

# EVALUASI DIMENSI KOLOM EKSTERIOR DAN KOLOM INTERIOR PADA STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT MITRA KASIH CIMAHI

FAHRIZAL<sup>1</sup>

Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email: fahrizal@mhs.itenas.ac.id

## ABSTRAK

*Penelitian ini dilatarbelakangi adanya dinding geser beton bertulang pada arah melintang bangunan gedung dan adanya SNI baru mengenai "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konfigurasi elemen kolom eksterior dan kolom interior yang optimal tanpa adanya dinding geser.*

*Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pengumpulan data & informasi struktur yang didapatkan dari perencana, menganalisa pembebanan yang terjadi pada struktur, analisa beban gempa dengan metode respons spektrum, pemodelan struktur menggunakan bantuan software ETABS, analisa perilaku struktur, analisa kapasitas struktur, dan penggambaran detail struktur.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa model struktur dengan kolom perampang persegi panjang dapat digunakan sebagai model alternatif Struktur Gedung Rumah Sakit Mitra Kasih Cimahi yang menggunakan dinding geser.*

**Kata kunci:** Respon spektrum, beban gempa, kolom eksterior dan kolom interior, ETABS.

## 1. PENDAHULUAN

Dinding geser adalah elemen vertikal dari suatu sistem yang dirancang untuk menahan gaya gempa. Pada praktiknya, struktur kolom juga dapat menahan gaya gempa walaupun jika dilihat secara visual, struktur dinding geser memiliki dimensi yang jauh berbeda dengan struktur kolom.

Bangunan gedung Rumah Sakit Mitra Kasih dengan material beton bertulang memiliki konfigurasi struktur yang unik dimana bangunan ini terdiri dari 2 (dua) sistem pemikul gaya seismik yang berbeda pada masing-masing arah kedua sumbu ortogonal struktur. Pada arah memanjang bangunan, gedung ini memiliki sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), sementara pada arah melintang bangunan gedung ini dilengkapi sistem dinding geser beton bertulang khusus.

Namun, yang menarik penulis terhadap penelitian gedung ini adalah bagaimana jika struktur gedung ini dirancang tanpa menggunakan dinding geser. Penggantian pada sistem struktur memungkinkan banyaknya terjadi perubahan pada keseluruhan struktur. Maka, pada penelitian

ini akan dilakukan analisis ulang struktur, konfigurasi, orientasi kolom beserta pengaruhnya terhadap perilaku struktur.

Perilaku struktur yang dimaksud yaitu periode struktur bangunan, berat total bangunan, gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan ketidakberaturan horizontal. Pada laporan ini juga dilakukan perbandingan model gedung eksisting dengan model gedung yang sudah dilakukan optimasi terhadap dimensi kolom dengan bantuan software ETABS.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Umum

Penelitian dilakukan pada Gedung Rumah Sakit Mitra Kasih Cimahi. Gedung ini merupakan gedung baru di area Rumah Sakit Mitra Kasih Cimahi yang dibangun disebelah gedung lama. Penggunaan dinding geser pada gedung ini yaitu kemungkinan untuk memperkecil simpangan pada bangunan dan penggunaan dimensi kolom yang tidak memakan tempat.

### 2.2 Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

Cara pelaksanaan penelitian dilakukan seperti pada uraian berikut :

1. Pengumpulan data teknis seperti mutu beton, detail struktur balok, kolom dan dinding geser.
2. Pemodelan struktur eksisting berdasarkan data yang telah didapat.
3. Input dimensi elemen struktur dan pembebanan pada model lalu melakukan running pada software ETABS.
4. Pengecekan kesesuaian periode getar, gaya geser dasar, simpangan antar lantai terhadap SNI 1726 - 2019 dan SNI 2847 - 2019 dan rasio PMM kolom. Jika terdapat rasio  $> 1$ , maka dilakukan pembuatan model alternatif.

