

PERENCANAAN FONDASI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG 5 LANTAI RUMAH SAKIT PURI ASIH SALATIGA

Andini Eka Lestari¹⁾, Rafly Nur Wahyuda²⁾, Totok Apriyanto³⁾, Agung Hari Wibowo⁴⁾

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman

andiniestariyy@gmail.com¹⁾, raflynw@gmail.com²⁾, apri.totok@gmail.com³⁾, agungundaris@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

A foundation is a part of a system of substructures that holds its own weight and the entire force load of the superstructure, then passes it on to the soil and rock layers located underneath. Foundation Planning must be done carefully to obtain the appropriate carrying capacity to support the load of the structure on it. Good Foundation Planning will avoid the collapse of the structure on top of it. Before planning the foundation, it is good to carry out a soil investigation to determine the type of foundation used, in addition to the results of the soil investigation can determine the treatment of the soil so that the carrying capacity can support the construction to be built. In the research on foundation planning for this five-storey building structure, it is known that the carrying capacity value generated from sondir data with a q_c value of 150 kg/cm² calculated using the Mayerhoff method is 28198.26 kN/m². With a combination of serving loads, the bore pile foundation is planned with a diameter of 0.5 meters and a depth of 4 meters. For reinforcement design, a combination of ultimate loads is used. From the results of the calculation of the main reinforcement used 12 D19 and the spiral reinforcement used $\emptyset 10$.

Keywords: Foundation, Bore Pile Foundation, Soil Bearing Capacity, Sondir, Concrete Structure.

ABSTRAK

Fondasi adalah bagian dari suatu sistem struktur bawah yang menahan berat sendirinya dan seluruh beban gaya dari struktur atas, kemudian meneruskannya ke lapisan tanah dan batuan yang terletak di bawahnya. Perencanaan Fondasi harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan daya dukung yang sesuai untuk menopang beban struktur di atasnya. Perencanaan Fondasi yang baik akan menghindarkan keruntuhan struktur di atasnya. Sebelum merencanakan Fondasi, baiknya dilakukan penyelidikan tanah guna menentukan jenis fondasi yang digunakan, selain itu dari hasil penyelidikan tanah dapat ditentukan perlakuan terhadap tanah agar daya dukung dapat mendukung konstruksi yang akan dibangun. Dalam penelitian tentang perencanaan Fondasi untuk struktur bangunan lima lantai ini diketahui nilai daya dukung yang dihasilkan dari data sondir dengan nilai q_c 150 kg/cm² yang di hitung dengan menggunakan metode Mayerhoff adalah 28198,26 kN/m². Dengan kombinasi beban layan, fondasi *bore pile* direncanakan dengan diameter 0,5 meter dan kedalaman 4 meter. Untuk perancangan tulangan, digunakan kombinasi beban ultimit. Dari hasil perhitungan tulangan pokok yang digunakan 12 D19 dan tulangan spiral digunakan $\emptyset 10$.

Kata Kunci: Fondasi, Fondasi Bore Pile, Kapasitas Dukung Tanah, Sondir, Struktur Beton.

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan suatu ke-butuhan yang penting bagi masyarakat untuk memberikan pelayanan kesehatan. Rumah sakit selalu berusaha meningkatkan kualitas pelayanan dan peralatan untuk kesehatan

masyarakat sekitar. Kurangnya fasilitas kesehatan yang modern di Salatiga, membuat masyarakat merasa kesulitan dalam mendapatkan perawatan ketika membutuhkan. Oleh karena itu, Rumah Sakit Puri Asih mengupayakan adanya fasilitas

kesehatan yang lebih baik dan canggih guna meningkatkan pelayanan kesehatan terhadap masyarakat Kota Salatiga dan sekitarnya. Rumah Sakit Puri Asih juga melakukan penataan ulang gedung lama dan membangun gedung baru untuk menambahkan ruang rawat inap baru dan menambahkan ruang pelayanan.

Proyek Pembangunan Gedung 5 Lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga yang berlokasi di Jl. Jendral Sudirman No. 169, Gendongan, Kecamatan Tingkir, Kota Salatiga ini menjadi lokasi pengamatan penulis. Gedung ini terdiri dari 4 lantai utama dan 1 lantai basement. Penelitian dengan judul “Perencanaan Fondasi Pada Pembangunan Gedung 5 Lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga” ini mencoba merencanakan kekuatan daya dukung fondasi terhadap berat konstruksi bangunan di atasnya.

Penelitian ini kemudian bertujuan untuk mendapatkan desain Fondasi yang dipandang efisien namun tetap memenuhi kaidah-kaidah teknis perencanaan. Pada bagian Analisa dan Pembahasan akan dibahas mengenai daya dukung dan stabilitas Fondasi serta desain penulangan Fondasi.

LANDASAN TEORI

Sondir / Cone Penetration Test (CPT)

CPT adalah suatu uji penetrasi konus ke dalam tanah yang bertujuan untuk mengetahui nilai perlawanan dari tanah pada

setiap kedalaman tertentu berdasarkan tahanan ujung konus dan hambatan akibat lekatan tanah dengan selubung konus. Dua parameter utama dalam CPT adalah perlawanan konus (q_c) dan perlawanan geser (f_s). Pembacaan q_c dan f_s dilakukan tiap interval 20 cm.



