

**Desain Ulang Pondasi Jembatan Kengkam Pada Abutment I
(Studi Kasus: Jembatan Kengkam, Kecamatan Merbau,
Kabupaten Kepulauan Meranti)**

Dessy Aznita¹, Efan Tifani², Lizar³

Politeknik Negeri Bengkalis

dessyaznita12@gmail.com¹, efantifani@polbeng.ac.id², lizar@polbeng.ac.id³

Abstract

At the construction project of Kengkam Village bridge, Merbau sub-district, Meranti district, 40 meters of field pile depth, from field sondir data will be searched for single beam pile support and group pole at redesign of pile foundation which more economical and efficient with calculation using Schmertman method and Nottingham (1975). In addition to calculating the elastic decline of the pile that occurred and calculating the efficiency of the pole group with the method of Meyerhoff (1976). The method of data collection is the collection of secondary data obtained directly from the project party.

Calculation of carrying capacity based on data sondir by using method Schmertman and Nottingham (1975) at depth of 33 meter obtained by single pole support capacity of 226,29 tons and carrying capacity of a single pole permit is 75,429 ton. while support power of pole group equal to 5093,3 tons and the carrying capacity of the group pole permit is 1697,8 ton. The calculation of the decrease with the Meyerhoff method in the pole group occurred at 16,266 mm. From the result of recalculation of abutment foundation foundation I at Kengkam bridge that analysis of sondir data by using Schmertman and Nottingham method (1975) on 33 meter depth review to the upper structure load received by 713 tons have got the depth of the foundation is safe, efficient and economical with the safety factor used by $SF = 3$.

Keywords: Carrying capacity of pole, Sondir, Schmertman and Nottingham Method, Meyerhoff Method

1. PENDAHULUAN

Pembangunan suatu konstruksi, pertama sekali yang dilaksanakan dan dikerjakan dilapangan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu pondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Secara umum pondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang memikul dan menahan beban yang bekerja diatasnya. Tiang pancang berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Adapun metode yang digunakan dalam penentuan kapasitas daya dukung tiang pancang yaitu dengan menggunakan metode statis. Penyelidikan tanah dengan menggunakan metode statis adalah penyelidikan sondir. Penyelidikan sondir bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan tanahnya, dan juga dapat menentukan dalamnya berbagai lapisan yang berbeda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya vertikal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi dengan tumpuan pondasi. Pondasi tiang digunakan untuk suatu bangunan yang tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat

bangunan dan beban yang diterimanya atau apabila tanah pendukung yang mempunyai daya dukung yang letaknya sangat dalam.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah untuk menjawab dan menyimpulkan masalah-masalah yang ada dalam perencanaan pekerjaan proyek. Yang dilakukan adalah:

1. Pengumpulan data

Data yang dipakai pada saat melakukan penelitian merupakan data skunder yang didapatkan dari pihak yang bersangkutan pada proyek pembangunan Jembatan Kengkam, Kecamatan Merbau, Kepulauan Meranti.

2. Pengolahan data

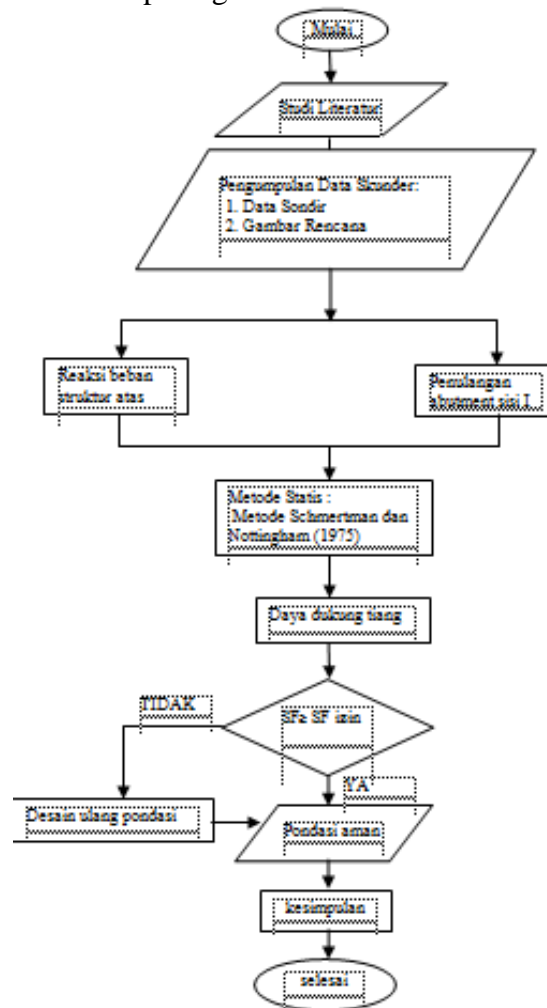
Pada pengolahan data ini yaitu menganalisis data sondir yang telah didapatkan dilapangan untuk mendesain ulang pondasi jembatan kengkam pada abutment sisi I agar mendapatkan daya dukung tiang yang aman, efisien dan ekonomis dalam pembangunan jembatan tersebut.

3. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian ini merupakan langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam penelitian untuk mengevaluasi kapasitas daya dukung tiang pancang dengan Metode Schmertmann (1975) dan Nottingham (1975)

4. Hasil Penelitian

Mendapatkan nilai daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data hasil sondir. Bagan alir penelitian terlihat pada gambar 1



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DESAIN TIANG PANCANG PADA ABUTMENT

4.1 Perhitungan Pembebanan

4.1.1 Beban mati pelat lantai untuk gelagar memanjang

1. Untuk Gelagar Tepi

$$\begin{aligned}\text{Trotoar} &= \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \\ &= 0,25 \times 1 \times 25 \\ &= 6,25 \text{ kN/m} \\ \text{Slab lantai} &= \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \\ &= 0,20 \times 1,85 \times 25 \\ &= 9,25 \text{ kN/m} \\ \text{Total beban} &= 6,25 + 9,25 \\ &= 15,5 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Jadi untuk gelagar tepi didapat Beban Mati Pelat Lantai sebesar 15,5 kN/m

2. Untuk gelagar tengah

$$\begin{aligned}\text{Slab lantai} &= \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \\ &= 0,2 \times 1,7 \times 25 \\ &= 8,5 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Jadi untuk gelagar tengah didapat pada Beban Mati Pelat Lantai sebesar 8,5 kN/m

4.1.2 Beban Mati Tambahan Untuk Gelagar Memanjang

1. Untuk gelagar tepi

$$\begin{aligned}\text{Aspal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= 0,1 \times 0,85 \times 22 \\ &= 1,87 \text{ kN/m} \\ \text{Air hujan} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{air hujan}} \\ &= 0,03 \times 1,85 \times 9,8 \\ &= 0,543 \text{ kN/m} \\ \text{Bondek} &= \text{Berat Bondek} \times \text{Lebar} \\ &= 0,101 \times 1,85 \\ &= 0,186 \text{ kN/m} \\ \text{Total beban} &= \text{Beban Aspal} + \text{Beban Air Hujan} + \text{Beban Bondek} \\ &= 1,87 + 0,543 + 0,186 \\ &= 2,6 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Jadi untuk gelagar tepi didapat Beban Mati Tambahan sebesar 2,6 kN/m

2. Untuk gelagar Tengah

$$\begin{aligned}\text{Aspal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= 0,1 \times 1,7 \times 22 \\ &= 3,74 \text{ kN/m} \\ \text{Air Hujan} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{air hujan}} \\ &= 0,03 \times 1,7 \times 9,8 \\ &= 0,499 \text{ kN/m} \\ \text{Bondek} &= \text{Berat Bondek} \times \text{Lebar} \\ &= 0,101 \times 1,7 \\ &= 0,171 \text{ kN/m} \\ \text{Total beban} &= \text{Beban Aspal} + \text{Beban Air Hujan} + \text{beban Bondek} \\ &= 3,74 + 0,499 + 0,171 \\ &= 4,411 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Jadi untuk gelagar tengah didapat Beban Mati tambahan sebesar 4,411 kN/m

