

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN 7 LANTAI

¹ Tanjung Rahayu,² Fandi Laode Sadikin

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Suryakencana
tanjungrahayu@yahoo.com

Abstrak

Gedung merupakan tempat untuk melakukan aktifitas dalam berbagai bidang, contohnya adalah gedung perkantoran. Dilihat dari fungsinya maka dibutuhkan ruang yang memadai agar kegiatan perkantoran nyaman dan aman. Dalam membangun sebuah gedung diperlukan perencanaan yang matang terutama dalam perencanaan strukturnya. Hasil analisis didapatkan mutu beton sebesar 25 MPa, mutu tulangan baja untuk diameter <12 mm sebesar 240 MPa dan diameter >13 mm sebesar 390 MPa, pelat tangga dan bordes dengan tebal 150mm (tulangan 2D13), balok bordes dengan dimensi 250x300mm (tulangan 2D13 dan sengkang 010-120mm), balok penggantung lift dengan dimensi 250x300mm (tulangan 4D13 dan sengkang D13-100mm), pelat lantai dengan tebal 150mm (tulangan arah x 012-160 mm dan y 012-120 mm), balok BA1 dengan dimensi 300x450mm (tulangan tumpuan dan 2D25 dan sengkang 010-150mm), balok BA2 dengan dimensi 250x350mm (tulangan tumpuan dan 2D25 dan sengkang 010-150mm), balok B1 dengan dimensi 400x650mm (tulangan tumpuan 10D25, lapangan 5D25 dan sengkang D13-100mm), balok B2 dengan dimensi 300x500mm (tulangan tumpuan 6D25, lapangan 3D25 dan sengkang D13-130mm), balok B3 dengan dimensi 250x300mm (tulangan tumpuan 2D25, lapangan 2D25 dan sengkang 010-110mm), kolom K1 dengan dimensi 700x700mm (tulangan 36D25 dan sengkang 012-150mm), dan kolom K2 dengan dimensi 400x400mm menggunakan tulangan (tulangan 8D25 dan sengkang 012-150mm).

Kata kunci : Gedung, Perencanaan, Struktur, Gempa, SPRMK

1. PENDAHULUAN

Perencanaan struktur pada laporan tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan suatu struktur gedung yang dapat menahan beban-beban yang akan terjadi termasuk beban gempa dengan menggunakan salah satu sistem rangka pemikul momen yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK). Dengan demikian, tujuan perencanaan suatu struktur untuk menghasilkan struktur yang kuat dan stabil dapat tercapai.

A. Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana merancang gedung yang berpedoman pada peraturan SNI 1726:2012, SNI 1727:2013 dan SNI 2847:2013 serta berapa dimensi struktur (balok, kolom, pelat) yang kuat menahan beban.

B. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan Laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peraturan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan SNI 1726:2012 untuk tata cara perencanaan ketahanan gempa, SNI 1727:2013 untuk standar beban minimum dan SNI 2847:2013 untuk persyaratan beton struktural yang digunakan untuk bangunan.

2. Perencanaan struktur pada tugas akhir ini menggunakan program bantu ETABS, SAP2000 dan spColumn.
3. Perencanaan hanya mencakup perencanaan struktur yang mencakup pelat, balok, dan kolom saja tanpa memperhitungkan fondasi, sloof dan dinding penahan tanah pada basement.
4. Perencanaan struktur plat lantai menggunakan metode manual dengan koefisien momen yang mengacu pada perbandingan bentang terpanjang dan terpendek.
5. Tidak memperhitungkan sistem utilitas bangunan, instalasi air bersih dan kotor, instalasi listrik serta finishing.
6. Tidak memperhitungkan RAB, metode pelaksanaan, RKS, dan time schedule.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tulangan Pokok pada Pelat

Perhitungan tulangan pelat didasarkan pada diagram tegangan-tegangan balok. Nilai b pada lebar balok dianggap sebesar 1 meter. Langkah perhitungan untuk kebutuhan tulangan pelat adalah sebagai berikut.

1. Menentukan data-data d , f_y , f'_c , dan μ
2. Menentukan harga β_1 , $\beta_1 = 0,85$

3. Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho \text{ max} = 0,025$$

$$\rho \text{ max} = 0,75 \rho b$$

$$\rho \text{ min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Dari kedua harga pmin tersebut, diambil harga yang terkecil sebagai yang menentukan.

