

Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover

(Studi: Gedung Tugu Reasuransi Indonesia Jakarta)

Ketut Nuraga, Dewa Ayu Putu Adhiya Garini Putri, Ketut Antriksa,
Joao Ficher Abrinto Noni

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Nasional, Indonesia

E-mail : ketutnuraga@undiknas.ac.id

ABSTRACT : Hasil analisis daktilitas struktur gedung beton bertulang dengan metode analisis Pushover menggunakan program SAP2000 didapat besarnya perpindahan pada sendi plastis saat ultimit dengan sendi plastis yang pertama kali terbentuk, diperoleh faktor daktilitas pada arah x sebesar $(\mu) = 2,29$ dan arah faktor daktilitas arah y sebesar $(\mu) = 2,42$ nilai faktor aktual daktilitas tersebut menunjukkan bahwa struktur gedung tersebut bersifat Daktail parsial, dimana struktur mengalami respon inelastic.

Kata kunci: Analisis Pushover, Sendi Plastis, Daktilitas.

1. PENDAHULUAN

struktur gedung yang akan dievaluasi pada tulisan ini menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus dengan daktilitas penuh sehingga diambil faktor reduksi gempa maksimum $(R) = 8,5$ dengan nilai faktor daktilitas $(\mu) = 5,3$. Faktor daktilitas (μ) adalah rasio antara simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan (δ_m) dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama (δ_y) . Analisis *pushover* digunakan untuk mengevaluasi kinerja

struktur bangunan pada saat terjadi gempa dengan direpresentasikan menggunakan level kinerja sesuai aturan, sehingga perencanaan ini biasa disebut dengan perencanaan tahan gempa berbasis kinerja. Level kinerja akan memberitahukan perilaku keruntuhan.

1.1 Rumusan Masalah

Apakah analisis kinerja struktur Gedung TUGURE dengan metode *Analisis Pushover* dalam menentukan nilai faktor Daktilitas (μ) sesuai yang di rencanakan, dengan menggunakan bantuan program SAP2000?

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah: Untuk mengetahui apakah analisis kinerja struktur yang ada dapat mencapai nilai faktor daktilitas yang diharapkan.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Daktilitas

Daktilitas merupakan kemampuan struktur berdeformasi pasca-elastik yang secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, meskipun sudah berada dalam kondisi menuju keruntuhan. Saat gempa terjadi daktilitas pada struktur menyebabkan terjadinya sendi plastis secara bertahap. Sendi plastis inilah yang bertugas menahan beban gempa yang besar. Hal tersebut dikarenakan energi kinetik akibat gerakan tanah yang diterima akan diserap oleh sendi plastis tersebut.

Faktor daktilitas yaitu rasio antar simpangan maksimum struktur saat mencapai kondisi ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung saat terjadinya pelepasan pertama pada struktur tersebut.

Nilai daktilitas didapat melalui perbandingan perpindahan saat runtuh (Δ_{max}) dan perpindahan saat leleh (Δ_{yield}).

$$\mu = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{yield}} = \frac{\delta u}{\delta y}$$

μ = Daktilitas

Δ_{max} = Perpindahan maksimum

Δ_{yield} = Perpindahan leleh

δu = Displament diambang keruntuhan struktur

δy = Displament pada saat leleh pertama

Tabel 2.1. Parameter Daktilitas Struktur

Taraf kinerja struktur gedung	M	R
Elastik penuh	1,0	1,6
Daktail Parsial	1,5	2,4
	2,0	3,2
	2,5	4,0
	3,0	4,8
	3,5	5,6
	4,0	6,4
	4,5	7,2
Daktilitas Penuh	5,3	8,5

2.2 Mekanisme Sendi Plastis

Sendi Plastis merupakan kondisi ujung-ujung elemen struktur yang semula

kaku atau terjepit sempurna, kemudian berubah menjadi sendi (*pinned*) akibat terjadinya penurunan kemampuan elemen struktur dalam menahan beban-beban yang bekerja. Pemodelan sendi digunakan untuk mendefinisikan perilaku nonlinear *force-displacement* yang dapat ditempatkan pada beberapa tempat berada disepanjang bentang balok atau kolom. Sendi diasumsikan terletak pada masing-masing ujung elemen balok dan elemen kolom.

