



PERANCANGAN GEDUNG APARTEMEN PALTROW CITY BELLINI TOWER TEMBALANG

Muhammad Irfan, Bastian Triatmojo, Nuruji^{*)}, Hardi Wibowo^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi berdasarkan SNI 03-1726-2012 pada Laporan Tugas Akhir ini didisain pada zonasi gempa wilayah Kota Semarang menggunakan metode Sistem Rangka Gedung dengan konfigurasi keruntuhan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini direncanakan menggunakan konsep kolom kuat balok lemah, dimana elemen vertikal dari struktur (kolom) harus dibuat lebih kuat dari elemen horisontal dari struktur (balok), agar sendi plastis terbentuk terlebih dahulu pada bagian balok. Hasil analisis struktur gedung bertingkat tinggi berdasarkan SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan program SAP2000 v14 digunakan untuk mengetahui perioda fundamental struktur dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut, dimana perioda fundamental struktur harus dibatasi agar struktur tidak terlalu fleksibel.

kata kunci : *SNI 03-1726-2012, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), kolom kuat balok lemah, hubungan balok-kolom, perioda fundamental struktur.*

ABSTRACT

Design structure of high story building by SNI 03-1726-2012 on this final report are designed in seismic zoning area of Semarang city using the structure frame system method with configuration structure collapse the System Bearer Special Moment (SRPMK). This system is planned to use the concept of strong column weak beam, where the vertical elements of the structure (column) should be stronger than the horizontal elements of the structure (beam), to be plastically formed joints first on the beam. The analysis of the structure of high story building by SNI 03-1726-2012 using software help SAP2000 v14 with the results of the analysis are used to determine the fundamental period of the structure and the forces acting on the structure. fundamental structural period must be limited so that the structure is not very flexible.

keywords: *SNI 03-1726-2012, System Special Moment Frame Bearer (SRPMK), strong column weak beam, the joints meeting of the beam-column, fundamental structural period.*

