

## STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN MALANG MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (*DUAL SYSTEM*)

Pilar Cahyo Indra Saktiawan<sup>1</sup>, Ester Priskasari<sup>2</sup>, Mohammad Erfan<sup>3</sup>

<sup>123)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: [pilarsaktiawan4@gmail.com](mailto:pilarsaktiawan4@gmail.com)

### ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that is very prone to earthquakes, one of the causes is that Indonesia is sandwiched between 3 earth plates which allows a shift between these plates so that it can cause earthquakes. Therefore it is necessary to anticipate efforts to improve the quality of infrastructure development such as high-rise buildings that are designed to be able to withstand the forces of the earthquake that occur in order to minimize structural damage to the building and the presence of casualties. The building to be reviewed is the Begawan Malang apartment building. In connection with this, the authors try to conduct a planning study on the Begawan Malang apartment building using a dual system (*Dual System*), namely a special moment-bearing frame system and structural or shear walls. In which this paper will focus on the planning of the reinforcement of structural elements of beams, columns and walls as well as knowing the detailed drawings of the reinforcement in the structure of beams, columns, beam column relationships, and shear walls of the plan. Where are the results of the planning, with the reinforcement design obtained on beams with dimensions of 450 mm x 750 mm with longitudinal reinforcement in the right and left support areas, namely 4D29 tensile reinforcement and 3D29 compression reinforcement and in the field area with 2D29 tensile reinforcement and 3D29 compression reinforcement. For column elements with dimensions of 900 mm x 900 mm, longitudinal reinforcement is obtained 28D32 and transverse reinforcement in the plastic hinge area 4 Ø 12 - 80 mm, the outer area of the plastic hinge: 4 Ø 12 - 100 mm, and the area of the through connection: 4 Ø 12 - 100 mm. And the structural wall (shearwall) has dimensions of 4200 mm x 450 mm with 40D32 longitudinal reinforcement and transverse reinforcement in the boundary area Ø 12 - 120 mm and in the area of the shear wall 12 - 300 mm.

Keywords: *Dual System, Moment Bearer Frame System, Treatment Planning*

### ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang sangat rawan terjadinya gempa, salah satu penyebabnya adalah diapitnya Indonesia oleh 3 lempengan bumi yang memungkinkan terjadinya pergeseran diantara lempengan tersebut sehingga dapat menyebabkan terjadinya gempa bumi. Oleh karena itu perlu adanya upaya pengantisipasi dengan meningkatkan kualitas pembangunan infrastruktur seperti gedung bertingkat tinggi yang di desain mampu menahan gaya gempa yang terjadi agar dapat meminimalisir kerusakan struktur pada gedung dan adanya korban jiwa. Gedung yang akan ditinjau adalah gedung apartemen Begawan Malang. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis mencoba melakukan studi perencanaan pada gedung apartemen Begawan Malang menggunakan sistem ganda (*Dual System*) yaitu sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural atau dinding geser. Yang mana penulisan ini akan difokuskan pada perencanaan penulangan elemen balok, kolom, dan dinding struktural serta mengetahui gambar detail dari penulangan pada struktur balok, kolom, hubungan balok kolom, dan dinding geser dari perencanaan tersebut. Dimana hasil dari perencanaan, dengan desain penulangan yang didapatkan pada balok dengan dimensi 450 mm x 750 mm dengan tulangan longitudinal pada daerah tumpuan kanan dan kiri yaitu tulangan tarik 4D29 dan tulangan tekan 3D29 serta pada daerah lapangan dengan tulangan tarik 2D29 dan tulangan tekan 3D29. Pada elemen kolom dengan dimensi 900 mm x 900 mm maka diperoleh tulangan longitudinal 28D32 serta tulangan transversal pada daerah sendi plastis 4 Ø 12 - 80 mm, daerah luar sendi plastis : 4 Ø 12 - 100 mm, dan daerah sambungan lewatan : 4 Ø 12 - 100 mm. Dan pada dinding struktural (*shearwall*) memiliki dimensi 4200 mm x 450 mm dengan tulangan longitudinal 40D32 dan tulangan transversal pada daerah boundary Ø 12 - 120 mm dan pada daerah badan dinding geser Ø 12 - 300 mm.

Kata kunci: Sistem Ganda, Sistem Rangka Pemikul Momen, Perencanaan Penulangan

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan letak geografis yang rawan terjadi gempa dan Kota Malang masuk dalam kategori daerah rawan gempa di Indonesia karena diapit oleh lempengan besar yaitu Indo-Australia dan Eurasia. Apartemen Begawan sendiri merupakan salah satu proyek pembangunan gedung di Kota Malang. Total gedung ini memiliki luas 56.669 m<sup>2</sup> dan terdiri dari 4 tower dengan ketinggian berbeda-beda. Tetapi pada studi kali ini difokuskan pada tower dengan jumlah lantai 17, tinggi 50,9 dan luas 581 m<sup>2</sup>. Pada perencanaan ini, struktur atas gedung adalah beton bertulang dengan menggunakan sistem ganda (*Dual System*).

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Berapa dimensi penampang balok, kolom, dan dinding geser ?
2. Berapa tulangan yang dibutuhkan pada struktur balok dan kolom ?
3. Berapa tulangan yang dibutuhkan pada hubungan balok kolom ?
4. Berapa tulangan yang di butuhkan pada dinding geser ?
5. Bagaimana gambar detail penulangan pada struktur balok ,kolom ,hubungan balok kolom dan dinding geser dari hasil perencanaan ?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Penyusunan skripsi ini dimaksud kan untuk merencanakan struktur pada gedung apartemen Begawan Malang dengan menggunakan sistem ganda yaitu sistem rangka pemikul momen (SRPM) dan dinding geser (Shearwall). Yang mana diharapkan dengan mendesain apartemen Begawan menggunakan desain ganda tersebut struktur dapat bekerja secara daktail. Adapun tujuan lain dari skripsi ini adalah :