## 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

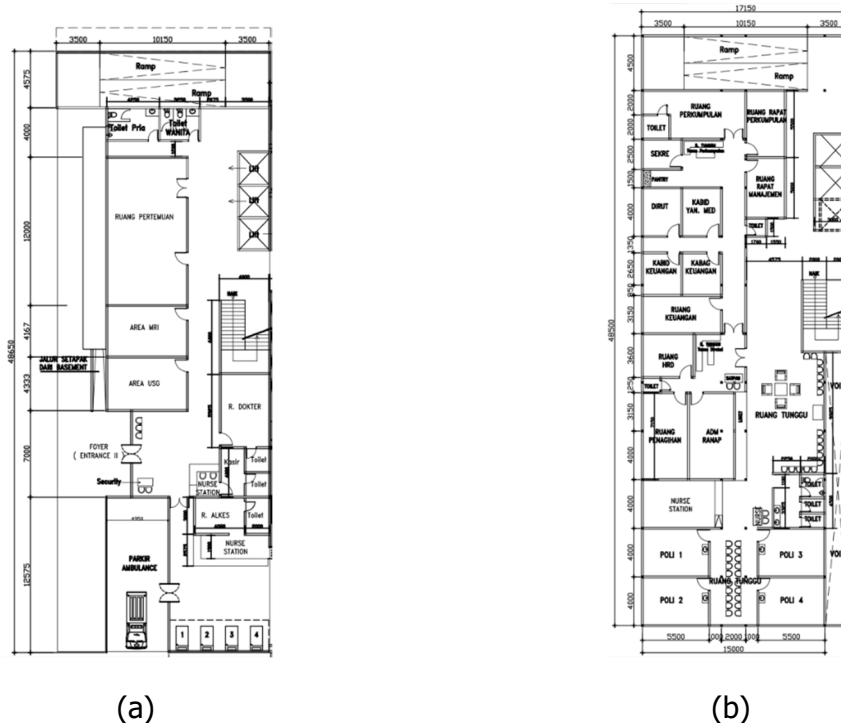
### 3.1 Data Teknis dan Data Umum Struktur

Data shopdrawing serta jenis tanah yang digunakan dalam pemodelan gedung dapat dilihat pada uraian berikut.

|                            |                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jenis pemanfaatan bangunan | : Rumah sakit tanpa unit bedah dan unit gawat darurat                                                                                                                                                                           |
| Tipe struktur arah x       | : Dinding Geser Beton Bertulang Khusus                                                                                                                                                                                          |
| Tipe struktur arah y       | : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus                                                                                                                                                                                            |
| Lokasi gedung              | : Jl. Jend. Amir Machmud No.341, Cigugur Tengah, Kota Cimahi - Jawa Barat                                                                                                                                                       |
| Lebar gedung               | : 17,1 meter                                                                                                                                                                                                                    |
| Tinggi gednug              | : 23 meter                                                                                                                                                                                                                      |
| Panjang gedung             | : 48,5 meter                                                                                                                                                                                                                    |
| Tinggi tingkat             | : Lt. 1 (3 m), Lt.2 – Atap (4m)                                                                                                                                                                                                 |
| Dimensi kolom              | : $600 \times 600 \text{ mm}^2$ , $500 \times 500 \text{ mm}^2$ , $300 \times 400 \text{ mm}^2$                                                                                                                                 |
| Dimensi balok              | : $400 \times 650 \text{ mm}^2$ , $350 \times 650 \text{ mm}^2$ , $300 \times 600 \text{ mm}^2$ , $300 \times 500 \text{ mm}^2$ , $250 \times 500 \text{ mm}^2$ , $200 \times 500 \text{ mm}^2$ , $200 \times 300 \text{ mm}^2$ |

- Data dinding geser  
Tebal : 400 mm  
*Boundary element* : 1600 mm × 800 mm × 400 mm &  
1100 mm × 800 mm × 400 mm
- Spesifikasi material  
Mutu baja tulangan :  $f_y$  420 MPa, BJTS 420 B  
Mutu beton :  $f'_c = 25,4$  MPa (K – 300)

Denah bangunan eksisting tipikal pada setiap lantai dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.1 (a) Denah bangunan gedung lantai 1; (b) Denah bangunan gedung tipikal lantai 2 – 5**

### 3.2 Pemodelan Struktur

Struktur yang dimodelkan pada *software* ETABS sesuai dengan denah dan data struktur eksisting. Tampak 3D model struktur dapat dilihat pada **Gambar 3.4**.

Untuk tahap selanjutnya, dilakukan analisis struktur terhadap SNI 1726-2019 juga analisis rasio kapasitas kolom untuk mendapatkan kekurangan pada model struktur eksisting, sehingga dapat dilakukan optimasi dimensi kolom.



**Gambar 3.2 Model Struktur pada ETABS**

### 3.3 Hasil Analisis

Hasil analisis struktur yang didapatkan sesuai dengan syarat pada SNI 1726-2019 diantaranya yaitu jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 90 % dari massa struktur. Parameter analisis yang digunakan dan besarnya partisipasi massa bangunan dapat dilihat pada uraian berikut.

