan tiang memakai metode *Poulos-Davis*. H

Menurut **Husnah (2015)**, membandingkan hasil penyelidikan lapangan berdasarkan uji sondir, hasil penyelidikan lapangan berdasarkan uji N SPT, menghitung daya dukung pondasi tiang dari hasil kedua jenis alat uji tersebut, hasil dari perhitungan selanjutnya dibandingkan, sehingga nanti didapatkan perbedaan dan diharapkan nanti didapatkan daya dukung pondasi tiang dengan *safety factor* yang besar serta menguntungkan dari masing-masing penyelidikan lapangan tersebut.

Penelitian dari **Ulfa Jusi (2018)**, didapatkan perbandingan yang sama, hanya saja untuk menghitung kuat dukung tiang bored pile dari hasil sondir dan standar penetrasi test (SPT) setelah itu membandingkan hasil kuat dukung tiang bored pile. Metode perhitungan kuat dukung untuk data sondir dipakai metode *Schmertmann* dan *Nottingham* serta metode *Meyerhoff*, untuk data SPT memakai metode *O'Neil* dan *Reese*, metode *Meyerhoff*, metode *Coyle* dan *Castello*. Begitu juga berdasarkan hasil perbandingan perhitungan kapasitas kuat dukung tiang bored pile dari data N-SPT dengan memakai metode *O'Neil* dan *Reese*, metode *Meyerhoff* dan metode *Coyle* dan *Castello*, metode *O'Neil* dan *Reese* lebih tepat dengan *safety factor* yang lebih kecil.

Menurut **Fitri Febryanti (2019)**, bagian dari bagian struktur bawah yaitu pondasi. Jenis tanah pada penelitian ini yaitu jenis tanah lempung. Penggunaan pondasi di atas tanah lempung wajib memperhitungkan beban vertikal dan kapasitas daya dukung pondasinya. Selain itu untuk menganalisis faktor keamanan pondasi juga wajib diketahui nilai kapasitas daya dukung pondasi yang diijinkan. Analisis perhitungan kapasitas daya dukung pondasi memakai metode *Meyerhoff* dan data penyelidikan tanah diperoleh dari hasil uji Standart Penetration Test (SPT). Dari hasil analisis pembebanan vertikal pada pembangunan PLTU Sampit 2x25MW Kalimantan Tengah.

**Enden Mina, dkk (2018)**, menyatakan bahwa perencanaan pondasi dalam proyek pembangunan Apartemen Maqna Residence di Kebon Jeruk di rancang memakai tipe pondasi tiang pancang dengan jenis pondasi dalam. Dalam melakukan analisis perhitungan manual, kapasitas dukung tiang pancang berdasarkan hasil standard penetration test (SPT) analisisnya dilakukan dengan menghitung potensi daya dukung tanah pondasi tiang pancang dari parameter besar nilai N-SPT dengan metode *Meyerhoff* dan metode *Reese and Wright*.

Menurut **Ayu Fithrosyam Sulistia, dkk (2018)**, Untuk menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang dipakai berbagai data diantaranya, data lapangan berupa data sondir dan data SPT selain itu untuk data laboratorium berupa data kuat geser tanah. Dari ketiga data tersebut dilakukan perhitungan berdasarkan metode *Meyerhoff*. Perbedaan daya dukung bisa disebabkan lantaran jenis tanah dan kedalaman tanah berbeda bahkan pada jarak terdekat sekalipun.

### 2. Perhitungan Nilai Daya Dukung Kelompok Pondasi Tiang Pancang

Berdasarkan perhitungan Efisiensi dan daya dukung tiang kelompok, rumus yang dipakai dikutip dari Jurnal penelitian **Andre Chandra (2018)**, menyatakan bahwa pondasi bored pile berinteraksi dengan tanah bisa menghasilkan daya dukung yang mampu

memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas, menyebabkan terjadi perubahan jenis pondasi dalam proyek pembangunan menara transmisi 500 kV. Selanjutnya, dikarenakan bored pile-nya yaitu grup tiang, oleh karena itu dipakai dua jenis metode efisiensi kelompok tiang, yaitu metode *Converse-Labarre* dan metode Los Angeles Group.

