

PERENCANAAN STRUKTUR CONVENTION HALL KOTA MARTAPURA KALIMANTAN SELATAN

Dika Dwi Angga, Nandia Tri Pangestika
Sri Tudjono, Himawan Indarto

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

ABSTRAK

Perencanaan struktur gedung Martapura Convention Hall berdasarkan SNI 03-1726-2010 pada Laporan Tugas Akhir ini didisain pada zonasi gempa wilayah Kota Martapura menggunakan metode system rangka gedung dengan konfigurasi struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pemilihan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) diharapkan struktur gedung dapat berperilaku duktail dan mempunyai kemampuan daya dukung yang baik di dalam menahan beban gempa. 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. Join pada hubungan balok-kolom juga harus didisain dengan baik agar tidak terjadi keruntuhan terlebih dahulu.

Hasil analisis struktur gedung berdasarkan SNI 03-1726-2010 dengan menggunakan program SAP2000 v10 digunakan untuk mengetahui perioda fundamental struktur dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut. Perioda fundamental struktur harus dibatasi agar struktur tidak terlalu fleksibel. Hasil gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur digunakan untuk perencanaan struktur gedung tersebut.

Kata kunci: SNI 03-1726-2010, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), kolom kuat balok lemah, hubungan balok-kolom, perioda fundamental struktur.

ABSTRACT

Design structure of this building by SNI 03-1726-2010 on this final report are designed in seismic zoning area of Martapura city using the structure frame system method with configuration structure System Bearer Special Moment (SRPMK). The System Bearer Special Moment (SRPMK) election expected to be a story building structure behave ductile, because structure is ductile energy dissipation capacity were large and has a good carrying capacity in the resist earthquake loads. 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 joints meeting of the beam-column should also be well designed to avoid collapse first.

The analysis of the structure of the building by SNI 03-1726-2010 using SAP software help v10 2000 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. Results in the forces acting on the structure is used to design the structure of the building.

Key words:SNI 03-1726-2010, System Special Moment Frame Bearer (SRPMK), strong column weak beam, the joints meeting of the beam-column, fundamental structural period.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagai negara berkembang Indonesia terus mengalami perkembangan dalam bidang ekonomi serta kehidupan sosial kemasyarakatan. Oleh karena itu untuk mengimbangi pertumbuhan dan perkembangan ekonomi dan pembangunan, maka fasilitas-fasilitas penunjang layanan untuk segala bidang harus ditingkatkan, salah satunya adalah dengan membangun suatu gedung serba guna yang dapat digunakan sebagai tempat untuk pertemuan (yang mencakup sidang utama dan komisi, jamuan dan pameran) bagi sekelompok orang untuk saling tukar-menukar informasi, pendapat dan hal-hal baru yang menarik dibahas untuk kepentingan bersama. Lengkap dengan segala sarana dan prasarana penunjangnya, baik konvensi berskala nasional maupun internasional, serta masih dimungkinkan dilaksanakan kegiatan lainnya seperti jamuan makan dan eksibisi.

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari perencanaan struktur gedung dalam tugas akhir ini adalah untuk memperluas wawasan dalam upaya penguasaan ilmu rekayasa sipil khususnya perencanaan struktur *Convention Hall*, sehingga diharapkan mahasiswa mampu mengetahui cara membuat pemodelan struktur dan pembebanannya dengan akurasi yang paling mendekati keadaan *real*, dengan menggunakan bantuan *software* komputer.

