

# **PENELITIAN TUGAS AKHIR**

## **PERBANDINGAN RESPON DINAMIK MENGGUNAKAN SISTEM TUNG GAL (SRPM) DAN SISTEM GANDA (SRPM DAN DINDING GESER)**



**Disusun oleh :**

**SEFTIAN YOGA WIRAWAN**

**1431402772**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2018**

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di daerah rawan gempa, untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa tersebut perlu direncanakan struktur bangunan tahan gempa. Berdasarkan SNI 1726:2012, kota Denpasar telah diklasifikasikan ke dalam daerah yang telah memiliki resiko gempa tinggi. (*SNI 1726:2012*)

Bangunan tahan gempa merupakan hal yang harus terpenuhi, khususnya pada daerah-daerah dengan tingkat resiko gempa tinggi seperti di Indonesia. Berdasarkan peristiwa-peristiwa sebelumnya, keruntuhan bangunan akibat gempa bumi yang menelan korban jiwa dalam jumlah cukup besar. Oleh karena itu bangunan harus direncanakan dimana bangunan boleh rusak tapi tidak boleh runtuh sehingga korban jiwa dapat diminimalisasi.

Tingkat resiko gempa saat ini terus meningkat sehingga harus ada tindakan terhadap bangunan-bangunan yang sudah mengalami degradasi dan direncanakan dengan peraturan lama agar bangunan tetap aman. Semakin tinggi bangunan semakin rawan pula bangunan tersebut dalam menahan gaya gempa karena bangunan mengalami gerakan vertikal dan gerakan horizontal. Gerakan-gerakan ini menimbulkan gaya inersia atau gaya-gaya gempa dipusat struktur.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan analisa terhadap perilaku gedung tinggi menggunakan metode Respons Spektrum. Dalam merancang struktur bangunan bertingkat ada prinsip utama yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Salah satu metode yang digunakan adalah dinding geser (*shear wall*). Dinding geser adalah dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu (ruang lift atau tangga) untuk menyediakan tahanan gaya/beban horizontal. Fungsi dinding geser pada gedung tinggi juga penting untuk menopang lantai dan memastikannya tidak runtuh saat terjadi gaya lateral atau gaya gempa. Pempatan dinding geser atau posisinya juga dapat berpengaruh terhadap ekonomisnya bangunan dan kekuatan bangunan itu sendiri.

#### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menentukan dimensi balok dan kolom yang mampu menahan beban gempa rencana yang bekerja sesuai peraturan di (SNI 03-2847-2013)?
2. Bagaimana cara menentukan banyak tulangan yang diperlukan untuk merencanakan balok, kolom, dan dinding geser sesuai peraturan di (SNI 03-2847-2013)?

3. Bagaimana perbandingan momen maksimum dan jumlah penulangan yang terjadi pada bangunan menggunakan sistem tunggal dan sistem ganda menggunakan gempa dinamik?

### 1.3 Tujuan

1. Mampu menentukan dimensi balok dan kolom yang kuat menahan beban gempa rencana yang bekerja sesuai peraturan di(SNI 03-2847-2013).
2. Mampu menentukan banyak tulangan yang diperlukan untuk merencanakan balok, kolom, dan dinding geser sesuai peraturan di(SNI 03-2847-2013).
3. Mampu menentukan perbandingan momen maksimum dan jumlah penulangan yang terjadi pada bangunan menggunakan sistem tunggal dan sistem ganda menggunakan gempa dinamik

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Perencanaan gedung Hotel Tanjung Benua adalah:

1. Perencanaan bangunan atas meliputi balok, kolom dan plat
2. Tidak memperhitungkan struktur sekunder
3. Analisis struktur
  - a. Metode perhitungan yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan dinding geser.
  - b. Perhitungan beban gempa menggunakan metode analisis *respon spectrum*
  - c. Perhitungan gaya dalam (N, D dan M) menggunakan program komputer SAPv19.
  - d. Tidak mencakup bangunan pelengkap (*shaft* = terowongan sampah, dan penangkal petir)
4. Perencanaan ini tidak meninjau pada analisis biaya, manajemen konstruksi dan segi arsitektural.

Dengan adanya batasan masalah ini diharapkan apa yang disajikan tidak menyimpang dari permasalahan yang ada.

### 1.5 Manfaat

Diharapkan dengan perbandingan ini dapat menentukan desain gedung dengan SRPM atau Gedung dengan Sistem Ganda yang cocok untuk bangunan di wilayah kota Denpasar Bali.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen**

Berdasarkan SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, ada beberapa sistem struktur yang dapat diterapkan dalam bangunan untuk menahan gempa, salah satunya adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem rangka pemikul momen adalah suatu sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban gravitasi adalah beban mati struktur dan beban hidup. Sedangkan beban angin dan beban gempa termasuk dalam beban lateral. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.

