

STUDI ANALISA PENGARUH DIMENSI KOLOM PADA INFRASTRUKTUR *STRONG COLUMN WEAK BEAM* GEDUNG LANTAI 3 - LANTAI 7 AKIBAT GAYA GEMPA

Nor Hidayati¹, Heni Yustianingsih²,
¹Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara
Corresponding Author : norhida@unisnu.ac.id

Abstrak : Perkembangan bangunan infrastruktur di Indonesia sangat signifikan, mulai dari perkembangan jalan bebas hambatan (jalan tol), gedung – gedung bertingkat, jembatan, bendungan, drainase dan infrastruktur yang lain. *Strong Column Weak Beam* merupakan analisa perencanaan yang dipakai di Indonesia karena ketika struktur mengalami keruntuhan maka balok akan runtuh terlebih dahulu dibanding dengan kolom. Sehingga akan lebih aman dibanding dengan analisa yang lain. Struktur kolom memiliki peranan yang mendasar saat perencanaan sebuah gedung. Dimensi (ukuran), material penyusunnya dan pembebanan merupakan kunci dari perencanaan. Sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh dimensi kolom pada struktur *strong column weak beam* gedung lantai 3 – lantai 7 akibat gaya gempa. Dari hasil analisis menggunakan software SAP2000 lantai 7 mengalami keruntuhan pada kolom berdimensi 40x40, karena lantai 7 memiliki ketinggian yang relative tinggi. Pembebanan gempa statis pada analisis berpengaruh besar dengan gaya axial sebesar 228,446 ton/m. Dimensi kolom yang paling efektif menerima beban gempa di daerah zona 4 adalah 60x60.
Kata Kunci : analisis kolom, *strong column weak beam*, gempa

Abstract : *The development of infrastructure buildings in Indonesia is very significant, starting from the development of highways (toll roads), high-rise buildings, bridges, dams, drainage and other infrastructure. Strong Column Weak Beam is a planning analysis used in Indonesia because when the structure collapses, the beam will collapse first compared to the column. So that it will be safer than the other analysis. Column structure has a fundamental role when planning a building. Dimensions (size), constituent materials and loading are the keys to planning. So that research is needed on the effect of column dimensions on the structure of strong column weak beam 3rd - 7th floor buildings due to earthquake forces. From the results of the analysis using SAP2000 7th floor software experienced a collapse in the 40x40 dimension column, because 7th floor has a relatively high height. Static earthquake loading on the analysis has a large effect with axial force of 228,446 tons / m. The most effective column dimension for receiving earthquake loads in zone 4 is 60x60. Keywords: column analysis, strong column weak beam, earthquake*

1.PENDAHULUAN

Gedung bertingkat tinggi memiliki resiko yang besar (*high risk building*) sehingga membutuhkan perencanaan yang matang. Perencanaan gedung harus melalui tahapan perencanaan *design*, perencanaan pembebanan, perencanaan dimensi, perencanaan kekuatan strukturnya berdasarkan gaya normal, gaya geser dan momen yang terjadi pada struktur. Pengalaman di Turki mengidentifikasi beberapa penyebab keruntuhan gedung akibat gempa antara lain berkaitan dengan faktor-faktor seperti tidak adanya pembaruan peta risiko gempa, adanya modifikasi konstruksi selama periode penggunaan bangunan, permasalahan tidak akuratnya administrasi proyek dan desain sehingga sulit dilakukan mitigasi penyebab kerusakan

struktur, kegagalan retrofit dari gempa sebelumnya, serta kurangnya perhatian pada masalah pemeliharaan gedung yang menyebabkan reduksi kapasitas atau kekuatan bahan (Irtem et al.2007). Yang menarik dari kebijakan pemerintah Turki pasca beberapa gempa hebat adalah upaya pemberian insentif dan regulasi fiskal bagai peraturan bangunan gedung. Pemerintah Turki mewajibkan pemilik bangunan dengan program wajib asuransi dan kredit bagi penduduk lokal untuk program rekonstruksi bangunan pasca gempa (Cetin, 2013). Pengalaman di Pakistan dalam merespon kejadian gempa dilakukan dengan kegiatan penyelidikan bersama antara pemerintah dan suatu komite teknis terhadap implementasi standar gempa

