

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

Erlis Septianti¹, Efan Tifani M., Eng², Lizar MT³
Politeknik Negeri Bengkalis
erlisseptianti99@gmail.com¹, efantifani@polbeng.ac.id², lizar@polbeng.ac.id³

Abstract

In the Kengkam Bridge Construction Project in Merbau Subdistrict, we will find the carrying capacity of the pile foundation planning based on Sondir data using the Schmertmann method. The purpose of this Final Project is to calculate the pile carrying capacity that is safe, efficient and economical. It is known that the depth of the pile in the field of 40 meters and for planners obtained at a depth of 33 meters with safety factor 3 has reached a depth that is safe, efficient and economical.

From the calculation, the carrying capacity of a single pole was 168.34 tons and the carrying capacity of a single pole was 56.113 tons, while the carrying capacity of the group poles was 3878.52 tons and the carrying capacity of the group mast was 1292.84 tons. Furthermore, it calculates the elastic decline of the pile that occurs, and calculates the efficiency and carrying capacity of the pile group. Based on the loading on the foundation of the pile group, the results obtained do not exceed the ultimate bearing capacity of the pole, so it is safe to use.

Keywords: Carrying Capacity Capacity, DCPT, Schmertman and Nottingham Method

1. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian dari struktur bawah, yang mempunyai peranan penting dalam memikul beban struktur atas seperti gaya akibat lalu lintas, gaya angin, gaya gempa maupun berat struktur itu sendiri. Struktur bawah secara umum terdiri atas 2 tipe pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal pada umumnya cukup memadai untuk kontruksi beban ringan dengan lapisan tanah yang cukup baik, sedangkan untuk pondasi dalam dapat dikategorikan berdasarkan besarnya perpindahan pada struktur yang ditopangnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan daya dukung pondasi dalam menyalurkan beban struktur atas ke lapisan tanah dipengaruhi oleh parameter tanah seperti kohesi, sudut geser tanah, berat isi, baik itu berat isi kering maupun berat isi jenuh. Diketahui dari perencanaan tiang pancang pada Pembangunan Jembatan Kengkam Kecamatan Merbau Kabupaten Kepulauan Meranti 40 meter, mengenai data sondir dilapangan yang telah didapatkan bahwa pada kedalaman 33 sampai 36 meter sudah mencapai tanah keras.

2. TINJAUAN PUSTAKA

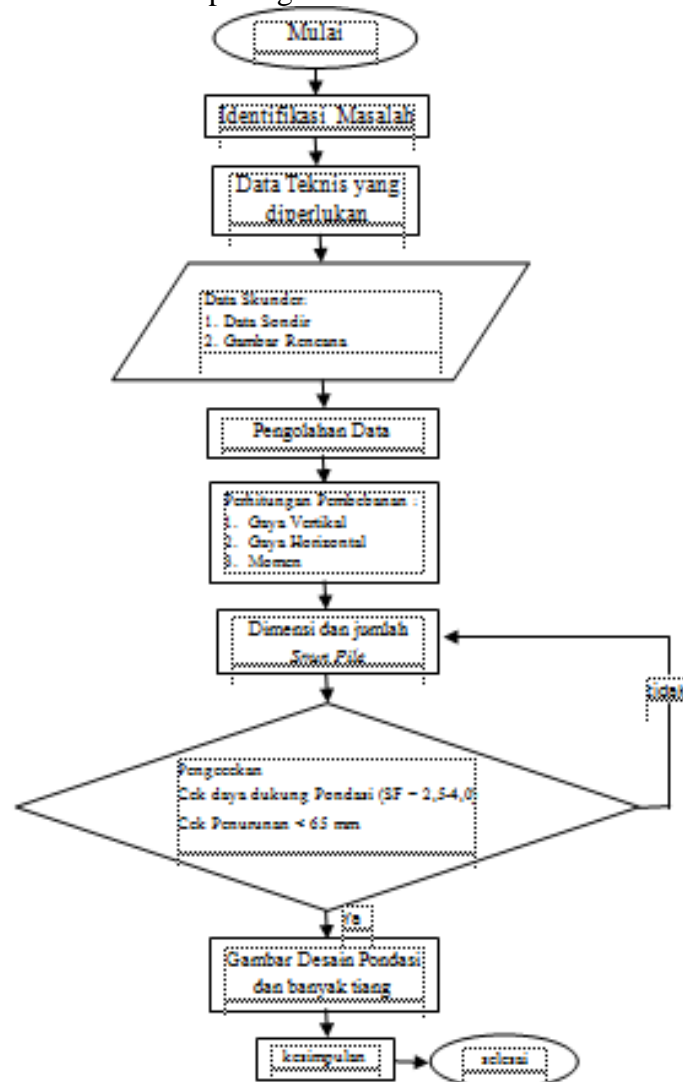
Pondasi adalah suatu kontruksi bagian dasar bangunan yang berfungsi sebagai penerus beban dari struktur atas kelapisan tanah dibawahnya yang diharapkan bisa menghindari terjadinya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Analisis kapasitas dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak diatasnya. Kapasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang- bidang gesernya.