1. Mengetahui dimensi penampang balok, kolom, dan dinding geser.
2. Mengetahui tulangan yang dibutuhkan pada struktur balok dan kolom.
3. Mengetahui tulangan yang dibutuhkan pada hubungan balok kolom.
4. Mengetahui tulangan yang di butuhkan pada dinding geser.
5. Mengetahui gambar detail penulangan pada struktur balok ,kolom ,hubungan balok kolom dan dinding geser dari hasil perencanaan.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, perlu dilakukan batasan masalah yang akan dibahas. Adapun batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi yang akan dihitung adalah apartemen Begawan bangunan sisi sayap dengan jumlah tingkat 17 lantai.
2. Gedung direncanakan menggunakan sistem ganda (*Dual System*) yaitu portal beton bertulang dan dinding geser.
3. Perhitungan difokuskan pada elemen struktur atas apartemen Begawan Malang meliputi kolom ,balok dan dinding geser.
4. Program bantu menggunakan ETABS 2016 V.16.2.1.
5. Peraturan yang digunakan sebagai berikut :
  - a. SNI 2847 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
  - b. SNI 2847 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
  - c. SNI 1726 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
  - d. SNI 1726 2013 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
  - e. SNI 1727 2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Dasar

Gempa bumi merupakan suatu getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari perut bumi dan juga disebabkan oleh pergerakan kerak bumi/lempeng bumi. Bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang di desain semaksimal mungkin tahan terhadap gaya gempa yang terjadi atau dengan kata lain bangunan tersebut memiliki sifat daktail atau daktilitas yang mampu menahan gaya bolak-balik akibat gempa.

### 2.2 Pembebanan

#### 1. Beban Mati

Beban yang berasal dari berat seluruh konstruksi yang terpasang pada gedung tersebut. Beban mati ini menggunakan peraturan PPPURG 1987.

#### 2. Beban Hidup

Beban hidup diakibatkan oleh penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi. Beban hidup ini menggunakan peraturan SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur

### 3. Beban Gempa

Beban yang bekerja pada gedung disebabkan oleh pergerakan tanah akibat gempa bumi. Beban gempa ini menggunakan peraturan SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung.

#### 2.3 Kombinasi Pembebanan

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L$
3.  $1,2D + L + Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D) + Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
4.  $1,2D + L + Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D) - Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
5.  $1,2D + L - Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D) + Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
6.  $1,2D + L - Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D) - Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
7.  $1,2D + L + Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D) + Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
8.  $1,2D + L - Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D) + Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
9.  $1,2D + L + Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D) - Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
10.  $1,2D + L - Q_{Ey} (\Omega_0 + 0,2SDS D) - Q_{Ex} (\Omega_0 + 0,2SDS D)$
11.  $0,9D + L + Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D) + Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
12.  $0,9D + L - Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D) + Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
13.  $0,9D + L + Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D) - Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
14.  $0,9D + L - Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D) - Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
15.  $0,9D + L + Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D) + Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
16.  $0,9D + L - Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D) + Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
17.  $0,9D + L + Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D) - Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$
18.  $0,9D + L - Q_{Ey} (\Omega_0 - 0,2SDS D) - Q_{Ex} (\Omega_0 - 0,2SDS D)$

#### 2.4 Kontrol Perilaku Struktur

##### 1. Eksentrisitas.

Menurut SNI 1726 2002 halaman 6, e adalah eksentrisitas teoritis antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung.

##### 2. Base Shear.

Pada SNI 1726 2019 pasal 7.9.4.1 berbunyi yaitu  $V_{dinamis} \geq 100\% V_{statis}$ , maka konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi dinamis.

### 3. Partisipasi Massa.

Syarat partisipasi massa menurut SNI 1726 2019 pasal 7.9.1.1 halaman 77 yang mana partisipasi massa harus mencapai lebih dari 90%.

### 4. Simpangan.

Menurut SNI 1726 2019 pasal 7.12.1 dijelaskan bahwa kontrol desain struktur dilakukan terhadap pengecekan batas simpangan antar lantai.

### 5. Kontribusi rangka dan dinding geser terhadap gaya gempa.

Dalam SNI 1726 2019 pasal 7.2.5.1 menyatakan bahwa untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismic desain.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Data Perencanaan

1. Nama Bangunan = Apartemen Begawan
2. Lokasi Bangunan = Jl. Raya Tlogomas No.1-3 Lowokwaru, Malang, Jawa Timur
3. Fungsi Bangunan = Hunian
4. Jumlah Lantai = 17 Lantai
5. Struktur Bangunan = Beton Bertulang
6. Luas Bangunan = +/- 56.669 m<sup>2</sup>.

### 3.2 Studi Literatur

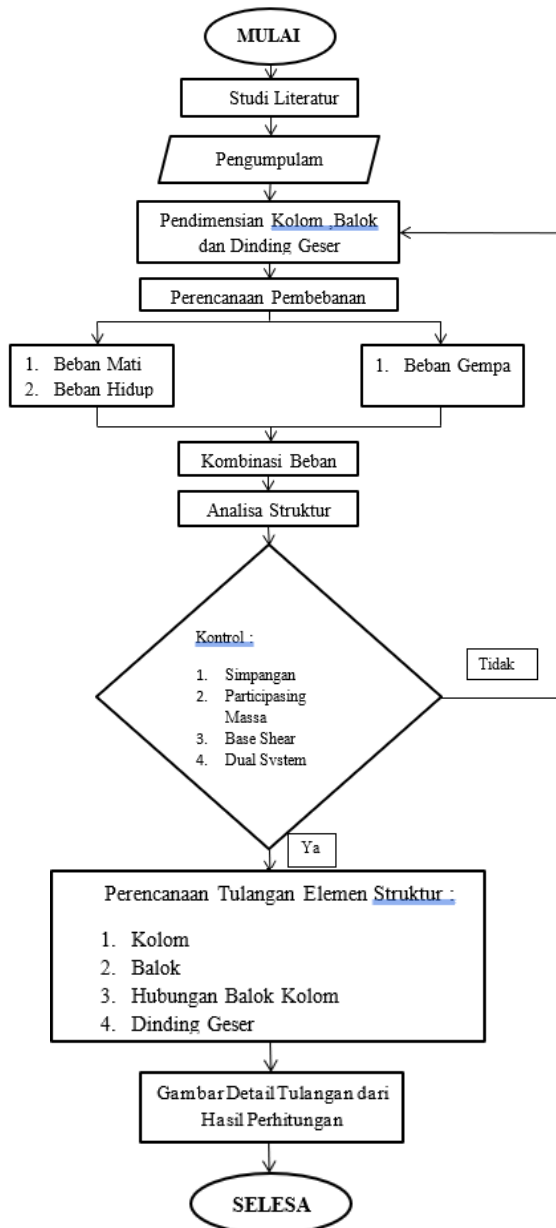
Literatur yang digunakan sebagai pedoman perencanaan yaitu :

1. SNI 2847 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 2847 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
3. SNI 1726 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Banngunan Gedung dan Non Gedung.
4. SNI 1726 2002 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
5. SNI 1727 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

### 3.3 Pemodelan dan Analisa Struktur.

Untuk menghitung gaya-gaya dalam pada studi perencanaan struktur atas Gedung Apartemen Begawan Malang digunakan program bantu ETABS 2016 V.16.2.1.

