

# PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS (*UPPER STRUCTURE*) GEDUNG STIE BANK BPD JATENG KOTA SEMARANG

Yonas Prima Arga Rumbyarso

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana  
Jl. Kampus Unkris, Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur  
E-mail : yonasrumbyarso@gmail.com

## ABSTRAK

Struktur Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Bank BPD Jateng Kota Semarang didesain dengan mengacu pada SNI 03-2847-2013, SNI 03-1726-2012, dan PPIUG 1987. Untuk menganalisis gaya gempa digunakan metode *dynamic respons spectrum*. Gaya gempa pada struktur dirancang dengan menggunakan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus karena struktur bangunan terletak pada tanah kelas sedang dan masuk dalam kategori desain *seismic* tipe D. Sistem rangka portal terdiri dari balok dan kolom, yang menggunakan konsep kolom kuat balok lemah. Sendi plastis dirancang terjadi di balok sedang pada kolom sendi plastis hanya terjadi di kolom bagian atas pondasi. Hal ini direncanakan untuk mencegah terjadi keruntuhan struktur pada pertemuan balok-kolom. Dalam pemodelan struktur dan merencanakan gaya-gaya dalam maka proses penghitungannya berbantu program analisis struktur. Material yang digunakan ialah beton dengan mutu  $f'_c$  30 MPa, sedang untuk besi tulangan dengan mutu  $f_y$  400 MPa.

Kata kunci : SNI 03-1726-2012, SNI 03-2847-2013, Desain seismic tipe D, SRPMK, Sendi plastis

## ABSTRACT

*The building structure of Economic Institute Bank BPD Central Java is designed with reference to SNI 03-2847-2013, SNI 03-1726-2012, and PPIUG 1987. To analyze earthquake forces the method of dynamic spectrum response is used. The earthquake force on the structure is designed using the concept of the Special Moment Resisting Frame System because the building structure is located on medium grade soil and is included in the type of seismic design D. The portal frame system consists of beams and columns, which use the weak beam strong column concept. Plastic joints are designed to occur on beams and in plastic joint columns only occurring in the column at the top of the foundation. This is planned to prevent structural collapse at the beam-column frame section. Structural analysis program is used to help modeling the structure and calculating internal forces. Material which is used in this project is concrete which have compressive strength of concrete 30 MPa, and for reinforced steel 400 is MPa.*

*Keywords : SNI 03-1726-2012, SNI 03-2847-2013, Seismic Design Type D, SRPMK, Plastic joint.*

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan prasarana gedung perkantoran sangat diperlukan sejalan dengan semakin pesatnya pertumbuhan sosial ekonomi pada hampir seluruh wilayah di Jakarta. Sehingga pembangunan prasarana gedung perkantoran sangat menentukan dalam menunjang tercapainya laju pertumbuhan ekonomi. Pembangunan prasarana gedung perkantoran berupa peningkatan atau perenovasian gedung perkantoran harus sesuai dengan perkembangan kebutuhan akan pertambahan

pelayanan ekonomi kepada masyarakat. Dalam perencanaan suatu bangunan, merancang struktur (*design of structure*) merupakan bagian awal yang penting yang sangat menentukan kekuatan atau daya layan (*serviceability*) dari suatu bangunan. Dengan adanya perencanaan struktur bangunan ini diharapkan bangunan yang dihasilkan nanti dapat memikul beban atau gaya-gaya yang bekerja selama masa penggunaan bangunan tersebut

sehingga dalam perancangannya struktur atas maupun struktur bawah suatu bangunan harus memenuhi kriteria kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*),

keekonomisan serta umur rencana bangunan (*durability*). Untuk itu perencanaan atau perancangan yang akurat sebelum pembangunan mutlak diperlukan.

