

## **STUDY KUAT PONDASI TERPASANG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RSUD KOTA PROBOLINGGO DENGAN MEMPERHITUNGKAN HASIL KALENDERING TIANG PANCANG**

**Robbi Ainul Yaqin**

Dosen Pembimbing

**Ir. Pujo Priyono, MT.: Adhitya Surya Manggala, ST, MT.**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jalan Karimata 49, Jember 68172, Indonesia

[roobyyaqin@gmail.com](mailto:roobyyaqin@gmail.com)

### **RINGKASAN**

Rumah sakit dibutuhkan untuk mengimbangi pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak terlepas dari angka kelahiran yang semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan, baik bagi masyarakat Kota Probolinggo maupun masyarakat sekitar menyebabkan terjadi peningkatan permintaan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dirancanglah satu gedung rumah sakit di Probolinggo.

Sebagai tempat terjadinya pelayanan kesehatan bagi masyarakat yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat, Rumah sakit memiliki peran dan fungsi yang penting bagi kesejahteraan masyarakat. Dalam menjalankan aktivitasnya rumah sakit Probolinggo diharuskan memiliki tingkat efektifitas dan efisiensi yang tinggi, sehingga perlu didukung oleh sarana dan prasarana penunjang yang memadai. sehingga dapat mengoptimalkan aktivitas yang terjadi didalamnya. Maka dari itu diperlukan perencanaan dan pelaksanaan yang baik agar tujuan efektifitas tercapai.

**Kata Kunci :** Perencanaan Rumah Sakit, Struktur Pondasi Rumah Sakit

## **PENDAHULUAN**

Rumah sakit dibutuhkan untuk mengimbangi pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak terlepas dari angka kelahiran yang semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan, baik bagi masyarakat Kota Probolinggo maupun masyarakat sekitar menyebabkan terjadi peningkatan permintaan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dirancanglah satu gedung rumah sakit di Probolinggo. Sebagai tempat terjadinya pelayanan kesehatan bagi masyarakat yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat, Rumah sakit memiliki peran dan fungsi yang penting bagi kesejahteraan masyarakat. Dalam menjalankan aktivitasnya, rumah sakit diharuskan memiliki tingkat efektifitas dan efisiensi yang tinggi, sehingga perlu didukung oleh sarana dan prasarana penunjang yang memadai. sehingga dapat mengoptimalkan aktivitas yang terjadi didalamnya.

Perencanaan suatu bangunan meliputi perencanaan bangunan atas dan perencanaan bangunan bawah, perencanaan bangunan atas meliputi bagian struktur dari bangunan yang ada

diatas permukaan tanah seperti kerangka pemikul bangunan tersebut. Sedangkan untuk bangunan bawah adalah bagian bangunan yang ada di bawah permukaan tanah, dalam hal ini bangunan yang dimaksud adalah pondasi.

## **RUMUSAN MASALAH**

Adapun rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana Menghitung gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen-elemen struktur rencana dengan hasil reaksi tiang pada tiap tumpuan?
2. Bagaimana menganalisa studi kapasitas kemampuan pondasi dengan memperhitungkan hasil dari kalendering tiang pancang pada proyek Pembangunan RSUD Kota Probolinggo ?
3. Bagaimana menganalisa kemampuan pondasi terhadap kapasitas kuat struktur rencana pada proyek Pembangunan RSUD Kota Probolinggo ?

## **TUJUAN PENELITIAN**

1. Menghitung gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen-elemen struktur rencana dengan hasil reaksi tiang pada tiap tumpuan.

2. menganalisa studi kapasitas kemampuan pondasi dengan memperhitungkan hasil dari kalendering.
3. menganalisa kemampuan pondasi terhadap kapasitas kuat struktur rencana pada proyek Pembangunan RSUD Kota Probolinggo.

### **BATASAN MASALAH**

Batasan masalah dalam pembahasan ini ialah :

- a. Aspek yang ditinjau adalah struktur bawah pada pembangunan proyek RSUD Kota probolinggo yang meliputi kapasitas pondasi dan daya dukung tanah.
- b. Hasil kalendering tiang pancang sesuai dengan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian di lapangan pada proyek Pembangunan RSUD Kota Probolinggo.
- c. Tidak menganalisis biaya.
- d. Tidak menganalisis manajemen proyek.
- e. Tidak menganalisis dinding penahan tanah.

### **MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat dari pembahasan ini ialah :

- a. Teoritis

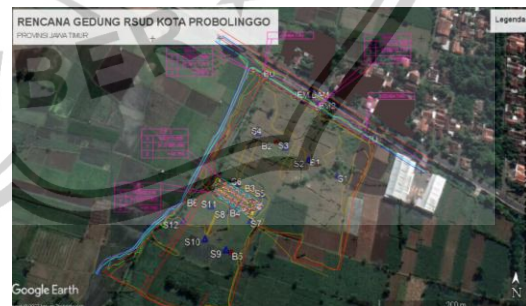
Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail terhadap kemampuan kapasitas pondasi.