Batasan Penelitian

Batasan dalam penulisan ini, antara lain:

1. Perencanaan struktur portal beton bertulang (kolom dan balok).
2. Perencanaan pelat atap dan pelat lantai.
3. Perencanaan pondasi.
4. Pembuatan gambar rencana berdasarkan hasil perhitungan konstruksi struktur gedung.
5. Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi perencanaan struktur *Convention Hall* ini, antara lain:

1. Analisa keadaan serta kondisi tanah
2. Perancangan konfigurasi struktur bangunan berikut sistem strukturnya
3. Penentuan dimensi elemen strukturnya
4. Penentuan beban – beban yang bekerja pada struktur baik beban gravitasi / vertikal maupun beban lateral / gempa
5. Desain elemen struktur seperti kolom, balok, dan pelat lantai
6. Pembuatan gambar desain
7. Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

PERHITUNGAN STRUKTUR

Gambaran Struktur Gedung

Gedung *Convention Hall* dibangun dengan 3 lantai, dengan struktur rangka menggunakan rangka baja dan kolom, pelat, balok, dan tangga menggunakan beton bertulang. Lokasi *Convention Hall* ini direncanakan di kota Martapura, Kalimantan Selatan.

Standar desain yang digunakan dalam perencanaan struktur *Convention Hall* ini yaitu Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03 - 2847 – 2002), Tata Cara Perhitungan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03 - 1729 – 2002), dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03 - 1726 – 2010). Perencanaan ini akan digunakan mutu beton 25 MPa, mutu baja BJ 37, mutu baut untuk sambungan A490, mutu tulangan 400 MPa untuk ulir dan 240 MPa untuk tulangan polos.

Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03 - 1726 – 2010)

RSNI 03-1726-2010 sebagai revisi dari Standar Nasional Indonesia SNI 03-1726-2002 akan menjadi persyaratan minimum perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Untuk itu dapat dikemukakan beberapa perubahan dalam standar ini. Pertama faktor reduksi gempa (R) sebelumnya adalah 8,5 berubah menjadi 8 pada standar ini untuk struktur daktail penuh. Selanjutnya menentukan pengaruh gempa rencana harus ditinjau dalam perencanaan bangunan gedung dan non-gedung, ditetapkan gempa dengan terlewati besarnya umur bangunan 50 tahun atau besarnya 2%. Kedua, standar ini memberikan tambahan klasifikasi tanah yang lebih spesifik dari sebelumnya, adanya klasifikasi situs SB (Batuan) dengan kecepatan rambat gelombang geser antara 750 - 1500 m/detik dan untuk klasifikasi situs SF (Tanah Khusus) harus memiliki klasifikasi sebagai berikut ; lempung organik ketebalan $H > 3\text{m}$, lempung berplastisitas sangat tinggi $H > 7,5\text{m}$ dengan indeks plastisitas > 75 , lempung lunak ketebalan $H > 35\text{m}$ dengan $S_u < 50\text{kPa}$. Untuk wilayah gempa tidak lagi dibagi menjadi 6 zona, namun wilayah zona tersebut lebih mendetail dari sebelumnya dimana respons spektral percepatan di wilayah dengan resiko gempa rendah adalah antara 0 hingga 0,15g, wilayah dengan resiko gempa menengah antara 0,15g hingga 0,5g, dan wilayah gempa tinggi di atas 0,5g.

Perhitungan Rangka Atap

1. Gambaran Umum

Struktur kuda-kuda utama pada *Convention Hall* ini menggunakan profil 2L120.120.12, 2L80.80.8, 2L60.60.6, dan pipa $\varnothing 6''$ pada *joint* dengan bentang sepanjang 48 meter. Alat sambung yang digunakan adalah baut dengan mutu A490. Perencanaan struktur ini menggunakan penutup atap Zincalume dengan berat 12 kg/m^2 .

2. Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perhitungan rangka atap, antara lain:

- a. $1,4 D$
- b. $1,2 D + 1,6 L + 0,5H$
- c. $1,2 D + 0,5 L + 0,8$ Angin Kanan
- d. $1,2 D + 0,5 L + 0,8$ Angin Kiri

Dengan D yaitu beban mati yang terdiri dari baban penutup atap, beban gording, dan beban plafon, L yaitu beban hidup yang terdiri dari beban pekerja sebesar 100 kg, H yaitu beban hujan sebesar 20 kg/m², dan beban angin sebesar 40 kg/ m² yang dikalikan dengan koefisien tekanan angin pada atap melengkung dengan $\alpha < 22^\circ$.