Gambar 1 Alat Sondir

Mayerhoff memberikan daya dukung tanah dari data sebagaimana ditampilkan pada persamaan (1), (2) dan (3) :

$$Q_b = A_a \times q_c \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_s = A_b \times TF \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_u = Q_b + Q_s - \left(\frac{1}{4}\pi d^2 L \times \gamma. beton\right). \quad (3)$$

Sementara q_{ijin} adalah Q_u/SF . SF adalah faktor keamanan daya dukung fondasi sesuai SNI 8460:2017 ditentukan sebesar 3,00.

Fondasi Bore Pile

Fondasi adalah bagian dari suatu sistem struktur bawah (*sub structure*) yang menahan berat sendirinya dan seluruh beban gaya dari struktur atas, kemudian meneruskannya ke lapisan tanah dan batuan yang terletak di bawahnya. Beban dari kolom yang bekerja

pada fondasi ini harus disebar ke permukaan tanah yang cukup luas sehingga tanah dapat memikul beban dengan aman. Selanjutnya, fondasi dibedakan menjadi dua jenis yakni fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Fondasi dangkal merupakan fondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan. Sedangkan fondasi dalam adalah fondasi yang mampu menerima beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang sangat dalam.

Pada perencanaan kali ini, kami memilih Fondasi *Bore Pile* sebagai fondasi utama bangunan. Fondasi *bore pile* adalah bentuk fondasi dalam yang dibuat di dalam permukaan tanah. Fondasi ditempatkan sampai kedalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lubang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah

Fondasi *bore pile* umumnya berbentuk tabung . Terdapat tiga jenis gaya yang ditahan oleh Fondasi *bore pile*, yakni beban vertikal, beban lateral dan beban momen. Gaya-gaya tersebut mempengaruhi daya dukung kelompok tiang, penurunan pada fondasi, dan juga defleksi lateral yang terjadi pada fondasi. Untuk mengetahui daya dukung fondasi dapat digunakan persamaan (4), sedangkan untuk mengetahui penurunan fondasi dan defleksi lateral fondasi dapat

dilakukan perhitungan melalui *software All Pile*.

$$Q_{a-grup} = Q_a \times E \times N_{tiang} \dots\dots\dots (4)$$

Pembebanan

Analisa pembebanan dilakukan untuk menentukan besaran tiap komponen dari *upper structure* untuk diteruskan *sub structure* (fondasi) ke tanah dasar. Beban kerja diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Beban mati sendiri elemen struktur (*dead load*), meliputi: balok, kolom, pelat lantai, dan sloof.
2. Beban mati elemen tambahan (*super dead load*), meliputi: dinding, keramik, plesteran, plumbing, mekanikal-elektrikal, plafond, *waterproofing*, dll.
3. Beban hidup (*live load*), meliputi beban luar per m² yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan.
4. Beban gempa (*earthquake load*) meliputi beban gempa dinamik (*respons spectrum*).

Kombinasi pembebanan didasarkan pada SNI 1727 :2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Sementara untuk acuan penampang elemen struktur menggunakan SNI 2847 :2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

Analisa Struktur

SAP2000 merupakan program computer yang terintegrasi untuk analisis dan desain struktural. SAP2000 memiliki *interface* grafis

intuitif yang dapat menganalisis struktur 2D dan 3D. Fitur utama dari SAP2000 adalah menghitung deformasi, kapasitas penampang, dan penggunaan material konstruksi pada struktur yang didesain.

Dalam penelitian ini, analisa struktur dilakukan untuk mendapatkan reaksi tumpuan yang akan digunakan sebagai *input* desain Fondasi. Proses analisa struktur dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 versi 22.



Gambar 2 SAP2000 V22

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Rumah Sakit Puri Asih Salatiga yang berada di Jalan Jenderal Sudirman No. 169, Kota Salatiga. Koordinat lokasi berada - 7.33861381729771, 110.50819426774979.

Gedung eksisting Rumah Sakit Puri Asih Salatiga yang direnovasi adalah bangunan satu lantai untuk Instalasi Gawat Darurat dan Pelayanan Poli Klinik. Lokasi Gedung ini terletak tepat di area depan rumah sakit. Gambaran lokasi Proyek Pembangunan Gedung 5 Lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Lokasi Rumah Sakit Puri Asih Salatiga

Pada Proyek Pembangunan Gedung 5 Lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga, dilakukan penyelidikan tanah dengan metode sondir dan diperoleh tanah keras dengan kedalaman 3 m. Adanya pertimbangan tersebut maka dilakukan penyelidikan tanah sondir (CPT) untuk melakukan perhitungan perencanaan Fondasi pada kegiatan Pembangunan Rumah Sakit Puri Asih ini.

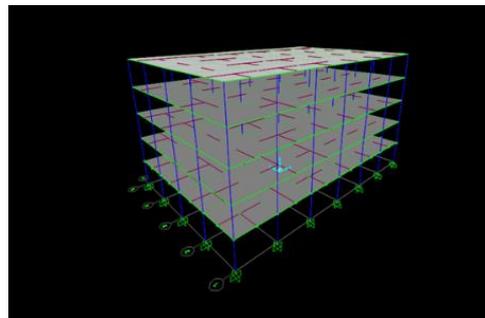
Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian dibagi dalam lima tahap yaitu:

1. Preliminary Design:
 - Penentuan material yang digunakan
 - Penentuan *section properties*
 - Penentuan konfigurasi struktur
2. Analisa Pembebanan
 - Identifikasi beban kerja
 - Kombinasi pembebanan: layan & ultimit
3. Analisa Struktur
 - Pemeriksaan kapasitas *upper structure*
 - Nilai reaksi pada tumpuan (kombinasi layan) digunakan untuk menghitung stabilitas Fondasi