2.3 Analisis *Pushover*

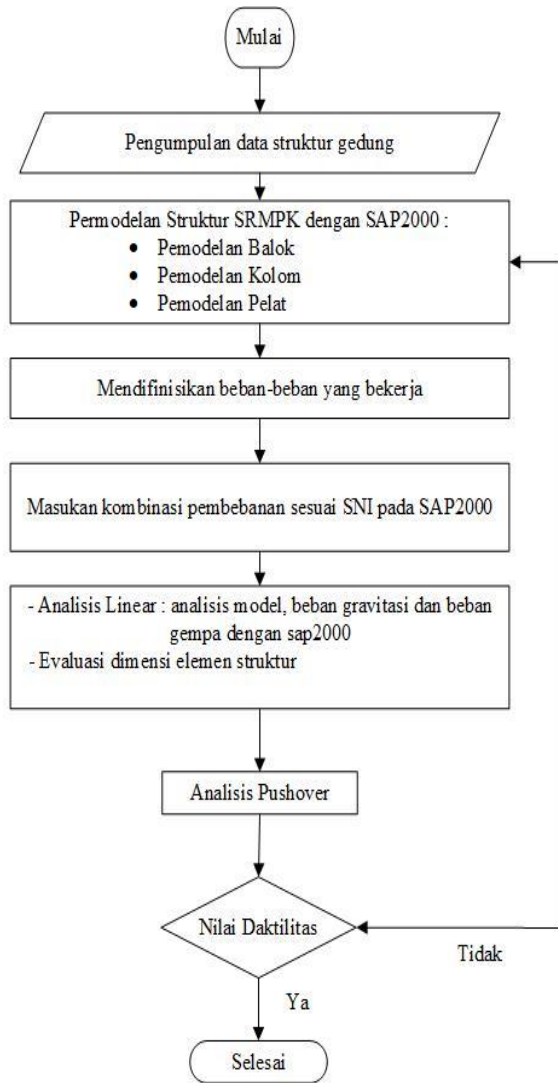
Analisis *Pushover* merupakan analisis statik nonlinear yang digunakan untuk mengetahui perilaku keruntuhan struktur terhadap beban lateral. Analisis dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian ditingkatkan secara bertahap hingga mencapai suatu target perpindahan lateral yang ditetapkan. Pada analisis *pushover*, struktur mengalami leleh di satu atau lebih lokasi di struktur tersebut. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linear sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku nonlinear.

Tujuan Analisis *Pushover* adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja dari

struktur yang kritis. Selanjutnya dilihat bagian-bagian yang terjadi kerusakan dan memerlukan perhatian khusus. Pada analisis *pushover* akan menghasilkan kurva *pushover*, yaitu kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (V) dan perpindahan titik acuan (D).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



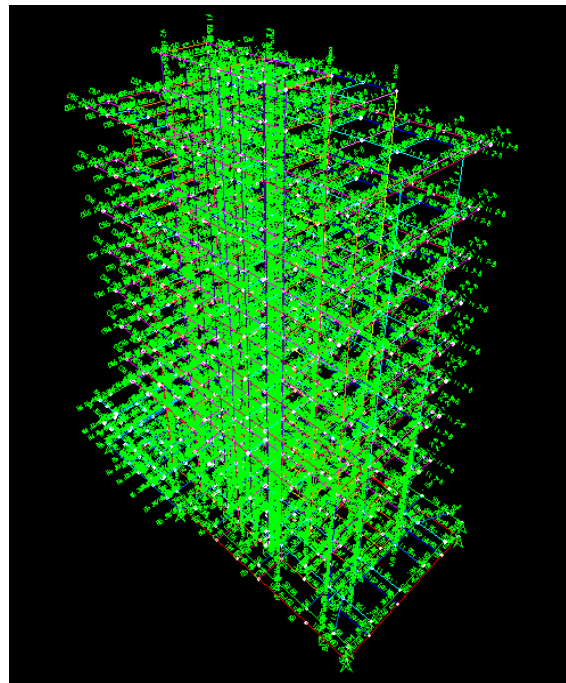
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Linear Beban Gravitasi dan Beban Gempa.

Setelah dilakukan proses desain terhadap beban gravitasi dan beban gempa

dengan menggunakan SAP2000 dengan berbagai kombinasi pembebanan didapatkan dimensi elemen struktur bangunan tersebut seperti gambar 4.1



Gambar 4.1 Dimensi struktur tampilan 3D

4.2 Hasil Analisis Pushover

Hasil dari analisis Nonlinear Statik Pushover berupa Kurva kapasitas (*capacity curve*) merupakan kurva hubungan antara perpindahan lateral lantai teratas/atap (*displacement*) dengan gaya geser dasar (*base shear*) sebagai hasil dari analisis pushover yang disajikan dalam gambar 4.2 dan gambar 4.