### 1.2 Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup perencanaan dalam penulisan jurnal ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Struktur bangunan adalah satu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban dari luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.
2. Struktur bangunan yang direncanakan dalam penelitian adalah struktur bangunan atas (*upper structure*) dimana struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunaannya. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :
  - a. Tahan api
  - b. Kuat dan kokoh, setiap bangunan yang direncanakan harus kuat menahan beban dan tahan terhadap goyangan yang diakibatkan oleh gempa, beban angin, dan sebagainya.
  - c. Awet untuk jangka waktu yang lama.
  - d. Ekonomis, setiap konstruksi yang dibangun harus seekonomis mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.
  - e. Aman dan nyaman, setiap bangunan yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek kenyamanan serta orang-orang yang menghuni merasa aman dan nyaman.
3. Perhitungan perencanaan bangunan atas meliputi :
  - a. Perhitungan pelat atap
  - b. Perhitungan pelat lantai
  - c. Perhitungan tangga
  - d. Perhitungan portal
  - e. Perhitungan balok
  - f. Perhitungan kolom

### 1.3 Dasar Perhitungan dan Pedoman Perencanaan

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

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).

3. Pedoman Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983).
4. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 (PPIUG 1987).
5. Peraturan-peraturan lain yang relevan.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan harus memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi.

Struktur bangunan yang direncanakan harus mampu menahan beban mati, beban hidup dan beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan tersebut.

Maka ketelitian dan nilai ketepatan dalam merencanakan pembebanan merupakan salah satu point penting dalam perancangan struktur bangunan tersebut sehingga struktur menjadi aman dan nyaman bila nanti digunakan sesuai dengan standar peraturan serta peruntukannya.

### 2.2 Jenis Pembebanan

Mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 (PPIUG 1987), jenis pembebanan yang dipakai dalam perencanaan struktur gedung kantor ini adalah :

#### A. Beban Statis

##### 1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung.

##### 2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya beban-beban pada lantai yang berasal dan barang-barang yang dapat dipindah-pindah, mesin-mesin, serta peralatan yang tidak merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

#### B. Beban Dinamik

##### 1. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur

tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

2. Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin adalah beban yang bekerja pada suatu struktur, akibat pengaruh struktur yang mem-blok aliran angin, sehingga energi kinetik angin akan dikonversi menjadi tekanan energi potensial yang menyebabkan terjadinya beban angin. Efek beban angin pada suatu struktur bergantung pada berat jenis dan kecepatan udara, sudut luas angin, bentuk, dan kekakuan struktur, dan faktor-faktor yang lain.

2.3 Kombinasi Pembebanan

Di dalam peraturan SNI 03-1726-2012, dijelaskan mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Dinyatakan bahwa struktur lainnya dirancang memakai kombinasi pembebanan, kombinasi-kombinasi tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

1.  $U = 1,4D$
2.  $U = 1,2D + 1,6L$
3.  $U = 1,2D + 1,0L + 1,0 (I/R) E_x + 0,3 (I/R) E_y$
4.  $U = 1,2D + 1,0L + 0,3 (I/R) E_x + 1,0 (I/R) E_y$

Dimana :

- D = beban mati (*dead load*)
- L = beban hidup (*live load*)
- E = beban gempa (*earthquake load*)
- R = faktor reduksi
- I = faktor keutamaan Gedung

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penulisan jurnal ilmiah ini adalah studi pustaka.