### 3.4 Bagan Alir.



Gambar 1. Bagan Alir

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Dimensi Balok, Kolom, dan Dinding Geser.

#### a. Dimensi Balok

| Balok  | Lantai B1 – LMR |   |          |
|--------|-----------------|---|----------|
|        | <i>b</i>        | - | <i>H</i> |
| B1     | 0,20 m          | - | 0,50 m   |
| B2     | 0,30 m          | - | 0,45 m   |
| B3     | 0,35 m          | - | 0,50 m   |
| B4     | 0,35 m          | - | 0,60 m   |
| B5     | 0,45 m          | - | 0,75 m   |
| B6 LMR | 0,30 m          | - | 0,40 m   |

Tabel 1. Dimensi Balok

#### b. Dimensi Kolom

| Balok | Lantai B1 – LMR |   |          |
|-------|-----------------|---|----------|
|       | <i>b</i>        | - | <i>H</i> |
| K1    | 0,70 m          | - | 0,70 m   |
| K2    | 0,80 m          | - | 0,80 m   |
| K3    | 0,90 m          | - | 0,90 m   |
| K4    | 0,60 m          | - | 0,60 m   |

Tabel 2. Dimensi Kolom

#### c. Dimensi Dinding Geser

Tebal dinding geser adalah 450 mm (45 cm).

### 4.2 Pembebanan.

#### a. Beban Mati

##### • Selfweight

Selfweight merupakan berat sendiri gedung meliputi balok, kolom, dan pelat dihitung otomatis oleh program bantu ETABS 2016.

##### • Beban mati tambahan

Beban mati tambahan plat atap

Beban mati tambahan plat lantai

Beban mati tambahan pada balok

#### b. Beban Hidup

Beban hidup mengacu pada SNI 1727 2013 :

- Koridor = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- Lantai atap ( Taman ) = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- Balkon = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- Garasi B1 dan LG = 1,92 KN/m<sup>2</sup>
- ( tidak bisa direduksi )
- Ruang pribadi = 1,92 KN/m<sup>2</sup>
- Lobby untuk GF dan UG = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- ( tidak bisa direduksi )
- Ruang makan dan restoran = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- ( tidak bisa direduksi )
- Supermarket lantai GF = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- Beban tangga = 4,79 KN/m<sup>2</sup>
- Ruang mesin elevator = 0,13 KN/m<sup>2</sup>

#### c. Beban Gempa

- Cvx = 422061,161 Kg
- Cvy = 422061,161 Kg

| No     | Lantai        | W (weight) Kg | Tinggi lantai(m) |
|--------|---------------|---------------|------------------|
| 1      | LG            | 533494        | 3,50             |
| 2      | GF            | 550701        | 4,08             |
| 3      | UG            | 461884        | 4,20             |
| 4      | 3             | 394736        | 3,15             |
| 5      | 5             | 394747        | 3,15             |
| 6      | 6             | 394747        | 3,15             |
| 7      | 7             | 394120        | 3,15             |
| 8      | 8             | 394120        | 3,15             |
| 9      | 9             | 394120        | 3,15             |
| 10     | 10            | 388987        | 3,15             |
| 11     | 11            | 363342        | 3,15             |
| 12     | 12            | 355544        | 3,15             |
| 13     | 15            | 374257        | 3,15             |
| 14     | 16            | 374208        | 3,15             |
| 15     | 17 (Roof top) | 340116        | 3,15             |
| 16     | Rumah Lift    | 32020         | 3,00             |
| Jumlah |               | 6141146       | 53               |

Tabel 3. Berat seismik struktur tiap lantai

| Wix $m^k$   | Wix $m^k$   | Fx (Kg)   | Fy (Kg)   |
|-------------|-------------|-----------|-----------|
| 3146267.322 | 3146267.322 | 39098.890 | 39098.890 |
| 3958764.383 | 3958764.383 | 49195.849 | 49195.849 |
| 3526618.618 | 3526618.618 | 43825.543 | 43825.543 |
| 2005200.835 | 2005200.835 | 24918.775 | 24918.775 |
| 2005258.441 | 2005258.441 | 24919.491 | 24919.491 |
| 2005258.441 | 2005258.441 | 24919.491 | 24919.491 |
| 2002072.764 | 2002072.764 | 24879.802 | 24879.802 |
| 2002072.764 | 2002072.764 | 24879.802 | 24879.802 |
| 2002072.764 | 2002072.764 | 24879.802 | 24879.802 |
| 1975994.994 | 1975994.994 | 24555.832 | 24555.832 |
| 1845723.789 | 1845723.789 | 22936.942 | 22936.942 |
| 1806108.622 | 1806108.622 | 22444.642 | 22444.642 |
| 1901171.176 | 1901171.176 | 23625.991 | 23625.991 |
| 1900921.552 | 1900921.552 | 23622.889 | 23622.889 |
| 1727740.134 | 1727740.134 | 21470.751 | 21470.751 |
| 151795.298  | 151795.298  | 1886.371  | 1886.371  |
| 33963042    | 33963042    | 422061    | 422061    |

Tabel 4. Rekapitulasi gaya gempa lateral

|                                                               |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| Kategori resiko                                               | II     |
| Faktor keutamaan gempa ( $I_e$ )                              | 1      |
| Kelas situs tanah                                             | SE     |
| Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek (SS) g  | 0,8564 |
| Parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S1) g | 0,4012 |
| Transisi periode panjang (TL) detik                           | 20     |
| Faktor amplifikasi periode pendek (Fa)                        | 1,215  |
| Faktor amplifikasi periode 1 detik (Fv)                       | 2,3976 |
| Percepatan pada periode pendek (SMS) g                        | 1,040  |
| Percepatan pada periode 1 detik (SM1) g                       | 0,962  |
| Percepatan desain pada periode pendek (SDS) g                 | 0,694  |
| Percepatan desain pada periode 1 detik (SD1) g                | 0,641  |
| Kategori Desain Seismik (KDS)                                 | D      |

