

ANALISIS STRUKTUR ATAS EMPAT LANTAI DENGAN ANALISIS PUSHOVER MENGGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 STUDI KASUS : GEDUNG KANTOR BERSAMA KABUPATEN SIJUNJUNG

MASRIL

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
mril6030@gmail.com

Abstract: *As advancements in civil engineering have emerged, new concepts and methods in the analysis and planning of earthquake resistant buildings include the concept of Performance Based Seismic Evaluation (PBSE) with Pushover non-linear static analysis methods. Pushover analysis can give good results if the input data and the processing steps are done well. The working principle of pushover is to input dead load data, live load and earthquake load and its parameters. The results obtained are reviewed against existing regulations such as SNI 1726-2012 and ATC-40 code in order to determine the performance criteria and the structural stability and the pattern of collapse that occurs. From the analysis results, the base shear force of 7066,522 KN is smaller than the planned shear force of 8211,067 KN and the maximum deviation of 0.395 m is smaller than the permit deviation of 0.855 m. In addition, the safety level of the structure is obtained from the elastic boundary conditions to the plastic limit which is 32.58% for the shear force and 17.391% for the roof deviation. The building structure is included in the Immediate Occupancy (IO) criteria, which means that if a planned earthquake occurs, the building will not experience structural damage so that it will remain safe to use. However, if the earthquake force continues to be increased, a collapse will occur that begins with the collapse of the column on the ground floor which is indicated by the mechanism of the plastic joints obtained. The collapse pattern does not meet the concept of capacity design with the concept of a weak beam strength column.*

Keywords: *earthquake, pushover, plastic joint.*

Abstrak: Seiring berkembangnya kemajuan di bidang teknik sipil, muncul konsep dan metode baru dalam analisis dan perencanaan bangunan tahan gempa salah satunya adalah konsep Performance Based Seismic Evaluation (PBSE) dengan metode analisis static non-linier Pushover. Analisis pushover dapat memberikan hasil yang baik apabila input data dan tahapan pengerjaannya dilakukan dengan baik. Prinsip kerja pushover adalah dengan menginput data beban mati, beban hidup dan beban gempa serta parameternya. Hasil yang diperoleh ditinjau terhadap peraturan yang ada seperti SNI 1726-2012 dan code ATC-40 guna mengetahui kriteria kinerja dan kemampuan struktur serta pola keruntuhan yang terjadi. Dari hasil analisis diperoleh gaya geser dasar 7066,522 KN lebih kecil dari gaya geser rencana 8211,067 KN dan simpangan maksimum 0,395 m lebih kecil dari simpangan ijin 0,855 m. Selain itu diperoleh angka keamanan struktur dari kondisi batas elastis menuju batas plastis yakni sebesar 32,58% untuk gaya geser dan 17,391% untuk simpangan atap. Struktur bangunan termasuk dalam kriteria Immediate Occupancy (IO), yang berarti bila terjadi gempa rencana, gedung tidak mengalami kerusakan struktural sehingga tetap aman digunakan. Namun apabila gaya gempa terus ditingkatkan, akan terjadi keruntuhan yang diawali dengan keruntuhan kolom pada lantai dasar yang ditunjukkan dari mekanisme sendi plastis yang diperoleh. Pola keruntuhan tersebut tidak memenuhi konsep desain kapasitas dengan konsep kolom kuat balok lemah.

Kata Kunci: gempa, pushover, sendi plastis.

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah jalur gempa pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*) dan jalur gempa asia (*Trans Asiatic Earthquake Belt*) sehingga sangat berpotensi mengalami gempa. Dalam konteksnya terhadap ruang lingkup kerja teknik sipil, kondisi tersebut diatas berpengaruh besar dalam perencanaan desain struktur bangunan.

Analysis *pushover* adalah suatu analisis statik nonlinier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai kondisi elastik.

B. Metodolgi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pada gedung kantor bersama yang terdiri dari 2 bangunan yang menjadi satu kesatuan tanpa adanya dilatasi. Bangunan ini terdiri dari 4 lantai yang diperuntukan sebagai gedung perkantoran, lalu untuk bangunan. Struktur bangunan ini dirancang menggunakan konstruksi beton. Bangunan kantor bersama berada di Kabupaten Sijunjung dengan wilayah gempa IV yang berdiri pada kondisi tanah lunak (SE) dengan kategori design seismik sesuai dengan peta gempa Indonesia, dengan $SDS = 0,612$ dan $SD1 = 0,770$. Metode penelitian ini menggunakan analisis nonlinier pushover. Analisis menggunakan program SAP 2000. Untuk mewujudkan uraian diatas maka langkah analisis yang hendak dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Studi literatur dari jurnal dan buku yang terkait dalam analisis nonlinier pushover. Mempelajari semua yang berhubungan dengan analisis nonlinier pushover. Buku acuan yang dipakai antara lain SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, Peraturan pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1727-2013, *Applied Technology Council for Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings volume- 2(ATC-40)*, *Federal Emergency Management Agency for Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings (FEMA-356)*, *Uniform Building Code for Earthquake Design volume-2(IBC,2009)* dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan analisis pushover.