4.1.3 Beban Hidup

1. Beban Terbagi Rata (BTR)

$$L = 40 \text{ m}$$

$$Q = 9,0 \times (0,5 + 15/40)$$

$$= 7,875 \text{ Kpa}$$

$$= 7,875 \text{ kN/m}^2$$

Untuk Gelagar Tepi

$$\text{BTR} = \text{Lebar} \times q$$

$$= 0,85 \times 7,875$$

$$= 6,694 \text{ kN/m}$$

Jadi untuk gelagar tepi didapat BTR sebesar 6,694 kN/m

Untuk Gelagar Tengah

$$\text{BTR} = \text{Lebar} \times q$$

$$= 1,7 \times 7,875$$

$$= 13,39 \text{ kN/m}$$

Jadi untuk gelagar tengah didapat BTR sebesar 13,39 kN/m

2. Beban Garis

$$P = 49 \text{ kN/m}$$

$$\text{FBD} = 0,4$$

$$Q_{\text{BGT}} = n \times P \times 2,75$$

$$= 2 \times 49 \times 2,75$$

$$= 269,50 \text{ kN}$$

$$\text{BGT 100\%} = (1 + \text{FBD}) \times Q_{\text{BGT}}$$

$$= (1 + 0,4) \times 269,5$$

$$= 377,30 \text{ kN/m}$$

$$\text{BGT 50\%} = 50\% \times Q_{\text{BGT 100\%}}$$

$$= 50\% \times 377,3 \text{ kN/m}$$

$$= 188,7 \text{ kN/m}$$

4.1.4 Beban Truk "T"

$$\text{FBD} = 30\%$$

$$S/3,4 = 1,7/3,4$$

$$= 0,5$$

$$\text{Roda depan} = 25 \text{ kN}$$

$$\text{Roda tengah} = 112,5 \text{ kN}$$

$$\text{Roda belakang} = 112,5 \text{ kN}$$

$$TT_1 = 25 \times (1 + \text{FBD})$$

$$= 25 \times (1 + 30\%)$$

$$= 32,5 \text{ kN}$$

$$TT_2 = 112,5 \times (1 + \text{FBD})$$

$$= 112,5 \times (1 + 30\%)$$

$$= 146,25 \text{ kN}$$

1. Untuk Gelagar Tepi

$$TT_1 = s \times TT_1$$

$$= 0,5 \times 32,5$$

$$= 16,25 \text{ kN.m}$$

$$TT_2 = s \times TT_2$$

$$= 0,5 \times 146,25$$

$$= 73,125 \text{ kN.m}$$

2. Untuk Gelagar tengah

$$\begin{aligned} TT_1 &= s \times TT_1 \times 2 \\ &= 0,5 \times 32,5 \times 2 \\ &= 32,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TT_2 &= s \times TT_2 \times 2 \\ &= 0,5 \times 146,25 \times 2 \\ &= 146,3 \text{ Kn} \end{aligned}$$

4.1.5 Beban Angin

Pada Rangka Jembatan

$$\begin{aligned} \text{Panjang Bentang Atas (La)} &= 35 \text{ m} \\ \text{Panjang Bentang Bawah (Lb)} &= 40 \text{ m} \\ \text{Tinggi Rangka (h)} &= 6,37 \text{ m} \\ \text{Luasan bidang luar rangka Ab} &= (La + Lb)/2 \times h \\ &= (35 + 40)/2 \times 6,37 \\ &= 238,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk jembatan rangka baja diambil 30% dari luasan bidang luar rangka

$$\begin{aligned} 30\% \text{ Ab} &= 30\% \times 238,9 \text{ m}^2 \\ &= 71,66 \text{ m}^2 \\ C_w &= 1,2 \\ V_w &= 35 \text{ m/s}^2 \\ T_{EW1} &= 0,0006 \times C_w \times V_w^2 \times Ab \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 35^2 \times 71,66 \\ &= 63,21 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jumlah Join

$$\begin{aligned} \text{Rangka bawah} &= 9 \\ \text{Rangka atas} &= 8 \\ \text{Jumlah Total Join} &= 17 \\ T_{EW1} \text{ per joint} &= T_{EW1}/17 \\ &= 63,21/17 \\ &= 3,718 \end{aligned}$$