Tabel 5. Rekapitulasi parameter beban gempa

#### 4.3 Kontrol Perilaku Struktur

##### a. Eksentrisitas

- Eksentrisitas teoritis

Eksentrisitas teoritis =

Pusat massa – Pusat rotasi

| Story | Pusat Massa |       | Pusat Rotasi |       | e (Eksentrisitas teoritis) |        |
|-------|-------------|-------|--------------|-------|----------------------------|--------|
|       | X           | Y     | X            | Y     | X                          | Y      |
| LMR   | 18.757      | 7.459 | 28.002       | 2.638 | -9.245                     | 4.821  |
| 17    | 18.695      | 7.235 | 29.892       | 2.074 | -11.198                    | 5.161  |
| 16    | 18.662      | 6.264 | 30.154       | 2.031 | -11.493                    | 4.233  |
| 15    | 18.632      | 5.526 | 29.693       | 2.165 | -11.301                    | 3.361  |
| 12    | 18.631      | 5.526 | 29.543       | 2.364 | -10.912                    | 3.161  |
| 11    | 18.631      | 5.526 | 29.085       | 2.573 | -10.453                    | 2.953  |
| 10    | 18.660      | 5.532 | 28.589       | 2.772 | -9.929                     | 2.761  |
| 9     | 18.660      | 5.532 | 28.075       | 2.956 | -9.415                     | 2.576  |
| 8     | 18.660      | 5.532 | 27.555       | 3.123 | -8.895                     | 2.410  |
| 7     | 18.803      | 5.519 | 27.055       | 3.270 | -8.233                     | 2.249  |
| 6     | 18.796      | 5.502 | 26.540       | 3.395 | -7.744                     | 2.107  |
| 5     | 19.845      | 5.495 | 26.077       | 3.507 | -6.232                     | 1.989  |
| 3     | 18.908      | 5.521 | 25.617       | 3.626 | -6.714                     | 1.895  |
| UG    | 18.902      | 5.522 | 25.197       | 3.744 | -6.295                     | 1.778  |
| GF    | 18.578      | 5.645 | 24.838       | 3.845 | -6.259                     | 1.800  |
| LG    | 31.827      | 2.100 | 30.941       | 2.356 | 0.886                      | -0.256 |

Tabel 5. Eksentrisitas teoritis

- Eksentrisitas rencana

Eksentrisitas rencana =

$1,5e + 0,05b$

| Story | $ed = 1,5e + 0,05b$ |       | $ed = e - 0,05b$ |        |
|-------|---------------------|-------|------------------|--------|
|       | X                   | Y     | X                | Y      |
| LMR   | -13.094             | 8.005 | -10.019          | 4.047  |
| 17    | -16.023             | 8.515 | -11.972          | 4.387  |
| 16    | -16.465             | 7.124 | -12.266          | 3.459  |
| 15    | -16.177             | 5.815 | -12.074          | 2.587  |
| 12    | -15.594             | 5.516 | -11.686          | 2.388  |
| 11    | -14.906             | 5.203 | -11.227          | 2.179  |
| 10    | -14.120             | 4.915 | -10.703          | 1.987  |
| 9     | -13.349             | 4.638 | -10.189          | 1.803  |
| 8     | -12.569             | 4.388 | -9.669           | 1.636  |
| 7     | -11.575             | 4.147 | -9.006           | 1.475  |
| 6     | -9.342              | 3.934 | -7.518           | 1.333  |
| 5     | -8.575              | 3.757 | -7.006           | 1.215  |
| 3     | -9.297              | 3.617 | -7.487           | 1.122  |
| UG    | -8.669              | 3.441 | -7.069           | 1.004  |
| GF    | -8.615              | 3.473 | -7.033           | 1.026  |
| LG    | 2.103               | 0.389 | 0.112            | -1.030 |

Tabel 6. Eksentrisitas rencana

##### b. Base Shear

Dari hasil akhir diatas , maka syarat SNI 1726-2019 pasal 7.9.4.1 yaitu  $V_{dinamik} \geq V_{statik}$

| Arah | $V_{dinamik}$ | $V_{statik}$ | Keterangan |
|------|---------------|--------------|------------|
| X    | 4220,611      | 4220,611     | Dinamis    |
| Y    | 3984,818      | 3984,382     | Dinamis    |

Tabel 7. Nilai akhir  $v_{dinamik}$  dan  $v_{statik}$

##### c. Partisipasi Masa

Menurut SNI 1726 2019 pasal 7.9.1.1 menyebutkan bahwa partisipasi masa telah terpenuhi jika telah mencapai lebih dari 90%.