BCOP-2007 sebagai bukti keseriusan otoritas lokal dalam implementasi kebijakan standar gempa mereka (Sharif et al.2011). Pembebanan pada struktur antara lain pembebanan mati (berat sendiri struktur), pembebanan hidup, pembebanan angin, pembebanan hujan dan pembebanan gempa. Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi gempa sangat besar, sehingga memerlukan perencanaan struktur yang stabil dan mampu menahan gaya gempa yang terjadi sesuai dengan zona wilayah yang ditinjau. Struktur kolom memiliki peranan yang mendasar saat perencanaan sebuah gedung. Dimensi (ukuran), material penyusunnya dan pembebanan merupakan kunci dari perencanaan. Di Indonesia, enam tahun setelah SNI-03-1726-2002 dirilis, Indonesia mengalami serangkaian kejadian gempa kuat dengan Magnitudo gempa lebih dari enam skala Richter, dan secara signifikan faktor reduksi gempa berubah dari waktu ke waktu (Yang, 2009). Namun, argumen Yang (2009) pada standar bangunan saat itu tidak berlaku di Jakarta karena meningkatnya gempa kuat tidak diikuti peningkatan kapasitas bangunan untuk menahan beban gempa yang terjadi. Secara umum, penyesuaian kode bangunan bergantung pada evaluasi kemungkinan dampak gempa terhadap kinerja struktur bangunan (Hermawan et al.2013). Sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh dimensi kolom pada struktur *strong column weak beam* gedung lantai 3 – lantai 7 akibat gaya gempa. Studi analisis akan menggunakan *software* SAP2000 untuk memudahkan analisis peneliti.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam menganalisa atau mendisain suatu struktur perlu ditetapkan kriteria yang dapat digunakan sebagai ukuran untuk menentukan apakah suatu struktur tersebut dapat diterima sesuai fungsi yang diinginkan atau untuk maksud disain tertentu (Daniel L. Schodek, 1992).

Perencanaan bangunan tahan terhadap gempa adalah bangunan yang tahan terhadap goncang gempa meski sebagian infrastruktur rusak saat gempa besar, tetapi akan tetap berdiri. Perencanaan infrastruktur gedung bertingkat pada suatu zona wilayah gempa harus memenuhi klasifikasi perencanaan gedung bertingkat tahan gempa, yaitu :

a. Bangunan mampu menahan gaya gempa

tanpa mengalami kerusakan.

b. Bangunan mampu menahan gaya gempa tanpa mengalami kerusakan primer meskipun ada kerusakan pada sekunder.

c. Infrastruktur mampu menahan gaya gempa tanpa mengalami keruntuhan yang besar pada infrastruktur tersebut, meskipun bagian struktur primer sudah mengalami kerusakan. (Murty, 2002)

Pada perencanaan struktur tahan terhadap gaya gempa diperlukan metode untuk meneliti sifat struktur gedung bertingkat non linier (daktilitas, R, verifikasi beban gempa V_b). Desain struktur tahan gempa diwajibkan memiliki syarat *Strong Column Weak Beam*, yaitu ketika menerima pengaruh gaya gempa hanya akan terjadi pada sendi plastis di tumpuan (Tavio dan Kusuma, 2009).

Konfigurasi Rangka Struktur yaitu :

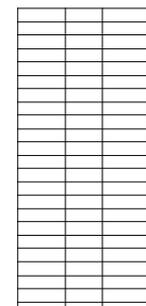
1. Rangka Penahan Momen,

Struktur Rangka Penahan Momen terdiri dari struktur beton bertulang berupa balok struktur dan kolom struktur. SRPM mengembangkan kemampuan untuk menahan beban gaya gempa dan lentur dari komponen struktur balok dan kolom. Berdasarkan SNI 03 – 2847 - 2002, perencanaan pembangunan infrastruktur gedung bertingkat untuk daerah dengan resiko gempa yang tinggi menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2. Rangka Diafragma Vertikal

Struktur Rangka Diafragma Vertikal yaitu rangka yang digunakan bila rangka struktural tidak mencukupi untuk mendukung beban horisontal gempa yang akan bekerja pada struktur. Dapat berupa dinding geser (*shear wall*) yang dapat juga berfungsi sebagai *core wall*.