C. Hasil dan Pembahasan

Evaluasi Kinerja Struktur. Untuk menentukan tingkat keamanan dan kenyamanan dari suatu struktur maka hasil dari analisis struktur harus dievaluasi terhadap persyaratan yang kinerja struktur sesuai dengan yang ditetapkan pada SNI 1726-2012.

Penentuan periode fundamental (T) yang digunakan. Periode fundamental (T) yang diperoleh dari hasil analisis struktur harus ditinjau terhadap persyaratan sebagai berikut:

1. Jika ($T_c > C_u.T_a$), maka digunakan $T = C_u.T_a$
2. Jika ($T_a < T_c < C_u.T_a$), maka digunakan $T = T_c$

3. Jika ($T_c < T_a$), maka digunakan $T = T_a$

Keterangan:

T_c = Periode fundamental yang diperoleh dari hasil analisis struktur

C_u = Koefisien batasan atas periode yang dihitung

T_a = Periode fundamental pendekatan

Kontrol terhadap persyaratan. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka dapat ditentukan nilai T yang digunakan adalah $T = C_u.T_a = 1,865$ detik, karena ($T_c = 8,0189 > C_u.T_a = 1,865$).

Kontrol terhadap gaya geser dasar. Nilai gaya geser dasar (V) yang diperoleh dari hasil analisis pushover tidak boleh lebih kecil 15% dari nilai gaya geser pendekatan ($0,85V < V_1$).

Kontrol Terhadap Simpangan Maksimum yang diijinkan. Dari hasil analisis *pushover* didapatkan simpangan antar lantai tingkat pada kondisi elastis.

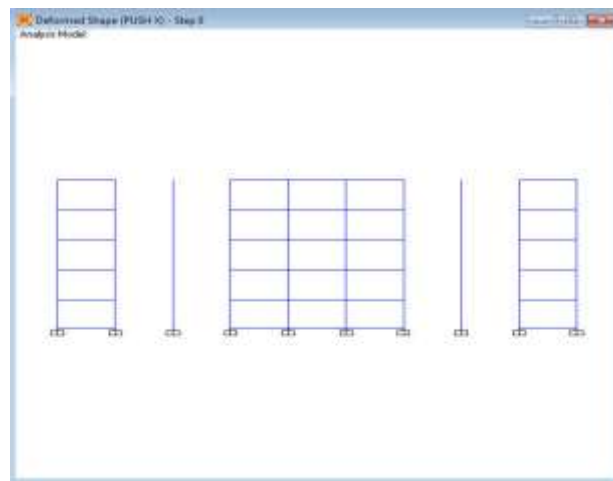
Faktor daktilitas Struktur. Berdasarkan hasil analisis pushover diperoleh nilai simpangan maksimum ($\Delta_{max} = 0,395$ m) dan simpangan pada pelelehan pertama ($\Delta_1 = 0,186$), sehingga dapat dihitung faktor daktilitas struktur.

Kriteria Kinerja Struktur. Penentuan kriteria kinerja struktur mengacu kepada kriteria kinerja berdasarkan ATC-40.

Mekanisme Sendi Plastis. Terjadinya sendi plastis pada elemen struktur disebabkan karena beban gempa yang direncanakan telah terlampaui, hal ini ditunjukkan dari mekanisme sendi plastis sebagai berikut:

a. Step 1

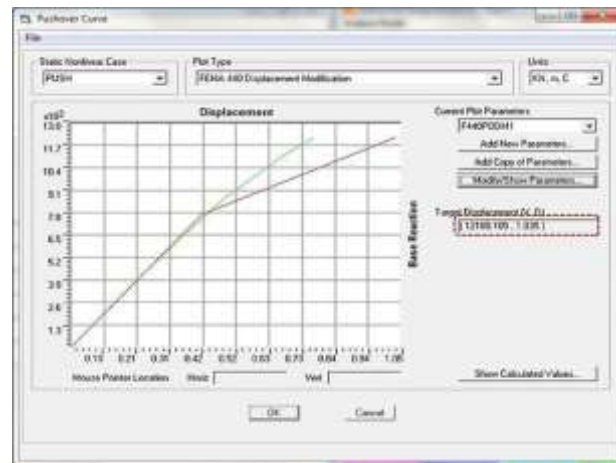
Belum terjadi sendi plastis pada elemen struktur.