3.2 Data Umum Struktur

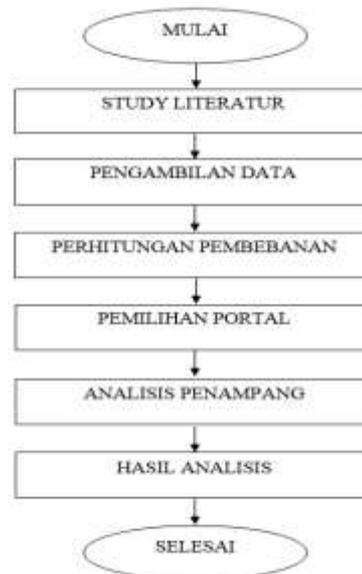
1. Nama proyek : Kampus Smart Building STIE Bank BPD Jateng
2. Lokasi proyek : Jalan Soekarno Hatta Kecamatan Pedurungan Kota Semarang
3. Jenis bangunan : Gedung bertingkat
4. Jenis konstruksi : Struktur beton bertulang
5. Struktur pondasi : Pondasi tiang pancang
6. Peruntukan bangunan :
  - a. Lantai Ground Floor sampai dengan Lantai 3 untuk ruang kuliah, ruang yayasan, perpustakaan, laboratorium, serta fasilitas pendukung lainnya.
  - b. Lantai 4 untuk aula, ruang pertemuan, serta ruang-ruang unit kegiatan mahasiswa.
  - c. Lantai 5 dan lantai 6 untuk tambahan ruang perkuliahan.
7. Luas bangunan :
  - a. Lantai Ground Floor :  $973 \text{ m}^2$
  - b. Lantai 2 – 6 :  $807 \text{ m}^2$

- c. Lantai Atap :  $807 \text{ m}^2$
8. Elevasi :
  - a. Lantai Ground Floor : +3.50 m
  - b. Lantai 2-6 : +2.90 m
  - c. Lantai Atap : +0.00 m
9. Spesifikasi material :
  - a. Mutu beton : 30 Mpa
  - b. Mutu baja : 400 Mpa

10. Gambar rencana

11. Data tanah

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Bagan Alir Perencanaan Struktur Gedung Mayora Indah

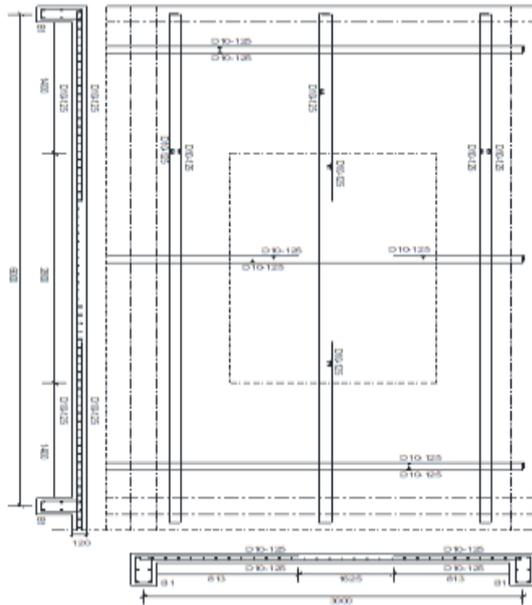
4 PERENCANAAN

4.1 Perencanaan Pelat Lantai

Langkah-langkah dalam perencanaan plat lantai dalam penulisan jurnal ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan syarat-syarat batas dan bentang pelat lantai
2. Menentukan apakah plat lantai termasuk *one way slab* atau *two way slab*.
3. Menentukan tebal plat lantai. Langkah selanjutnya adalah
4. Menghitung beban yang bekerja pada pelat (beban mati dan beban hidup)
5. Menghasilkan nilai momen plat lantai yang dihitung sesuai ketentuan pada buku CUR IV karya Gideon.
6. Menghitung kebutuhan diameter tulangan dan jarak antar tulangan plat.

Dari hasil perhitungan didapat tulangan arah x D10-125 dan arah y D10-125, penulangan arah x dan y sama karena rasio penulangan menggunakan  $p_{min} 0,0058$ . Detail penulangan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Detail Penulangan Plat

**4.2 Perencanaan Tangga**

Perencanaan Tangga Perhitungan tangga dibagi menjadi dua yaitu perhitungan plat tangga dan plat bordes. Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung rasio tulangan
2. Membandingkan dengan rasio minimum dan maksimum.
3. Menentukan luas kebutuhan tulangan dengan mengalikan  $\rho \times b \times dx$ .
4. Menghitung spasi tulangan.

Hasil perhitungan tulangan plat bordes adalah arah x D13-175 dan arah y D13-175, penulangan plat bordes arah x dan y sama karena rasio penulangan menggunakan  $p_{min}$  0,0058. Sedangkan untuk penulangan plat tangga adalah arah x D13-150 dan arah y D13-175.