SRPM dibagi menjadi tiga tingkatan yaitu:

- a) Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) yang digunakan untuk Kategori Desain Seismik A dan B.
- b) Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang digunakan untuk Kategori Desain Seismik C.
- c) Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang digunakan untuk Kategori Desain Seismik D atau E.

##### **2.1.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa**

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.2.2, balok harus mempunyai paling sedikit dua batang tulangan longitudinal yang menerus sepanjang kedua muka atas dan bawah. Tulangan ini harus disalurkan pada muka tumpuan.
2. Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.2.3, kolom yang mempunyai tinggi bersih kurang dari atau sama dengan lima kali dimensi  $c_1$  (dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen) harus didesain untuk geser sesuai dengan SNI 2847:2013 Pasal 21.2.3).

##### **2.1.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah**

Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) merupakan sistem rangka ruang dimana komponen-komponen strukturnya dapat menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. Ketentuanketentuan untuk SRPMM mengacu pada SNI 2847:2013 tentang

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, pasal 21.3, yaitu:

- a) Persyaratan SNI 2847:2013 pasal 21.3 berlaku untuk rangka momen menengah yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa.
- b) Detail tulangan pada komponen struktur rangka harus memenuhi ketentuan SNI 2847:2013 pasal 21.3.4, yaitu bila beban aksial tekan terfaktor ( $P_u$ ) pada komponen struktur tidak melebihi  $A_g f_c'/10$ . Bila  $P_u$  lebih besar dari  $A_g f_c'/10$ , detail tulangan kolom pada rangka tersebut harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 21.3.5. Bila konstruksi pelat dua arah tanpa balok membentuk sebagian dari sistem penahan gaya gempa, maka detail penulangan pada sembarang bentang yang menahan momen akibat pengaruh gempa ( $E$ ) harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 21.3.6 tentang slab dua arah tanpa balok.

### 2.1.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada dasarnya memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan di zona resiko gempa yang tinggi. Struktur harus direncanakan menggunakan sistem penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan detailing yang khusus dan mempunyai daktilitas penuh.

Komponen struktur rangka ini harus memenuhi kondisi berikut:

1. Gaya tekan aksial pada komponen struktur ( $P_u$ ) tidak boleh melebihi ( $A_g f_c'/10$ ).
2. Bentang bersih untuk komponen struktur ( $l_n$ ) tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
3. Lebar komponen ( $b_w$ ) tidak boleh kurang dari  $0,3 h$  dan 250 mm
4. Lebar komponen struktur ( $b_w$ ) tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu ( $c_2$ ).

## 2.2 Struktur Beton

Tiga jenis bahan yang paling sering digunakan dalam kebanyakan struktur adalah kayu, baja, dan beton dengan tulang penguatan termasuk prategang. Beton sebagai bahan konstruksi sudah dikenal sejak ratusan tahun yang lalu. Berdasarkan SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (admixture). Macam-macam beton berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 2.2 adalah sebagai berikut:

- a) Beton polos

Merupakan beton struktur tanpa tulangan atau dengan tulangan kurang dari jumlah minimum yang ditetapkan untuk beton bertulang.

- b) Beton bertulang  
Merupakan beton struktural yang ditulangi dengan tidak kurang dari jumlah baja prategang atau tulangan non prategang minimum
- c) Beton normal  
Merupakan beton yang mengandung hanya agregat yang memenuhi ASTM C33M.
- d) Beton prategang  
Merupakan beton struktural dimana tegangan dalam diberikan untuk mereduksi tegangan tarik potensial dalam beton yang dihasilkan dari beban
- e) Beton pracetak  
Merupakan elemen beton struktur yang dicetak di tempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur.
- f) Beton ringan  
Merupakan beton yang mengandung agregat ringan dan berat volume setimbang (equilibrium density), sebagaimana ditetapkan oleh ASTM C567, antara 1140 kg/m<sup>3</sup> dan 1840 kg/m<sup>3</sup>).
- g) Beton ringan semuanya  
Merupakan beton ringan yang mengandung hanya agregat kasar dan halus yang memenuhi ASTM C330M.
- h) Beton pasir ringan  
Merupakan beton ringan yang mengandung hanya agregat halus berat normal yang memenuhi ASTM C33M dan hanya agregat ringan yang memenuhi ASTM C330M.

Dari beberapa macam beton di atas, bangunan gedung Hotel direncanakan menggunakan beton bertulang.

### **2.2.1 Beton Bertulang**

Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan, yaitu beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah dan batanganbatangan baja yang ditanamkan di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. (Disain Beton Bertulang; Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon Jilid 1).