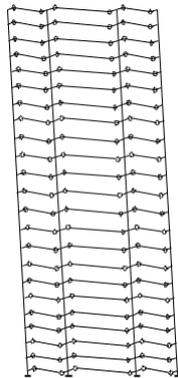
konstruksi beton bertulang berupa balok, pelat lantai dan kolom yang bekerja bersama-sama dalam menahan gaya lateral akibat gempa.



Gambar 1. Konfigurasi Denah Bangunan

Konfigurasi Keruntuhan Struktur

Perencanaan infrastruktur di wilayah rawan gempa terlebih dulu menentukan elemen kritisnya. Mekanisme tersebut diusahakan agar sendi - sendi plastis terbentuk pada balok terlebih dahulu daripada kolom, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya bahaya ketidakstabilan struktur akibat patahan pada kolom terjadi lebih dahulu dibandingkan balok strukturnya. Selain itu kolom sangat sulit untuk diperbaiki dibandingkan balok, sehingga struktur kolom harus direncanakan dengan baik dan dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Konsep disain seperti ini sering disebut konsep disain *strong column weak beam*.



Gambar 2. Sendi-sendi plastis pada balok

Metode Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa

Metode analisis yang digunakan untuk memperhitungkan pengaruh beban gempa terhadap struktur gedung sebagai berikut:

a. Metode Analisis Statis

Merupakan analisis yang sederhana untuk menentukan pengaruh gempa tetapi hanya digunakan pada struktur gedung beraturan, penyebaran kekakuan massa menerus, dan ketinggian gedung bertingkat kurang dari 40 meter.

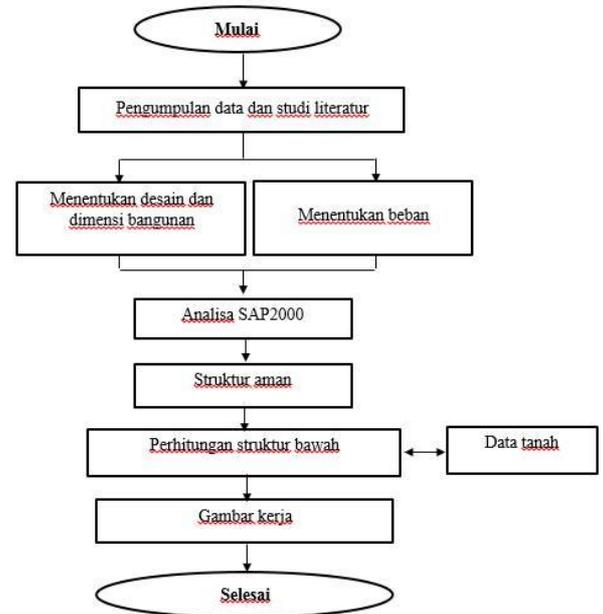
b. Metode Analisis Dinamis

Struktur gedung tidak memenuhi ketentuan sebagaimana struktur gedung beraturan maka pengaruh gempa rencana harus diperhitungkan dengan analisa gempa dinamik. Metode analisis dinamis dibagi menjadi dua jenis antara lain analisis respon dinamik riwayat waktu (*time history analysis*) memerlukan perekaman percepatan gaya gempa rencana dan analisis ragam spektrum respon (*spectrum modal analysis*) dimana respon maksimum dan

tiap ragam getar yang terjadi didapat dari spektrum respon rencana (*design spectra*).

3. METODOLOGI

Tahapan tahapan penelitian terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan – Tahapan Penelitian

4.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk perencanaan sebuah gedung bertingkat tinggi, diperlukan tahapan analisis yang teliti mulai dari pengumpulan data atau informasi yang dibutuhkan serta teori maupun alat bantu untuk melakukan analisis yang matang. Berikut adalah jenis data yang akan digunakan antaralain :

a. Data Primer

Sebuah data yang diperoleh dari lapangan seperti pengukuran maupun pengujian lokasi terkait.

b. Data Sekunder

Data yang didapat dari kumpulan literatur buku maupun arsip-arsip tertentu yang berkaitan dengan perencanaan maupun analisa struktur.

