

## STUDI PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS HASYIM ASY'ARI TERHADAP BEBAN GEMPA METODE STATIK EKUIVALEN

Fadjar Wahyu Rahardjo<sup>1</sup>, Abdiyah Amudi<sup>2</sup>, Titin Sundari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa/ Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng-Jombang  
Jl. Irian Jaya No 55 Tebuireng Jombang  
fadjarwa97@gmail.com

<sup>2</sup>Dosen/ Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng-Jombang  
Jl. Irian Jaya No 55 Tebuireng Jombang  
abdiyah.amudi@yahoo.com

<sup>3</sup>Dosen/ Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng-Jombang  
Jl. Irian Jaya No 55 Tebuireng Jombang  
tari1273@yahoo.co.id

**Comment [M1]:** Artikel ini bersifat local dan mengulang, tidak ada arah menuju kebaruan sama sekali. Bisa dilihat abstract dibawah ini. Artikel ini belum cocok untuk Jurnal S3. Lebih cocok pada jurnal S5 atau S6

### Abstract

*The record building planning located at campus B, Hasyim Asy'ari University Tebuireng-Jombang has functions for academic and administrative center all faculties. The construction plan consists of 7 floors and roof with steel frames. The main purpose of planning is to be used a reference for the university when building realization. Planning and modeling of structural construction using one system is a special moment frame system method (SRPMK) with SAP2000 software. Analysis used equivalent static earthquake method with a load combination. The result showed that the main structure was the beam and column that had satisfying of strong column weak beam mechanism as indicated from the value of inter floor deviations which has reached the target level of life safety performance.*

**Keywords:** capacity design; life safety; structural planning; srpmk; static equivalent

### Abstrak

Perencanaan gedung rektorat terletak di lokasi kampus B, Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng-Jombang yang difungsikan sebagai pusat akademik dan administrasi semua Fakultas. Rencana bangunan gedung terdiri atas 7 lantai dan atap menggunakan rangka baja. Tujuan utama dilakukan perencanaan dimaksudkan agar pihak Universitas memiliki acuan gambar perencanaan yang dapat digunakan dalam proses realisasi dalam peningkatan pembangunan. Perencanaan dan pemodelan struktur gedung menggunakan satu sistem yaitu sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan bantuan software SAP2000. Analisis menggunakan metode gempa statik ekuivalen dengan melakukan beberapa kombinasi beban. Hasil penelitian ini menunjukkan struktur utama yang berupabalok dan kolom telah memenuhi mekanisme kolom kuat balok lemah yang ditunjukkan dari nilai simpangan antar lantai yang terjadi telah mencapai target level kinerja life safety.

**Kata kunci:** desain kapasitas; life safety; perencanaan struktur; srpmk; statik ekuivalen

### PENDAHULUAN

Perencanaan bangunan dalam bidang struktur khususnya konstruksi gedung tahan terhadap gempa merupakan hal yang sangat penting di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara rawan terjadi gempa. Setiap bangunan khususnya gedung yang direncanakan harus mampu mencapai level kinerja *life safety*, gedung boleh mengalami kerusakan tetapi tidak runtuh sehingga dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa.

Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung diatur berdasarkan SNI 1726-2012, yang didalamnya mengklasifikasikan tingkat kategori resiko menjadi beberapa bagian sesuai dengan jenis dan fungsi bangunan yang akan direncanakan dan juga memperhatikan sistem rangka ataupun sistem dinding geser yang akan digunakan pada bangunan tersebut.

Universitas Hasyim Asy'ari merupakan suatu lembaga pendidikan tinggi swasta yang

kini tengah mengembangkan sarana dan prasarana guna meningkatkan dan menunjang proses kegiatan perkuliahan sehingga dapat terciptanya suasana yang kondusif. Salah satu rencana pengembangan yang akan dilakukan yaitu berupa peningkatan gedung rektorat. Dengan adanya peningkatan tersebut diharapkan dapat lebih menunjang sebagai pusat akademik dan administrasi seluruh Fakultas yang ada yaitu Fakultas Teknik, Fakultas Pendidikan, Fakultas Ekonomi, Fakultas Teknologi Informasi, dan Fakultas Agama Islam sehingga proses administrasi dan akademik perkuliahan dapat berjalan lebih baik lagi.