- a) Kelebihan Beton Bertulang
  1. Beton termasuk tahan aus dan tahan terhadap kebakaran.
  2. Beton sangat kokoh dan kuat terhadap beban gempa bumi, getaran, maupun angin
  3. Berbagai bentuk konstruksi dapat dibuat dari bahan beton menurut selera perancang atau pemakai.

4. Biaya pemeliharaan atau perawatan sangat sedikit (tidak ada).  
(Balok dan Pelat Beton Bertulang; Ali Asroni)

b) Kekurangan Beton Bertulang

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (meshes).
2. Konstruksi beton itu berat, sehingga jika dipakai pada bangunan harus disediakan fondasi yang cukup besar/kuat.
3. Untuk memperoleh hasil beton dengan mutu yang baik, perlu biaya pengawasan tersendiri
4. Konstruksi beton tak dapat dipindah, di samping itu sisa beton tidak ada harganya.

(Balok dan Pelat Beton Bertulang; Ali Asroni)

### 2.3 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 4.2.2 bahwa struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus dirancang hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut :

$$1,4 D + 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$$

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

$$1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$$

$$1,2 D + 1,0 E + L$$

$$0,9 D + 1,0 W$$

$$0,9 D + 1,0 E$$

Keterangan :

D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap.

L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejutan, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lainlain.

$L_r$  =beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

R =beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.

W =beban angin

E =beban gempa.

## 2.4 Dinding Geser

Menurut **SNI 2847:2013** dinding geser adalah dinding struktur. Dinding yang diproporsikan untuk menahan kombinasi geser, momen, dan gaya aksial. Dinding struktur yang ditetapkan sebagai bagian sistem penahan gaya gempa bisa dikategorikan sebagai berikut:

- a) Dinding beton polos struktur biasa (Ordinary structural plain concrete wall)
- b) Dinding structural beton bertulang biasa (Ordinary reinforced concrete structural wall)
- c) Dinding struktural pracetak menengah (Intermediate precast structural wall)
- d) Dinding struktural khusus (Special structural wall)

Langkah langkah perhitungan tulangan pada dinding geser adalah sebagai berikut :

1. Tentukan baja tulangan horizontal dan transversal minimum yang diperlukan. Periksa apakah dibutuhkan dua layer tulangan. Jika gaya geser terfaktor ( $V_u$ ) melebihi kuat dinding geser beton yang ada ( $V_u$  ada) maka harus digunakan dua layer.

$$V_u > V_u \text{ ada} = \frac{1}{6} A_{cv} \sqrt{f'c} \quad (\text{Rumus 2.41})$$

Rasio distribusi tulangan minimum  $\rho = 0,0025$  dan spasi maksimum 45 cm.

2. Tentukan baja tulangan yang diperlukan untuk menahan geser. Kuat geser dinding geser (shear wall) yang direncanakan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V_n \leq A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'c} + \rho_n f_y) \quad (\text{Rumus 2.42})$$

Dimana :

$A_{cv}$  = Luas penampang total dinding geser

$\alpha_c$  = 1/4 untuk  $h_w/l_w \leq 1,5$

= 1/6 untuk  $h_w/l_w \geq 2$

$\rho_n$  = rasio penulangan arah horizontal (transversal)

3. Tentukan tulangan transversal yang diperlukan di special boundary element
  - a) Confinement kolom pada Boundary element  
Spasi maksimum hoops ditentukan oleh yang terkecil diantara:
    - 1/4 panjang sisi terpendek
    - 6 x diameter tulangan longitudinal



- Spasi hoobs,  $s_x \leq 100 + \frac{350 - hx}{3}$

b) Confinement untuk shear wall

Spasi maksimum hoops ditentukan oleh yang terkecil diantara :