**4.3 Portal**

Portal adalah suatu sistem kerangka bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut :

1. Estimasi analisis struktur gedung terhadap beban gempa mengacu pada SNI 03-1726-2012.
2. Kajian struktur gedung bertingkat tinggi dikerjakan dengan menggunakan metode analisis Dinamik Spektrum Respons.
3. Menetapkan konfigurasi sistem rangka pemikul momen yang dimulai dengan menetapkan jenis kelompok resiko struktur gedung terhadap pengaruh gempa (kategori resiko IV).
4. Menetapkan faktor keutamaan gempa dari struktur gedung, yaitu dengan mengacu

pada SNI-03-1726-2012 tabel 2 yang menjelaskan bahwa struktur gedung yang berkategori resiko IV memiliki faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) yang bernilai 1,5.

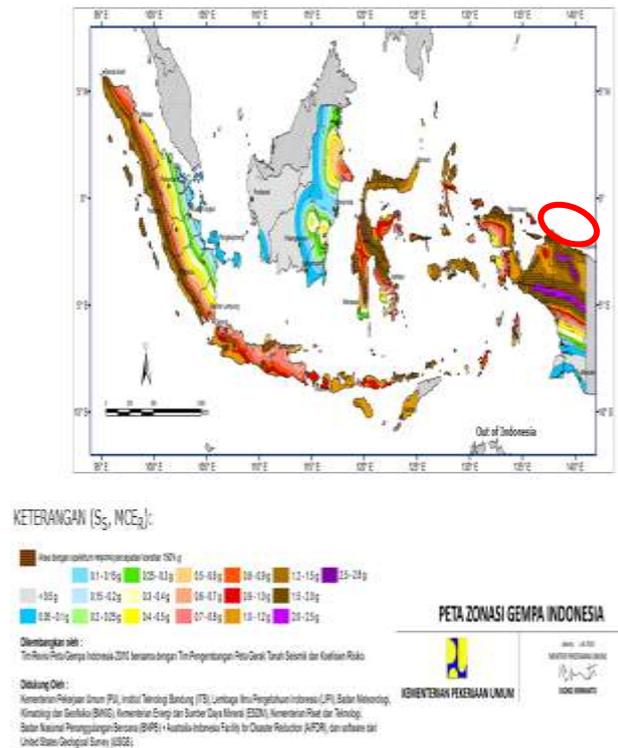
Tabel 4.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non angka yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk : Bangunan-bangunan monumental Gedung sekolah dan fasilitas angka kan Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat.	IV
Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angka badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya	
Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat. Pusat pembangkit energi dan fasilitas angka lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat.	
Struktur tambahan (termasuk angka telekomunikasi, angka penyimpanan bahan bakar, angka pendingin, struktur stasiun listrik, angka air	

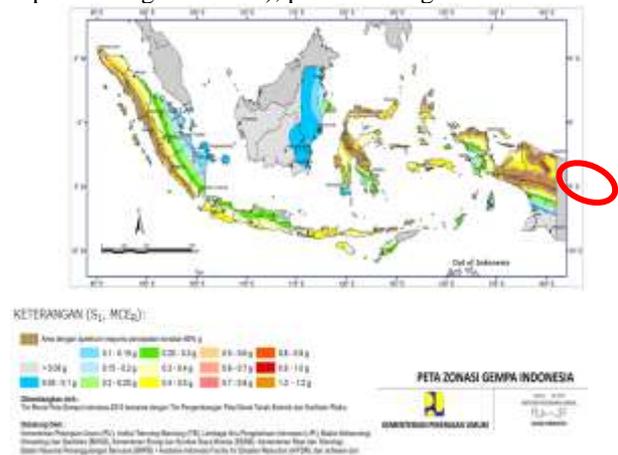
Tabel 4.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa (lanjutan)

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat. Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV	

5. Menetapkan menurut wilayah zona gempa.



Gambar 4.2 Peta untuk  $S_s$  (Parameter respons spektrum percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko), periode ulang 2500 tahun.