4. Mencari nilai momen nominal maksimal (Mn maks)

$$Mn \text{ maks} = As \text{ maks} \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

5. Mencari nilai momen nominal perlu (Mn perlu)

$$Mn \text{ perlu} = \frac{M_u}{\phi}$$

6. Memeriksa syarat tulangan
Mn maks > Mn perlu maka tidak perlu menggunakan tulangan tekan
Mn maks < Mn perlu maka perlu menggunakan tulangan tekan

7. Menentukan harga m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c'}$$

8. Menentukan Rn

$$Rn = \frac{Mn}{\phi b d^2}$$

Diketahui harga $\phi = 0,75$

9. Menghitung rasio tulangan yang dibutuhkan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right)$$

Dimana : pmin < ppakai < pmax

10. Menentukan luas tulangan (AS) dari p perlu yang didapat

$$\rho = \frac{As}{b \times d}$$

11. Menentukan jumlah tulangan

$$n \text{ tulangan} = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2}$$

12. Menghitung momen nominal aktual yang dikalikan faktor reduksi (sumber: Istimawan D:1994)

Untuk Mn maks < Mn perlu

$$\phi Mn = \phi \times As \times f_y \times (d - 0,5 \times a) + As' \times f_y \times (d - d')$$

Untuk Mn maks > Mn perlu

$$\phi Mn = \phi \times As \times f_y \times (d - 0,5 \times a)$$

Keterangan:

As = Luas tulangan Tarik

As' = Luas tulangan tekan

Menentukan jarak antar tulangan (S pakai)

$$S \text{ pakai} = \frac{b}{n \text{ tulangan}}$$

Keterangan:

n tulangan = Jumlah tulangan pakai

b = lebar balok

B. Perhitungan Tulangan Balok

Menurut Dewobroto (2005), struktur beton untuk balok memerlukan tulangan baja pada sisi tarik untuk mengantisipasi kelemahannya terhadap tegangan tarik, tetapi pada umumnya penampang balok mempunyai tulangan baja pada kedua sisinya. Pada balok juga diperlukan tulangan sengkang untuk menahan gaya geser. Adapun perhitungan sebagai berikut:

Tahapan yang digunakan dalam menentukan tulangan lentur pelat adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data-data d, fy, f'c, dan Mu
2. Menentukan harga β_1 , $\beta_1 = 0,85$
3. Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho \text{ max} = 0,025$$

$$\rho \text{ max} = 0,75 \rho b$$

$$\rho \text{ min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Dari kedua harga pmin tersebut, diambil harga yang terkecil sebagai yang menentukan.

4. Mencari nilai momen nominal maksimal (Mn maks)

$$Mn \text{ maks} = As \text{ maks} \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

5. Mencari nilai momen nominal perlu (Mn perlu)

$$Mn \text{ perlu} = \frac{M_u}{\phi}$$

6. Memeriksa syarat tulangan
Mn maks > Mn perlu maka tidak perlu menggunakan tulangan tekan
Mn maks < Mn perlu maka perlu menggunakan tulangan tekan

7. Menentukan harga m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c'}$$

8. Menentukan Rn

$$Rn = \frac{Mn}{\phi b d^2}$$

Diketahui harga $\phi = 0,75$

9. Menghitung rasio tulangan yang dibutuhkan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x m x Rn}{f_y}} \right)$$

Dimana : $p_{min} < p_{pakai} < p_{max}$

10. Menentukan luas tulangan (AS) dari p perlu yang didapat

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

11. Menentukan jumlah tulangan

$$n \text{ tulangan} = \frac{A_{sperlu}}{\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2}$$

12. Menghitung momen nominal aktual yang dikalikan faktor reduksi (sumber: Istimawan D:1994)

Untuk $M_n \text{ maks} < M_n \text{ perlu}$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - 0,5 \times a) + A_s' \times f_y \times (d - d')$$

Untuk $M_n \text{ maks} > M_n \text{ perlu}$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d - 0,5 \times a)$$

Keterangan:

A_s = Luas tulangan Tarik

A_s' = Luas tulangan tekan

Menentukan jarak antar tulangan (S pakai)

$$S \text{ pakai} = \frac{b}{n \text{ tulangan}}$$

S pakai

Keterangan:

n tulangan = Jumlah tulangan pakai

b = lebar balok

Perencanaan penampang geser harus didasarkan sesuai SNI 2847:2013 pasal 11.1.1 (persamaan 1-11) yaitu harus memenuhi

$$\phi V_n \geq V_u$$

dimana:

V_n = Kuat geser nominal penampang

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang

ϕ = reduksi kekuatan untuk geser = 0,75

Kuat geser nominal merupakan sumbangan dari kuat geser beton (V_c) dan tulangan (V_s)

$$V_n = \phi(V_c + V_s)$$

dan

$$V_c = 0,17 \alpha \sqrt{f'c} b_w d$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

dimana:

V_c = Kuat geser beton

V_s = Kuat geser nominal tulangan geser Untuk menentukan jarak antar tulangan (S pakai) digunakan perhitungan berikut

$$S \text{ pakai} = \frac{b}{n \text{ tulangan}}$$

Keterangan:

n tulangan = Jumlah tulangan pakai

b = lebar balok

Pengaruh torsi harus diperhitungkan apabila:

$$T_u \leq \frac{\phi \sqrt{f'c}}{12} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad (2.43)$$

Perencanaan penampang terhadap torsi:

$$T_u \leq \phi T_n \quad (2.44)$$

Tulangan sengkang puntir:

$$T_n = \frac{2 A_0 A_s f_y}{s} \cot \theta \quad (2.45)$$

dimana:

T_u = Momen torsi terfaktor

T_n = Kuat momen torsi

T_c = Kuat torsi nominal yang disumbangkan oleh beton

A_0 = Luas yang dibatasi oleh lintasan aliran geser mm^2

C. Perhitungan Tulangan Kolom

Detail penulangan kolom akibat beban aksial tekan harus sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal

21.3.5.1 sedangkan untuk perhitungan tulangan geser harus sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 23.5.1.

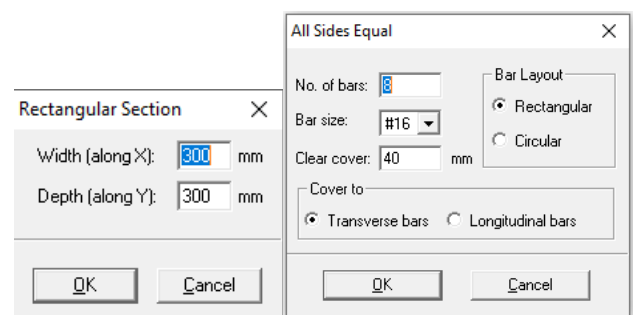
Berdasarkan Dewobroto (2013) perancangan kolom beton bertulang adalah sebagai berikut:

1. Input material properties



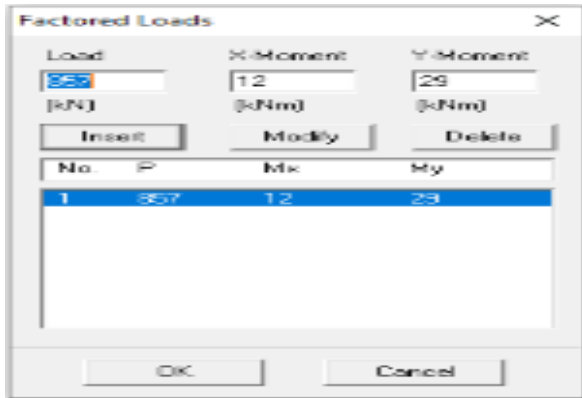
Gambar 2.4 Input material

2. Input ukuran kolom dan tulangan kolom



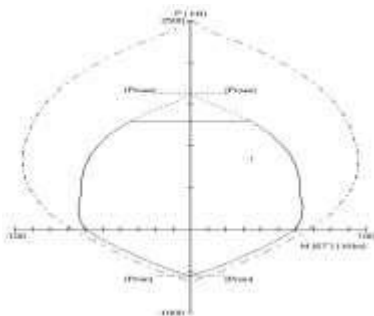
Gambar 2.5 Input ukuran dan tulangan Kolom

3. Input pembebanan



Gambar 2.6 Input pembebanan

4. Membuat diagram interaksi gaya normal dan momen biaksial kolom dengan menggunakan Spcolumn.
5. Cek kapasitas kolom untuk beban gaya normal dan momen terfaktor yang diperoleh dari kombinasi beton yang paling menentukan di setiap ujung kolom.