- Nilai reaksi pada tumpuan (kombinasi ultimit) digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan *footplat*.
4. Perencanaan dimensi fondasi dan cek daya dukung tersedia di lokasi dari data sondir
 5. Pengecekan penurunan fondasi dan defleksi lateral fondasi
 6. Perancangan penulangan fondasi

- Poison Ratio = 0,2
2. Baja Tulangan
 - Mutu Baja
BjTS 40 ($f_y = 390$ MPa, $f_u = 560$ MPa), digunakan untuk tulangan longitudinal dan transversal.
 - Elastisitas Modulus = 200000 MPa
 - Berat Volume = 78,50 kN/m³
 - Poison Ratio = 0



Gambar 4 Preliminary Design

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Preliminary Desain

Preliminary design digunakan untuk perencanaan sementara terkait dimensi struktur. Hal ini dalam rangka kebutuhan *upper structure* dalam menahan beban untuk kemudian disalurkan menuju *sub-structure*. *Preliminary design* ditentukan melalui gambaran awal rencana bangunan gedung, termasuk denah, *site plan*, dan gambar tampak, serta informasi fungsi gedung. Dalam *preliminary design* ditentukan pula rencana penggunaan material.

Struktur Gedung Rumah Sakit 5 Lantai direncanakan menggunakan beton bertulang dengan rincian sebagai berikut:

1. Beton
 - Mutu Beton
 $F_c' 30$ MPa
 - Elastisitas Modulus
 $4700 \sqrt{f_c} = 23453$ MPa
 - Berat Volume = 24 kN/m³

Untuk penampang komponen struktur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Balok Induk 600 x 350
2. Balok Anak 400 x 250
3. Kolom 600 x 600
4. Plat Lantai Ruangan 150
5. Plat Lantai Atap 120

Data Sondir

Hasil data Sondir yang dilakukan pada Titik S3 Pembangunan Gedung 5 Lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga ditampilkan pada Tabel 1.

Dari tampak visual terlihat tanah berwarna coklat kemerahan. Hal ini mengindikasikan adanya butiran halus (lolos saringan No. 200) dengan komposisi lebih dari 50% sehingga tergolong sebagai lempung kohesif dengan

plastisitas tinggi. Kapasitas tanah berbutir halus dipengaruhi dari nilai kohesinya yang dinyatakan dalam kategori *very soft, soft soil, medium, stiff, very stiff, hardrock*.

Tabel 1 Data Sondir 1

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	TF kg/cm ²	Jenis Tanah
0,0	0,00	0	Pasir kepadatan sedang
0,2	0,00	0	Pasir kepadatan sedang
0,4	30,00	3,33	Pasir kepadatan sedang
0,6	20,00	8,33	Pasir kepadatan sedang
0,8	20,00	13,33	Pasir kepadatan sedang
1,0	50,00	15,33	Pasir kepadatan sedang
1,2	90,00	16,44	Pasir kepadatan sedang
1,4	30,00	19,77	Pasir kepadatan sedang
1,6	15,00	25,10	Pasir kepadatan sedang
1,8	11,00	30,55	Pasir kepadatan sedang
2,0	11,00	36,00	Pasir kepadatan sedang
2,2	11,00	41,45	Pasir kepadatan sedang
2,4	11,00	46,90	Pasir kepadatan sedang
2,6	11,00	52,35	Pasir kepadatan sedang
2,8	50,00	55,35	Pasir kepadatan sedang
3,0	150,00	57,02	Pasir kepadatan sedang
3,2	150,00	58,69	Pasir kepadatan sedang
3,4	150,00	60,36	Pasir kepadatan sedang
3,6	150,00	62,03	Pasir kepadatan sedang
3,8	150,00	63,70	Pasir kepadatan sedang
4,0	150,00	65,37	Pasir kepadatan sedang
4,2	150,00	67,04	Pasir kepadatan sedang
4,4	150,00	68,71	Pasir kepadatan sedang
4,6	150,00	70,38	Pasir kepadatan sedang
4,8	150,00	72,05	Pasir kepadatan sedang
5,0	150,00	73,72	Pasir kepadatan sedang
5,2	150,00	75,39	Pasir kepadatan sedang
5,4	150,00	77,06	Pasir kepadatan sedang
5,6	150,00	78,73	Pasir kepadatan sedang
5,8	150,00	80,40	Pasir kepadatan sedang
6,0	150,00	82,07	Pasir kepadatan sedang

Pada Lokasi Sondir tanah kaku (*stiff*) sampai dengan sangat kaku (*very stiff*) ditemukan pada kedalaman 3,00 s/d 6,00 diindikasikan dengan nilai q_c sebesar 150 kg/cm².

Perencanaan fondasi dapat dilakukan dengan melakukan analisa pembebanan struktur di atasnya. Daya dukung dari data sondir digunakan untuk analisa perhitungan Fondasi.

Berkaitan dengan *preliminary design*, direncanakan fondasi dengan kedalaman 4 meter. Dengan demikian diperoleh kapasitas dukung ujung tiang tunggal (Q_b) = 2949,4286 kN dan kapasitas gesek tiang Tunggal (Q_s) = 41089,7143 kN. Kapasitas dukung ijin tiang tunggal (Q_a) yang dihitung dengan metode Mayerhoff adalah sebesar 9200,0857 kN. Fondasi dikatakan aman apabila tekanan sentuh tidak melebihi dari tegangan ijin. Hal ini diperlukan penyesuaian dimensi fondasi.

