

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR SHEAR WALL DAN BRACING PADA SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER

Muhsin Rafi'i K.¹, Nurul Rochmah, ST., MT., M.Sc.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Email : muhsinrafi97@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is included in the Pacific Ring of Fire, building planning in the territory of Indonesia must take into account the resistance of buildings to earthquakes. School building planning, can be done by providing rigidity with a shear wall stiffening structure or bracing on the structural system so that it can withstand earthquakes. The analysis was carried out by testing the performance of the stiffener structure between shear wall and bracing to find out the results of a better performance comparison using the pushover method. The results of the tests carried out show that both are at the same level in Immediate Occupancy (IO). Structures that use shear walls are stiffer than those using bracing.

Keywords: Shear wall, Bracing, Pushover

ABSTRAK

Indonesia termasuk dalam daerah cincin api pasifik, perencanaan bangunan di wilayah Indonesia harus memperhitungkan ketahanan bangunan terhadap dan gempa bumi. Perencanaan bangunan sekolah, dapat dilakukan dengan memberi kekakuan dengan struktur pengaku *shear wall* atau *bracing* pada sistem strukturnya agar dapat menahan gempa bumi. Analisis dilakukan dengan pengujian kinerja struktur pengaku antara *shear wall* dan *bracing* untuk mengetahui hasil perbandingan kinerja yang lebih baik dengan menggunakan metode *pushover*. Hasil dari pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa keduanya berada pada level yang sama pada *Immediate Occupancy* (IO). Struktur yang menggunakan *shear wall* lebih kaku dibandingkan menggunakan *bracing*.

Kata kunci: Dinding geser, bresing, Pushover

1. PENDAHULUAN

Indonesia tergolong negara yang memiliki potensi bencana gempa yang tinggi. terlebih lagi pada provinsi Jawa timur yakni tumbukan antar lempeng di selatan Jawa timur dan sesar aktif di Jawa hal tersebut dapat mengancam sebagian besar wilayah di Jawa timur salah satunya kota Surabaya juga dilewati oleh sesar aktif yang berpotensi terjadinya gempa dengan skala yang cukup besar. Oleh karena adanya ancaman gempa, diperlukan upaya untuk memenuhi kebutuhan bangunan seismik. Maka, perencanaan gedung sekolah harus dilakukan dengan sebaik mungkin dikarenakan Sekolah termasuk bangunan dengan resiko keamanan yang tinggi terkait fungsi layanan dari Sekolah dan memperhatikan dari aspek banyaknya nyawa manusia yang ada didalam bangunan tersebut. Perencanaan sekolah dilakukan dengan memberi kekakuan struktur pengaku pada sistem strukturnya mampu menahan gempa bumi. Untuk memperkuat

gedung sekolah, digunakan struktur pengaku antara shear wall dan bracing kedua jenis struktur pengaku tersebut tidak dipasangkan dalam satu bangunan gedung yang sama saat dilakukan proses uji menggunakan bantuan software SAP2000 untuk mengetahui perbandingan kinerja target displacement pushover diantara shear wall dan bracing berdasarkan acuan atc 40, FEMA 440.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Shear wall

Dinding Geser adalah jenis struktur dinding yang didasarkan pada beton bertulang dan dirancang untuk menahan gaya geser lateral dari gempa bumi (Shueller, 1989). Dengan adanya dinding geser kaku pada bangunan, sebagian besar tegangan gempa akan dipindahkan ke dinding geser. Dinding geser biasanya diletakkan di luar, di dalam atau di dalam

lift atau sumur tangga. Perencanaan dinding geser yang baik tidak lepas dari pemilihan bentuk, lokasi penempatannya, dan bentuk jenis keruntuhannya. Dinding geser dapat memberikan kekuatan dan kekakuan.

1. Kekuatan

a) Dinding geser harus cukup kuat untuk menahan gempa horizontal.

b) Ketika dinding geser cukup kuat, mereka dapat mentransfer gaya horizontal ke elemen di bawahnya, seperti dinding geser lainnya, lantai, dan dinding pondasi.