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. Flowchat 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

$$\begin{aligned}\text{Trotoar} &= \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \\ &= 0,25 \times 1 \times 25 \\ &= 6,25 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Total beban} &= 6,25 + 9,25 \\ &= 15,5 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Aspal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= 0,1 \times 0,85 \times 22 \\ &= 1,87 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air hujan} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{air hujan}} \\ &= 0,03 \times 1,85 \times 9,8 \\ &= 0,543 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bondek} &= \text{Berat Bondek} \times \text{Lebar} \\ &= 0,101 \times 1,85 \\ &= 0,186 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total beban} &= \text{Beban Aspal} + \text{Beban Air Hujan} + \text{Beban Bondek} \\ &= 1,87 + 0,543 + 0,186 \\ &= 2,6 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

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

2. Untuk gelagar Tengah

$$\begin{aligned}\text{Aspal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{aspal}} \\ &= 0,1 \times 1,7 \times 22 \\ &= 3,74 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air Hujan} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \gamma_{\text{air hujan}} \\ &= 0,03 \times 1,7 \times 9,8 \\ &= 0,499 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bondek} &= \text{Berat Bondek} \times \text{Lebar} \\ &= 0,101 \times 1,7 \\ &= 0,171 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total beban} &= \text{Beban Aspal} + \text{Beban Air Hujan} + \text{beban Bondek} \\ &= 3,74 + 0,499 + 0,171 \\ &= 4,411 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

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

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

1. Jumlah Join

$$\begin{aligned} \text{Rangka bawah} &= 9 \\ \text{Rangka atas} &= 8 \\ \text{Jumlah Total Join} &= 17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. T_{EW1} \text{ per joint} &= T_{EW1}/17 \\ &= 63,21/17 \\ &= 3,718 \end{aligned}$$

Pada kendaraan yang melewati jembatan :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi kendaraan} &= 2 \text{ m} \\ \text{Tinjauan tiap} &= 1 \text{ m} \\ \text{Ab} &= 2 \times 1 \\ &= 2 \text{ m} \\ T_{EW2} &= 0,0012 \times C_w \times V_w^2 \times Ab \\ &= 0,0012 \times 1,2 \times 35^2 \times 2 \\ &= 3,528 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{EW2} \text{ perjoin} &= (T_{EW2} \times \text{panjang jembatan}) / \text{Jumlah join bawah} \\ &= (3,528 \times 40)/9 \\ &= 15,68 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

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

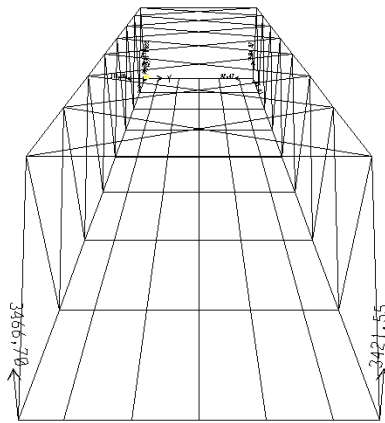
$$\begin{aligned}
 q &= 9 \text{ kPa} \\
 TB &= 0,05 \times ((q \times L) + 49) \times 7 \\
 &= 0,05 \times 9 \times 40 \times 49 \times 7 \\
 &= 143,2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Dari grafik didapat 100 kN
 Dipakai yang maksimum yaitu 143,2 kN

