

**ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG
DENGAN PEMBEBANAN VERTIKAL MENGGUNAKAN PROGRAM
STAAD Pro V8i PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT KELAS D
KECAMATAN KINTAP KABUPATEN TANAH LAUT**

¹⁾Yuli Wahyudi

²⁾Akhmad Gazali

³⁾Fathurrahman

¹⁾Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
E-mail : yuliwahyudi28@gmail.com

²⁾Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
E-mail : akhmadgazali51@gmail.com

³⁾Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
E-mail : fathurrahman75@gmail.com

ABSTRAK

Daya dukung pondasi merupakan salah satu faktor yang penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. Daya dukung pondasi diharapkan mampu melebihi pembebanan vertikal bangunan, guna untuk menjaga kestabilan berdirinya suatu bangunan. Dalam analisis daya dukung pondasi tiang pancang pada pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut menggunakan metode Meyerhof dan data penyelidikan tanah diperoleh dari hasil uji lapangan *Cone Penetration Test* (Sondir). Sedangkan dalam analisis pembebanan vertikal menggunakan bantuan program STAAD Pro V8i (metode *finite element*). Berdasarkan hasil perhitungan analisis daya dukung pondasi tiang pancang pada pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut diperoleh nilai kapasitas daya dukung ultimit pondasi sebesar 211,520 ton. Sedangkan hasil analisis pembebanan vertikal menggunakan program STAAD Pro V8i diperoleh nilai gaya vertikal maksimum sebesar 81,965 ton. Dari hasil kedua analisis tersebut dapat diperoleh nilai faktor keamanan pondasi sebesar 2,581 dan pondasi tersebut dapat disimpulkan aman dalam menahan pembebanan vertikal.

Kata Kunci: Kapasitas Daya Dukung, Pondasi Tiang Pancang, Pembebanan Vertikal, STAAD Pro V8i.

ABSTRACT

Foundation carrying capacity is one of the important factors to be taken into account in planning and carrying out construction. Bearing capacity is expected to be able to exceed the vertical loading of buildings, in order to maintain the stability of the establishment of a building. In the analysis of carrying capacity of pile foundations in the construction of Class D Hospital in Kintap District Tanah Laut Regency using the Meyerhof method and ground investigation data obtained from the results of the Cone Penetration Test field test (Sondir). Whereas in the vertical loading analysis using the help of the STAAD Pro V8i program (finite element method). Based on the results of the calculation of the analysis of carrying capacity of the pile foundation in the construction of Class D Hospital in Kintap District Tanah Laut Regency, the value of ultimate bearing capacity of the foundation is 211,520 tons. While the results of vertical loading analysis using the STAAD Pro V8i program obtained a maximum vertical force value of 81.965 tons. From the results of the two analyzes can be obtained the value of the foundation safety factor of 2.581 and the foundation can be concluded to be safe in holding vertical loading.

Keywords: Carrying Capacity, pile foundation, Vertical Loading, STAAD Pro V8i.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara umum pondasi di definisikan sebagai bangunan dalam tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan bangunan luar yang bekerja ke lapisan tanah di bawahnya. Dalam rangka pembangunan gedung dengan ditinjau dari segi keamanan suatu bangunan konstruksi, perhitungan daya dukung pondasi tiang sangat penting dalam perencanaan pembangunan. Perhitungan tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan tiang dalam tanah untuk menahan beban struktur atas. Dalam penelitian ini pembebanan struktur atas yang dianalisis adalah pembebanan vertikal. Berdasarkan analisis daya dukung pondasi tiang dan analisis pembebanan vertikal tersebut, dapat diperoleh nilai faktor keamanan pondasi tiang. Nilai faktor keamanan tersebut untuk mengetahui tingkat keamanan bangunan. Perencanaan pondasi perlu di perhitungkan besarnya beban yang bekerja dan juga daya dukung tanah setempat, karena apabila pondasi yang di rencanakan tidak mencapai tanah keras, maka akan terjadi penurunan yang tidak merata yang nantinya dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan struktur atasnya, dimana analisa pada struktur atas dalam penelitian ini menggunakan program STAAD Pro V8i. Penggunaan program STAAD Pro V8i tersebut sangat penting untuk mengetahui besarnya beban yang bekerja pada bangunan struktur atas, sehingga dapat diketahui apakah kapasitas daya dukung tiang pancang pada pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut tersebut sudah mampu atau tidak dalam menahan beban struktur diatasnya dengan mengetahui faktor keamanannya, dimana perhitungan kapasitas daya dukung tiang berdasarkan uji lapangan Cone Penetration Test (Sondir).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam rangkaian penelitian skripsi ini adalah analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dengan menggunakan metode Meyerhof, analisis pembebanan dengan menggunakan aplikasi program STAAD Pro V8i, dan perbandingan antara analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dan analisis pembebanan sehingga menghasilkan nilai faktor keamanan