Menurut **Alfonsius Tarigan, dkk (2018)**, penyelidikan terhadap tanah sangat diperlukan untuk menghasilkan desain pondasi dengan daya dukung ultimit dan penurunan tiang pancang yang aman. Daya dukung tiang pancang dapat dihitung dengan metode yang disarankan para ahli berdasarkan data-data penyelidikan tanah yang didapatkan dari data SPT, sondir, PDA dan data laboratorium. Setelah didapatkan hasil perhitungan, kita dapat membandingkan dan menemukan data yang akurat mengenai desain pondasi yang aman. Analisis ini bertujuan mengetahui nilai daya dukung ultimit (aksial dan lateral) tiang pancang secara Analitis dan Metode Elemen Hingga, daya dukung kelompok dengan metode *Efisiensi*, penurunan tiang tunggal secara Analitis dan Metode Elemen Hingga, serta penurunan kelompok tiang

### **3. Perhitungan Nilai Penurunan Pondasi Tiang Pancang**

Dari hasil perhitungan Efisiensi dan daya dukung tiang kelompok, rumus yang dipakai dikutip dari Jurnal penelitian **Uly Nurul Fadilah, dkk (2018)**, daya dukung tanah yaitu pendukung pondasi, dimana pondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang menyalurkan beban dari berat bangunan di atasnya dan beban yang bekerja terhadap bangunan ke tanah yang disekitarnya. Untuk memperoleh daya dukung pondasi dan penurunan tiang yang terjadi dipakai metode semi empiris dan penurunan kelompok tiang memakai metode Vesic.

Pondasi tiang yaitu bagian dari jenis dari pondasi dalam yang sangat umum dipakai, dimana berfungsi untuk meneruskan beban struktur kelapisan tanah keras yang memiliki tahanan daya dukung tinggi dimana letaknya

cukup dalam didalam tanah. Untuk menghitung dan menganalisis daya dukung tiang pancang dipakai data sondir dan SPT. Perhitungan daya dukung kelompok tiang berdasarkan nilai efisiensi dan perhitungan penurunan tiang. **Indra Pardamean Parinduri, dkk (2015)**.

## **PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya dukung tunggal pondasi tiang pancang di jembatan Sungai Berangas dengan data N-SPT. Dari perhitungan Metode Mayerhoff berdasarkan data N-SPT dengan diameter tiang pancang sebesar 50cm dan kedalaman rencananya yaitu 42 m, diperoleh nilai daya dukung tiang tunggal sebesar 604,838 Ton
2. Daya dukung kelompok pondasi tiang pancang dipakai data N-SPT pada jembatan Sungai Berangas. Pada tiga bagian per Slab Jembatan perhitungan nilai daya dukung tiang grup, diambil dua perhitungan tiang pancang kelompok abutment memakai metode *Converse-Labarre*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai efisiensi tiang pada pile slab abutment yang pertama sebesar 84,8% dan nilai daya dukung tiang kelompok sebesar 7666,0194 Ton. Hasil dari perhitungan nilai efisiensi tiang pada pile slab yang kedua sebesar 90,04% dan nilai daya dukung tiang kelompok sebesar 4086,429 Ton.
3. Penurunan pondasi tiang pancang pada Jembatan Sungai Berangas berdasarkan data N-SPT. Dengan penurunan tiang yang diijinkan sebesar 0,084 m. Besarnya penurunan tiang, dihitung memakai Metode Reese & Wright dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :
  - a. Perkiraan penurunan tiang tunggal yang terjadi yaitu 0,040 m.
  - b. Perkiraan penurunan tiang kelompok yaitu sebesar 0,084 m.

