

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

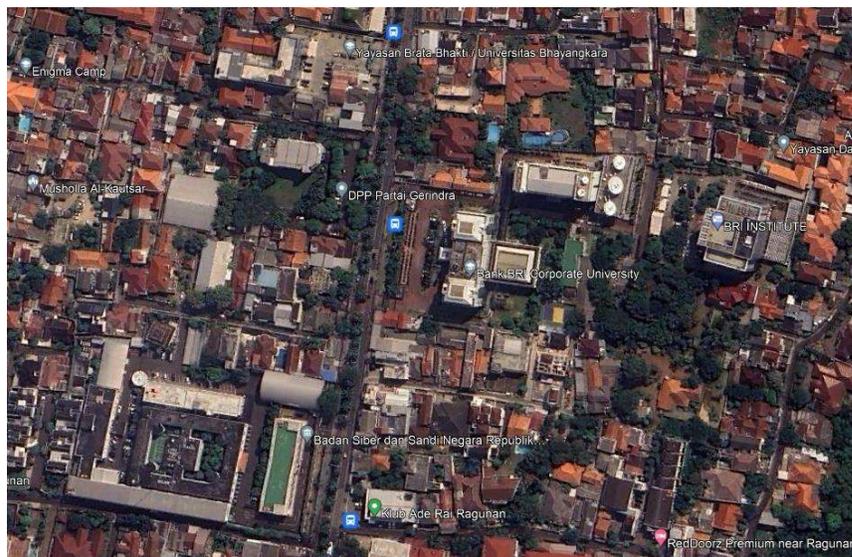
3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah analisis struktur akibat beban gempa dinamis dengan bantuan program ETABS v.18. Analisis dilakukan dengan memodelkan struktur secara tiga dimensi dimulai dari balok, kolom, pelat lantai, pelat atap, serta komponen struktur gedung lainnya ke dalam program berdasarkan *as built drawing*. Beban yang didefinisikan dalam program meliputi beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup. Adapun pembebanan gempa yang diterapkan, yakni metode riwayat waktu (*time history*) untuk mengetahui respons dan kinerja struktur, serta metode respons spektrum sebagai pembandingan dan kontrol gaya geser dasar.

Setelah dilakukan pemodelan, seluruh parameter dimasukkan dan analisis dijalankan. Setelah analisis dilakukan, diperoleh output berupa nilai simpangan dari tingkat bangunan dari seluruh metode. Diperoleh juga level kinerja struktur ditentukan berdasarkan dokumen ATC-40.

3.2 Lokasi Objek

Lokasi objek penelitian, yaitu Gedung Perkantoran Digi Kawasan IT Center BRI di Jl. Harsono RM No.26, Ragunan, Ps Minggu, Kota Jakarta.



Gambar 3. 1 Lokasi Objek Penelitian

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama melalui prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi, maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus.

Sedangkan data sekunder adalah data atau informasi yang diperoleh dari pihak lain (lembaga atau instansi) yaitu berupa data struktur dan *as built drawing* Gedung Perkantoran Digi Kawasan IT Center Bri Ragunan Jakarta untuk kebutuhan analisis penelitian. Data tersebut diperoleh dari Kontraktor PT Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.

3.5 Prosedur Analisis Data

3.5.1 Identifikasi Data

1. Luas Bangunan : 24.307,8615 m²
Lantai GF 62x56= 3.472
Lantai Mezzanine-Lantai 7 49.55x41.65= 2.063,75x7= 14.446,3025
Lantai 8-Lantai 13 (atap) 41.55x25.63= 1.064x6=6.389,559
2. Jumlah lantai : 13 lantai dan lantai atap
3. Tinggi bangunan : 52,750 m
4. Dimensi elemen struktur
 - Balok