Dalam penelitian kali ini, penulis ingin merencanakan gedung rektorat yang hasil akhir dari penelitian tersebut berupa gambar perencanaan struktur yang dengan harapan gambar tersebut dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan ketika akan dilakukan realisasi pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dalam merencanakan gedung bertingkat yang tahan gempa serta mekanisme struktur gedung ketika terjadinya gempa.

### Konsep Bangunan Gedung Tahan Gempa

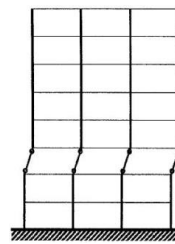
Berdasarkan SNI 03-1726-2002 tujuan dari perencanaan bangunan gedung tahan gempa yaitu sebagai berikut:

- 1) Menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh runtuhnya gedung akibat gempa yang kuat.
- 2) Membatasi kerusakan gedung akibat gempa.
- 3) Membatasi ketidaknyamanan penghuni gedung ketika terjadinya gempa.
- 4) Mempertahankan setiap layanan vital dari fungsi gedung.

Mekanisme atau konsep keruntuhan yang terjadi apabila gedung mengalami gempa menurut Suharjanto (2013) yaitu sebagai berikut:

### Keruntuhan Lokal

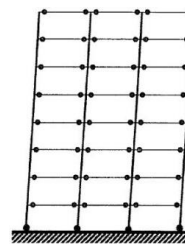
Keruntuhan jenis ini terjadi pada kolom lantai tertentu sehingga sendi plastis terjadi pada ujung kolom yang akan mengakibatkan gedung akan roboh. Mekanisme keruntuhan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Keruntuhan Lokal

### Keruntuhan Global

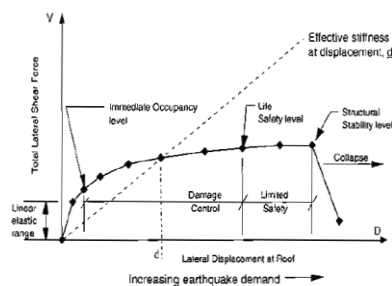
Keruntuhan jenis ini terjadi pada balok semua lantai sehingga sendi plastis terjadi pada ujung balok sehingga gedung tetap berdiri kokoh. Mekanisme keruntuhan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Keruntuhan Global

Berdasarkan *Applied Technology Council (ATC)-40 level* kinerja struktur gedung ketika terjadi gempa terbagi menjadi beberapa jenis dan tahapan keruntuhan dapat dilihat pada gambar 3.

- 1) *Immediate occupancy (IO), S-1*
- 2) *Damage control, S-2*
- 3) *Life safety (LS), S-3*
- 4) *Limited safety, S-4*
- 5) *Structural stability, S-5*
- 6) *Not considered, S-6*



Gambar 3. Level Kinerja Struktur

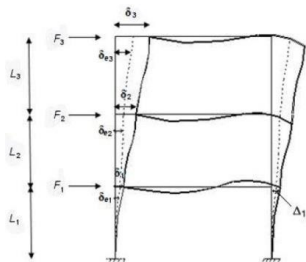
**Metode Gempa Statik Ekuivalen**

Menurut Suharjanto (2013) metode gempa statik ekuivalen merupakan metode penyederhanaan dari metode gempa secara dinamik dengan menganggap sebagai beban statik yang bekerja pada tiap lantai yang menurunkan pengaruh gempa akibat gerakan tanah. Besaran gaya gempa yang bekerja yaitu sebesar 100% pada sumbu kuat dan 30% pada sumbu lemah secara bersamaan. Metode ini dapat digunakan pada gedung yang memiliki ketinggian tidak lebih dari 40 meter atau 10 lantai dan memiliki geometri yang beraturan atau tipikal.

Berdasarkan peraturan SNI 1726-2012 analisis secara statik ekuivalen dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu gaya dasar seismik, koefisien respon seismik, periode fundamental pendekatan dan distribusi gaya gempa.