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios |      |               |             |              |    |        |        |        |
|----------------------------------------|------|---------------|-------------|--------------|----|--------|--------|--------|
| Case                                   | Mode | Period<br>sec | UX          | UY           | UZ | Sum UX | Sum UY | Sum UZ |
| Modal                                  | 1    | 1.597         | 0.057       | 0.4992       | 0  | 0.057  | 0.4992 | 0      |
| Modal                                  | 2    | 1.245         | 0.6597      | 0.0514       | 0  | 0.7167 | 0.5507 | 0      |
| Modal                                  | 3    | 0.991         | 0.0052      | 0.1427       | 0  | 0.7219 | 0.6933 | 0      |
| Modal                                  | 4    | 0.5           | 0.0116      | 0.0802       | 0  | 0.7335 | 0.7735 | 0      |
| Modal                                  | 5    | 0.358         | 0.1156      | 0.013        | 0  | 0.8492 | 0.7865 | 0      |
| Modal                                  | 6    | 0.262         | 0.0064      | 0.0139       | 0  | 0.8556 | 0.8004 | 0      |
| Modal                                  | 7    | 0.233         | 0.0002      | 0.0759       | 0  | 0.8557 | 0.8763 | 0      |
| Modal                                  | 8    | 0.172         | 0.0359      | 0.0068       | 0  | 0.8916 | 0.8831 | 0      |
| Modal                                  | 9    | 0.166         | 0.0101      | 0.0089       | 0  | 0.9017 | 0.892  | 0      |
| Modal                                  | 10   | 0.156         | 0           | 0.00003236   | 0  | 0.9017 | 0.892  | 0      |
| Modal                                  | 11   | 0.156         | 0           | 0.000007843  | 0  | 0.9017 | 0.892  | 0      |
| Modal                                  | 12   | 0.156         | 0           | 0.0000003836 | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 13   | 0.156         | 0           | 7.816E-07    | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 14   | 0.156         | 0           | 8.728E-07    | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 15   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 16   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 17   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 18   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 19   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 20   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 21   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 22   | 0.156         | 0           | 0            | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 23   | 0.156         | 0           | 0.000000579  | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 24   | 0.156         | 0           | 0.000003796  | 0  | 0.9017 | 0.8921 | 0      |
| Modal                                  | 25   | 0.144         | 0.008       | 0.0018       | 0  | 0.9097 | 0.8939 | 0      |
| Modal                                  | 26   | 0.143         | 0.00004514  | 0.0069       | 0  | 0.9098 | 0.9008 | 0      |
| Modal                                  | 27   | 0.12          | 0.0011      | 0.0006       | 0  | 0.9109 | 0.9014 | 0      |
| Modal                                  | 28   | 0.116         | 0.0017      | 0.0002       | 0  | 0.9126 | 0.9096 | 0      |
| Modal                                  | 29   | 0.098         | 0.0117      | 0.023        | 0  | 0.9243 | 0.9327 | 0      |
| Modal                                  | 30   | 0.096         | 0.015       | 0.0033       | 0  | 0.9393 | 0.936  | 0      |
| Modal                                  | 31   | 0.089         | 0.0014      | 0.0087       | 0  | 0.9407 | 0.9448 | 0      |
| Modal                                  | 32   | 0.071         | 0.0015      | 0.0028       | 0  | 0.9422 | 0.9475 | 0      |
| Modal                                  | 33   | 0.066         | 0.0174      | 0.0035       | 0  | 0.9597 | 0.951  | 0      |
| Modal                                  | 34   | 0.062         | 0.00002096  | 0.0023       | 0  | 0.9597 | 0.9533 | 0      |
| Modal                                  | 35   | 0.06          | 0.0003      | 0.0098       | 0  | 0.96   | 0.9631 | 0      |
| Modal                                  | 36   | 0.058         | 0.00004205  | 0.0005       | 0  | 0.96   | 0.9636 | 0      |
| Modal                                  | 37   | 0.057         | 0.0007      | 0.0034       | 0  | 0.9608 | 0.967  | 0      |
| Modal                                  | 38   | 0.049         | 0.0127      | 0.0013       | 0  | 0.9734 | 0.9683 | 0      |
| Modal                                  | 39   | 0.048         | 0.0003      | 0.002        | 0  | 0.9737 | 0.9704 | 0      |
| Modal                                  | 40   | 0.043         | 0.0002      | 0.0083       | 0  | 0.9739 | 0.9786 | 0      |
| Modal                                  | 41   | 0.042         | 0.0008      | 0.0004       | 0  | 0.9746 | 0.979  | 0      |
| Modal                                  | 42   | 0.042         | 0.0003      | 0.0011       | 0  | 0.975  | 0.9801 | 0      |
| Modal                                  | 43   | 0.042         | 0.00001298  | 0            | 0  | 0.975  | 0.9801 | 0      |
| Modal                                  | 44   | 0.042         | 0.000000179 | 0.000002437  | 0  | 0.975  | 0.9801 | 0      |
| Modal                                  | 45   | 0.042         | 0.000003856 | 0            | 0  | 0.975  | 0.9801 | 0      |

Tabel 8. Modal partisipasi mass ratio

d. **Simpangan**

Berdasarkan SNI 1726 2019 pasal 7.8.6 dan 7.12.1 dijelaskan bahwa kontrol desain struktur dilakukan terhadap pengecekan batas simpangan antar lantai.

• **Simpangan arah x**

| STORY | Hsx<br>(mm) | δe<br>(mm) | δ<br>(mm) | Δi<br>(mm) | Δijin<br>(mm) | KET      |
|-------|-------------|------------|-----------|------------|---------------|----------|
| LMR   | 3000        | 48,993     | 269,4615  | 8,7725     | 60            | Memenuhi |
| 17    | 3150        | 47,398     | 260,689   | 12,3255    | 63            | Memenuhi |
| 16    | 3150        | 45,157     | 248,3635  | 13,1945    | 63            | Memenuhi |
| 15    | 3150        | 42,758     | 235,169   | 13,915     | 63            | Memenuhi |
| 12    | 3150        | 40,228     | 221,254   | 16,1205    | 63            | Memenuhi |
| 11    | 3150        | 37,297     | 205,1335  | 17,688     | 63            | Memenuhi |
| 10    | 3150        | 34,081     | 187,4455  | 18,5955    | 63            | Memenuhi |
| 9     | 3150        | 30,7       | 168,85    | 19,723     | 63            | Memenuhi |
| 8     | 3150        | 27,114     | 149,127   | 20,625     | 63            | Memenuhi |
| 7     | 3150        | 23,364     | 128,502   | 21,186     | 63            | Memenuhi |
| 6     | 3150        | 19,512     | 107,316   | 21,2575    | 63            | Memenuhi |
| 5     | 3150        | 15,647     | 86,0585   | 20,834     | 63            | Memenuhi |
| 3     | 3150        | 11,859     | 65,2245   | 19,679     | 63            | Memenuhi |
| UG    | 4200        | 8,281      | 45,5455   | 23,353     | 84            | Memenuhi |
| GF    | 4025        | 4,035      | 22,1925   | 16,071     | 80,5          | Memenuhi |
| LG    | 3500        | 1,113      | 6,1215    | 6,1215     | 70            | Memenuhi |

**Tabel 9. Simpangan arah X**

• **Simpangan arah y**

| STORY | Hsx<br>(mm) | δe<br>(mm) | δ<br>(mm) | Δi<br>(mm) | Δijin<br>(mm) | KET      |
|-------|-------------|------------|-----------|------------|---------------|----------|
| LMR   | 3000        | 53,833     | 296,0815  | -351,0155  | 60            | Memenuhi |
| 17    | 3150        | 117,654    | 647,097   | 21,7525    | 63            | Memenuhi |
| 16    | 3150        | 113,699    | 625,3445  | 26,6035    | 63            | Memenuhi |
| 15    | 3150        | 108,862    | 598,741   | 31,24      | 63            | Memenuhi |
| 12    | 3150        | 103,182    | 567,501   | 36,1625    | 63            | Memenuhi |
| 11    | 3150        | 96,607     | 531,3385  | 39,754     | 63            | Memenuhi |
| 10    | 3150        | 89,379     | 491,5845  | 43,835     | 63            | Memenuhi |
| 9     | 3150        | 81,409     | 447,7495  | 47,6795    | 63            | Memenuhi |
| 8     | 3150        | 72,74      | 400,07    | 50,985     | 63            | Memenuhi |
| 7     | 3150        | 63,47      | 349,085   | 53,5865    | 63            | Memenuhi |
| 6     | 3150        | 53,727     | 295,4985  | 54,9175    | 63            | Memenuhi |
| 5     | 3150        | 43,742     | 240,581   | 55,275     | 63            | Memenuhi |
| 3     | 3150        | 33,692     | 185,306   | 54,0595    | 63            | Memenuhi |
| UG    | 4200        | 23,863     | 131,2465  | 66,88      | 84            | Memenuhi |
| GF    | 4025        | 11,703     | 64,3665   | 46,101     | 80,5          | Memenuhi |
| LG    | 3500        | 3,321      | 18,2655   | 18,2655    | 70            | Memenuhi |