Tabel 3. 1 Dimensi Balok

| Nama Balok | Dimensi | |
|------------|---------|-----|
| B1A | 400 | 700 |
| B2A | 400 | 700 |
| A1A | 300 | 600 |
| A2A | 250 | 500 |
| A3A | 600 | 700 |
| B1B | 400 | 700 |
| B2B | 400 | 700 |
| A1B | 300 | 600 |

Tabel 3. 2 Dimensi Balok Lanjutan

| | | |
|-----|-----|-----|
| A2B | 250 | 500 |
| BL | 150 | 300 |
| BKB | 400 | 700 |
| A4B | 200 | 500 |
| B1C | 400 | 700 |
| B2C | 400 | 700 |
| A1C | 600 | 600 |
| A4C | 200 | 500 |
| BKC | 400 | 700 |

- Kolom

Tabel 3. 3 Dimensi Kolom

| Nama Kolom | Dimensi | |
|------------|---------|------|
| K1A | 1000 | 1000 |
| K1B | 900 | 900 |
| K1C | 800 | 800 |
| K2 | 1000 | 1000 |
| K5 | 400 | 400 |

-

- Pelat

Tabel 3. 4 Dimensi Pelat

| Nama Pelat | Dimensi (mm) |
|------------|--------------|
| S1 | 150 |
| S2 | 130 |
| S3 | 130 |
| S4 | 150 |
| S5 | 300 |
| S6 | 150 |
| S7 | 150 |

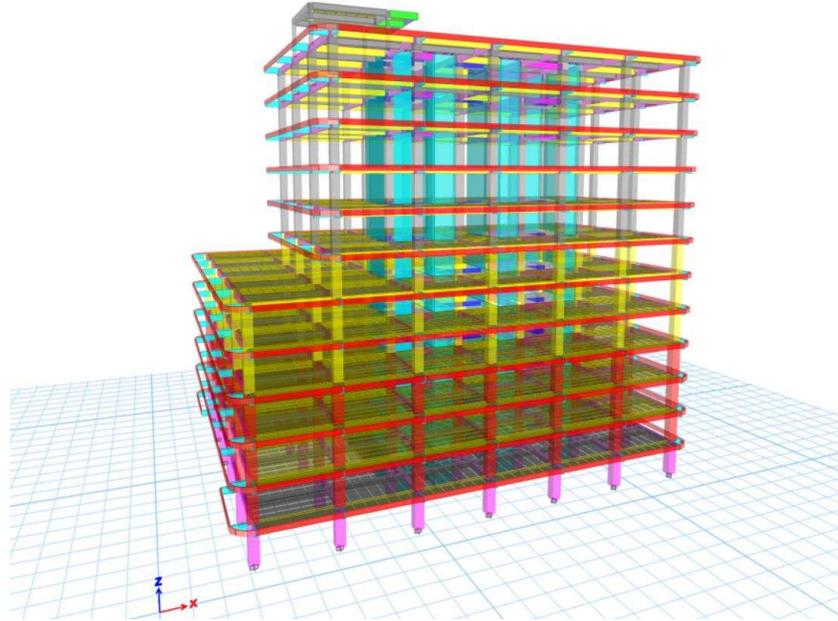
5. Mutu baja tulangan :
 - D13, D16, D19, D22, D25, D29, D32: Tulangan Ulir BJTS 420B
 - Wiremesh Type M (BJTD 500)
6. Mutu beton :
 - Tie Beam, Plat, Balok : $f_c' = 30$ MPa
 - Kolom : $f_c' = 40$ MPa

3.5.2 Pemodelan Struktur dengan ETABS v.18

Pada pemodelan tiga dimensi dimulai dengan mendefinisikan dimensi dan material elemen struktur yang akan digunakan sesuai dengan *as built drawing* Gedung Perkantoran Digi Kawasan It Center Bri Ragunan Jakarta seperti balok, kolom, pelat dan lainnya. Setelah mendefinisikan elemen struktur yang akan digunakan gambarkan elemen struktur sesuai dengan posisi yang terdapat pada *as built drawing*.