Jumlah joint

$$\begin{aligned}
 \text{Gelagar melintang} &= 9 \\
 \text{Gelagar memanjang} &= 5 \\
 \text{Jumlah total joint} &= 9 \times 5 \\
 &= 45 \\
 \text{Gaya rem tiap join} &= 143,2 / 45 \\
 &= 3,181 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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

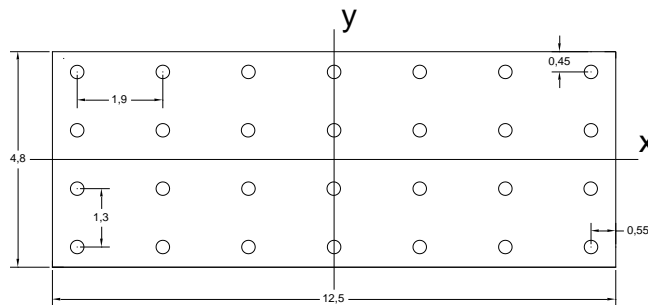
$$\begin{aligned}
 \text{Tumpuan 1} &= 3518,19 \text{ kN} = 358,76 \text{ ton} \\
 \text{Tumpuan 2} &= 3473,04 \text{ kN} = 354,15 \text{ ton} \\
 \text{Total reaksi} &= 712,91 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

2. daya dukung tiang tunggal

Setelah nilai Qb dan Qs sudah didapatkan maka, Qb dapat dicari dengan :

$$\begin{aligned}
 \text{Q ultimit 1 tiang} &= Qs + Qb \\
 &= 103,523 \text{ ton} + 64,816 \text{ ton} \\
 &= 168,340 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3. daya dukung tiang kelompok



Gambar 3. Penempatan tiang kelompok pada abutment

$$\begin{aligned} Q_{ult.group} &= N \cdot Q_{ult} \text{ 1 tiang} \cdot E_g \\ &= 28 \times 168,340 \text{ ton} \times 0,803 \\ &= 3789,02 \text{ ton} \end{aligned}$$

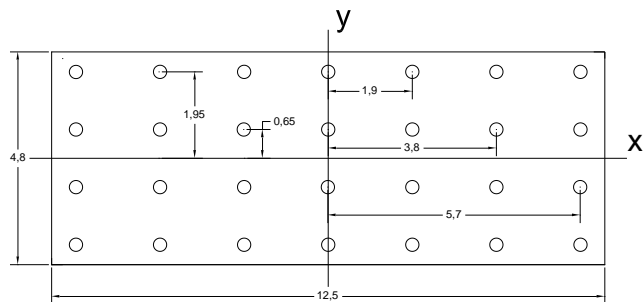
4.faktor aman tiang pancang

$$Q_{ijin} = \frac{Q_{ult \text{ group}}}{SF \text{ ijin}} = \frac{3789,02}{3} = 1263,01 \text{ ton}$$

Faktor aman tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Q_{ult \text{ group}}}{V_t} \geq SF \text{ ijin} = \text{Aman} \\ &= \frac{3789,02}{1233,52} \\ &= 3,071 > SF \text{ izin (3)} \end{aligned}$$

5.Beban Maksimum (Pmaks) Pada Kelompok Tiang



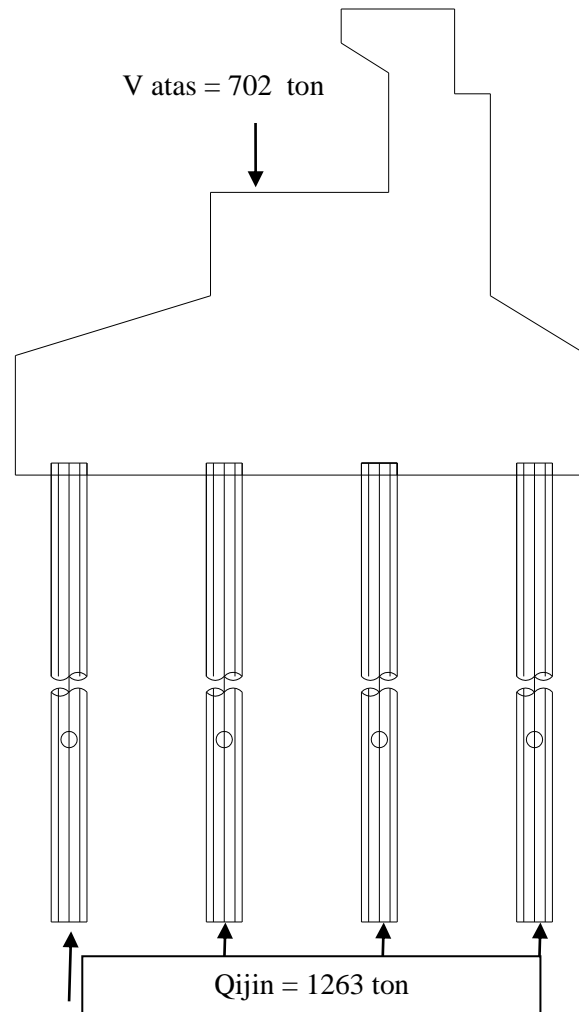
Gambar 4. Penempatan tiang kelompok pada abutment