- b. Praktis

Dari hasil studi kapasitas kemampuan pondasi proyek Pembangunan RSUD Kota Probolinggo maka diharapkan dapat diketahui kapasitas kemampuan pondasi.

### **LOKASI PENELITIAN**

Alamat lokasi penelitian berada di Jl. Prof Hamka , Kota Probolinggo, Jawa Timur.

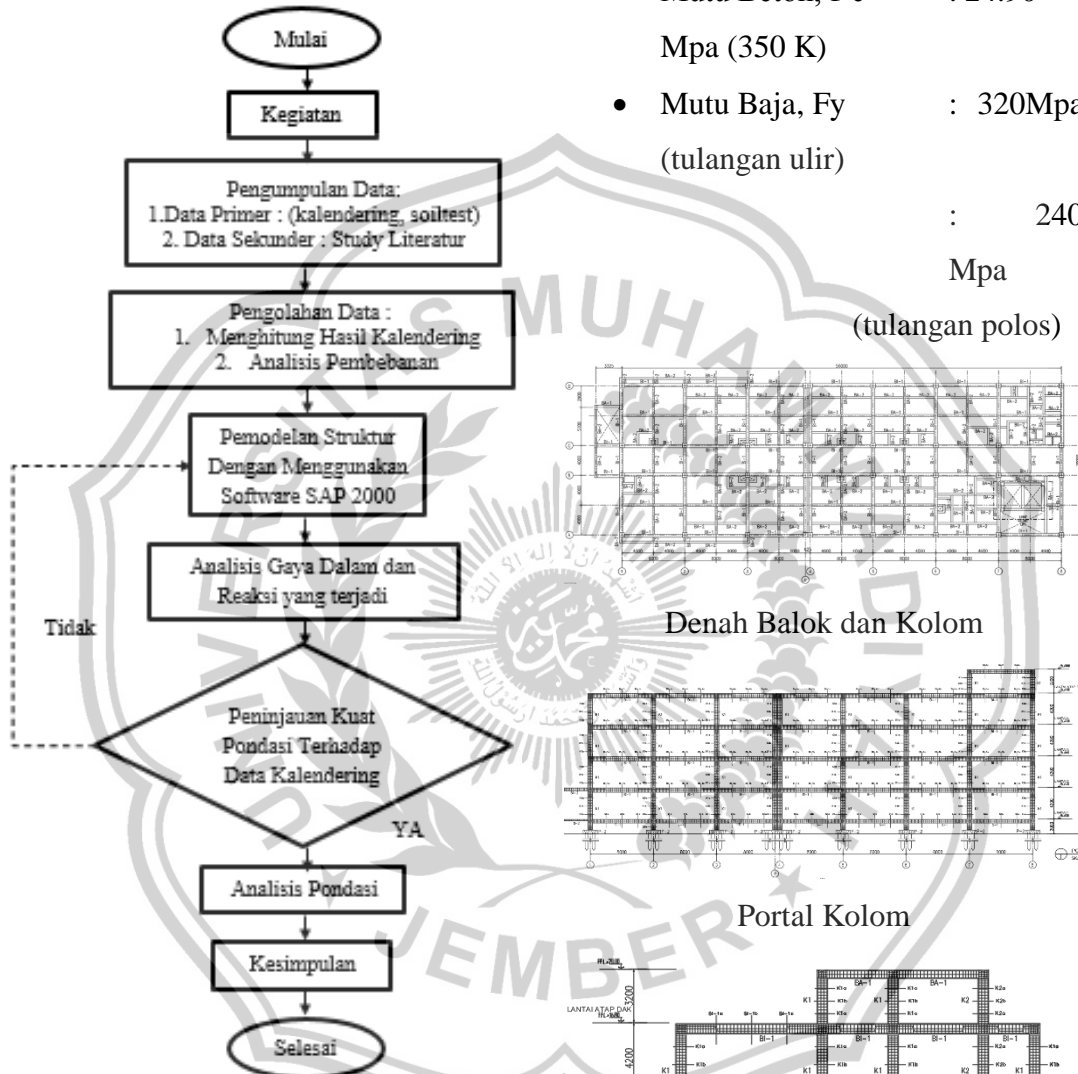


Denah Lokasi Penelitian

- Panjang Bangunan : 56 m
- Lebar Bangunan : 20 m
- Tinggi Bangunan : 8 m
- Jumlah Lantai : 4 lantai
- Mutu Beton,  $f'c$  : 24.90 Mpa (350 K)
- Mutu Baja,  $F_y$  : 320Mpa (tulangan ulir)
- : 240 Mpa (tulangan polos)

## METODE PENELITIAN

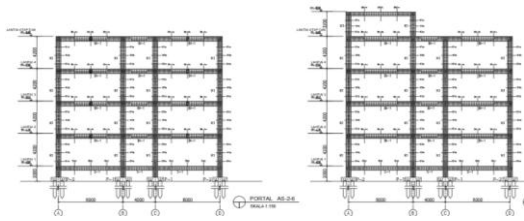
Berikut flowchart tahapan penelitian.



