BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode analisis yang dibantu dengan software ETABS V 9.7.1. Analisis dilakukan dengan cara pemodelan struktur gedung secara 3 dimensi dari mulai kolom, balok, pelat lantai, dan komponen struktur gedung lainnya kedalam software. Setelah pemodelan selesai baru dilakukan analisis dari hasil output ETABS V 9.7.1.

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan pada penelitian kali ini adalah Gedung Apartemen Gateway Pasteur yang berada di daerah Pasteur, Bandung, Jawa Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Apartement Gateway Pasteur Bandung

Sumber : Data Satelit Citra Google Earth 2016



Gambar 3.2 Tampak Apartemen Gateway Pasteur Bandung Sumber : Dokumentasi proyek PT. PP Persero (Tbk.) Cab. IV



Gambar 3.3 Pemodelan 3 Dimensi Program ETABS V 9.7.1 Sumber : Pemodelan ETABS V 9.7.1

3.2 Bagan Alir Penelitian

Metode Analisis ini menggunakan analisis nonlinier Pushover dengan menggunakan program ETABS V 9.7.1. Adapun langkah analisis yang hendak dilakukan digambarkan dalam bagan alir penelitian di bawah ini :



Gambar 3.4 Diagram Alur Analisis Pushover



Gambar 3.5 Lanjutan Diagram Alur Analisis Pushover

- 3.3 Tahapan Analisis
 - A. Identifikasi Data

Data yang didapat adalah data struktur dan *shop drawing* Apartemen Gateway Pasteur yang dipergunakan untuk pemodelan struktur 3D yang selanjutnya dianalisis dengan bantuan ETABS V 9.7.1.

Adapun deskripsi dari Gedung Apartement Gateway Pasteur ditunjukkan dalam tabel 3.1 di bawah ini :

| Fungsi Gedung | Apartemen |
|------------------------|--------------------------------|
| Jumlah Lantai | 12 |
| Luas Lantai Tipikal | 3.510 m ² (Topaz) |
| | 2.478 m ² (Diamond) |
| Tinggi Lantai Tipikal | 2,85 m (Lantai 1-Lantai 10) |
| | 3,25 m (Ground Floor) |
| Tinggi Maksimum Gedung | 39,75 m |
| Luas Total Gedung | 49.810 m ² (Topaz) |
| | 34.690 ² (Diamond) |

Tabel 3.1 Deskripsi Struktur Gedung Apartemen Gateway Pasteur

B. Pemodelan Struktur 3D dengan ETABS V 9.7.1

Semua gambar struktur dimodelkan sesuai dengan apa yang ada pada shop drawing, dimulai dari struktur utama gedung serta komponen utama strukturnya.

Struktur gedung Apartement Gateway Pasteur tidak memiliki dilatasi, hanya pada pelaksanaan pembangunan di lapangan Gedung dibagi menjadi dua bagian, yakni Gedung Diamond dan Gedung Topaz.



Gambar 3.6 Pemodelan 3D Apartemen Gateway Pasteur Bandung Sumber : Gambar Penulis dengan program ETABS V 9.7.1



Gambar 3.7 Model 3D Apartemen Gateway Pasteur Bandung, Gedung Topaz Sumber : Gambar Penulis dengan program ETABS V 9.7.1



Gambar 3.8 Model 3D Apartemen Gateway Pasteur Bandung, Gedung Diamond Sumber : Gambar Penulis dengan program ETABS V 9.7.1

- C. Input Pembebanan & Dimensioning Struktur
 - Beban Mati

Dengan menggunakan dimensi dari masing-masing komponen struktur pada Gedung Apartement Gateway Pasteur, dapat diketahui berat sendiri komponen struktur gedung, seperti pelat lantai, balok, dan kolom.

- a. Berat Balok = Volume Balok * ρ Beton
- b. Berat Kolom = Volume Kolom * ρ Beton
- c. Berat Pelat = Volume Pelat * ρ Beton

Dimana :

 ρ Beton = 2400 kg/m² Volume (m³) = Panjang * Lebar * Tinggi

Adapun elevasi dari struktur Gedung Apartement Gateway ialah seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Elevasi Struktur Gedung Apartemen Gateway Pasteur

| No | Lantai | Elevasi (m) |
|----|---------------|-------------|
| 1 | Semi Basement | 0 |
| 2 | Ground Floor | 5 |
| 3 | 1 | 8,25 |
| 4 | 2 | 11,1 |
| 5 | 3 | 13,95 |
| 6 | 4 | 16,8 |
| 7 | 5 | 19,65 |
| 8 | 6 | 22,5 |
| 9 | 7 | 25,35 |
| 10 | 8 | 28,2 |
| 11 | 9 | 31,05 |
| 12 | 10 | 33,9 |
| 13 | 11 | 36,75 |
| 14 | Atap | 39,75 |

| No. | Tipe Plat | Tebal Plat (cm) |
|-----|------------|-----------------|
| 1 | S 1 | 14 |
| 2 | S2 | 15 |
| 3 | S3 | 20 |
| 4 | S4 | 13 |

