

PERBANDINGAN BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN PONDASI SUMURAN DAN PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR OTORITAS BANDAR UDARA WILAYAH VIII SAM RATULANGI MANADO

Andrew Octavianus Wuisan
andrewoctavianus2@gmail.com

Abstrak

Pondasi bangunan adalah konstruksi yang paling penting pada suatu bangunan, karena pondasi berfungsi untuk menyalurkan seluruh beban hidup dan beban mati yang berasal dari struktur di atasnya. Perbandingan biaya pelaksanaan pekerjaan pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang akan sangat penting dalam menentukan pondasi mana yang paling tepat dan ekonomis untuk digunakan pada proyek pembangunan gedung kantor otoritas bandar udara. Dalam perencanaan pondasi ada beberapa hal yang harus diperhitungkan yaitu beban yang bekerja pada pondasi seperti beban mati, beban hidup dan beban gempa. Untuk perhitungan beban struktur gedung yang bekerja pada pondasi mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983, SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1727-1989, sedangkan untuk perhitungan pondasi menggunakan metode Begemen.

Untuk perhitungan pondasi sumuran dan tiang pancang hanya ditinjau pada satu titik saja dengan acuan data uji sondir, dengan kedalaman tanah keras 5 (lima) meter. Dan berdasarkan dari perhitungan, didapat hasil 3 (tiga) tiang untuk pondasi sumuran sedangkan untuk pondasi tiang pancang membutuhkan 8 (delapan) tiang dalam satu pile cap yang mampu memikul beban sebesar $P = 1.194,1$ ton. Untuk biaya pembuatan pondasi sumuran lebih ekonomis dibandingkan dari pondasi tiang pancang. Dari hasil perhitungan perbedaan harga dari kedua pondasi cukup signifikan, yaitu untuk biaya pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang sebesar Rp. 74.035.700,00,- (Tujuh Puluh Empat Juta Tiga Puluh Lima Ribu Tujuh Ratus Rupiah), sedangkan pondasi sumuran Rp. 33.620.500,00,- (Tiga Puluh Tiga Juta Enam Ratus Dua Puluh Ribu Lima Ratus Rupiah).

Dengan hasil data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan penggunaan pondasi tiang pancang tidak efektif pada proyek tersebut, karena kedalaman tanah keras hanya sampai pada kedalaman 5 (lima) meter. Penggunaan pondasi sumuran lebih efisien dan ekonomis dibanding tiang pancang. Apalagi penggunaan tiang pancang pada proyek tersebut juga dapat mempengaruhi struktur bangunan yang ada dan dapat mengganggu keamanan aktivitas di sekitarnya, yang merupakan area terlarang atau terbatas untuk umum.

Kata kunci : perbandingan, pondasi sumuran, pondasi tiang pancang.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu persyaratan untuk menopang kemajuan ekonomi sebagai indikator utama kemakmuran adalah tersedianya infrastruktur yang memadai, termasuk infrastruktur bandar udara. PT. Angkasa Pura I (Persero) merupakan perangkat dari pemerintah yang menangani dan bertanggung jawab atas pembinaan, pengembangan dan pemeliharaan seluruh bandar udara yang ada sesuai kebijakan dari pemerintah, baik bandar udara nasional maupun internasional.

Proyek pembangunan gedung kantor otoritas bandar udara wilayah VIII Sam Ratulangi Manado adalah suatu proyek pembangunan yang dimaksudkan untuk peningkatan kualitas serta menunjang kebutuhan sarana dan fasilitas penting sebagai pusat pengawasan, guna tersedianya suatu kenyamanan aktivitas penerbangan di salah satu bandara internasional tersebut.

Untuk mewujudkan hal tersebut, tentunya harus ada perencanaan, pengawasan dan pelaksanaan yang baik untuk proses pembangunan gedung tersebut. Mulai dari struktur bawah hingga struktur atas. Tentunya pondasi adalah salah satu komponen struktur bawah yang menjadi dasar yang paling

penting pada bangunan tersebut, karena fungsinya adalah untuk memikul bangunan dan menyalurkan beban yang bekerja di atasnya.