Diketahui besarnya daktilitas aktual yang terjadi pada struktur berdasarkan grafik pada gambar 4.2 dan 4.3 maka perlu diperhitungkan besarnya perpindahan pada sendi plastis saat ultimit dengan sendi plastis yang pertama kali terbentuk, diperoleh faktor daktilitas pada arah x sebesar $(\mu) = 2,29$ dan arah faktor daktilitas arah y sebesar $(\mu) = 2,42$. Nilai faktor aktual daktilitas menunjukkan bahwa struktur gedung tersebut bersifat Daktil parsial, dimana struktur mengalami respon inelastic. Dan Analisis

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Analisis pushover arah x menghasilkan 41 step dan arah y menghasilkan 48 step, serta sendi plastis pertama terbentuk di bagian balok koridor lalu terbentuk sendi plastis lainnya di balok-balok
2. lainnya, namun pada balok koridor yang telah terbentuk sendi plastis pertama sudah mengalami rotasi inelastis sebesar kapasitas rotasinya sehingga mulai kehilangan kekuatan.
3. Nilai Daktilitas yang di dapat pada Struktur Gedung PT. Tugu Reasuransi Indonesia Jakarta Pusat

pushover arah x menghasilkan 41 step (tabel 4.1) dan arah y menghasilkan 48 step (tabel 4.2), serta sendi plastis pertama terbentuk di bagian balok koridor lalu terbentuk sendi plastis lainnya di balok-balok lainnya, namun pada balok koridor yang telah terbentuk sendi plastis pertama sudah mengalami rotasi inelastis sebesar kapasitas rotasinya sehingga mulai kehilangan kekuatan Artinya elemen struktur tidak kuat menahan beban gempa rencana sesuai SNI 03-1726-2019 pada arah

adalah sebesar $(\mu) = 2,29$ arah x dan $(\mu) = 2,42$ arah y. Nilai Daktilitas ini tidak mencapai faktor daktilitas yang direncanakan $(\mu) = 5.3$. Dengan demikian Struktur gedung tersebut bersifat Daktil Parsial

4. Tabel kurva *Pushover* memberikan gambaran perilaku struktur gedung dari tahap kondisi level BtoIO dan IOtoLS yang artinya struktur masih dalam kondisi aman.

5.2 Saran

1. Memperhatikan parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses analisis *Pushover* dengan bantuan program SAP2000, agar hasil analisis

sesuai dengan kondisi yang terjadi akibat gempa.

2. Proses desain struktur bangunan harus memperhatikan kondisi pasca elastik untuk memperoleh tingkat kinerja struktur sesungguhnya, terutama dalam menahan beban gempa.
3. Untuk Penelitian selanjutnya Jika terdapat elemen *Sher Wall* gunakan program ETEBS agar bisa *define hinges (fiber section)* pada struktur yang akan di analisis.
4. Perlu diteliti kembali tingkat kinerja struktur berdasarkan metode analisis *pushover* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik mengenai perilaku struktur terhadap gempa.
5. Perlu juga dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan hasil analisis *Pushover* dengan metode *Time History*, untuk mengetahui keakuratan hasil analisis terhadap perilaku struktur akibat gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, N. R., 2010. *Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program SAP 2000*. (Jurnal Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta).
- Asri, Y.T, 2019. *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Analisis Pushover (Studi Kasus Gedung Fisip Unjani Cimahi)*. (Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UPI-YPTK Padang Sumatera Barat).
- Anungrah Pamungkas dan Erny Harianti, Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa (Ed. I. – Yonktakarta: ANDI)
- ASCE. (2000). “FEMA 356 - Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings”, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, D.C.
- ATC 40. 1996. *Seismic Evaluation And Retrofit Of Concrete Building Volume 1*. 555 Twin Dolphin Drive, Suite 550 Redwood City, California
- Badan Standar Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung (SNI 1726-2012)*. Jakarta.
- Cipto Utomo, Rokkhamad Irfan Susanto, 2012. *Evaluasi Struktur Dengan Pushover Analysis Pada Gedung Kalibata Residences Jakarta*. (Jurnal Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro)
- Federal Emergency Management Agency (1997). *Nehrp Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings (FEMA 273)*, Washington, USA.

Simon Dagong, 2017. *Evaluasi Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover (Studi: Gedung A Kampus Universitas Pendidikan Nasional Denpasar)*. (Jurnal Tugas akhir, jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pendidikan Nasional Denpasar)

Tjokrodimuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit: Yokyakarta