

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG CENTER OF ADVANCES SCIENCE (CAS) INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Arby Abdul Aziz, Tri Adi Yanuar Tanojo, Ilham Nurhuda^{*)}, Purwanto^{*)}

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

ABSTRAK

Perencanaan Struktur Gedung Center of Advances Science (CAS) Institut Teknologi Bandung pada Laporan Tugas Akhir ini direncanakan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada zonasi gempa wilayah Kota Bandung. Pemilihan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) diharapkan struktur gedung memiliki tingkat daktilitas tinggi. Struktur daktail merupakan tipe struktur yang mampu mengalami simpangan pasca elastis yang besar dan mampu mempertahankan kekuatan struktur sehingga struktur tetap berdiri. Struktur ini direncanakan menggunakan disain kapasitas dan konsep kolom kuat balok lemah. Dalam kondisi ini, kolom dibuat lebih kuat dari balok, sehingga sendi plastis terjadi pada ujung balok. Join – join pada hubungan balok – kolom juga didisain untuk dapat menahan keruntuhan. Analisis struktur gedung didasari oleh SNI 03-1726:2012 dan dibantu menggunakan program SAP2000 v14. Periode getar struktur pada SRPMK harus dibatasi agar struktur tidak terlalu fleksibel.

Kata kunci: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), kolom kuat balok lemah, hubungan balok – kolom, SNI 03-1726:2012, periode getar struktur.

ABSTRACT

Structural Design of Center of Advances Science Building of Bandung Institute of Technology in this final project is designed by Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) in Bandung's seismic zone. By choosing Special Moment Resisting Frame System (SRPMK), it is expected the structure has a high ductility. Ductile structure is a kind of structure types which is able to experience large post elastic deformation and it is able to maintain the strength of the structure so that the structure remains standing. This structure is designed with the capacity design and Strong Column Weak Beam concept. In this condition, the column is made stronger than beam, so that the plastic hinges occur at beams ends. The joints of the beam-column are designed to prevent collapse. The structure analysis of this building is conducted based on SNI 03-1726:2012 and supported by SAP2000 v14 software. Fundamental period of the SRPMK structure has to be limited so that the structure is not very flexible.

Key words: *Special Moment Frame Bearer System (SRPMK), strong column weak beam, the joint of the beam-column, SNI 03-1726:2012, Structural fundamental period*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Institut Teknologi Bandung (ITB) merupakan salah satu institusi perguruan tinggi terbaik yang ada di Indonesia. Sejak didirikan pada tahun 1920, ITB telah berperan aktif dalam

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

membangun dan meningkatkan kesejahteraan bangsa Indonesia baik melalui para lulusannya dan berbagai karya nyata di berbagai bidang. Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan ilmu pendidikan, Kampus ITB selalu mengadakan pengembangan program maupun fasilitas secara bertahap dan berkelanjutan khususnya di kampus Jl. Ganesha, Bandung.

Salah satu pengembangan ITB dalam meningkatkan peran dan kontribusi di bidang pendidikan dan penelitian adalah dengan mengembangkan fasilitas dan kapasitas penelitian serta hubungan (*Linkages*) *University-Industry-Community*. Dalam rangka peningkatan daya kompetisi pada forum internasional serta tetap memelihara peran sebagai referensi utama bagi universitas-universitas di Indonesia, maka Proyek Pengembangan ITB akan membangun 4 (empat) gedung baru, yaitu *Center of Advances Science (CAS)*, *Center for Infrastructure and Built Environment (CIBE)*, *Center for Art, Design, and Language (CADL)* serta *Center for Research and Community Services (CRCS)*.

Gedung CAS merupakan gedung yang dibangun dengan tujuan untuk memperkuat daya kompetisi di kancah internasional dalam keilmuan yang sedang berkembang pesat, yaitu nanoteknologi, dan dengan mendayagunakan kekayaan sumber daya alam yang tersedia di Indonesia. Gedung ini harus direncanakan dengan matang serta harus memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan bagi penggunaannya. Mengingat gedung ini merupakan gedung yang cukup tinggi dimana terdiri dari 6 lantai ditambah 1 lantai basement, maka perencanaan gedung ini terhadap gempa harus direncanakan dengan baik serta memenuhi persyaratan gedung tahan gempa.