Penelitian ini akan dilakukan perbandingan pondasi sumuran (*caisson*) dan pondasi tiang pancang, agar dapat diketahui pondasi mana yang paling layak digunakan dan tentunya tanpa mengganggu aktifitas dan kenyamanan bandar udara tersebut dalam proses pembuatannya.

1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penulisan ini yang hendak di capai adalah :

- Untuk lebih memahami dan mendalami struktur bawah
- Untuk mengetahui daya dukung pondasi yang mampu memberi kekuatan pada struktur gedung otoritas bandara
- Untuk mengetahui perbandingan biaya pondasi sumuran dan tiang pancang.

1.3. Pembatasan Masalah

Berkaitan dengan Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Sam Ratulangi Manado Wilayah VIII, penulisan ini hanya dibatasi pada :

1. Penjelasan tentang data teknis, yaitu lokasi proyek dan jenis konstruksi
2. Perhitungan beban yang bekerja pada pondasi yang ditinjau
3. Menghitung daya dukung pondasi
4. Kontrol beban ultimate
5. Perbandingan biaya pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang

1.4. Metode Penelitian

Pada penulisan tugas akhir ini menggunakan tiga metode :

1. Studi lapangan
2. Studi literatur
3. Konsultasi dengan dosen pembimbing

2. DASAR TEORI

2.1. Pengertian Pondasi

Pondasi adalah suatu konstruksi bagian dasar atau struktur bawah (*sub Structure*) yang berfungsi untuk memikul beban bangunan di atasnya (*upper Structure*) termasuk beban sendiri pondasi untuk diteruskan secara merata ke lapisan tanah dasar atau keras. ada pondasi tidak boleh terjadi penurunan pondasi setempat ataupun penurunan pondasi merata melebihi dari batas-batas tertentu (Tabel 2.1).

Tabel 2.1
Penurunan Maksimum Yang Terjadi pada Bangunan

No	Jenis Bangunan	Penurunan Maksimum
1	Bangunan umum	2,54 cm
2	Bangunan pabrik	3,81
3	Gudang	0,58
4	Pondasi mesin	0,05

Sumber : *Foundation Design – W.C Teng*

2.2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam digunakan jika kekuatan tanah tidak memenuhi kebutuhan karena tidak teratur atau karena pembebanannya terlalu tinggi. Pondasi ini biasanya digunakan pada bangunan bertingkat, pelabuhan, dll.

2.3. Pondasi Sumuran

Pondasi ini digunakan apabila tanah keras berada pada kisaran 2-4 m di bawah permukaan tanah. Pondasi ini merupakan pondasi beton bertulang yang berdiameter 80-150 cm dan ada kemungkinan dalam satu bangunan diameternya berbeda-beda, ini dikarenakan masing-masing kolom berbeda bebannya. Penggaliannya bisa di bor maupun digali secara manual.

2.4. Pondasi Tiang Pancang

Pondasi ini merupakan beton jadi yang ditancapkan ke dalam tanah dengan menggunakan alat pancang. Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

2.5. Pedoman Umum Pemilihan Tipe Pondasi

Beberapa hal yang harus diperhitungkan dalam menentukan tipe pondasi, seperti keadaan tanah dasar, batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya, batasan-batasan dari sekelilingnya, waktu serta biaya pekerjaannya.

3. PEMBAHASAN

3.1. Data Teknis Perhitungan

- Jenis Konstruksi, Jenis Tanah : Konstruksi Beton Bertulang / Keras
- Kategori Gedung / Lokasi : Kantor / Manado
- Wilayah Gempa : Wilayah 5 (lima)
- F_c / F_y : 30 Mpa / 240 Mpa
- E_c : $4700 \times \sqrt{F_c} = 25743 \text{ Mpa}$

3.2. Perhitungan Beban

Menghitung beban bangunan :
Beban-beban (PPIUG 1983):

a. Beban Hidup (LL):

Lantai 1-4 (Kantor) = 250 kg/m^2
Lantai Atap = 100 kg/m^2

b. Beban Mati (DL):

- Beban mati tambahan (DL) antara lain sebagai berikut :