Gambar 2.7 Diagram Interaksi P-M

6. Cek Momen nominal kolom (M_n) $M_n = (M_c + M_s)$
Keterangan:
 M_c = Momen akibat gaya internal tekan beton
 M_s = Momen akibat gaya internal baja tulangan
7. Desain tulangan geser kolom $V_u = \phi (V_c + V_s)$ dan

$$V_c = \left(1 + \left(\frac{P_u}{14 \times A_g} \right) \right) \sqrt{\frac{f_c'}{6}} \times b \times d$$

dimana:

V_c = Kuat geser beton

V_s = Kuat geser nominal tulangan geser

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram alir perencanaan

Tahapan perencanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini dan akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.



Gambar 3.1 Tahapan perencanaan metode penyelesaian tugas akhir

B. Data Perencanaan

Data perencanaan secara keseluruhan mencakup data umum bangunan serta data bahan yang diuraikan secara detail sebagai berikut:

1. Fungsi gedung : Gedung perkantoran
2. Lokasi : Bandung
3. Jumlah lantai : 7 lantai
4. Struktur bangunan: Beton bertulang
5. Sistem struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
6. Tinggi gedung : 28,4 meter
7. Lebar gedung : 40 meter
8. Panjang gedung : 31 meter
9. Tinggi tiap lantai :
 - a. Basemen : 4,4 meter
 - b. Lantai 1-7 : 4 meter
10. Mutu bahan
 - a. Mutu beton (f_c'): 25 MPa (K-300)
 - b. Mutu baja
 - 1) < 0 12 (f_y) : 240 MPa
 - 2) > D 13 (f_y) : 390 MPa

4. PEMBAHASAN

A. Perencanaan Tangga

Tangga didesain dengan meletakkan pelat bordes pada setengah tinggi antar lantai dengan denah tangga berbentuk huruf "U".

Perhitungan kebutuhan tulangan tangga digunakan berdasarkan momen maksimum yang terjadi antara pelat tangga dan bordes. Sehingga tulangan pelat tangga dan bordes menggunakan tulangan dan jarak yang sama. Perencanaan tulangan pelat tangga dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk pelat tangga dan bordes arah x adalah 010 - 100 mm dan arah y adalah 010 - 250 mm.

B. Perencanaan Balok Bordes

Perencanaan tulangan balok bordes dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk balok bordes digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D13, tulangan tumpuan bawah 2D13, tulangan lapangan atas 2D13, tulangan lapangan bawah 2D13, dan sengkang 010 - 120 mm.

C. Perencanaan Balok Lift

Perencanaan balok penggantung lift dihitung berdasarkan jumlah reaksi yang terjadi pada balok lift. PPIUG 1983 pasal 3.3.(3) menyatakan bahwa beban keran yang membebani struktur pemikulnya terdiri dari berat sendiri keran ditambah muatan yang diangkatnya, dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dengan mengalikannya dengan suatu koefisien kejut yang ditentukan dengan rumus berikut,

$$\Psi = (1 + k_1 + k_2 \times v) \geq 1,15$$

Perencanaan tulangan balok penggantung lift dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari momen maksimal yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk balok penggantung lift digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 4D20, tulangan tumpuan bawah 2D13, tulangan lapangan atas 2D13, tulangan lapangan bawah 4D20, dan sengkang $\phi 10 - 120$ mm.

D. Perencanaan Pelat

Perhitungan momen yang terjadi (M_u) yang bekerja pada pelat dengan menggunakan koefisien PBI 1971 tabel 13.3.2 untuk pelat dua arah terjepit penuh. Perencanaan tulangan pelat dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan pelat lantai arah x tumpuan $\phi 12 - 160$ mm, arah x lapangan $\phi 12 - 160$ mm,

arah y tumpuan $\phi 12 - 120$ mm, arah y lapangan $\phi 12 - 120$ mm,

E. Perencanaan Balok Anak

Balok anak ini direncanakan dapat memikul gaya-gaya maksimal yang terjadi pada setiap dimensi penampang serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013.

Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA1 digunakan dimensi 300x450 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\phi 10 - 150$ mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\phi 10 - 150$ mm.

F. Perencanaan Balok Induk

Balok anak ini direncanakan dapat memikul gaya-gaya maksimal yang terjadi pada setiap dimensi penampang serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak B1 digunakan dimensi 400x650 mm dengan tulangan tumpuan bawah 10D25, tulangan lapangan atas 10D25, tulangan lapangan bawah 5D25, tulangan lapangan atas 5D25, dan sengkang D13 - 100 mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 300x500 mm dengan tulangan tumpuan atas 6D25, tulangan tumpuan bawah 6D25, tulangan lapangan atas 3D25, tulangan lapangan bawah 3D25, dan sengkang D13 - 130 mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\phi 10 - 110$ mm.

G. Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan dapat memikul gaya-gaya yang terjadi serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013. Hasil perhitungan tulangan untuk kolom K1 digunakan dimensi 700x700 mm dengan tulangan 8D25 dan sengkang $\phi 12 - 150$. Hasil perhitungan tulangan untuk kolom K2 digunakan dimensi 350x350 mm dengan tulangan 36D25 dan sengkang $\phi 12 - 150$.

H. Hubungan Balok Kolom

Hubungan balok kolom perlu dikontrol untuk mengecek tegangan yang terjadi. Hubungan tersebut harus mempunyai cukup kekuatan, kekakuan, dan dapat memberikan kebutuhan daktilitas yang disyaratkan. Hasil perhitungan hubungan balok B1 - kolom K2 yaitu digunakan

3 D13-100 mm. Hasil perhitungan hubungan balok B2 – kolom K2 yaitu digunakan 3 D13-100 mm. Hasil perhitungan hubungan balok B3 – kolom K1 yaitu digunakan 3 Ø12-100 mm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur beton bertulang, maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi pelat tangga digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan pelat tangga arah x : Ø10-100 mm.
 - b. Tulangan tumpuan pelat tangga arah y : Ø10-250 mm.
 - c. Tulangan lapangan pelat tangga arah x : Ø10-100 mm.
 - d. Tulangan lapangan pelat tangga arah y : Ø10-250 mm.
2. Dimensi pelat bordes digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan pelat bordes arah x : Ø10-100 mm.
 - b. Tulangan pelat bordes arah y : Ø10-250 mm.
3. Balok bordes menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok bordes atas/bawah : 2D 13 mm.
 - b. Tulangan lapangan balok bordes atas/bawah : 2D 13 mm
 - c. Tulangan geser : 10-120 mm.
4. Balok penggantung lift menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok penggantung lift atas: 4D 20 mm.
 - b. Tulangan tumpuan balok penggantung lift bawah: 2D 13 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok penggantung lift atas: 2D 13 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok penggantung lift bawah: 4D 20 mm.
 - e. Tulangan geser: D13-100 mm.
5. Dimensi pelat tangga digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan pelat tangga arah x: Ø12-160 mm.
 - b. Tulangan tumpuan pelat tangga arah y: Ø12-160 mm.
 - c. Tulangan lapangan pelat tangga arah x: Ø12-120 mm.
 - e. Tulangan lapangan pelat tangga arah y: Ø12-120 mm.
6. Balok anak (BA1) menggunakan dimensi 300x450 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 2 D25 mm.
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 2D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 2D25 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 2D25 mm.
 - e. Tulangan geser : Ø10-150 mm
7. Balok anak (BA2) menggunakan dimensi 250x350 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 2D25 mm
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 2D25 mm
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 2D25 mm
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 2D25 mm
 - e. Tulangan geser: Ø10-110 mm
8. Balok induk (B1) menggunakan dimensi 400x650 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 10 D25 mm
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 10 D25 mm
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 5 D25 mm
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah : 5 D25 mm
 - e. Tulangan torsi: 2 D13 mm
 - f. Tulangan geser: D13-100 mm
9. Balok induk (B2) menggunakan dimensi 300x500 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 6D25 mm.

