

## Kajian Teknis Optimasi Jumlah Lantai Gedung Mall Dengan Menggunakan Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (Kssl) Di Kalijompo Jember

### *Technical Study Of Optimization Of The Number Of Mall Building Floors Using Construction Foundations Spider's Nest (Kssl) In Kalijompo Jember*

Wildan<sup>1</sup>, Pujo Priyono<sup>2\*</sup>, Arief Alihudien<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [dedewonokerto@gmail.com](mailto:dedewonokerto@gmail.com)

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember \*Koresponden Author

Email : [pujo@unmuhjember.ac.id](mailto:pujo@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [ariefalihudien@unmuhjember.ac.id](mailto:ariefalihudien@unmuhjember.ac.id)

#### Abstrak

Manfaat dari pondasi ini adalah bahwa ketika bumi berkonsolidasi, penurunan tanah menjadi seimbang, mengurangi kemungkinan perbedaan penurunan tanah dari satu area ke area lainnya. Metode pembangunan pondasi dangkal yang dikenal sebagai "konstruksi sarang laba-laba" adalah kokoh, lengkap, hemat biaya, dan aman dari gempa. Kawasan Kalijompo diharapkan mampu mengakomodir kebutuhan ritel masyarakat begitu dibuka. Pada perhitungan ini mengacu pada peraturan, diantaranya PPPURG 1987, SNI 1726-2019, SNI 1727-2018. Untuk gedung mall kalijompo dengan menggunakan pondasi pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) masih stabil dengan tegangan tanah maksimum sebesar 229,831 KN/m<sup>2</sup> lebih kecil dari daya dukung KSSL ( $q_a$ ) sebesar 232,755 KN/m<sup>2</sup>. Untuk nilai daya dukung KSSL ( $q_a$ ) sebesar 232,755 KN/m<sup>2</sup>, jadi dari gedung yang paling optimal pada gedung lantai 9 yang memiliki tegangan tanah maksimum lebih kecil dari daya dukung KSSL ( $q_a$ ). Untuk penurunan pondasi KSSL gedung yang paling optimal pada gedung lantai 4 yang memiliki Penurunan pondasi sebesar  $39,0 < 51$  mm. Untuk kekakuan pondasi pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) sebesar  $0,627 \text{ t/m}^2 > 0,5$ .

**Kata Kunci** : Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba(KSSL), optimasi, daya dukung, tegangan.

#### Abstract

*The benefit of this foundation is that when the earth consolidates, the subsidence is balanced, reducing the possibility of different subsidence from one area to another. The shallow foundation construction method known as "cobweb construction" is sturdy, complete, cost-effective, and earthquake-safe. The Kalijompo area is expected to be able to accommodate the retail needs of the community once it opens. This calculation refers to regulations, including PPPURG 1987, SNI 1726-2019, SNI 1727-2018. For the Kalijompo mall building using the Cobweb Construction (KSSL) foundation foundation, it is still stable with a maximum soil stress of 229,831 KN/m<sup>2</sup> which is smaller than the bearing capacity of KSSL ( $q_a$ ) of 232,755 KN/m<sup>2</sup>. For the value of the bearing capacity of KSSL ( $q_a$ ) of 232,755 KN/m<sup>2</sup>, so from the most optimal building on the 9th floor building which has a maximum earth stress less than the KSSL carrying capacity ( $q_a$ ). For KSSL foundation settlement, the most optimal building is on the 4th floor building which has a foundation drop of  $39,0 < 51$  mm. For the foundation stiffness of the Cobweb Construction (KSSL) foundation is  $0,627 \text{ t/m}^2 > 0,5$ .*

**Keywords** : Cobweb Construction Foundation (KSSL), optimization, carrying capacity, stress.

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pengertian mall atau pusat perbelanjaan adalah sebagai suatu lokasi dengan jalur sentral dari satu atau lebih department store yang berfungsi sebagai daya tarik bagi toko retail dan tempat makan yang lebih kecil dengan tipologi bangunan seperti toko yang menghadap jalan utama mall atau pedestrian yang komponen utama dari sebuah pusat perbelanjaan dengan suatu tujuan. struktur pondasi yang menggunakan pondasi konstruksi laba-laba digabungkan dengan sistem pondasi pelat beton datar menerus, sedangkan pondasi KSSL merupakan pondasi dangkal tradisional. Pondasi ini memanfaatkan tanah sebagai dari struktur pondasi itu sendiri. Manfaat dari pondasi ini adalah bahwa ketika bumi berkonsolidasi, penurunan tanah menjadi seimbang, mengurangi kemungkinan perbedaan penurunan tanah dari satu area ke area lainnya. Metode pembangunan pondasi dangkal yang dikenal sebagai "konstruksi sarang laba-laba" adalah kokoh, lengkap, hemat biaya, dan aman dari gempa. Karena menggabungkan media tanah sebagai bagian dari struktur pondasi, arsitektur ini dibuat untuk dapat mengikuti jalur gempa baik secara horizontal maupun vertical. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia, khususnya di kota Jember, banyak investor yang memulai berbagai macam usaha, salah satunya yang berhubungan dengan pengeluaran. Kawasan Kalijompo diharapkan mampu mengakomodir kebutuhan ritel masyarakat begitu dibuka.

### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang informasi yang diberikan di atas, penulis mencoba mengkonstruksikan beberapa permasalahan yang mungkin muncul, antara lain :

1. Bagaimana menghitung stabilitas pondasi dengan sistem pondasi konstruksi sarang laba-laba (KSSL) dengan perencanaan mall kalijompo jember?
2. Bagaimana menghitung optimasi stabilitas pondasi dengan sistem pondasi konstruksi

sarang laba-laba (KSSL) terhadap jumlah lantai gedung bertingkat?

3. Bagaimana menghitung penurunan sistem pondasi konstruksi sarang laba-laba (KSSL) dengan perencanaan mall kalijompo jember?
4. Bagaimana menghitung kakakuan plat sistem pondasi konstruksi sarang laba-laba (KSSL) dengan perencanaan mall kalijompo jember?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Umum

Dalam membangun suatu struktur, diperlukan analisis atau desain yang dibatasi oleh beberapa faktor yang menjadi tolak ukur produk jadi. Menemukan tingkat keselarasan antara sistem struktural dan tujuan desain sangat penting selama proses desain struktural (tujuan yang terkait dengan masalah arsitektur, efisiensi, kemudahan servis, kemudahan implementasi dan biaya).

### B. Klasifikasi Pondasi

Pondasi adalah struktur struktur bawah yang menyalurkan beban penuh bangunan ke tanah. Ada metode untuk mentransfer beban pondasi ke tanah sesuai dengan daya dukung tanah. Kegagalan pekerjaan pondasi akan mengakibatkan kegagalan konstruksi seluruh bangunan. Ini membutuhkan pemahaman yang baik tentang gambar dan spesifikasi. Pekerjaan pondasi biasanya merupakan pekerjaan awal pada suatu proyek konstruksi. Pondasi secara garis besar dapat dikategorikan sebagai pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi, pondasi menerus, dan pondasi rakit adalah bentuk pondasi dangkal yang paling umum. Untuk D/B 1, gunakan alas yang dangkal, mungkin lebih.