Dinding bata	= 250 kg/m^2	Beban M/E	= 25 kg/m^2
Keramik	= 24 kg/m^2	Beban plafond	= 18 kg/m^2
Plester (2,5 m)	= 53 kg/m^2	Water proofing	= 5 kg/m^2

c. Beban Hidup :

Lantai 1-4 = $250 \text{ kg/cm}^2 \times 38,75 \text{ m}^2 \times 4 = 38.750 \text{ kg}$

d. Beban Mati :

- Pelat	= $5 \text{ m} \times 7,75 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 2.400 \text{ kg/m}^3 \times 4$	= 44.640 kg
- Balok	= $12,75 \text{ m} \times 0,4 \times 0,6 \times 2.400 \times 4$	= 29.376 kg
- Kolom (lantai 1)	= $0,4 \times 0,6 \times 2.400 \text{ kg/m}^3 \times 4 \text{ m}$	= 2.304 kg
- Kolom (lantai 2-4)	= $0,4 \times 0,6 \times 2.400 \text{ kg/m}^3 \times 3,85 \text{ m} \times 3$	= $6.652,8 \text{ kg}$
		<u>$82.972,8 \text{ kg}$</u>

Pembebanan Atap :

Berat atap dihitung secara manual selanjutnya dibuat sebagai beban terpusat yang dipikul oleh masing-masing kolom. Berdasarkan pembebanan yang ada dalam SNI 03-1727-1989, maka pembebanan atap sebagai berikut :

- a. Berat penutup atap baja = 50 kg/m²
- b. Beban Mekanikal Elektrikal = 25 kg/m²
- c. Beban angin = 25 kg/m²
- d. Beban hidup (pekerja) = 100 kg/m²
- e. Berat penggantung / plafond = $\frac{18 \text{ kg/m}^2}{218 \text{ kg/m}^2}$

Pada Tabel 3.1 Area beban terpusat atap yang dipikul masing-masing kolom berdasarkan area kolom.

Tabel 3.1. Area Beban Terpusat Atap

Area	Berat atap (kg/m ²)	Luas Area (m ²)	Beban terpusat (kg)
1	218	9,375	2.043,75
2	218	19,375	4.223,75
3	218	10	2.180
4	218	18,75	4.087,5
5	218	38,75	8.447,5
6	218	20	4.360
7	218	9,375	2.043,75
8	218	19,375	4.223,75
9	218	10	2180

Sumber : Hasil analisis

Kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned}
 &1,2 \times \text{BM} + 1,6 \times \text{BH} \\
 &= 1,2 \times 91.420,3 + 1,6 \times 38.750 \\
 &= 109.704,36 + 62.000 \\
 &= 171.704,36 \text{ kg} \quad = 171,70436 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3.3. Menghitung Gaya Geser Dasar

Tabel 3.2. Berat Lantai

Lantai	Massa Lantai	Gravitasi	Berat Lantai (kg)
A	B	C	b x c
4	30.409,1	9,81	298.313,271
3	30.409,1	9,81	298.313,271
2	30.409,1	9,81	298.313,271
1	30.495,5	9,81	299.160,855
		Total	1.194.100,67

Sumber : Hasil analisis

- Waktu getar alami

$$T_{empiris} = 0,0731 \times hn^{\frac{3}{4}}$$

$$T_{empiris} = 0,0731 \times (15,5m)^{\frac{3}{4}}$$

$$= 0,57$$

$$T = \zeta \cdot n$$

$$= 0,16 \cdot 4$$

$$= 0,64$$

Sehingga $T_{empiris} < T$ OK

- Gaya geser dasar nominal

$$V = \frac{C1 \cdot I \cdot Wt}{R}$$

$$V = \frac{0,9 \times 1 \times 1.194.100,67}{8,5} = 126.434,189 \text{ kg}$$

3.4. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran

Beban yang bekerja pada pondasi yang ditinjau

$$P = 1.194,1 \text{ ton}$$

$$Qb = Ah \cdot qc$$

Dimana :