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari Perencanaan Struktur Gedung yang disajikan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memperluas dan memperdalam wawasan dalam upaya penguasaan ilmu rekayasa sipil khususnya perencanaan struktur sebuah gedung, sehingga diharapkan mahasiswa mampu mengetahui cara membuat pemodelan struktur dan pembebanannya dengan baik dan mendekati keadaan riil, dengan menggunakan bantuan software komputer.

Lingkup Pembahasan

Pada Laporan Tugas Akhir ini, ruang lingkup yang akan dihitung dan dibahas pada Gedung CAS antara lain: perencanaan portal gedung, perencanaan balok induk, perencanaan kolom, perencanaan hubungan balok kolom, perencanaan pelat lantai dan pelat atap, perencanaan balok anak, perencanaan tangga, perencanaan balok lift, perencanaan pondasi, perencanaan tie beam, perhitungan RAB serta RKS.

Analisa dan Perhitungan mengenai perencanaan gedung CAS ini akan dilakukan dengan bantuan software SAP 2000.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Dalam perencanaan struktur suatu bangunan, perlu ditentukan sebuah acuan sebagai dasar konsep perencanaan yang akan digunakan. Dengan acuan dan dasar yang benar, diharapkan suatu gedung bertingkat tinggi dapat memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan. Suatu gedung harus mampu menahan beban – beban yang bekerja seperti beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, serta beban khusus. Gedung masih diperbolehkan mengalami kerusakan berat, namun tidak diperkenankan untuk runtuh. Kekuatan maupun kekakuan harus terpenuhi untuk mencapai kemandirian struktur gedung.

Perencanaan Struktur gedung terutama di Indonesia selalu memperhitungkan faktor gempa. Hal itu dikarenakan Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada pada pertemuan dua lempeng bumi, sehingga Indonesia sangat rentan dengan terjadinya gempa.

Dasar Perhitungan dan Pedoman Perencanaan

Dalam perencanaan struktur gedung CAS ITB ini, pedoman peraturan serta buku acuan yang digunakan antara lain:

1. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan (SNI 2847:2013).
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726:2012).
3. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
4. Peraturan serta buku acuan lain yang relevan.

Perencanaan Struktur Atas

Dalam perencanaan gedung CAS ITB ini, sistem rangka yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Untuk perencanaan kolom, merupakan komponen struktur pada SRPMK yang memikul gaya akibat gempa, dan yang menerima beban aksial terfaktor yang lebih besar daripada $0,1f'_cA_g$. Kuat lentur setiap kolom yang dirancang untuk menerima beban aksial tekan terfaktor melebihi $0,1f'_cA_g$ harus memenuhi persamaan (1) sebagai berikut:

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb} \quad .. \quad (1)$$

Untuk perencanaan balok, perencanaan dimensi balok induk menggunakan cara *trial and error*, sesuai SNI 2847:2013 tinggi minimum balok terhadap panjang bentang

$$H_{\min} = \begin{array}{l} L/16, \quad \text{untuk balok dua tumpuan sederhana} \\ L/18,5, \quad \text{untuk balok satu ujung menerus} \\ L/21, \quad \text{untuk balok kedua ujung menerus} \\ L/8, \quad \text{untuk balok kantilever} \end{array}$$

Pada setiap penampang dari suatu komponen struktur lentur berdasarkan analisis diperlukan luas tulangan tarik A_s tidak boleh kurang dari persamaan (2) dan (3) berikut :

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,25 \overline{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (2)$$

dan tidak lebih kecil dari

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{f_y} b_w d \quad (3)$$

Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya.

Untuk perencanaan hubungan balok kolom, Gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok-kolom harus ditentukan dengan menganggap bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah $1,25f_y$. Kuat geser nominal hubungan balok-kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada ketentuan berikut ini untuk beton berat normal.

Untuk hubungan balok-kolom yang terkekang pada keempat sisinya:

$$V_n = 1,7 \overline{f'_c} A_j \quad (4)$$

Pondasi merupakan bagian dari suatu sistem struktur yang berfungsi meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri ke dalam tanah dan batuan yang berada dibawahnya. Untuk itu pondasi haruslah kuat dan stabil agar tidak mengalami kegagalan

konstruksi. Beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan tipe pondasi antara lain adalah sebagai berikut :

1. Keadaan tanah pondasi, meliputi jenis tanah, daya dukung tanah dan kedalaman tanah keras.
2. Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya, meliputi besar beban, arah beban, penyebaran beban.
3. Batasan-batasan di sekeliling lokasi proyek, dalam artian pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu dan membahayakan bangunan serta lingkungan disekitarnya.
4. Waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

METODOLOGI

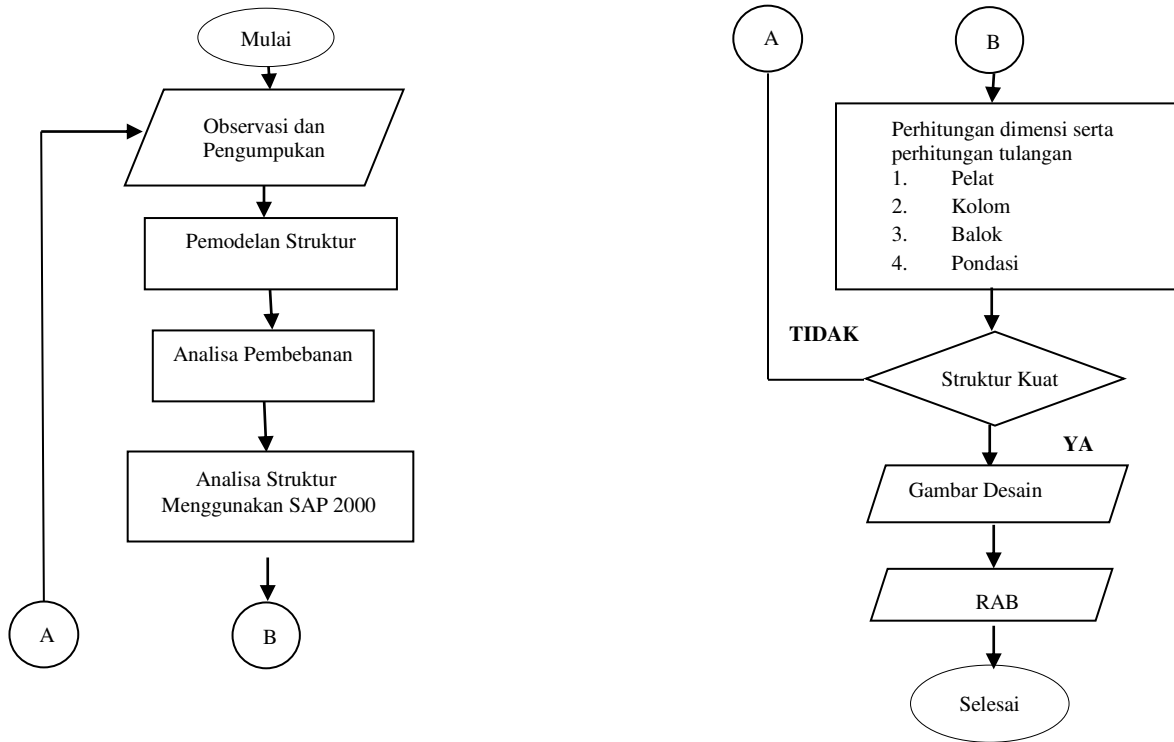
Analisa dan Perhitungan

Berikut adalah tahapan analisa, perencanaan serta perhitungan struktur yang akan dilakukan. Tahapan ini untuk seluruh bagian gedung.

1. Analisa keadaan dan kondisi tanah
Karakteristik serta klasifikasi tanah yang ada pada proyek harus diketahui. Dari hasil pengamatan lapangan dengan berbagai metode, maka parameter yang dapat diketahui antara lain kecepatan rata-rata gelombang geser, tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata dan, kuat geser niralir rata-rata, sehingga akan diketahui klasifikasi situs pada lokasi perencanaan tersebut apakah batuan keras, batuan, tanah keras, tanah sedang, ataupun tanah lunak. Dengan mengetahui karakteristik serta klasifikasi tanah maka dapat dianalisa penentuan tipe pondasi yang akan digunakan, kemungkinan gerakan serta besaran gempa yang mungkin akan terjadi dan lain sebagainya.
2. Perencanaan konfigurasi sistem struktur bangunan
Gedung CAS ITB ini direncanakan menggunakan konfigurasi struktur “Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus”
3. Penentuan beban – beban yang bekerja pada struktur
Untuk pembebanan gempa pada struktur digunakan acuan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012. Sedangkan perencanaan beban pada struktur digunakan acuan berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG) Tahun 1987
4. Desain Elemen Struktur
Pada pendesainan elemen struktur seperti kolom, balok, serta pelat lantai, digunakan dasar acuan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013. Dari hasil analisa struktur didapatkan momen, gaya normal, serta gaya geser yang digunakan untuk perhitungan rasio tulangan yang dibutuhkan elemen struktur untuk menahan gaya – gaya tersebut.
5. Gambar Desain
Gambar desain dibuat berdasarkan hasil analisa struktur, berupa detail penulangan dimensi elemen struktur, dan lain sebagainya.

Diagram Alir

Tahapan pengerjaan laporan perencanaan gedung CAS ITB dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 1 berikut



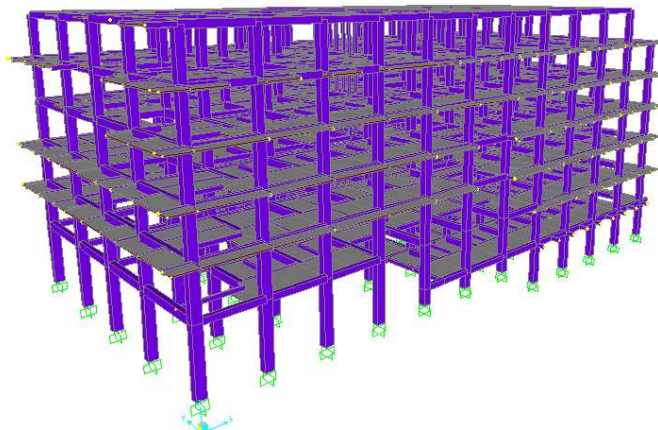
Gambar 1. Diagram alir perencanaan

PERHITUNGAN STRUKTUR

Perencanaan Portal

Perhitungan gaya dalam pada portal pada struktur bangunan ini menggunakan bantuan software SAP 2000. Pemodelan struktur rangka gedung atau *Building Frame System* sesuai denah gambar proyek, lalu dimasukkan asumsi beban yang terjadi dengan kombinasi pembebanan sesuai peraturan.

Pemodelan Struktur Gedung CAS ITB dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Pemodelan Struktur Gedung CAS ITB

Bentuk ragam dan waktu getar alami dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Bentuk Ragam dan waktu getar alami struktur

Ragam 1	Ragam 2	Ragam 3
T = 1,4026 detik	T = 1,3321 detik	T = 0,8295 detik
Translasi Y	Translasi X	Rotasi Z

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.9.1, dalam menentukan ragam getar alami untuk struktur, analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup yang memenuhi partisipasi massa bangunan sekurang-kurangnya 90% dari massa aktual dalam masing - masing arah horizontal dan orthogonal. Hasil analisa menunjukkan partisipasi massa mencapai 91,9% (X) dan 93,874% (Y) pada ragam ke 10.

Perioda fundamental struktur (T_c), berdasarkan pasal 7.8.2 SNI 1726:2012 tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas perioda yang dihitung (C_u) serta periode fundamental pendekatan (T_a). Berdasarkan tabel 15 SNI 1726:2012 untuk rangka beton pemikul momen, nilai $C_t = 0,0466$ dan nilai $x = 0,9$, serta tinggi keseluruhan bangunan adalah 30,3 m sehingga Nilai periode fundamental pendekatan (T_a) adalah $T_a = 1,0039$. Dengan nilai $S_{D1} = 0,8$ g, maka di dapat koefisien $C_u = 1,4$, $T_{maks} = C_u \times T_a = 1,4055$ detik. Dari perhitungan SAP 2000 didapat periode fundamental mode 1 sebesar 1,4026 detik untuk translasi arah x dan periode fundamental mode 2 sebesar 1,3321 detik untuk translasi arah y masih memenuhi syarat periode maksimal sebesar 1,4055 detik sehingga periode fundamental struktur Gedung CAS ITB masih berada di bawah batas syarat maksimal periode gedung.

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.4.1, nilai gaya geser dasar hasil analisis struktur gedung bertingkat tinggi terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 85% nilai respons ragam yang pertama. Perbandingan gaya geser dasar dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Gaya geser dasar statik ekuivalen dan dinamik

	Statik Ekuivalen (0,85V) (kN)	Dinamik (kN)
V _x	12153,36	10232,054
V _y	12796,56	10926,265

Berdasarkan tabel 2. Gaya geser dasar statik ekuivalen pada arah x dan arah y lebih besar dari gaya geser dasar dinamik. Maka perlu pembesaran faktor skala gempa. Untuk arah x sebesar 1,1878 dan arah y sebesar 1,1712 sehingga diperoleh hasil gaya geser dinamik yang memenuhi sesuai tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Gaya geser dasar statik ekuivalen dan dinamik

	Statik Ekuivalen (0,85V) (kN)	Dinamik (kN)
V _x	12153,36	12153,63
V _y	12796,56	12796,842

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.12.1. Syarat kinerja batas layan struktur gedung dalam segala simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur pada kondisi atau mode

pertama tidak boleh melampaui $\Delta\alpha/\rho=32,308$ mm. *Story drift* sumbu x (δ_x) = 12,246 mm, dan *Story drift* sumbu y (δ_y) = 13,016 mm.

Perencanaan Balok Induk

Perencanaan dimensi balok induk menggunakan cara *trial and error*, sebenarnya pada SNI 2847:2013 pada tabel 9.5(a) sudah terdapat tinggi minimum balok terhadap panjang bentang

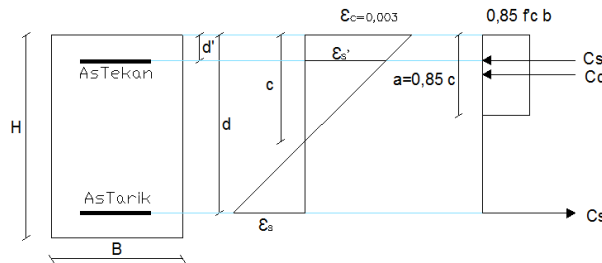
- $H_{min} = L/16$, untuk balok dua tumpuan sederhana
- $L/18,5$, untuk balok satu ujung menerus
- $L/21$, untuk balok kedua ujung menerus
- $L/8$, untuk balok kantilever

Setelah tinggi balok ditentukan, lebar balok ditentukan ($1/2 - 2/3$) h.

Prinsip perencanaan tulangan balok induk berdasarkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SNI 2847:2013 Pasal 21.5.1) adalah sebagai berikut:

- a. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak melebihi $A_g f_c / 10$
- b. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya
- c. Lebar komponen tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0,3h dan 250 mm
- d. Persentase tulangan tidak boleh kurang dari $1,4b_w d / f_y$ dan rasio tulangan ρ tidak boleh melebihi 0,025. Paling sedikit dua batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah.

Perhitungan tulangan balok induk dihitung berdasarkan konsep tulangan rangkap. Model diagram regangan balok induk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Tegangan dan Regangan pada Balok

$$C_s = \rho \times b \times d \times f_y$$

$$C_c = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$C_c + C_{s'} = C_s$$

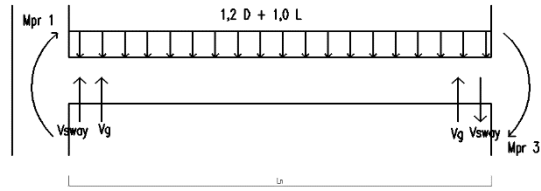
Kapasitas momen $M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_{s'} \left(-d' \right)$, dikatakan aman jika $M_u \leq \phi M_n$.

Cek kapasitas momen:

Kekuatan momen positif harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint tersebut. Kapasitas momen positif dan negatif minimum pada sembarang penampang disepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari 1/4 kali kapasitas momen maksimum yang disediakan pada kedua muka kolom-balok tersebut (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.2).

Gaya geser balok ditentukan oleh persamaan berikut:

$$V_{\text{swaytotal}} = Vg \pm \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n}$$



Gambar 4. Kondisi balok akibat goyangan ke kanan

Perencanaan Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.6.1 disebutkan bahwa komponen struktur pada perhitungan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memikul gaya akibat beban gempa dan menerima beban aksial elemen, harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Gaya aksial tekan terfaktor yang bekerja pada kolom melebihi $A_g f_c/10$
2. Sisi terpendek kolom tidak kurang dari 300 mm
3. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4

Langkah-langkah perencanaan kolom adalah sebagai berikut:

1. Dimensi kolom sesuai dengan pemodelan gedung yang telah dibuat sebelumnya.
2. Pengecekan kelangsingan kolom sesuai SNI 2847:2013 pasal 10.10.
3. Luas tulangan memanjang tidak boleh kurang dari $0,01A_g$ atau lebih dari $0,06A_g$ (SNI 2847:2013 Pasal 21.6.3)
4. Pengecekan kuat lentur kolom terhadap kuat lentur baloknya berdasarkan SNI 2847:2002 Pasal 21.6.2 menggunakan rumus (1).
5. Pengecekan lentur biaksial dengan dengan formula Bresler:

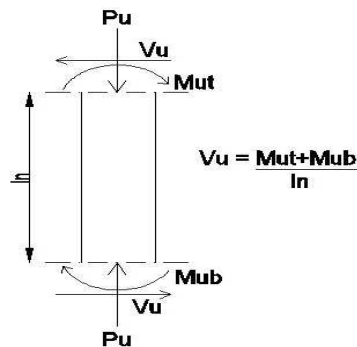
$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

P_o : kekuatan beban aksial untuk kondisi aksial tekan ($M_{nx} = M_{ny} = 0$)

P_{ox} : kekuatan beban aksial untuk kondisi uniaksial tekan eksentris e_y

P_{oy} : kekuatan beban aksial untuk kondisi uniaksial tekan eksentris e_x

6. Kuat geser kolom ditentukan oleh (Gambar 5):



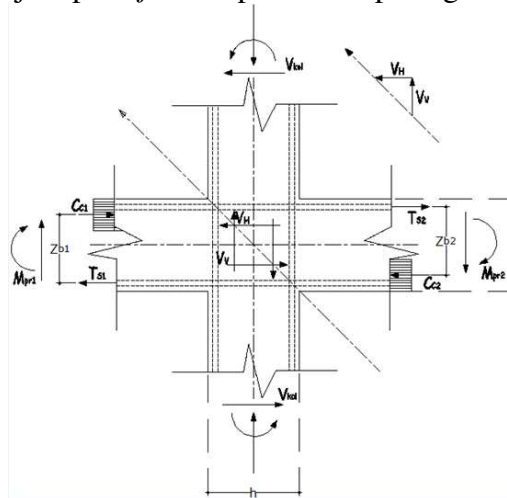
Gambar 5. Gaya yang bekerja pada kolom

Hubungan Balok Kolom

Hubungan balok-kolom (HBK) atau *beam-column joint* mempunyai peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu struktur gedung bertingkat tinggi dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Gaya - gaya yang bekerja pada hubungan balok dan kolom dimana gaya tersebut bekerja akibat pengaruh dari balok dan kolom secara bersamaan. Gaya yang dihasilkan dapat digunakan untuk merencanakan tulangan pengekang.

Skema gaya – gaya yang terjadi pada *joint* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Skema gaya gaya dalam pada joint

Perencanaan Pondasi

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur / bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur / bangunan (*Upper Structure*) ke lapisan tanah dibawahnya.

Dalam merencanakan pondasi dalam suatu konstruksi bangunan, dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi ini didasarkan oleh beberapa aspek, seperti :

1. Fungsi bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
2. Besar beban dan berat dari bangunan atas.
3. Kondisi tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.

Pada gedung Center of Advanced Science ITB ini menggunakan pondasi *bore pile*. Pondasi *bore pile* ini disusun kelompok disatukan dengan *pile cap*. Ada beberapa pertimbangan hal yang menjadi alasan pemilihan penggunaan pondasi *bore pile*, antara lain :

1. Pemasangan tidak menimbulkan gangguan suara yang berlebih maupun getaran yang membahayakan bangunan sekitar, karena gedung ini berada di lingkungan kampus yang terdapat gedung lain di sekitarnya.
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Bore pile dapat dipasang menembus batuan, sedang tiang pancang akan kesulitan jika pemancangan menembus lapisan batuan.
4. Tidak ada resiko kenaikan muka tanah

Langkah-langkah perencanaan pondasi secara garis besar dapat diringkas sebagai berikut:

1. Tentukan jenis pondasi sesuai jenis tanah dan kedalaman yang digunakan apakah menggunakan kekuatan *friksi* saja atau gabungan kekuatan *friksi* dan *bearing capacity*.
2. Hitung daya dukung pondasi tunggal. Perhitungan dapat dilakukan dengan berbagai macam rumus kemudian interpretasikan hasil perhitungan tersebut.
3. Hitung jumlah *pile* yang dibutuhkan akibat dari beberapa kondisi pembebanan.
4. Kontrol beban maksimum (P_{max}) *pile* akibat gaya kombinasi aksial dan momen yang terjadi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{P_u}{n} \pm \frac{M_x \cdot y}{m \cdot \Sigma y^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{n \cdot \Sigma x^2}$$

5. Kontrol terhadap geser *pons* yang terjadi akibat *pile*.
6. Kontrol terhadap gaya lateral. Pengontrolan dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan SAP 2000 atau menggunakan rumus Brom yang disesuaikan jenis tanahnya.

KESIMPULAN

Hasil perencanaan Gedung *Center of Advanced Science* (CAS) Institut Teknologi Bandung 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 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) Mendapatkan struktur yang kokoh, kuat, aman, dan ekonomis diperlukan suatu perencanaan struktur yang baik dan benar dengan menggunakan standar teknis dan peraturan perencanaan struktur yang berlaku
- 4) 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 1726:2012. Metode tersebut mengkombinasikan beban – beban yang bekerja pada struktur dengan faktor beban, sehingga diperoleh suatu nilai keamanan dalam perencanaan struktur tersebut.
- 5) 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

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2002. BSN,Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2012. BSN,Bandung.
- Das, B. M. 2007. *Priciples of Foundation Engineering, Sixth Edition*. Thomson: Toronto.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Yayasan Badan Penerbit PU,Jakarta.
- Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, Binsar Hariandja. 1993. *Disain Beton Bertulang Edisi Keempat*. Erlangga ,Jakarta.