

ANALISIS RESPONS STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG PERKANTORAN DI JAKARTA

Institut Teknologi Nasional

AKBAR SAPTO WIDODO¹, BADRIANA NURANITA, S.T., M.T², MIRARA KHANZA, S.T., M.T³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: akbarsw08@gmail.com

ABSTRAK

Suatu struktur disebut awet bila struktur tersebut dapat menerima keausan dan kerusakan yang diharapkan terjadi selama umur bangunan yang direncanakan tanpa pemeliharaan yang berlebihan. Untuk mencapai tujuan perencanaan tersebut, perencanaan struktur harus mengikuti peraturan perencanaan yang ditetapkan oleh pemerintah berupa Standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan gedung dengan struktur beton harus direncanakan dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 2847 – 2019 dan perencanaan bangunan tahan gempa harus didasarkan pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03 – 1726 – 2019. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan kajian analisis respons struktur beton bertulang pada gedung perkantoran di Jakarta.

Kata kunci: analisis respons struktur beton bertulang pada gedung perkantoran di Jakarta

1. PENDAHULUAN

Analisis respons struktur beton bertulang yang dilakukan yakni Bangunan Head Office yang memiliki luas bangunan 5796 m² (lima ribu tujuh ratus sembilan puluh enam meter persegi) dengan 6 (enam) lantai serta di desain dengan struktur beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gedung Struktur Beton Bertulang

Struktur beton bertulang merupakan bangunan yang bermaterialkan atau bahan utama penyusun strukturnya beton bertulang seperti balok dan kolomnya merupakan cor beton bertulang. Perencanaan struktur atas harus mengacu pada pedoman atau peraturan standar yang mengatur tentang perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton structural, yaitu persyaratan beton structural untuk bangunan gedung nomor : SNI 2847- 2019, peraturan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain nomor : 1727 – 2020.

Menurut SNI 1727 tahun 2020, penerapan beban minimum, tingkat bahaya, kriteria yang terkait, dan sasaran kinerja yang diharapkan untuk bangunan gedung, struktur lain dan komponen nonstrukturalnya yang memenuhi persyaratan peraturan bangunan. Beban, kombinasi pembebanan dan kriteria terkait yang diberikan dalam standar ini harus digunakan untuk perancangan dengan metode kekuatan atau perancangan dengan metode tegangan izin yang terdapat dalam spesifikasi desain untuk material struktural konvensional.

2.3.1 Beban Hidup

Beban hidup yang diterapkan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus merupakan beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan

bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang sudah ditetapkan

2.3.2 Beban Mati dan Beban Mati Tambahan

Berdasarkan SNI 1727 tahun 2020, bahwa beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

2.3.3 Beban Gempa

Menurut SNI 1727 tahun 2020 "Bangunan dan struktur lainnya harus diklasifikasikan, berdasarkan risiko bagi kehidupan manusia, kesehatan, dan kesejahteraan yang terkait dengan kerusakan atau kegagalan mereka dengan sifat hunian atau penggunaan.

2.4 Respons Struktur

Respons struktur pada lantai atap gedung perkantoran di Jakarta akan dilakukan dengan metode respon spektrum yang berdasarkan pada SNI 1726:2019. Koefisien Modifikasi Respons (R), Koefisien Amplifikasi Defleksi (Cd) sebagaimana harus digunakan dalam penentuan gaya geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antar lantai tingkat desain yang dapat dilihat pada ketentuan yang berlaku.

2.4.1 Periode Getar

Suatu struktur memiliki lebih dari 1 (satu) periode getar, dimana periode getar yang terpanjang disebut sebagai periode dasar atau dikenal periode alami. Untuk penentuan respon spektral percepatan gempa MCER dipermukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik ada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) sebesar $S_s = 0,67$; $S_D = 1,26$ dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v) $S_1 = 0,294$; $S_D = 2,01$.

Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1), harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

$$SMS = FA \times S_s \quad (2.4)$$

$$SM1 = FV \times S_1 \quad (2.5)$$

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek S_{ds} dan pada periode 1 detik S_{d1} , ditentukan melalui persamaan berikut :

$$S_{ds} = \frac{2}{3} \times SMS \quad (2.6)$$

$$S_{d1} = \frac{2}{3} \times SM1 \quad (2.7)$$

1. Untuk periode yang lebih kecil dari (T_0), spektrum respons percepatan desain (S_a), harus diambil dari persamaan berikut.

$$S_a = S_{ds} \times (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}) \quad (2.8)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan (T_0) dan lebih kecil dari atau sama dengan (T_s), spektrum respons percepatan desain (S_a), sama dengan (SDS).

