

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian berjudul “Analisis Kinerja Bangunan Terhadap Gaya Gempa dengan Metode *Pushover* Berdasarkan Standar ATC-40 dan FEMA 440 pada Gedung L Kampus Universitas Bung Hatta”, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kurva kapasitas (*capacity curve*) yang dihasilkan dari analisis *pushover* menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan simpangan lateral atap (*roof displacement*) yang merepresentasikan kemampuan struktur dalam menahan beban gempa hingga memasuki kondisi plastis. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh simpangan puncak menurut standar ATC-40 sebesar 0,5724 m pada arah X dan 0,4709 m pada arah Y, dengan tinggi total bangunan sebesar 19 m. Nilai simpangan tersebut menghasilkan drift maksimum sebesar 0,0301 (3,01%) pada arah X dan 0,0276 (2,76%) pada arah Y, yang menunjukkan bahwa kapasitas lateral struktur terhadap beban gempa rencana berada pada batas kinerja *Structural Stability*, sedangkan berdasarkan standar FEMA 440 untuk gempa DBE diperoleh simpangan puncak sebesar 0,2861 m untuk arah X dan 0,2531 m untuk arah Y yang menghasilkan drift maksimum sebesar 0,015058 m untuk arah X dan 0,01332 m untuk arah, kemudian untuk gempa MCER diperoleh simpangan puncak sebesar 0,5241 m untuk arah X dan 0,4103 m untuk arah Y dengan nilai drift maksimum pada arah X sebesar 0,0276 m dan 0,0216 m untuk arah Y, sehingga kemampuan struktur dalam menahan deformasi lateral sudah memasuki kondisi plastis yang signifikan karena semua tingkat kinerjanya sudah mencapai *Structural Stability* selain standar FEMA 440 dengan gempa DBE yang masih dalam kinerja *Damage control*.
2. Berdasarkan pola pembentukan sendi plastis, terlihat bahwa plastifikasi dominan terjadi pada ujung-ujung balok dan sebagian kecil pada kolom dasar. Pola tersebut menunjukkan bahwa struktur mengalami mekanisme keruntuhan campuran (*mixed mechanism*) yang didominasi oleh mekanisme

balok (*beam mechanism*). Kondisi ini menunjukkan perilaku struktur yang masih daktail dan sesuai dengan prinsip *strong column-weak beam*, sehingga mekanisme keruntuhan yang terjadi bersifat terkendali.

3. Berdasarkan hasil konversi kurva kapasitas ke dalam format ADRS (*Acceleration Displacement Response Spectrum*) dan analisis titik kinerja (*performance point*) diperoleh bahwa:
 - Menurut ATC-40, kinerja struktur termasuk dalam kategori *Structural Stability*, yang menunjukkan bahwa struktur masih mampu mempertahankan kestabilan globalnya terhadap beban gempa tanpa mengalami kehilangan kapasitas yang signifikan.
 - Sedangkan berdasarkan FEMA 440, kinerja struktur berada pada tingkat *Damage Control* untuk gempa DBE sedangkan gempa MCER menunjukkan tingkat *Structural Stability*, yang berarti bahwa struktur masih dapat menahan beban gempa dengan tingkat kerusakan terbatas, serta deformasi yang terjadi masih dalam batas yang dapat diterima tanpa menyebabkan gangguan fungsi utama bangunan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kinerja seismik bangunan masih memenuhi kriteria aman terhadap beban gempa rencana. Hal ini didukung oleh hasil evaluasi kinerja struktur menggunakan metode pushover, yang menunjukkan bahwa kapasitas gaya lateral dan pola mekanisme sendi plastis masih berada dalam batas yang dapat diterima. Jika dibandingkan antara metode ATC-40 dan FEMA 440, kedua pendekatan tersebut memang memberikan nilai titik kinerja (*performance point*) yang berbeda, namun tetap menunjukkan bahwa struktur tidak memasuki kondisi keruntuhan. ATC-40 cenderung menghasilkan estimasi perpindahan target yang lebih besar karena menggunakan pendekatan spektrum kapasitas dengan faktor reduksi yang lebih konservatif, sehingga kinerja struktur tampak berada pada tingkat *Collapse Prevention* (CP) atau mendekati batas ultimit. Sementara itu, FEMA 440 telah memperbarui prosedur displacement modification berdasarkan hasil penelitian eksperimental dan

analisis numerik terbaru, sehingga memberikan perkiraan perpindahan yang lebih realistis dan umumnya lebih rendah dibandingkan ATC-40. Dengan pendekatan ini, kinerja struktur terlihat berada pada level yang lebih baik, seperti *Damage Control* atau setara dengan *Life Safety*, yang menunjukkan bahwa struktur masih memiliki cadangan kekuatan dan daktilitas yang cukup. Perbedaan hasil antara kedua metode tersebut dapat diterima karena ATC-40 memang dirancang lebih berhati-hati (konservatif), sedangkan FEMA 440 melakukan koreksi agar prediksi respons lebih mendekati kondisi lapangan. Meskipun demikian, kedua metode sama-sama menunjukkan bahwa struktur tidak mengalami mekanisme keruntuhan global, dan deformasi yang terjadi masih dalam rentang kapasitas daktilitas elemen. Berdasarkan hasil evaluasi ATC-40 dan FEMA 440, Gedung L masih dinyatakan kuat secara struktural karena mampu mempertahankan kestabilan globalnya dan tidak mengalami keruntuhan, baik pada gempa DBE maupun MCER. Namun, bangunan telah memasuki kondisi plastis yang signifikan, sehingga meskipun aman dari sisi keselamatan struktur, tingkat kerusakan yang terjadi menunjukkan bahwa bangunan tidak lagi berada pada kondisi layanan optimal tanpa perbaikan atau perkuatan..