3. Pendimensian batang tekan

Berdasarkan kuat tekan lentur:

$$N_n = A_g \times \frac{f_y}{\omega}$$

Dengan N_n adalah kuat nominal penampang komponen struktur, A_g adalah luas penampang bruto, dan f_y adalah tegangan leleh material.

Berdasarkan tekuk torsi:

$$N_{nlt} = A_g f_{clt}$$

Dengan:

A_g = Luas penampang bruto

$$f_{clt} = \left(\frac{f_{cry} + f_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4f_{cry}f_{crz}H}{(f_{cry} + f_{crz})^2}} \right]$$

4. Pendimensian batang tarik

Bila kondisi leleh yang menentukan, maka tahanan nominal, T_n , dari batang tarik memenuhi persamaan:

$$\phi T_n = \phi A_g \times f_y$$

Bila kondisi fraktur yang menentukan, maka tahanan nominal, T_n , dari batang tarik memenuhi persamaan:

$$\phi T_n = \phi A_n \times f_u$$

Dengan:

$A_n = A_g - 2 \times (d_b + 0,1)$

f_u = tegangan tarik putus

Sistem Rangka pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Bangunan sipil harus memiliki elemen struktur (seperti pelat, balok, kolom, tangga dll) dengan dimensi penampang serta tulangan yang cukup agar bangunan tersebut kuat, nyaman dan ekonomis. Struktur yang kuat berarti tegangan yang terjadi pada setiap penampang tidak melebihi kekuatan bahan dari struktur. Struktur yang aman berarti untuk segala kondisi pembebanan, struktur tersebut tidak runtuh. Struktur nyaman berarti deformasi dari struktur tidak sampai membuat pemakainya merasa tidak nyaman dalam memakainya. Maka dari itu, pada struktur rangka beton portal terbuka dirancang menggunakan konsep *strong column weak beam*, sehingga kolom didesain lebih kuat daripada baloknya yang dimaksudkan agar sendi plastis terjadi pada balok.

Dalam SNI Beton, satu sistem struktur dasar penahan beban lateral adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM), yaitu sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. Sistem rangka pemikul momen (SRPM) dibedakan menjadi Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) atau Elastik Penuh, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) atau Daktail Parsial dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) adalah suatu tingkat

daktilitas struktur gedung dimana strukturnya mampu mengalami simpangan pasca elastik pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan yang paling besar.

Perencanaan Struktur SRPMK

Beban dan Kombinasi Pembebanan

Pembebanan pada struktur ini meliputi beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Berdasarkan PBI tahun 1987 untuk bangunan yang mempunyai fungsi sebagai lantai ruang olah raga, lantai pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, ruang alat atau mesin dimodelkan mempunyai beban hidup sebesar 400 kg/m^2 , sedangkan untuk lantai atap adalah sebesar 100 kg/m^2 . Besarnya beban mati meliputi beban penutup lantai, adukan/spesi lantai, beban plafon dan penggantung, dan beban dinding.

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perhitungan struktur beton, antara lain:

Kombinasi 1 : $1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$

Kombinasi 2 : $1,2 \text{ DL} + 0,5 \text{ LL} + 1 \text{ Ex} + 0,3 \text{ Ey}$

Kombinasi 3 : $1,2 \text{ DL} + 0,5 \text{ LL} + 0,3 \text{ Ex} + 1 \text{ Ey}$

Kombinasi 4 : $1,4 \text{ DL}$

Kombinasi 5 : $1,2 \text{ D} + 1,6 (\text{Lr atau R}) + (\text{L atau } 0,5 \text{ W})$

Perencanaan Pelat dan Tangga

Pembebanan pelat dan tangga pada struktur ini meliputi beban hidup dan beban mati yang dikombinasikan dengan mengalikan koefisien 1,2 untuk beban mati dan 1,6 untuk beban hidup. Besarnya beban hidup untuk tempat orang berkumpul dihitung berdasarkan PPIUG sebesar 400 kg/m^2 .