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \quad (2.9)$$

$$T_s = \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \quad (2.10)$$

3. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan (T_0) dan lebih kecil dari atau sama dengan (T_s), spektrum respons percepatan desain (S_a), sama dengan (SDS).

$$S_a = \frac{S_{d1}}{T} \quad (2.11)$$

4. Untuk periode lebih besar dari (T_L), respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan.

$$S_a = \frac{S_{d1} \times T_L}{T^2} \quad (2.12)$$

2.4.2 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar (V) diperhitungkan setiap arah horizontal dan arah vertikal dengan menggunakan periode fundamental yang telah diperhitungkan dalam masing-masing arah. Pada SNI 1726:2019 pasal 7.8.2, dan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1 apabila nilai gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% dari gaya geser dasar (V) maka gaya tsb. harus dikalikan dengan V/V_t . Untuk nilai parameter periode pendekatan dan koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung dapat dilihat pada tabel SNI tersebut dengan nilai $C_t = 0,0466$ dan $x = 0,9$. Perhitungan nilai periode fundamental dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad (2.13)$$

Nilai batas atas periode dan perhitungan koefisien gempa statik sebagai berikut, dengan nilai $C_u = 1,4$.

$$T_{max} = T_a \times C_u \quad (2.14)$$

$$C_s = \frac{S_{ds}}{R/I_e} \quad (2.15)$$

$$C_{s\ min} = 0,044 \times S_{ds} \times I_e \quad (2.16)$$

$$C_{s\ max} = \frac{S_{d1}}{T(R/I_e)} \quad (2.17)$$

Dengan menentukan nilai koefisien respon seismik (C_s) yang digunakan berdasarkan $C_{s\ max} > C_{s\ use} > C_{s\ min}$, maka perhitungan gaya geser dasar berikut.

$$V = W \times C_{s\ use} \quad (2.18)$$

Keterangan:

W = berat lantai akumulasi (kN)

$C_{s\ use}$ = koefisien respon seismik yang digunakan

2.4.3 Simpangan Antar Tingkat

Batas simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin yang ditentukan, untuk sistem pemikul gaya seismik yang hanya rangka momen dalam KDS D, E, dan F, simpangan antar tingkat desain (D) tidak melebihi D_a/r untuk semua tingkat. Nilai simpangan antar tingkat izin berdasarkan SNI 1726:2019, dengan nilai $0,02 h_{sx}$.

Pemisahan harus di akomodasi terjadinya perpindahan respons in-elastik maksimum, d_m dapat dihitung.

$$\delta_m = \frac{C_d \times \delta_{max}}{I_e} \quad (2.19)$$

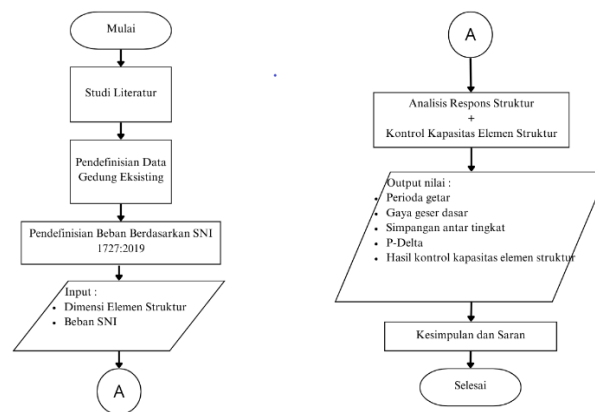
Keterangan:

d_{max} = perpindahan elastik maksimum pada lokasi kritis

3. METODE PENELITIAN

3.1 Skema Penelitian

Skema penelitian pada **Gambar 3.1** merupakan tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini pada studi kasus salah satu gedung perkantoran di Jakarta.



Gambar 3.1 Skema penelitian

3.2 Data Eksisting

Berikut adalah kumpulan data eksisting yang akan di analisis pada penelitian ini.