2. Kekakuan

a) Dinding geser memberikan kekakuan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas sisi bergoyang berlebihan.

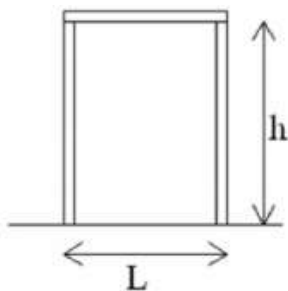
b) Sebuah bangunan yang cukup kaku tidak mungkin menyebabkan kerusakan struktural.

Bracing

Sistem struktur yang digunakan untuk menahan gempa adalah sistem yang kuat, salah satunya yaitu bresing atau pengekan. Umumnya bresing diletakkan menyilang diagonal yang menggunakan konfigurasi bervariasi pada bagian dalam portal struktur. Sistem rangka bresing dirancang untuk menahan gaya lateral dan memberikan tingkat kekakuan yang baik. Kekakuan sistem ini disebabkan oleh elemen pengaku, yang menahan gaya lateral (*Sabelli, Roeder, dan Hajjar 2013*).

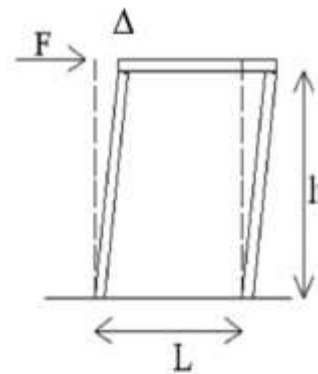
Pada dasarnya, truss lebih tepat didefinisikan sebagai rangka di mana rangka geser dicegah oleh elemen pendukung struktur dan bukan rangka struktural.

Dalam stabilitas perencanaan struktur sangatlah sulit dikarenakan gabungan dari elemen-elemen, mengenai kestabilan struktur digambarkan pada gambar di bawah ini :

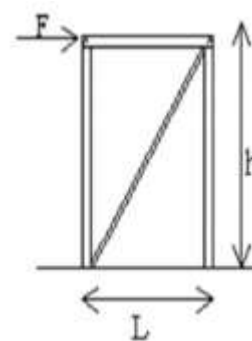


Gambar 1. Susunan balok dan kolom

Gambar 1 merupakan suatu portal tanpa struktur pengaku dan Gambar 2 merupakan perilaku struktur dari portal di atas dan terjadi ketidakstabilan pada portal tersebut.

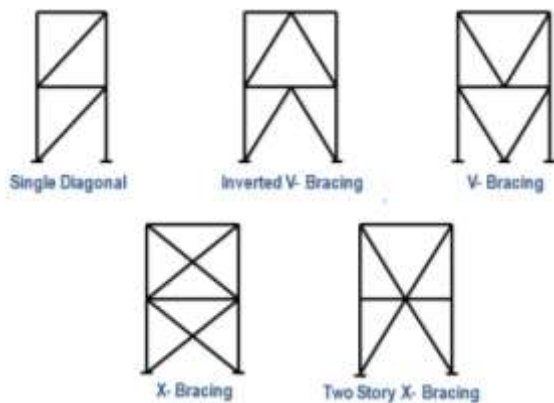


Gambar 2. Ketidakstabilan terhadap beban horizontal



Gambar 3. Tiga metode dasar kestabilan

Pada Gambar 2, cara pertama adalah dengan menambahkan elemen penataan diagonal pada struktur, sehingga struktur tidak berubah bentuk dalam bentuk jajar genjang seperti pada Gambar 3, hal ini karena penambahan elemen penataan diagonal, gaya yang diberikan pada struktur telah diarahkan ke semua bagian termasuk elemen. Secara diagonal, gaya yang diterima pada struktur akan berkurang, sehingga lendutan yang dihasilkan akan lebih kecil dibandingkan tanpa struktur diagonal. Saat menempatkan bresing dan dinding geser, mereka harus simetris. Braced Frame adalah portal yang dilengkapi dengan bracing yang dimaksudkan untuk menggantikan sisi atau memanfaatkan struktur. Dalam penerapan bresing memiliki berbagai model atau bentuk yang telah berkembang di umum dengan sebagai berikut contohnya :