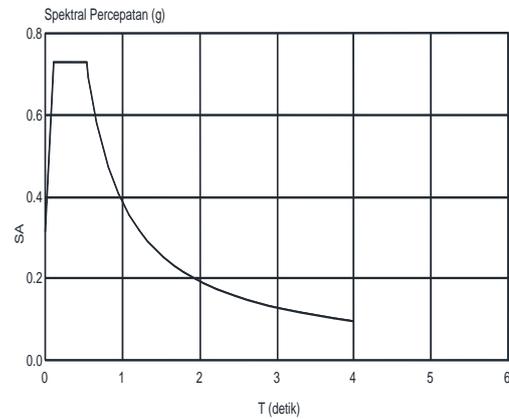
Gambar 4.3 Peta untuk  $S_1$  (Parameter respons spektrum percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko), periode ulang 2500 tahun.

6. Dengan mendapatkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$ , mengalikan dengan  $F_a$  dan  $F_1$ , akan diperoleh nilai  $S_{ms}$  dan  $S_{m1}$  yang selanjutnya dikalikan dengan  $2/3$  sehingga diperoleh nilai  $S_{ds}$  0,73g dan  $SD1$  0,387g.
7. Merujuk pada SNI 03-17262012 tabel 6 dan tabel 7 yang menjelaskan bahwa nilai  $SD_s > 0,5$  dan  $SD1 > 0,2$  berkategori desain seismik D.
8. Dari SNI 03-1726-2012 tabel 9 diperoleh bahwa struktur gedung dengan kategori

seismik D harus dirancang menggunakan konfigurasi sistem rangka pemikul momen khusus.

9. Dari tabel 9, kita juga memperoleh nilai koefisien respon ( $R$ ) yaitu sebesar 8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus.

Hasil grafik spektrum respons percepatan desain adalah seperti Gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.3 Grafik Spektrum Hasil Hitungan Manual

### 4.3 Balok Induk

Balok Induk adalah balok yang bertumpu pada kolom, balok ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi. Pada perencanaan balok induk menggunakan dimensi tinggi diperkirakan  $h = (1/15 - 1/10) L$  dan lebar diambil  $b = (1/2 - 2/3)$  menurut (Agus Setiawan, 2016). Balok harus memikul beban gempa dengan perencanaan lentur momen ultimit ( $M_u$ ) < momen nominal ( $M_n$ ) pada daerah tumpuan dan lapangan balok. Kuat lentur maksimum ( $M_{pr}$ ) pada daerah plastis didesain berdasarkan tulangan terpasang dengan tegangan Tarik baja  $f_s = 1,25 f_y$  dan faktor reduksi 1,0 serta tidak boleh lebih < dari gaya geser menurut analisis struktur. Gaya geser rencana balok dianalisis menurut kuat lentur maksimum balok ( $M_{pr}$ ) yang muncul di area plastis balok yaitu di penampang kritis dengan jarak  $2h$  dari tepi balok. Gaya geser terfaktor pada muka tumpuan dihitung sebagai berikut :

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr3}}{l_n} \pm \frac{W_u \cdot L_n}{2}$$

Dimana :

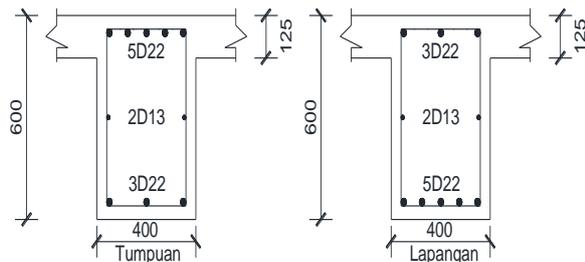
$V_e$  = Gaya geser akibat sendi plastis diujung-ujung balok (kN)

$M_{pr}$  = Kapasitas momen / Probable Moment Strength (kNm)

$W_u$  = Gaya geser terfaktor (kN)