3.2.1. Denah

Denah yang digunakan denah gedung perkantoran di Jakarta, yang memiliki 6 lantai dengan total tinggi bangunan 21,9 m.

3.2.2. Data Teknis Perencanaan

- | | |
|---|--|
| 1. Daerah pelaksanaan= Jakarta Timur | 8. Situs tanah = Sedang |
| 2. Fungsi bangunan = Perkantoran | 9. Mutu Material Beton (f'_c) = 24,06 MPa |
| 3. Jumlah lantai = 6 Lantai | 10. Mutu Material Baja Tulangan (f_y)= 240 MPa |
| 4. Tinggi bangunan = 21,9 meter | 11. Mutu Material Baja Tulangan (f_u)= 370 MPa |
| 5. Jenis tanah = Sedang | 12. Selimut beton = 50 mm |
| 6. Jenis struktur = Beton Bertulang | 13. Faktor redundan (r)= 1,3 |
| 7. Sistem struktur = Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SPRMM) | |

3.2.3. Pemodelan

Tujuan dari analisis struktur ini adalah untuk mendapatkan respon struktur dan performa bangunan tersebut dalam kondisi gempa. Perletakan diasumsikan untuk dikekang lateral di seluruh arah sebagai perletakan sendi. Untuk portal utama dimodelkan sebagai *frame* yang memiliki koneksi rigid di seluruh join.

3.2.4. Beban Mati (DL)

Beban mati terdiri dari beban sendiri struktur dan semua komponen permanen dan semi permanen termasuk atap, dinding, dan lainnya dengan beban plat= 4,03 kN/m², dinding pasangan ½ bata (7m)= 17,50 kN/m, dan dinding pasangan ½ bata (3,8m)= 9,50 kN/m.

3.2.5. Beban Hidup (LL)

Beban hidup terdiri dari beban kerja seragam dan peralatan. Beban hidup spesifik pada gedung tersebut sebesar Beban orang per lantai = 1,5 kN/m² , dan Beban atap SNI 1727:2020 = 0,96 kN/m².

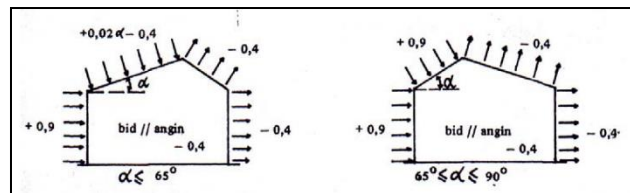
3.2.6. Beban Gempa

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan Gedung dan non gedung tergantung jenis pemanfaatannya sesuai SNI 1726:2019, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan (I_e), menurut SNI 1726:2019.

3.2.7 Beban Angin

Tekanan angin, p besarnya tergantung jarak letak tempat dari pantai. Pada umumnya tekanan tiup angin harus diambil minimum 25 kg/m². Tekanan tiup di laut dan tepi pantai sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m² (PMI, 1987). Dalam project ini diambil tekanan

tiup angin sebesar 40 kg/m^2 . Koefisien angin tiup C1 dan angin tekan C2, besarnya tergantung pada sudut kemiringan atap α dan bentuk bukaan atap yang diperlihatkan pada **Gambar 3.3** berikut.



Gambar 3.3 Koefisien beban angin

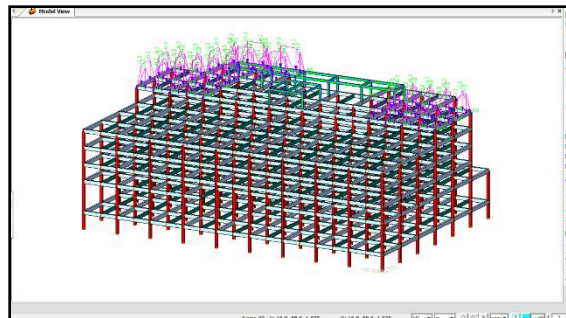
3.4. Analisis Respons Struktur

Pada analisis respons struktur gedung eksisting dan gedung hasil modifikasi, dalam pemodelan menggunakan aplikasi dan *output* dari aplikasi ini adalah untuk mengetahui respons struktur yang berupa analisis perioda getar, gaya geser dasar, simpangan antar tingkat.