Gambar 4. Berbagai bentuk bracing

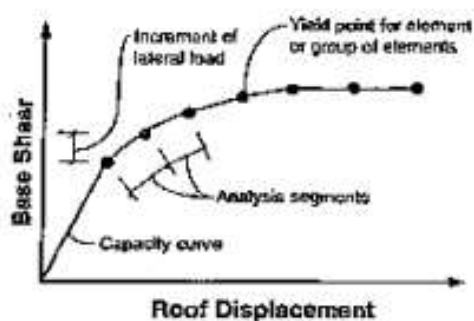
Pushover

Analisa statik pushover merupakan analisis statik nonlinier, dimana pengaruh desain seismic pada struktur gedung dianggap sebagai beban statis pada titik berat masing-masing lantai, nilainya dinaikkan secara bertahap hingga beban tersebut terlampaui sehingga menimbulkan sendi plastis pertama pada struktur gedung, kemudian mengalami peningkatan beban lebih lanjut, mengalami deformasi pasca-elastis yang hebat hingga mencapai tujuan transisi yang diharapkan atau mencapai keadaan plastis.

Analisis pushover bertujuan untuk mengidentifikasi perilaku seismik struktur terhadap beban gempa rencana, memperoleh nilai faktor daktilitas aktual dan faktor reduksi gempa aktual struktur, memplot kurva kapasitas dan menunjukkan distribusi sendi plastis yang terjadi.

Kurva Kapasitas

Hasil analisis gaya dorong statik nonlinier berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya geser pada dasar dan simpangan atap, seperti terlihat pada gambar. Kemudian hubungan tersebut digambarkan dalam suatu kurva yang kemudian disebut kurva kapasitas struktural.



Gambar 5. Kurva kapasitas

Tingkat Kinerja Struktur Dengan Metode ATC-40

Respon struktur bangunan terhadap gerakan tanah saat gempa menyebabkan perpindahan lateral dan deformasi setiap elemen struktur. Dengan tingkat respon yang rendah maka elemen deformasi berada pada daerah elastis (linier) dan tidak terjadi kerusakan elastis dan bangunan mengalami kerusakan. Untuk memberikan kinerja seismik yang handal, bangunan harus memiliki sistem ketahanan geser yang lengkap dan mampu membatasi perpindahan lateral akibat gempa. Faktor fundamental yang dapat mempengaruhi kemampuan sistem penyerap gaya geser adalah massa bangunan, kekakuan, redaman dan konfigurasi kapasitas deformasi elemen, kekuatan dan karakter gerakan tanah (ATC40,1996).

Pada ATC-40, metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja struktur adalah metode spektrum kapasitas. Metode spektrum kapasitas adalah format antara spektrum percepatan, spektrum perpindahan, atau disebut format Acceleration Displacement Response Spectra (ADRS).

Tingkat kinerja didasarkan pada ATC-40, di mana tingkat kinerja digambarkan oleh perpindahan lateral sehubungan dengan kurva hubungan antara ketinggian pekerja atau kurva kapasitas. Kurva beban mewakili plot gaya geser dasar total akibat gempa "V" pada struktur untuk kenaikan beban yang berbeda dan perpindahan lateral bangunan di atap untuk tingkat gaya lateral tertentu.