## PEMBAHASAN

### Data Rencana

- Type Bangunan : Rumah Sakit
- Wilayah Gempa : 3
- Kota : Kota Probolinggo



Portal AS-2-6

### Dimensi Struktur

Berikut adalah dimensi Struktur yang dipakai pada Pembangunan RSUD Kota Probolinggo :

a. Dimensi Balok

Balok Induk	:	40/60
cm		
Balok Anak 1	:	30/50
cm		
Balok Anak 2	:	25/40
cm		

b. Dimensi Kolom

Kolom K1	:	60/60
cm rencana		
Kolom K2	:	30/60
cm rencana		

c. Dimensi Sloof

Sloof 1	:	30/50
cm		
Sloof 2	:	15/20
cm		

### Pembebanan

Struktur dibebani dengan beban akibat berat sendiri struktur, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa. Beban yang digunakan yaitu :

1. Beban Mati (DL) :Berat sendiri struktur + Beban mati tambahan
2. Beban Hidup (LL) :Beban penghuni Gedung Rumah Sakit
3. Beban Gempa (EQ) :Didesain dengan metode respon spektrum berdasarkan peta wilayah gempa Indonesia.

A. Beban Mati (DL)

Adalah berat sendiri struktur dan komponen lainnya yang harus ditinjau sebagai beban mati. ( SNI 1727-2013 ).

Terdiri atas:

- Berat Elemen struktur ( Kolom, Balok, Pelat Lantai )
- Spesi lantai ( 3 cm ) : 63 kg/m<sup>2</sup>
- Keramik ( 1 cm ) : 24 kg/m<sup>2</sup>
- Plafon dan Penggantung : 18 kg/m<sup>2</sup>
- MEP : 10 kg/m<sup>2</sup>
- Beban mati tangga : 750 kg/m<sup>2</sup>
- Beban dinding Bata merah : 255 kg/m<sup>2</sup>
- Air Hujan (5cm) : 50 kg/m<sup>2</sup>

B. Beban Hidup (LL)

Adalah beban guna atau mengikuti fungsi dari suatu bangunan. ( SNI 1727-2013 ).

- Beban Hidup pada atap : 100 kg/m<sup>2</sup>

- **Beban Hidup Rumah Sakit :**
  - Ruang Pasien : 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Koridor : 383 kg/m<sup>2</sup>
- **Beban Hidup Tangga : 600 kg/m<sup>2</sup>**

### Beban Mati Struktur Lantai Atap

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Beban Hidup Atap	100	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame

### Beban Hidup Lantai Atap

### C. Beban Gempa

Beban gempa pada SAP2000 v20 digunakan fitur pembebanan dengan analisis respon spektrum berdasarkan SNI Gempa 1726:2012 untuk kategori resiko gempa D pada tanah sedang.

#### Perhitungan Pembebanan input pada SAP 2000

Beban Mati, untuk elemen struktur kolom, pelat, balok, dan sloof terhitung dalam software. Lantai 1 s/d 3

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Keramik 1 cm	24	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Spesi 3 cm	63	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Plafon	18	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Lain-lain 10%	9.6	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Total	115.5	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Dinding bata tinggi 4 m	1020	kg/m <sup>2</sup>	Frame Load Distributed

### Beban Mati Struktur

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Ruang Pasien	200	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Koridor	383	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame

### Beban Hidup Lantai 1 s/d 3

Beban Mati untuk elemen struktur kolom, pelat, balok, dan sloof terhitung dalam software. Lantai atap.

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Air Hujan	50	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Spesi 3 cm	63	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Total	113	kg/m <sup>2</sup>	Area Load Uniform to frame
Dinding bata tinggi 1 m keliling bangunan	255	kg/m <sup>2</sup>	Frame Load Distributed

### Kombinasi Pembebanan

Berikut adalah kombinasi pembebanan yang akan digunakan dalam analisis perencanaan. Kombinasi pembebanan ini telah disesuaikan dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (PPIUG).