**Tabel 3.1 Parameter desain seismik pada bangunan eksisting**

| Parameter Desain Seismik                                         |                                             |                                                  |                                             |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Parameter Seismik</b>                                         |                                             | <b>Parameter percepatan respons spektral MCE</b> |                                             |
| Kategori risiko                                                  | : III                                       | pada periode pendek,                             | $S_S = 1,227$                               |
| Faktor keutamaan gempa                                           | $I_e = 1,25$                                | pada periode 1 detik,                            | $S_1 = 0,5263$                              |
| <b>Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan</b> |                                             |                                                  |                                             |
| Kelas situs                                                      | : SD                                        |                                                  | $S_{DS} = 0,826$                            |
| Koefisien situs,                                                 | $F_a = 1,009$                               |                                                  | $S_{D1} = 0,622$                            |
| Koefisien situs,                                                 | $F_v = 1,774$                               | Periode getar 0 detik,                           | $T_0 = 0,151$                               |
| Tansi periode panjang,                                           | $T_L = 6$                                   | Periode getar 1 detik,                           | $T_s = 0,754$                               |
| <b>Parameter Analisis terhadap Sumbu X</b>                       |                                             | <b>Parameter Analisis terhadap Sumbu Y</b>       |                                             |
| Koefisien modifikasi respons,                                    | $R_x = 7$                                   | Koefisien modifikasi respons,                    | $R_y = 8$                                   |
| Faktor kuat lebih sistem,                                        | $\Omega_x = 2,5$                            | Faktor kuat lebih sistem,                        | $\Omega_y = 3$                              |
| Faktor pembesaran defleksi,                                      | $C_{dx} = 5,5$                              | Faktor pembesaran defleksi,                      | $C_{dy} = 5,5$                              |
| <b>Parameter Periode Gempa terhadap Sumbu X</b>                  |                                             | <b>Parameter Periode Gempa terhadap Sumbu Y</b>  |                                             |
|                                                                  | $C_t = 0,0488$                              |                                                  | $C_t = 0,0466$                              |
|                                                                  | $x = 0,75$                                  |                                                  | $x = 0,9$                                   |
|                                                                  | $C_u = 1,4$                                 |                                                  | $C_u = 1,4$                                 |
| Periode maksimum,                                                | $T_{max} = 0,718$ detik                     | Periode maksimum,                                | $T_{max} = 1,097$ detik                     |
| Periode minimum,                                                 | $T_{min} = 0,513$ detik                     | Periode minimum,                                 | $T_{min} = 0,783$ detik                     |
| <b>Arah X</b>                                                    |                                             | <b>Arah Y</b>                                    |                                             |
| Periode Struktur (Program),                                      | $T_x = 0,850$ detik                         | Periode Struktur (Program),                      | $T_y = 1,175$ detik                         |
| Periode digunakan.                                               | $T_{use} = 0,718$ detik                     | Periode digunakan.                               | $T_{use} = 1,097$ detik                     |
| <b>Arah X</b>                                                    |                                             | <b>Arah Y</b>                                    |                                             |
| Koefisien respons seismik,                                       | $C_s = S_{DS}/(R/I_e) = 0,147$              | Koefisien respons seismik,                       | $C_s = S_{DS}/(R/I_e) = 0,129$              |
| Untuk $T \leq T_L$ ,                                             | $C_{s\ max} = S_{D1}/T(R/I_e) = 0,155$      | Untuk $T \leq T_L$ ,                             | $C_{s\ max} = S_{D1}/T(R/I_e) = 0,089$      |
|                                                                  | $C_{s\ min} = 0,044 * S_{DS} * I_e = 0,045$ |                                                  | $C_{s\ min} = 0,044 * S_{DS} * I_e = 0,045$ |
| Digunakan,                                                       | $C_s = 0,147$                               | Digunakan,                                       | $C_s = 0,089$                               |