Tipe Plat Lantai yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tipe Balok yang digunakan adalah sebagai berikut :

| No. | Tipe Balok | Lantai | Dimensi (cm x cm) |
|-----|------------|----------|-------------------|
| 1 | R1 | GF – 7 | 30 x 50 |
| 1 | | 8 - Atap | 30 x 50 |
| 2 | B2 | GF – 7 | 30 x 30 |
| | | 8 - Atap | 30 x 30 |
| 3 | B3 | GF – 7 | 30 x 50 |
| 5 | 20 | 8 - Atap | 30 x 50 |
| 4 | B4 | GF – 7 | 30 x 50 |
| | 2. | 8 - Atap | 30 x 50 |
| 5 | B5 | GF – 7 | 30 x 60 |
| 6 | B6 | GF – 7 | 20 x 60 |
| 7 | B8 | GF – 7 | 40 x 80 |
| 8 | B9 | GF – 7 | 45 x 90 |
| 9 | B10 | GF – 7 | 20 x 80 |
| 10 | B12 | GF – 7 | 50 x 30 |
| 11 | B1 K | GF – 7 | 30 x 50 |
| | | 8 - Atap | 30 x 50 |
| 12 | B14 | 8 - Atap | 20 x 50 |

Tabel 3.4 Tipe Balok Lantai

| No | Tipe Kolom | Dimensi (cm x cm) |
|----|------------|-------------------|
| 1 | K1 | 50 x 50 |
| 2 | K2 | 55 x 55 |
| 3 | К3 | 60 x 60 |
| 4 | K4-1 | 30 x 100 |
| | K4-2 | 30 x 85 |
| | K4-3 | 30 x 65 |
| 5 | K5-1 | 30 x 110 |
| | K5-2 | 30 x 95 |
| | K5-3 | 30 x 70 |
| 6 | K6-1 | 30 x 100 |
| | K6-2 | 30 x 80 |
| | K6-3 | 30 x 65 |

Tipe Kolom yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5. Tipe Kolom

Untuk komponen struktur lainnya disesuaikan dengan PPURG SKBI-1.3.53.1987, seperti pada tabel 2.3 di bab sebelumnya.

- Beban Hidup

Beban Hidup pada struktur disesuaikan dengan PPURG SKBI-1.3.53.1987, seperti pada tabel 2.4 pada bab sebelumnya.

- Beban Gempa

Perhitungan beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726-2012 dimana diawali dengan menentukan kategori resiko bangunan gedung untuk beban gempa, menentukan parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik untuk daerah lokasi proyek, menentukan kelas situs tanah berdasarkan batuan dasar permukaan tanah, menentukan parameter dan koefisien situs respons spektral percepatan gempa maksimum yang mempertimbangkan resiko tertarget (MCER), selanjutnya menentukan spektrum respons disain sebelum masuk pada tahapan analisis pushover. Untuk menentukan nilai parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik, atau nilai Sds dan Sd1 yang digunakan untuk membuat kurva respon spektrum, dapat digunakan peta gempa berdasarkan program yang telah disediakan Departemen PU



Gambar 3.9 Peta Gempa SNI 1726-2012

Sumber : <u>http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_201</u>2

D. Running Struktur

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi bangunan yang dimodelkan pada etabs memenuhi kriteria keamanan, dilihat dari visual yang ada pada ETABS V 9.7.1 yang apabila gedung tersebut tidak memenuhi tingkat keamanan terhadap pembebanan yang diberikan, maka gambar elemen struktur akan terlihat berwarna merah.

Jika elemen struktur tidak berada pada rentang antara warna biru muda hingga kuning, maka struktur dinyatakan tidak kuat menahan beban yang bekerja, dan diperlukan pengecheckan ulang terhadap dimensi tiap elemen struktur. Bila yang terlihat elemen struktur berada pada rentang warna biru muda hingga kuning, maka pemodelan dilanjutkkan pada analisis statis non linier. E. Analisis Statik Non Linier

Jika beban gempa sudah di hitung sampai didapatkan kurva respon spektrum juga kondisi struktur yang aman, selanjutnya analisis pushover dimulai dimana tahapan analisis pushover menggunakan program ETABS V 9.7.1 ialah sebagai berikut :

a. Menamai diafragma untuk menentukan pusat massa pada masingmasing lantai, dimulai dari Lantai Dasar yang menggunakan nama D1 hingga lantai atap dengan D12.