- Kombinasi I : 1.4 DL
- Kombinasi II : 1.2 DL + 1.6 LL
- Kombinasi III, gempa arah x : 1.2 DL + 1 LL + 1 Eqx
- Kombinasi IV, gempa arah y : 1.2 DL + 1 LL + 1 Eqy
- Kombinasi V, gempa arah x : 0.9 DL + 1 Eqx
- Kombinasi VI, gempa arah y : 0.9 DL + 1 Eqy

### Faktor Reduksi Kekuatan

Berdasarkan ACI 318-08 pasal 20.2.5 mengenai factor reduksi kekuatan untuk bangunan eksisting memiliki nilai yang berbeda dari factor reduksi kekuatan desain. Hal ini dimaksudkan karena kondisi struktur sudah dalam keadaan sebenarnya baik dimensi maupun



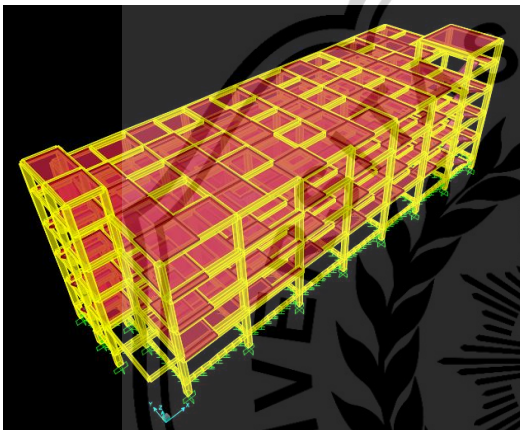
jumlah tulangnya. Berikut nilai-nilai factor reduksi kekuatan :

Parameter Kekuatan	Nilai Faktor Reduksi ( $\phi$ )
Tarik lentur	1.0
Tekan (senggang spiral)	0.9
Tekan (senggang biasa)	0.8
Geser dan Torsi	0.8
Kuat Tumpu	0.8

Material properties beton K 350 ( $F'_c = 24.90 \text{ MPa}$ )

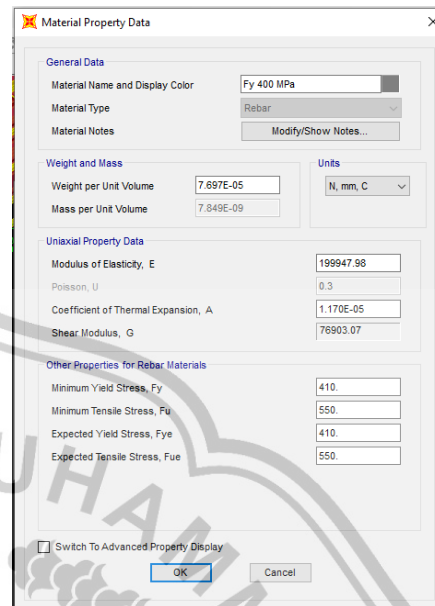
### Pemodelan Struktur Pada SAP 2000

Pemodelan 3D struktur menggunakan software SAP2000 v20.

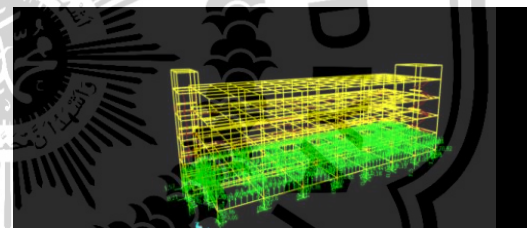


Model SAP 3D Struktur Bangunan

Desain material

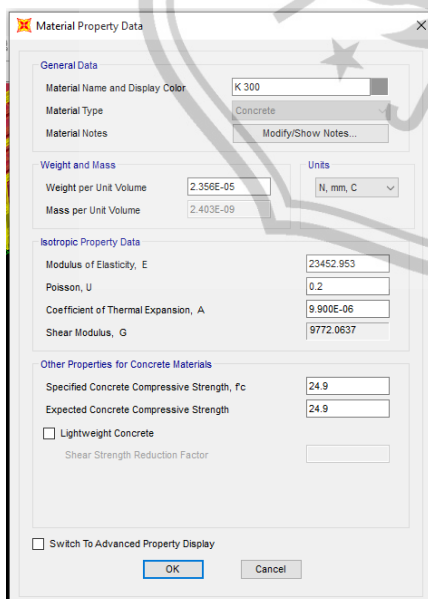


Material properties baja tulangan  $F_y = 400 \text{ Mpa}$



### Pemodelan Pada SAP

Dari hasil Pemodelan Perhitungan Struktur SAP menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen-elemen struktur rencana sebagai berikut:



Titik Pondasi	Pembebanan	Gaya Dalam		
		F3 Ton	M1 Ton-m	M2 Ton-m
A8	Komb III, gempa x	248,056	15,329	50,854
A7	Komb III, gempa x	336,277	14,317	44,236
A6	Komb IV, gempa y	253,309	34,086	16,379
A5	Komb IV, gempa y	243,765	29,661	14,620
A4	Komb II	241,866	-1,319	-0,210
A3	Komb II	254,983	-1,458	-0,185
A2	Komb II	257,034	-1,390	-0,333
A1	Komb III, gempa x	168,800	8,834	31,230
B8	Komb IV, gempa y	211,866	49,293	8,560
B7	Komb IV, gempa y	307,039	45,499	10,807
B6	Komb IV, gempa y	316,366	38,732	11,106
B5	Komb IV, gempa y	313,736	33,830	11,361
B4	Komb IV, gempa y	309,421	29,626	11,627
B3	Komb II	307,433	0,123	0,148
B2	Komb II	302,251	0,034	0,562
B1	Komb III, gempa x	244,286	11,507	34,995
C8	Komb IV, gempa y	252,543	48,870	9,073
C7	Komb IV, gempa y	329,283	45,314	11,223
C6	Komb IV, gempa y	314,820	39,517	11,905
C5	Komb IV, gempa y	316,366	34,729	12,187
C4	Komb IV, gempa y	311,867	30,511	12,534
C3	Komb II	309,089	1,038	0,218
C2	Komb II	300,206	0,800	0,380
C1	Komb III, gempa x	265,159	10,604	42,306
D8	Komb IV, gempa y	165,000	46,726	12,084
D7	Komb IV, gempa y	252,820	43,039	14,373
D6	Komb IV, gempa y	248,671	37,807	14,905
D5	Komb IV, gempa y	245,534	33,306	15,114
D4	Komb II	243,005	2,517	0,224
D3	Komb II	256,111	2,300	0,478
D2	Komb II	254,293	2,172	0,688
D1	Komb IV, gempa y	119,794	21,899	16,475

### Hasil Gaya Dalam

Dimana F3 ( Gaya Geser) yang terjadi menghasilkan nilai 119.794 ton sebagai gaya geser terendah hasil dari kombinasi beban gempa sumbu (y) dan 329.283 ton sebagai gaya geser terbesar dalam kombinasi IV pembebanan gempa sumbu (y). Kemudian didalam Permodelan M1 (momen 1) menghasilkan nilai -1.458 ton/m terjadi pada kombinasi II sebagai momen terkecil dan 49.293 ton/m sebagai momen terbesar yang terjadi pada kombinasi IV pembebanan gempa sumbu (y). Dan gaya dalam yang terjadi pada M2 (momen 2) menghasilkan nilai -0.210 ton/m sebagai momen terkecil yang terjadi pada kombinasi II dan 50.854 ton/m terjadi pada kombinasi III beban gempa sumbu (x) sebagai momen terbesarnya.

### Pondasi Tiang Pancang

Dalam penggunaan pondasi tiang pancang di lapangan, di dapatkan data primer dari hasil pemancangan dilapangan kemudian di lakukan analisis data secara manual untuk perhitungan kemampuan tiang pancang, kemudian dilakukan pemodelan menggunakan software SAP 2000 untuk mendapatkan kekuatan gaya dalam dan

hasil kemampuan dari masing-masing tiang pancang yang telah dilaksanakan.

### Monitoring Tiang Pancang di Lapangan

Monitoring tiang pancang adalah pemantauan pelaksanaan yang terjadi dilapangan dimana tiang harus ditempatkan pada titik rencana dan diperiksa vertikalitasnya dari 2 arah (x-y). sehingga dari hasil pemantauan pemasangan yang terjadi pada tanggal 11 September sampai dengan 27 November 2020, menghasilkan data tiang pancang masuk kedalaman minimal 5.5 meter dan maksimal masuk pada kedalaman 10 meter yang terjadi pada denah P2/C/0 (Data Terlampir).

Dari data kedalaman tiang pancang tersebut dapat memperhitungkan  $W_{poer}$  pilecap poernya untuk mengetahui jumlah total beban aksial yang bekerja pada tiang. Untuk  $W_{poer}$ /Pilecap poer yang terpasang dilapangan terdapat 3 Jenis berbeda yang terbagi dalam P1,P2,P3.

- **P1**

$$Eff = 1 - \frac{\phi}{90^\circ} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right)$$

dimana  $\phi$  : arc tan d/s

m : jumlah baris arah x  
= 3 bh

n : jumlah baris arah y



$$= 2 bh$$

d : ukuran/diameter

tiang pancang = 40 cm

s : jarak antara tiang

pancang = 90 cm

$$\emptyset = \arctan d/s$$

$$= \arctan \left( \frac{40}{90} \right)$$

$$= 24^\circ$$

$$\text{Eff} = 1 - \frac{23.84}{90^\circ} \left( \frac{[(2-1) \cdot 3] + [(3-1) \cdot 2]}{3.2} \right)$$

$$= 1 - (0.265 \cdot 1)$$

$$= 0,7$$

**Berat Poer**

Panjang = 2,7 m

Lebar = 1,8 m

Tebal = 0,5 m

Berat Beton = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

**Wpoer** = 5,8 ton

Pondasi Type P-1

• **P2**

$$\text{Eff} = 1 - \frac{\emptyset}{90^\circ} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right)$$