**Tabel 3.2 MPMR gedung eksisting, berat seismik efektif, dan gaya geser dasar statik ekuivalen**

| Case                                    | Mode | Period (detik) | UX     | UY     | RZ     |
|-----------------------------------------|------|----------------|--------|--------|--------|
| Modal                                   | 1    | 1,1570         | 0,0003 | 0,7226 | 0,0003 |
| Modal                                   | 2    | 0,8370         | 0,7068 | 0,0002 | 0,0105 |
| Modal                                   | 3    | 0,6110         | 0,0276 | 0,0004 | 0,6778 |
| Modal                                   | 4    | 0,3970         | 0,0000 | 0,1003 | 0,0000 |
| Modal                                   | 5    | 0,2960         | 0,0880 | 0,0000 | 0,0027 |
| Modal                                   | 6    | 0,2290         | 0,0000 | 0,0415 | 0,0000 |
| Modal                                   | 7    | 0,1850         | 0,0726 | 0,0000 | 0,0005 |
| Modal                                   | 8    | 0,1710         | 0,0129 | 0,0000 | 0,1595 |
| Modal                                   | 9    | 0,1590         | 0,0000 | 0,0207 | 0,0001 |
| Modal                                   | 10   | 0,1300         | 0,0015 | 0,0018 | 0,0001 |
| Modal                                   | 11   | 0,1120         | 0,0457 | 0,0002 | 0,0046 |
| Modal                                   | 12   | 0,0970         | 0,0000 | 0,0690 | 0,0000 |
| $\Sigma$                                |      |                | 0,9554 | 0,9567 | 0,86   |
| Partisipasi Massa > 90% Sudah Terpenuhi |      |                |        |        |        |

| Story | UX kg      | UY kg    |
|-------|------------|----------|
| TF    | 501793,49  | 501793,5 |
| F5    | 877285,45  | 877285,5 |
| F4    | 935913,52  | 935913,5 |
| F3    | 947459,96  | 947460   |
| F2    | 939359,22  | 939359,2 |
| F1    | 558446,78  | 558446,8 |
| BF    | 182679,37  | 182679,4 |
| SB    | 4544,67    | 4544,67  |
|       | 4947482,46 | 4947482  |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| $V_{x\ st.} = C_s * W =$ | 4523,944 kN |
| $V_{y\ st.} = C_s * W =$ | 4471,75 kN  |

Berdasarkan **Tabel 3.2**, pada struktur terjadi dominan gerak translasi pada ragam getar pertama dan kedua. Hasil ini menunjukkan kondisi ideal struktur dimana gerak rotasi terjadi pada ragam getar ketiga.

Lalu, dapat dilihat besaran skala beban gempa yang diinput pada model bangunan pada uraian berikut.

**Gambar 3.3 Berat seismik efektif gedung eksisting dan gaya geser dasar statik ekuivalen**

| Story                              | Load Case   | Location | V <sub>x</sub><br>(kN)                        | V <sub>y</sub><br>(kN) | % Gaya<br>Tahan<br>Tingkat |
|------------------------------------|-------------|----------|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| TF                                 | LinRespSpec | Bottom   | 933,14                                        | 29,44                  | < 35%*V                    |
| F5                                 | LinRespSpec | Bottom   | 2017,55                                       | 50,35                  | > 35%*V                    |
| F4                                 | LinRespSpec | Bottom   | 2885,61                                       | 73,73                  | > 35%*V                    |
| F3                                 | LinRespSpec | Bottom   | 3475,66                                       | 85,68                  | > 35%*V                    |
| F2                                 | LinRespSpec | Bottom   | 3825,98                                       | 89,12                  | > 35%*V                    |
| F1                                 | LinRespSpec | Bottom   | 3983,31                                       | 64,30                  | > 35%*V                    |
| V <sub>din,x</sub> =               |             |          | 3983,31                                       |                        |                            |
| Faktor skala perbesaran,           |             |          | $f = g \times I_e / R = 1751,07$              |                        |                            |
| Gaya geser dasar statik ekuivalen, |             |          | V <sub>st</sub> = 6480,16 kN                  |                        |                            |
| Gaya geser dasar dinamik,          |             |          | V <sub>st,din</sub> = 3983,31 kN              |                        |                            |
|                                    |             |          | V <sub>st</sub> / V <sub>st,din</sub> = 1,627 |                        |                            |
| Faktor skala perbesaran digunakan, |             |          | SF <sub>use</sub> = SF * f = 2848,690         |                        |                            |