### C. Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL)

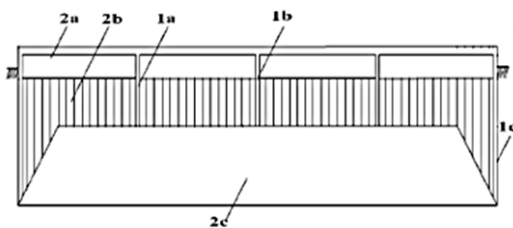
Metode Pondasi Konstruksi Jaringan Laba-Laba (KSSL) merupakan sistem pondasi bangunan bawah yang kuat dan ekonomis yang memanfaatkan tanah sebagai bagian dari struktur pondasi. Dasar laba-laba awalnya diusulkan oleh Ir. Ryan Torrey dan Ir. Suticipto pada tahun 1976. Fondasi

tersebut kemudian diterapkan pada proyek-proyek dari tahun 1978. KSSL ini merumuskan dua prinsip, pertama, penggunaan tanah sebagai bagian dari infrastruktur. Pemanfaatan tanah hingga 90% dari bahan bangunan membuat KSSL lebih hemat dengan menghemat penggunaan beton dan besi beton. Kedua, menggabungkan unsur-unsur dalam sistem dasar menjadi satu fungsi tunggal yang harmonis. Jadi jika pengurangan itu terjadi bukan sebagian, melainkan seluruhnya.

Pondasi konstruksi sarang laba-laba atau biasa sering disingkat dengan KSSL merupakan salah satu jenis pondasi dangkal. Pondasi KSSL ini pengembangan dari pondasi rakit. Pondasi rakit yang dimodifikasi melalui pengisian tanah sisa pada rib – rib yang terbentuk. Secara umum pondasi KSSL terdiri dari 3 bagian yaitu (Kinanthi, 2016):

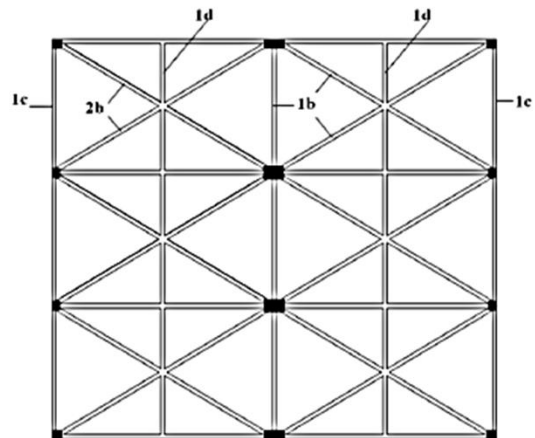
1. Plat, pada sistem pondasi ini, plat bisa efektif dalam mengurangi tekanan kolom vertikal, bila ditinjau dari perbandingan antara penurunan dan pola keruntuhan.
2. Rib/rusuk, berfungsi sebagai penyebar tegangan atau gaya-gaya yang bekerja pada kolom.
3. Pengisi berupa pasir atau tanah, berfungsi Pasir pengisi dan tanah dipadatkan berfungsi untuk menjepit rib-rib konstruksi terhadap lipatan puntir.

Bentuk pondasi KSSL ditampilkan pada Gambar, sebagai berikut :



**Gambar 1.** Tampak Samping Pondasi KSSL

(Sumber : Kinanthi, 2016)



**Gambar 2.** Tampak Atas Pondasi KSSL

(Sumber : Kinanthi, 2016)

Keterangan:

1a = pelat beton pipih menerus

1b = rib konstruksi

1c = rib settlement

1d = rib pembagi

2a = urugan pasir dipadatkan

2b = urugan tanah dipadatkan

2c = Iapisan tanah asli yang ikut terpadatkan

#### D. Pembebanan Struktur Atas

Bagian dari konstruksi bangunan yang terletak di atas tanah dikenal sebagai suprastruktur (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri dari kolom, pelat, dan balok. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

#### E. Pembebanan Struktur Bawah

Struktur bawah suatu gedung adalah pondasi, yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan yang ada di atasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti tekanan angin gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan.

## F. Program SAP 2000 V22

Software SAP 2000 merupakan salah satu contoh teknologi di bidang desain yang digunakan untuk mempelajari dan membuat suatu struktur. Kemajuan teknis saat ini memiliki berbagai jenis efek, termasuk munculnya perangkat lunak di bidang desain dan desain grafis.

## 3. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian ini berada di Jalan Sultan Agung Jember yang merupakan bagian dari Jalan Lintas Jawa Timur. Lokasi Penelitian ini terletak di Kec Kaliwates, Kab Jember, Provinsi Jawa Timur dengan koordinat L 797053.54 m E 9095739.10 m S.

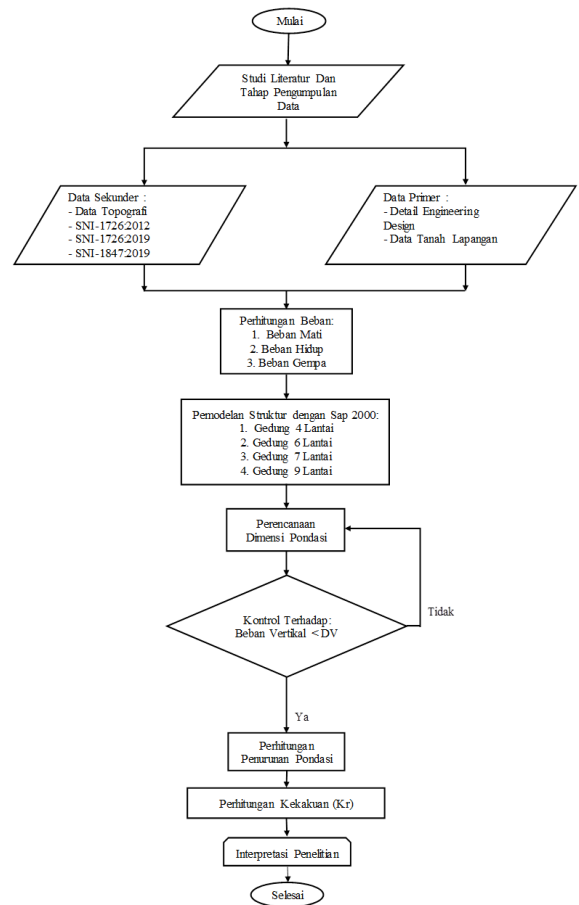


**Gambar 3.** Lokasi Penelitian  
 (Sumber : Google Earth 2022)

### B. Pengumpulan Data

Ada banyak tahapan penelitian. Langkah pertama adalah mengumpulkan data penting. Kemudian lanjutkan ke langkah kedua pemodelan struktural menggunakan SAP 2000, kemudian Selanjutnya mengoptimasi gedung yang ditentukan beserta dimensi pondasinya, selanjutnya melakukan analisa terhadap pondasi berupa daya dukung, penurunan, serta melakukan perhitungan Kekakuan (Kr).