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam penelitian skripsi ini adalah menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang, menganalisis pembebanan menggunakan aplikasi program STAAD Pro V8i, dan mengetahui perbandingan antara analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dan analisis pembebanan sehingga menghasilkan nilai faktor keamanan. Manfaat dalam penelitian skripsi ini adalah untuk mengetahui faktor keamanan pondasi tiang pancang, dan sebagai bahan referensi untuk menghitung kapasitas daya dukung tiang pancang pada kondisi dan permasalahan yang sama.

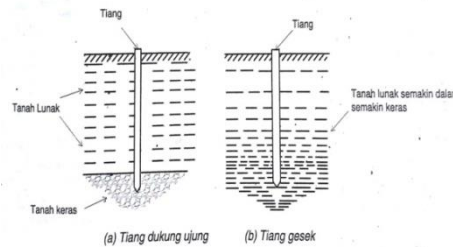
Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah data pendukung penyelidikan menggunakan data Sondir sebanyak 2 (dua) titik, analisis daya dukung tiang pancang berdasarkan nilai pembebanan gaya vertikal maksimum, metode perhitungan daya dukung tiang menggunakan metode Meyerhof.

TINJAUAN PUSTAKA

Tiang Dukung dan Tiang Gesek

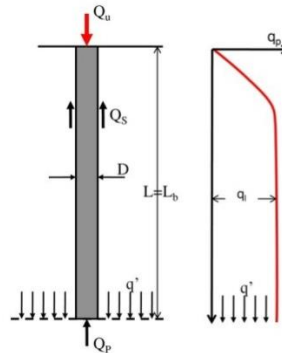
Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang dapat dibagi menjadi 2 macam terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Tiang ditinjau dari cara mendukung beban (Tomlinson,1977)

Kapasitas Daya DukungTiang Tunggal

Kapasitas daya dukung tiang terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang (Q_p) dan kapasitas dukung selimut tiang (Q_s), yang dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Kapasitas dukung tiang (Meyerhof, 1976)

Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal

Kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u), dihitung dengan persamaan umum :

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b f_b + A_s f_s \quad (\text{Kg}) \tag{1}$$

dengan keterangan :

- Q_b = Kapasitas tahanan di ujung tiang (kg)
- Q_s = Kapasitas tahanan gesek (kg)
- A_b = Luas ujung bawah tiang (cm²)
- A_s = Luas selimut tiang (cm²)
- f_b = Tahanan ujung satuan tiang (kg/m²)
- f_s = Tahanan gesek satuan tiang (kg/m²)

Kapasitas Daya Dukung Vertikal Yang Dijinkan

Daya dukung ultimate netto tiang tunggal (Q_u), adalah jumlah dari daya dukung ujung bawah ultimit (Q_b) dan daya dukung gesek tiang ultimit (Q_s) antara dinding tiang dan tanah sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \tag{2}$$

Keterangan:

- W_p = Berat sendiri tiang
- Q_u = Kapasitas ultimit netto

Menghitung daya dukung tiang tunggal, dengan data tanah yang berdasarkan data uji lapangan Cone Penetration Test (Sondir). Dengan ini kapasitas daya dukung ultimit tiang dapat dihitung dengan menggunakan metode Meyerhof dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_u = q_c \cdot A_p + JHL \cdot O \tag{3}$$

Keterangan:

- Qu = Kapasitas daya dukung ultimit tiang
- qc = Tahanan ujung sondir
- Ap = Luas penampang tiang
- JHL = Jumlah hambatan lekat
- O = Keliling tiang

Faktor Aman Tiang Pancang

Dalam penelitian ini faktor keamanan yang digunakan diperoleh dari hasil pembagian antara kapasitas daya dukung tiang dengan pembebanan gaya vertikal maksimum, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$FK = \frac{Q_{ult}}{P_{max}} \quad (4)$$

Keterangan:

- FK = Faktor keamanan
- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang
- P_{max} = Beban gaya vertikal maksimum

Program STAAD Pro V8i

STAAD adalah salah satu program analisa program analisa struktur yang pada saat ini telah banyak dipakai diseluruh dunia. STAAD menggunakan teknologi yang paling modern dalam rekayasa elemen hingga, dengan metode input data berbasis *object oriented*. Program ini dikembangkan oleh tim dengan pengalaman lebih dari 20 tahun riset yang diadakan di USA, Kanada, dan eropa dalam merumuskan metode ini. Kelebihan yang sangat dominan yang dimiliki oleh STAAD adalah kemudahan dalam penggunaannya. GUI (*Graphical User Interface*) dirancang sedemikian rupa agar user/pengguna lebih mudah menggunakan aplikasi dari program ini.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan yaitu hasil uji penyelidikan tanah, dan detail gambar kerja.

Hasil Uji Penyelidikan Tanah

Pada pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut ini, penyelidikan tanah yang dilakukan adalah penyelidikan tanah dengan *Cone Penetration Test* (Sondir).

Gambar Kerja

Gambar kerja pada bangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut meliputi: Profil baja yang di pakai untuk atap dan sebagian area atap menggunakan plat dak beton serta balok, kolom menggunakan beton, denah ruangan yang akan di bangun dan fungsi ruangan tersebut secara detail, bagian ruangan yang akan dibuat plat lantai beton.

Spesifikasi Tiang Pancang

Spesifikasi tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang mini pile ukuran *square pile* 20 cm x 20 cm, modul tiang pancang terdiri dari *Bottom* = 6 m, *Top* = 6 m dengan panjang total 12 m, dengan mutu beton tiang pancang adalah K400.