Dengan menggunakan program ETABS, pembuatan atau perubahan model, melakukan analisis, merancang/mendesain dan mengoptimalkan desain. Hasil keluaran berupa tampilan grafis yang meliputi hasil analisis gaya-gaya elemen atau tegangan, desain struktur baja atau beton, displacement langsung dapat diketahui.

Hasil analisis dan desain dapat dipilih untuk sebagian atau keseluruhan elemen. Program ETABS menyediakan empat fasilitas untuk analisis dan desain struktur, ialah membuat model, memodifikasi, menganalisis, dan mendesain struktur.



Gambar 3. 3 Pemodelan ETABS

3.5.3 Input Pembebanan

Perencanaan pembebanan pada struktur dihitung berdasarkan Peraturan Pembebanan Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain 1727:2020. Untuk beban gempa dihitung berdasarkan dengan SNI 1726:2019. Pembebanan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Berat sendiri elemen struktur maupun beban *finishing* mengakibatkan timbulnya beban. Kolom, balok dan plat lantai merupakan berat sendiri elemen struktur yang dihitung secara manual maupun secara otomatis dengan program ETABS. Dengan perhitungan dimensi elemen lalu menghitung volume dan dikalikan dengan berat jenis dari elemen struktur tersebut dapat diperoleh beban mati dengan perhitungan manual.

Tabel 3. 5 Beban Mati

| No | Material | Beban kg/m ³ | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------|---|-------------------|-------------------|
| 1 | Beton bertulang | 2400 | | | | |
| Beban Mati Tambahan Pada Pelat Lantai 1 & 2 | | | | | | |
| No | Beban Mati Pada Pelat | BJ | Tebal | | Nilai | Nilai |
| | | Kg/m ² | (m) | | Kg/m ² | KN/m ² |
| 1 | Beban Pasir | 1600 | 0.01 | = | 16 | 0.16 |
| 2 | Beban Spesi (per 1 cm) | 21 | 0.03 | = | 63 | 0.63 |
| 3 | Beban Keramik (per 1 cm) | 24 | 0.01 | = | 24 | 0.24 |
| 4 | Beban Instalasi ME & Plafon | | | = | 25 | 0.25 |
| Total Beban Mati Tambahan Pada Pelat Lantai 1 | | | | = | 128 | 1.28 |
| Beban Mati Tambahan Pada Pelat Lantai Atap | | | | | | |
| No | Beban Mati Pada Pelat | BJ | Tebal | | Nilai | Nilai |
| | | Kg/m ² | (m) | | Kg/m ² | KN/m ² |
| 1 | Water Proofing | | | = | 5 | 0.05 |
| 2 | Beban Instalasi ME & Plafon | | | = | 25 | 0.25 |
| Total Beban Mati Tambahan Pada Pelat Atap | | | | = | 30 | 0.3 |
| Beban Mati Tambahan Dinding Pasangan Batako (10 cm) | | | | | | |
| No | Beban SIDL Dinding | Tinggi | Beban | | Nilai | |
| | | (m) | KN/m ² | | KN/m ² | |
| 1 | Dinding Lantai (2-12) | 4 | 1 | = | 4 | |
| Beban Hujan Pada Pelat Atap | | | | | | |
| No | Beban Air Hujan | Tinggi | Beban | | Nilai | |
| | | (m) | KN/m ² | | KN/m ² | |
| 1 | Air Hujan | 0.05 | 10 | = | 0.5 | |

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup terdiri dari beban yang diakibatkan oleh pemakaian gedung dan tidak termasuk beban mati, beban konstruksi atau beban akibat fenomena alam seperti beban angin, beban salju dan beban akibat banjir.

Tabel 3. 6 Berat Hidup

| Hunian atau Penggunaan | Merata, L, psf (kN/m ³) |
|------------------------|-------------------------------------|
| Kantor | 2.4 |
| Atap | 0.96 |

3. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa dihitung dengan mengacu pada SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-

gedung. Wilayah gempa yang digunakan adalah Jakarta. Beban gempa yang digunakan adalah beban gempa dinamik respon spektrum dan riwayat waktu.