Tingkat Kinerja Struktur Dengan Metode FEMA 356

Tingkat kinerja FEMA 356 kurang lebih sama dengan tingkat ATC-40. Konsep tingkat kinerja struktur berdasarkan desain berbasis kinerja yang mendefinisikan tingkat kinerja (Performance Level) yang harus dicapai ketika struktur mengalami gempa dengan intensitas tertentu. Penentuan tingkat kinerja suatu bangunan dapat didasarkan pada aturan keselamatan yang diberikan kepada pengguna bangunan pada saat dan sebelum gempa, pada biaya kerusakan maksimum, pertimbangan ekonomi dari pemilik bangunan yang akan dibangun. FEMA mengatur tingkat bangunan sebagai berikut:

- Fully operational (FO) adalah keadaan dimana suatu bangunan masih dapat dioperasikan segera setelah gempa (operational safety). Elemen struktur utama tidak mengalami kerusakan dan elemen struktur non-struktural mengalami kerusakan yang sangat kecil, sehingga tidak ada masalah (kondisi rusak).
- Immediate Occupancy (IO) adalah kondisi dimana struktur secara umum masih dianggap aman untuk dioperasikan. segera setelah gempa (kondisi kerusakan). Ada kerusakan kecil, tetapi perbaikan tidak mempengaruhi penggunaan bangunan. Oleh

karena itu, bangunan tingkat ini dapat digunakan segera setelah gempa.

- Life Safety (LS) adalah suatu kondisi dimana struktur gedung mengalami kerusakan sedang (skala kerusakan), sehingga diperlukan perbaikan. Gedung dapat digunakan kembali setelah diperbaiki (kondisi operasi).

- Collapse Prevention (CP) mengalami kerusakan parah (parah), tetapi tetap berdiri, tidak roboh, atau ambruk sama sekali. Elemen non-struktural telah runtuh. Pada tingkat kinerja ini, bangunan tidak lagi dapat digunakan (kondisi operasional).

Tingkat Kinerja Struktur Dengan Metode FEMA 440

Metode FEMA 440 merupakan evolusi dari Metode Koefisien Perpindahan FEMA 356, atau bisa juga disebut sebagai Metode Koefisien Perpindahan yang Ditingkatkan. Secara umum dasar perhitungan metode FEMA 440 sama dengan metode FEMA 356, dengan hasil akhir menentukan setpoint perpindahan (δT).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian kali ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan ialah data eksisting bangunn gedung sekolah meliputi gambar denah, data tanah, data mutu mterial yang digunakan. Lalu untuk data primer yang digunakan ialah berupa studi literatur yang berhubungan dengan topik analisis dan peraturan SNI sebagai acuan atau standart dalam penelitian ini.

Pengolahan Data

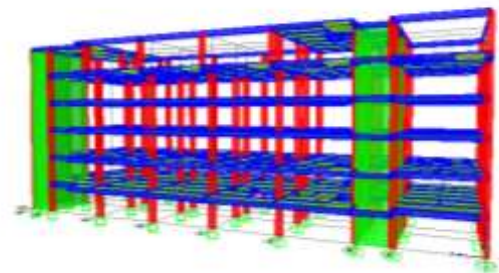
Dalam pengolahan data metode yang akan digunakan ialah :

1. Melakukan perhitungan pembebanan dan beban yang akan dimasukan adalah beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban angin.
2. Permodelan struktur dalah tahap ini permodelan struktur shear wall dan bracing akan dibuatkan permodelan 3D dibantu dengan software SAP2000 dalam permodelan ini akan menginput data yang telah didapat dan perhitungan beban-beban pada tahap sebelumnya.
3. Mengecek target displacement menggunakan acuan ATC40, FEMA440

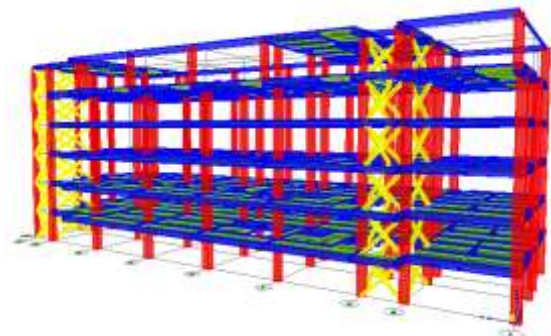
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan

Dalam pemodelan dan analisa struktur menggunakan bantuan software SAP 2000 v.21. Pemodelan 3 dimensi yang dilakukan menggunakan 2 tipe model, untuk tipe 1 struktur dengan sistem pengaku dengan shear wall sedangkan untuk tipe 2 menggunakan struktur dengan sistem pengaku dengan bracing. Bangunan yang akan dianalisis ialah sekolah yang berlokasi di kota Surabaya dengan jumlah 6 lantai dengan atap dan struktur yang dipakai menggunakan struktur beton bertulang. Hasil permodelan struktur 3 dimensi seperti gambar di bawah ini.