dimana  $\emptyset$  : arc tan d/s

m : jumlah baris arah x

$$= 2 bh$$

n : jumlah baris arah y

$$= 3 bh$$

d : ukuran/diameter

tiang pancang = 40 cm

s : jarak antara tiang

pancang = 60 cm

$$\emptyset = \arctan d/s$$

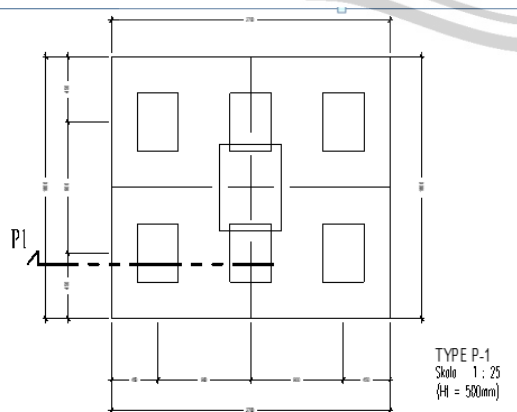
$$= \arctan \left( \frac{40}{60} \right)$$

$$= 34^\circ$$

$$\text{Eff} = 1 - \frac{33.52}{90^\circ} \left( \frac{[(3-1) \cdot 2] + [(2-1) \cdot 3]}{2.3} \right)$$

$$= 1 - (0.372 \cdot 1,2)$$

$$= 0,6$$



**Berat Poer**

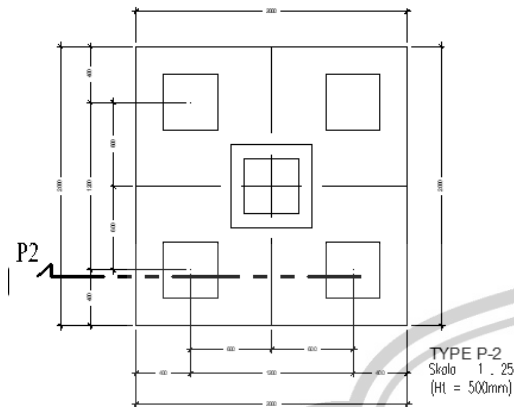
Panjang = 2,0 m

Lebar = 2,0 m

Tebal = 0,5 m

Berat Beton = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

**Wpoer = 4,8 ton**



Pondasi Type P-2

Panjang = 1,2 m

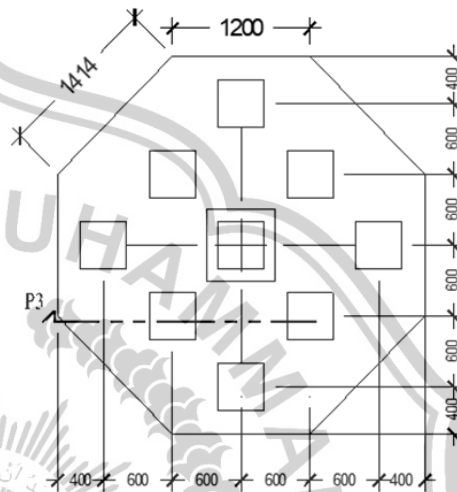
Lebar = 1,2 m

Tebal = 1,0 m

Luas = 7,0 m<sup>2</sup>

Berat Beton = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

**Wpoer = 16.687 ton**



Pondasi Type P-3

• **P3**

$$Eff = 1 - \frac{\phi}{90^\circ} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right)$$

- dimana  $\phi$  : arc tan d/s  
 m : jumlah baris arah x = 3 bh  
 n : jumlah baris arah y = 3 bh  
 d : ukuran/diameter tiang pancang = 40 cm  
 s : jarak antara tiang pancang = 60 cm

$$\begin{aligned} \phi &= \text{arc tan } d/s \\ &= \text{arc tan } \left( \frac{40}{60} \right) \\ &= 34^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Eff &= 1 - \frac{33.52}{90^\circ} \\ &= \frac{[(3-1) \cdot 3] + [(3-1) \cdot 3]}{3 \cdot 3} \\ &= 1 - (0.372 \cdot 1,3) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

**Berat Poer**

Dari hasil perhitungan Wpoer/pilecap Poer diatas dengan Diameter tiang 40x40 menghasilkan P1= 5.8 ton, P2= 4.8 ton dan P3=16.687 ton.

**Hitungan Docket Beton**

Docket beton adalah Quality Control pengecoran untuk memeriksa mutu beton dilapangan yang dilakukan dikertas Docket dan Slump test. Berikut hasil perhitungan docket beton pada pelaksanaan dilapangan yang terjadi.