**Simpangan Antar Lantai**

Berdasarkan SNI 1726-2012 simpangan antar lantai dapat terjadi akibat adanya pengaruh gaya gempa yang diberikan pada struktur gedung, dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4. Simpangan Antar Lantai**

Berdasarkan SNI 1726-2012 batasan simpangan ijin dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Simpangan Ijin Kategori Resiko**

| Tipe Struktur  | I atau II            | III                  | IV                   |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Struktur selain dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang | 0,025h <sub>sx</sub> | 0,020h <sub>sx</sub> | 0,015h <sub>sx</sub> |
| Struktur dinding geser kantilever batu bata                    | 0,010h <sub>sx</sub> | 0,010h <sub>sx</sub> | 0,010h <sub>sx</sub> |
| Struktur dinding geser batu bata lainnya                       | 0,007h <sub>sx</sub> | 0,007h <sub>sx</sub> | 0,007h <sub>sx</sub> |
| Semua struktur lainnya   | 0,020h <sub>sx</sub> | 0,015h <sub>sx</sub> | 0,010h <sub>sx</sub> |

Berdasarkan *Applied Technology Council (ATC)–40* batasan simpangan ijin dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Simpangan Ijin Level Kinerja**

| Tipe Struktur  | IO    | Damage Control  | LS       | Structural Stability |
|----------------|-------|-----------------|----------|----------------------|
| Struktur beton | 0,01  | 0,01 s/d 0,02   | 0,02     | 0,33( $\sqrt{V/P}$ ) |
| Struktur baja  | 0,005 | 0,005 s/d 0,015 | No limit | No limit             |

**Perencanaan Penampang Struktur**

**Perencanaan Struktur Pelat**

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 struktur pelat terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

**Pelat Satu Arah**

Pelat dapat dikatakan sebagai pelat satu arah apabila sesuai dengan persamaan 1.

$$L_y / L_x > 2 \quad \dots (1)$$

**Pelat Dua Arah**

Pelat dapat dikatakan sebagai pelat dua arah apabila sesuai dengan persamaan 2.

$$L_y / L_x < 2 \quad \dots (2)$$

**Kapasitas Struktur Pelat**

Kapasitas struktur pelat dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$a = \frac{Ast \times fy}{0,85 \times f'c \times 1000} \quad \dots (3)$$

$$Mn = \phi \times (Ast \times fy \times (d - \frac{a}{2})) \quad \dots (4)$$

**Perencanaan Struktur Balok**

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 perencanaan struktur balok dapat dilihat pada persamaan berikut:

**Penentuan Dimensi**

$$h_{min} = \frac{1}{16} \cdot fy = 420MPa \quad \dots (5)$$

$$h_{min} = \frac{1}{16} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right), fy \neq 420MPa \quad \dots (6)$$

$$b_{min} = \frac{1}{2} h \quad \dots (7)$$

**Kapasitas Balok Persegi**

$$a = \frac{Ast \times fy}{0,85 \times f'c \times b} \quad \dots (8)$$

$$Mn = \phi \times (Ast \times fy \times (d - \frac{a}{2})) \quad \dots (9)$$

Kapasitas Balok T atau L

$$Mn = \phi \times \left( Ast \times fy \times \left( d - \frac{h_{pelat}}{2} \right) \right) \quad \dots (10)$$

**Perencanaan Struktur Kolom**

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 perencanaan struktur balok dapat dilihat pada persamaan berikut:

Penentuan Dimensi

$$\frac{I_{balok}}{L_{balok}} \leq \frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} \quad \dots (11)$$

Kapasitas Struktur Kolom

$$Pn = \phi \times (0,85 f'c \times (Ag - Ast) + fy \times Ast) \quad \dots (12)$$

**Perencanaan Hubungan Balok Kolom**

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 perencanaan hubungan balok kolom dapat dilihat pada persamaan berikut:

Kuat Geser Joint

$$Vn(4sisi) = \phi \times (1,7 \times \sqrt{f'c} \times Aj) \quad \dots (13)$$

$$Vn(2/3sisi) = \phi \times (1,2 \times \sqrt{f'c} \times Aj) \quad \dots (14)$$

Kuat Geser Balok

$$Ast_{tarik} = 1,25 \times Ast \times fy \quad \dots (15)$$

$$Ast_{tekan} = 1,25 \times Ast \times fy \quad \dots (16)$$

**Perencanaan Struktur Poer Plat**

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 perencanaan struktur poer plat harus mampu menahan terhadap geser pons 1 dan 2 arah:

Geser Pons 1 Arah

$$Vc = \phi \times (0,17 \times \lambda \times B \times d) \quad \dots (17)$$

Geser Pons 2 Arah

$$Vc = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times Bo \times d \quad \dots (18)$$

$$Vc = 0,083 \left( \frac{as \times d}{Bo} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times Bo \times d \quad \dots (19)$$

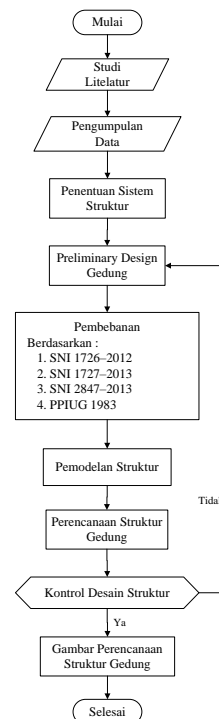
$$Vc = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times Bo \times d \quad \dots (20)$$

$$Vc = \phi \times Vc_{terkecil} \quad \dots (21)$$

**METODE PENELITIAN**

**Diagram Alir**

Tahapan penelitian dalam tugas akhir perencanaan struktur Gedung Rektorat Universitas Hasyim Asy'ari terhadap beban gempa metode statik ekuivalen dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5. Diagram Alir**

**Pengumpulan Data**

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini membutuhkan data sebagai penunjang. Data tersebut berupa data gambar yang didapat dari pihak Universitas dengan cara mewawancarai dan data tanah yang didapatkan dari hasil uji penyelidikan tanah (sondir) yang dilakukan di sekitar titik lokasi yang akan direncanakan untuk pembangunan peningkatan gedung rektorat. Terdapat juga data gempa yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yang diambil dari website resmi pusat gempa Indonesia yang sesuai dengan lokasi penelitian.

**Kriteria Dasar Perencanaan**

Kriteria dasar perencanaan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

**Tabel 3. Data Mutu Material**

| Item               | Keterangan |
|--------------------|------------|
| Struktur Pelat     | 25 MPa     |
| Struktur Balok     | 30 MPa     |
| Struktur Kolom     | 30 MPa     |
| Struktur Poer Plat | 25 MPa     |
| Tulangan Polos     | 240 MPa    |
| Tulangan Ulir      | 400 MPa    |

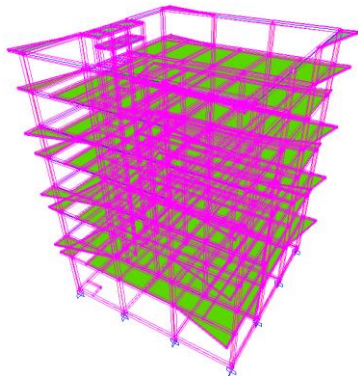
**Tabel 4. Data Teknis**

| Item              | Keterangan   |
|-------------------|--|
| Bangunan          | Gedung rektorat  |
| Fungsi Bangunan   | Pusat akademik dan administrasi seluruh fakultas         |
| Lokasi Bangunan   | Jalan irian jaya no.55 tebuireng                         |
| Koordinat Lokasi  | -7.60914256315409 (lintang)<br>112.2344183921814 (bujur) |
| Jumlah Lantai     | 7 lantai   |
| Panjang Bangunan  | 24 meter   |
| Lebar Bangunan    | 24 meter   |
| Elevasi Lantai    | 4,05 meter tiap lantai                                   |
| Jarak Antar Kolom | 8 meter, 3 meter, dan 2 meter                            |
| Tipe Struktur     | Beton bertulang  |
| Sistem Struktur   | Sistem rangka pemikul momen khusus                       |

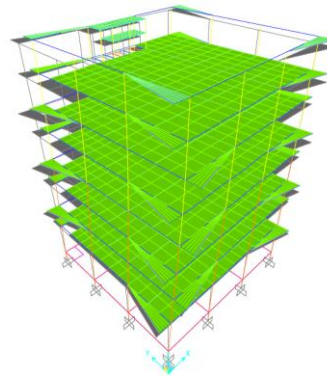
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pemodelan Struktur**

