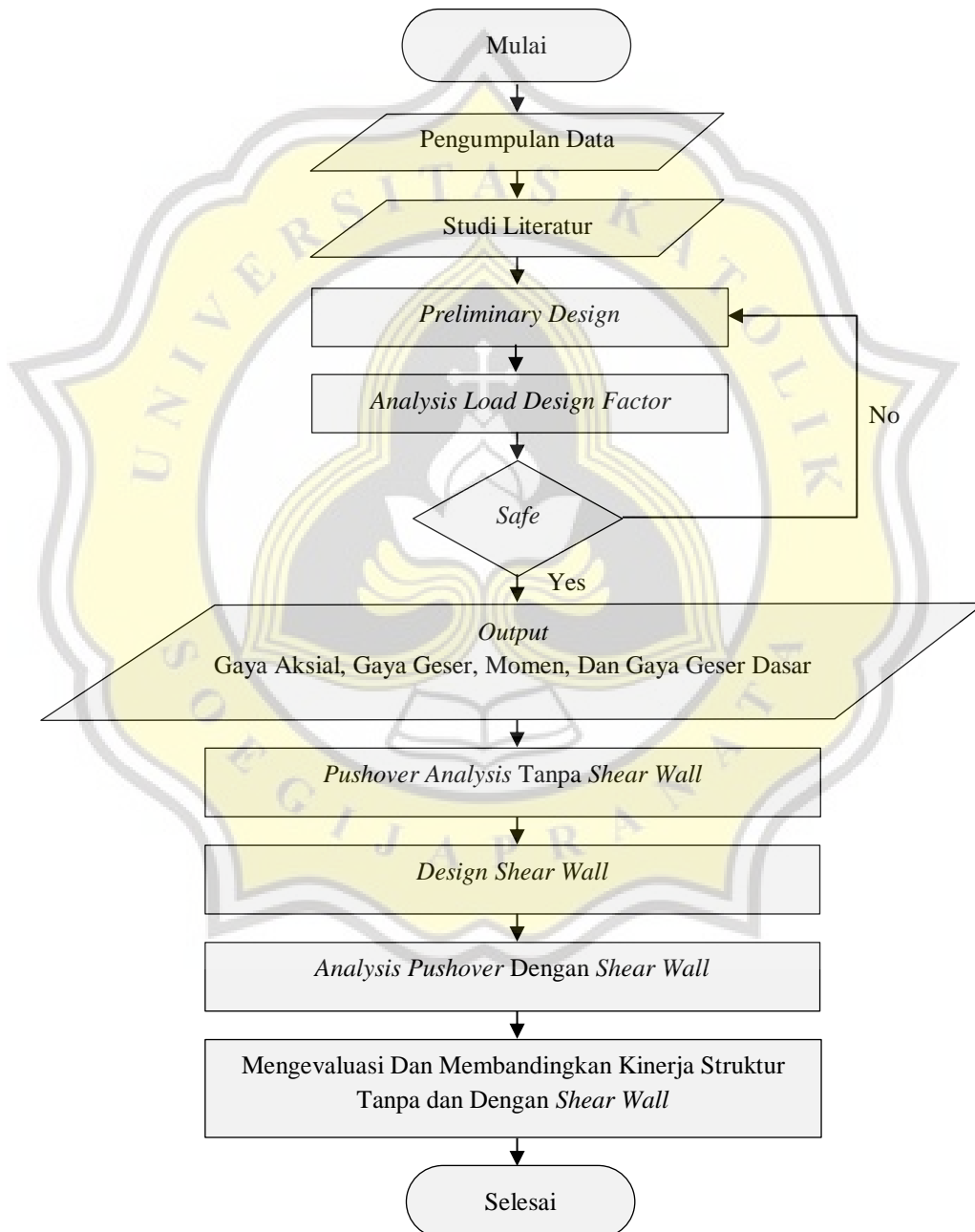




## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Bagan Alur Penelitian Tugas Akhir

Skema alur penelitian tugas akhir mengenai *pushover analysis*. Adapun proses *diagram alur* pada penelitian tugas akhir ini dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian Tugas Akhir