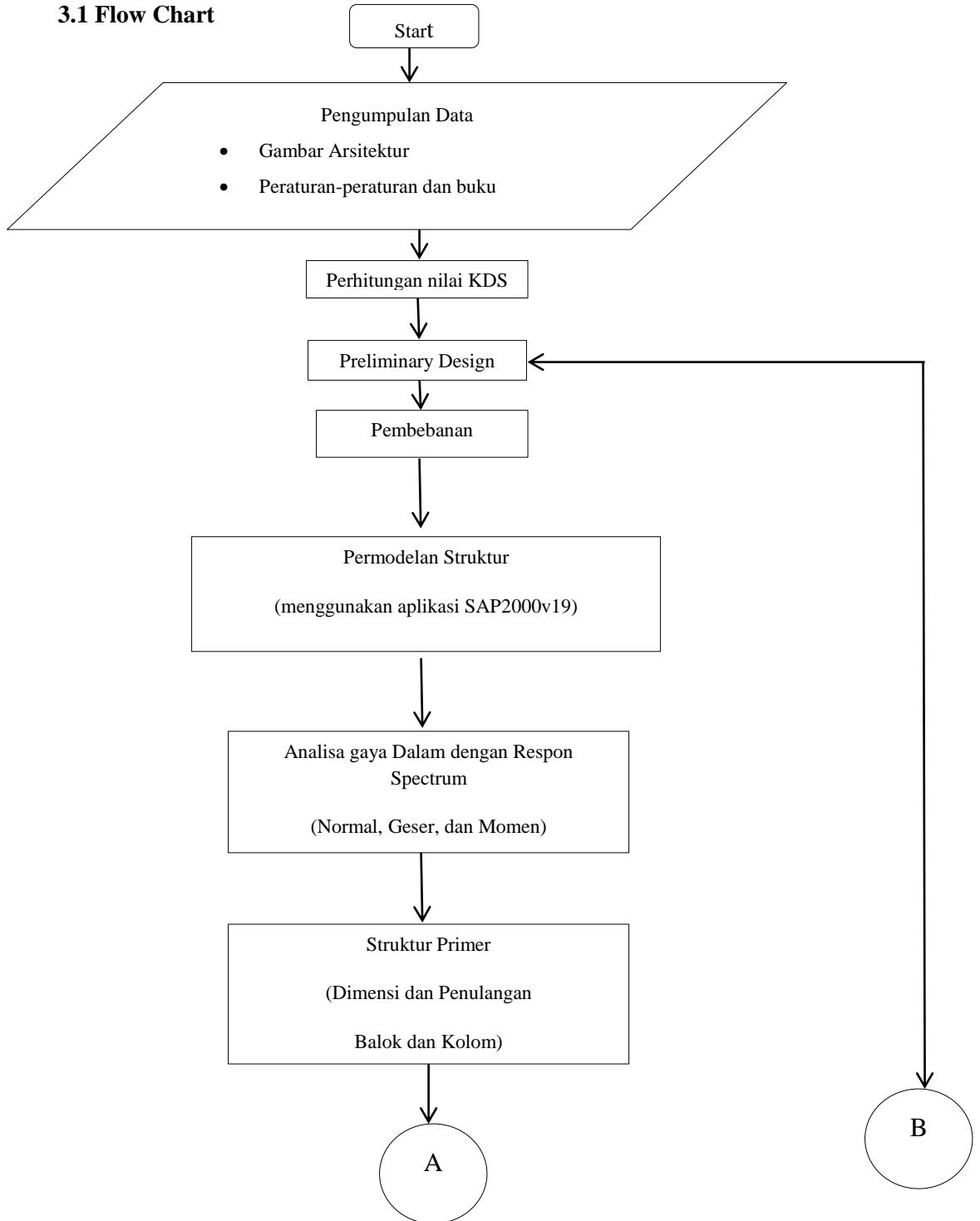
- $\frac{1}{4}$  panjang sisi terpendek
- 6 x diameter tulangan longitudinal
- Spasi hoobs,  $s_x \leq 100 + \frac{350 - hx}{3}$