Gambar 3.10 Diafragma per Lantai Sumber : Simulasi Pribadi hasil Program ETABS V.9.5

b. Menentukan jenis beban dan faktor pengalinya, beban statik yang di masukkan pada program ETABS V.9.5 ialah beban mati dan beban hidup, sementara untuk beban dinamik ialah beban gempa.



Gambar 3.11 Faktor Pengali dan Jenis Beban Statik Sumber : Simulasi Pribadi hasil Program ETABS V.9.5

c. Menentukan identitas analisis statik nonlinear yakni GRAV dan PUSH untuk memasukkan data Pushover



Gambar 3.12 Identitas Statik Nonlinear Analisis

Sumber : Simulasi Pribadi hasil Program ETABS V.9.5

d. Memasukkan data statik nonlinear (grav)

| Static Nonline | ar Case Data | |
|--|---|--------------------------------------|
| Static Nonlinear Case Name | GRAVITY | _ |
| Options C Load to Level Defined by Pattern C Push to Disp. Magnitude IT.59 Vec Conjugate Disp. for Control | Minimum Saved Steps Maximum Null Steps Maximum Total Steps | 10 25 50 |
| Monitor UX V 10 LANTALAT.V Start from Previous Case V Save Positive Increments Only Member Lickowice Method | Maximum Iterations/Step Iteration Tolerance Event Tolerance | 10 1.000E-04 0.01 |
| Unload Entire Structure | P-Delta Active Structure Active Group | • |
| DEAD 1. DEAD 1. Add LIVE 0.3 Modify Delate 1. Delate | Stage ALL | Add Modify Insert Delete |
| OK | Cancel | ents Only |

Gambar 3.13 Data Statik Nonlinear untuk Gravity Case Sumber : Simulasi Pribadi hasil Program ETABS V.9.5

e. Memasukkan data statik nonlinear (push)

| Static Nonlinear Case Name | PUSHX | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Options | | |
| C Load to Level Defined by Pattern | Minimum Saved Steps | 10 |
| Push to Disp. Magnitude 1,59 | Maximum Null Steps | 25 |
| 🔽 Use Conjugate Displ. for Control | Maximum Total Steps | 50 |
| Monitor UX - 10 LANTALAT | Maximum Iterations/Step | 10 |
| Start from Previous Case | Iteration Tolerance | 1,000E-04 |
| Save Positive Increments Only | Event Tolerance | 0.01 |
| Member Unloading Method | Geometric Nonlinearity Effects | |
| Unload Entire Structure | P-Delta | - |
| Load Pattern | Active Structure | |
| Load Scale Factor | Active Grou | D |
| acc drX • 1,154 | Stage ALL | Add |
| acc dr X 1,154 Add | 1 ALL | Modify |
| Modify | | Inset |
| Delete | | |
| | | Delete |

Gambar 3.14 Data Statik Nonlinear untuk PushoverX Case Sumber : Simulasi Pribadi hasil Program ETABS V.9.5

| Carla | faston | diamation | ialah (| | danaan | | r∗g |
|--------|--------------------|-----------|---------|--------|--------|-------|-----|
| scale. | <i>jacior</i> yang | urgunakan | Taran s | sesuar | uengan | rumus | |

| Dimana : | Ι | = Faktor Keutamaan Gempa |
|----------|---|--|
| | g | = Besaran Gravitasi (9,81 m/s ²) |
| | R | = Faktor Reduksi Gempa Rangka Beton pemikul |
| | | Momen ($R = 8,5$) |

F. Running Analisis

Untuk analisis pushover yang mana merupakan analisis statis non linier, maka program ETABS V 9.7.1 membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan analisisnya jika dibandingkan dengan analisis pemodelan yang biasanya.

G. Hasil Analisis Pushover

Hasil analisis *pushover* pada ETABS V 9.7.1 ialah kurva kapasitas yang menunjukkan perilaku struktur saat dikenai gaya geser pada level tertentu, kurva respon spektrum yang sesuai dengan wilayah gempa yang ada.

Perpotongan antara kurva kapasitas dengan kurva respon spektrum rencana dinamakan *performance point*. Dari *Performance point* nantinya akan didapatkan informasi mengenai gaya geser bangunan akibat perubahan kekakuan struktur setelah adanya gaya gempa yang bekerja serta nilai simpangan tingkat dan posisi sendi plastis dari bangunan yang ditinjau.

Dari gaya geser yang didapatkan dapat diketahui pula keadaan elastik struktur dan kriteria kinerja struktur berdasarkan ATC-40, apakah struktur yang ditinjau masih mampu untuk menahan gaya gempa yang terjadi atau malah mengalami keruntuhan akibat dari gempa yang terjadi.