### 3.2. Uraian Diagram Alur Penelitian Tugas Akhir

Pada bagian akan dijelaskan mengenai proses *analysis pushover* menggunakan aplikasi SAP 2000. Adapun uraian diagram alur mengenai proses *analysis pushover* pada penelitian tugas akhir ini dijabarkan sebagai berikut:

#### 3.2.1. Pengumpulan data

Berikut merupakan informasi dasar bangunan yang menjadi objek dalam penelitian tugas akhir ini:

##### 1. Data umum gedung

Nama Gedung	: Gedung Hotel
Lokasi	: Yogyakarta
Fungsi	: Penginapan
Tinggi bangunan	: 38,8 m
Panjang bangunan	: 66,5 m
Lebar bangunan	: 28,4 m
Zona gempa	: Wilayah Yogyakarta termasuk dalam Zona 3
Struktur utama	: Beton bertulang
Jenis tanah	: Tanah Keras $\pm$ 18 m
Jenis pondasi	: Pondasi <i>bored pile</i>

##### 2. Data mutu bahan

Kolom dan <i>Shear Wall</i>	: beton $f_c' = 30$ MPa, BJTS $f_y$ 400 MPa
Balok	: beton $f_c' = 25$ MPa, BJTS $f_y$ 400 MPa
Pelat lantai	: beton $f_c' = 25$ MPa, BJTS $f_y$ 400 MPa
<i>Pile cap</i>	: beton $f_c' = 25$ MPa, BJTS $f_y$ 400 MPa
Pondasi	: beton $f_c' = 30$ MPa, BJTS $f_y$ 400 MPa

##### 3. Gambar struktur

Pada tugas akhir ini gambar struktur yang digunakan adalah denah struktur bangunan Hotel X di Yogyakarta sebagai acuan pemodelan dalam program SAP 2000. Gambar *site plan*, tampak dan potongan digunakan sebagai bahan lampiran.



### 3.2.2. Studi literatur

Pada tahap studi literatur dilakukan pencarian referensi dan peraturan terbaru yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini, serta mencari rumus acuan yang dijadikan untuk penyelesaian tugas akhir ini. Literatur yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah jurnal yang berkaitan dengan judul penelitian tugas akhir. Selain itu menggunakan aturan SNI sebagai acuan penelitian ini yaitu mengenai desain *shear wall* terdapat dalam SNI 2847:2019, pembebanan gempa untuk struktur terdapat dalam SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2012, ketentuan struktural beton terdapat dalam SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019, *analysis pushover* yang terdapat dalam SNI 1726:2002, serta pembebanan gedung terdapat dalam SNI 1727:2013 dan SNI 1727:2020.

### 3.2.3. Preliminary design

*Preliminary Design* merupakan tahap perencanaan untuk menentukan dimensi balok, kolom, dan pelat lantai sebagai elemen struktur gedung. Pada tahap ini direncanakan berdasarkan standar ketentuan yang ada di Indonesia yaitu SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019 mengenai desain dimensi minimum. Kemudian akan dimodelkan dengan program SAP 2000 dan akan dilakukan pengecekan mengenai kekuatannya.

### 3.2.4. Analisis load design factor

Setelah melakukan perhitungan pondasi dan *preliminary design* akan dilakukan pemodelan struktur menggunakan program aplikasi SAP 2000. Pemodelan tersebut selanjutnya akan diberi pembebanan sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia. Tahapan dalam *analysis load design factor* sebagai berikut:

#### 1. Software SAP 2000

*Software* SAP pada penelitian ini digunakan sebagai alat bantu melakukan berbagai analisis. Program SAP 2000 (*System Application and Product in Data Processing*) adalah program yang digunakan untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi obyek yang memiliki beberapa kelebihan terutama dalam perancangan struktur baja dan beton.



Kinerja dari SAP 2000 ini adalah membuat model-model struktur atau portal bangunan. Setelah *modeling* selesai selanjutnya dapat di *input* beban-beban yang bekerja pada bangunan seperti beban hidup, beban mati, beban gempa serta beban lain sesuai dengan perencanaan. *Output* dari program ini adalah momen, gaya geser dan gaya normal yang diperlukan untuk mendesain kebutuhan analisis elemen struktur pada bangunan.

