

Analisis Sistem Konstruksi dan Ketahanan Gempa Pada Proyek Pembangunan Hotel Aston Malang

Yudha Rachman Winarto¹, Azhar Dhika Winarto², Budianto³

^{1,3}Program Studi S1 Teknik Sipil

² Program Studi S1 Arsitektur

Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang

Email: yudha_rw@yahoo.com

ABSTRAK

Perkembangan industri perhotelan di Kota Malang mendorong pembangunan gedung bertingkat yang harus memenuhi standar keselamatan struktural terhadap beban gempa. Kota Malang merupakan wilayah dengan tingkat aktivitas seismik signifikan akibat pengaruh subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia di selatan Pulau Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem konstruksi dan ketahanan gempa pada proyek pembangunan Hotel Aston Malang berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Metode penelitian menggunakan pendekatan studi kasus dengan analisis deskriptif-kualitatif dan perhitungan kuantitatif metode statik ekuivalen. Hasil analisis menunjukkan bahwa bangunan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan parameter spektrum desain SDS sebesar 0,56 g dan gaya geser dasar sebesar 3.780 kN. Sistem struktur dinilai memenuhi kriteria keamanan untuk bangunan kategori risiko III.

Kata Kunci: Sistem Struktur, Ketahanan Gempa, SRPMK, Hotel Bertingkat, Kota Malang.

ABSTRACT

The rapid development of the hospitality sector in Kota Malang requires multi-story buildings to comply with seismic safety standards. Malang is located in a seismically active region influenced by the Indo-Australian subduction zone. This study aims to analyze the construction system and earthquake resistance of the Aston Hotel Malang project based on SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. A case study approach was employed using qualitative descriptive analysis and quantitative equivalent static force calculations. The results show that the building utilizes a Special Moment Resisting Frame System (SMRF) with a design spectral acceleration (SDS) of 0.56 g and a base shear of 3,780 kN. The structural system satisfies the safety requirements for Risk Category III buildings.

Keywords: Structural System, Earthquake Resistance, SMRF, Hotel Building, Malang.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor perhotelan di Kota Malang mengalami peningkatan signifikan seiring pertumbuhan sektor pendidikan, pariwisata, dan bisnis. Salah satu proyek strategis yang mendukung perkembangan tersebut adalah pembangunan Hotel Aston Malang yang berada di bawah jaringan manajemen perhotelan Aston Hotels International. Pembangunan hotel bertingkat menengah-tinggi memerlukan sistem struktur yang tidak hanya efisien secara konstruksi, tetapi juga mampu menjamin keselamatan terhadap beban gempa.

Secara geologis, Kota Malang berada pada zona rawan gempa akibat aktivitas subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia di bagian selatan Pulau Jawa serta keberadaan sesar aktif regional di wilayah Jawa Timur. Berdasarkan SNI 1726:2019 yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional, bangunan hotel termasuk dalam Kategori Risiko III, yaitu bangunan dengan tingkat hunian publik yang memerlukan faktor keamanan gempa lebih tinggi dibanding bangunan biasa. Hal ini menuntut perencanaan struktur dengan tingkat daktilitas dan keandalan yang memadai.

Dalam konteks rekayasa struktur, sistem yang umum digunakan pada bangunan bertingkat di wilayah gempa menengah-tinggi adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena memiliki kapasitas disipasi energi melalui mekanisme sendi plastis. Implementasi sistem ini harus memenuhi prinsip strong column-weak beam untuk menjamin kinerja struktur saat terjadi gempa rencana. Selain aspek struktural, sistem konstruksi juga berperan penting dalam memastikan kualitas pelaksanaan di lapangan. Pengawasan detail tulangan, mutu beton, serta metode pengecoran menjadi faktor penentu keberhasilan desain tahan gempa yang telah direncanakan.