Gambar 1. Mekanisme sendi plastis pada step 1

Kapasitas dan Target Perpindahan Struktur. Untuk mendapatkan perilaku

struktur pasca keruntuhan maka perlu dibuat analisis *pushover* untuk membuat kurva hubungan gaya geser dasar dan perpindahan lateral titik kontrol sampai minimal 150 % dari target perpindahan, δ_t . Adapun kapasitas gaya gempa (V) dan target perpindahan (D) yang diperoleh dari hasil analisis pushover dapat dilihat dari grafik berikut:



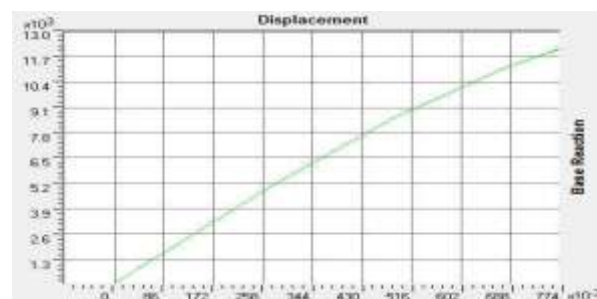
Gambar 2. Grafik hubungan gaya geser dasar dan perpindahan target

Berdasarkan persentase angka kemandan struktur yang diambil dari nilai yang diijinkan terhadap kemampuan struktur sebenarnya sampai terjadi keruntuhan (*Collapse*) untuk kondisi yang sesuai dengan data perencanaan hotel Golden Tulip, dapat dikatakan bahwa pemerintah memberikan safety faktor yang cukup besar, hal ini dilakukan bukan hanya untuk menjaga kemandan struktur, namun juga untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna bangunan tersebut.

D. Penutup

Berdasarkan hasil analisis *static non- linier pushover* dengan program SAP 2000, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan antara base shear dan roof displacement, serta nilai nilai-nilai pada titik performance point.



Gambar 3. Grafik hubungan gaya geser dasar dan perpindahan atap

Dari hasil analisis *pushover* diperoleh nilai-nilai pada *performance point* antara lain, gaya geser dasar efektif (V) sebesar 12180,105 KN, simpangan atap (D) sebesar 1,035 m, periode efektif (T) sebesar 1,332 detik dan redaman sebesar 5,3%. Dari nilai tersebut dapat ditentukan kriteria kinerja struktur berdasarkan *code ATC-40*.

- 2 Berdasarkan nilai *performance point* diperoleh nilai maksimum total drift dan maksimum in-elastik drift berturut-turut sebesar, 0,0093 dan 0,0049. Berdasarkan kriteria kinerja struktur ATC-40, nilai tersebut masuk dalam kategori kriteria *Immediate Occupancy (IO)*, yang berarti bila terjadi gempa gedung tidak mengalami kerusakan struktural dan non struktural sehingga bangunan tersebut tetap aman digunakan.
3. Berdasarkan gambar dan tabel distribusi mekanisme sendi plastis, dapat dilihat bahwa sendi plastis mulai muncul pada step ke 2 pada level B, kemudian terus meningkat seiring penambahan gaya gempa yang diberikan sampai

- mencapai level C pada step ke- 5 dan iterasi berhenti pada step ke-6.
4. Mekanisme sendi plastis terlebih dahulu terjadi pada kolom, tepatnya pada lantai 1 (satu). Hal ini menggambarkan bahwa perencanaan struktur dari gedung tersebut, tidak memenuhi konsep Kolom kuat-balok lemah (*Strong coloumn-weak beam*). namun termasuk dalam konsep, Balok kuat-kolom lemah (*Strong beam-weak coulumn*). Perencanaan dengan konsep tersebut dinilai kurang baik, karena kegagalan dari kolom pada suatu tingkat akan mengakibatkan keruntuhan dari struktur bangunan secara keseluruhan.
 5. Berdasarkan hasil analisis terhadap kapasitas dan target perpindahan struktur, diperoleh angka keamanan terhadap kemampuan struktur sebenarnya dalam menerima gaya gempa sebesar 32,58%, dan ditinjau dari target perpindahan, diperoleh angka keamanan sebesar 17,391%.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- ATC-40. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume I*. California. Seismic Safety Commission State of California.
- Benjamin Lumantarna, Ikhsan Gunawan dan Eka Wijaya. “*Keandalan Analisa Pushover untuk Meramal Perilaku Seismik Nonlinier Struktur Portal terbuka dengan Reentrant Corner*”.
- Dewobroto, Wiryanto. *Evaluasi“ Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP 2000”*.
- FEMA-273. 1997. *NEHRP Guidelines For the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Virginia. American Society of CivilEngineers .
- FEMA-356. 2000. *Prestandard and Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*. Virginia. American Society of Civil Engineers .
- FEMA-440. 2005. *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Virginia. American Society of Civil Engineers .