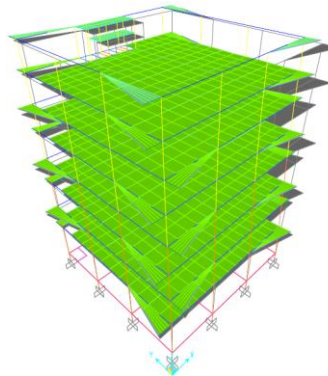
Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pemodelan dengan *software* SAP2000 (*Structural Analysis Program*) sehingga dapat mengetahui kondisi struktur gedung ketika diberikan beban gempa statik yang dikombinasikan dengan beban lainnya yang dapat dilihat pada gambar 6 hingga gambar 8.



**Gambar 6. Pemodelan Gedung Rektorat**



**Gambar 7. Deformasi Akibat Gempa-EQx**



**Gambar 8. Deformasi Akibat Gempa-EQy**

Dilakukan beberapa tipe kombinasi pembebanan pada pemodelan struktur gedung yang dapat dilihat pada tabel 5.

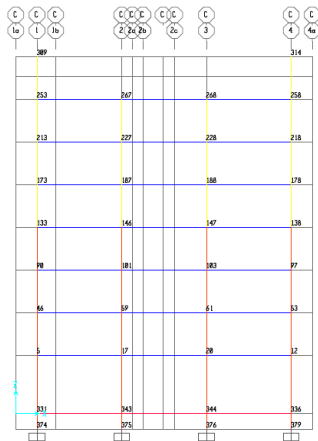
**Tabel 5. Kombinasi Pembebanan**

| Tipe | Kombinasi              | Keterangan           |
|------|------------------------|----------------------|
| 1    | 1,4D+1,4SDL            | Pembebanan Tetap     |
| 2    | 1,2D+1,2SDL+1,6LL      |                      |
| 3    | 1,2D+1,2SDL+0,5LL+1EQx |                      |
| 4    | 1,2D+1,2SDL+0,5LL-1EQx |                      |
| 5    | 1,2D+1,2SDL+0,5LL+1EQy |                      |
| 6    | 1,2D+1,2SDL+0,5LL-1EQy | Pembebanan Sementara |
| 7    | 0,9D+0,9SDL+1EQx       |                      |
| 8    | 0,9D+0,9SDL-1EQx       |                      |
| 9    | 0,9D+0,9SDL+1EQy       |                      |
| 10   | 0,9D+0,9SDL-1EQy       |                      |

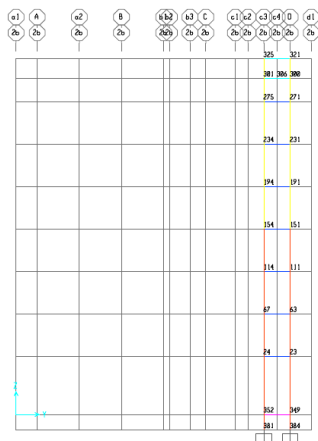
**Kontrol Simpangan**

Pengecekan simpangan yang terjadi antar lantai pada gedung yang diakibatkan oleh beban gempa EQx dan EQy pada struktur gedung ditinjau pada portal C dan portal 2b,

yang masing-masing portal dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 9. Portal C Arah Gempa-EQx



Gambar 10. Portal 2b Arah Gempa-EQy

Nilai simpangan serta kontrol simpangan yang terjadi antar lantai pada portal yang ditinjau dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 6. Kontrol Simpangan Portal C

| Lt    | Hsx  | Joint | Hasil SAP | $\Delta_i$ | $\Delta_a$ | Ket |
|-------|------|-------|-----------|------------|------------|-----|
| Atap  | 4050 | 314   | 54,32     | 13,00      | 81,00      | OK  |
| 7     | 4050 | 258   | 51,88     | 23,16      | 81,00      | OK  |
| 6     | 4050 | 218   | 47,91     | 31,73      | 81,00      | OK  |
| 5     | 4050 | 178   | 42,19     | 39,28      | 81,00      | OK  |
| 4     | 4050 | 138   | 35,08     | 44,43      | 81,00      | OK  |
| 3     | 4050 | 97    | 27,46     | 44,65      | 81,00      | OK  |
| 2     | 4050 | 53    | 19,33     | 45,56      | 81,00      | OK  |
| 1     | 4050 | 12    | 10,97     | 59,10      | 81,00      | OK  |
| Sloof | 1000 | 336   | 0,08      | 0,45       | 20,00      | OK  |