Program SAP 2000 dipilih karena SAP 2000 dapat digunakan untuk menganalisis struktur yang kompleks, selain itu program ini juga sangat *familiar* bagi mahasiswa karena beberapa mata kuliah menggunakan program ini sebagai alat bantu dalam perencanaan dan analisis struktur bangunan.

## 2. Pemodelan struktur

Analisis penelitian dalam tugas akhir ini dimodelkan berdasarkan gambar denah dari Hotel X di Yogyakarta. Struktur dimodelkan *open frame* dengan menampilkan kolom, balok, dan pelat lantai yang telah dihitung pada proses *preliminary design* sehingga diharapkan dapat memperlihatkan mekanisme runtuh elemen struktural dalam *analysis pushover*. Pemodelan dan analisis ini dilakukan menggunakan *software* SAP 2000.

Selanjutnya yaitu proses pembuatan material properties beton dengan *input* nilai berat jenis beton sebesar 2400 Kg/m<sup>3</sup> dan modulus elastisitas beton sebesar  $4700\sqrt{f'_c}$  (mutu beton satuan MPa). Setelah itu pembuatan *section properties* untuk balok, kolom, dan pelat lantai berdasarkan perhitungan *preliminary design* serta membuat *load pattern* yang merupakan tipe atau jenis beban yang bekerja pada struktur.

## 3. Pembebanan

Setelah pemodelan struktur pada SAP 2000 akan dimasukkan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2019 antara lain beban hidup, beban mati, beban angin, dan membuat kombinasi beban dasar ultimit. Pembuatan kombinasi beban dasar ultimit tanpa kombinasi *earthquake* dengan petunjuk *define-load combination* sesuai dengan ketentuan yang tertera pada SNI.



Selanjutnya memasukkan beban tersebut kedalam struktur pada bagian *frame* dan area dengan petunjuk *assign-frame loads* atau *area loads* lalu tuliskan beban yang akan di *input*. Apabila semua telah di *input* maka akan di *run* untuk melakukan pengecekan dimensi untuk struktur aman atau tidak, jika tidak aman maka akan kembali pada tahap *preliminary design*, namun jika aman maka akan ke tahap selanjutnya yaitu penulangan struktur.

#### 4. Penulangan

Perhitungan penulangan minimum struktur gedung pada penelitian ini didapat dari hasil analisis SAP 2000 yang telah di *run* dan dilakukan pengecekan keamanan dimensinya dengan *input* pembebanan berdasarkan ketentuan SNI. Luas satu tulangan diperoleh berdasarkan diameter tulangan dalam SNI 2052:2017 Pasal 6.3.

Hasil yang didapat dari analisis ini antara lain gaya aksial, gaya geser, dan momen yang akan digunakan untuk perhitungan penulangan serta pengecekan penampang untuk penentuan jumlah tulangan dan kriteria tulangan yang akan dipakai pada struktur. Gaya geser dasar akan digunakan untuk perhitungan kebutuhan pondasi yang akan digunakan, sehingga dapat dihitung juga untuk penggunaan *pile cap*. Jumlah tulangan pada suatu elemen didapat dari nilai luas tulangan yang dibutuhkan dibagi dengan luas satu tulangan yang dipakai.

#### 3.2.5. Analisis *pushover* tanpa *shear wall*

Pada tahap ini akan dilakukan penambahan respon spektrum pada SAP 2000. Selain itu pada tahap ini akan dilakukan *analysis pushover* dengan pemodelan struktur yang telah dibuat sebelumnya dan direncanakan akan diberikan simulasi gempa sehingga dapat digunakan untuk investigasi pada penelitian ini. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan *output* atau hasil berupa *displacement* dan kurva level kinerja struktur yang nanti akan dibandingkan dengan hasil *analysis pushover* dengan *shear wall*.