4. ANALISIS DAN PEMODELAN

4.1. Pemodelan Struktur

Pemodelan yang dimodelkan terdapat 2 model dengan model 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.1**, yang dimana model tersebut belum ditambahkan beban PLTS sel surya dan model 2 yang dimana model tersebut sudah ditambahkan beban PLTS sel surya serta perubahan dimensi struktur jika diperlukan.



Gambar 4.1 Contoh hasil pemodelan gedung eksisting

4.5. Analisis Respons Struktur

Setelah selesai melakukan penggambaran model, input beban, kombinasi beban, dan penulangan. Maka selanjutnya, melakukan proses analisis pada program (*perform analysis*) pada aplikasi.

4.5.1. Partisipasi Massa

Partisipasi massa dalam ketentuan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 bahwa partisipasi massa yang terkomposisi mendapatkan nilai paling sedikit 90 persen dalam masing-masing arah, berikut merupakan hasil analisa aplikasi pemodelan untuk partisipasi massa. Berdasarkan hasil *output* yang dikeluarkan pada aplikasi pemodelan, bahwa hasil analisis partisipasi massa sudah memenuhi persyaratan yaitu memiliki nilai lebih dari 90%.

4.5.2. Perioda Getar dan Gaya Geser Dasar

Perhitungan gaya geser dasar dapat dihitung dengan hasil *output* dari aplikasi pemodelan antara lain *modal participating mass ratios*, *center of mass and rigidity*, dan *base reactions*. Berikut merupakan perhitungan perioda getar dan gaya geser dasar dengan persamaan yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil *output* dihasilkan pada perhitungan maupun aplikasi pemodelan, bahwa hasil analisis gaya geser dasar untuk nilai perioda getar (T) sebesar 1,049 s, sudah memenuhi persyaratan yaitu nilai $V_i/V \geq 1,0$.

4.5.3. Simpangan Antar Tingkat

Perhitungan simpangan antar tingkat dapat dihitung dengan *output* dari aplikasi pemodelan antara lain *story max over displacements* dan persamaan simpangan antar tingkat telah ditentukan pada sub bab 2.4.3. Berdasarkan hasil seperti tabel-tabel *output* yang dikeluarkan pada aplikasi pemodelan, bahwa hasil analisis simpangan antar tingkat sudah memenuhi persyaratan SNI yang berlaku yaitu memiliki nilai kurang dari 0.02 dari tinggi pada setiap lantainya.

4.6. Pengecekan *stress ratio*

Untuk rasio tegangan struktur, program akan melakukan cek interaksi gaya-gaya dalam dan kapasitas *stress ratio*. Jika rasio maksimum tersebut bernilai diatas 1 berarti kolom tersebut tidak aman. Berdasarkan hasil *output* yang dikeluarkan pada aplikasi pemodelan, rasio tegangan untuk sudah memenuhi persyaratan, yang di mana rasio besaran gaya aksial, kapasitas momen, dan gaya geser memiliki nilai kurang dari 1,0.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil evaluasi menunjukan bahwa analisis respons struktur yang meliputi perioda getar, gaya geser dasar, simpangan antar tingkat, dan *stress ratio* pada balok maupun kolom bangunan ini memiliki nilai yang sudah memenuhi ketentuan - ketentuan yang berlaku Ini menunjukkan bahwa elemen aman terhadap penambahan beban yang direncanakan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, gedung eksisting masih mampu menampung beban yang direncanakan, maka dari itu untuk selanjutnya mungkin dapat merencanakan dengan menerapkan skema penambahan beban yang lebih besar ,tetapi dengan mempertimbangkan syarat dan ketentuan yang diberlakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Janatul Alma, S.T (2016). *Perancangan Struktur Gedung Perkuliahan 4 Lantai dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) di Wilayah Sukoharjo*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- BSN. (2019). *SNI 1726:2019 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung"*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2019). *SNI 2847:2019 "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan"*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2020). *SNI 1727:2020 "Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain"*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerja Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Hidayatul Amin, S.T (2021). *Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Rusun Wiyung Surabaya Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*. Malang: Universitas Islam Malang.
- M. Abdu H.Saifuddin, Idham A.Djufri, M.Natsir Rahman (2018). *Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat*. Ternate: Universitas Khairun Ternate.
- Muhammad Fahmi Zain, S.T (2023). *Pemilihan Model Pembaloka Struktur pada Proyek Akhir Mahasiswa Arsitektur ITENAS BIOZE MALL Menggunakan Konsep BIM*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.