Analisa Pembebanan

Berikut beban-beban rencana yang bekerja di struktur Gedung 2 lantai Rektorat Undaris:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Tidak ada perhitungan beban mati akibat elemen struktur. Kalkulasi dilakukan oleh analisis software SAP 2000.

2. Beban Mati Tambahan (*Super Dead Load*)

a. SDL Pada Lantai

Berat pasir setebal 1 cm 16.32 kg/m²

Berat spesi setebal 3 cm 67.30 kg/m²

Berat keramik setebal 1 cm 24.47 kg/m²

Berat plafon & penggantung 20.39 kg/m²

Berat instalasi ME 25.49 kg/m²

Total = 153.97 kg/m²

b. SDL Pada Atap

Berat waterproofing 28.55 kg/m²

Berat plafon & penggantung 20.39 kg/m²

Berat instalasi ME 25.50 kg/m²

Total = 74.44 kg/m²

c. SDL Pada Balok Lantai dan Sloof

Beban dinding tinggi 4 m = **250 kg/m¹**

3. Beban Hidup (*Live Load*)

a. Beban Hidup Pada Lantai

Fungsi Gedung sebagai ruang kuliah, beban didapat $250 \text{ kg/m}^2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain)

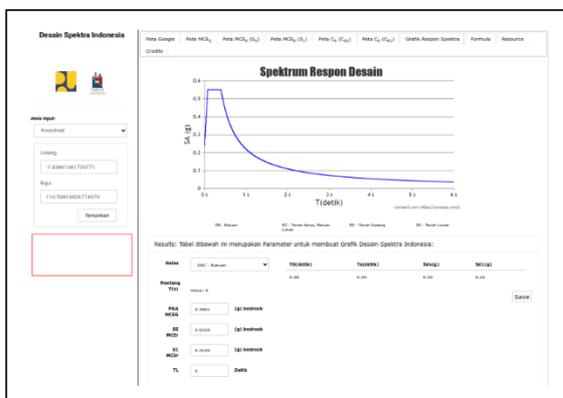
b. Beban Hidup Pada Lantai Atap

Beban orang dan Perlengkapan $100 \text{ kg/m}^2 = 1,00 \text{ kN/m}^2$

4. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa diambil dari website <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dengan memasukkan koordinat rencana - 7.33861381729771, 110.50819426774979 untuk mendapatkan parameter perhitungan gaya gempa rencana.

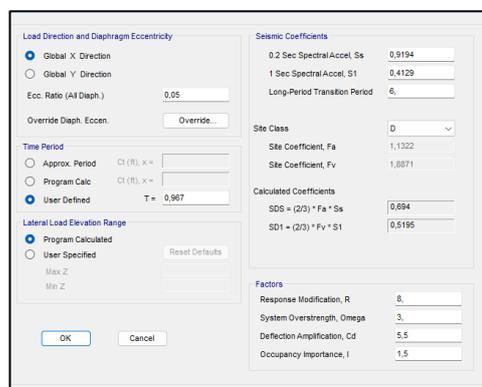
- Faktor Resiko: Kategori IV (Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat)



Gambar 5 Respon Spectrum di Lokasi

- Faktor keutamaan gempa: 1,5
- Nilai SDS: 0,694 (Hasil Analisa Spektrum di SAP2000)

- Kategori Desain Sesimic: D (Tabel 8 dan 9 SNI 1726:2019)
- Resiko Kegempaan: Tinggi (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)
- R (faktro reduksi gempa): 8 (Tabel 12 SNI 1726:2019)
- Faktor kuat lebih: 3 (Tabel 12 SNI 1726:2019)
- Faktor pembesian defleksi : 5,5 (Tabel 12 SNI 1726:2019)



Gambar 6 Load Pattern Gempa Statik

5. Kombinasi Pembebanan (SNI 2847:2019)
- Nilai kombinasi pembebanan layan dipengaruhi oleh Kombinasi Pembebanan Dasar (SDS), dan Kombinasi Pengaruh Gempa (ρ). Berikut hasil analisis untuk kombinasi pembebanan gempa di Lokasi pekerjaan:

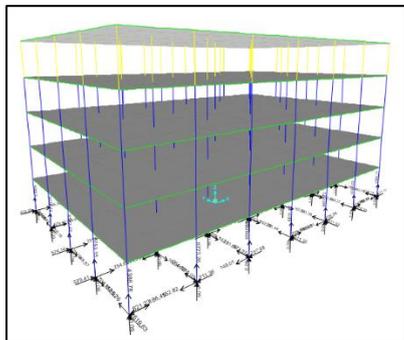
- Komb. 1 = 1,4 D
- Komb. 2 = 1,2 D + 1,6 L
- Komb. 3 = 1,2 D + 1,6 L + 1 Ex + 0,3 Ey
- Komb. 4 = 1,2 D + 1,6 L + 0,3 Ex + 1 Ey
- Komb. 5 = 0,9 D + 1 Ex + 0,3 Ey
- Komb. 6 = 0,9 D + 0,3 Ex + 1 Ey

Analisa Struktur

Analisa Struktur dilakukan dengan bantuan software SAP2000 versi 22. Proses Analisa

struktur dilakukan dalam dua tahap. Tahapan pertama adalah dengan kombinasi beban layan, dan tahap kedua dengan kombinasi beban ultimit.