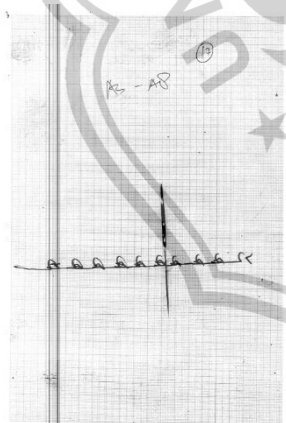
No	Mutu Beton	Tanggal	Volume	Keterangan
1	k300	14 November 2020	15.00	
2	k300		5.00	
3	k300		10.00	
4	k300	16 November 2020	5.00	
5	k300		10.00	
6	k300	17 November 2020	10.00	
7	k300		5.00	
8	k300	18 November 2020	5.00	
9	k300	19 November 2020	7.50	
10	k300		5.00	
Total			77.50	

(Sumber Data Perhitungan di Lapangan 2021)

Tabel Perhitungan Docket

### Kalendering

Kalendering adalah suatu cara untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Data lapangan yang diperoleh terdapat 183 titik yang terbagi dalam 32 lokasi (As) pancang, sehingga dari data tersebut dapat diketahui penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan dan sebagai dasar untuk menghitung kapasitas kemampuan pondasi.



Kalendering Tiang Pancang As A8

### RSUD Probolinggo

Untuk mengetahui kapasitas kemampuan pondasi dengan memperhitungkan hasil dari kalendering

maka diperlukan metode rumus *Hiley*.

Berikut perhitungannya:

$$R = \frac{2W \cdot H}{S+K} \cdot \frac{W+N^2P}{W+P}$$

dimana : R : Kapasitas daya dukung batas (ton)

W : Berat palu atau ram

(ton)

P : Berat tiang pancang

H : Tinggi jatuh ram

S : Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir, atau "set" (cm)

K : Rata – rata Rebound untuk 10 pukulan terakhir (cm)

N : Koefisien restitusi

Untuk sample perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang menggunakan As A8.

diketahui : W = 6,50 ton P

= 4,20 ton

H = 1,50 m S

= 0,80 cm

N = 0,50 cm K

= 0,56 cm

$$R = \frac{2(6.50) \cdot 1.50}{0.80 \cdot 0.56} \cdot \frac{6.50 + 0.50^2 \cdot 4.20}{6.50 + 4.20}$$

= 190.72 ton



Tipe Pondasi	Pembebanan	Dimensi			P <sub>max</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>maks</sub>	n	P <sub>pas</sub>	M <sub>pas</sub> =n(P <sub>pas</sub> )/2	M <sub>pas</sub> =n(P <sub>pas</sub> )/4	P <sub>max</sub>	P <sub>daya Dukung Batas Kalendering</sub>	Ket.
		E1	E2	E3										
A6	Kombi B. gempa II	20010	13700	20100	4.800	0,000	0,000	1,000	20,210	20,210	10,105	190,719	190,719	OK
A7	Kombi B. gempa II	23877	14371	44238	4.800	0,000	0,000	1,000	69,273	23,727	118,502	156,820	156,820	OK
A8	Kombi B. gempa II	23330	26098	15131	4.800	0,000	0,000	1,000	41,624	68,819	27,792	150,719	221,000	OK
B3	Kombi I	24170	20903	14422	4.800	0,000	0,000	1,000	40,771	42,405	24,261	124,548	124,548	OK
B4	Kombi I	27188	1378	2718	4.800	0,000	0,000	1,000	58,309	279	0,000	133,702	133,702	OK
B5	Kombi I	24195	1458	1131	4.800	0,000	0,000	1,000	51,307	243	0,000	144,693	123,131	OK
B6	Kombi I	27179	150	2718	4.800	0,000	0,000	1,000	58,309	187	0,000	120,599	120,599	OK
B7	Kombi B. gempa II	23850	850	3720	4.800	0,000	0,000	1,000	58,722	1479	10,200	107,402	123,131	OK
B8	Kombi B. gempa II	21789	4920	930	4.800	0,000	0,000	1,000	47,791	871	100,000	126,792	126,792	OK
B9	Kombi B. gempa II	20728	4820	1080	4.800	0,000	0,000	1,000	50,145	1052	120,000	114,208	148,710	OK
B10	Kombi B. gempa II	23820	3820	1130	4.800	0,000	0,000	1,000	58,228	1030	120,000	100,170	136,110	OK
B11	Kombi B. gempa II	23728	3830	1130	4.800	0,000	0,000	1,000	58,261	1030	120,000	104,474	154,810	OK
B12	Kombi B. gempa II	23820	3830	1130	4.800	0,000	0,000	1,000	58,228	1030	120,000	100,170	136,110	OK
B13	Kombi I	20728	4120	1140	4.800	0,000	0,000	1,000	50,211	1173	110,000	102,513	150,810	OK
B14	Kombi I	23820	4120	1140	4.800	0,000	0,000	1,000	58,228	1173	110,000	100,170	136,110	OK
B15	Kombi B. gempa II	23828	1150	3400	4.800	0,000	0,000	1,000	41,886	1478	38,800	93,300	153,800	OK
B16	Kombi B. gempa II	23828	1150	3400	4.800	0,000	0,000	1,000	41,886	1478	38,800	93,300	153,800	OK
C1	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C2	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C3	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C4	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C5	Kombi I	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C6	Kombi I	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C7	Kombi I	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C8	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C9	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C10	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C11	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C12	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C13	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C14	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C15	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C16	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C17	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C18	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C19	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C20	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C21	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C22	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C23	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C24	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C25	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C26	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C27	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C28	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C29	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK
C30	Kombi B. gempa II	23828	4510	1120	4.800	0,000	0,000	1,000	58,882	1240	118,000	118,811	152,800	OK