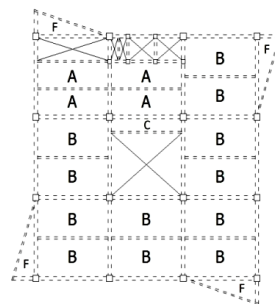
Tabel 7. Kontrol Simpangan Portal 2b

| Lt        | Hsx  | Joint | Hasil SAP | $\Delta_i$ | $\Delta_a$ | Ket |
|-----------|------|-------|-----------|------------|------------|-----|
| Atap      | 1850 | 321   | 62,08     | 7,17       | 37,00      | OK  |
| Atap lift | 2200 | 300   | 60,70     | 10,79      | 44,00      | OK  |
| 7         | 4050 | 271   | 58,79     | 28,23      | 81,00      | OK  |
| 6         | 4050 | 231   | 53,98     | 37,41      | 81,00      | OK  |
| 5         | 4050 | 191   | 47,31     | 45,72      | 81,00      | OK  |
| 4         | 4050 | 151   | 39,12     | 51,35      | 81,00      | OK  |
| 3         | 4050 | 111   | 30,38     | 51,65      | 81,00      | OK  |
| 2         | 4050 | 63    | 21,14     | 51,89      | 81,00      | OK  |
| 1         | 4050 | 23    | 11,77     | 64,26      | 81,00      | OK  |
| Sloof     | 1000 | 349   | 0,09      | 0,48       | 20,00      | OK  |

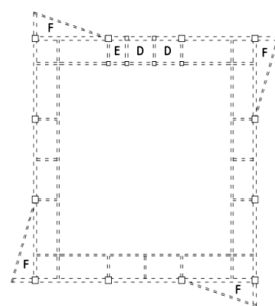
Dari data hasil simpangan antar lantai yang disajikan pada tabel 6 dan tabel 7 menunjukkan bahwa penampang balok dan kolom telah memenuhi mekanisme yang diharapkan yaitu *strong column-weak beam* dengan ditandai dari hasil simpangan ijin hitung ( $\Delta_i$ ) tidak melebihi dari batas simpangan ijin ( $\Delta_a$ ), sehingga ketika terjadi gempa pada struktur gedung telah mencapai *level* kinerja yaitu *life safety*.

**Perencanaan Struktur Pelat**

Struktur pelat pada rencana gedung terbagi menjadi beberapa tipe pelat yang dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 14. Tipe Pelat Lantai



Gambar 15. Tipe Pelat Atap

Struktur pelat gedung dimodelkan pada SAP2000 yang diasumsikan pelat bekerja sebagai *diafragma* ketika terjadi gempa, sehingga menghasilkan nilai momen *ultimate*. Kapasitas momen nominal tiap tipe pelat dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8. Kapasitas Struktur Pelat**

| Tipe | $\frac{l_y}{l_x}$   | Ket | $Mu_{tumpuan}$<br>(kNm) | $Mu_{lapangan}$<br>(kNm) | $\phi Mn$<br>(kNm) |
|------|---------------------|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| A    | $\frac{8,00}{2,75}$ | S1  | 16,21                   | 5,57                     | 17,25              |
| B    | $\frac{8,00}{4,00}$ | S1  | 17,15                   | 8,53                     | 17,25              |
| C    | $\frac{8,00}{1,50}$ | S1  | 19,31                   | 7,22                     | 22,43              |
| D    | $\frac{3,00}{2,50}$ | S2  | 1,85                    | 1,13                     | 8,15               |
| E    | $\frac{2,50}{2,00}$ | S2  | 1,83                    | 0,71                     | 8,15               |
| F    | $\frac{8,00}{2,50}$ | S1  | 6,29                    | 3,66                     | 13,78              |