Data respon spektrum berasal dari situs resmi PUSKIM dengan tahapannya yaitu melihat data uji SPT dan menghitung nilai rata-rata N-SPT yang akan digunakan untuk penentuan klasifikasi situs tanah pada daerah pembangunan Gedung Hotel X





Yogyakarta. Klasifikasi situs tanah dapat dilihat pada Tabel 2.6. Selanjutnya masukkan koordinat wilayah Yogyakarta dengan mencari di *google maps*, kemudian lakukan penginputan koordinat tersebut pada situs PUSKIM, lalu akan didapat kurva respon spektrum dan data lainnya. Adapun tahapan untuk *analysis pushover* tanpa *shear wall* sebagai berikut:

#### 1. *Input* respon spektrum

Respon spektrum yang didapat dari situs resmi puskim akan dimasukkan kedalam analisis SAP 2000 dengan cara *define-functions-response spectrum* kemudian *input soil* type sesuai kelas situs tanah yang ditentukan sebelumnya dan *input* nilai periode dan percepatan gempa sehingga akan terbentuk *function graph*.

#### 2. *Input pushover*

Sebelum dilakukan *input pushover* akan dilakukan pengecekan terhadap struktur untuk memastikan semua elemen sudah *verified* dengan cara *design-concrete frame design-start design check*. Selanjutnya membuat *load cases* untuk *pushover* dan memilih *load case type Non linear static-load type applied select acceleration-load name* arah X dengan *scale factor* sebesar 1. Kemudian membuat *pushover* arah Y dengan cara yang sama.

*Running* untuk arah X terlebih dahulu, lalu dilakukan pengecekan untuk hasil kurva *pushover* sehingga dapat dilihat untuk titik performanya. Lakukan hal yang sama untuk *pushover* arah Y. Setelah itu akan didapatkan hasil *displacement* pada struktur gedung tersebut dan dihitung untuk mendapatkan nilai maksimum kinerja batas layan struktur.

### 3.2.6. Desain *shear wall*

*Design shear wall* dilakukan setelah analisis *pushover* tanpa *shear wall* mengacu pada ketentuan SNI 2847:2013. Hal yang harus diperhatikan dalam mendesain *shear wall* yaitu ketebalan *shear wall*, kekuatan nominal *shear wall* dan rasio tulangan pada *shear wall*. Pemodelan struktur dengan sistem *shear wall* diletakkan di beberapa bagian dengan kriteria sendi plastis yang kurang baik sehingga dapat menambah kekuatan dan kekakuan struktur.



### 3.2.7. Analisis *pushover* dengan *shear wall*

Analisis struktur ini telah diberi *shear wall* dengan petunjuk *input* yaitu *define-section properties-wallproperties*-pilih mutu yang digunakan. Kemudian gambar dinding geser pada struktur, setelah itu klik *shear wall* yang sudah dibuat dan membuat *pier lebel* dengan cara *select* tiap *shear wall* lalu *assign-shell-pier lebel*. Hal ini bertujuan untuk membuat semua dinding struktur memiliki gerakan yang sama saat terjadi gempa. Dilakukan juga langkah penghapusan balok pada daerah yang sudah diberi *shear wall* dan membuat *pier lebel* lagi untuk kolom yang menempel dengan geser sehingga kolom ikut bergerak sama dengan *shear wall* dengan cara yang sama seperti pada *shear wall*.

Penambahan *shear wall* dapat meredam pergerakan lateral yang diterima oleh struktur, sehingga titik performa gedung pada kurva *pushover* berbeda dari sebelumnya dan juga *displacement* atau yang terjadi akan lebih kecil daripada analisis tanpa *shear wall*.

### 3.2.8. Evaluasi hasil kinerja struktur

Hasil analisis *pushover* yang telah dilakukan pada struktur tanpa dan dengan *shear wall*, maka dapat dilihat kriteria level kerusakan yang terjadi pada elemen struktur gedung saat disimulasikan terjadi gempa, sehingga evaluasi hasil kinerja struktur dapat dilakukan dengan membandingkan kedua struktur tersebut terhadap perubahan nilai *displacementnya* dan menghitung nilai maksimum simpangan.

Setelah dilakukan perhitungan simpangan atau diketahuinya kinerja batas layan struktur selanjutnya dilakukan evaluasi level kinerja struktur dengan melihat kurva *pushover* dalam program SAP 2000 berdasarkan standar kriteria dalam FEMA 356.