## C. Diagram Alur



**Gambar 4.** Diagram Alur Penelitian  
 (Sumber : Hasil penggambaran sendiri)

## 4. PEMBAHASAN

### A. Data Tanah

Pengeboran hingga kedalaman 30 meter dilakukan sebagai bagian dari penelitian tanah proyek. Uji Standard Penetration Test (SPT) yang dilakukan memberikan gambaran tingkat kepadatan lapisan tanah sebagai berikut:

- Lebar saluran (B) = 0,15 m
- 1. Elevasi Pelimpah = 0,15 m
- 2. Debit rencana (Q) = 0,004 m<sup>3</sup>/det

$$\begin{aligned}
 Q \text{ (rencana)} &= Q \text{ (kontrol)} \\
 0,002 &= Cd \times B \times H_e^{3/2} \\
 0,002 &= 1,00 \times 0,15 \times 0,05^{3/2} \\
 0,002 &= 0,002 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

## B. Perhitungan Pembebanan

### a. Pembebanan Pada Plat Stuktur

#### 1. Beban Plat Atap

- Beban Mati
  - Berat sendiri =  $0,1 \times 2400$   
= 240 Kg/m<sup>2</sup>
  - Plafond + penggantung = 18 Kg/m<sup>2</sup>
  - Spesi/lapisan kedap air =  $0,02 \times 2200$   
= 44 Kg/m<sup>2</sup>
  - Genangan air =  $0,02 \times 1000$   
= 300 Kg/m<sup>2</sup>
  - DL = 60 Kg/m<sup>2</sup>

#### - Beban Hidup

- Beban guna = 100 Kg/m<sup>2</sup>
- LL = 100 Kg/m<sup>2</sup>
- LLr = 90 Kg/m<sup>2</sup>
- $q_u = 1,2DL + 1,6LL = 882,4 \text{ Kg/m}^2$

#### 2. Beban Plat Lantai

- Beban Mati
  - Berat sendiri =  $0,12 \times 2400$   
= 288 Kg/m<sup>2</sup>
  - Plafond + penggantung = 18 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat keramik = 44 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat pasir =  $0,05 \times 1600$   
= 80 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat spesi =  $0,02 \times 210$   
= 42 Kg/m<sup>2</sup>
  - DL = 452 Kg/m<sup>2</sup>

#### - Beban Hidup

- Beban guna = 250 Kg/m<sup>2</sup>
- LL = 250 Kg/m<sup>2</sup>
- LLr = 225 Kg/m<sup>2</sup>
- $q_u = 1,2DL + 1,6LL = 942,4 \text{ Kg/m}^2$

### b. Pembebanan Pada Balok Struktur

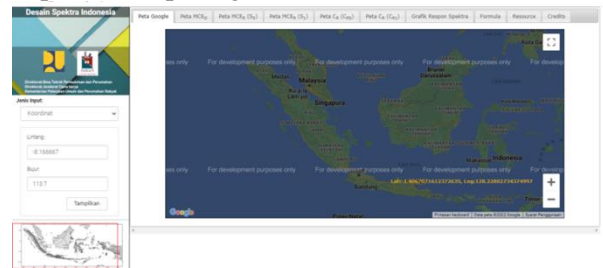
- Beban Dinding Pasangan 1/2 Bata =  $1,2 \times 250$   
= 300 Kg/m<sup>2</sup>
- Beban Kaca 4 mm =  $1,7 \times 10$   
= 17 Kg/m<sup>2</sup>
- DL = 317 Kg/m<sup>2</sup>

### c. Perhitungan Beban Gempa Pada Struktur

untuk perhitungan analisis beban gempa pada Gedung Mall Kalijompo Jember ini ditinjau menggunakan analisis gaya lateral ekuivalen dengan karakteristik struktur tanpa

ketidakberaturan structural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m.

Data yang didapat dari <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> untuk lokasi Gedung Mall kalijompo Jember ini dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 4.** Lokasi Gedung Mall kalijompo Jember

(Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)

Perhitungan beban gempa berdasarkan SNI 1726-2019 diuraikan sebagai berikut:

1. Lokasi : Gedung Mall kalijompo Jember
2. Bujur : 113.6958274,283
3. Lintang : -8.1711732
4. Fungsi bangunan : Pusat Pembelanjaan/Mall
5. Kategori resiko : II

### 1. Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung

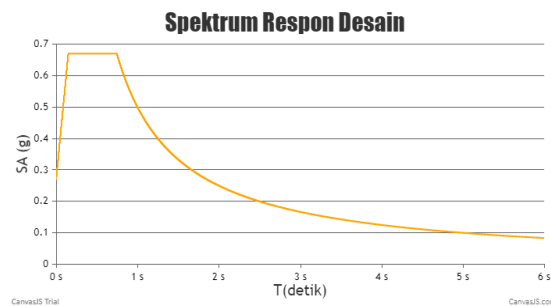
Berdasarkan SNI-1726-2019 pasal 4.1.2 untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan nongedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan gempa  $I_e$ . Gedung ini direncanakan sebagai fasilitas Pusat Pembelanjaan/Mall, pada Tabel 4.4 bangunan ini termasuk kategori II sehingga nilai  $I_e = 1,0$ .

### 2. Parameter Percepatan Gempa

1. Menentukan Parameter Percepatan Terpetakan

Dengan memasukkan koordinat lokasi bangunan dan jenis tanah sedang (SD), maka didapatkan nilai  $S_s = 0,879$ ,  $S_1 = 0,394$  dan grafik spektrum respon desain untuk tanah sedang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.





**Gambar 5.** Spektrum respons desain  
(Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>)

2. Menentukan Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik

Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Menggunakan N-SPT pada nilai rata-rata setiap kedalaman, Jenis tanah di lokasi bangunan termasuk dalam jenis tanah sedang (SD).