Gambar 6. Struktur tipe 1 dengan shear wall



Gambar 7. Struktur tipe 2 dengan bracing

jenis-jenis dimensi kolom yang digunakan adalah sebagai berikut :

- K1 : 50 x 50 cm
- K2, K3, K4, K5, K6, K8, K9 : 65 x 75 cm
- K7 : 60 x 75 cm

Jenis-jenis dimensi balok yang digunakan adalah sebagai berikut :

- B1A3 : 15 x 30 cm
- B34 : 30 x 40 cm
- B37 : 30 x 70 cm
- B46 : 40 x 60 cm
- B47 : 40 x 70 cm

Dari data yang telah didapatkan nilai N-Spt tanah untuk lokasi bangunan sekolah adalah 12,7. Mutu bahan yang digunakan berdasarkan data yang telah didapat kan adalah sebagai berikut :

- Mutu beton kolom : f'_c 25 Mpa
- Mutu beton balok : f'_c 25 Mpa
- Mutu beton shear wall : f'_c 25 Mpa
- Mutu besi tulangan : BJTP-280.

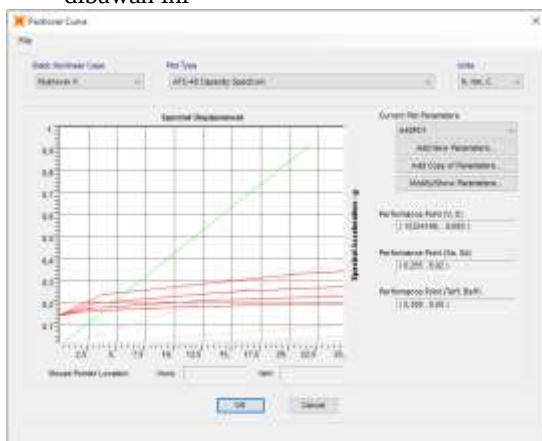
BJTS-420

- Mutu baja : f_y 240 Mpa, F_u 320 Mpa

Target Displacement

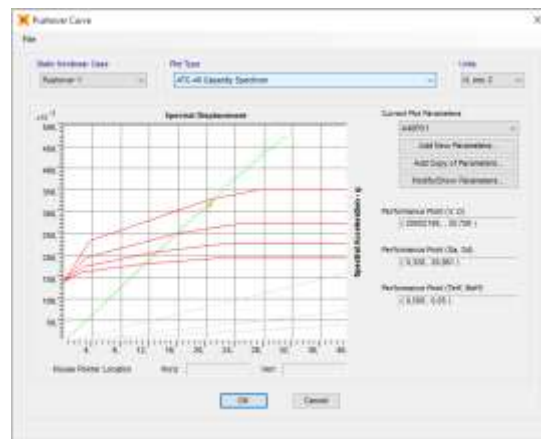
• Struktur tipe 1

1. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 9,693 mm pada pushover arah x berdasarkan ATC 40 dengan kurva seperti dibawah ini



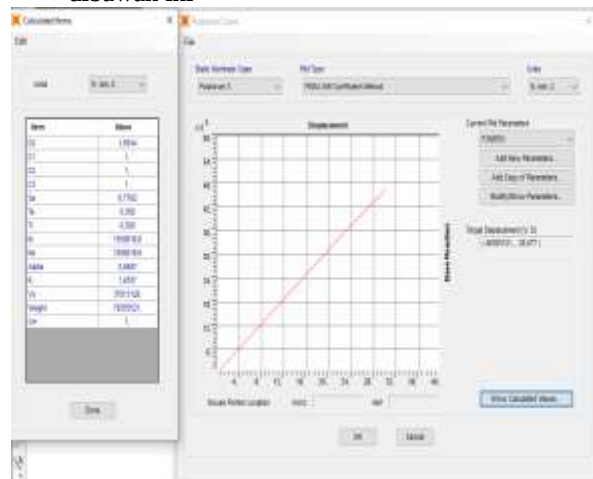
Gambar 8. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan ATC 40

2. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 30,726 mm pada pushover arah y berdasarkan ATC 40 dengan kurva seperti dibawah ini



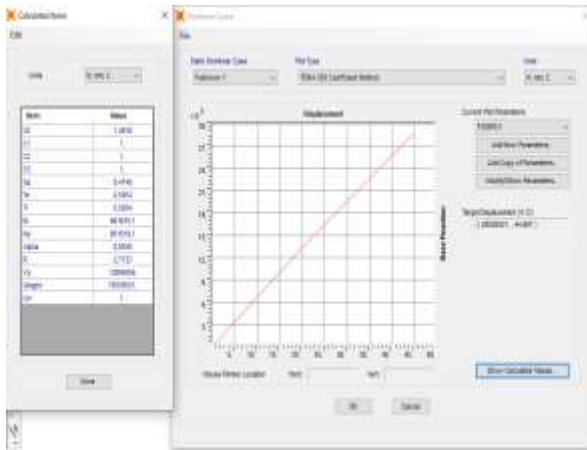
Gambar 9. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan ATC 40

3. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,03 m pada pushover arah x berdasarkan fema 356 dengan kurva seperti dibawah ini



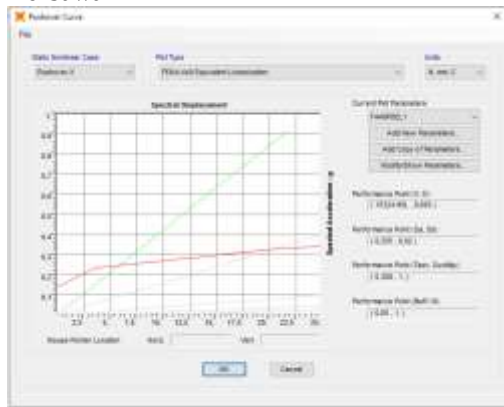
Gambar 10. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 356

4. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,044 m pada pushover arah y berdasarkan fema 356 dengan kurva seperti dibawah ini



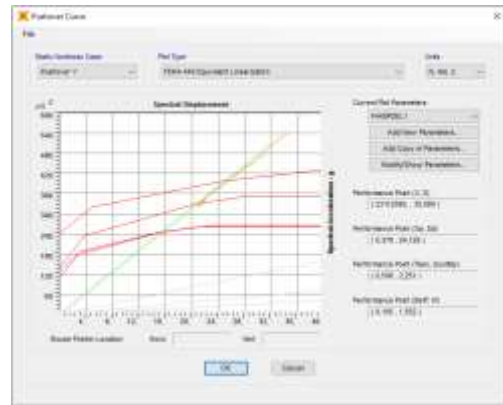
Gambar 11. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan FEMA 356

5. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 9,693 mm pada pushover arah x berdasarkan fema 440 dengan kurva seperti dibawah ini



Gambar 12. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 440

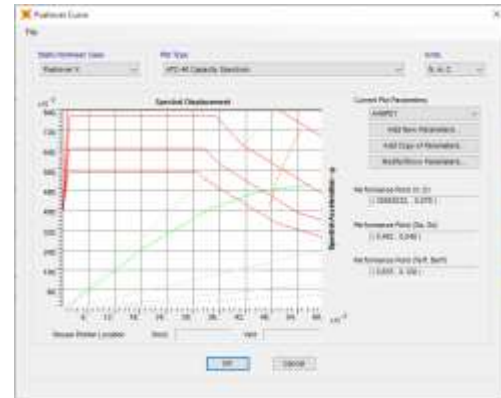
6. Untuk struktur tipe 1 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 9,693 mm pada pushover arah x berdasarkan fema 440 dengan kurva seperti dibawah ini