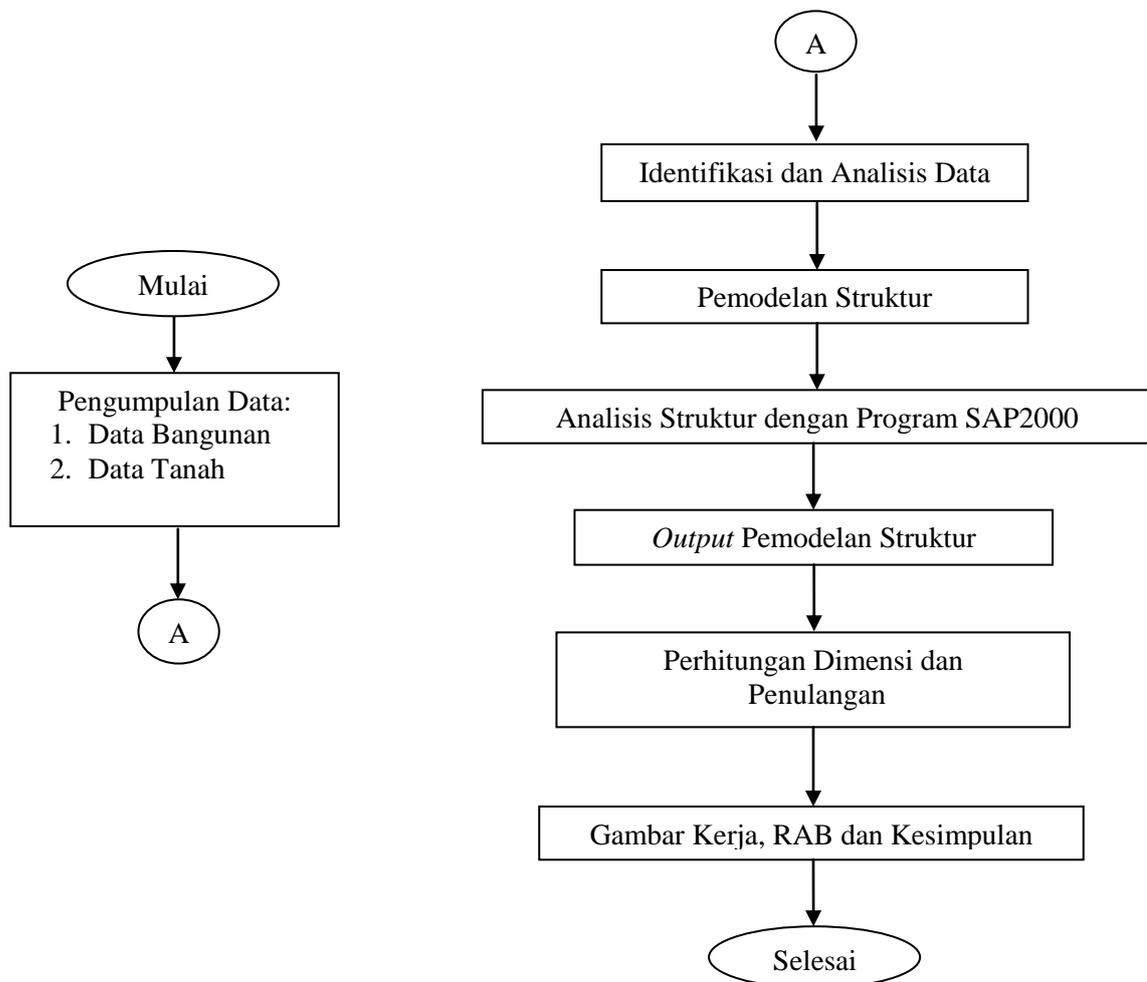
^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Besarnya peminat untuk menempuh pendidikan di Universitas Diponegoro menyebabkan adanya peningkatan penerimaan mahasiswanya. Akibatnya kebutuhan akan hunian bagi mahasiswa yang tidak berasal dari kota Semarang menjadi sangat tinggi, berdasarkan hal tersebut maka diperlukan hunian yang tidak memerlukan lahan yang besar ,tetapi dapat memiliki kapasitas hunian yang besar. Untuk itu dibuatlah bangunan apartemen agar dapat menghasilkan kapasitas hunian yang cukup besar. Menyadari akan hal tersebut PT.ADHISATYA selaku pemilik proyek (*owner*) akan membangun kawasan hunian “*Paltrow City*” di sekitar wilayah kampus Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang dan “*Bellini Tower*” adalah salah satu bangunan yang akan difungsikan sebagai apartemen.

METODOLOGI

Garis besar langkah-langkah perencanaan struktur gedung Apartemen Paltrow City Bellini Tower ini disajikan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.



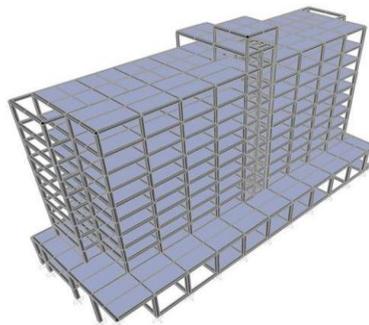
Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan Apartemen Paltrow City Bellini Tower

Standar yang digunakan dalam pembuatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).
3. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk 1987 (PPIUG 1987).
4. AutoCAD 2007.
5. SAP2000 V14.