### Hasil Rekapitulasi Perhitungan

Data tabel perhitungan diatas Menghasilkan nilai Pmax terkecil terdapat pada titik pondasi A4 menggunakan kombinasi II dengan nilai 51.885 ton. Sedangkan untuk nilai Pmax terbesar yaitu 165.802 ton terjadi di titik pondasi A7 dengan menggunakan pembebanan kombinasi III beban gempa sumbu (x). Data tersebut telah menunjukkan bahwa nilai Pmax lebih kecil dari nilai daya dukung batas kalendering yang terjadi di lapangan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap kuat pondasi pada Pembangunan RSUD Kota Probolinggo dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari analisis hasil reaksi tiang tiap tumpuan menghasilkan nilai gaya dalam (P) pada titik pondasi A8 = 160,877 ton ; A6 = 135,731 ton ; A4 = 51,885 ton ; B8 = 100,565 ton ; B3 = 52,513 ton ; C8 = 104,110 ton ; C3 =

53,882 ton ; C1= 103,953 ton ; D8 = 113,156 ton ; D4 = 54,129 ton.

2. Dari analisis perhitungan kapasitas kemampuan pondasi dengan menggunakan kalendering menghasilkan nilai P daya dukung batas kalendering pada titik A8 menghasilkan 190,719 ton ; titik B8 = 126,766 ton ; titik C8 = 165,059 ton ; titik D8 = 135,830 ton
3. Dari analisis kapasitas struktur rencana dengan memperhitungkan kapasitas kemampuan pondasi menggunakan hasil kalendering pada pembangunan RSUD Kota Probolinggo masih memenuhi.

### SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan kajian dengan kondisi distribusi beban secara keseluruhan pada struktur sehingga didapatkan analisis yang memadai dengan memperhitungkan gaya-gaya dalam pada setiap element.
2. Dalam menjalankan perhitungan perlu diperhatikan dalam

menjalankan sap 2000 untuk memasukkan beban gempa.

3. Penelitian selanjutnya bisa dilanjutkan ke bagian atas bangunan dengan menggunakan sistem kalendering.

#### DAFTAR PUSTAKA

Randyanto (2015) analisis daya dukung tiang pancang dengan menggunakan metode statis dan kalendering, Manado .

Yusti (2014) analisis daya dukung pondasi tiang pancang diverifikasi dengan hasil uji PDA (*pile driving analyzer*) dan CAPWAP.

Gunawan (2014) rasio hubungan nilai daya dukung tiang pancang berdasarkan pengujian sondir, kalendering dan test PDA,Parigi Moutong.

Metode Mayerhof (1976) mengusulkan persamaan untuk menghitung tahanan ujung tiang (Hardiyatmo, 2010).

Metode Briaud et al (1985) menyarankan sebuah persamaan tahanan ujung satuan (Hardiyatmo, 2010).

Metode Luciano Decourt, dibutuhkan suatu nilai k yang dimaksud sebagai nilai koefisien yang tergantung dari jenis tanah

yang akan dipakai, nilai k tersebut (dalam jurnal Wardani, 2016).

Metode Mayerhof (1956) mengusulkan persamaan untuk daya dukung ultimit tiang (Bowles, 2010).

Metode Shio & Fukui (1982) menghitung tahanan ujung tiang pancang (dalam jurnal Adriani, 2013).

Mayerhof, Tomlinson dan Begemann. Perhitungan dengan daya dukung tiang pancang dari data sondir menggunakan metode langsung, (dalam jurnal Gunawan, 2014).

Mayerhof (1976;1983) dalam Fellenius (1990) mengusulkan persamaan untuk menentukan kapasitas dukungan tiang pada pasir dengan memperhatikan pengaruh skala dan penetrasi tiang.

Price & Wardle (1982) pengembangan korelasi langsung untuk memprediksi komponen daya dukung berdasarkan data CPT.

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas, ( jurnal Gunawan, 2014) .



Anggun Riswiyanto (2019) Study  
Analisis Daya Dukung Pondasi  
Tiang Pancang Berdasarkan Data  
Sondir Dan Data Kalendering Pada  
Bangunan Gedung Asrama BLK  
,Kalimantan Timur.