Gambar 13. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan FEMA 440

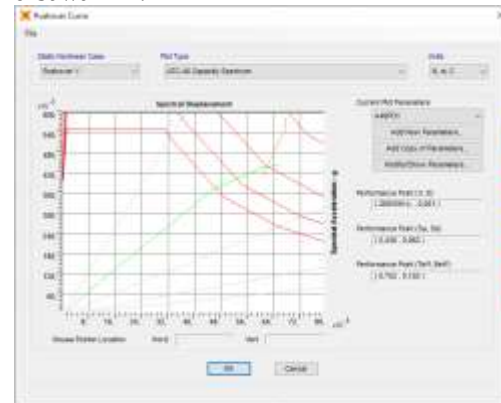
• Struktur Tipe 2

1. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,079 m pada pushover arah x berdasarkan ATC 40 dengan kurva seperti dibawah ini.



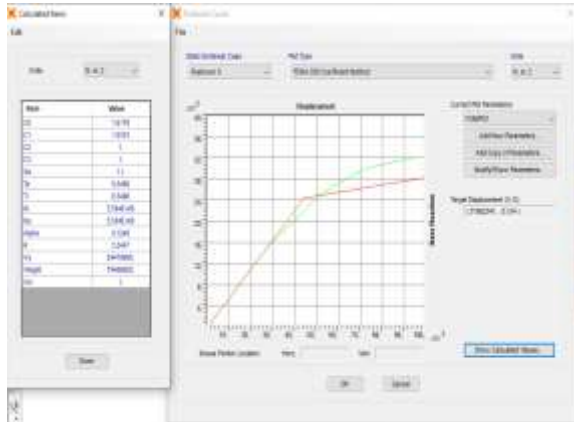
Gambar 14. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan ATC 40

2. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,081 m pada pushover arah y berdasarkan ATC 40 dengan kurva seperti dibawah ini.



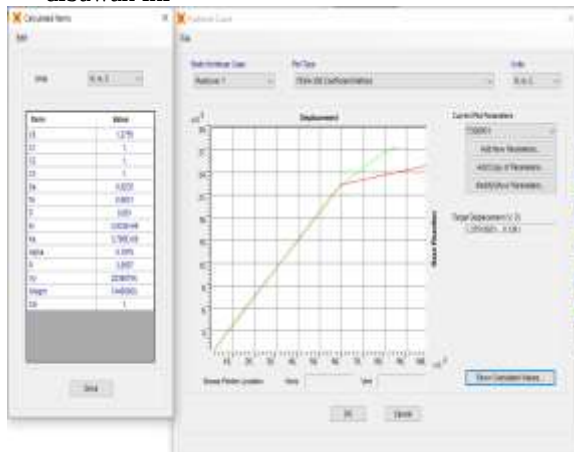
Gambar 15. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan ATC 40

3. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,15 m pada pushover arah x berdasarkan fema 356 dengan kurva seperti dibawah ini



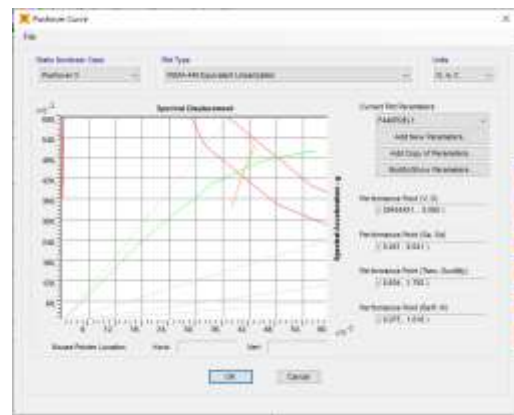
Gambar 16. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 356

4. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,139 m pada pushover arah x berdasarkan fema 356 dengan kurva seperti dibawah ini