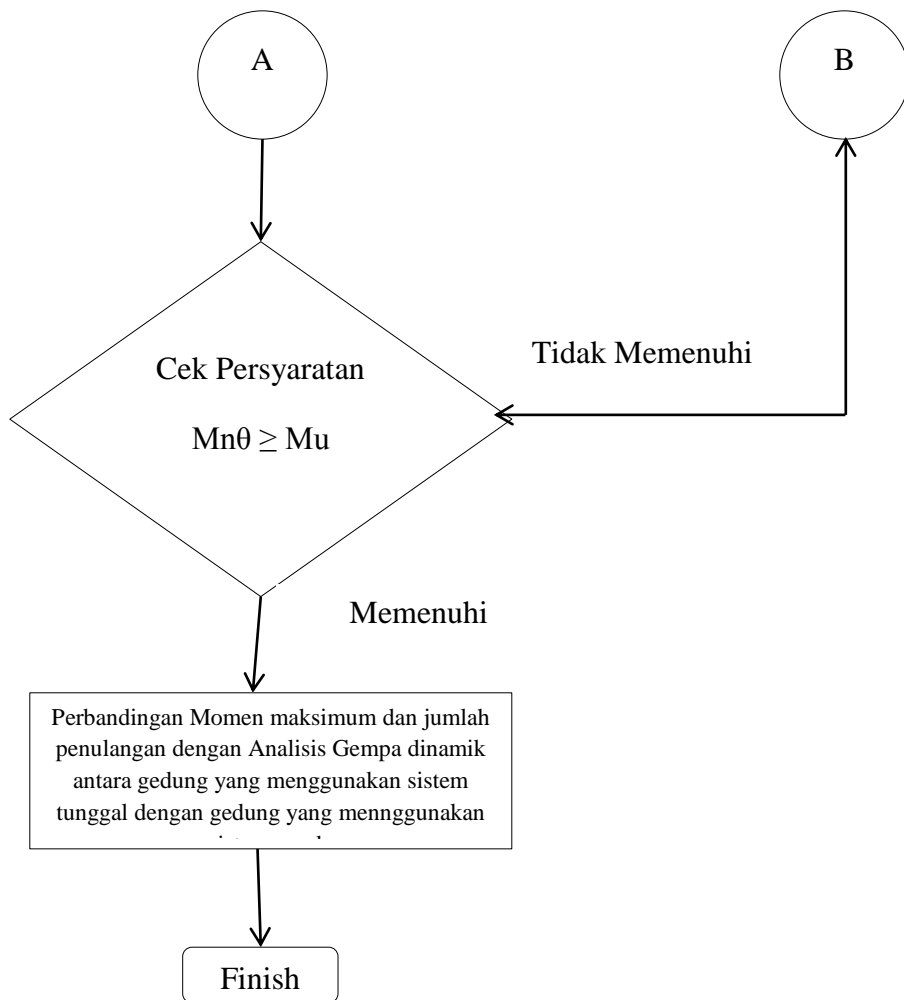
## 2.5 Dual System

*Dual System* (Sistem Ganda) adalah salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh *Space Frame* (Rangka), sedangkan beban lateralnya dipikul bersama oleh *Space Frame* dan *Shear Wall* (Dinding Geser). Menurut SNI 03-1726-2013 *Space Frame* sekurang-kurangnya memikul 25% dari beban lateral dan sisanya dipikul oleh *Shear Wall*. Karena *Shear Wall* dan *Space Frame* dalam *Dual System* merupakan satu kesatuan struktur maka diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama atau setidaknya *Space Frame* mampu mengikuti defleksi lateral yang terjadi. *Shear Wall* sendiri artinya adalah Dinding Geser yang terbuat dari beton bertulang dimana tulangan-tulangan tersebut yang akan menerima gaya lateral akibat gempa sebesar beban yang telah direncanakan. Penggunaan sistem struktur *Dual System* sendiri sangat cocok untuk pembangunan struktur gedung di wilayah gempa kuat.

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Flow Chart





### 3.2 Metode Perencanaan

Langkah-langkah dalam perencanaan struktur Gedung Hotel di Denpasar dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding geser adalah:

#### 1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut

##### a) Gambar arsitektur

Data gambar meliputi gambar denah, gambar tampak, gambar potongan, dan gambar detail struktur yang akan digunakan untuk merencanakan dimensi komponen stuktur yang berasal dari proyek.

b) Peraturan dan buku penunjang lainnya sebagai dasar teori maupun pendukung.

## 2. Perhitungan nilai Kategori Desain Seismik (KDS)

Kategori Desain Seismik (KDS) ditentukan oleh kategori resiko struktur yang ditinjau (I-IV) dan nilai parameter gempa dari situs dimana struktur atau bangunan tersebut akan dibangun (SDS dan SD1). Perhitungan nilai KDS ini mengacu pada SNI 1726:2012.

Langkah-langkah perhitungan nilai KDS adalah sebagai berikut:

- a) Menghitung tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (N) berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 5.4.2.
- b) Menentukan klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 3
- c) Menentukan kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 1
- d) Menentukan nilai parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek) berdasarkan Peta Hazard Gempa Indonesia gambar 2
- e) Menghitung nilai  $F_a$  (koefisien situs untuk periode pendek) berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 4.
- f) Menentukan nilai parameter  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode panjang) berdasarkan Peta Hazard Gempa Indonesia gambar 3.
- g) Menghitung nilai  $F_v$  (koefisien situs untuk periode panjang) berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 5.
- h) Menghitung nilai  $S_{MS}$  (parameter percepatan respons percepatan pada periode pendek) dan  $S_{M1}$  (parameter percepatan respons percepatan pada periode 1,0 detik) berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.2.
- i) Menghitung nilai SDS (parameter percepatan spectral desain periode pendek) dan SD1 (parameter percepatan spektral desain periode 1,0 detik) berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.3.
- j) Menentukan kategori desain seismik berdasarkan SDS (parameter respons percepatan pada periode pendek) dan SD1 (parameter respons percepatan pada periode panjang) yang bersumber pada SNI 1726:2012 tabel 6 dan tabel 7.

## 3. Preliminari Desain

Dimensi elemen struktur ditentukan dengan mengacu pada SNI 2847:2013. Elemen struktur yang dihitung dalam preliminari desain ini meliputi: perhitungan dimensi balok, kolom, sloof, pelat, tangga, dan pondasi.