PERHITUNGAN STRUKTUR

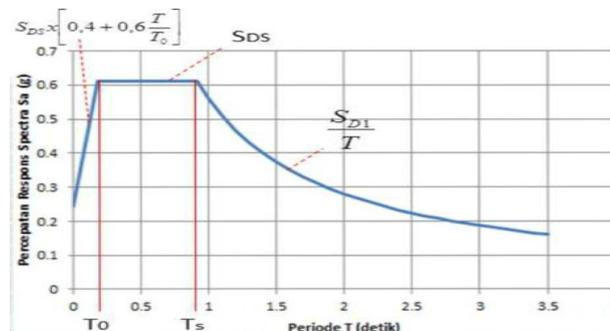
Pada perhitungan portal struktur gedung bertingkat, beban akan dimasukkan pada pemodelan struktur Sistem Rangka Gedung atau *building frame system* menggunakan bantuan program SAP 2000 v.14 dengan pemodelan struktur sesuai pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Pemodelan Portal Struktur

Analisis Gempa Dinamis

Analisis beban gempa struktur gedung bertingkat tinggi dilakukan dengan metode analisis gempa dinamis responns spectrum. Langkah pertama dalam menentukan responns spektrum adalah menentukan nilai S_{DS} dan S_1 dari peta zonasi gempa. Dari peta zonasi gempa untuk wilayah Semarang didapat ni nilai S_{DS} sebesar 0,85 g dan S_1 sebesar 0,3 g. Selanjutnya adalah menentukan kelas situs dari nilai N-SPT rata-rata, karena nilai N-SPT rata-rata untuk gedung ini diantara 15-50 maka termasuk kelas situs SD (Tanah Sedang). Selanjutnya menentukan nilai F_a , F_v , S_{MS} , S_{M1} , S_{DS} , S_{D1} , T_0 dan T_s sebagai parameter penggambaran grafik spektrum responns percepatan disain (S_a). Grafik spektrum responns percepatan disain (S_a) seperti yang terlihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Spektrum Responns Percepatan Disain (S_a)

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pada tabel 6 dan tabel 7, gedung Apartemen Paltrow City Bellini Tower Semarang ini termasuk gedung dengan kategori desain seismik tipe D. Gedung dengan kategori desain seismik tipe D tidak dibatasi untuk direncanakan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Penjelasan pemilihan sistem struktur yang digunakan berdasarkan kategori desain seismik seperti pada Tabel 9 pada SNI 03- 1726-2012

Perencanaan Pembebanan

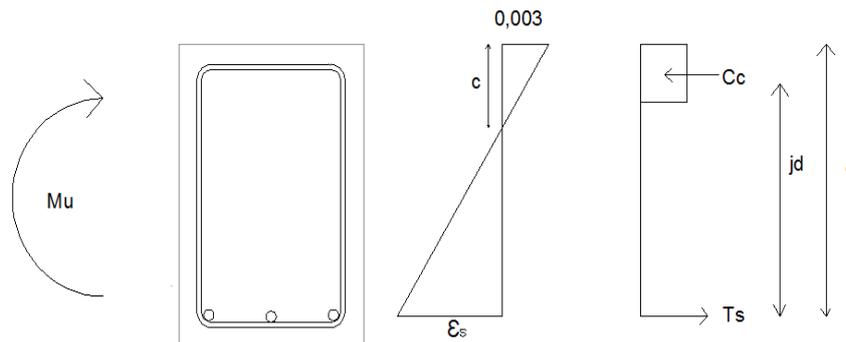
Pembebanan struktur meliputi beban mati (D) dan beban hidup (L) yang mengacu berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983) sedangkan beban gempa (Q) berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).

Kombinasi pembebanan (*Load combination*) adalah gabungan kombinasi dari beban-beban yang mungkin terjadi selama umur rencana bangunan. Hal ini berkaitan dilakukan untuk menganalisa kekuatan struktur agar bangunan yang dirancang/ didesain dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Untuk kombinasi pembebanan digunakan kombinasi beban tetap dan beban sementara, kombinasi yang digunakan antara lain.

- Kombinasi 1 : 1.4 D
- Kombinasi 2 : 1.2 D + 1.6 L
- Kombinasi 3 : (1.2 + 0.2Sds) D+ 0.3 Qx + Qy + L
- Kombinasi 4 : (1.2 + 0.2Sds) D+ 0.3 Qy + Qx + L
- Kombinasi 5 : (0.9 - 0.2Sds) D+ 0.3 Qx + Qy
- Kombinasi 6 : (0.9 - 0.2Sds) D+ 0.3 Qy + Qx

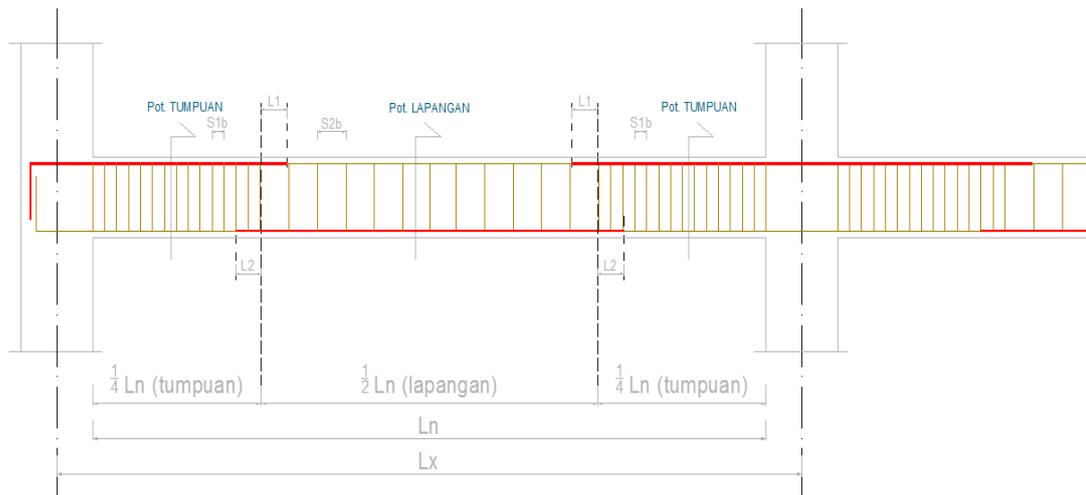
Perencanaan Struktur Primer Balok Induk

Perencanaan balok pada muka kolom, kuat lentur positif tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya dan kuat lentur (Mn) harus lebih besar dari momen ultimitnya (Mu). Berikut ini adalah gambar diagram regangan dan tegangan untuk balok induk :



Gambar 4. Diagram Regangan dan Tegangan pada Balok Induk

Untuk syarat penulangan balok mengacu pada peraturan penulangan balok SNI 03-2847-2002, Gambar 5 berikut ini merupakan detail penulangan pada balok :



Gambar 5. Detail Penulangan Balok

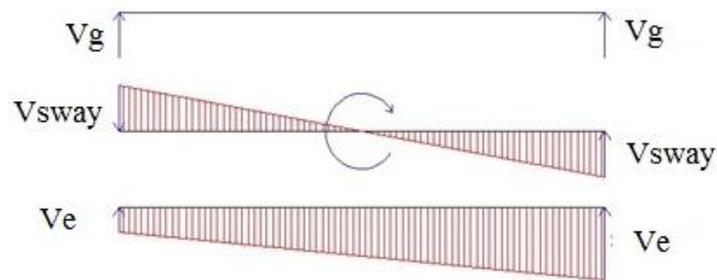
Sedangkan, mengacu pada gambar 5 syarat penulangan balok menurut SNI 03-2847-2002 adalah :

1. S1b diambil nilai terkecil dari :
 - a. $h / 4$
 - b. $8 \times$ diameter tulangan longitudinal terkecil
 - c. $24 \times$ diameter sengkang
 - d. 300 mm
 - e. Hasil dari perhitungan tulangan geser
2. S2b diambil kurang dari :
 - a. $S_{max} = h / 2$
3. L0b (L Tumpuan) diambil kurang dari :
 - a. $2 \times h$
4. L1 (Penyaluran tulangan Momen negatif) diambil nilai terbesar dari :
 - a. D balok
 - b. $12 \times d$ tulangan
 - c. $1/16 L_n$
5. L2 (Penyaluran tulangan Momen positif) diambil nilai terbesar dari :
 - a. D balok
 - b. $12 \times d$ tulangan

Sedangkan untuk merencanakan kuat geser balok berdasarkan *moment probable* (M_{pr}). *Moment probable* adalah kapasitas momen balok pada saat plastis. *moment probable* dihitung berdasarkan kuat lentur konvensional dengan menggunakan nilai reduksi $\phi = 1$ dan tegangan tarik baja $1,25 f_y$. Gaya geser terfaktor pada muka tumpuan dihitung sebagai berikut.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} \pm \frac{W_u x L_n}{2} \dots\dots\dots (1)$$

Diagram gaya geser terfaktor pada muka tumpuan pada rangka yang bergoyang ke kanan seperti yang terlihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Diagram gaya geser balok Perencanaan Struktur Primer Kolom

Kuat lentur kolom dihitung berdasarkan desain kapasitas *strong column weak beam* yaitu sebagai berikut.

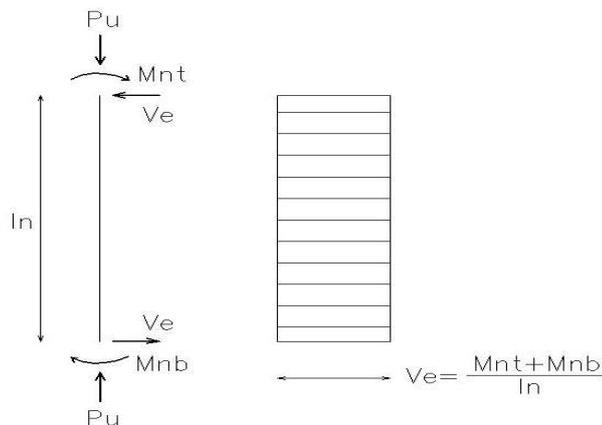
$$\sum Mc \geq 1,2 \sum Mg \dots\dots\dots (2)$$

Dimana Momen nominal kolom minimal 1,2 kali dari jumlah momen nominal balok yang menyambung pada hubungan balok-kolom. Pemeriksaan dilakukan pada semua arah gaya gempa. Dalam menghitung momen nominal kolom perlu memperhatikan gaya aksial yang terjadi, karena mempengaruhi besarnya momen nominal kolom.

Kuat geser kolom dihitung berdasarkan *moment probable* pada balok sisi atas dan sisi bawah. Gaya geser V_e tidak perlu lebih besar dari V_{sway} tetapi V_{sway} harus lebih besar dari V_u analisis. Karena geser yang terjadi pada kolom tidak akan melebihi goyangan akibat *moment probable* balok. Berikut adalah formula yang digunakan untuk mencari V_{sway} .

$$V_{sway} = \frac{M_{pr\ top} * DF_{top} + M_{pr\ bot} * DF_{bot}}{\ell_u} \dots\dots\dots (3)$$

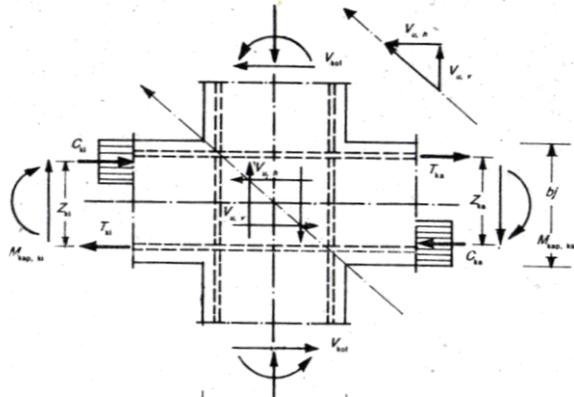
Diagram gaya geser rencana kolom yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Diagram Gaya Geser Kolom

Perencanaan Struktur Primer Hubungan Balok-Kolom

Perencanaan hubungan balok-kolom dihitung berdasarkan gaya-gaya yang terjadi pada HBK yakni gaya geser dari balok dan kolom. Pada hubungan balok-kolom terjadi *freebody* gaya-gaya seperti yang terlihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Hubungan Balok-Kolom

Untuk *joint interior*, jumlah tulangan *confinement* yang dibutuhkan setidaknya setengah tulangan *confinement* yang dibutuhkan di ujung-ujung kolom.

Perencanaan Struktur Sekunder

Perencanaan struktur sekunder meliputi pelat lantai, balok anak dan tangga. Pembebanan meliputi beban mati dan beban hidup dihitung berdasarkan PPIUG 1983. Besarnya beban hidup untuk pelat lantai dengan fungsi apartemen yaitu 250 kg/m^2 , untuk pelat atap yaitu 100 kg/m^2 , untuk fungsi parkir / *basement* yaitu 400 kg/m^2 . Tebal dan perencanaan penulangan pelat lantai berdasarkan tipe pelat yaitu *one way slab* dan *two way slab*. Direncanakan pelat lantai 12 cm.

Perencanaan tangga meliputi perencanaan dimensi, pembebanan, dan disain penulangan pelat tangga. Perencanaan dimensi berupa tebal pelat tangga, panjang oprtrade dan panjang antrede. Untuk perencanaan pembebanan, besarnya beban hidup untuk tangga sebesar 300 kg/m^2 .

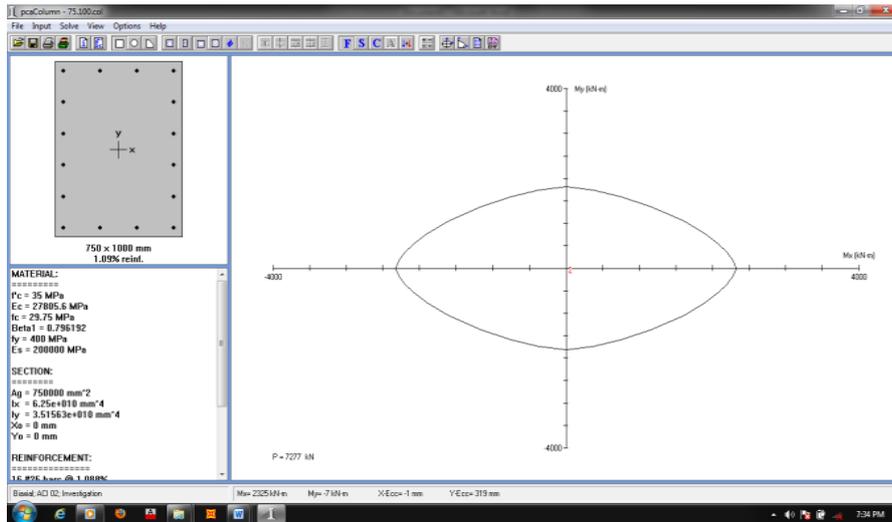
Perencanaan penulangan pelat lantai, balok anak dan tangga berdasarkan gaya dalam yang dihasilkan dimana tulangan yang dipasang harus mampu menahan gaya tersebut.

Perencanaan Struktur Bawah

Pondasi pada Apartemen Paltrow City Bellini Tower Tembalang, Semarang ini direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang. Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang pancang yang kami rencanakan adalah tiang dukung ujung (*end bearing pile*). Tiang dukung ujung (*end bearing pile*) adalah tiang yang dipancang mencapai lapisan tanah keras. Oleh karena itu, kapasitas dukungnya dominan ditentukan oleh tahanan ujung tiang dari pada tahanan gesek tiang (*friction pile*) dan penurunan yang terjadi tidak perlu diperhitungkan karena penurunan yang terjadi kemungkinan kecil. Tiang pancang yang

digunakan berdiameter 0,45 meter dan jumlah tiang setiap pile group adalah 2, 4 dan 9 tiang pancang.

Beban maximum yang terjadi pada satu tiang berasal dari gaya axial terfaktor terbesar (Pu) dan kapasitas kolom maximum (Mpr) lantai dasar. Gaya axial yang terjadi berasal dari hasil analisis menggunakan program SAP2000 v14. Dengan memasukan gaya aksial terfaktor terbesar tersebut ke dalam gambar diagram interaksi dengan menggunakan program PCACOLUMN di dapatkan kapasitas kolom maximum (Mpr-x dan Mpr-y) seperti yang terlihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



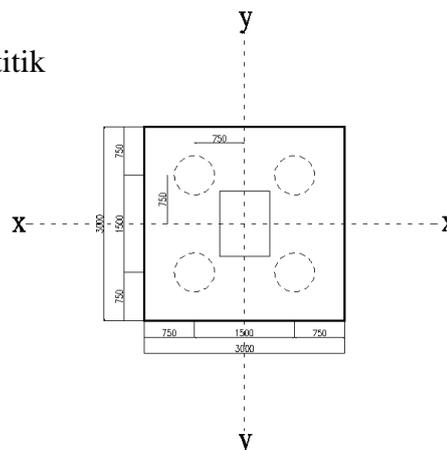
Gambar 9. Kapasitas Momen Pada Kolom

Berikut adalah formula yang digunakan untuk menghitung beban maximum.

$$P = \frac{P_u}{n} \pm \frac{M_x \cdot y}{b \cdot \Sigma y^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{a \cdot \Sigma x^2} \dots\dots\dots (4)$$

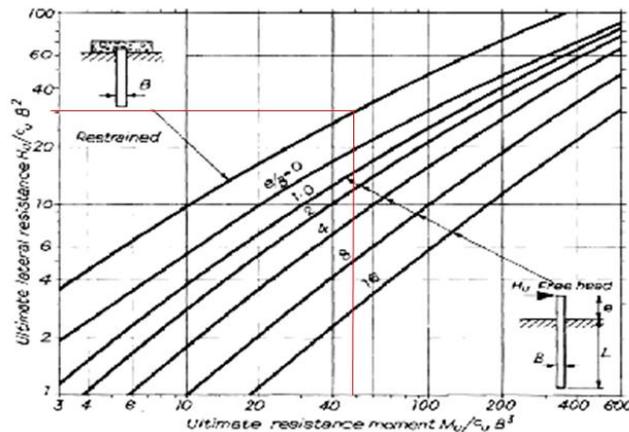
Keterangan :

- n = banyak tiang
- a = banyak tiang dalam satu kolom
- b = banyak tiang dalam satu
- x,y = titik pusat tiang terhadap titik pusat penampang
- $\Sigma y^2 = (-y^2 + y^2)$
- $\Sigma x^2 = (-x^2 + x^2)$



Gambar 10. Titik Pusat Tiang Terhadap Titik Pusat Penampang

Dalam perencanaan perlu dilakukan cek geser pons dan kontrol gaya lateral. Cek geser pons adalah untuk mengetahui apakah tebal *pile cap* cukup kuat untuk menahan beban terpusat yang terjadi. Sedangkan kontrol gaya lateral bertujuan untuk mengetahui momen lateral maximum yang mampu ditahan oleh tiang. Gaya lateral yang bekerja pada tiang pancang merupakan gaya geser yang bekerja pada dasar kolom yang ditentukan berdasarkan kapasitas kolom maksimum (M_{pr}). Untuk mencari momen lateral bisa menggunakan *Grafik Broms Ultimate Lateral Resistance* seperti pada Gambar 11 sebagai berikut :



Gambar 11. *Grafik Broms Ultimate Lateral Resistance*

Untuk mengikat *pile cap* agar tetap berperilaku jepit maka digunakan *tie beam*. *Tie beam* merupakan balok penghubung atau pengikat antar *pile cap* yang berfungsi agar *pile cap* tidak terjadi guling dan geser akibat goyangan kolom dan meningkatkan kekakuan antar *pile cap*.

KESIMPULAN

Hasil perencanaan struktur gedung apartemen Paltrow City Bellini Tower yang telah dibahas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis struktur gedung berdasarkan SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan program SAP2000 v14 digunakan untuk mengetahui perioda fundamental struktur dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut. Pada konfigurasi keruntuhan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) perioda fundamental struktur harus dibatasi agar struktur tidak terlalu fleksibel
2. Perencanaan dan perhitungan analisis struktur tahan gempa sesuai dengan peraturan terbaru yaitu SNI 03-1726-2012, seluruh elemen pada gedung dapat dibentuk menjadi suatu kesatuan sistem struktur. Pelat lantai dan balok berfungsi untuk menahan beban gravitasi dan menyalurkan ke kolom, sementara kolom berfungsi untuk menahan beban lateral seperti beban gempa. Kedua sistem tersebut digabungkan dan didisain terhadap beban gempa dengan metode analisis dinamik spektrum respons
3. Kombinasi pembebanan struktur yang digunakan adalah kombinasi beban untuk metoda ultimit, seperti: struktur, komponen-elemen struktur, dan elemen-elemen pondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor sesuai dengan SNI 03-1726-2012. Metode tersebut mengkombinasikan beban-beban yang bekerja pada struktur dengan faktor beban, sehingga diperoleh suatu nilai keamanan dalam perencanaan struktur tersebut.

4. Dalam perencanaan struktur gedung ini menggunakan konsep disain kapasitas *strong column-weak beam (SCWB)* dan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), sehingga apabila level beban terlampaui maka *joint* balok dan *joint* kolom paling bawah terjadi sendi plastis, sehingga tidak sampai mengalami keruntuhan total pada saat terjadi gempa kuat dengan syarat balok tidak boleh mengalami kegagalan geser dan hubungan balok-kolom tidak boleh gagal sewaktu menerima gaya yang besar dari balok ke kolom.

SARAN

Penulis bermaksud memberikan beberapa saran yang berkaitan dengan perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi sebagai berikut:

1. Dalam melakukan perencanaan struktur sebaiknya menggunakan peraturan dan pedoman standar yang terbaru, sehingga perhitungan struktur gedung yang digunakan sesuai dengan syarat yang berlaku dan terbaru yaitu SNI 03-1726-2012 untuk Tata Cara Perencanaan Gempa Untuk Bangunan Gedung .
2. Untuk perencanaan bangunan tahan gempa, sebaiknya dipilih metode analisis disain kapasitas agar tercapai perilaku *strong coloumn-weak beam*. Dengan demikian, akan dihasilkan disain yang kokoh, namun tetap ekonomis dan efisien.
3. Perhitungan teoritis struktur perlu disesuaikan dengan gambar kerja serta kondisi yang ada di lapangan, karena untuk beberapa kondisi tertentu, dimungkinkan adanya perubahan gambar karena situasi yang tidak memungkinkan atau untuk kepentingan teknis maupun non-teknis proyek secara keseluruhan yang akan mempengaruhi perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2010. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 03-1726-2012, Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2002, Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 1987. *Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*, SNI 1727-1987, Bandung: BSN.
- Wang, Chu-Kia, and Charles G. Salmon, 1994. *Disain Beton Bertulang*. Edisi Keempat, Jakarta: Erlangga.
- Vis, W.C. dan Kusuma, Gideon H., 1997. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri 1*, Jakarta: Erlangga.
- Imanda, Ricky dan Maulana, Ray Irawan, 2014. *Perencanaan Struktur Hotel Get's Semarang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- Anggoro, Mardani Rizky dan Devi, Monica, 2013. *Perencanaan Struktur Apartemen Warhol Residences Semarang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pramuwicaksono, A. dan Maharani, Dwina, 2013. *Perencanaan Struktur Citra Dream Hotel Semarang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2008. *Teknik Fondasi 2*. Cetakan Keempat, Yogyakarta: Beta Offset