4.2. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penjelasan berdasarkan diagram alir penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data dan Studi Literatur
 - a. Pengumpulan data pada perencanaan gedung, meliputi :

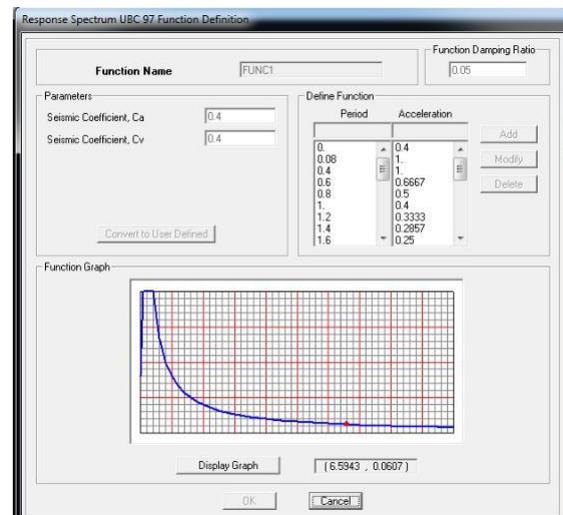
- Gambar Desain Arsitektur dan Struktur
- Dataa Tanah (*Soil Investigation*)
- b. Studi Literatur
 - Membahas literatur mengenai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
 - Mempelajari dan merangkum literatur mengenai konsep gaya gempa
- 2. Perencanaan Struktur Terdiri dari tiga tahapan :
 - a. Pemodelan Struktur
Pemodelan struktur yang paling utama dilakukan pada tahap perencanaan struktur, karenapadaawal perencanaan dibutuhkan gambaran awal pekerjaan yang dimodelkan 3 dimensi menggunakan software SAP2000.
 - b. Sistem dan Konfigurasi Struktur
Tahap selanjutnya yaitu perencanaan sistem dan konfigurasi struktur. Sistem yang digunakan dalam analisis pengaruh dimensi kolom pada infrastruktur *strong column weak beam* gedung lantai 3 – lantai 7 akibat gaya gempa adalah sistem ganda dan konfigurasi struktur.
 - c. Pemodelan Pembebanan
Perhitungan beban yang bekerja disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03 – 1727 - 1989). Mutu beton ($f'c$) = 30 MPa dan Mutu Baja (f_y) = 400 MPa.
- 3. Analisa Struktur
Dalam menganalisa pengaruh dimensi kolom pada infrastruktur *strong column weak beam* gedung lantai 3 – lantai 7 akibat gaya

gempa menggunakan program bantu SAP2000. Namun, program bantu ini hanya digunakan untuk menghitung dan analisa portal utama (balok, kolom), plat, dinding geser, ramp parkir dan pondasi tiang. Maksud dari analisa struktur untuk memperoleh gaya - gaya dalam pada struktur akibat beban luar.

4. Menarik Kesimpulan

4.HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pembebanan yang sudah terhitung di input dalam *software* SAP2000. Seperti gambar 4 memunjukkan penguinputan data gempa di daerah yang ditinjau.



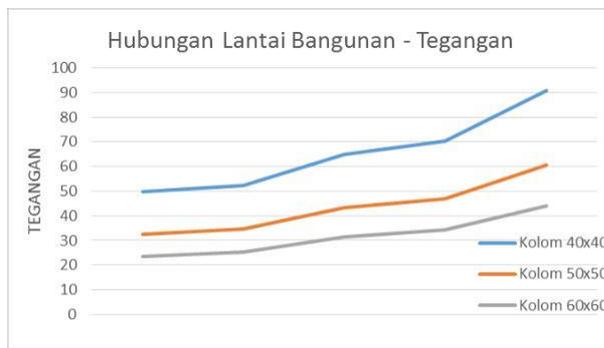
Gambar 4. Grafik Hubungan Tegangan dengan Dimensi Kolom Pada Lantai 3 – Lantai 7