### a) Dimensi Balok

Berdasarkan SNI 2847:2013 tabel 9.5 (a), tinggi balok dapat ditentukan dengan menggunakan komponen struktur balok tumpuan sederhana

untuk perencanaan tebal minimum (h) menggunakan  $1/16$  dan komponen struktur balok dua tumpuan sederhana untuk perencanaan tebal minimum (h) menggunakan  $1/21$ , sedangkan lebarnya dapat diambil dari  $2/3$  tinggi balok yang telah didapat.

b) Dimensi Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 8.10.1, kolom harus dirancang untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap.

c) Dimensi Sloof

Sloof bekerja sebagai pengikat antar kolom sehingga mengalami gaya aksial seperti kolom. Oleh karena itu perhitungan dimensinya menggunakan rumusan yang sama dengan kolom

d) Dimensi Plat

Penentuan dimensi pelat dibedakan menjadi dua, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

- Perencanaan Plat Satu Arah

Pelat satu arah terjadi apabila  $L_y/L_x > 2$ ; dimana  $L_y$  adalah bentang panjang dan  $L_x$  adalah bentang pendek. SNI 2847:2013 pasal 9.5.2.1 menyatakan bahwa tebal minimum yang ditentukan dalam SNI 2847:2013 tabel 9.5(a) berlaku untuk konstruksi satu arah yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar, kecuali bila perhitungan lendutan menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih kecil dapat digunakan tanpa pengaruh yang merugikan. Untuk melihat tebal minimum plat satu arah bisa dilihat pada tabel 2.2a

- Perencanaan Plat Dua Arah

Pelat dua arah terjadi apabila  $L_y/L_x < 2$ ; dimana  $L_y$  adalah bentang panjang dan  $L_x$  adalah bentang pendek. Tebal pelat minimum tidak boleh kurang dari:

- 1) Tanpa penebalan  $> 125$  mm
- 2) Dengan penebalan  $> 100$  mm

4. Perhitungan Pembebanan

Pembebanan yang dihitung dalam pengerjaan laporan akhir ini yaitu beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Peraturan yang digunakan dalam perhitungan beban mati, beban hidup, dan beban angin adalah SNI 1727:2013. Sedangkan untuk perhitungan beban gempa digunakan SNI 1726:2012.

5. Permodelan Struktur

Permodelan struktur pada dasarnya merupakan visualisasi dari desain yang direncanakan sesuai dengan spesifikasi yakni material, ukuran atau dimensi, gaya yang bekerja, dan sebagainya. Permodelan struktur pada tugas akhir ini menggunakan bantuan aplikasi SAP2000v19

6. Analisa Gaya Dalam

Hasil analisa gaya dalam diperoleh dari hasil permodelan struktur dari gedung hotel ini, berupa output dari program SAP2000v19.

7. Cek persyaratan

Apabila langkah-langkah di atas telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka harus dituangkan dalam gambar rencana. Namun apabila tidak memenuhi persyaratan, maka diharuskan untuk memeriksa kembali perhitungan preliminari desain dan mengikuti langkahlangkah selanjutnya hingga memenuhi syarat.

8. Analisis Respon Spectrum

Analisis dilakukan apabila desain pada gedung biasa dan gedung yang menggunakan dual sistem sudah memenuhi persyaratan. Hasil Respon Spectrum diperoleh dari hasil permodelan struktur gedung berupa output dari program SAP2000v19.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

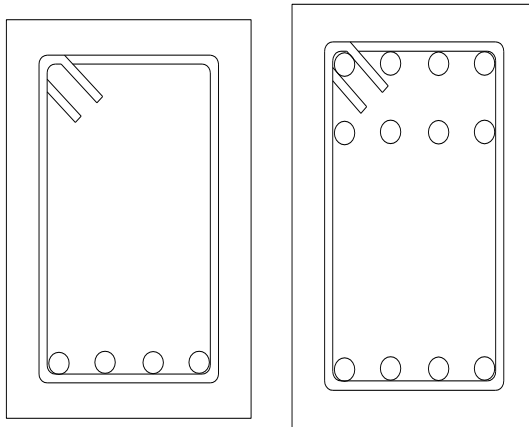
### 4.1 Perhitungan Lentur pada Balok SRPM

Dalam perhitungan penulangan balok, yang perlu diperhatikan adalah balok-balok yang mengalami nilai momen terbesar, nilai gaya geser terbesar, dan nilai torsi/ momen puntir terbesar. Sehingga diharapkan design tulangan yang kita hasilkan mampu menahan gaya-gaya yang terjadi.