$$Qb = \text{Daya dukung ujung (kg)}$$

$$Ah = \text{Luas penampang (cm}^2\text{)}$$

$$Qc = \text{Nilai ujung tekanan konus (kg/cm}^2\text{) "data uji"}$$

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

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 100$$

$$= 7.850 \text{ cm}^2$$

$$Qc = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$Qb = 7.850 \text{ cm}^2 \cdot 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 1.962.500 \text{ kg}$$

$$Qs = As \cdot Fs$$

Dimana :

$$Qs = \text{Daya dukung kulit (kg)}$$

$$As = \text{Luas selimut (cm}^2\text{)}$$

$$Fs = \text{Tahanan dinding (kg/cm}^2\text{)}$$

Fs dapat dicari dengan persamaan :

$$Fs = 0,012 \cdot qc$$

$$\begin{aligned}
 q_c &= \text{Nilai rata – rata hambatan pelekcat (kg/cm}^2\text{) “data uji”} \\
 Q_s &= A_s \cdot F_s \\
 A_s &= (\pi \cdot d) \cdot t \\
 &= (3,14 \cdot 100) \cdot 500 \\
 &= 157.000 \text{ cm}^2 \\
 F_s &= 0,012 \cdot 7,15 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 0,0858 \text{ kg/cm}^2 \\
 Q_s &= 157.000 \text{ cm}^2 \cdot 0,0858 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 13.470,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Daya dukung batas :

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\
 &= 1.962.500 \text{ kg} + 13.470.6 \text{ kg} \\
 &= 1.975.970.6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga daya dukung ijin :

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{FK} \\
 &= \frac{1.975.970,6 \text{ kg}}{3} \\
 &= 658.656,87 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3.5. Perhitungan Daya Dukung Ijin Kelompok Tiang

$$Q_{pg} = E_g \cdot n \cdot Q_{all}$$

Dimana :

Q_{pg} = Daya dukung yang diijinkan unutm kelompok tiang (kg)

E_g = Efisiensi kelompok tiang diambil 0.7 (nilai efisiensi berdasarkan empiris)

n = Jumlah tiang

Q_{all} = Daya dukung ijin vertikal untuk tiang tunggal (kg)

$$\begin{aligned}
 Q_{pg} &= 0,7 \cdot 3 \cdot 658.656,87 \\
 &= 1.383.179,43 \text{ kg} \\
 &= 1.383,2 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Beban yang bekerja $P = 1.194,1 \text{ ton}$

$$P < Q_{pg}$$

$1.194,1 \text{ ton} < 1.383,2 \text{ ton} \dots \text{Ok !}$

3.6. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Beban yang bekerja pada pondasi yang ditinjau

$$P = 1.194,1 \text{ ton}$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang, dengan dua rumus :

1. $Q_b = A_h \cdot q_c$

Dimana :

Q_b = Daya dukung ujung (kg)

A_h = Luas penampang (cm^2)

q_c = Nilai ujung tekanan konus (kg/cm^2) “data uji”

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

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 60.60$$

$$= 2.826 \text{ cm}^2$$

$q_c = 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$

$$Q_b = 2.826 \text{ cm}^2 \cdot 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$= 706.500 \text{ kg}$$

$$Q_s = A_s \cdot F_s$$

dimana :

Q_s = Daya dukung kulit (kg)

A_s = Luas selimut (cm^2)

F_s = Tahanan dinding (kg/cm^2)

F_s dapat dicari dengan persamaan :

$$F_s = 0,012 \cdot q_c$$

q_c = Nilai rata – rata hambatan pelekak (kg/cm^2) “data uji”

$$Q_s = A_s \cdot F_s$$

$$A_s = (\pi \cdot d) \cdot t$$

$$= (3,14 \cdot 60) \cdot 500$$

$$= 94.200 \text{ cm}^2$$

$$F_s = 0,012 \cdot 7,15$$

$$= 0,0858 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$Q_s = 94.200 \text{ cm}^2 \cdot 0,0858 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$= 8.082.36 \text{ kg}$$