Dari hasil analisis SAP2000 didapatkan hasil hubungan tegangan dan dimensi kolom pada masing – masing dimensi kolom. Lantai 7 memiliki tegangan terbesar pada kolom 40x40 sebesar 90,678 kg/m². Sedangkan tegangan terendah pada lantai 3 dengan dimensi kolom 60x60 sebesar 23,488 kg/m². Gambar 5 menunjukkan tren semakin besar dimensi kolom semakin rendah tegangan yang terjadi. Hal tersebut menunjukkan jika terjadi beban gempa maka kolom yang memiliki tegangan lebih rendah akan memiliki waktu keruntuhan lebih lama dibanding kolom yang memiliki tegangan tinggi. Hasil analisis menunjukkan semakin tinggi lantai bangunan semakin tinggi tegangan yang dihasilkan pada masing-masing kolom.



Gambar 5. Grafik Hubungan Tegangan dengan Dimensi Kolom Pada Lantai 3 – Lantai 7

Semakin tinggi bangunan (Lantai 7) semakin besar tegangan pada kolom. Terlihat pada Gambar 6. Terjadi perbedaan yang signifikan antara kolom 50x50 dengan kolom 40x40.



Gambar 6. Grafik Hubungan Tegangan dengan Tinggi Bangunan Pada Lantai 3 – Lantai 7

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proses analisis sementara untuk pengaruh dimensi kolom struktur strong column weak beam, maka disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi kolom pada perencanaan struktur *strong column weak beam* sangat berpengaruh. Semakin besar dimensi kolom maka semakin kuat menahan gaya gempa yang terjadi pada lantai 3 – lantai 7
2. Kolom yang di desain ada 3 jenis 40x40, 50x50 dan 60x60. Kolom 60x60 memiliki perilaku yang daktail dalam menahan gaya gempa. Dibuktikan dengan analisis menggunakan software SAP2000.
3. Tegangan terbesar terjadi pada kolom 40x40 yang berada pada lantai 7 sebesar 90,678 kg/m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian dan Penelitian (LPPM) UNISNU Jepara atas pendanaan penelitian kami dan seluruh teman dan mahasiswa yang sudah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standartisasi Nasional. (1989). *Standart Nasional Indonesia : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. (SNI 03-1727-1989). Bandung: Author.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Standar Nasional Indonesia : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-2847-2002). Bandung: Author.
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). *Revisi Standar Nasional Indonesia : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-1726-2010). Bandung: Author.
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *Standar Nasional Indonesia : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. (SNI 03-1727-1989). Bandung: Author.
- Blowes, Joseph E. (1988). *Analisa dan Desain Pondasi II*. Jakarta: Author.
- Cetin, C.H. (2013). *Disaster crises management in Turkey: 1999 Marmara earthquake case*. International Journal of Human Sciences, 10(2).
- Das, B.M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Dasar Rekayasa Geoteknis) (Jilid 2)*. (Noor Endah & Indrasurya B. Mochtar, Trans.). Jakarta: Erlangga.
- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedomann Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Irtem, E. , Turker, K. , Hasgul,U (2007). *Causes of Collapse and Damage to Low-Rise RC Buildings in Recent Turkish Earthquakes*. Journal of Performance of Constructed Facilities, 21(5), October 1,351–360
- Kusuma, G.H. & Vis, W.C. (1997). *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang: Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 (Seri*



- Beton 1*). Jakarta: Erlangga.
- Schodek, Daniel L., (1992), *Structure Analysis Engineering*, The University of Michigan.
- Sharif, M.B., Qazi, A.U., Mohsin, N. (2011), *New Seismic Parameters For Building Code of Pakistan and Their Effect On Existing Reinforced Concrete Buildings: A Case Study*. Pakistan Journal of Science, 63(2).
- Tavio dan Benny Kusuma, (2009), *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*, Surabaya: ITS Press
- Wang, Chu-Kia
&
Salmon,
C.G.
(1993).
Desain Beton Bertulang (Jilid 1).
(Binsar Hariandja, Trans.). Jakarta:
Erlangga