#### Perencanaan Struktur Balok

Struktur balok terbagi menjadi beberapa tipe yang menghasilkan nilai momen *ultimate*. Kapasitas momen nominal tiap tipe balok dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9. Kapasitas Struktur Balok**

| Tipe | $Mu_{(-)}$<br>(kNm) | $Mu_{(+)}$<br>(kNm) | $\phi Mn$<br>(kNm) | $Tu$<br>(kNm) | $Vu$<br>(kN) |       |
|------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------|-------|
| BI.1 | $\frac{40}{60}$     | 360,2               | 241,1              | 450,1         | 72,7         | 208,3 |
| BA.2 | $\frac{30}{45}$     | 119,5               | 64,1               | 147,4         | 0,9          | 77,1  |
| BI.3 | $\frac{35}{50}$     | 132,4               | 117,9              | 208,7         | 33,4         | 139,6 |
| BK.4 | $\frac{25}{45}$     | 72,5                | 33,8               | 111,5         | 12,2         | 163,9 |
| BT.5 | $\frac{25}{30}$     | 30,0                | 16,8               | 48,9          | 4,8          | 34,2  |
| BI.6 | $\frac{45}{60}$     | 249,5               | 102,2              | 361,7         | 71,2         | 200,8 |
| B.Ap | $\frac{30}{45}$     | 151,9               | 121,2              | 157,9         | 11,2         | 83,8  |
| SL   | $\frac{45}{85}$     | 211,1               | 153,4              | 453,9         | 19,6         | 93,4  |

#### Perencanaan Struktur Kolom

Struktur kolom terbagi menjadi 2 tipe yang menghasilkan nilai aksial dan momen *ultimate*. Perhitungan dan analisa kapasitas tiap kolom menggunakan *software PCA-Coloumn* dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10. Kapasitas Struktur Kolom**

| Tipe | Pu<br>(kN)      | $Mu_x$<br>(kNm) | $Mu_y$<br>(kNm) | $fMn_x$<br>(kNm) | $fMn_y$<br>(kNm) | $fMn/Mu$ |     |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------|-----|
| K1   | $\frac{70}{70}$ | 5.82            | 340,7           | 308,6            | 487,6            | 441,7    | 1,4 |
| K2   | $\frac{65}{65}$ | 2.53            | 272,4           | 243,9            | 411,3            | 367,4    | 1,5 |

#### Perencanaan Hubungan Balok Kolom

Perhitungan hubungan balok kolom ditinjau pada balok yang memiliki jumlah tulangan tarik dan tekan terbanyak diantara beberapa tipe, dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11. Hubungan Balok Kolom**

| K1<br>(kN)             | K2<br>(kN)           | Balok<br>(kN)          |
|------------------------|----------------------|------------------------|
| $\phi Vn$<br>(2/3sisi) | $\phi Vn$<br>(4sisi) | $\phi Vn$<br>(2/3sisi) |
| $\phi Vn$<br>(4sisi)   | Ast<br>Tarik         | Ast<br>Tekan           |
| 2.415                  | 3.421                | 2.082                  |
| 2.950                  | 1.418                | 709                    |

#### Perencanaan Struktur Poer Plat

Struktur poer plat direncanakan pada kedalaman 1,00 meter dari muka tanah asli, dimana poer plat harus mampu menahan gaya geser pons 1 arah dan 2 arah dari beban F3 yaitu sebesar 593,78 ton dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12. Geser Pons dan Penulangan Struktur Poer Plat**

| Tipe | 1 Arah<br>(Ton)   |           | 2 Arah<br>(Ton) |           | Tul |         |
|------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|-----|---------|
|      | $Vu$              | $\phi Vc$ | $Vu$            | $\phi Vc$ |     |         |
| P1   | $\frac{2,1}{2,1}$ | 31        | 86              | 369       | 412 | D16-150 |
| P2   | $\frac{4,1}{2,1}$ | 181       | 192             | 641       | 780 | D16-150 |

#### Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang terletak pada tanah keras kedalaman 14 meter dari muka tanah asli dengan ditunjukkan nilai *friction ratio* sebesar 0,6 yang berasal dari uji sondir penyelidikan tanah. Rencana tiang pancang berbentuk persegi dengan ukuran 35/35 cm dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 13. Pondasi Tiang Pancang**

| Tipe | Jml | $\eta$ | P<br>1-Tiang<br>(Ton) | D.Dukung<br>Kelompok<br>(Ton) | $\sum$ Beban<br>Vertikal<br>(Ton) |
|------|-----|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| P1   | 9   | 0,61   | 84,21                 | 600,31                        | 573,46                            |
| P2   | 18  | 0,53   | 80,61                 | 1.619,84                      | 1.149,44                          |

**KESIMPULAN**

- 1) Hasil perencanaan didapatkan penulangan struktur pelat, balok, dan kolom:
  - Pelat dengan tipe A dan B menggunakan tulangan tumpuan, lapangan dan susut yaitu Ø10-100, Ø10-125 dan Ø10-300.
  - Pelat dengan tipe C menggunakan tulangan tumpuan, lapangan dan susut yaitu Ø10-75, Ø10-125 dan Ø10-300.
  - Pelat dengan tipe D dan E menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan yaitu Ø10-150 dan Ø10-150.
  - Pelat dengan tipe F menggunakan tulangan tumpuan, lapangan dan susut yaitu Ø10-125, Ø10-125 dan Ø10-300.
  - Balok BI.1 menggunakan tulangan atas yaitu 10D19, tulangan bawah yaitu 5D19, tulangan torsi yaitu 4D12 dan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Balok BA.2 menggunakan tulangan atas yaitu 4D19, tulangan bawah yaitu 2D19 dan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Balok BI.3 menggunakan tulangan atas yaitu 5D19, tulangan bawah yaitu 3D19, tulangan torsi yaitu 2D12 dan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Balok BI.6 menggunakan tulangan atas yaitu 7D19, tulangan bawah yaitu 5D19, tulangan torsi yaitu 4D12 dan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Balok B.Ap menggunakan tulangan atas yaitu 5D19, tulangan bawah yaitu 3D19, tulangan torsi yaitu 2D12 dan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Kolom K1 menggunakan tulangan 16D19 dengan tulangan geser yaitu Ø10-100.
  - Kolom K2 menggunakan tulangan 12D19 dengan tulangan geser yaitu Ø10-100.
- 2) Struktur gedung rektorat yang direncanakan dengan sistem rangka SRPMK telah memenuhi syarat *strong coloumn-weak beam* serta telah mencapai *level* kinerja *life safety* yang tahan terhadap beban gempa statik ekuivalen.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aprilliana, Fitri dan P Angelina Lasmaria. (2014). Perencanaan Struktur Gedung Slioam Hospitals Medan. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1015-1030.

- ATC-40.(1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building*. California: Seismic Safety Commission.
- Aziz, Muhammad Alfiraz dan Rosela Ardila. (2017). Perencanaan Ulang Struktur Hotel 6 Lantai Di Surabaya dengan Metode SRPMM, TA-Terapan, Surabaya: ITS.
- BSN. (2002). SNI 03-1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Bandung: Author.
- BSN. (2012). SNI 1726-2012 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung: BSN.
- BSN. (2013) SNI 1727-2013 *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Bandung: BSN.
- BSN. (2013) SNI 2847-2013 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: BSN.
- Faizah, Restu. (2015). Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 18(2), 190-199.
- Navy, Edward G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Palit, Maria Claudia. (2016). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(4), 263-270.
- PPIUG. (1983) Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Suharjanto. (2013). *Rekayasa Gempa Dilengkapi Dengan Analisis Beban Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002*. Yogyakarta: Kepel Press.
- Sunggono, K.H. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Virgiansyah, Gigih. (2018). Perencanaan Stuktur Gedung Perkuliahan 8 Lantai Di Kabupaten Jember Menggunakan SRPMK, Skripsi, Jember: Universitas Jember.
- Wigroho, Haryanto Yoso. (2001). *Analisis dan Perancangan Struktur Frame Menggunakan SAP2000*. Yogyakarta: ANDI.