Daya dukung batas :

$$\begin{aligned} \mathbf{Qult} &= \mathbf{Qb + Qs} \\ &= \mathbf{706.500 \text{ kg} + 8.082.36 \text{ kg}} \\ &= \mathbf{714.582,36 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Sehingga daya dukung ijin :

$$\begin{aligned} \mathbf{Qall} &= \frac{\mathbf{Qult}}{\mathbf{FK}} \\ &= \frac{\mathbf{714.582,36 \text{ kg}}}{\mathbf{3}} \\ &= \mathbf{238.194,12 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Rumus yang kedua :

$$\mathbf{2. Q = p \cdot A + f \cdot O}$$

Dimana :

- Q = Daya dukung keseimbangan (kg)
- P = Nilai ujung konus (kg/cm²)
- A = Luas tiang (cm²)
- f = Nilai rata – rata hambatan pelekak (kg/cm)
- O = Keliling tiang (cm)

$$\mathbf{Q = p \cdot A + f \cdot O}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \frac{1}{4} \pi \cdot \mathbf{d^2} \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 60.60 \\ &= 2.826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\mathbf{p = 250 \text{ kg/cm}^2 \text{ (nilai ujung konus)}}$$

$$\mathbf{f = 7,15 \text{ kg/cm}^2 \text{ (nilai rata – rata hambatan pelekak)}}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{O} &= \mathbf{2 \cdot \pi \cdot r} \\ &= \mathbf{2 \cdot 3,14 \cdot 30} \\ &= \mathbf{188,4 \text{ cm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Q} &= \mathbf{250 \text{ kg/cm}^2 \cdot 2.826 \text{ cm}^2 + 7,15 \text{ kg/cm}^2 \cdot 188,4 \text{ cm}} \\ &= \mathbf{706.500 + 1.347,06} \\ &= \mathbf{707.847,06 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$Q_{all} = \frac{p \cdot A}{3} + \frac{f \cdot O}{5}$$

Dimana :

Qall = Daya dukung ijin tiang (kg)

P = Nilai ujung konus (kg/cm²)

A = Luas tiang (cm²)

f = Nilai rata – rata hambatan pelekak (kg/cm)

O = Keliling tiang (cm)

3 dan 5 = Faktor Keamanan

$$Q_{all} = \frac{p \cdot A}{3} + \frac{f \cdot O}{5}$$

p = 250 kg/cm² (nilai ujung konus)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 60 \\ &= 2.826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

f = 7,15 kg/cm² (nilai rata – rata hambatan pelekak)

$$\begin{aligned} O &= 2 \cdot \pi \cdot r \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 30 \\ &= 188,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \cdot 2.826 \text{ cm}^2}{3} + \frac{7,15 \text{ kg/cm}^2 \cdot 188,4 \text{ cm}}{5} \\ &= 235.500 + 269,412 \\ &= 235.769,412 \text{ kg} \end{aligned}$$

Diambil Qall dari rumus 1 (satu) :

$$Q_{all} = \underline{238.194,12 \text{ kg (rumus 1)}}$$

$$Q_{all} = 235.769,412 \text{ kg (rumus 2)}$$

Menghitung efisiensi tiang dalam kelompok :

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

Dimana :

m = Jumlah barisan tiang

- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- $\theta = \tan^{-1} \frac{d}{S}$ (dalam derajat)
- d = Diameter pondasi tiang pancang (cm)
- S = Jarak antara tiang as ke as (cm)

$$Eg = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

Dimana :

- $\theta = 21,8014$
- n = 3
- m = 2
- d = 60 cm
- S = 150 cm

$$\begin{aligned} Eg &= 1 - 21,8014/90 \left[\frac{(3-1) \cdot 2 + (2-1) \cdot 3}{2 \cdot 3} \right] \\ &= 0,2422 \left[\frac{18}{6} \right] \\ &= 0,24222 [3] \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ijin kelompok tiang

$$Qpg = Eg \cdot n \cdot Qall$$

Dimana :

- Qpg = Daya dukung yang diijinkan unutm kelompok tiang (kg)
- Eg = Efisiensi kelompok tiang
- n = Jumlah tiang
- Qall = Daya dukung ijin vertikal untuk tiang tunggal (kg)

$$\begin{aligned} Qpg &= 0,72 \cdot 6 \cdot 238.194,12 \text{ kg} \\ &= 1.028998,59. \text{ kg} \\ &= 1.028,998 \text{ ton} \\ &= 1.028,998 \text{ ton} < 1.194,1 \text{ ton} \dots \text{Tidak Aman !} \end{aligned}$$

Coba n (jumlah tiang) delapan :

$$Eg = 1 - 21,8014/90 \left[\frac{(4-1) \cdot 2 + (2-1) \cdot 4}{2 \cdot 4} \right]$$

$$= 0,2422 \left[\frac{24}{8} \right]$$

$$= 0,24222 [3]$$

$$= 0,72$$

$$Q_{pg} = 0,72 \cdot 8 \cdot 238.194,12 \text{ kg}$$

$$= 1.371.998,13 \text{ kg}$$

$$= 1.371,998 \text{ ton}$$

Beban yang bekerja $P = 1.194,1 \text{ ton}$

$$P < Q_{pg}$$

$$1.194,1 \text{ ton} < 1.371,998 \text{ ton} \dots \text{ Ok}$$

3.7. Perbandingan Biaya Pembuatan Pondasi Sumuran Dan Tiang Pancang

Tabel 3.21.

Rekapitulasi Daya Dukung, Perbandingan Harga Pondasi Sumuran Dan Tiang Pancang

No	Jenis Pondasi	Rumus Yang Digunakan	Daya Dukung	Harga
1	Sumuran	$Q_b = A_h \times q_c$	1.383,2 ton	Rp. 33.620.500,00
		$Q_s = A_s \times F_s$		
		$Q_{ult} = Q_b + Q_s$		
2	Tiang Pancang	1. $Q_b = A_h \times q_c$	1.371,998 ton	Rp. 74.035.700,00
		$Q_s = A_s \times F_s$		
		$Q_{ult} = Q_b + Q_s$		
		2. $Q_{all} = (p \cdot A) / 3 + (f \cdot O) / 5$	1.258,031 ton	

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

- Jadi pondasi sumuran dengan diameter $\varnothing 100 \text{ cm}$ dan pondasi tiang pancang diameter $\varnothing 60 \text{ cm}$, memiliki daya dukung yang mampu memikul beban yang bekerja di atasnya sebesar $P = 1194,1 \text{ ton}$, sumuran dengan 3 tiang dan tiang pancang dengan 8 tiang dalam satu *pile cap*.
- Penggunaan pondasi sumuran lebih efisien dan ekonomis dibanding tiang pancang, karena kedalaman tanah keras hanya sampai pada kedalaman 5 (lima) meter, dan dilihat dari perhitungan jumlah tiang pancang adalah delapan dengan harga pembuatan sebesar Rp. 74.035.700,00, sedangkan sumuran hanya tiga tiang dengan harga Rp. 33.620.500,00.

4.2. Saran

- Dalam menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, hendaknya mengetahui keadaan tanah pada lokasi, karena dalam penentuan pondasi sangat bergantung pada keadaan tanah lokasi.
- Pihak pelaksana harus memperhatikan keadaan lingkungan sekitar, menganalisa masalah yang dapat ditimbulkan pondasi yang dipilih pada saat pengerjaan di sekitar lokasi pengerjaan. Tiang pancang misalnya, getaran dan kebisingannya dapat mempengaruhi struktur bangunan yang ada dan mengganggu keamanan di sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Conocica Lucio, 1991, Memahami Pondasi, Penerbit Angkasa Bandung, Bandung.
- Mukumoko, J. A, 2007, Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan, Penerbit Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia, 1983, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia, 1989, Standar Nasional Indonesia 03-1727-1989, Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2002, Standar Nasional Indonesia 03-1726-2002, Standar Perencanaan Tahan Gempa, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2002, Standar Nasional Indonesia 03-2836-2002, Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pondasi Untuk Konstruksi Bangunan Gedung, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Sardjono, Ir, 1991, Pondasi Tiang Pancang, Edisi Revisi Jilid 1, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sunggono K.H., 1995, Buku Teknik Sipil, Penerbit Nova, Jakarta.
- Susilo Budi S., 1991, Mekanika Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wulfram Ervianto, 2007, Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan, Penerbit Andi, Yogyakarta.