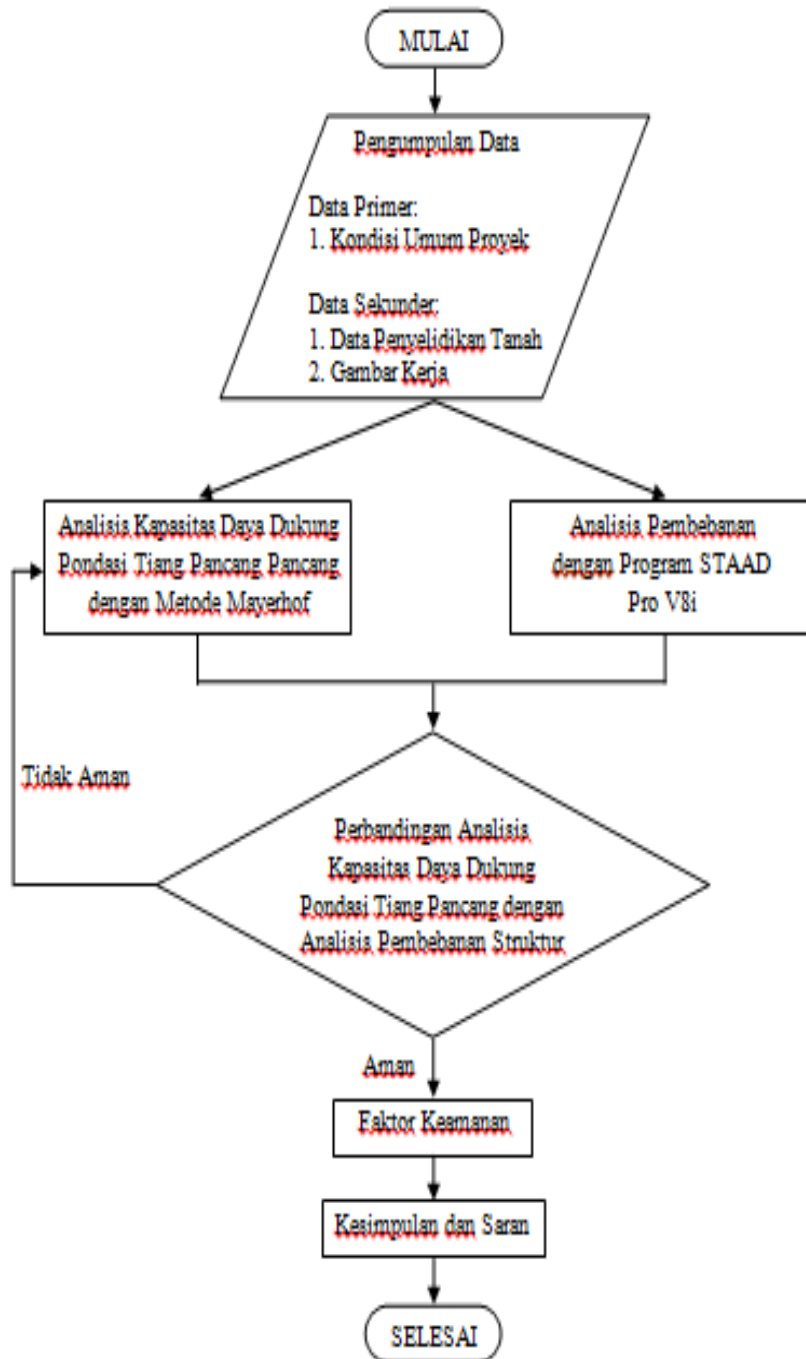
Analisis Pembebanan

Pada analisis pembebanan menggunakan program aplikasi software komputer yaitu STAAD Pro V8i.

Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang

Dalam menganalisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang, beban yang bekerja pada kolom harus diketahui terlebih dahulu. Untuk memperoleh nilai tersebut dilakukan analisis menggunakan metode Mayerhof.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut :

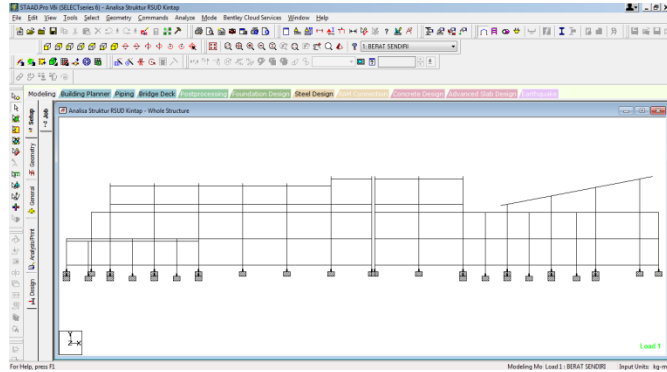


Gambar 3. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

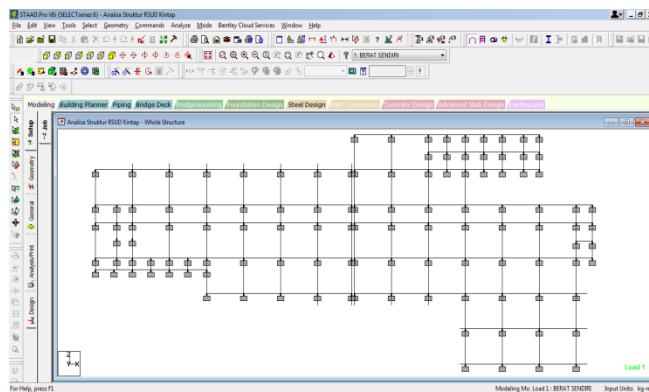
Hasil Pembebanan STAAD Pro V8i

Berikut ini tampilan rangka bangunan pada program STAAD Pro V8i pada tampilan tampak depan terlihat pada gambar 4 dibawah ini.



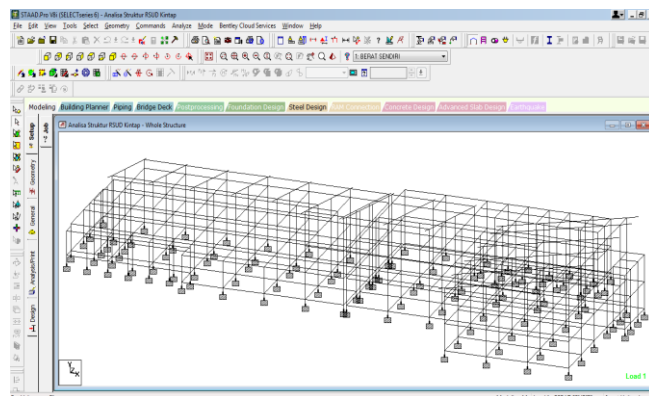
Gambar 4. Tampilan Tampak Depan

Berikut adalah tampilan tampak atas rangka bangunan pada program STAAD Pro V8i terlihat pada gambar 5 dibawah ini.



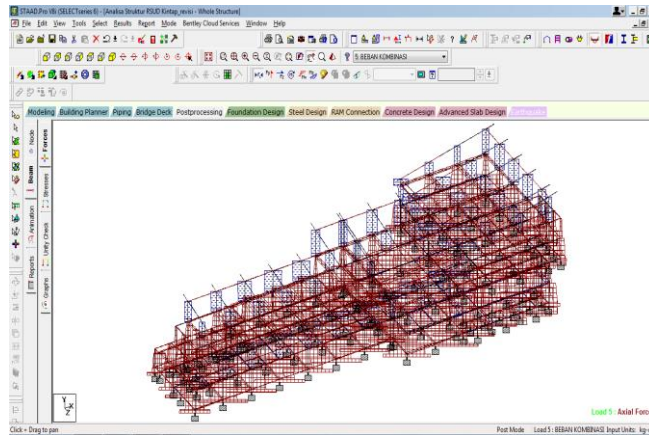
Gambar 5. Tampak Atas

Berikut adalah tampilan 3D rangka bangunan pada program STAAD Pro V8i terlihat pada gambar 6 dibawah ini.



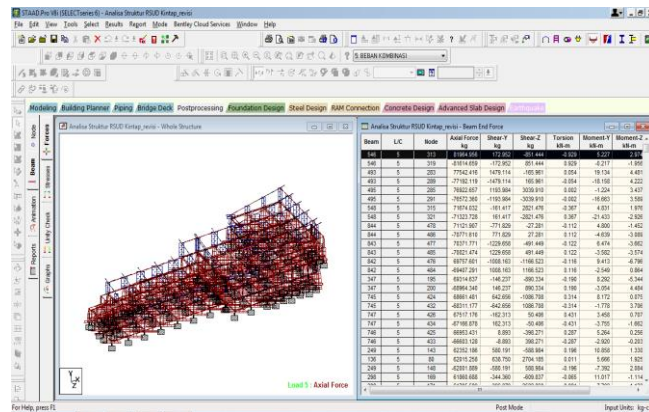
Gambar 6. Tampilan 3D

Berikut adalah tampilan rangka bangunan pada program STAAD Pro V8i pada saat gaya aksial terlihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan Gaya Aksial

Dibawah ini adalah hasil pembebanan pada program STAAD Pro V8i terlihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Hasil Pembebanan

Berikut adalah tampilan hasil dari beban Axial Force (beban vertikal maksimum) pada program STAAD Pro V8i terlihat pada gambar 9 dibawah ini.