## B. Saran-saran

1. Untuk analisis kapasitas daya dukung dan penurunan pada penelitian disarankan untuk data memakai beberapa metode sebagai pembandingan agar diperoleh nilai daya dukung dan penurunan yang mendekati keadaan asli di lapangan.
2. Untuk menambah sedikit informasi dan ilmu bagi pihak yang mungkin ingin mengetahui, menemukan atau menghadapi masalah yang sama.
3. Dapat menjadi bahan referensi bagi siapa saja yang membutuhkan terutama mahasiswa teknik.

## REFERENSI

- Alfonsius Tarigan dan Rudi Iskandar.2018.*Perbandingan Nilai Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Elemen Hingga Pada Bore Hole I*.Teknik Sipil,Universitas Sumatera Utara.
- Andre Chandra,Gusneli Yanti,Shanti Wahyuni Megasari.2018.*Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile pada Proyek Pembangunan Menara Listrik Transmisi 500 KV Peranap-Perawang*.Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning.
- Ayu Fithrosyam Sulistia,Didi Supriadi Agustawijaya,Tri Sulistyowati.2018.*Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Mayerhoff (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Panda,Desa Panda Bima (ruas jalan Talabiu – Bima Kabupaten))* Teknik Sipil,Universitas Mataram.
- Bowles,J.E.,1991,*Analisa dan Desain Pondasi,Edisi keempat Jilid 1*,Erlangga,Jakarta.
- Enden Mina,Rama Indera Kusuma,& Ero Prahara Mahardika.2019.*Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) Dan Cone Penetration Test (CPT) (Studi Kasus : East Cross Taxiway Bandara Internasional Soekarno – Hatta)*.Fakultas Teknik,Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Fitri Febryanti.2019.*Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Pembebanan Vertikal Memakai Program STAAD PRO V8i.(Studi Kasus : Pembangunan PLTU Sampit 2 x 25 MW Kalimantan Tengah)*.Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin.
- Hardiyatmo,Harry C.1996.*Teknik Fondasi I*.Jakarta : PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo,Harry C.2010.*Mekanika Tanah 2 Edisi-5*. : Penerbit Gajah Mada University Press,Yogyakarta
- Hardiyatmo,H C.2011.*Analisis dan Perancangan Fondasi bagian I edisi kedua*.Gajah Mada University Press,Yogyakarta
- Hari Nukta Ramadani.2019.*Analisis Pengaruh Modifikasi Struktur Beton Bertulang Bangunan Atas Terhadap Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Fisipol ULM Banjarmasin*.Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin.
- Husnah.2015.*Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6*.Skripsi.Fakultas Teknik Sipil Universitas Abdurrab Pekan Baru.
- H.S.,Sardjono,1991,*Pondasi Tiang Pancang Jilid 2*,Penerbit Sinar Wijaya,Surabaya.
- Indra Pardamean Parinduri & Ir.Rudi Iskandar,MT.2015.*Analisis Daya*

*Dukung Pondasi Dan Penurunan  
Tiang Pancang Pada Proyek  
Pengembangan Gedung Pendidikan  
Dan Prasarana Serta Sarana  
Pendukung.*POLITEKNIK Negeri  
Medan.Teknik Sipil USU

Kazuto Nakazawa,Suyono Sosrodarsono  
1980,*Mekanika Tanah & Teknik  
Pondasi*,PT Pradnya Paramita,Jakarta

Ulfa Jusi.2018.*Analisa Kuat Dukung Pondasi  
Bored Pile Berdasarkan Data  
Pengujian Lapangan (Cone Dan N-  
Standard Penetration Test)*.Jurusan  
Teknik Sipil.

Ully Nurul Fadilah,Halimah  
Tunafiah.2018.*Analisa Daya Dukung  
Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data  
N-SPT Menurut Rumus Reese&Wright  
Dan Penurunan*.Jurusan Teknik  
Sipil,Fakultas Teknik,Universitas  
Persada Indonesia Y.A.I