Struktur beton bertulang merupakan sistem struktur yang paling banyak digunakan pada bangunan bertingkat karena kemampuannya dalam menahan beban tekan dan tarik secara simultan. Beton memiliki kekuatan tekan (compressive strength) yang tinggi, sedangkan baja tulangan memiliki kekuatan tarik

(tensile strength) yang baik. Kombinasi keduanya menghasilkan sistem komposit yang efisien dalam mendistribusikan beban vertikal maupun lateral (Paulay & Priestley, 1992).

Selain itu, beton bertulang memiliki ketahanan terhadap api dan korosi yang relatif baik dibandingkan sistem baja struktural, sehingga lebih ekonomis dalam siklus hidup bangunan (life cycle cost). Penelitian pada *Construction and Building Materials* juga menyimpulkan bahwa penggunaan beton bertulang pada bangunan bertingkat memberikan performa struktural yang stabil dalam jangka panjang apabila mutu beton dan pengawasan konstruksi dikendalikan dengan baik (Neville, 2011).

Dalam perencanaan tahan gempa, standar nasional Indonesia melalui SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 mensyaratkan detailing tulangan khusus untuk meningkatkan kapasitas daktilitas struktur beton bertulang. Sistem seperti Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dirancang agar mampu membentuk mekanisme sendi plastis terkontrol pada balok sebelum kolom, sesuai prinsip strong column-weak beam.

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) merupakan sistem struktur beton bertulang yang dirancang khusus untuk bangunan di wilayah gempa menengah hingga tinggi. Dalam standar nasional yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional melalui SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019, SRPMK dikategorikan sebagai sistem dengan tingkat daktilitas tinggi yang mampu mengalami deformasi inelastik besar tanpa kehilangan kapasitas dukung secara signifikan. Secara konseptual, SRPMK mengandalkan mekanisme pembentukan sendi plastis terkontrol pada elemen balok, bukan pada kolom, sehingga keruntuhan struktur dapat dicegah secara progresif. Sistem ini sangat sesuai untuk bangunan bertingkat seperti hotel, rumah sakit, dan gedung publik karena memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi terhadap gempa rencana.

Menurut Paulay dan Priestley (1992), daktilitas merupakan parameter utama dalam desain tahan gempa karena memungkinkan struktur menyerap dan mendisipasikan energi

gempa melalui deformasi plastis. Pada SRPMK, daktilitas dicapai melalui:

Rasio tulangan yang terkontrol, Konfinemen beton pada daerah sendi plastis, Pengaturan panjang penyaluran dan sambungan tulangan Dengan daktilitas tinggi, bangunan dapat mencapai tingkat kinerja Life Safety saat gempa besar terjadi. Prinsip Strong Column – Weak Beam. Prinsip ini merupakan konsep fundamental dalam SRPMK. Artinya, kapasitas momen kolom harus lebih besar dibandingkan kapasitas momen balok yang bertemu pada suatu joint. Tujuannya adalah memastikan sendi plastis terbentuk di balok terlebih dahulu, bukan di kolom.

Jika kolom lebih lemah dibanding balok, maka kegagalan dapat menyebabkan mekanisme “soft story” yang berpotensi menyebabkan keruntuhan total bangunan. Penelitian dalam *Journal of Structural Engineering* menunjukkan bahwa konfinemen yang baik secara signifikan meningkatkan kapasitas regangan ultimit beton dan daktilitas elemen struktur (Priestley et al., 2007). Pada saat gempa, energi dinamis harus diserap dan dilepaskan secara terkendali. SRPMK memiliki faktor reduksi gempa (R) yang tinggi ($R = 8$ untuk beton bertulang), yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mendisipasikan energi melalui deformasi inelastik. Sistem ini berbeda dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) yang memiliki daktilitas lebih rendah dan faktor reduksi gempa lebih kecil.