3.5.4 Analisis Respon Spektrum

a. Parameter

Penentuan parameter respon spektrum didapat secara langsung melalui Peta Desain Spektra Indonesia pada website PUSKIM dan secara manual merujuk kepada SNI 1726:2019. Parameter-parameter yang harus ditentukan untuk analisis respon spektrum adalah sebagai berikut:

1) Kategori Risiko Struktur

Kategori risiko struktur Gedung Perkantoran Digi Kawasan It Center Bri Ragunan Jakarta berdasarkan SNI 1726:2019 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya sesuai fungsi bangunan yaitu sebagai gedung perkantoran, maka gedung tersebut masuk kedalam kategori risiko II.

2) Faktor Keutamaan Gempa (I_e)

Nilai keutamaan gempa didapat berdasarkan kategori risiko struktur suatu gedung yang ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019. Nilai keutamaan gempa yang digunakan untuk Gedung Perkantoran Digi Kawasan IT Center BRI Ragunan Jakarta adalah sebesar 1.

3) Koefisien Modifikasi Respons (R_a)

Nilai koefisien modifikasi respons dapat ditentukan berdasarkan tabel pada bab sebelumnya yang bersumber dari SNI 1726:2019. Nilai koefisien modifikasi respons disesuaikan dengan jenis sistem struktur yang digunakan. Pada tugas akhir ini pemodelan bangunan Gedung Perkantoran Digi Kawasan It Center Bri Ragunan Jakarta, didapatkan nilai koefisien modifikasi respons sebesar 7 (Dinding geser beton bertulang khusus)

4) Klasifikasi Situs

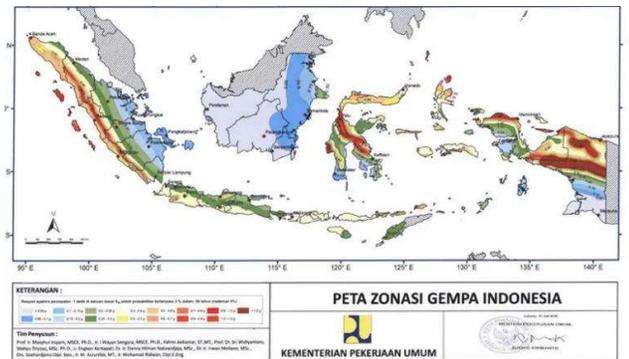
Penentuan klasifikasi situs didasarkan oleh data tanah di lokasi gedung yang akan dilakukan penelitian dan bila tidak tersedia data tanah spesifik hingga kedalaman 30 m, maka digunakan kelas situs yang lebih buruk.

5) Kategori Desain Seismik

Dalam memilih kategori desain seismik harus sesuai dengan nilai SDs atau SD1, hal ini didasarkan pada SNI 1726:2019. Sehingga untuk Gedung Perkantoran Digi

Kawasan It Center Bri Ragunan Jakarta termasuk kedalam kategori risiko desain seismik D.

Dalam tugas akhir ini untuk membuat kurva respon spektrum desain, nilai parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek (SDs) dan periode 1 detik (SD1) ditentukan berdasarkan program yang telah disediakan oleh Departemen Pekerjaan Umum



Gambar 3. 4 Peta Zonasi Gempa

Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017

b. *Running* Struktur

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi bangunan yang dimodelkan pada ETABS memenuhi kriteria keamanan, dilihat dari visual yang ada pada ETABS 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 pengecekan ulang terhadap dimensi tiap elemen struktur.