3. Menentukan respons spektral percepatan gempa (MCER)

Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini: Nilai Fa dengan kelas situs SD didapatkan nilai interpolasi 1,148

Nilai Fv dengan kelas situs SD didapatkan nilai interpolasi 1,906

$$SMS = F_a \cdot S_S = 1,148 \times 0,879 = 1,009$$

$$SM1 = F_v \cdot S1 = 1,906 \times 0,394 = 0,751$$

4. Menghitung parameter percepatan spektral desain

Perhitungan parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, SDS dan pada periode 1 detik, SD1, harus ditentukan melalui rumus berikut ini:

$$SDS = 2/3 \cdot SMS = 2/3 \times 1,009 = 0,673$$

$$SD1 = 2/3 \cdot SM1 = 2/3 \times 0,751 = 0,501$$

5. Menentukan kategori desain seismic nilai SDS sebesar 0,673 dan nilai SD1 sebesar 0,501 serta kategori resiko II, maka struktur tergolong KDS D

6. Menentukan Sistem Struktur Terhadap Tingkat Resiko Gempa

Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur, hn.KDS D maka sistem pemikul gaya seismik yang digunakan adalah sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus (SRPMK).

$$\begin{aligned} \text{Scala Faktor} &= (g \times i) / R \\ &= (9,81 \times 1) / 8 \\ &= 1,226 \end{aligned}$$

**C. Kombinasi Pembebanan**

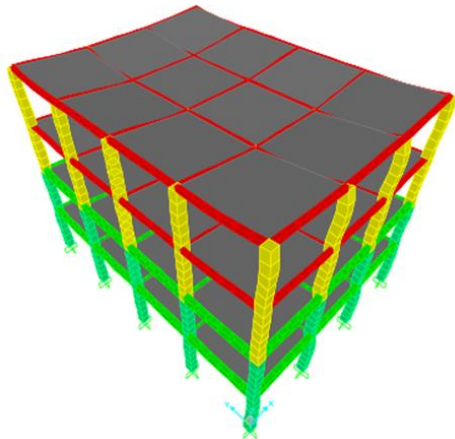
Kombinasi beban yang digunakan sesuai dengan SNI-1726-2019 pasal 4.2.2 dan 7.4.2, nilai reduksi  $\rho = 1,3$ . Untuk memasukkan pada program SAP 2000 dengan Define > Define Load Combinations > Add New Combo. Faktor beban yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L
3. 1,2D + Ev + Eh + L
  - 0,83D + 1L + 1,3 E<sub>QX</sub> + 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D + 1L + 1,3 E<sub>QX</sub> - 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D + 1L - 1,3 E<sub>QX</sub> - 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D + 1L - 1,3 E<sub>QX</sub> + 0,39 E<sub>QY</sub>
4. 0,9D - EV + EH
  - 0,83D + 1,3 E<sub>QX</sub> + 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D + 1,3 E<sub>QX</sub> - 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D - 1,3 E<sub>QX</sub> - 0,39 E<sub>QY</sub>
  - 0,83D - 1,3 E<sub>QX</sub> + 0,39 E<sub>QY</sub>

**D. Penginputan Beban**

a. Gedung Mall Kalijompo 4 Lantai

Beban mati dan hidup yang bekerja pada struktur gedung mall Kalijompo 4 Lantai direncanakan yaitu pada plat lantai, penutup atap sedangkan pada batang balok hanya beban mati saja.

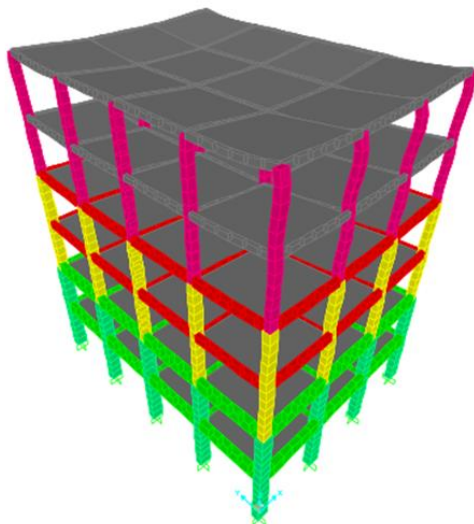


**Gambar 6.** Model Struktur 3D Banguna Gedung Lantai 4

(Sumber: Dokumentasi Penulis,2022)

b. Gedung Mall Kalijompo 6 Lantai

Beban mati dan hidup yang bekerja pada struktur gedung mall Kalijompo 6 Lantai direncanakan yaitu pada plat lantai, penutup atap sedangkan pada batang balok hanya beban mati saja.

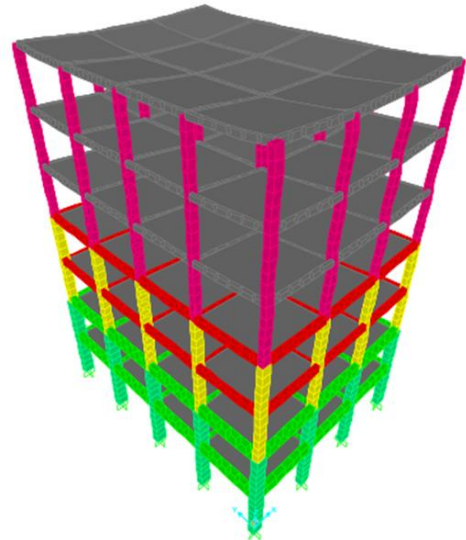


**Gambar 7.** Model Struktur 3D Banguna Gedung Lantai 6

(Sumber: Dokumentasi Penulis,2022)

c. Gedung Mall Kalijompo 7 Lantai

Beban mati dan hidup yang bekerja pada struktur gedung mall Kalijompo 7 Lantai direncanakan yaitu pada plat lantai, penutup atap sedangkan pada batang balok hanya beban mati saja.

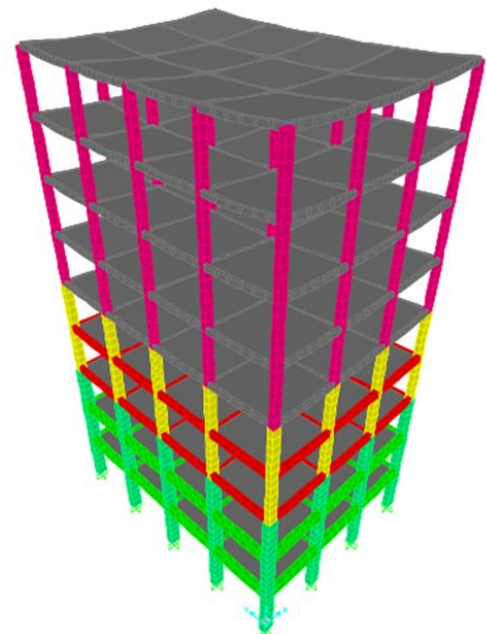


**Gambar 8.** Model Struktur 3D Banguna Gedung Lantai 7

(Sumber: Dokumentasi Penulis,2022)

d. Gedung Mall Kalijompo 9 Lantai

Beban mati dan hidup yang bekerja pada struktur gedung mall Kalijompo 9 Lantai direncanakan yaitu pada plat lantai, penutup atap sedangkan pada batang balok hanya beban mati saja.