Penulangan pelat dan tangga, dari gaya dalam yang diperoleh selanjutnya dihitung tulangan yang dipasang untuk menahan gaya tersebut sehingga elemen struktur dapat menahan beban yang bekerja. Sehingga didapat dengan tulangan pokok $\text{Ø}10\text{-}125 \text{ mm}$ untuk pelat atap dan pelat lantai. Dan untuk tulangan tangga di dapat $\text{D}10\text{-}40 \text{ mm}$ untuk arah X, $\text{D}10\text{-}150 \text{ mm}$ dan $\text{D}10\text{-}125 \text{ mm}$ untuk arah Y.

Perencanaan Balok Portal terhadap Lentur

Balok harus memikul beban gempa dengan perencanaan lentur momen ultimit ($M_u \leq M_n$) pada daerah tumpuan dan lapangan balok. Cek spasi terhadap satu lapis tulangan tarik, dua lapis dan satu lapis tulangan tekan dengan asumsi tulangan tarik sudah leleh.

Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser

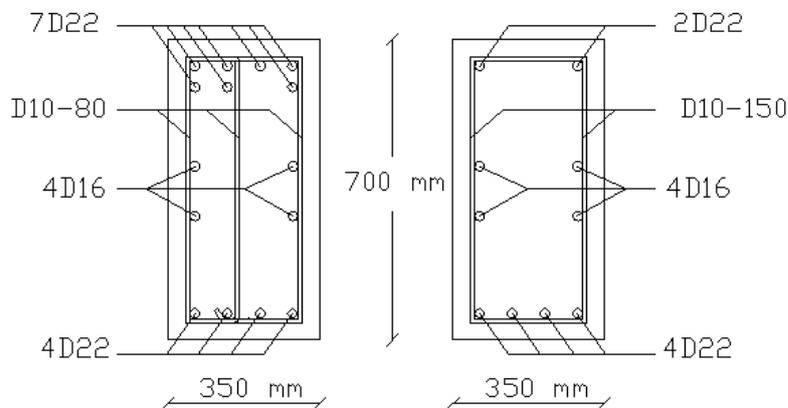
Kuat lentur maksimum (M_{pr}) pada daerah sendi plastis dihitung berdasarkan tulangan terpasang dengan tegangan tarik baja $f_s = 1,25 f_y$ dan faktor reduksi 1,0 dan tidak boleh lebih kecil dari gaya geser berdasarkan analisis struktur. Gaya geser rencana balok

direncanakan berdasarkan kuat lentur maksimum balok (M_{pr}) yang terjadi pada daerah sendi plastis balok yaitu pada penampang kritis dengan jarak $2h$ dari tepi balok.

Gaya geser terfaktor pada muka tumpuan dihitung sebagai berikut:

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{Wu \cdot l_n}{2} \text{ dengan}$$

$$Wu = 1,2 W_D + W_L$$



Gambar 1. Detail Penulangan Balok

Perencanaan Kolom terhadap Beban Lentur dan Aksial

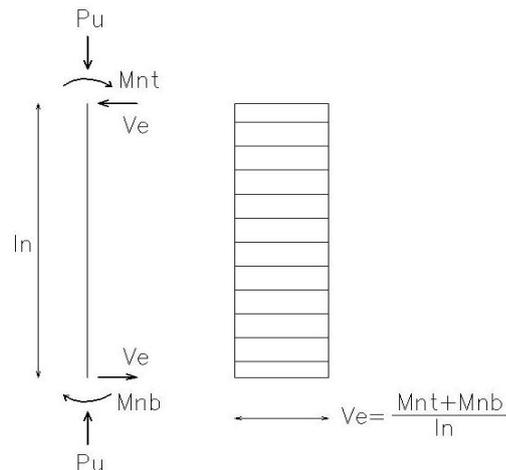
Kuat lentur minimum kolom dihitung dengan persyaratan kolom, sebagai berikut:

$$\sum M_c \geq \left(\frac{6}{5}\right) \sum M_g$$

Dimana $\sum M_c$ harus dicari dari gaya aksial terfaktor yang menghasilkan kuat lentur terendah, konsisten dengan arah gempa yang ditinjau. Dalam hal ini hanya kombinasi beban dengan beban gempa yang dipakai untuk memeriksa syarat Kolom Kuat Balok Lemah ini.

Perencanaan Kolom terhadap Beban Geser

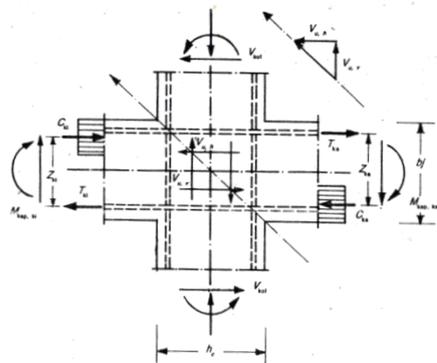
Kuat geser kolom SRPMK berdasarkan terjadinya sendi-sendi plastis pada ujung balok-balok yang bertemu pada kolom tersebut. Untuk perencanaan kolom, gaya geser didapat dengan menjumlahkan M_{pr} kolom atas dengan M_{pr} kolom bawah dibagi dengan tinggi bersih kolom. Gaya geser tidak perlu diambil lebih besar gaya geser rencana dari kuat hubungan balok kolom berdasarkan M_{pr} balok, dan tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.



Gambar 2. Gaya Geser Rencana Kolom SRPMK

Perencanaan Hubungan Balok-Kolom

Perencanaan pertemuan balok-kolom dalam SRPMK dilakukan dengan perhitungan gaya geser horizontal akibat balok dan gaya geser kolom yang melewati inti join harus dianalisis dengan membentuk keseimbangan pada titik pertemuan. Di analisa pertemuan joint tengah balok kolom dan pertemuan joint tepi balok kolom dengan asumsi bahwa momen balok yang diterima oleh kolom berlawanan dengan panjang kolom tersebut.



Gambar 3. Gaya-gaya yang Bekerja pada Hubungan Balok-Kolom di Tengah Portal

Perencanaan Pondasi

Pondasi pada struktur *Convention Hall* ini direncanakan menggunakan pondasi *Spun Pile*. Kemampuan tiang pancang dihitung berdasarkan kemampuan terhadap kuat bahan tiang dan kekuatan tanah. Terhadap kekuatan tanah didasarkan atas kemampuan tahanan ujung (*end bearing*) dan *skin friction*. Tiang direncanakan berukuran 40 cm dengan pemancangan sampai kedalaman 30 meter.

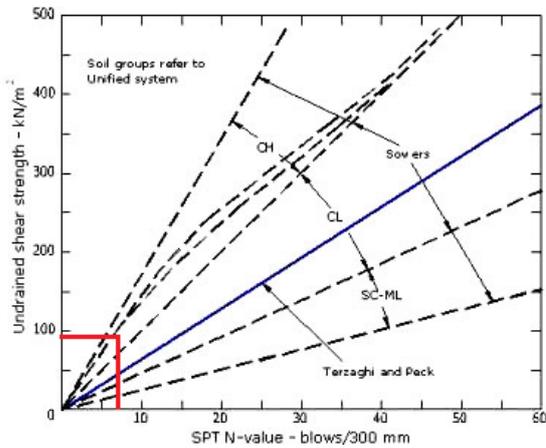
Kontrol Beban Maksimum (Pmaks) Tiang Pancang