- b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 6D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 3D25 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 3D25 mm.
 - e. Tulangan torsi: 2 D13 mm.
 - f. Tulangan geser: D13-100 mm
10. Balok induk (B3) menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut:
- a. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 10D25 mm.
 - b. Tulangan lapangan balok anak atas: 5D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak bawah: 5D25 mm.
 - d. Tulangan torsi: 2 D13 mm.
 - e. Tulangan geser: D13-100 mm.
11. Kolom (K1) menggunakan dimensi 700x700 mm dengan penulangan sebagai berikut:
- a. Tulangan longitudinal: 36D25 mm.
 - b. Tulangan sengkang: Ø12-150 mm.
12. Kolom (K2) menggunakan dimensi 400x400 mm dengan penulangan sebagai berikut:
- a. Tulangan longitudinal: 4 D25 mm.
 - b. Tulangan sengkang: Ø12-150 mm.

B. Saran

Adapun saran-saran dalam pengerjaan penelitian ini yaitu:

1. Penggunaan analisis beban gempa statik ekuivalen memberikan keterbatasan dalam desain model yang di analisis, terutama dalam hal tinggi bangunan. Untuk pengembangan studi lebih lanjut dapat digunakan analisis dinamik non linier untuk struktur bangunan yang lebih tinggi;
2. Sangat penting untuk memperhitungkan pengaruh gempa pada suatu perencanaan bangunan gedung dan mengaplikasikannya pada daerah yang rawan gempa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Badan standardisasi nasional. (2012). SNI 1726:2012 TATA CARA PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DAN NON GEDUNG. Jakarta.

Cara Membuat Rumah Kayu Sederhana Nan Cantik, Hemat Biaya! (2019, NOV 28). Departemen Pekerjaan Umum. (2002). SNI 03 – 1729 - 2002 TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA

UNTUK BANGUNAN GEDUNG .
Departemen Pekerjaan Umum.

- Dewobroto, W. (2005). Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. Banten: Universitas Pelita Harapan Indonesia.
- Hadi, B. K. (2010, Desember 25). Teori Kestabilan Struktur. Retrieved from blogmukhlason.wordpress.com: <https://blogmukhlason.wordpress.com/2010/12/25/teori-kestabilan-struktur/>
- Hanggoro, A., & Chusnul, C. (2015). Short Course Aplikasi SNI Terbaru untuk Mahasiswa Tugas Akhir. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Gramedia pustaka utama.
- Indarto. (2013). Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Schodek, D. L. (1998). Struktur. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Sistem Struktur Rangka Baja. (2010, Oktober). Retrieved from angryits.blogspot.com: <http://angryits.blogspot.com/2010/10/sistem-struktur-rangka-baja.html>
- Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta.
- Wibowo, A. P. (2012). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG. Yogyakarta: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.
- Widodo, J. (2001). Etika Birokrasi Dalam Pelayanan Publik. Malang: CV. Malang: CV. Citra Malang
- Konstruksi Baja Komposit. (2018). Retrieved from www.spesialiskonstruksi.com: <https://www.spesialiskonstruksi.com/2018/12/konstruksi-baja-komposit.html>
- Kristianto, A. (2016). Perkuatan kolom beton bertulang bangunan rumah tinggal tahan gempa dengan menggunakan pen-binder (Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun). Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Membuat Struktur Kolom Beton Pada Gedung Bertingkat. (n.d.). Retrieved from www.kolomsatu.com: <https://www.kolomsatu.com/membuat-struktur-kolom-beton-pada-gedung-bertingkat.html>
- Nadeak, L. (2016). ANALISIS DESAIN GEDUNG WHIZ HOTEL METODE SISTEM

- RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS.
LAMPUNG: UNIVERSITAS LAMPUNG.
- National Geographic Indonesia. (2012). Hidup Mati di Negeri Cincin Api.
- Panitia pembaruan peraturan beton bertulang indonesia. (1981). PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG
1983. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan Pertama (Stensil).
- Pawirodikromo, W. ((2012)). Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Priyonggo, G.(2016). PERANCANGAN ULANG GEDUNG SKYSUITES. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sampakang, J. J., & et al. (2013). Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Komponen Balok-Kolom Dan Sambungan Struktur Baja Gedung BPJN XI. Jurnal Sipil Statik , Vol. 1 No. 06