**Gambar 9.** Model Struktur 3D Banguna Gedung Lantai 9

(Sumber: Dokumentasi Penulis,2022)

**E. Hasil Analisis SAP 2000 Terhadap Reaksi Yang Beban Pada Pondasi**

Mengikuti Standard peraturan Indonesia, perhitungan analisis bangunan ini meliputi:

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG 1987)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726-2019)
3. Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727-2018)

Hasil analisis perangkat lunak SAP2000 terhadap nilai beban terpusat untuk setiap kolom pada 4 gedung yang direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Hasil Analisis Gedung Lantai 4

**Tabel 1.** Hasil Pembebanan Maksimal dari Kombinasi Gedung Lantai 4

Joint	OutputCase	P
Text	Text	Ton
31	COMB1	153,353
31	COMB2	161,951
28	COMB3	110,780
28	COMB4	110,780
28	COMB5	110,780
28	COMB6	110,780
28	COMB7	46,803
28	COMB8	46,803
28	COMB9	46,803
28	COMB10	46,803
Nilai Max		161,951

(Sumber: analisa Sap 2000)

Tabel 1. menampilkan nilai respon cracking yang terjadi pada setiap tahapan. Menurut temuan analisis, titik 19 Sebesar 161,951 melihat reaksi perengkahan tertinggi.

2. Hasil Analisis Gedung Lantai 6

**Tabel 2.** Hasil Pembebanan Maksimal dari Kombinasi Gedung Lantai 6

Joint	OutputCase	Beban (P)
Text	Text	Ton
31	COMB1	244,164

31	COMB2	256,794
28	COMB3	177,123
28	COMB4	175,403
28	COMB5	175,403
28	COMB6	175,403
28	COMB7	74,315
28	COMB8	74,315
28	COMB9	74,315
28	COMB10	74,315
Nilai Max		256,794

(Sumber: analisa Sap 2000)

Tabel 2. menampilkan nilai respon cracking yang terjadi pada setiap tahapan. Menurut temuan analisis, titik 19 Sebesar 256,794 melihat reaksi perengkahan tertinggi.

3. Hasil Analisis Gedung Lantai 7

**Tabel 3.** Hasil Pembebanan Maksimal dari Kombinasi Gedung Lantai 7

Joint	OutputCase	Beban (P)
Text	Text	Ton
31	COMB1	278,168
31	COMB2	294,569
28	COMB3	200,857
28	COMB4	200,857
28	COMB5	200,857
28	COMB6	200,857
28	COMB7	84,307
28	COMB8	84,307
28	COMB9	84,307
28	COMB10	84,307
Nilai Max		294,569

(Sumber: analisa Sap 2000)

Tabel 3. menampilkan nilai respon cracking yang terjadi pada setiap tahapan. Menurut temuan analisis, titik 19 Sebesar 294,569 melihat reaksi perengkahan tertinggi.

4. Hasil Analisis Gedung Lantai 9



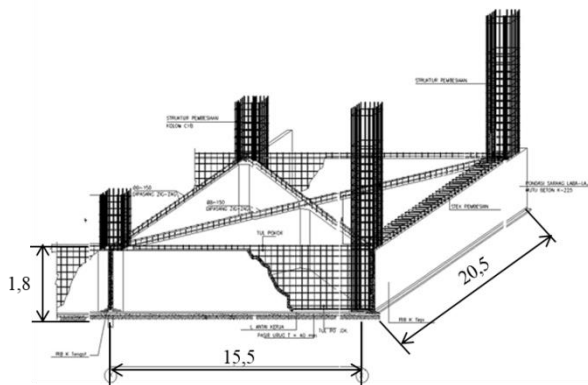
**Tabel 4.** Hasil Pembebanan Maksimal dari Kombinasi Gedung Lantai 9

Joint	OutputCase	Beban (P)
Text	Text	Ton
31	COMB1	348,195
31	COMB2	371,591
28	COMB3	253,331
28	COMB4	253,331
28	COMB5	253,331
28	COMB6	253,331
28	COMB7	105,649
28	COMB8	105,649
28	COMB9	105,649
28	COMB10	105,649
Nilai Max		371,591

(Sumber: analisa Sap 2000)

Tabel 4. menampilkan nilai respon cracking yang terjadi pada setiap tahapan. Menurut temuan analisis, titik 19 Sebesar 371,591 melihat reaksi perengkakan tertinggi.

**F. Perhitungan Daya Dukung Pondasi KSSL**



**Gambar 10.** Isometrik Pondasi KSSL

(Sumber: Dokumentasi PT. Katama Suryabumi, 2008)

Diketahui:

- Lebar pondasi KSSL (B) = 15,5 m
- Tebal Rip pondasi KSSL = 0,2 m
- Panjang pondasi KSSL (L) = 20,5 m
- Kedalaman Pondasi KSSL = 1,8 m

Berdasarkan hasil pengujian N-SPT, N-SPT lapisan atas lebih tinggi daripada N-SPT lapisan bawah. Sebelum pemadatan pada pondasi KSSL dilakukan, hasil pengujian ini dijalankan. Oleh karena itu, kasus tertentu digunakan dalam perhitungan daya dukung. Karena pondasi terletak pada kedalaman 4,3 meter, sifat-sifat tanah yang diukur pada tingkat tersebut menghasilkan perhitungan menggunakan teori Mayerhof. Dengan menggunakan persamaan Mayerhof, Daya dukung pondasi dangkal menerus. Sehingga untuk perhitungan nilai daya dukung ultimate pondasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= 8N \left( \frac{B + 0,3}{B} \right) (KN/m^2) \\
 &= 8 * 28 \left( \frac{15,5+0,3}{15,5} \right) (KN/m^2) \\
 &= 232,698 KN/m^2
 \end{aligned}$$

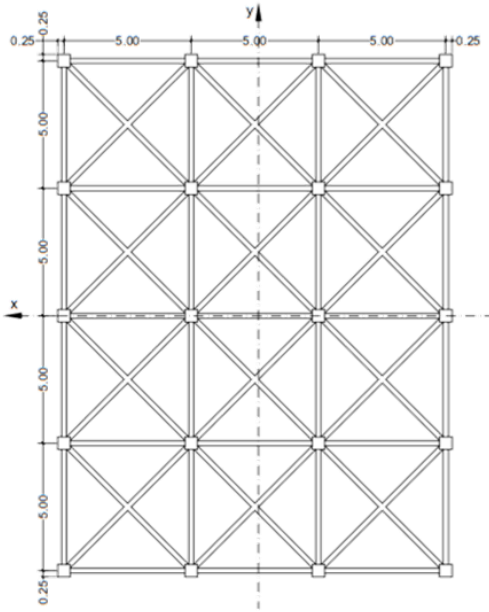
Untuk daya dukung tanah bersih yang diijinkan menjadi:

$$\begin{aligned}
 q_{net} &= q_{ult} - q \\
 &= 232,698 - 106,057 \\
 &= 126,698 KN/M^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan daya dukung ijin pondasi adalah:

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= q_{ult}/FS \\
 &= 232,698 KN/m^2/3 \\
 &= 42,233 KN/m^2
 \end{aligned}$$