| Story                              | Load Case   | Location | V <sub>x</sub><br>(kN)                             | V <sub>y</sub><br>(kN) | % Gaya<br>Tahan<br>Tingkat |
|------------------------------------|-------------|----------|----------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| TF                                 | LinRespSpec | Bottom   | 19,91                                              | 632,35                 | < 35%*V                    |
| F5                                 | LinRespSpec | Bottom   | 36,13                                              | 1335,51                | > 35%*V                    |
| F4                                 | LinRespSpec | Bottom   | 53,32                                              | 1873,97                | > 35%*V                    |
| F3                                 | LinRespSpec | Bottom   | 65,61                                              | 2286,81                | > 35%*V                    |
| F2                                 | LinRespSpec | Bottom   | 73,44                                              | 2539,79                | > 35%*V                    |
| F1                                 | LinRespSpec | Bottom   | 128,68                                             | 2632,78                | > 35%*V                    |
| V <sub>din,y</sub> =               |             |          |                                                    | 2632,78                |                            |
| Faktor skala perbesaran,           |             |          | $f = g \times I_e / R = 1532,19$                   |                        |                            |
| Gaya geser dasar statik ekuivalen, |             |          | V <sub>st</sub> = 3709,96 kN                       |                        |                            |
| Gaya geser dasar dinamik,          |             |          | V <sub>st,din</sub> = 2632,78 kN                   |                        |                            |
| Faktor pengali skala gaya gempa,   |             |          | SF = V <sub>st</sub> / V <sub>st,din</sub> = 1,409 |                        |                            |
| Faktor skala perbesaran digunakan, |             |          | SF <sub>use</sub> = SF * f = 2159,070              |                        |                            |

| Lantai | Tinggi Lantai<br>(m) | Analisis Dinamik            | Gaya Seismik<br>Digunakan   |                         | Overturning Moment           |                              |
|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
|        |                      | V <sub>ix,din</sub><br>(kN) | F <sub>ix,din</sub><br>(kN) | V <sub>ix</sub><br>(kN) | F <sub>ix,use</sub><br>(kNm) | F <sub>ix,use</sub><br>(kNm) |
| TF     | 4                    | 933,142                     | 933,142                     | 1518,060                | 1518,060                     |                              |
| F5     | 4                    | 2017,550                    | 1084,408                    | 3282,204                | 1764,145                     | 3732,567                     |
| F4     | 4                    | 2885,614                    | 868,064                     | 4694,394                | 1412,190                     | 11802,767                    |
| F3     | 4                    | 3475,663                    | 590,049                     | 5654,302                | 959,908                      | 23345,223                    |
| F2     | 4                    | 3825,982                    | 350,319                     | 6224,209                | 569,907                      | 37247,876                    |
| F1     | 3                    | 3983,314                    | 157,333                     | 6480,162                | 255,953                      | 52551,803                    |
| MAX =  |                      |                             |                             | 64501,746               | 104933,161                   |                              |

| Lantai | Tinggi Lantai<br>(m) | Analisis Dinamik            | Gaya Seismik<br>Digunakan   |                         | Overturning Moment           |                              |
|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
|        |                      | V <sub>iy,din</sub><br>(kN) | F <sub>iy,din</sub><br>(kN) | V <sub>iy</sub><br>(kN) | F <sub>iy,use</sub><br>(kNm) | F <sub>iy,use</sub><br>(kNm) |
| TF     | 4                    | 632,3545                    | 632,3545                    | 891,0775                | 891,0775                     |                              |
| F5     | 4                    | 1335,51                     | 703,1557                    | 1881,924                | 990,8465                     | 2529,418                     |
| F4     | 4                    | 1873,971                    | 538,4609                    | 2640,692                | 758,7681                     | 7871,459                     |
| F3     | 4                    | 2286,814                    | 412,8424                    | 3222,446                | 581,7537                     | 15367,34                     |
| F2     | 4                    | 2539,788                    | 252,9748                    | 3578,923                | 356,4775                     | 24514,6                      |
| F1     | 3                    | 2632,775                    | 92,9869                     | 3709,955                | 131,0318                     | 34673,75                     |
| MAX =  |                      |                             |                             | 42572,08                | 59990,116                    |                              |

**Gambar 3.4 Beban gempa pada gedung eksisting**

Lalu, dilakukan pemeriksaan sistem ganda dimana sistem rangka disyaratkan paling sedikit menahan gaya seismik sebesar 25%.