Beam	L/C	Node	Axial Force kg	Shear-Y kg	Shear-Z kg	Torsion kg-m	Moment-Y kg-m	Moment-Z kg-m
546	5	313	81964.956	-172.952	-851.444	-0.929	5.227	-2.974
546	5	319	-81964.956	172.952	851.444	0.929	-2.217	-1.956
493	5	283	77542.416	-1479.114	-165.961	0.054	19.134	4.481
493	5	289	-77192.119	-1479.114	165.961	-0.054	-18.158	4.222
495	5	285	76922.657	1193.984	3039.910	0.002	-1.224	3.437
495	5	291	-76572.360	-1193.984	-3039.910	-0.002	-16.663	3.588
548	5	315	71674.032	-161.417	2821.476	-0.367	4.831	1.976
548	5	321	-71323.728	161.417	-2821.476	0.367	-21.433	-2.926
844	5	478	71121.907	-771.829	-27.281	-0.112	4.800	-1.452
844	5	468	-70771.510	771.829	27.281	0.112	-4.639	-3.088
843	5	477	70371.771	-1229.658	-491.449	-0.122	6.474	-3.662
843	5	465	-70021.474	1229.658	491.449	0.122	-3.582	-3.574
842	5	476	69757.601	-1008.163	-1166.523	-0.116	9.413	-6.796
842	5	484	-69407.291	1008.163	1166.523	0.116	-2.549	0.864
347	5	195	69314.637	-146.237	-890.334	-0.190	8.292	-5.344
347	5	200	-68964.340	146.237	890.334	0.190	-3.054	4.484
745	5	424	68861.481	-842.656	-1086.708	0.314	8.172	0.075
745	5	432	-68311.177	842.656	1086.708	-0.314	-1.778	3.706
747	5	426	67517.176	-162.313	50.406	0.431	3.458	0.707
747	5	434	-67166.878	162.313	-50.406	-0.431	-3.755	-1.662
746	5	425	68953.431	8.893	-398.271	0.287	5.264	0.256
746	5	433	-68603.128	-8.893	398.271	-0.287	-2.920	-0.203
249	5	143	62352.186	580.191	-588.984	0.196	10.858	1.330
136	5	80	62015.258	638.750	2704.185	0.011	5.666	1.925
249	5	148	-62001.889	-580.191	588.984	-0.196	-7.392	2.084
298	5	169	61860.688	-344.360	-609.837	-0.065	11.017	-1.114

Gambar 9. Beban Axial Force (Beban Vertikal Maksimum)

Dari gambar tersebut diatas didapat nilai *Axial Force* (beban vertikal maksimum) sebesar 81964,956 kg = 81,965 ton.

Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal

Kapasitas dukung tiang terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang (Q_p) dan kapasitas dukung selimut tiang (Q_s).

Data Sondir

Dari hasil sondir yang dilakukan di site didapat data-data tanah di lokasi perencanaan seperti terlihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Hasil Sondir

No	Kode Titik	Kedalaman (m)	q_c Maks (Kg/cm ²)	JHP (Kg/cm)
1	S-1	9.80	250	1394.00
2	S-2	14.00	250	1520.00

Kapasitas Daya Dukung Ultimate Tiang (Q_u)

1. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir

Dari 2 titik sampel pemeriksaan sondir yang dipilih secara acak dapat diketahui parameter-parameter fisik tanah yang nilai konus (q_c) dan jumlah hambatan lekat atau total friksi (JHP). Sedangkan dari dimensi profil tiang pancang didapat dimensi luas penampang (A) dan keliling tiang (O).

