

## **BAB III**

### **RANCANGAN PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Dalam penelitian ini proses desain akan dilakukan melalui dua fase utama yakni tahap preliminary desain yang dilakukan melalui program ETABS 2013 dan tahap final desain yang dilakukan secara manual. Fase preliminary desain dimaksudkan untuk menentukan dimensi elemen struktur, kolom dan balok utama. Tujuan utama dari fase ini adalah agar terpenuhinya kriteria waktu getar ( $T_0$ ), drift ( $\Delta a$ ). Fase final desain merupakan tahapan desain untuk menentukan kebutuhan baja tulangan serta pendetailan dan jika persyaratan memungkinkan maka redistribusi momen (pengaturan tulangan) akan dilakukan pada fase ini.

Preliminary desain diawali dengan penetapan data umum bangunan dari bangunan yang menjadi obyek penelitian atau bangunan efektif, dalam hal ini bangunan yang akan dijadikan bahan penelitian dimodelkan menggunakan sistem rangka beton bertulang pemikul momen menengah.

Analisis akan dilakukan pada model, dengan menggunakan Program ETABS 2013 sebagai alat bantu. Sebelum dilakukan analisa, dilakukan pemilihan kategori desain seismik dan evaluasi ketidakberaturan 1 untuk menentukan sistem struktur dan metode analisis yang akan digunakan dalam perencanaan beban gempa serta dilanjutkan dengan estimasi dimensi dari masing–masing komponen struktur agar keluaran yang dihasilkan tidak jauh menyimpang dari kondisi struktur yang diharapkan.

Setelah dilakukan analisis, Program ETABS 2013 akan mengeluarkan respon dari model yang akan dijadikan bahan evaluasi yakni faktor partisipasi massa (FPM), gaya geser dasar ( $V_0$ ), waktu getar ( $T_0$ ) dan simpangan antar lantai ( $\Delta a$ ),

Final desain diawali dengan desain tulangan memanjang dan tulangan transversal balok, sedangkan desain kolom memanfaatkan Momen terpasang balok sebagai data dalam desain tulangan memanjang dan tulangan transversal kolom serta dilanjutkan dengan desain hubungan balok kolom dan jika persyaratan memungkinkan maka redistribusi momen (pengaturan tulangan) akan dilakukan pada fase ini.

### 3.2 Data Umum Bangunan dan Pemodelan Struktur

Dalam penelitian ini model struktur yang digunakan adalah struktur dengan konfigurasi yang sederhana dengan panjang bangunan 38 meter dalam arah X, dan lebar 16 meter dalam arah Y dengan ketinggian lantai total dalam arah Z adalah 39,5 meter.

Struktur bangunan dimodelkan sebagai struktur portal terbuka dengan sistem rangka pemikul momen Menengah

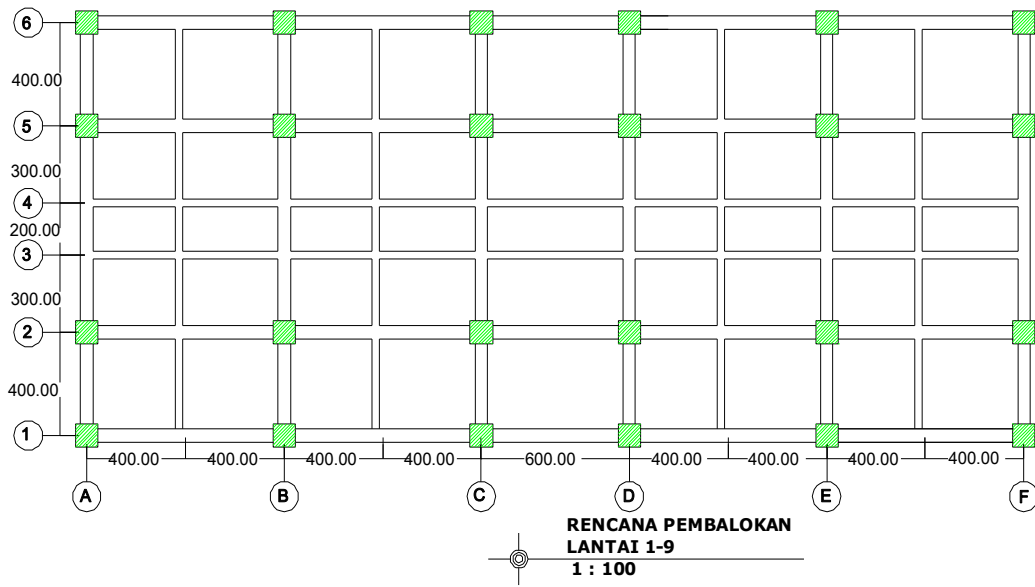
Pemodelan struktur didasarkan pada fungsi bangunan yang mana fungsi bangunan adalah Hotel maka bangunan dimodelkan dengan jarak antara kolom 8 meter pada arah X dan 0,8 meter dan 0,8meter pada arah Y dan tinggi lantai dasar 5 meter serta lantai tipikal 3.75 meter dengan pertimbangan agar memberikan ruang gerak, sirkulasi dan kekakuan struktur yang memadai. Adapun data bangunan yang digunakan pada penelitian ini adalah.

#### a. Data umum bangunan

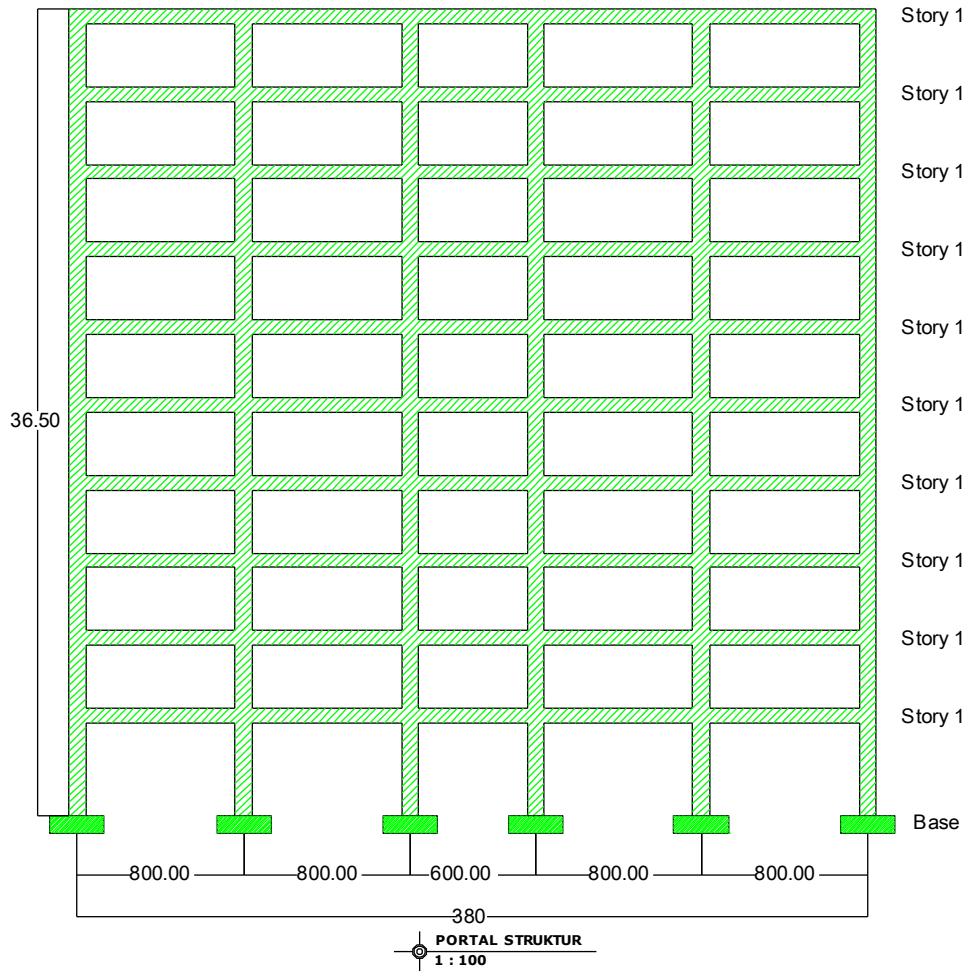
1. Lokasi bangunan : (Sabu rajjua)
2. Kondisi tanah : Sedang
3. Fungsi bangunan : Hotel
4. Jumlah lantai : 10 lantai
5. Tinggi Lantai 1 : 4,5 m
6. Tinggi Lantai 2 : 3.75
7. Tinggi lantai 3 – 10 : 3,5
8. Tinggi total bangunan : 36,5 m
9. Lebar bangunan : 16 m
10. Panjang bangunan : 38 m
11. Struktur utama : Beton bertulang

#### b. Data bahan

1. Kuat tekan beton ( $f_c$ ) : 30 Mpa
2. Kuat leleh tulangan longitudinal ( $f_y$ ) : 400 Mpa
3. Kuat leleh tulangan geser ( $f_{ys}$ ) : 320 Mpa

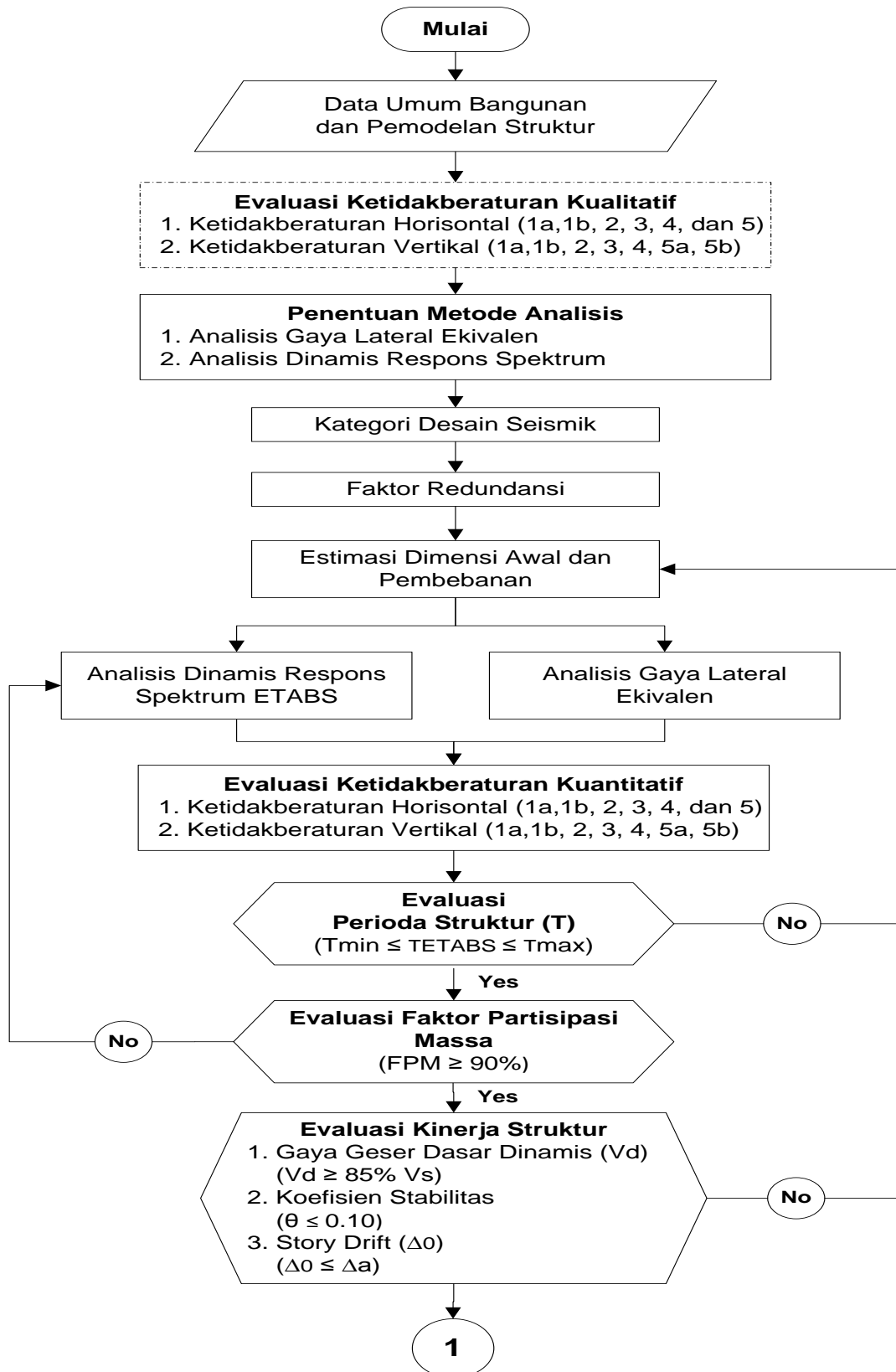


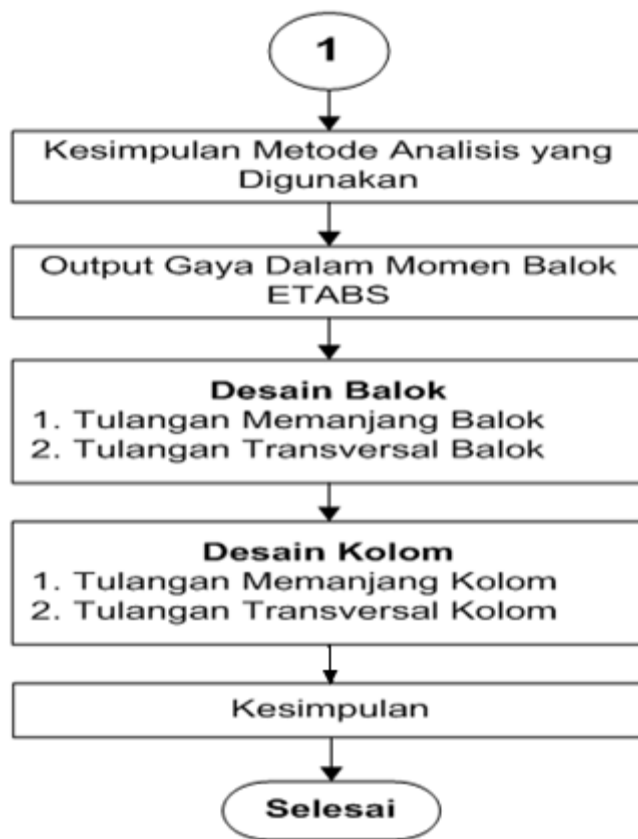
**Gambar 3.1. Rencana Pembalokan**



**Gambar 3.2. Rencana Portal**

### 3.3 Diagram alir Penelitian





Gambar 3.3. Diagram alir Penelitian

### **3.4 Penjelasan Diagram Alir**

Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan dengan dua fase utama yakni tahap pertama preliminary desain sedangkan tahap kedua final desain, kedua tahapan tersebut dapat dirincikan sebagai berikut.

#### **3.4.1 Preliminari Desain**

Preliminary desain bertujuan untuk menentukan dimensi elemen struktur terutama kolom utama, dan balok utama yang memenuhi kriteria drift bangunan. Tahapan-tahapan dapat dirincikan sebagai berikut:

##### **3.4.1.1 Evaluasi Kualitatif Bangunan**

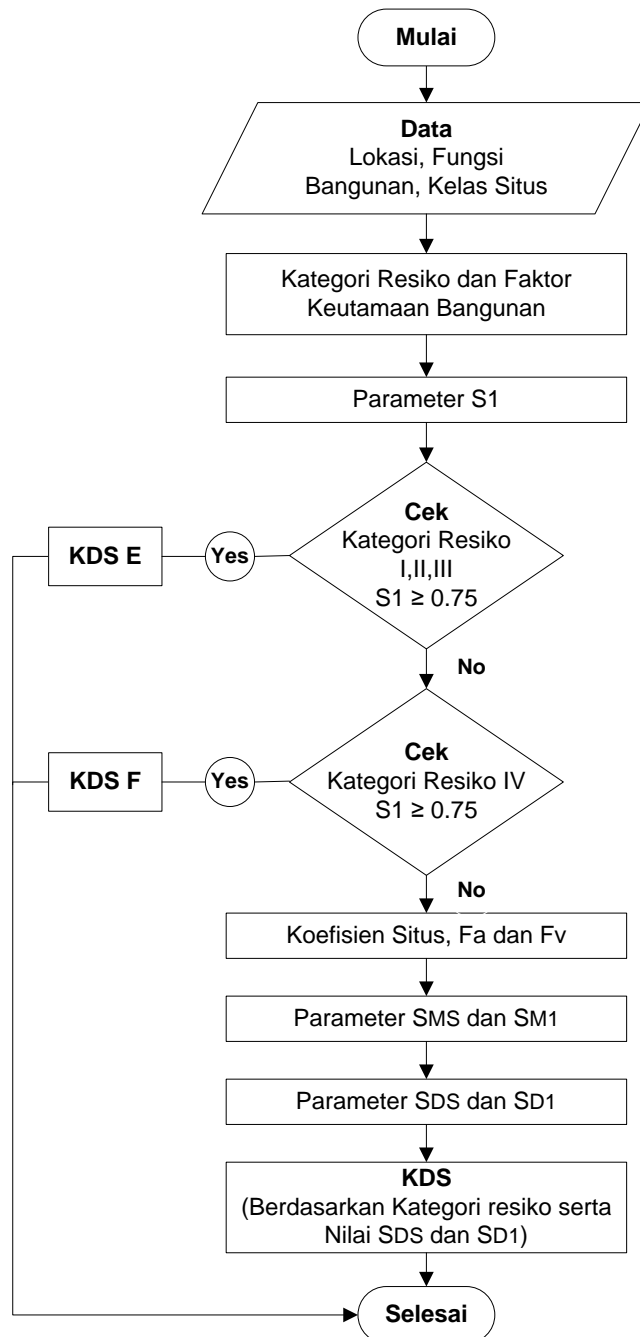
Evaluasi kualitatif bangunan merupakan evaluasi yang dilakukan untuk menentukan baik buruknya konfigurasi dari suatu bangunan secara kasat mata. Evaluasi kualitatif bangunan dilakukan terhadap ketidakberaturan struktur horizontal tipe 2, 3, 4, dan 5 ketidakberaturan vertical tipe 2, 3, 4, 5a dan 5b. Tujuan utama evaluasi kualitatif bangunan adalah untuk menentukan metode analisis yang akan digunakan dalam analisa gaya gempa.

##### **3.4.1.2 Penentuan Metode Analisis**

Penentuan metode analisis dilakukan berdasarkan hasil evaluasi kualitatif bangunan dimana untuk bangunan yang memiliki ketidakberaturan baik dalam arah vertical maupun horizontal harus dilakukan dengan metode analisis dinamis sedangkan untuk bangunan teratur dapat dianalisis menggunakan metode analisis static ekuivalen maupun analisis dinamis.

##### **3.4.1.3 Kategori Desain Seismik**

Kategori desain seismik dibagi menjadi enam kategori yakni kategori desain seismik A, B, C, D, E dan F. Kategori desain seismik ditentukan oleh kategori resiko gedung atau fungsi bangunan termasuk jumlah jiwa yang akan terpengaruh akibat kegagalan bangunan dan parameter percepatan desain yang sangat tergantung pada parameter percepatan tanah dimana struktur bangunan akan dibangun. Tujuan dari kategori desain seismik ini untuk menetapkan sistem atau type struktur yang akan di desain, yang nantinya akan berpengaruh pada nilai R (koefisien modifikasi respon), persyaratan desain dan pendetailan dari desain struktur tersebut.



**Gambar 3.4** Prosedur pemilihan metode analisis

#### 3.4.1.4 Penentuan Faktor Redudansi

Factor redudansi ditentukan berdasarkan kategori desain seismic dari suatu bangunan semakin tinggi tingkat KDS dari suatu bangunan maka factor redudansinya semakin besar.

#### 3.4.1.5 Estimasi Dimensi Awal dan Pembebanan

Perhitungan dimensi awal dilakukan untuk menetapkan dimensi masing – masing komponen struktur agar tidak terjadi penyimpangan yang jauh dari ketentuan – ketentuan yang ditetapkan sesuai SNI 03-2847-2002, Pasal 23. Sedangkan perencanaan pembebanan pada gedung direncanakan sesuai pedoman perencanaan pembangunan untuk rumah dan gedung (PPPURG)1987.

### **3.4.2. Preliminary Desain 2**

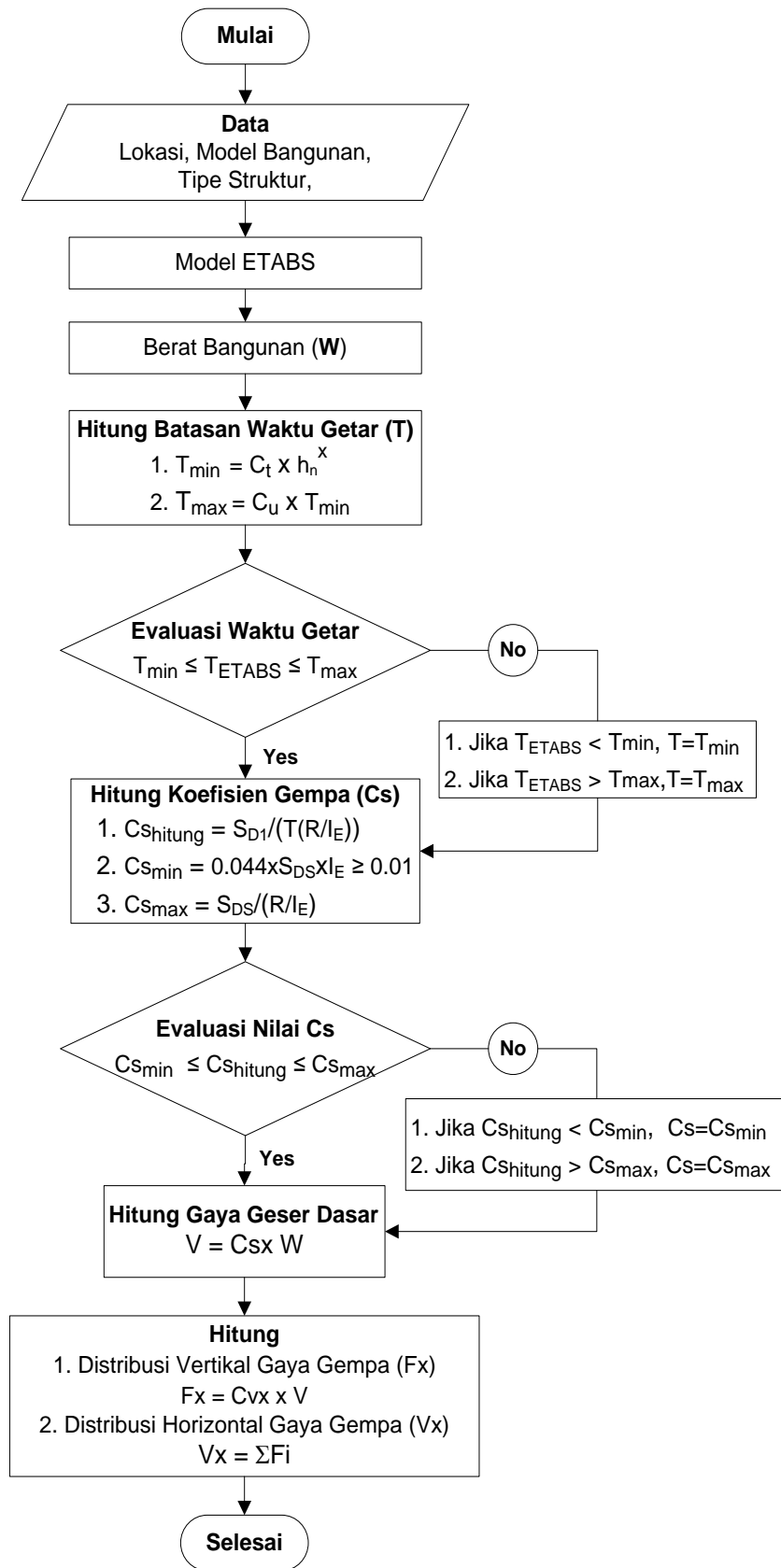
#### 3.4.2.1 Analisa Model dengan Program ETABS 2013

Dari model struktur yang ada, dilakukan analisis dengan menggunakan program ETABS 2013. Dalam penelitian ini Program ETABS. yang dijalankan dibagi dalam empat bagian yakni : input data, pemodelan struktur, analisa dan output respon struktur

#### 3.4.2.2 Analisis Static Ekuivalen

Analisis static ekuivalen dilakukan sebagai pembanding untuk memenuhi syarat gaya geser dasar dinamis. Proses perhitungan analisis static ekuivalen dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :





Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan Analisis Static Ekvivalen

#### 3.4.2.3. Evaluasi Kuantitatif bangunan

Evaluasi kuantitatif bangunan merupakan evaluasi ketidakberaturan bangunan berdasarkan perhitungan-perhitungan ketidakberaturan yang terjadi pada bangunan, tujuan dari ketidakberaturan ini adalah untuk menentukan ketidakberaturan- yang terjadi pada bangunan yang direncanakan. Evaluasi kuantitatif bangunan dilakukan terhadap ketidakberaturan struktur vertical dan horisontal

#### 3.4.2.4. Periode Struktur ( $T_0$ )

Waktu getar fundamental ( $T_1$ ) yang dihasilkan oleh Program ETABS harus di evaluasi terhadap waktu getar maksimum dan minimum sesuai persamaan 2.17 dan 2.18 dengan ketentuan  $T_{min} \leq T_{ETABS} \leq T_{max}$ . Bila  $T_{ETABS} < T_{min}$  maka digunakan  $T_{min}$  dan bila  $T_{ETABS} > T_{max}$  maka gunakan  $T_{max}$

#### 3.4.2.5. Faktor Partisipasi Massa (FPM)

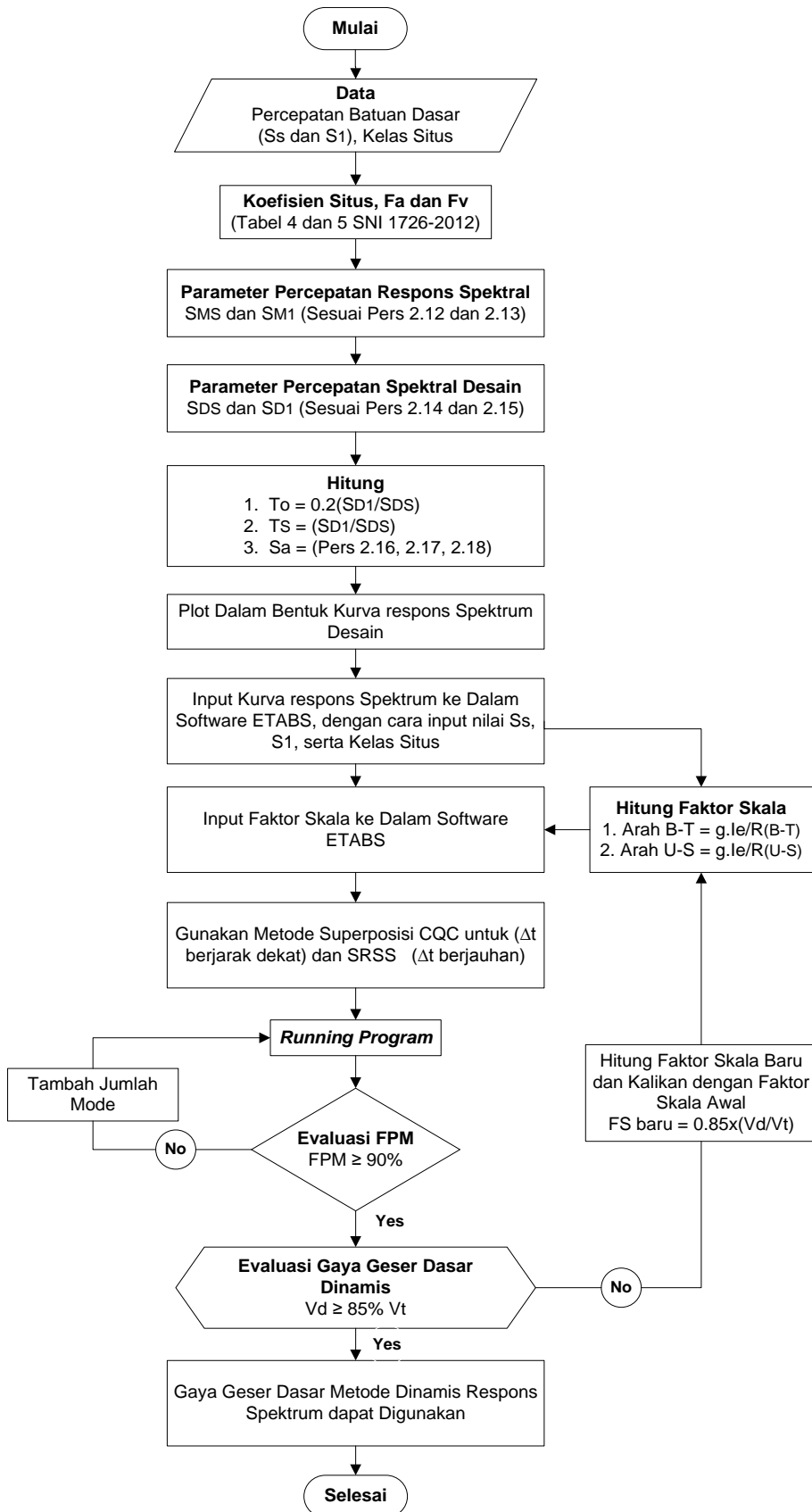
Jumlah partisipasi massa dalam mencapai respon total struktur harus mencapai sekurang-kurangnya 90% dari massa actual dalam masing-masing arah. Apabila jumlah partisipasi massa belum mencapai 90% maka jumlah ragam harus ditambah.

#### 3.4.2.6. Evaluasi Kinerja Struktur

Evaluasi kinerja struktur dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan struktur dalam menerima beban gempa. Dimana kinerja struktur ini ditentukan oleh Gaya geser dinamis ( $V_d$ ), Story drift ( $\Delta_o$ ) dan efek P-delta.

#### 3.4.2.7 Gaya Geser Dinamis ( $V_d$ )

Nilai akhir dari gaya geser dasar untuk metode dinamis pada masing-masing arah ( $V_{tB-T}$  dan  $V_{tU-S}$ ) harus  $\geq 85\%$  gaya geser dasar statik ekuivalen ( $V_{1B-T}$  dan  $V_{1U-S}$ ). Dalam evaluasi ini, bila nilai akhir dari respon dinamik tidak terpenuhi, maka gaya geser dasar ( $V_t$ ) perlu dikalikan nilainya dengan suatu faktor skala seperti dalam Persamaan 2.25. atau dengan kata lain evaluasi ini harus memenuhi syarat  $85\% \times V_1/V_t \leq 1$ , Jika  $85\% \times V_1/V_t$  lebih besar 1 maka hasil tersebut harus dikalikan dengan faktor skala yang lama untuk mendapatkan gaya geser dasar yang baru. Prosedur perhitungan analisis gaya geser dinamis dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Ragam Spektrum

#### 3.4.2.2 Evaluasi Simpangan antar lantai ( $\Delta a$ )

Evaluasi terhadap simpangan antar lantai ( $\Delta a$ ), diawali dengan menggunakan nilai perpindahan total drift ( $\delta$ ) yang dihasilkan program ETABS 2013 untuk masing-masing lantai. Nilai ini digunakan untuk menghitung simpangan atau perpindahan antar lantai sebagai nilai dari selisih antara drift ( $\delta_e$ ) lantai yang ditinjau dan drift lantai dibawahnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai perpindahan antar lantai (story drift) yang diperbesar dengan menggunakan Persamaan 2.32 dan periksa hasil story drift dengan story drift izin ( $\Delta a < \Delta i$ ). Bila ketentuan ini tidak terpenuhi maka kekakuan dari struktur perlu ditingkatkan dengan cara memperbesar dimensi dari komponen struktur.

#### 3.4.2.6.3. Efek P-delta ( $\phi$ )

Evaluasi struktur terhadap efek p-delta bertujuan untuk melihat kestabilan struktur yang terjadi pada bangunan.

### 3.5 Final Desain

Tahap final desain merupakan tahap desain untuk menentukan kebutuhan tulangan dan pendetailan. Jika persyaratan memungkinkan, proses rasionalisasi desain seperti redistribusi momen (pengaturan penulangan) akan dilakukan pada fase ini.

#### 3.5.1 Output Gaya Dalam

Output gaya dalam dilakukan dengan menggunakan program ETABS 2013, keluaran yang dihasilkan Program Etabs 2013 berupa reaksi akibat beban gravitasi dan beban lateral yakni momen, gaya geser dan gaya aksial. Output gaya dalam ini akan digunakan sebagai data dalam perencanaan tulangan memanjang (longitudinal) dan tulangan geser (transversal) pada komponen struktur yang ditinjau.

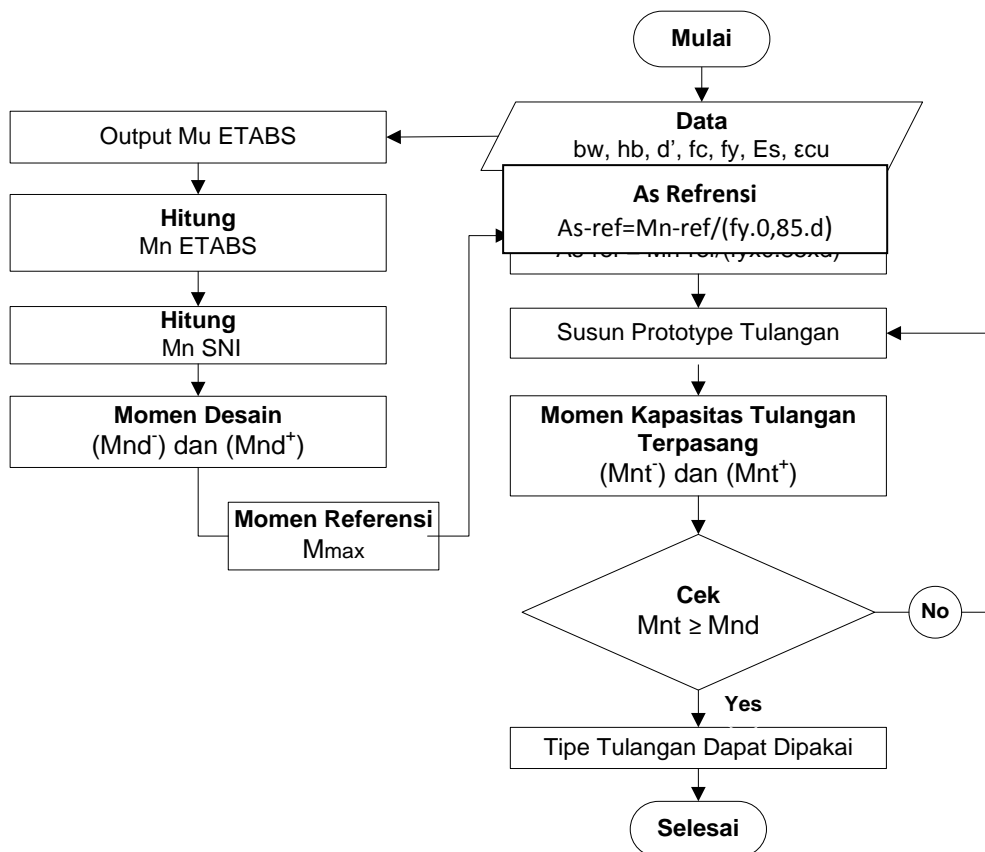
##### 3.5.1.1 Desain Elemen Struktur

###### a. Desain Balok

Dalam perencanaan elemen balok data-data yang dibutuhkan terdiri dari dimensi penampang dengan lebar ( $b_w$ ), tinggi ( $h_w$ ), panjang bentangan ( $l$ ), property bahan  $f'_c$  dan  $f_y$ , gaya geser dan momen lentur. Perencanaan tulangan dalam arah longitudinal menggunakan momen lentur sedangkan penulangan arah melintang memanfaatkan momen nominal over strenght dari tulangan longitudinal balok serta beban gravitasi. Kebutuhan tulangan memanjang dan tulangan transversal balok digunakan dalam pendetailan tulangan.

## b. Desain Tulangan Memanjang Balok

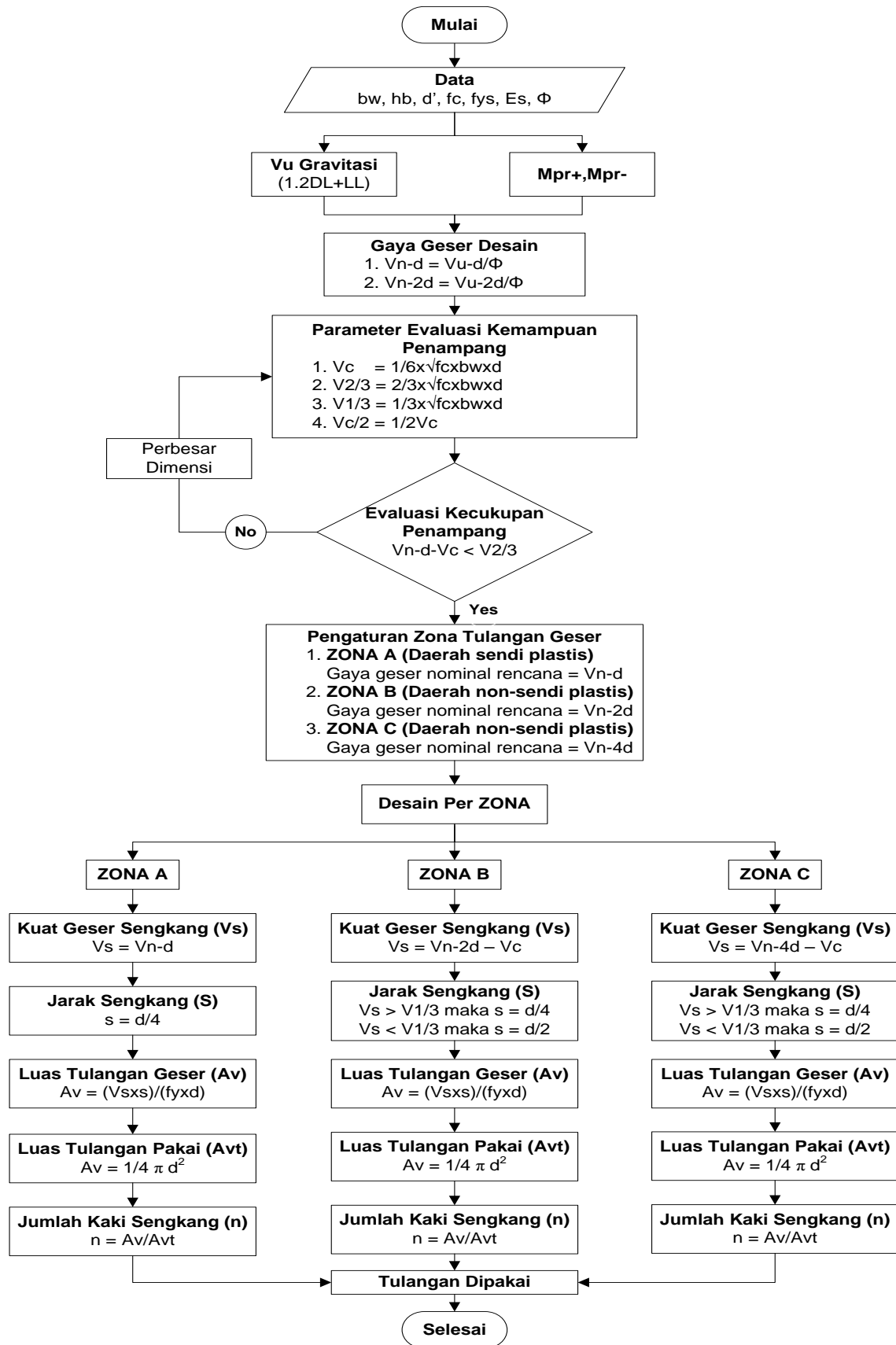
Perencanaan tulangan memanjang dilakukan untuk menahan momen yang terjadi pada balok. Desain dilakukan berdasarkan output gaya dalam ETABS berupa momen ultimit, kemudian dicari momen nominal desain berdasarkan SNI beton. Berdasarkan momen nominal desain tersebut maka dilakukan perhitungan tulangan memanjang balok. Secara lengkap prosedur desain balok memanjang dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



**Gambar 3.7** Prosedur desain tulangan memanjang balok

## c. Desain Tulangan Geser Balok

Perencanaan tulangan geser balok bertujuan untuk menahan gaya geser yang terjadi pada balok dengan memanfaatkan momen nominal over strenght dari tulangan longitudinal balok serta beban gravitasi. Penulangan gaya geser dilakukan pada daerah sendi plastis yaitu sejauh  $d$  dari muka kolom dan daerah diluar sendi plastis yaitu sejauh  $2d$  dari muka kolom. Gaya geser yang digunakan merupakan momen kapasitas pada ujung balok serta pengaruh beban gravitasi. Prosedur perhitungan gaya geser secara lengkap dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



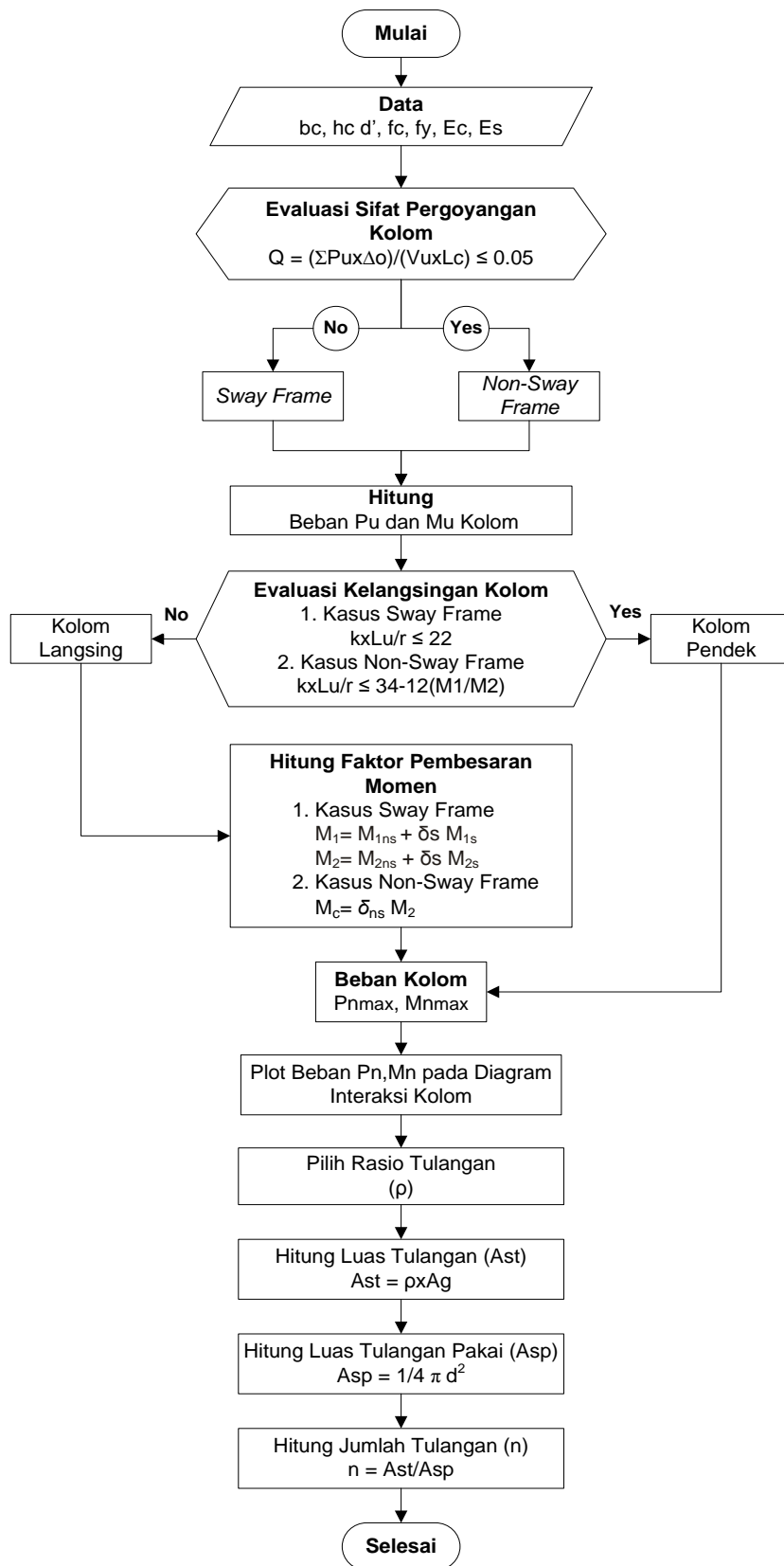
Gambar 3.8 Prosedur desain tulangan transversal balok

### a. Desain Kolom

Data-data yang diperlukan dalam perencanaan komponen kolom terdiri dari dimensi penampang dengan lebar ( $b_c$ ), tinggi ( $h_c$ ), tinggi kolom ( $h$ ), property bahan  $f'_c$  dan  $f_y$ , gaya geser, momen lentur dan gaya aksial. Perencanaan tulangan dalam arah longitudinal menggunakan kombinasi gaya aksial dan momen lentur sedangkan penulangan arah melintang memanfaatkan gaya geser akibat momen nominal tulangan lentur. Kebutuhan tulangan memanjang dan tulangan transversal kolom digunakan dalam pendetailan tulangan kolom.

### b. Desain Tulangan Memanjang Kolom

Perencanaan kolom diawali dengan penentuan evaluasi pergoyangan struktur untuk mengetahui apakah portal yang ditinjau bergoyang atau tidak (sway dan non sway). Setelah penentuan pergoyangan struktur maka dievaluasi kelangsingan dari kolom-kolom yang ditinjau untuk mengetahui apakah kolom yang ditinjau termasuk kolom pendek atau kolom langsing. Secara berurutan perencanaan tulangan memanjang kolom dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:

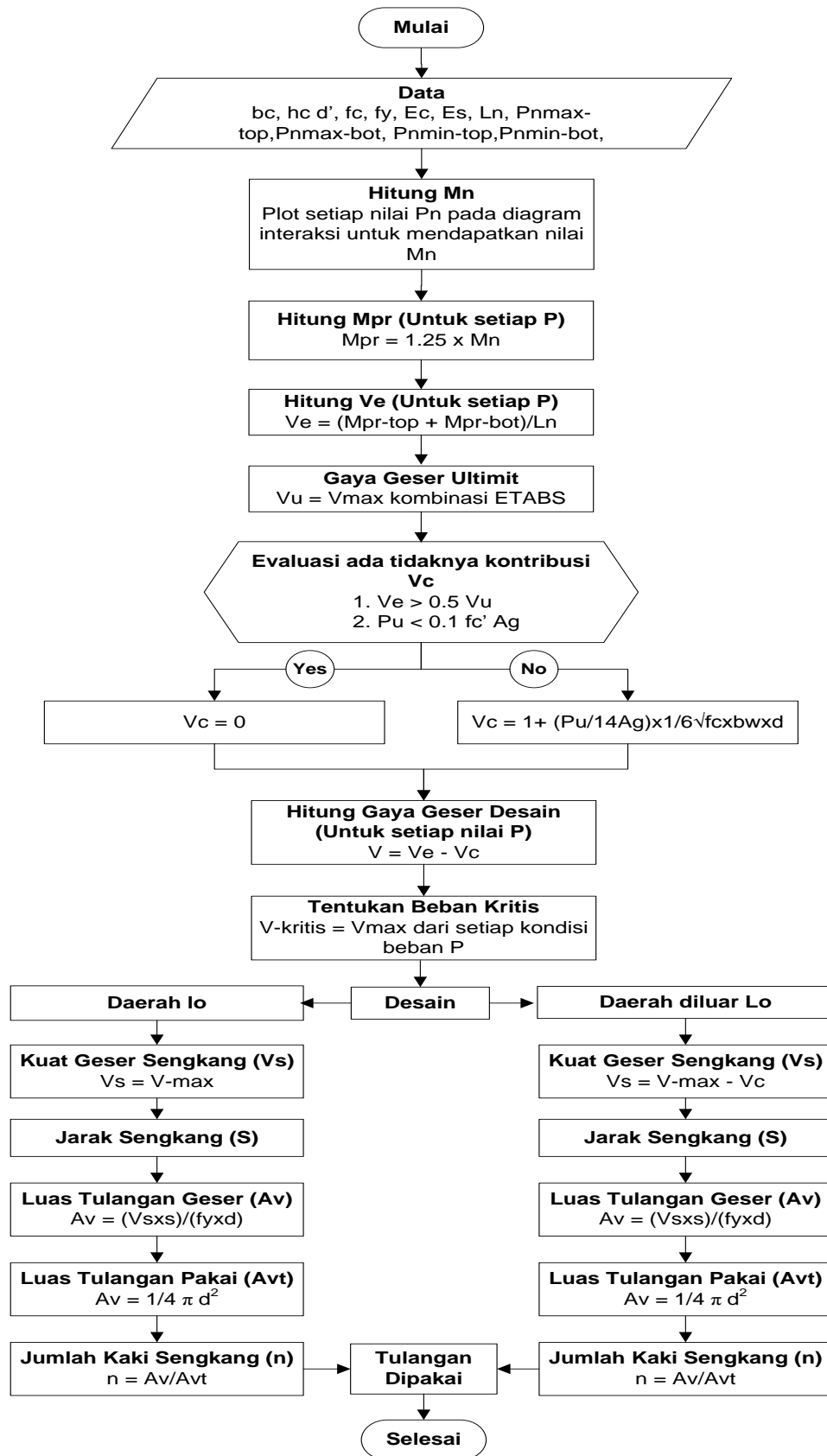


Gambar 3.9 Diagram Perhitungan tulangan memanjang kolom



### c. Desain Tulangan Geser Kolom

Perencanaan gaya geser kolom pada daerah lo diperhitungkan dengan menganggap gaya geser yang disumbangkan oleh beton ( $v_c$ ) = 0. Gaya geser rencana,  $V_e$ , untuk perencanaan geser kolom harus ditentukan berdasarkan gaya lentur maksimum yang dapat terjadi pada muka hubungan balok kolom pada setiap ujung komponen struktur. Prosedur perhitungan tulangan geser kolom daerah lo dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.10 Diagram Perhitungan tulangan geser kolom