**Tabel 3.3 Pemeriksaan sistem ganda pada gedung eksisting**

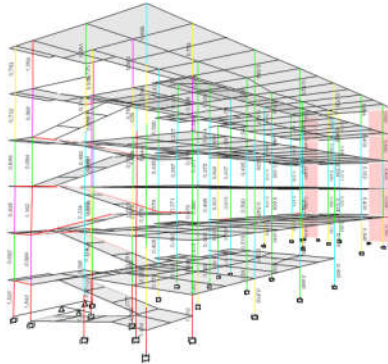
| Geser<br>Dasar | Gaya Geser<br>Dasar Total<br>(kN) | Gaya<br>dipikul<br>Dinding<br>Geser<br>(kN) | % Gaya<br>dipikul<br>Dinding<br>Geser | Gaya<br>dipikul<br>Rangka<br>(kN) | % Gaya<br>dipikul<br>Rangka |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| V <sub>x</sub> | 3983,31                           | 1199,68                                     | 30,118%                               | 2783,631                          | 69,882%                     |
| V <sub>y</sub> | 2632,78                           | 279,3421                                    | 10,610%                               | 2353,43                           | 89,390%                     |

Untuk pengaruh P – Delta, hasil pemeriksaannya dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.4 Pemeriksaan Efek P-Delta**

| Lantai | Story Drift         |                     | Story Forces |                     |                     | Elevasi<br>(m) | h <sub>ss</sub><br>(m) | Koefisien<br>Stabilitas (θ) |                | Batas<br>Pengaruh<br>P-Delta | Batas<br>Stabilitas<br>Struktur<br>(θ <sub>max</sub> ) |
|--------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
|        | Δ <sub>x</sub> (mm) | Δ <sub>y</sub> (mm) | P (kN)       | V <sub>x</sub> (kN) | V <sub>y</sub> (kN) |                |                        | θ <sub>x</sub>              | θ <sub>y</sub> |                              |                                                        |
| TF     | 45,650              | 26,484              | 5462,068     | 1518,06             | 891,08              | 23,00          | 4                      | 0,009                       | 0,009          | 0,1                          | 0,091                                                  |
| F5     | 41,378              | 41,232              | 15495,24     | 3282,20             | 1881,92             | 19,00          | 4                      | 0,011                       | 0,019          | 0,1                          | 0,091                                                  |
| F4     | 42,403              | 48,840              | 26864,92     | 4694,39             | 2640,69             | 15,00          | 4                      | 0,014                       | 0,028          | 0,1                          | 0,091                                                  |
| F3     | 39,450              | 52,862              | 38486,26     | 5654,30             | 3222,45             | 11,00          | 4                      | 0,015                       | 0,036          | 0,1                          | 0,091                                                  |
| F2     | 22,233              | 38,518              | 50069,98     | 6224,21             | 3578,92             | 7,00           | 4                      | 0,010                       | 0,031          | 0,1                          | 0,091                                                  |
| F1     | 21,243              | 5,878               | 38927,59     | 6480,16             | 3709,96             | 3,00           | 3                      | 0,010                       | 0,005          | 0,1                          | 0,091                                                  |

Kemudian, dari hasil analisis rasio kapasitas kolom ditemukan 11 kolom dengan rasio kapasitas melebihi angka 1 dimana dapat disimpulkan bahwa kolom tersebut memikul beban yang melebihi kapasitasnya. Rasio kapasitas kolom yang paling besar yaitu 3,414.



**Gambar 3.5 Hasil analisis rasio kapasitas kolom**

Penyebab ditemukannya struktur kolom yang mengalami *overload* pada gedung eksisting ini yaitu perbedaan penggunaan standar oleh perencana sebelumnya dimana perencana sebelumnya menggunakan acuan SNI 1726 – 2016 sedangkan analisis yang dilakukan pada tugas akhir ini mengacu pada SNI 1726 – 2019. Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan, maka diperlukan pembuatan model alternatif Struktur Gedung Rumah Sakit Mitra Kasih Cimahi.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional (2019). *SNI 1726:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional (2020). *SNI 1727:2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Tavio dan Wijaya U. (2020). *Buku Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar Sesuai ACI 318M-14 Code*. Sleman: Deepublish.

Tajzadah A. J., dan Agrawal V. V. (2017). *Effect of Column Size, Shape and Orientation on Seismic Performance of RC Building*. Diakses 15 Desember 2022 dari: [https://www.researchgate.net/publication/333893687\\_Effect\\_of\\_Column\\_Size\\_Shape\\_and\\_Orientation\\_on\\_Seismic\\_Performance\\_of\\_RC\\_Building](https://www.researchgate.net/publication/333893687_Effect_of_Column_Size_Shape_and_Orientation_on_Seismic_Performance_of_RC_Building).