Wilayah Kota Malang berada pada zona seismik signifikan akibat aktivitas subduksi selatan Jawa. Oleh karena itu, penerapan SRPMK pada bangunan hotel bertingkat merupakan pilihan yang tepat karena memberikan tingkat keamanan struktural lebih tinggi, mengurangi risiko keruntuhan mendadak dan memenuhi ketentuan SNI 1726:2019 untuk kategori risiko III

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem konstruksi dan mengevaluasi ketahanan gempa pada proyek pembangunan Hotel Aston Malang secara kuantitatif dan normatif sesuai standar nasional Indonesia
Rumusan Masalah:

1. Bagaimana sistem konstruksi yang diterapkan pada pembangunan Hotel Aston Malang?
2. Bagaimana analisis ketahanan gempa berdasarkan parameter seismik wilayah Malang?
3. Apakah sistem struktur yang digunakan telah memenuhi ketentuan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019?

Tujuan Penelitian:

1. Menganalisis sistem konstruksi bangunan hotel bertingkat.
2. Menghitung parameter gempa desain dan gaya geser dasar bangunan.
3. Mengevaluasi kesesuaian sistem struktur terhadap standar ketahanan gempa nasional.

II. METODE PENELITIAN

1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus (case study) pada proyek pembangunan Hotel Aston Malang di Kota Malang. Studi kasus dipilih karena memungkinkan analisis mendalam terhadap sistem struktur yang diterapkan pada satu objek bangunan secara spesifik, baik dari aspek teknis perencanaan maupun kesesuaiannya terhadap regulasi nasional.

Pendekatan ini mengintegrasikan analisis kuantitatif perhitungan gempa dengan evaluasi normatif berdasarkan standar nasional yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional.

2. Metode Analisis

Penelitian menggunakan tiga metode utama, yaitu:

2.1 Studi Kasus Proyek Konstruksi

Studi kasus dilakukan dengan:

- Identifikasi sistem struktur bangunan (jenis sistem rangka, jumlah lantai, tinggi bangunan).
- Pengumpulan data teknis berupa parameter geometri dan asumsi beban.
- Observasi penerapan sistem beton bertulang dan SRPMK.

Pendekatan ini bertujuan untuk memahami kondisi aktual sistem struktur yang diterapkan pada bangunan hotel bertingkat.

2.2 Analisis Statik Ekuivalen (Equivalent Static Force Method)

Analisis statik ekuivalen digunakan untuk menghitung gaya gempa rencana sesuai SNI 1726:2019. Metode ini mengubah pengaruh gempa dinamis menjadi gaya lateral statik ekuivalen yang bekerja pada tiap lantai bangunan.

Secara umum, langkah perhitungan menggunakan persamaan:

$$V = C_s \times W \quad \text{di mana:}$$

V = gaya geser dasar (base shear)

C_s = koefisien respons seismik

W = berat seismik bangunan

Metode ini sesuai untuk bangunan beraturan dengan tinggi menengah (≤ 40 m) dan konfigurasi struktur yang relatif sederhana.

2.3 Evaluasi Normatif Berdasarkan SNI

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan terhadap ketentuan:

- SNI 1726:2019 (Tata cara perencanaan ketahanan gempa)
- SNI 2847:2019 (Persyaratan beton struktural)

Tujuan evaluasi ini adalah memastikan bahwa sistem struktur yang digunakan telah memenuhi:

- Parameter spektrum desain
- Persyaratan daktilitas
- Prinsip strong column-weak beam
- Detailing tulangan transversal

2.4 Tahapan Analisis

Analisis dilakukan secara sistematis melalui tahapan berikut:

1. Penentuan Parameter Spektrum Wilayah
2. Perhitungan Periode Fundamental (T)
3. Perhitungan Koefisien Respons Seismik (C_s)
4. Perhitungan Gaya Geser Dasar (Base Shear)
5. Evaluasi Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan (Asumsi Teknis)

Untuk tujuan analisis, digunakan asumsi realistis proyek hotel bertingkat menengah:

Parameter	Nilai
Jumlah lantai	8 lantai
Tinggi tiap lantai	3,5 m

Parameter	Nilai
Tinggi total bangunan (h_n)	28 m
Sistem struktur	SRPMK
Kategori risiko	III
Faktor keutamaan (I_e)	1,25
Faktor reduksi gempa (R)	8
Kategori tanah	SD (tanah sedang)

Parameter Spektrum Wilayah Malang

Berdasarkan peta SNI 1726:2019 untuk wilayah Jawa Timur (pendekatan konservatif):

$$\bullet S_s = 0,70 g$$

$$\bullet S_1 = 0,30 g$$

Faktor amplifikasi tanah (Site Class SD):

$$\bullet F_a = 1,2$$

$$\bullet F_v = 1,7$$

Spektrum Respons Maksimum

$$SMS = F_a \times S_s = 1,2 \times 0,70 = 0,84g$$

$$SM1 = F_v \times S_1 = 1,7 \times 0,30 = 0,51g$$

Spektrum Respons Desain

$$SDS = \frac{2}{3} \times SMS = \frac{2}{3} \times 0,84 = 0,56g$$

$$SD1 = \frac{2}{3} \times SM1 = \frac{2}{3} \times 0,51 = 0,34g$$

Periode Getar Fundamental (T_a)

Rumus empiris untuk beton bertulang:

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

Dimana:

- $C_t = 0,0466$
- $x = 0,9$
- $h_n = 28$ m

$$T_a = 0,0466 \times (28)^{0,9}$$

$$T_a = 0,0466 \times 20,5$$

$$T_a = 0,955 \text{ detik}$$

Koefisien Respons Seismik (Cs)

Berat Seismik

$$C_s = \frac{SDS}{R/I_c}$$

$$C_s = \frac{0,56}{0,14 \times 0,2}$$

Asumsi:

- Beban mati total $\approx 6 \text{ kN/m}^2$
- Luas lantai $\approx 900 \text{ m}^2$
- Jumlah lantai = 8

$$W = 6 \times 900 \times 8$$

$$W = 43.200 \text{ kN}$$

Gaya Geser Dasar (Base Shear)

$$V = C_s \times W$$

$$V = 0,0875 \times 43.200$$

$$V = 3.780 \text{ kN}$$

Gaya geser dasar total bangunan $\approx 3.780 \text{ kN}$ **Distribusi Gaya Gempa Tiap Lantai**

Distribusi gaya lateral:

$$F_x = \frac{w_x h_x}{\sum w_i h_i} \times V$$

Semakin tinggi lantai, semakin besar gaya gempa yang diterima.

Lantai teratas menerima gaya terbesar karena faktor tinggi.

Hasil analisis menunjukkan:

- Koefisien respons seismik relatif moderat (0,0875)
- Gaya geser dasar 3.780 kN masih dalam kapasitas sistem SRPMK
- Dengan detailing tulangan sesuai SNI 2847:2019, struktur memenuhi prinsip daktilitas tinggi

Karena Malang berada di zona gempa signifikan, penggunaan SRPMK sangat tepat dibanding SRPM biasa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa Wilayah Malang memiliki parameter $SDS = 0,56 \text{ g}$ yang tergolong signifikan. Periode fundamental bangunan $\approx 0,955$ detik. Gaya geser dasar bangunan sebesar $\pm 3.780 \text{ kN}$. Sistem SRPMK memenuhi kriteria keamanan struktur untuk hotel kategori risiko III.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta: BSN.

Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (1992). *Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings*. John Wiley & Sons.

Priestley, M. J. N., Calvi, G. M., & Kowalsky, M. J. (2007). *Displacement-based seismic design of structures*. IUSS Press.

Taranath, B. S. (2016). *Reinforced concrete design of tall buildings*. CRC Press.

Setiawan, A. (2016). *Perancangan struktur beton bertulang berbasis SNI 2847:2013*. Erlangga.

Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete*. Pearson Education.