$$Q_u = (q_c \times A) + (JHP \times O)$$

$$A = 20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$$

$$O = 4 \times 20 = 80 \text{ cm}$$

2. Perhitungan Titik Sondir 1

Jika $q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, JHP = 1394.00 kg/cm, didapat :

$$Q_u = (q_c \times A) + (JHP \times O)$$

$$Q_u = (250 \text{ Kg/cm}^2 \times 400 \text{ cm}^2) + (1394.00 \times 80)$$

$$= 100.000 \text{ kg} + 111.520 \text{ kg}$$

$$= 211.520 \text{ kg}$$

$$= 211,520 \text{ ton}$$

3. Perhitungan Titik Sondir 2

Jika $q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, JHP = 1520.00 kg/cm, didapat :

$$Q_u = (q_c \times A) + (JHP \times O)$$

$$Q_u = (250 \text{ Kg/cm}^2 \times 400 \text{ cm}^2) + (1520.00 \times 80)$$

$$= 100.000 \text{ kg} + 121.600 \text{ kg}$$

$$= 221.600 \text{ kg}$$

$$= 221,600 \text{ ton}$$

Maka Q_u rencana yang digunakan yang terkecil, yaitu Q_u rencana pada titik sondir 1 yaitu 211,520 ton.

Berdasarkan analisis pembebanan gaya vertikal maksimum STAAD Pro dan analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang akan mendapatkan nilai faktor keamanan sebagai berikut terlihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Faktor Keamanan

Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal	Pembebanan Gaya Vertikal Program STAAD PRO V8i
211,520 ton	$Q_u = 81,965 \text{ ton}$
$FK = 211,520 / 81,965 = 2,581$	
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar 2,581	

PENUTUP

Kesimpulan

Analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang pada Pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut dengan menggunakan metode Mayerhof diperoleh daya dukung ultimit (Q_u) sebesar 211,520 ton. Analisis pembebanan pada Pembangunan Rumah Sakit Kelas D Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut menggunakan aplikasi Program STAAD Pro V8i diperoleh nilai gaya vertikal maksimum pada kolom sebesar 81,965 ton. Perbandingan antara nilai analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dan analisis pembebanan gaya vertikal menghasilkan nilai faktor keamanan (FK) adalah sebesar 2,581.

Saran-saran

Berdasarkan hasil analisis ini, adapun beberapa saran yaitu: Hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk analisis pada permasalahan yang sama. Untuk menyimpulkan dari hasil analisis pembebanan struktur perlu menggunakan bantuan seperti SAP 2000, ANSYS, atau aplikasi struktur lainnya. Sebaiknya metode yang digunakan untuk perhitungan daya dukung teoritis pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan beberapa metode selain metode Mayerhof sehingga dapat diperoleh nilai daya dukung yang mendekati keadaan real di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*, SI: Seventh Edition.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. 2015. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Muhammad, Gusti Muhajir. 2018. *Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Pada Gedung Kejaksaan Tinggi Kalimantan Timur*. Samarinda.
- Mamangkey, Victor. 2018. *Analisis Pondasi Tiang Pancang Pada Silo Semen Tonasa*. Manado
- Hardiyatmo, Harry Christady. 2008. *Teknik Pondasi 2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Harry Christady. 2011. *Teknik Pondasi 2: Analisa Dan Perancangan Fondasi II*. Gadjah Mada University Press . Yogyakarta.
- Tomlinson, MJ. (1977; 1944). *Pile Design and Construction Practice*. The Garden City Press Limited, Lechworth, Hertfordshire SG6 1JS
- Firdaus, Muhammad Alkaf. 2005. *STAAD 2004 Untuk Orang Awam*. Maxikom. Palembang.
- Meyerhof, GG. 1956. *Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils*. JSMFD, ASCE, Vol 82 SM, pp 1-19.
- Meyerhof, GG. 1976. *Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils: Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations*, ASCE Journal of Geotechnical Eng. Div. Vol 5, No 4, pp. 225-224.