Pada kendaraan yang melewati jembatan :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi kendaraan} &= 2 \text{ m} \\ \text{Tinjauan tiap} &= 1 \text{ m} \\ \text{Ab} &= 2 \times 1 \\ &= 2 \text{ m} \\ T_{EW2} &= 0,0012 \times C_w \times V_w^2 \times Ab \\ &= 0,0012 \times 1,2 \times 35^2 \times 2 \\ &= 3,528 \text{ kN/m} \\ T_{EW2} \text{ perjoin} &= (T_{EW2} \times \text{panjang jembatan}) / \text{Jumlah join bawah} \\ &= (3,528 \times 40)/9 \\ &= 15,68 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

4.1.6 Beban Pejalan Kaki

$$\begin{aligned} \text{Lebar Trotoar} &= 1 \text{ m} \\ \text{Panjang Trotoar} &= 40 \text{ m} \\ \text{Luas Trotoar} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 40 \times 1 \\ &= 40 \text{ m}^2 \\ \text{Beban Pejalan Kaki} &= 4 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

4.1.7 Gaya Rem

$$q = 9 \text{ kPa}$$

$$TB = 0,05 \times ((q \times L) + 49) \times 7$$

$$= 0,05 \times 9 \times 40 \times 49 \times 7$$

$$= 143,2 \text{ kN}$$

Dari grafik didapat 100 kN

Dipakai yang maksimum yaitu 143,2 kN

Jumlah joint

$$\text{Gelagar melintang} = 9$$

$$\text{Gelagar memanjang} = 5$$

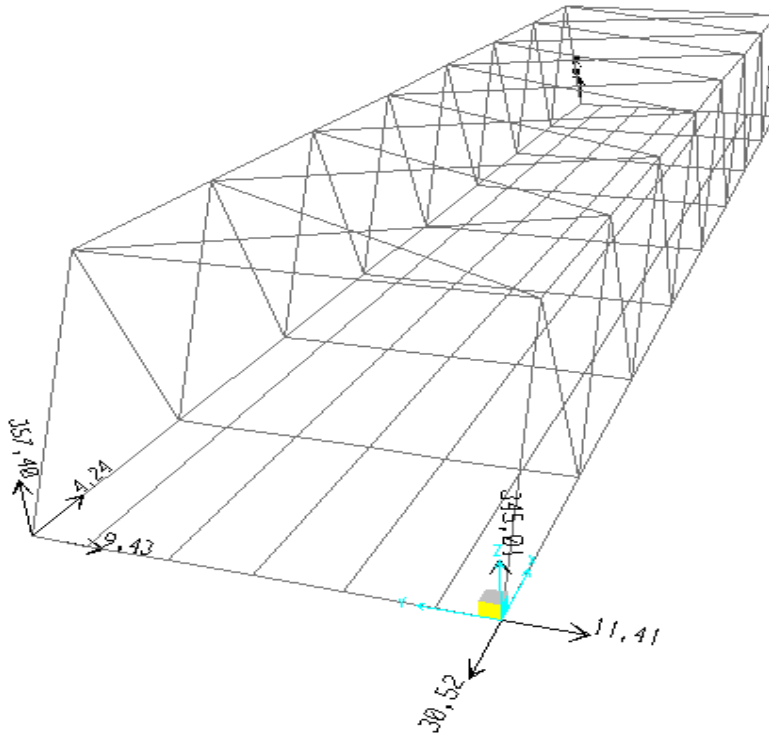
$$\text{Jumlah total joint} = 9 \times 5$$

$$= 45$$

$$\text{Gaya rem tiap joint} = 143,2 / 45$$

$$= 3,181 \text{ kN}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapat hasil hitungan pembebanan dengan menggunakan *Sofwer SAP 2000 ver'14* untuk memperoleh reaksi pada titik tumpuan yang diterima pada abutment. Adapun hasil yang didapat pada setiap tumpuan sebagai berikut:



Gambar 2. Reaksi ditumpuan

$$\text{Tumpuan 1} = 357,40 \text{ ton}$$

$$\text{Tumpuan 2} = 345,01 \text{ ton}$$

$$\text{Total reaksi} = 702 \text{ ton}$$

2. Daya dukung tiang tunggal

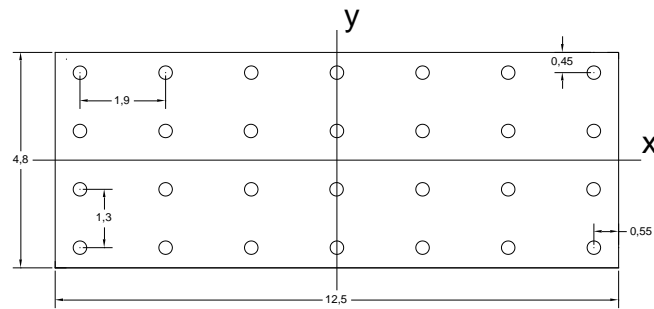
Setelah nilai Q_b dan Q_s sudah didapatkan maka, Q_b dapat dicari dengan :

$$Q_{\text{ultimit 1 tiang}} = Q_s + Q_b$$

$$= 128,352 \text{ ton} + 97,933 \text{ ton}$$

$$= 226,285 \text{ ton}$$

3. Daya dukung tiang kelompok



Gambar 3. Penempatan tiang kelompok pada abutment

$$\begin{aligned} Q_{ult, grup} &= N \cdot Q_{ult} \text{ 1 tiang} \cdot E_g \\ &= 28 \times 226,285 \text{ ton} \times 0,803 \\ &= 5093,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

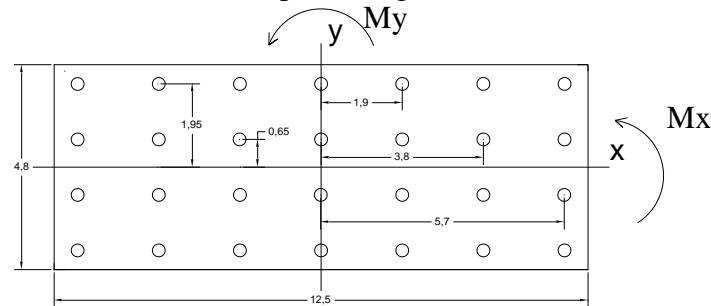
4. Faktor aman tiang pancang

$$Q_{ijin} = \frac{Q_{ult \text{ group}}}{SF \text{ ijin}} = \frac{5093,3 \text{ ton}}{3} = 1697,8 \text{ ton}$$

Faktor aman tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Q_{ult \text{ group}}}{V_t} \geq SF \text{ ijin} = \text{Aman} \\ &= \frac{5093,3 \text{ ton}}{1221,637 \text{ ton}} \\ &= 4,169 > 3 \text{ aman} \end{aligned}$$

5. Beban Maksimum (Pmaks) Pada Kelompok Tiang



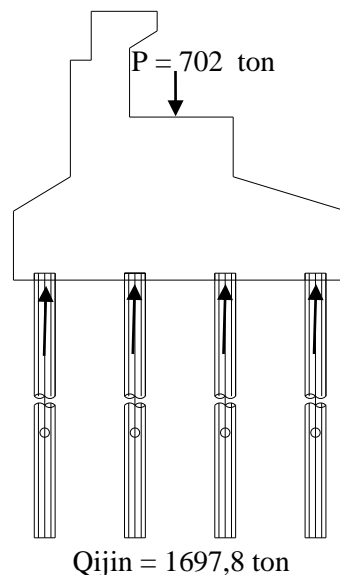
Gambar 4. Penempatan tiang kelompok pada abutment

$$\begin{aligned} P_{max} &= \frac{P_u}{n_p} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{n_y \cdot E_x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{n_x \cdot E_y^2} \\ &= \frac{1070 \text{ ton}}{28} + \frac{30,407 \text{ tm} \cdot 1,95 \text{ m}}{7 \cdot 59,15 \text{ m}^2} + \frac{81,335 \text{ tm} \cdot 5,7 \text{ m}}{4 \cdot 404,32 \text{ m}^2} \\ &= 38,631 \text{ ton} \end{aligned}$$

6. Penurunan tiang pondasi kelompok

$$\begin{aligned} S_g(e) &= \frac{q \times B_g \times l}{2 \times q_c} \\ &= \frac{2,405 \text{ kg/cm}^2 \times 390 \text{ cm} \times 0,5}{2 \times 145,684 \text{ kg/cm}^2} \\ &= 1,610 \text{ cm} \\ &= 16,101 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan desain ulang pondasi abutment sisi I pada jembatan Kengkam kepulauan Meranti dapat disimpulkan bahwa analisis dari data sondir menggunakan Metode Schmertman dan Nottingham (1975) pada tinjauan ujung tiang pancang kedalaman 33 m sudah mendapatkan desain pondasi yang aman, efisien dan ekonomis. Beban Q_u ijin dari desain ulang pondasi didapatkan sebesar 1697,8 ton dengan faktor keamanan yang digunakan sebesar 3 dan jumlah titik letak tiang pancang pada abutment sebanyak 28 tiang aman dalam memikul beban struktur atas sebesar 702 ton dari perencanaan pembangunan jembatan kengkam kepulauan Meranti.



Gambar 5. Hasil desain ulang pada pondasi tiang pancang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perhitungan desain ulang pondasi mengenai analisis daya dukung tiang tiang pancang berdasarkan data hasil uji lapangan yaitu CPT(*Cone Penetrometer Test*)/(*Sondir*) dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Dalam mendesain ulang pondasi berdasarkan data sondir diperoleh pada kedalaman 33 meter terhadap beban struktur atas yang diterima sebesar 702 ton sudah mendapatkan kedalaman pondasi yang aman, efisien dan ekonomis dengan faktor keamanan yang digunakan $SF = 3$ dengan nilai $Q_{ultimit}$ 1 tiang = 226,29 ton, Q_{izin} 1 tiang = 75,429 ton, sedangkan $Q_{ultimit}$ grup = 5093,3 ton dan Q_{izin} grup sebesar 1697,8 ton.
2. Penurunan pada tiang kelompok menurut Meyerhoff (1976) penurunan kelompok (S_g) = 16,101 mm.
3. Dari nilai faktor aman ijin 3 didapatkan $Q_{ijin} = 1697,8 \text{ ton}$ lebih besar dari beban total 1232,6 ton dinyatakan aman dengan mengecek faktor aman = $4,169 >$ faktor aman ijin = 3 maka dikatakan aman dalam perencanaan.

Dalam mendesain ulang pondasi tiang pancang dengan menggunakan data pengujian CPT (sondir) sebaiknya data yang didapatkan dari pihak terkait haruslah lengkap dan valid karena data tersebut sangat menunjang dalam mendesain ulang pondasi pada lokasi tinjauan dan menggunakan metode lain dalam perhitungan analisis daya dukung tiang pancang yang tepat agar menghasilkan hasil analisis yang akurat untuk digunakan pada konstruksi dilapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Braja, M. Das, *Principles of Foundation Engineering*
Cone Penetration Testing and Experience, Proceedings of the Session by the Geotechnical Engineering Division at the ASCE National Convention, St. Louis, Missouri, USA, October, 1981
- Hary, C. H., *Teknik Pondasi I*, Gadjah mada University Press, Yogyakarta
- Harry, C. H., 2001, *Teknik fondasi II*
- Husnah, *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 Dan 6.*
- Misriani, D., 2007, "Perencanaan ulang tiang pancang beton pada gedung perpustakaan islam bengkalis"
- Simalango, A. dan Iskandar, R., *Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang dengan Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga Pada Bore Hole II*
- Soedarmo, G. D. dan S.J. Edy Purnomo, 1997, *Mekanika Tanah I*
- Sunardi, 2016, "Evaluasi Daya Dukung Rencana Terhadap Daya Dukung aktual Tiang Pancang Pada abutment Berdasarkan Data Sondir Dan Kalendering"