**G. Perhitungan Tegangan Yang Bekerja Pada Dasar Pondasi Lantai 4**



**Gambar 11.** Gambar strip dalam arah x dan y  
 (Sumber: Gambar autocad 2012)

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 a &= 5 \text{ m} \\
 b &= 0,25 \text{ m} \\
 B &= 15,5 \\
 L &= 20,5 \\
 A &= B \times L \\
 &= 317,75 \text{ m}^2 \\
 I_x &= 1/12 L B^3 \\
 &= 6361,620 \text{ m}^2 \\
 I_y &= 1/12 B L^3 \\
 &= 11127,870 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 4 ada ditabel dibawah ini:

**Tabel 1.** perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 4

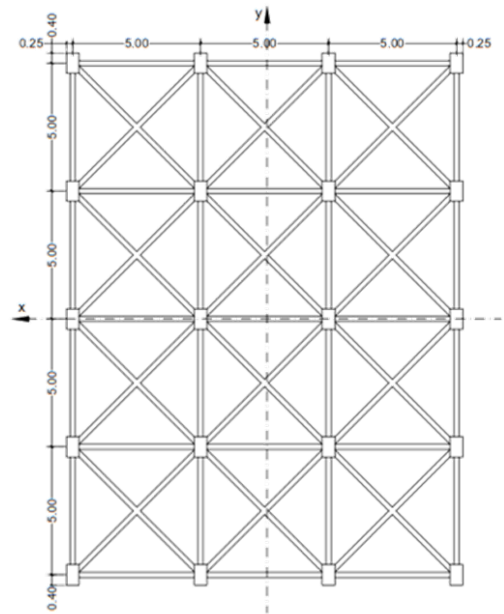
x	y	Ix	Iy	My	Mx
7,75	10,25	6361,62	11127,87	404,878	210,536
7,75	10,25	6361,62	11127,87	404,878	210,536

A	P	P/A	My x/Iy	Mx y/Ix	q	q
					t/m2	kN/M2
317,75	3239,022	10,194	0,282	0,339	10,815	106,057
317,75	3239,022	10,194	0,282	0,339	9,572	93,873

(Sumber: Perhitungan excel)

Jadi, dari perhitungan dari tabel diatas diperoleh nilai tegangan tanah maksimum sebesar 106,057 KN/m2.

## H. Perhitungan Tegangan Yang Bekerja Pada Dasar Pondasi Lantai 6



**Gambar 12.** Gambar strip dalam arah x dan y  
 (Sumber: Gambar autocad 2012)

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 a &= 5 \text{ m} \\
 b &= 0,3 \text{ m} \\
 B &= 15,5 \\
 L &= 20,6 \\
 A &= B \times L \\
 &= 317,75 \text{ m}^2 \\
 I_x &= 1/12 L B^3 \\
 &= 6361,620 \text{ m}^2 \\
 I_y &= 1/12 B L^3 \\
 &= 11127,870 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 6 ada ditabel dibawah ini:

**Tabel 2.** perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 6

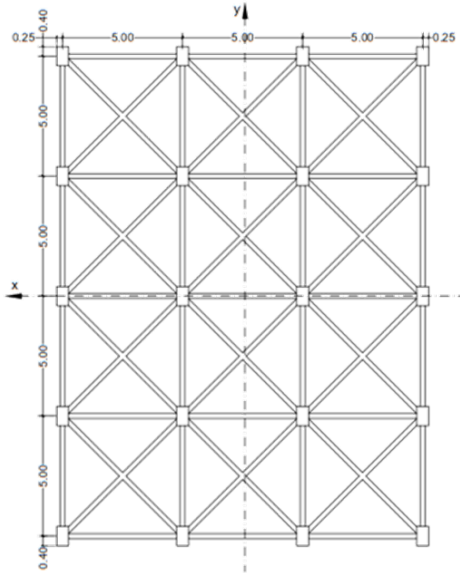
x	y	Ix	Iy	My	Mx
7,80	10,300	6454,717	11623,595	641,984	436,549
7,80	10,300	6454,717	11623,595	641,984	436,549

A	P	P/A	My x/Iy	Mx y/Ix	q	q
					t/m2	kN/M2
322,400	5135,874	15,930	0,431	0,697	17,058	167,277
322,400	5135,874	15,930	0,431	0,697	14,803	145,165

(Sumber: Perhitungan excel)

Jadi, dari perhitungan dari tabel diatas diperoleh nilai tegangan tanah maksimum sebesar 106,057 KN/m<sup>2</sup>.

**I. Perhitungan Tegangan Yang Bekerja Pada Dasar Pondasi Lantai 7**



**Gambar 13.** Gambar strip dalam arah x dan y  
 (Sumber: Gambar autocad 2012)

Diketahui:

- a = 5 m
- b = 0,3 m
- B = 15,5
- L = 20,6
- A = B x L = 317,75 m<sup>2</sup>
- I<sub>x</sub> = 1/12 L B<sup>3</sup> = 6361,620 m<sup>2</sup>
- I<sub>y</sub> = 1/12 B L<sup>3</sup> = 11127,870 m<sup>2</sup>

Untuk perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 7 ada ditabel dibawah ini:

**Tabel 3.** perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 7

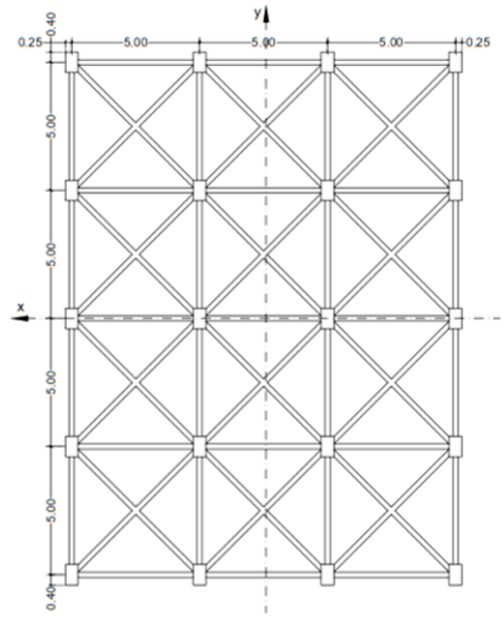
x	y	Ix	Iy	My	Mx
7,80	10,300	6454,717	11623,595	-736,422	500,767
7,80	10,300	6454,717	11623,595	-736,422	500,767

A	P	P/A	My x/Iy	Mx y/Ix	q	q
					t/m2	kN/M2
322,400	5891,372	18,273	-0,494	0,799	18,578	182,192
322,400	5891,372	18,273	-0,494	0,799	17,969	176,211

(Sumber: Perhitungan excel)

Jadi, dari perhitungan dari tabel diatas diperoleh nilai tegangan tanah maksimum sebesar 182,192 KN/m<sup>2</sup>.