Nilai momen dan jumlah tulangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Lantai	Balok	h	b	$\Phi$ tulangan	Tarik	Tekan	Mu
2	B1	400	250	25	8	4	434064306
	B2	450	300	25	8	4	445175407
3	B1	400	250	25	8	4	345784862
	B2	450	300	25	8	4	356895973
4	B1	400	250	25	8	4	374103435
	B2	450	300	25	8	4	385204546
5	B1	400	250	25	6	3	202078021
	B2	450	300	25	6	3	203189032
6	B1	400	250	25	6	3	168760527
	B2	450	300	25	6	3	169870638
7	B1	400	250	25	6	3	168070687
	B2	450	300	25	6	3	179181798
8	B1	400	250	25	6	3	105754157
	B2	450	300	25	6	3	105865268
9	B1	400	250	25	6	3	101153254
	B2	450	300	25	6	3	101064365
10	B1	400	250	25	6	3	104935513
	B2	450	300	25	6	3	106824402

Langkah selanjutnya setelah melakukan perhitungan lentur dan geser pada sebuah kolom maka dapat ditentukan berapa jumlah tulangan dan kaki sehingga dapat melakukan desain gambar pada balok tersebut



**Gambar 4.1** Detail Penulangan dan jumlah kaki Balok Lapangan (B1)

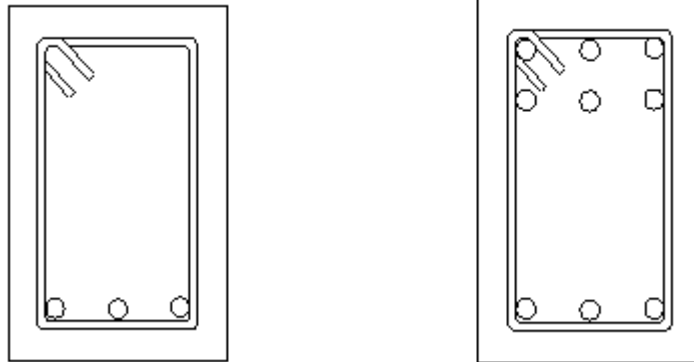
#### 4.2 Penulangan Lentur Balok Pada Gedung SRPM dan Dinding Geser

Dalam perhitungan penulangan balok, yang perlu diperhatikan adalah balok-balok yang mengalami nilai momen terbesar, nilai gaya geser terbesar, dan nilai torsi/ momen puntir terbesar.

Lantai	Balok	H	b	Φtulangan	Tarik	Tekan	Mu
2	B1	400	250	25	8	4	434064306
	B2	450	300	25	8	4	445175407
3	B1	400	250	25	8	4	345784862
	B2	450	300	25	8	4	356895973
4	B1	400	250	25	8	4	374103435
	B2	450	300	25	8	4	385204546
5	B1	400	250	25	6	3	202078021
	B2	450	300	25	6	3	203189032
6	B1	400	250	25	6	3	168760527
	B2	450	300	25	6	3	169870638
7	B1	400	250	25	6	3	168070687
	B2	450	300	25	6	3	179181798
8	B1	400	250	25	6	3	105754157
	B2	450	300	25	6	3	105865268
9	B1	400	250	25	6	3	101153254
	B2	450	300	25	6	3	101064365
10	B1	400	250	25	6	3	104935513
	B2	450	300	25	6	3	106824402



Langkah selanjutnya setelah melakukan perhitungan lentur dan geser pada sebuah kolom maka dapat ditentukan berapa jumlah tulangan dan kaki sehingga dapat melakukan desain gambar pada balok tersebut

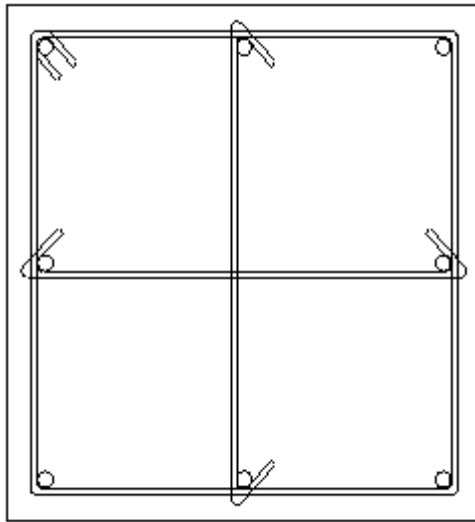


**Gambar 4.2** Detail Penulangan dan Jumlah Kaki Balok Lapangan (B1)

### 4.3 Perencanaan Penulangan Lentur dan Geser Kolom SRPMK

Lantai	Kolom	h	b	Φtulangan	Jumlah	Kaki	Senggang
1	K1	800	800	25	8	3	100
2	K1	800	800	25	8	3	800
3	K1	800	800	25	8	3	800
4	K1	800	800	25	8	3	800
5	K1	800	800	25	8	3	800
6	K1	800	800	25	8	3	800
7	K1	800	800	25	8	3	800
8	K1	800	800	25	8	3	800
9	K1	800	800	25	8	3	800
10	K1	800	800	25	8	3	800

Tabel diatas adalah hasil perhitungan dari lentur dan geser Kolom yang dirangkum jadi satu dari lantai 2 – 10.



**Gambar 4.3** Detail Tulangan Kolom 1 dan Jumlah Sengkang

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari rentetan panjang perhitungan dan analisa perencanaan yang telah dilalui, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

##### 1. Dimensi Struktur Primer dan Sekunder

Struktur primer

###### a. Balok

Bangunan ini menggunakan 2 balok induk yaitu :

B1 = 25 cm x 40 cm

B2 = 30 cm x 45 cm

###### b. Kolom

Bangunan ini menggunakan 1 kolom dari lantai 1 sampai 10

K1 = 80 cm x 80 cm

Struktur Sekunder

###### a. Pelat

Untuk lantai 1 sampai 9 menggunakan pelat dengan ketebalan 12 cm.

untuk pelat atap menggunakan ketebalan 10 cm

###### b. Dinding geser

Untuk lantai 1 sampai 10 menggunakan dinding geser dengan ketebalan 40 cm

##### 2. Penulangan Balok, Kolom dan Dinding Geser

###### a. Balok

###### - SRPM

Untuk yang tumpuan tulangan tarik yang diperlukan adalah 8 dengan diameter 25 mm (8D25) dan untuk tulangan tekan yang diperlukan adalah 4 dengan diameter 25 mm (4D25). Untuk yang lapangan diperlukan tulangan tunggal dengan jumlah 4 diameter 25 mm (4D25)

###### - SRPM dan DINDING GESER

Untuk yang tumpuan tulangan tarik yang diperlukan adalah 6 dengan diameter 25 mm (6D25) dan untuk tulangan tekan yang diperlukan adalah 3 dengan diameter 25 mm (3D25). Untuk yang lapangan diperlukan tulangan tunggal dengan jumlah 3 diameter 25 mm (3D25)

- b. Kolom  
Untuk kolom diperlukan tulangan dengan jumlah 8 diameter 25 mm dan 3 kaki diameter 10.
  - c. Dinding Geser  
Untuk dinding geser diperlukan tulangan 2 lapis D16-250
3. Berdasarkan perhitungan struktur, analisa kekakuan pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Momen, dapat disimpulkan:

- a. Dilihat berdasarkan **Joint Reaction**

**Tabel 5.1** Perbandingan *Joint Reaction* Sistem Ganda dan SRPM (Output SAP2000)

No	Distribusi gempap	SRPMK		Sistem Ganda			
		Kolom		Kolom		ShearWall	
		Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
1	Gempa RSX	299395,9	124697,2	512435,3	18000,26	245781,1	187326,8
2	Gempa RSY	192136,9	329566,7	316694,9	52981,54	195185,5	155798,4

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa *joint reaction* yang ditimbulkan pada perencanaan *Shearwall* dengan sistem ganda gempa RSX berkurang 35 % terhadap arah x dan bertambah 83 % terhadap arah y, sedangkan pada gempa RSY berkurang 24 % terhadap arah x dan bertambah 50 % terhadap arah y.

- b. Dilihat Berdasarkan **Simpangan**

**Tabel 5.2** Prosentase Perbandingan Simpangan Sistem Ganda dan SRPM

No	Sumbu	Lantai	SRPM	Sistem Ganda	SRMP	Sistem Ganda
			(mm)	(mm)	(%)	(%)
1	SumbuX	Lantai 10	14,79	14,12	51,16	48,84
2	Sumbu Y	Lantai 10	9,33	35,21	20,95	79,05

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa simpangan yang terjadi pada perencanaan Sistem Ganda berkurang sebesar 2,32 % terhadap sumbu Y pada lantai 10 dan bertambah 58,1 % terhadap sumbu Y pada lantai 10.

- c. Dilihat Berdasarkan Analisa Perhitungan Penulangan Struktur

**Tabel 5.3** Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPM

No	Sistem struktur	Momen Lentur		Jumlah	
		Tumpuan	Lapangan		
		(Nmm)	(Nmm)	(Nmm)	(%)
1	SRPM	445175407	149596742	594772149	63,26
2	Sistem ganda	218269299.5	127122693.8	345391993.3	36,74

**Tabel 5.4** Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPM

No	Sistem Struktur	Tulangan Lentur			Jumlah	
		Tumpuan		Lapangan		
		Tarik	Tekan	tarik	(Buah)	(%)
1	SRPM	8 D25	4 D25	4 D25	16 D25	57.14
2	Sistem Ganda	6 D25	3 D25	3 D25	12 D25	42.86

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa momen lentur yang terjadi pada perencanaan Sistem Ganda berkurang sebanyak 26,52 % dan pada tulangan lentur berkurang sebanyak 14,28 %.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan analisis nonlinier time history agar hasil yang didapatkan lebih memuaskan.