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, beberapa rekomendasi dapat diberikan untuk pengembangan penelitian dan penerapan hasil studi ini di masa mendatang sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan ketahanan struktur terhadap beban gempa, perlu dilakukan analisis perkuatan (*retrofitting*) pada elemen-elemen yang mengalami plastifikasi signifikan, terutama pada kolom dasar dan balok lantai bawah, guna meningkatkan kekakuan, daktilitas, dan kapasitas energi disipasi struktur.
2. Disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan analisis riwayat waktu nonlinier (*nonlinear time history analysis*) dengan menggunakan data

gempa aktual, sehingga perilaku dinamis struktur dapat digambarkan lebih realistis dan hasil evaluasi kinerja menjadi lebih akurat.

3. Kajian berikutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan variasi pola beban pushover serta sistem struktur ganda (*dual system*) untuk mengetahui perbedaan kinerja antara sistem rangka pemikul momen dan kombinasi dengan dinding geser.

DAFTAR PUSTAKA

- 1726:2019, S. (2019). SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. *Jakarta*, 8.
- 1727:2020, S. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Agung Vendi Setyawan, 2024. (2024). PENDIDIKAN MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI MELALUI PEMBELAJARANBERBASIS PROYEKSIAP STEM. *JARLITBANG Pendidikan*, 10, 1–23.
- Dawid, S., Ferdy, F., & Pasau, G. (2015). Penentuan Lokasi Pergerakan Magma Gunung Api Soputan Berdasarkan Studi Sebaran Hiposenter Gempa Vulkanik Periode Mei 2013 – Mei 2014. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(2), 88. <https://doi.org/10.35799/jis.15.2.2015.9222>
- Ecclesia, V., Marthin, S., Sumajouw, D. J., & Dapas, S. O. (2019). Perencanaan Bangunan Bertingkat Banyak Menggunakan Sistem Flat Slab dengan Drop Panel. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1703–1710.
- FEMA. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. June.
- Husen, A., & Lumingkewas, R. H. (2021). *Studi Gaya Geser Gempa Dengan Metode Respon Spektra Menurut Peraturan Gempa SNI 1726 : 2012*. December.
- Palupi, R. E. A., Herbanu, P. S., Riawati, D., Veronia, J. H., & Sihombing, M. B. (2023). PENYULUHAN PENTINGNYA KOMUNIKASI SAAT TERJADI BENCANA GEMPA BUMI DI LINGKUNGAN SEKOLAH. *HIKMAYO: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT AMAYO*, 2(1). <https://doi.org/10.56606/hikmayo.v2i1.112>
- Ragat aji mustofa, Bayzoni, Hasti Riakara Husni, M. I. (2024). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Metode Analisis Riwayat Waktu (Studi Kasus: Gedung 6 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung). *JRSDD*, 12(1), 27–38. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/72721>
- Suara, M., Jati, B. L., Ghufro, A., Hilmani, H., Helmalia, H., Fitri, N. L., & Andhia, A. (2023). Penanganan Dampak H + 14 Pasca Bencana Gempa Bumi dengan Masalah Kesehatan di Desa Mangun Kerta Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(4), 1396–1411. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i4.8946>
- Tamba, M. P., & Panjaitan, J. (2025). EVALUASI STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG HOTEL GRAND CENTRAL JL.PUTRI MERAK JINGGA MEDAN SUMATERA UTARA. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 107–117.

- Wiryanto Dewobroto. (2005). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa. 1*, 1–28.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31906406/215_wiryanto_di_soegijapra nata-libre.pdf?1392388495=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluasi_Kinerja_Struktur_Baja_Tahan_Gem.pdf&Expires=1720114253&Signature=LfGtq355A0wF4nvUpZN36HLOgF4kQvhs4gxPEAow3GhIMbkDMhIAAn0OoKqwb98~zo7AdlYTNmJ7rfB~Yv0s7gNovgw1prSjefGZu9KSGxEciZ8BSRMejJ2OC~w6rMk5H0m1v5rv7myFVMFWomtSV1blCNpevOVBeivf0WUBhVaXTTsRQuUA4d0hsEOOFEklAVjIpHVloYXXRUzl7mTvu7vJDs5YJUonxaD7xWLy62VYr-eKTtJlwvm9GC2J8njMLmZ-0wQzAce~dc88YBFD-iIHCfs267-zxPxW1tJQORp95jUP8Y40neYuSttv3N3dAvajJnDXvOdvcHUMXb4dGg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Zakaria, Z. (2007). Aplikasi Tektonik Lempeng dalam Sumber Daya Mineral, Energi dan Kewilayahan. *Bulletin of Scientific Contribution*, 5(2), 123–131.
- Applied Technology Council, “ATC 40 - Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings”, Redwood City, California, U.S.A., 1996
- ASCE, “FEMA 356 - Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings” , Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 2000
- Widodo, A. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arifin, et al. (2015). Pushover Analysis untuk Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(3), 123–132.
- Tavio, & Wijaya, U. (2018). *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*, II, Yogyakarta.
- Geograph88. (n.d.). Peta Lempeng Tektonik Dunia. Diakses dari:
<https://geograph88.com/peta-lempeng-tektonik>