**J. Perhitungan Tegangan Yang Bekerja Pada Dasar Pondasi Lantai 9**



**Gambar 14.** Gambar strip dalam arah x dan y  
 (Sumber: Gambar autocad 2012)

Diketahui:

- a = 5 m
- b = 0,3 m
- B = 15,5
- L = 20,6
- A = B x L = 317,75 m<sup>2</sup>
- I<sub>x</sub> = 1/12 L B<sup>3</sup> = 6361,620 m<sup>2</sup>
- I<sub>y</sub> = 1/12 B L<sup>3</sup> = 11127,870 m<sup>2</sup>

Untuk perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 9 ada ditabel dibawah ini:

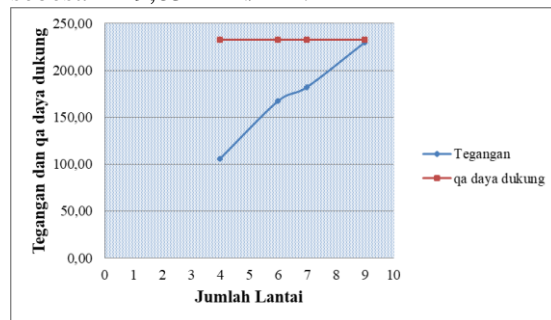
**Tabel 4.** perhitungan tegangan tanah maksimum pada gedung mall Kalijompo lantai 9

x	y	Ix	Iy	My	Mx
7,80	10,300	6454,717	11623,595	-928,978	631,705
7,80	10,300	6454,717	11623,595	-928,978	631,705

A	P	P/A	My x/Iy	Mx y/Ix	q	q
					t/m2	kN/M2
322,400	7431,822	23,052	-0,623	1,008	23,436	229,831
322,400	7431,822	23,052	-0,623	1,008	22,667	222,286

(Sumber: Perhitungan excel)

Jadi, dari perhitungan dari tabel diatas diperoleh nilai tegangan tanah maksimum sebesar 229,831 kN/m<sup>2</sup>.



**Grafik 1.** Hubungan Jumlah Lantai Gedung Dengan Daya Dukung.

(Sumber: Perhitungan excel)

### K. Perhitungan Penurunan Pondasi KSSL

Untuk perhitungan penurunan ini terdapat beberapa gedung bertingkat diantaranya:

#### 1. Gedung Lantai 4

Diketahui:

$$D_f = 1,8 \text{ m}$$

$$B = 15,5 \text{ m}$$

$$E_s = 8484,000 \text{ Kpa}$$

$$865,714 \text{ t/m}^2$$

$$8489,757 \text{ kN/M}^2$$

$$H = 9,7 \text{ m}$$

$$D_f/B = 1,8/15,5 = 0,116 \text{ m}$$

$$L/B = 20,6/15,5 = 1,329 \text{ m}$$

$$H/B = 9,7/15,5 = 0,626 \text{ m}$$

$$q = 106,057 \text{ kN/M}^2$$

$$A_1 = 0,210$$

$$A_2 = 0,960$$

$$s_e = A_1 A_2 \frac{qB}{E_s}$$

$$= 0,210 * 0,960 * \frac{106,057 * 15,5}{8489,757}$$

$$= 0,039 \text{ m}$$

$$= 39,036 \text{ mm}$$

Jadi, Penurunan pondasi Konstruksi Sarang Laba Laba ialah sebesar 39,036 mm

#### 2. Gedung Lantai 6

Diketahui:

$$D_f = 1,8 \text{ m}$$

$$B = 15,5 \text{ m}$$

$$E_s = 8484,000 \text{ Kpa}$$

$$865,714 \text{ t/m}^2$$

$$8489,757 \text{ kN/M}^2$$

$$H = 9,7 \text{ m}$$

$$D_f/B = 1,8/15,5 = 0,116 \text{ m}$$

$$L/B = 20,6/15,5 = 1,329 \text{ m}$$

$$H/B = 9,7/15,5 = 0,626 \text{ m}$$

$$q = 167,277 \text{ kN/M}^2$$

$$A_1 = 0,210$$

$$A_2 = 0,960$$

$$s_e = A_1 A_2 \frac{qB}{E_s}$$

$$= 0,210 * 0,960 * \frac{167,277 * 15,5}{8489,757}$$

$$= 0,062 \text{ m}$$

$$= 61,569 \text{ mm}$$

Jadi, Penurunan pondasi Konstruksi Sarang Laba Laba ialah sebesar 61,569 mm

#### 3. Gedung Lantai 7

$$D_f = 1,8 \text{ m}$$

$$B = 15,5 \text{ m}$$

$$E_s = 8484,000 \text{ Kpa}$$

$$865,714 \text{ t/m}^2$$

$$8489,757 \text{ kN/M}^2$$

$$H = 9,7 \text{ m}$$

$$D_f/B = 1,8/15,5 = 0,116 \text{ m}$$

$$L/B = 20,6/15,5 = 1,329 \text{ m}$$

$$H/B = 9,7/15,5 = 0,626 \text{ m}$$

$$q = 182,192 \text{ kN/M}^2$$

$$A_1 = 0,210$$

$$A_2 = 0,960$$

$$s_e = A_1 A_2 \frac{qB}{E_s}$$

$$= 0,210 * 0,960 * \frac{182,192 * 15,5}{8489,757}$$

$$= 0,067 \text{ m}$$

$$= 67,059 \text{ mm}$$

Jadi, Penurunan pondasi Konstruksi Sarang Laba Laba ialah sebesar 67,059 mm

#### 4. Gedung Lantai 9

Diketahui:

$$D_f = 1,8 \text{ m}$$

$$B = 15,5 \text{ m}$$

$$E_s = 8484,000 \text{ Kpa}$$

$$865,714 \text{ t/m}^2$$

$$8489,757 \text{ kN/M}^2$$

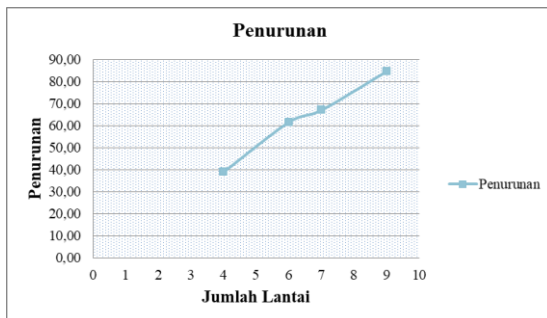
$$D_f/B = 0,116 \text{ m}$$

$$L/B = 1,329 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
 H/B &= 0,626 \text{ m} \\
 q &= 229,831 \text{ kN/M}^2 \\
 A_1 &= 0,210 \\
 A_2 &= 0,960 \\
 s_e &= A_1 A_2 \frac{qB}{E_s} \\
 &= 0,210 * 0,960 * \frac{229,831 * 15,5}{8489,757} \\
 &= 0,085 \text{ m} \\
 &= 84,593 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi, Penurunan pondasi Konstruksi Sarang Laba Laba ialah sebesar 84,593 mm