**Tabel 10. Simpangan arah Y**

e. **Kontrol Dual System**

Dalam SNI 1726-2019 pasal 7.2.5.1 menyatakan bahwa untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain.

| NO | KOMBINASI        | SHEARWALL         | RANGKA            |
|----|------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | KOMBINASI 1      | 88,241531         | 11,758469         |
| 2  | KOMBINASI 2      | 84,57256586       | 15,42743414       |
| 3  | KOMBINASI 3 MAX  | 73,99049827       | 26,00950173       |
| 4  | KOMBINASI 3 MIN  | 73,68089102       | 26,31910898       |
| 5  | KOMBINASI 4 MAX  | 73,9879817        | 26,0120183        |
| 6  | KOMBINASI 4 MIN  | 73,65588247       | 26,34411753       |
| 7  | KOMBINASI 5 MAX  | 73,98235457       | 26,01764543       |
| 8  | KOMBINASI 5 MIN  | 73,64807363       | 26,35192637       |
| 9  | KOMBINASI 6 MAX  | 73,9798352        | 26,0201648        |
| 10 | KOMBINASI 6 MIN  | 73,64973104       | 26,35026896       |
| 11 | KOMBINASI 7 MAX  | 73,28679405       | 26,71320595       |
| 12 | KOMBINASI 7 MIN  | 73,10071405       | 26,89928595       |
| 13 | KOMBINASI 8 MAX  | 73,28251195       | 26,71748805       |
| 14 | KOMBINASI 8 MIN  | 73,10350724       | 26,89649276       |
| 15 | KOMBINASI 9 MAX  | 73,28547096       | 26,71452904       |
| 16 | KOMBINASI 9 MIN  | 73,10157658       | 26,89842342       |
| 17 | KOMBINASI 10 MAX | 73,28118628       | 26,71881372       |
| 18 | KOMBINASI 10 MIN | 73,10436911       | 26,89563089       |
| 19 | KOMBINASI 11 MAX | 73,93539142       | 26,06460858       |
| 20 | KOMBINASI 11 MIN | 73,68669463       | 26,31330537       |
| 21 | KOMBINASI 12 MAX | 73,93790799       | 26,06209201       |
| 22 | KOMBINASI 12 MIN | 73,68417566       | 26,31582434       |
| 23 | KOMBINASI 13 MAX | 73,94353745       | 26,05646255       |
| 24 | KOMBINASI 13 MIN | 73,67854422       | 26,32145578       |
| 25 | KOMBINASI 14 MAX | 73,94605751       | 26,05394249       |
| 26 | KOMBINASI 14 MIN | 73,67602649       | 26,32397351       |
| 27 | KOMBINASI 15 MAX | 73,25782595       | 26,74217405       |
| 28 | KOMBINASI 15 MIN | 73,127093         | 26,872907         |
| 29 | KOMBINASI 16 MAX | 73,26210843       | 26,73789157       |
| 30 | KOMBINASI 16 MIN | 73,1228109        | 26,8771891        |
| 31 | KOMBINASI 17 MAX | 73,25915124       | 26,74084876       |
| 32 | KOMBINASI 17 MIN | 73,1257703        | 26,8742297        |
| 33 | KOMBINASI 18 MAX | 73,26343168       | 26,73656832       |
| 34 | KOMBINASI 18 MIN | 73,12148953       | 26,87851047       |
|    | <b>RATA-RATA</b> | <b>74,2636321</b> | <b>25,7363679</b> |

**Tabel 11. Hasil presentase SW dan rangka**

**4.4 Perhitungan Penulangan Struktur**

1. **Data Perencanaan Balok :**

Lebar balok = 450 mm  
Tinggi balok = 750 mm  
Selimut beton = 40 mm  
Mutu beton = 30 Mpa  
 $\beta_1$  = 0,85  
 $f_y$  ulir = 400 Mpa  
 $f_y$  polos = 500 Mpa  
Es = 200000 Mpa  
Diameter tul. Pokok = 29 mm  
Diameter tul. Sengkang = 10 mm  
Bentang balok = 6500 mm  
Bentang bersih balok = 5600 mm

2. **Perhitungan Penulangan Tumpuan Kiri**

$M_u^+$  = 50,1185 kNm  
= 50118500 Nmm  
 $M_u^-$  = 209,1015 kNm  
= 209101500 Nmm  
Pemasangan tulangan dicoba sebagai berikut :

• **Momen negatif**

Daerah tarik = 4 D 29 = 2640,740 mm<sup>2</sup>  
Daerah tekan = 3 D 29 = 1980,555 mm<sup>2</sup>  
 $\Phi M_n > M_u^-$   
611782093 Nmm > 209101500 Nmm

• **Momen positif**

Daerah tarik = 3 D 29 = 1980,555 mm<sup>2</sup>  
Daerah tekan = 4 D 29 = 2640,740 mm<sup>2</sup>  
 $\Phi M_n > M_u^+$   
468383151 Nmm > 50118500 Nmm

3. **Perhitungan Penulangan Tumpuan Kanan**

$M_u^+$  = 379,990 kNm  
= 379990100 Nmm  
 $M_u^-$  = 512,127 kNm  
= 512127400 Nmm

Pemasangan tulangan dicoba sebagai berikut :

• **Momen negatif**

Daerah tarik = 4 D 29 = 2640,740 mm<sup>2</sup>  
Daerah tekan = 3 D 29 = 1980,555 mm<sup>2</sup>  
 $\Phi M_n > M_u^-$   
611782093 Nmm > 512127400 Nmm

• **Momen positif**

Daerah tarik = 3 D 29 = 1980,555 mm<sup>2</sup>  
Daerah tekan = 4 D 29 = 2640,740 mm<sup>2</sup>  
 $\Phi M_n > M_u^+$   
468383151 Nmm > 379990100 Nmm

#### 4. Perhitungan Penulangan Lapangan

$$\begin{aligned} Mu^+ &= 204,373 \text{ kNm} \\ &= 204373000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Pemasangan tulangan dicoba sebagai berikut :