3.5.5 Analisis *Time History*

Analisis Riwayat waktu (*Time History Analysis*) merupakan analisis yang menggunakan rekaman gempa pada struktur bangunan. Percepatan tanah maksimum harus ditentukan dengan studi spesifikasi-situs dengan mempertimbangkan pengaruh amplifikasi yang secara spesifik, atau percepatan tanah maksimum PGAM, dari persamaan berikut.

$$PGAM = FPGA \cdot PGA$$

Keterangan:

PGAM = MCEG percepatan tanah puncak yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs

PGA = percepatan tanah puncak terpetakan

FPGA = koefisien situs

Tabel 3. 7 Koefisien Situs FPGA

| Kelas Situs | PGA≤0,1 | PGA=0,2 | PGA=0,3 | PGA=0,4 | PGA=0,5 | PGA≥0,6 |
|-------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SA | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| SB | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| SC | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| SD | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| SE | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 |
| SF | SS ^(aa) | | | | | |

Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan SNI 1726 2019 parameter respons menetapkan setiap gerak tanah dalam analisis harus diskalakan dengan dibagi R/I_E sehingga:

$$PGAM_{scaled} = PGAM / (R/I_E)$$

Gerak tanah yang sesuai harus diseleksi dari peristiwa-peristiwa gempa yang memiliki magnitudo, jarak patahan, dan mekanisme sumber gempa yang konsisten dengan hal-hal yang mengontrol ketentuan gempa maksimum yang dipertimbangkan. Paling sedikit tiga gerak tanah yang sesuai harus digunakan dalam analisis. Dalam analisis time history, respon spektrum dari gempa aktual (redaman 5%) yang dipilih akselerogramnya sebagai percepatan gempa masukan, rata-rata nilai percepatan S_a -nya harus berdekatan dengan rata-rata percepatan S_a dari respon spektrum gempa rencana (redaman 5%) pada periode 0,2T - 1,5T, (SNI 1726-2019). Pengambilan data riwayat waktu pada gerakan tanah. Data untuk

riwayat gerakan tanah dari website <https://ngawest2.berkeley.edu/> dan website <http://ec2-35-167-122-9.us-west-2.compute.amazonaws.com/>

Pencocokan Spektra berdasarkan SNI 1726-2019.

3.5.6 Kontrol Desain

Gaya Dasar

Gaya dasar seismic, V ditentukan sesuai persamaan SNI 1726:2019 berikut:

$$V = C_s \times W$$

Dengan:

C_s = Koefisien respon seismic

W = Berat total Gedung

Simpangan

Defleksi pusat massa di tingkat (δ_x) dalam milimeter (mm) harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$\delta_x = (C_d \times \delta) / I_e$$

Dimana:

C_d = Faktor amplifikasi defleksi

δ = defleksi pada lokasi yang disyaratkan dengan analisis elastis

I_e = faktor keutamaan gempa SNI 1726-2019

3.5.7 Kinerja Struktur

Kinerja Batas Struktur Menurut ATC-40

Menurut Applied Technology Council-40 (1996) simpangan struktur dapat dinyatakan dalam bentuk maksimum total drift = $(D_t)/H$ dan maksimum total Inelastic Drift = $(D_t - D_1)/H$ yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Maksimum Total Drift} = (D_t)/H$$

Dengan:

D_t = besar defleksi maksimum yang terjadi

H = ketinggian struktur portal

$$\text{Maksimum Total Inelastic Drift} = (D_t - D_1)/H$$

Dengan:

D_t = besar defleksi maksimum yang terjadi

D_1 = besar defleksi minimum yang terjadi

H = ketinggian struktur portal

Tabel 3. 8 Batas Rasio Deformasi Menurut ATC-40

| Parameter | <i>Perfomance Level</i> | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Immediate Occupancy</i> | <i>Damege Control</i> | <i>LS</i> | <i>Structural Stability</i> |
| <i>Maksimum total drift</i> | 0,01 | 0,01 s.d. 0,02 | 0,02 | $0,33 \frac{V_i}{P_i}$ |
| <i>Maksimum inelastic drift</i> | 0,005 | 0,005 s.d. 0,015 | <i>No limit</i> | <i>No limit</i> |

Sumber: ATC-40 1996

3.6 Diagram Alir Penelitian