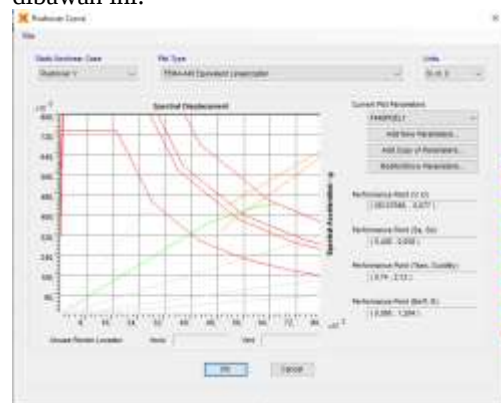
Gambar 17. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan FEMA 356

5. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,065 m pada pushover arah x berdasarkan FEMA 440 dengan kurva seperti dibawah ini.



Gambar 18. Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 440

6. Untuk struktur tipe 2 dengan shear wall hasil dari target displacement Dengan nilai target displacement 0,077 m pada pushover arah Y berdasarkan FEMA 440 dengan kurva seperti dibawah ini.



Gambar 19. Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan FEMA 440

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa pada penelitian kali ini telah didapatkan kesimpulan seperti berikut :

1. Nilai displacement yang diperoleh dari analisa pushover arah x berdasarkan ATC40 pada struktur yang menggunakan shear wall dan bracing masing masing adalah 0,009693 m dan 0,079 m. . Sedangkan untuk pushover arah y nilai displacement struktur degan shear wall dan bracing adalah 0,030 m dan 0,081 m
2. Nilai displacement yang diperoleh dari analisa pushover arah x berdasarkan FEMA 356 pada struktur menggunakan shear wall dan bracing masing-masing adalah 0,03 m dan 0,15 m. Sedangkan untuk pushover arah y nilai displacement struktur degan shear

wall dan bracing adalah 0,044 m dan 0,139 m

3. Nilai displacement yang diperoleh dari analisa pushover arah x berdasarkan FEMA 440 pada struktur shear wall dan bracing berikut masing-masing nilainya 0,009 m dan 0,065 m. Sedangkan untuk pushover arah y nilai displacement struktur dengan shear wall dan bracing adalah 0,035 m dan 0,077 m
4. Dapat disimpulkan bahwa nilai displacement pada struktur yang menggunakan shear wall lebih kecil dibandingkan dengan struktur yang menggunakan bracing maka struktur yang menggunakan shear wall masih lebih kaku daripada menggunakan bracing.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, E. C. (2014). *Sistem struktur penyangga beban pada gedung bertingkat*. 5(2), 40–51.
- ASCE. (2000). American Society of Civil Engineers, FEMA 356 Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building. *Rehabilitation*, November.
- Astuti, P. (2016). Studi Perbandingan Dinding Geser dan Bracing Tunggal Konsentris sebagai Pengaku pada Gedung Bertingkat Tinggi. *Jurnal Ilmiah Semester Teknik*, 19(2), 176–182.
- Atc, A. (1996). 40, Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. *Applied Technology Council*, 1, 334.
- Febrianno, G. R. R. F. (2021). *PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG DUAL SISTEM DENGAN SHEAR WALL DAN BRESING KONSENTRIK TIPE CROSS PADA GEDUNG BETON BERTULANG MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER*.
- FEMA 440. (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. *FEMA 440, Federal Emergency Management Agency, Washington DC*, 440(June), 392.
- Gushendra, R., Jurusan, D., Sipil, T., Jurusan, M., & Sipil, T. (2015). *PERBANDINGAN ANALISA STRUKTUR MODEL PORTAL OPEN FRAME, BRESING DAN DINDING GESER PADA STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG* *Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X*. 17(2), 6–13.
- Sabelli, Rafael, Charles W Roeder, dan Jerome F Hajjar. 2013. “Seismic design of steel special concentrically braced frame systems.” NEHRP, Gaithersburg, USA, Seismic Design Technical Brief 8.
- Schueller, Wolfgang, 1989, “Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi”, PT.Bresco, Bandung.