##### • Momen positif

$$\begin{aligned} \text{Daerah tarik} &= 3 \text{ D } 29 = 1980,555 \text{ mm}^2 \\ \text{Daerah tekan} &= 2 \text{ D } 29 = 1320,370 \text{ mm}^2 \\ \Phi M_n &> Mu^+ \\ 467350760 \text{ Nmm} &> 204373000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

#### 5. Perhitungan Penulangan Geser

Pada perhitungan tulangan geser pada balok didapat hasil sebagai berikut :

##### Joint kiri

$$\begin{aligned} \text{Daerah sendi plastis} &= 2 \text{ kaki } \Phi 10 - 90 \text{ mm} \\ \text{Diluar daerah sendi plastis} &= 2 \text{ kaki } \Phi 10 - 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### Joint kanan

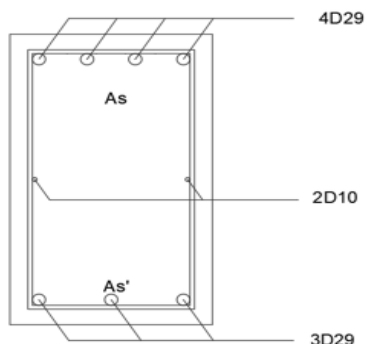
$$\begin{aligned} \text{Daerah sendi plastis} &= 2 \text{ kaki } \Phi 10 - 90 \text{ mm} \\ \text{Diluar daerah sendi plastis} &= 2 \text{ kaki } \Phi 10 - 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 6. Perhitungan Penulangan Torsi

Menurut SNI 2847 2013 pasal 11.5.1 menyatakan bahwa pengaruh torsi untuk komponen struktur non prategang boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor,  $T_u$ , kurang dari.

$$T_u < \Phi T_n = \Phi \times 0,083 \times \lambda \times f_c' \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}$$

Tulangan longitudinal yang diperlukan untuk torsi harus didistribusikan di sekeliling perimeter sengkang tertutup dengan spasi 300mm (SNI 2847 2013 Pasal 11.5.6.2)



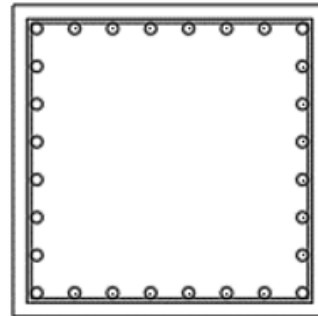
Gambar 2. Tulangan torsi balok

#### 7. Data Perencanaan Kolom

$$\begin{aligned} b \text{ kolom} &= 900 \text{ mm} \\ h \text{ kolom} &= 900 \text{ mm} \\ \text{Dia. Tul sengkang} &= 12 \text{ mm} \\ \text{Dia. Tul. Pokok} &= 32 \text{ mm} \\ \text{Selimut Beton} &= 40 \text{ mm} \\ \text{Mutu Beton } f_c &= 35 \text{ MPa} \\ f_y \text{ ulir} &= 400 \text{ MPa} \\ f_y \text{ polos} &= 500 \text{ MPa} \\ h \text{ balok} &= 750 \text{ mm} \\ b \text{ balok} &= 450 \text{ mm} \\ T \text{ kolom} &= 4025 \text{ mm} \\ T \text{ bersih kolom} &= 3275 \text{ mm} \\ \beta_1 &= 0,84 \\ E_s &= 200000 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tinggi efektif

$$\begin{aligned} d &= h - \text{Selimut Beton} - \Phi \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} d \\ &= 900 - 40 - 12 - (1/2 \times 32) \\ &= 832 \text{ mm} \\ d' &= 900 - 832 = 68 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 3. Penampang kolom (28D32)

##### a. Luas penampang

$$\begin{aligned} A_g &= b \times h \\ &= 900 \times 900 \\ &= 810000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

##### b. Jumlah tulangan

$$\begin{aligned} A_{st} &= n \text{ tulangan} \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= 28 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times (32 \text{ mm})^2 \\ &= 22507,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Ratio tulangan memanjang ( $\rho_g$ )

$$\begin{aligned} \rho_g &= A_{st} / A_g \\ &= 22507 / 810000 \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

Cek ratio tulangan memanjang :

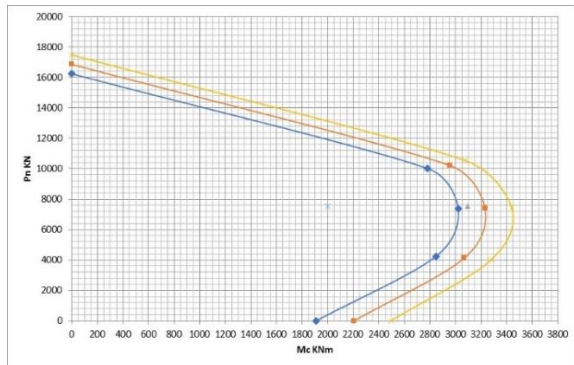
$$\begin{aligned} 0,01 A_g &< \rho_g < 0,08 A_g \\ 0,01 A_g &< 0,027 < 0,08 A_g \text{ ( OK )} \end{aligned}$$

| Pembesaran momen |             |             |
|------------------|-------------|-------------|
|                  | Pu max (kN) | Mc (kNm)    |
|                  | 7517,7867   | 3094,113637 |

Tabel 12. Nilai Pu dan 1,2  $\Sigma M_{nb}$

| Kondisi            | 28 D 32         |                  |
|--------------------|-----------------|------------------|
|                    | $\phi P_n$ (kN) | $\phi M_n$ (kNm) |
| Sentris            | 16864.07283     | 0                |
| Patah Desak        | 10222.58521     | 2954.606893      |
| Balance            | 7413.936571     | 3230.560213      |
| Balance 1,25 $f_y$ | 6875.066452     | 3398.548482      |
| Patah Tarik        | 4132.716003     | 3069.192137      |
| Lentur             | 0               | 2206.703752      |

Tabel 13. Nilai  $\phi P_n$  dan  $\phi M_n$  Perhitungan



Gambar 4. Diagram Interaksi Kolom (28D32)

Dari diagram interaksi diatas, dapat dilihat bahwa nilai  $P_u$  Max dan  $M_c$  terdapat di dalam grafik dengan formasi tulangan 28D32, jadi dapat disimpulkan bahwa kolom dapat memikul beban struktur dengan formasi tulangan 28D32.