**Grafik 2.** Nilai Perhitungan Penurunan pondasi gedung 4,6,7, dan 9.  
 (Sumber: Perhitungan excel)

#### L. Perhitungan Kekakuan ( $K_r$ )

Kekakuan ini disebabkan adanya pembebanan dari berat struktur pada pondasi.

$$K_r = \frac{E' I_b}{E_s B^3}$$

Dimana:

$E'$  = modulus elastisitas bahan yang digunakan dalam struktur

$E_s$  = modulus elastisitas tanah

$B$  = lebar pondasi

$I_b$  = momen inersia struktur per satuan panjang tegak lurus terhadap  $B$

Dimana keterangan diatas dapat dinyatakan dengan rumus dibawah ini:

$$E' I_b = E' \left( I_F + \sum I_b + \sum \frac{ah^3}{12} \right)$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 F'c &= 30 \text{ mpa} \\
 E' &= 4700 \sqrt{30} \text{ Mpa} \\
 &= 25742,960 \text{ Mpa} \\
 &= 2625009,652 \text{ t/m}^2 \\
 N \text{ spt} &= 28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{oed} &= 303 \text{ Kpa} \\
 E_s &= 28 \times 303 \\
 &= 8484,000 \text{ Kpa} \\
 &= 865,714 \text{ t/m}^2 \\
 B &= 15,5 \text{ m} \\
 T. \text{Plat} &= 0,2 \text{ m} \\
 IF &= 1/12 * B * T. \text{Plat} \\
 &= 0,258 \text{ m}^2 \\
 \sum I_b &= 0 \\
 \sum \frac{ah^3}{12} &= 6 * 0,25 * 1,6^3 / 12 \\
 &= 0,512 \text{ m}^2 \\
 E' I_b &= 2022132,435 \text{ t/m}^2 \\
 K_r &= 2022132,435 \\
 &\quad / (865,714 * 15,5^3) \\
 &= 0,627 \text{ t/m}^2 > 0,5
 \end{aligned}$$

Jadi Kekakuan ini disebabkan adanya pembebanan dari berat struktur pada pondasi sebesar  $0,627 \text{ t/m}^2 < 0,5$ .

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari perhitungan tugas akhir ini tentang optimasi jumlah lantai gedung mall dengan menggunakan pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) di Kalijompo Jember:

1. Untuk gedung mall kalijompo dengan menggunakan pondasi pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) masih stabil dengan tegangan tanah maksimum sebesar 229,831 KN/m<sup>2</sup> lebih kecil dari daya dukung KSSL ( $q_a$ ) sebesar 232,755 KN/m<sup>2</sup>.
2. Untuk optimasi stabilitas pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) terdapat beberapa gedung bertingkat diantaranya:
  - Gedung lantai 4 memiliki tegangan sebesar 106,057 KN/m<sup>2</sup>
  - Gedung lantai 6 memiliki tegangan sebesar 167,277 KN/m<sup>2</sup>
  - Gedung lantai 7 memiliki tegangan sebesar 182,192 KN/m<sup>2</sup>
  - Gedung lantai 9 memiliki tegangan sebesar 229,831 KN/m<sup>2</sup>

Untuk nilai daya dukung KSSL ( $q_a$ ) sebesar 232,755 KN/m<sup>2</sup>, jadi dari gedung yang paling optimal pada gedung lantai 9

yang memiliki tegangan tanah maksimum lebih kecil dari daya dukung KSSL ( $q_a$ ).

3. Untuk penurunan pondasi pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) terdapat beberapa gedung bertingkat diantaranya:

- Gedung lantai 4 memiliki Penurunan sebesar 39,0 KN/m<sup>2</sup>
- Gedung lantai 6 memiliki Penurunan sebesar 61,6 KN/m<sup>2</sup>
- Gedung lantai 7 memiliki Penurunan sebesar 67,1 KN/m<sup>2</sup>
- Gedung lantai 9 memiliki Penurunan sebesar 84,6 KN/m<sup>2</sup>

jadi dari gedung yang paling optimal pada gedung lantai 4 yang memiliki Penurunan pondasi sebesar  $39,0 < 51$  mm.

4. Untuk kekakuan pondasi pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) sebesar  $0,627 \text{ t/m}^2 > 0,5$ .

#### B. Saran

Diberikan beberapa saran dan masukan berdasarkan temuan kajian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan perencanaan dan penulangan pada rib dan plat pondasi konstruksi sarang laba-laba.
2. Data tanah yang lengkap dan akurat harus digunakan untuk mendukung desain dan perencanaan pondasi konstruksi sarang laba-laba.

#### 6. DAFTAR PUSTKA

Ambarwatidewi, R. D. A. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka Perencanaan Konstruksi Sarang Laba-Laba Sebagai Alternatif Pondasi Pada Gedung Kuliah Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang, 9–25.

Amirullah, R. P. (2020). Bab II Landasan Teori Alternatif Perencanaan Bangunan Struktur Bawah Gedung Rsu. Muhammadiyah Lamongan Dengan Pondasi Sarang Laba-Laba. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 8–24.

Badan Standardisasi Nasional. (2018). RSNi 1727:2018 Beban Minimum untuk

Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standardisasi Nasional, 196. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

BRAJA M. DAS. (2011). *Principles of Foundation Engineering*, SI Seventh Edition Braja Das. (Vol. 1999, Issue December).

Dwimauidina, N. (2020). Analisis Penggunaan Pondasi Sarang Laba – Laba Terhadap Gedung Bertingkat. *Teknik Sipil*.

Harsono, M. P. (2021). Menjadi Struktur Beton Tahan Gempa ( Studi Kasus : Gedung Kuliah Kampus Unej Cabang Bondowoso ) “ *Study Of Steel Structure Redesign Standardization Become A Earthquake-Resistant Concrete Structure*” ( Case Study : Bondowoso Branch Unej Campus Lecture Buil. 3(1), 1–13.

Bkb, T., Prodi, G., Sipil, T., & Uns, F. T. (n.d.). Daya dukung pondasi telapak berdasarkan pengujian lapangan Sondir.

Palbeno, W., Rasidi, N., & Pandulu, G. D. (2018). Perencanaan Gedung Perkuliahan 3 Lantai Dengan Pondasi Sarang Laba-Laba Di Universitas Timor (TTU). *Teknik Sipil*, 3(1).

PU, D. (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).

Rizki Akbar Julianto Pembimbing, D., Alihudien, A., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Jember, U. M., Kontruksi, R., Rib, D., & Pendahuluan, I. (n.d.). Study Alternatif Penggunaan Pondasi Kssl ( Kontruksi Sarang Laba – Laba ) Pada Pekerjaan Ruko Nine Harbour.

SNI 1726:2019. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, 8, 254.

Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, 2, 1–373.