$$\begin{aligned} P_{max} &= \frac{P_u}{n_p} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{n_y \cdot \Sigma x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{n_x \cdot \Sigma y^2} \\ &= \frac{1081,51}{28} + \frac{(108,151 \times 1,95)}{(7 \times 59,15)} + \frac{(216,303 \times 5,7)}{(4 \times 404,32)} \\ &= 39,865 \text{ ton} \end{aligned}$$

6.penurunan tiang pondasi kelompok

$$\begin{aligned} S_g(e) &= \frac{q \times B_g \times l}{2 \times q_c} \\ &= \frac{2,433 \text{ kg/cm}^2 \times 390 \text{ cm} \times 0,5}{2 \times 90,894 \text{ kg/cm}^2} \\ &= 2,609 \text{ cm} \times 10 \\ &= 26,093 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan desain ulang pondasi tiang pancang sisi II pada Jembatan Kengkam Kepulauan Meranti yang telah diperhitungkan dengan menggunakan metode schmertmann didapat hasil Q_{ijin} 1263,01 ton dengan beban struktur atas yang diterima pada abutment sebesar 713 ton, faktor keamanan yang digunakan dalam desain ulang pondasi sebesar 3 dapat disimpulkan bahwa desain ulang tiang pancang beserta penurunan tiang pancang dengan menggunakan metode Mayerhof pada kelompok tiang 26,093 mm (aman) untuk batas penurunan maksimum tanah lempung menurut (*skempton dan Macdonald,1955*) adalah 65 mm dan untuk kedalaman tiang pancang pada desain rencana pada kedalaman 33 m sudah mencapai pada kedalaman yang aman, efesien dan ekonomis.



Gambar 5. Hasil desain ulang pada pondasi tiang pancang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dalam tugas akhir ini, perhitungan daya dukung tiang menggunakan Metode Schratmann dan pada penurunan menggunakan Metode Mayerhof. Berdasarkan data uji pengujian CPT diperoleh hasil daya dukung pada selimut tiang (Q_s) = 103,523 ton dan daya dukung ujung tiang (Q_b) = 64,816 ton. Berdasarkan hasil Q_b dan Q_s diperoleh nilai $Q_{ultimit}$ 1 tiang = 168,340 ton dan Q_{all} 1 tiang = 56,11 ton. Dari hasil Q ijin tiang bisa dilanjutkan dengan merencanakan kelompok tiang. Dengan jumlah 28 tiang dan diperoleh nilai beban W total = 1233,52 ton < dari Q_{all} group 1263,01 ton maka dinyatakan aman dalam perencanaan. Pada perhitungan P_{maks} , di dapatkan hasil P_{maks} = 39,897 ton < Q_{all} 1 tiang 56,113 ton maka dinyatakan aman dalam perencanaan. Hasil dari desain rencana didapat kedalaman tiang pancang 33 m dan banyak tiang 28 tiang sudah mencapai pada kedalaman yang aman efisien dan ekonomis dengan beban struktur atas yang diterima oleh pondasi sebesar 713 ton.
2. Selanjutnya diperoleh perhitungan penurunan pada tiang kelompok menurut Mayerhof Penurunan tiang pondasi kelompok (S_g) = 26,093 mm.
3. Dari faktor keamanan 3 didapat Q_{ijin} 1263,01 ton. Selanjutnya mengecek faktor keamanan 3,071 besar dari nilai faktor keamanan yang diizinkan maka perencanaan dinyatakan aman.

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"