Reaksi yang timbul akibat kombinasi layan digunakan untuk mendesain stabilitas dan daya dukung fondasi. Adapun dari kombinasi layan tersebut diambil kondisi maksimum (*envelope*). Hasil besaran reaksi yang timbul akibat kombinasi layan ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Reaksi akibat Beban Layan

Dari setiap reaksi yang muncul pada tumpuan, dipilih nilai terbesar dari masing-masing gaya untuk mendesain stabilitas Fondasi. Adapun gaya-gaya tersebut adalah sebagai berikut:

- Aksial = 11353,37 kN
- Beban lateral arah x = 254,71 kN
- Beban lateral arah y = 254,58 kN
- Momen arah x (M_x) = 711,36 kN.m
- Momen arah y (M_y) = 708,5 kN.m

Analisis Daya Dukung Fondasi

1. Data Fondasi

- Panjang *bore pile* (L) = 4 m
- Diameter tianf (D) = 0,5m

- γ . beton = 25 kN/m²
- Mutu Beton = 30 MPa
- Luas ujung tiang (A_a) = 0,1964 m²
- Luas selimut tiang (A_b) = 6,2857 m²
- q_c = 150 kg/cm²
- TF = 65,37kg/cm²
- Gaya aksial (P) = 11353,37 kN

Tahanan ujung tiang Tunggal

$$Q_b = 2949,4286 \text{ kN}$$

Tahanan gesek tiang Tunggal

$$Q_s = 41089,7143 \text{ kN}$$

Berat Sendiri Tiang

$$W_p = 18,8571 \text{ kN}$$

Kapasitas dukung ultimit tiang

$$Q_u = 44017,2857 \text{ kN}$$

Kapasitas dukung ijin tiang

$$Q_a = 14672,4290 \text{ kN}$$

Kapasitas dukung ijin tiang (tarik)

$$Q_t = 10277,143 \text{ kN}$$

Tahanan Ujung Tiang Tunggal

$$Q_a = 9200,0857 \text{ kN}$$

Jumlah tiang yang dibutuhkan

$$N_{tiang} = 1,2341$$

$$\approx 2 \times 2 = 4 \text{ buah}$$

Jarak antar tiang

$$2,5d < s < 3d, \text{ maka } s = 1,3 \text{ m}$$

Daya dukung kelompok tiang

$$Q_{a-grup} = 28198,26 \text{ kN}$$

Faktor aman kelompok tiang

$$Q_{a-grup} > P$$

$$28198,26 > 11353,37$$

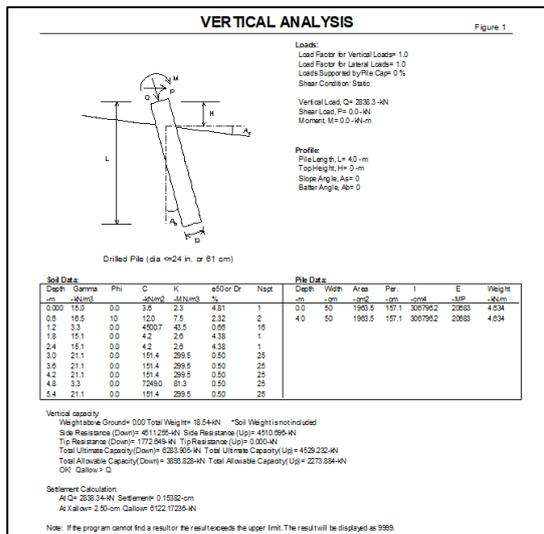
2. Penurunan Fondasi *Bore Pile*

Penurunan fondasi *bore pile* dihitung menggunakan *software All Pile*. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh:

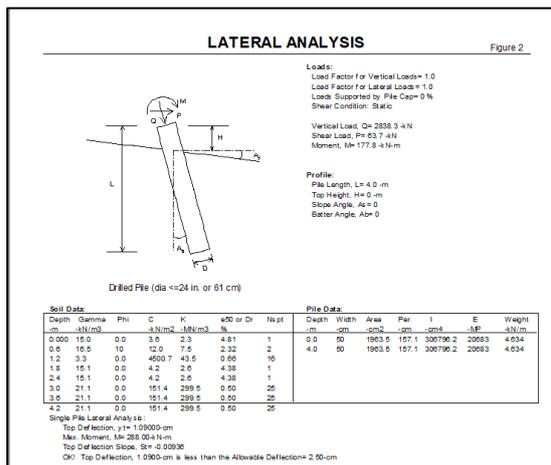
Penurunan fondasi = 0,1538 cm

Defleksi lateral = 1,09 cm

Penurunan fondasi dapat dilihat dari gambar 8 dan defleksi lateral dapat dilihat dari gambar 9.



Gambar 8 Hasil Analisis Penurunan Fondasi Bore Pile



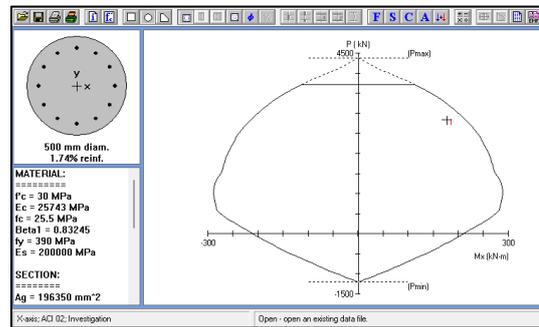
Gambar 9 Hasil Analisis Defleksi Lateral Fondasi Bore Pile

Dengan batas maksimum penurunan dan defleksi lateral yang di izinkan menurut SNI 2847:2019 adalah sebesar 2,5 cm

Desain Penulangan Fondasi

Perhitungan tulangan fondasi menggunakan *software PCA Coloumn*.

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 30$ MPa dan mutu baja tulangan adalah 390 MPa. Tulangan yang digunakan sebagai tulangan pokok adalah 12 D19, sedangkan tulangan spiral menggunakan besi $\emptyset 10$. Dengan begitu diperoleh gaya momen lentur seperti pada gambar.10



Gambar 10 Diagram Momen Lentur Bore Pile

Analisis Perencanaan Pilecap

1. Material Pilecap

Mutu beton (f_c') = 30 MPa

Mutu baja tulangan (f_y) = 390 MPa

Selimut bersih bawah pilecap = 75 mm

Selimut bersih atas pilecap = 50 mm

Toleransi penempatan tiang = 77 mm

Posisi kolom, α_s = 40 mm

2. Pembebanan Fondasi (Ultimit)

Berat pilecap + tanah di atasnya

PuD, area = 278,94 kN

Beban aksial, Pu = 11353,37 kN

Beban lateral x, Vux = 254,71 kN

Beban lateral y, Vuy = 254,58 kN

Momen x, Mux = 711,36 N.m

Momen y, Muy = 708,50 N.m

3. Beban Aksial, Geser, & Momen yang Diterima Tiang Pile Akibat Beban Ultimit
- Mux, Des = 533,15 kN.m
- Muy, Des = 886,80 kN.m
- Mup, x = 133,29 kN
- Mup, y = 221,70 kN
- Momen 2 arah = 258,68 kN.m
- Beban geser arah x ($V_{up,x}$) = 63,68 kN
- Beban geser arah y ($V_{up,y}$) = 63,65 Kn
- Gaya geser 2 arah = 90,03 kN
- Beban aksial pile 1 = 2766,62 kN
- Beban aksial pile 2 = 3476,06 kN
- Beban aksial pile 3 = 2340,10 kN
- Beban aksial pile 4 = 3049,53 kN
- Beban aksial terbesar = 3476,06 kN
4. Koordinat Posisi Tiang Pile
- Pile 1
- Arah x (x_p) = 1,25d = 0,625 m
- Arah y (y_p) = 1,25d = 0,625 m
- Pile 2
- Arah x (x_p) = 1,25d+2,5d = 1,875 m
- Arah y (y_p) = 1,25d = 0,625 m
- Pile 3
- Arah x (x_p) = 1,25d = 0,625 m
- Arah y (y_p) = 1,25d+2,5d = 1,875 m
- Pile 4
- Arah x (x_p) = 1,25d+2,5d = 1,875 m
- Arah y (y_p) = 1,25d+2,5d = 1,875 m
5. Data Pilecap
- a.) Pilecap
- Lebar pile cap, L_x = 2,5 m
- Panjang pile cap, L_y = 2,5 m
- Luas pile cap, A_{cap} = $L_x \times L_y$ = 6,25 m²
- Tebal pile cap, D_{cap} = 0,70 m
- Kedalaman fondasi, D_f = 1,50 m
- h.soil = $D_f - D_{cap}$ = 1,5 - 0,7 = 0,80 m
- γ .beton = 24 kN/m³
- γ .soil = 16 kN/m³
- b.) Kolom
- Lebar kolom, l_x = 0,60 m
- Panjang kolom, l_y = 0,60 m
- X_c = 1/2 L_x = 1,25 m
- Y_c = 1/2 L_y = 1,25 m
- c.) Tiang Pile
- Diameter tiang pile = 0,50 m
- Daya dukung izin aksial tekan tiang pile = 9200.086 kN
- Daya dukung izin aksial tarik tiang pile = 8199.086 kN
- Daya dukung izin lateral tiang pile = 254,71 kN
- Jumlah tiang, n= 4 buah
- Jarak kepala tiang terhadap sisi bawah pile cap = 0,10 m
6. Pembebanan Fondasi akibat Beban Servis
- $P_{d.area}$ = 180,39 kN
- Beban Aksial, P = 11353,37 kN
- Beban Lateral, V_x = 254,71 kN
- Beban Lateral, V_y = 254,58 kN
- Momen x, M_x = 711,36 kN.m
- Momen y, M_y = 708,50 kN.m
7. Titik Pusat Tiang Pile Grup
- Arah x = 1,25 m
- Arah y = 1,25 m

8. Jarak Titik Pusat terhadap Posisi
Tiang Pile

- Pile 1 arah x = -0,625 m
- Pile 1 arah y = -0,625 m
- Pile 2 arah x = 0,625 m
- Pile 2 arah y = -0,625 m
- Pile 3 arah x = -0,625 m
- Pile 3 arah y = 0,625 m
- Pile 4 arah x = 0,625 m
- Pile 4 arah y = 0,625 m

9. Momen Inersia Tiang Pile Grup

- Momen inersia arah x = 1,5625 m²
- Momen inersia arah y = 1,5626 m²

10. Beban Aksial, Geser dan Momen yang diterima Tiang Pile

- Mx.des = 533,15 kN.m
- My.des = 886,80 kN.m

Beban geser arah x (Vp,x) = 63,68 kN

Beban geser arah x (Vp,x) = 63,65 kN

Beban aksial pile 1 = 2741,98 kN

Beban aksial pile 2 = 3451,42 kN

Beban aksial pile 3 = 2315,46 kN

Beban aksial pile 4 = 3024,90 kN

11. Kontrol Beban Aksial dan Geser yang Diterima Tiang Pile

Gaya geser dua arah, Vp,R = 90,03 kN

Vp,R < Daya dukung lateral ijin

90,03 < 254,71 (OKE!)

Tiang pile dengan beban aksial terbesar

(maxpile) = 248,12 kN

Maxpile < Daya dukung lateral ijin

248,12 < 254,71 (OKE!)

Dinding Sumuran (Q_d1) = 7638,616 kN

Cyclops (Q_d2) = 35104,24 kN

Q_d = 42742,86 kN

2. Daya Dukung Ultimit Fondasi Sumuran

Daya dukung ujung tiang (Q_p)

= 30171,43kN

Berat sendiri fondasi sumuran

W_p = 12,0686 kN

Daya dukung ultimit (Q_u) = 30159,36 kN

Safety factor (SF) = 2,5

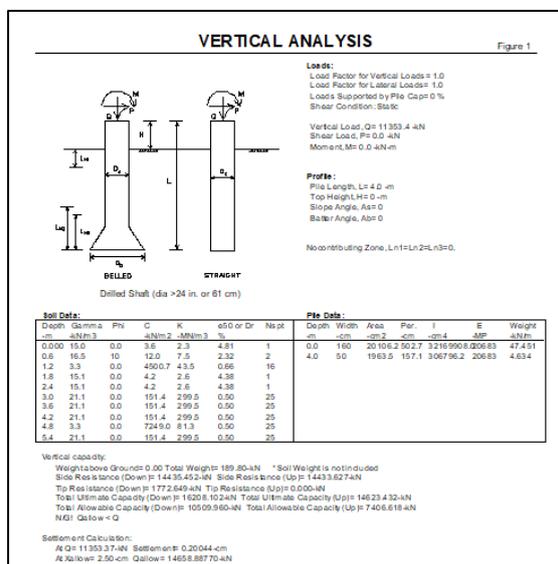
Daya dukung ijin (Q_a) = 12063,74 kN

P < Qa

11353,37 < 12063,74 (OK)

SF Tiang = 1,0626

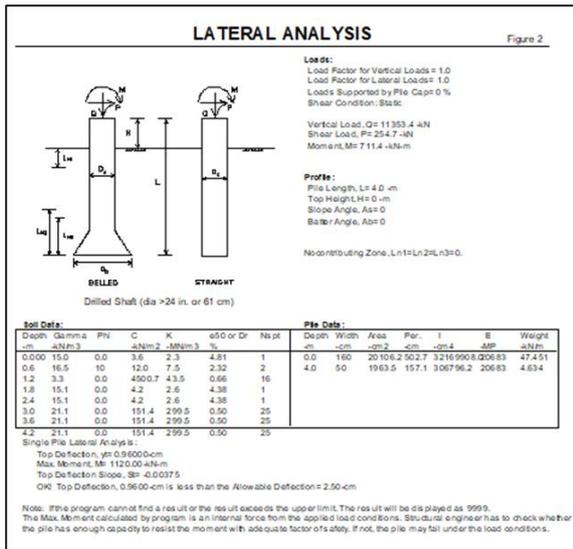
3. Penurunan Fondasi Sumuran



Gambar 11 Penurunan Fondasi Sumuran

Analisis Fondasi Sumuran

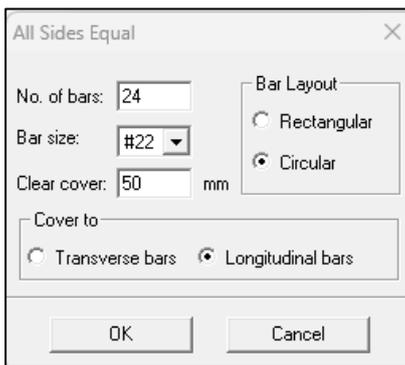
1. Daya Dukung Fondasi Sumuran



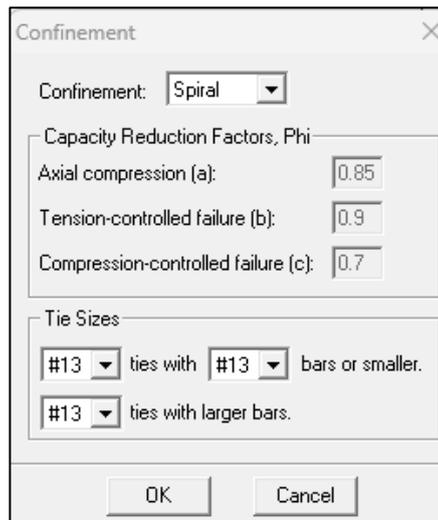
Gambar 11 Defleksi Lateral Fondasi Sumuran

4. Perhitungan Kebutuhan Penulangan Fondasi Sumuran

Perhitungan kebutuhan tulangan fondasi sumuran menggunakan bantuan aplikasi PCA Column. Tulangan pokok yang digunakan pada fondasi sumuran adalah 24D22 dan beugel spiral menggunakan besi D13.

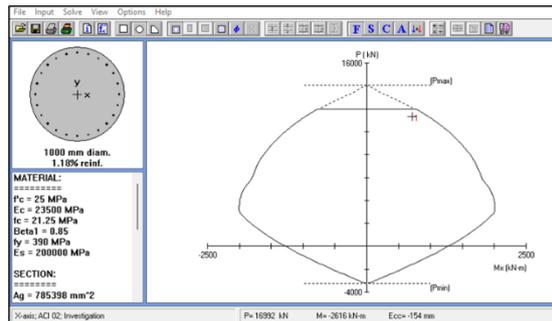


Gambar 12 Data Tulangan Pokok Fondasi Sumuran



Gambar 13 Data Beugel Spiral Fondasi Sumuran

Dari hasil perhitungan dari tulangan yang akan digunakan, diperoleh hasil momen lentur pada fondasi sumuran seperti pada diagram berikut:



Gambar 14 Diagram Momen Lentur Fondasi Sumuran

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan fondasi bore pile pada pembangunan Gedung 5 lantai Rumah Sakit Puri Asih Salatiga, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban kerja yang diterima oleh fondasi berdasarkan SNI-1727:2020, yang dihitung menggunakan bantuan program software SAP 2000, diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a) Beban aksial = 11353,37 kN

- b) Beban lateral arah x = 254,71 kN
- c) Beban lateral arah y = 254,58 kN
- d) Momen arah x = 711,36 kN.m
- e) Momen arah y = 708,5 kN.m

2. Dalam analisis perencanaan perhitungan fondasi bore pile dengan diameter fondasi 0,5 meter dan kedalaman 4 meter diperoleh hasil sebagai berikut :

- a) Perhitungan daya dukung fondasi menggunakan metode Mayerhoff menghasilkan kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u) sebesar 44017,2857 kN dan kapasitas dukung kelompok tiang (Q_{a-grup}) sebesar 28198,26 kN. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor aman Q_{a-grup} terhadap beban aksial sebesar 2,484.
- b) Perhitungan penurunan fondasi dan defleksi lateral dilakukan dengan menggunakan software All Pile. Dari perhitungan tersebut diperoleh penurunan sebesar 0,15382 cm dengan besaran penurunan yang dipersyaratkan maksimal sebesar 2,5 cm. Sedangkan defleksi lateral sebesar 1,09 cm dengan besaran maksimal yang dipersyaratkan maksimal adalah 2,5 cm. Maka, dapat disimpulkan bahwa penurunan dan defleksi lateral fondasi tersebut memenuhi syarat.
- c) Analisis perhitungan penulangan fondasi menggunakan software PCA Column. Tulangan utama yang

digunakan untuk bore pile adalah 12D19 dan beugel spiral menggunakan $\emptyset 10$. Dilihat dari diagram beban aksial (P) terhadap momen lentur (M_x) tulangan tersebut memenuhi syarat.

3. Dalam proses analisis perencanaan fondasi, penulis menggunakan 2 pilihan jenis fondasi sebagai bahan pertimbangan. Fondasi yang pertama adalah fondasi bore pile dan yang kedua adalah fondasi sumuran.

- a) Pada fondasi bore pile direncanakan menggunakan diameter 0,5 meter dengan kedalaman 4 meter. Dalam 1 kelompok tiang terdiri dari 4 tiang bore pile. Dari hasil perhitungan daya dukung fondasi kelompok tiang diperoleh faktor aman fondasi terhadap beban aksial sebesar 2,484. Penurunan yang terjadi pada fondasi sebesar 0,15382 cm dan defleksi lateral sebesar 1,09 cm yang artinya sudah memenuhi syarat maksimum yang diizinkan. Tulangan pokok yang digunakan adalah 12 D19 dan beugel spiral $\emptyset 10$.
- b) Fondasi sumuran direncanakan menggunakan diameter 1,6 meter dengan kedalaman 4 meter. Hasil perhitungan daya dukung fondasi diperoleh faktor aman daya dukung izin (Q_a) terhadap beban aksial (P) sebesar 1,0626. Penurunan yang terjadi pada fondasi sebesar 0,20044

cm dan defleksi lateral sebesar 0,96 cm yang artinya sudah memenuhi syarat maksimum yang diizinkan. Tulangan pokok yang digunakan adalah 24 D22 dan beugel spiral Ø13.

Saran

Berdasarkan hasil perhitungan dan kesimpulan diatas, terdapat beberapa saran yaitu sebagai berikut :

- a) Untuk hasil perencanaan fondasi yang lebih akurat sebaiknya dilakukan uji lab tanah agar diketahui secara riil kondisi tanah di lokasi tersebut.
- b) Dalam proses pemilihan fondasi yang digunakan sebaiknya dipertimbangkan secara rinci agar didapat fondasi yang efisien.
- c) Selain pertimbangan teknis, pemilihan fondasi juga harus mempertimbangkan aspek ekonomi dan kemudahan mobilisasi alat maupun bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 1727:2020, SNI. 2020. "SNI 1727:2020 *Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*" Jakarta, no. 8, 1–336.
- [2] Bowles, Joseph E. 1997. *Analisis dan Desain Pondasi* Jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- [3] Das, B. M. 1995. "*Mekanika Tanah Jilid 1(Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik.*" Penerbit Erlangga, 1–300.
- [4] Data BPS 2023. 2023. "*Jumlah Rumah Sakit Umum, Rumah Sakit Khusus, Puskesmas, Klinik*

Pratama, dan Posyandu Menurut Kecamatan di Kota Salatiga, 2021 - 2023." 2023. <https://salatigakota.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTI0IzE=/jumlah-rumah-sakit-umum--rumah-sakit-khusus--puskesmas--klinik-pratama--dan-posyandu-menurut-kecamatan-di-kota-salatiga--2021---2023.html>.

- [5] Hardiyatmo, Hary Christady. 2001. *Teknik Fondasi 1* Edisi Kedua. Gramedia Pustaka Utama.———. 2008. "*Teknik Fondasi II.*" Gadjah Mada University Press, 316.
- [6] Istimawan Dipohusodo. 1999. *STRUKTUR BETON BERTULANG*. Jakarta.
- [7] Robertson dan Campanella. 1983. "*SPT-CPT Correlations-Robertson et al-ASCE JGE1983,*" 6.
- [8] SNI 2847. 2019. "*Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019,*" no. 8, 10340.