Berikut merupakan perhitungan gaya P_{maks} dan P_{min} pada tiang pondasi dengan menggunakan formula dibawah ini:

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

Kontrol Gaya Lateral

Untuk tiang pancang dengan pembebanan lateral (misal akibat gempa), Broms mengembangkan solusi sederhana berdasarkan dua asumsi, yaitu: a) kegagalan geser untuk kasus tiang pancang pendek (*short piles*) dan b) terjadi bending terhadap pancang untuk kasus tiang pancang panjang (*long piles*). Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui M_u (*lateral*) yang mampu ditahan oleh tiang pancang.



Gambar 4. Grafik Korelasi Nilai C_u dengan N-SPT

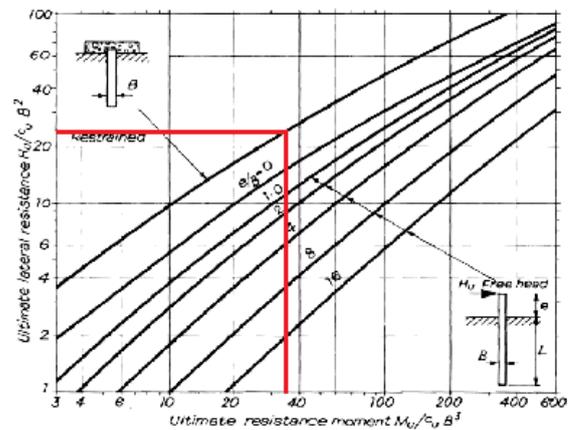
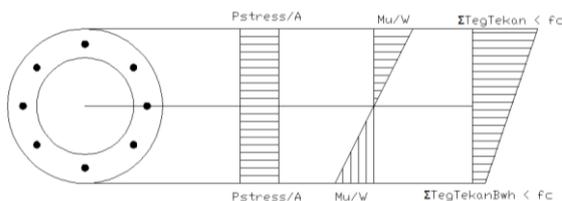


Fig. 6.30 Ultimate lateral resistance of long pile in cohesive soil related to ultimate

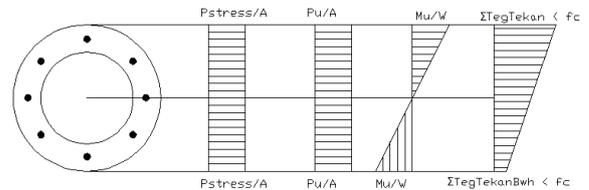
Gambar 5. Grafik Broms Ultimate Lateral Resistance

Kontrol Kapasitas Tiang Pancang

Pada perhitungan momen yang terjadi pada tiang pancang dipilih momen yang terbesar untuk mengukur kekuatan tiang pancang apakah kuat menahan momen yang terjadi apa tidak. Dari ke tiga momen diatas, momen yang terbesar adalah momen akibat gaya lateral.



Gambar 6. Diagram Tegangan Akibat Gaya Pengangkatan



Gambar 6. Diagram Tegangan Akibat Gaya Lateral

KESIMPULAN

1. Perencanaan dan perhitungan analisis struktur tahan gempa sesuai dengan peraturan SNI 03-1726-2010, 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
2. Perencanaan struktur ini didisain menggunakan Sistem Rangka Gedung dengan menggunakan konfigurasi kerutuhan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) menggunakan konsep disain kapasitas (*capacity design*), sehingga menghasilkan perilaku struktur *strong column-weak beam*

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*, SNI 1727-1989. Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. SNI 03 - 1729 – 2002 . Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2002. Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 03-1726-2010. Bandung: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Dewobroto, Wiryanto. 2007. *Aplikasi Rekayasa Kontruksi dengan SAP 2000*. Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.
- Kusuma, Gideon. 1995. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Seri Beton 4*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga.
- Sidharta. 1997. *Rekayasa Fundasi II Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*. Jakarta: Gunadarma.
- Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. 1984. *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.