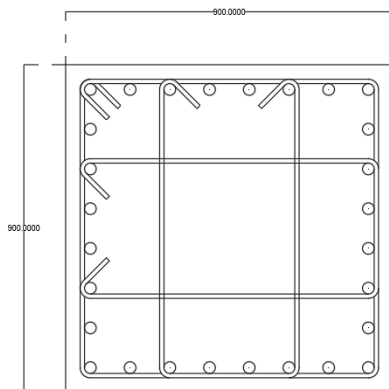
### 8. Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Data-data perencanaan :

|                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| Lebar kolom (b)                | = 900 mm          |
| Tinggi kolom (h)               | = 900 mm          |
| Tinggi lantai                  | = 4025 mm         |
| Selimit beton                  | = 40 mm           |
| Mutu beton ( $f_c'$ )          | = 35 Mpa          |
| Diameter tul. Longitudinal     | = 32 mm           |
| Diameter tul. Transversal      | = 12 mm           |
| Tinggi bersih lantai ( $h_n$ ) | = $h_l - h$ balok |
|                                | = 4025 – 450      |
|                                | = 3575 mm         |

Daerah sendi plastis = 4 kaki Ø 12 – 80 mm

Daerah luar sendi plastis = 4 kaki Ø 12 – 100 mm



Gambar 4. Pengekang Kolom

### 9. Kontrol SCWB (Strong Column Weak Beam).

Momen pada kolom :

$M_n$  atas =  $M_n$  bawah = 3398548482 mm

$$\begin{aligned} M_{nc} &= M_n \text{ Atas} + M_n \text{ Bawah} / 0,65 \\ &= 3398548482 + 3398548482 / 0,65 \\ &= 10457072253 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen pada balok

$M_{pr1}$  = 849697352 Nmm

$M_{pr2}$  = 650532155 Nmm

$M_{nb}$  = 849697352 + 650532155  
= 1500229507 Nmm

$$\begin{aligned} 1,2 \Sigma M_{nb} &= 1,2 \times 1500229507 / 0,9 \\ &= 2000306009 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$$

$$10457072253 \text{ Nmm} \geq 2000306009 \text{ Nmm}$$

Kontrol SCWB terpenuhi

### 10. Perhitungan HBK (Hubungan Balok Kolom).

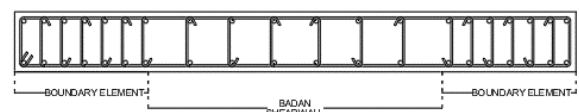
Pada HBK (Hubungan Balok Kolom) sesuai dengan hasil analisa didapat jumlah tulangan geser horizontal yang dipakai adalah 4 kaki Ø 12 dengan jumlah tulangan 5 lapis sedangkan untuk tulangan geser vertikal tidak dibutuhkan karena sudah ditahan oleh tulangan longitudinal kolom yang terpasang.

### 11. Perhitungan Dinding Geser (Shearwall)

Data Perencanaan:

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Tinggi dinding ( $H_w$ )      | = 21175 mm |
| Lebar dinding (h)             | = 450 mm   |
| Panjang dinding ( $l_w$ )     | = 4200 mm  |
| Mutu beton ( $f_c$ )          | = 35 Mpa   |
| Tulangan ulir ( $f_y$ ulir)   | = 400 Mpa  |
| Tulangan polos ( $f_y$ polos) | = 500 Mpa  |
| Diameter tul. Ulir            | = 32 mm    |
| Diameter tul. Polos           | = 13 mm    |
| Selimit Beton                 | = 40 mm    |

Didapatkan hasil analisa dinding geser diperoleh sebagai berikut, *Boundary Element* 1000 mm dengan diameter tulangan utama yaitu D32 dan Sengkang terpasang pada *Boundary Element* yaitu Ø 12 – 120 mm dan untuk tulangan utama direncanakan menggunakan tulangan 40D32.



Gambar 5. Perletakan Tulangan Dinding Geser

## 5 KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan perencanaan Gedung *Apartemen Begawan Malang* didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Balok yang ditinjau dengan dimensi 450 mm x 750 mm, maka diperoleh :
  - a. Tulangan Longitudinal
    - Daerah tumpuan kiri dan kanan  
Tulangan Tarik : 4D29  
Tulangan Tekan: 3D29
    - Daerah lapangan  
Tulangan Tarik : 2D29  
Tulangan Tekan: 3D29
  - b. Tulangan Transversal
    - Daerah sendi plastis: 2 Ø 10 – 90 mm
    - Daerah diluar sendi plastis: 2 Ø 10 – 125 mm
    -
2. Kolom yang ditinjau dengan dimensi 900 mm x 900 mm, maka diperoleh :
  - a. Tulangan Longitudinal : 28D32
  - b. Tulangan Transversal :
    - Pada daerah sendi plastis  
: 4 Ø 12 – 80 mm
    - Pada daerah luar sendi plastis  
: 4 Ø 12 – 100 mm
    - Pada daerah sambungan lewatan  
: 4 Ø 12 – 100 mm

Pada perencanaan ini, hasil kontrol “*strong column weak beam*” telah memenuhi konsep desain kapasitas dengan hasil sebagai berikut :

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$10457072253 \text{ Nmm} > 2000306009 \text{ Nmm}$$

3. Pada perhitungan hubungan balok kolom (HBK), diperoleh :

- a. Tidak diperlukan tulangan geser vertikal karena sudah dapat ditahan oleh tulangan kolom yang terpasang.

- b. Digunakan pengekang horizontal 4 Ø 12  
( Dipasang sebanyak 5 lapis )

4. Dinding geser merupakan core wall dengan dimensi 4200 mm x 450 mm dan diperoleh tulangan sebagai berikut :

- a. Tulangan longitudinal: 40D32
- b. Tulangan Transversal:
  - Pada daerah boundary : Ø 12 – 120 mm
  - Pada daerah badan dinding geser  
: Ø 12 – 299 mm

### 5.2 Saran

Menyadari bahwa masih banyak nya kekurangan dalam proses penyusunan tugas akhir ini dan masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan dalam penyusunan laporan dengan tema dan topik yang sama agar dapat diperbaiki lagi dan juga mengacu dan berpedoman pada peraturan-peraturan yang terbaru yang sudah ditetapkan dan dapat dipertanggung jawabkan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.  
Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.  
Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 2847 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.  
Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2847 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.  
Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 1727 *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.  
Tavio. Dkk (2018). *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja*. Surabaya: C.V ANDI OFFSET.  
Tavio. Dkk (2019). *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press.  
Widodo. (2012). *Seismologi teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustakan Pelajar.