$L_n$  = Panjang bentang bersih (m)

Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi balok 400 mm x 600 mm dengan tulangan utama untuk tulangan tarik (5D22) dan tulangan tekan (3D22), sengkang D10-100 pada area tumpuan dan D10-150 pada area lapangan. Untuk detail penulangan dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut :



Gambar 4.4 Detail Penulangan Balok Induk

**Perencanaan Kolom**

Kolom adalah batang tekan vertical dari rangka struktur yang memikul beban dari balok, sehingga keruntuhan pada kolom dapat menyebabkan runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Agus Setiawan, 2016). Kuat Lentur minimum kolom dihitung dengan persyaratan kolom, sebagai berikut :

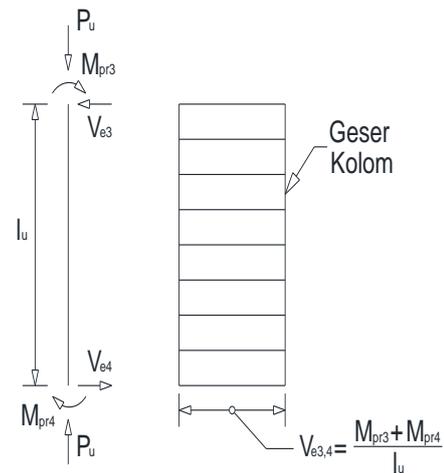
$$\sum M_c \geq 1,2 \sum M_g$$

Dimana :

$$\sum M_g = \text{Momen nominal balok}$$

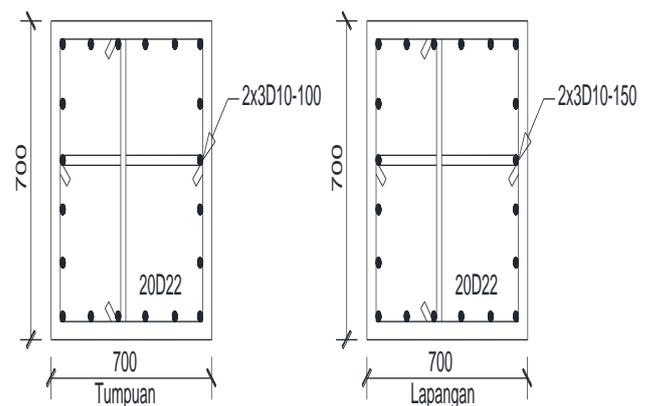
$\sum M_c$  : Momen nominal kolom, harus dicari dari gaya aksial terfaktor yang menghasilkan kuat lentur terendah, konsisten dengan arah gempa yang ditinjau. Dalam hal ini hanya kombinasi beban dengan beban gempa yang dipakai untuk memeriksa syarat Kolom Kuat Balok Lemah ini.

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  $>$  dari gaya geser rencana dari kuat hubungan balok kolom berdasarkan  $M_{pr}$  balok, dan tidak boleh  $<$  dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur. Diagram gaya geser rencana kolom dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4.5 Diagram Gaya Geser Kolom

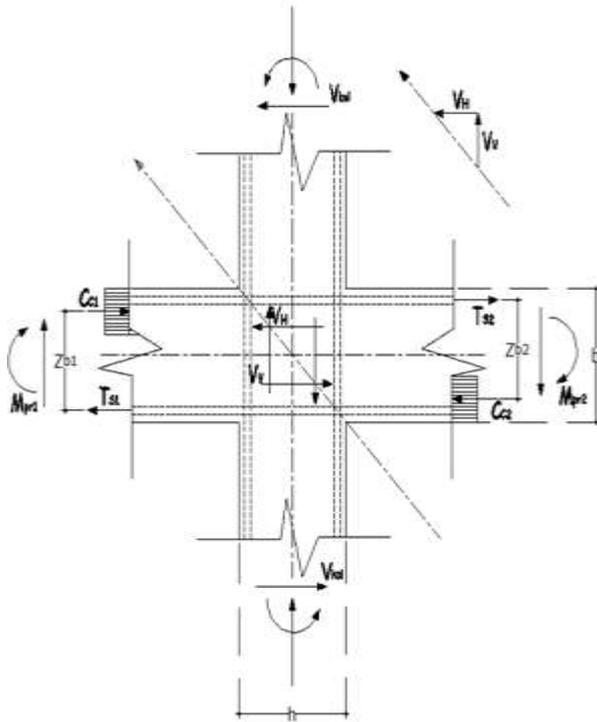
Dari perhitungan, diperoleh tulangan utama 20D22 serta tulangan sengkang atau tulangan pembagi 6D10-100 pada area tumpuan dan 6D10-150 pada area lapangan. Detail penulangan kolom dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini :



Gambar 4.6 Detail Penulangan Kolom

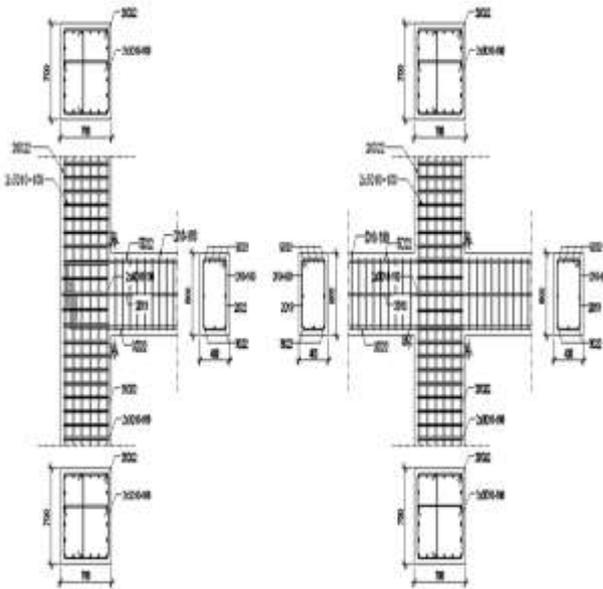
**Perencanaan Pertemuan Balok-Kolom**

Perencanaan pertemuan balok-kolom dalam SRPMK dilakukan dengan perhitungan gaya geser horizontal akibat balok dan gaya geser kolom yang melewati inti joint harus dianalisis dengan membentuk keseimbangan pada titik pertemuan. Di analisis 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. Kita dapat melihat *freebody* diagram gayanya pada gambar 4.7 dibawah ini :



Gambar 4.7 Gaya-gaya yang Bekerja pada Hubungan Balok-Kolom

Dari hasil perhitungan dirancang tulangan 6D10-100. Detail penulangan hubungan balok kolom dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini :



Gambar 4.8 Detail Hubungan Balok-Kolom

## 5. KESIMPULAN

### Kesimpulan

Menurut SNI 03-1726-2012 pasal 7.2.5.5, Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Bank BPD Jateng Kota Semarang, termasuk dalam kategori desain seismic tipe D, sehingga dirancang dengan memakai Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Perancangan dan estimasi analisis struktur tahan gempa sesuai dengan peraturan terbaru yaitu SNI 03-1726-2012.

### Saran

Untuk bangunan bertingkat yang berada pada daerah rawan gempa, sebaiknya didesain menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), hal ini bertujuan agar diperoleh sifat struktur daktail, sehingga apabila terjadi gempa yang kuat, tidak terjadi keruntuhan pada struktur sehingga jatuhnya korban jiwa dapat dihindari. Dalam perencanaan struktur gedung tahan gempa, deformasi struktur menjadi nilai penting serta tidak dapat diabaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional.2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Bandung: BSN.
- [2] Badan Standardisasi Nasional.2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*. Bandung: BSN.
- [3] Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [4] Kusuma, Gideon. 1995. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Seri Beton 4*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Chu Kia Wang, Charles G.Salmon, dan Binsar Hariandja (ed.). 1993. *Desain Beton Bertulang*. Jilid I.Jakarta: Erlangga.
- [6] Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga