

SE22-27

UJI DEFORMASI ELASTIS STEEL PLATE SHEAR WALL (SPSW) DAN CONCRETE SHEAR WALL (CSW) PADA PORTAL 2D MENGGUNAKAN ANALISIS STATIK NON-LINIER (PUSHOVER ANALYSIS)

Gita Zakiah Putri¹ dan Anadilla Niar Sitanggang² Zev Al Jauhari³

Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil dan Infrastruktur, Politeknik Astra, Jl. Gaharu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail : gita.putri@polytechnic.astra.ac.id¹, anadilla@uta45jakarta.ac.id², zevaljauhari@polbeng.ac.id³

Abstrak--Penguaku lateral merupakan sistem pertambatan lateral yang difungsikan memberikan kekakuan tambahan pada bangunan ketika dikenakan beban arah horizontal, baik itu angin, gempa, atau manifestasi beban gravitasi akibat eksentrisitas. Pertambatan lateral dapat didesain sedemikian rupa sehingga mampu menahan 75% beban lateral pada gedung sisanya diterima oleh rangka (SNI 1726:2019). Penelitian dilakukan pada bangunan 2D dengan mengambil grid pada salah satu gedung Apartment di Jakarta. Bangunan diuji menggunakan beban statik nonlinier. Apartemen yang semula menggunakan penguaku Shearwall (CSW) diubah menjadi Steel Plate Shear Wall (SPSW) dengan variasi ketebalan plate. Hasil analisis ditemukan bahwa SPSW ketebalan 17mm memiliki kemampuan tahanan setara dengan shearwall 250mm yang dikenai beban statik nonlinier (pushover) ditinjau dari deformasi, respon gaya gempa dasar, serta momen guling. Sementara pengurangan ketebalan plat SPSW dengan incemental 2mm sangat berpengaruh mengurangi kemampuan layan. Penggunaan SPSW ketebalan 17mm mampu mereduksi bobot struktur hingga 27.6% terhadap CSW 250mm.

Kata kunci: Beban lateral, Kekakuan, Pelat baja.

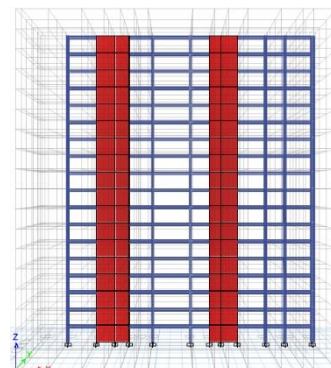
I. PENDAHULUAN

Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, gaya lateral yang timbul akibat angin, gempa, kombinasi keduanya, atau akibat dari manifestasi beban gravitasi yang disebabkan oleh eksentrisitas sangat harus diperhitungkan. Sistem penguaku lateral digunakan untuk membatasi deformasi agar bangunan tetap bisa dikategorikan sebagai layak huni. Bangunan Apartemen memiliki tingkat risiko II dengan batas deformasi maksimum hanya 2% dari ketinggian total (SNI 1726:2019 Pasal 7.2.5). Sistem Concrete Shear Wall (CSW) ataupun Steel Plate Shear Wall (SPSW) keduanya adalah sistem tambatan lateral yang dipasang pada bangunan dengan tujuan menambah kekakuan sekaligus mampu menyerap energi gaya gempa dasar memanfaatkan mekanisme deformasi bolak balik (*energy Dissipation*). Properties material khususnya modulus elastisitas baja yang nilainya berkisar 8 kali lebih besar dari modulus elastisitas beton berdampak pada tingginya tingkat daktilitas yang sangat bermanfaat apabila dibebani gaya nonlinier. Atas dasar ini, maka percobaan penggunaan plat baja sebagai penguaku lateral dengan variasi ketebalan di uji untuk memperoleh kemampuan layan, apakah SPSW menunjukan tingkat layan yang setara dengan shear wall.

II. METODOLOGI

Gambaran Struktur yang ditinjau

Apartemen menggunakan sistem ganda struktur SRPMK dan Shear Wall, dengan tinggi total bangunan 64.8 meter. Bangunan pada awalnya menggunakan sistem struktur *Shearwall* dengan ketebalan dinding geser 250mm, dipasang menerus dari pondasi hingga atap. Mutu material yang digunakan adalah beton bertulang $f_c'35$ Mpa dan BJ 41 (f_y 240 Mpa)



Gambar 1. Model Struktur Tinjauan

Permodelan dan Analisis Struktur

Permodelan dilakukan menggunakan ETABS ver.18. Grid serta elemen struktur disesuaikan dengan gambar DED gedung Apartemen X di Jakarta. Struktur akan diberikan beban statik-nonlinier / *Pushover* untuk meninjau batas kapasitas deformasi

bangunan apabila diberikan target perpindahan maksimum sebesar 2%.

Sendi plastis (PMM) di assigned pada ujung-ujung elemen rangka kolom dan balok sebagai acuan batas rotasi izin yang terjadi ketika bangunan diberi beban *pushover*. Struktur dimodel menggunakan pengaku lateral CSW dan SPSW dengan ketebalan sebagai berikut.

Tabel 1. Properties design

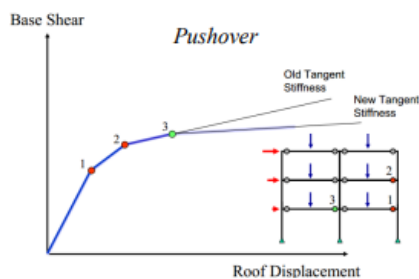
	SPSW	CSW
Mutu	Fy = 240 Mpa Fu = 410 Mpa	Fc' 35 Mpa
Dimensi	13 mm	150 mm
Pengaku lateral	15 mm 17 mm	200 mm 250 mm
Pembebanan	Static Non-Linier	Static Non-Linier

Analisis Statik Non-linier Pushover

Analisis pushover menurut ATC-40 (California Seismic Safety Commission, 1996) [1] merupakan analisis statik-nonlinier dimana respons gempa rencana terhadap gedung dianggap sebagai beban statis yang ditingkatkan *incrementally* pada pusat massa dari tiap tingkat hingga mencapai batas kelelahan (sendi plastis) hingga mengalami keruntuhan. Analisis pushover juga bisa dilakukan dengan membatasi nilai deformasi maksimum sesuai ketentuan SNI 1726:2019 [2] yaitu sebesar 2% dari total ketinggian. Pada penelitian ini, target displacement ditentukan sehingga seluruh model diasumsikan runtuh ketika perpindahan sudah mencapai target displacement yang ditentukan.

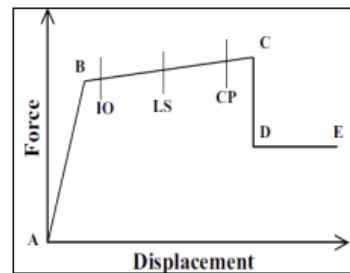
Tabel 2. Simpangan izin antar lantai
Sumber: SNI 1726:2019

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	0,025 h_{sx}	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}
Semua struktur lainnya	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}	0,010 h_{sx}



Gambar 2. Analisis pushover
Sumber : FEMA 451 [3]

Pada analisis pushover, output yang akan diperoleh adalah hubungan antara perpindahan terhadap gaya gempa total. Titik-titik pada Gambar.2 merupakan kondisi sendi plastis yang terjadi. Bangunan diharapkan memiliki kinerja pada level Collapse Prevention (CP) yakni titik berwarna hijau.



Gambar 3. Model Sendi Plastis

Gambar diatas merupakan ukuran kondisi / kinerja struktur antara perpindahan elemen terhadap pembebanan. Pada ETABS ver.18 terdapat keterangan sebagai berikut:

Tabel 3. Kriteria Sendi Plastis

A	awal pembebanan, belum terbentuk sendi plastis.
B	batas elastis, sendi plastis pertama, terbentuk dalam warna merah muda.
IO	Immediate Occupancy, sendi plastis terbentuk dalam warna biru tua
LS	Life Safety, sendi plastis terbentuk dalam warna biru muda.
CP	Collapse Prevention, sendi plastis terbentuk dalam warna hijau.
C	Collapse, sendi plastis terbentuk dalam warna kuning.
D	Residual point, sendi plastis terbentuk dalam warna oranye.
E	runtuh

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Struktur

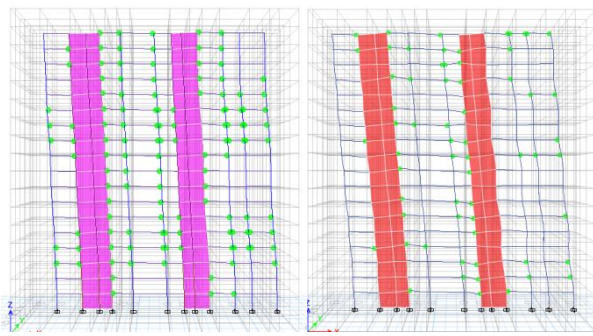
Dari hasil analisis software, diperoleh massa struktur sesuai table dibawah. Massa struktur diambil dari 100% beban DL + SDL dan ditambah 25% dari beban hidup. Hasil generating diperoleh reduksi tonase penggunaan SPSW tebal 17mm **27.6%** terhadap CSW 250mm.

Tabel 4. Berat Struktur

CSW tebal 250mm	SPSW tebal 17mm
1206.12 ton	873.28 ton

Kondisi Sendi Plastis

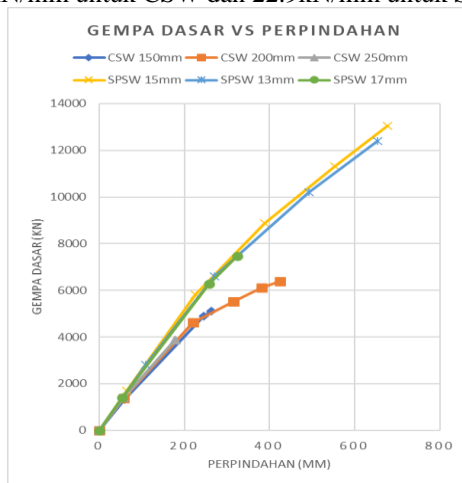
Hasil analisis diperoleh bahwa terjadi lebih banyak kondisi sendi plastis pada elemen kolom dan balok menggunakan SPSW 17mm dibandingkan CSW 250mm



Gambar 4. Hasil sendi plastis analisis pushover dengan target displacement 2%
Kiri : SPSW 17mm
Kanan : CSW 250mm

Kurva Pushover Analisis

Dari kurva dilihat bahwa material SPSW memiliki kapasitas memiliki batas elastis yang relative lebih panjang jika dibandingkan dengan material concrete. Namun semakin tebal pelat SPSW, perilaku getas semakin terlihat. Dari 2 sistem dengan perbedaan ketebalan, baik CSW maupun SPSW menunjukkan kinerja belum mencapai Collapse Prevention. Hal ini disebabkan iterasi analisis stop ketika target displacement tercapai. Untuk SPSW tebal 17mm, base shear maksimum bernilai 7453.25kN dengan perpindahan 178.7mm, sementara CSW tebal 250mm, nilai base shear maksimum adalah 3871.5kN dengan perpindahan 324.9mm, rasio rotasi berada pada 21.6kN/mm untuk CSW dan 22.9kN/mm untuk SPSW.

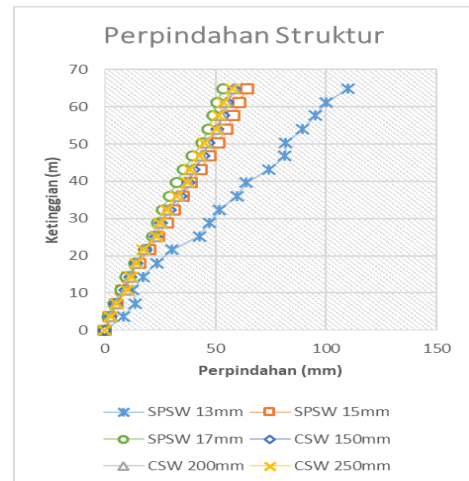


Gambar 5. Kurva Pushover Analisis

Perpindahan Struktur Maksimum

Perpindahan struktur merupakan manifestasi dari beban terhadap kekakuan struktur. Hasil analisis diperoleh bahwa SPSW dengan ketebalan 13mm memberikan deformasi terbesar, yakni 109.8mm. Adapun batas deformasi maksimum adalah 1296mm dari total ketinggian bangunan. Sehingga walaupun SPSW 13mm terlihat sangat deform, namun tetap masih masuk batas layan. SPSW dengan ketebalan

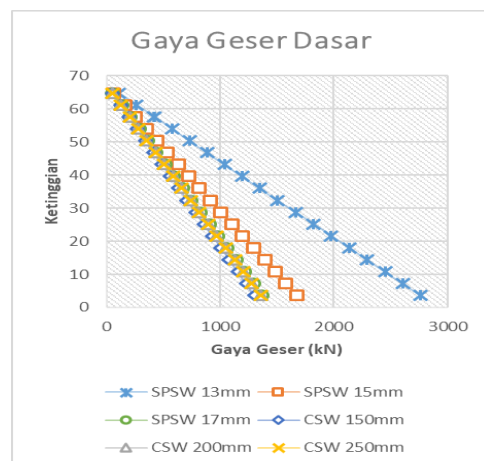
15mm dan 17mm kemampuan deformasi mendekati layan yang diberikan CSW.



Gambar 6. Perpindahan maksimum struktur

Gaya Gempa Dasar

Gaya geser dasar merupakan penyederhanaan dari getaran gempa bumi yang bekerja pada dasar bangunan manifestasi dari massa struktur dengan percepatan tanah. Pada analisis Statik Non-Linier Pushover, besarnya gaya gempa menggunakan pendekatan statik ekuivalen dengan membebani struktur secara incremental hingga material mencapai kondisi nonlinier. Dari hasil analisis merata sistem CSW memberikan nilai base shear yang relative sama, dikarenakan masih jauh dari kapasitas leleh. Namun berbeda dengan SPSW, terlihat bahwa ketebalan pelat pada sistem sangat mempengaruhi nilai gaya gempa dasar yang dirasakan oleh bangunan.

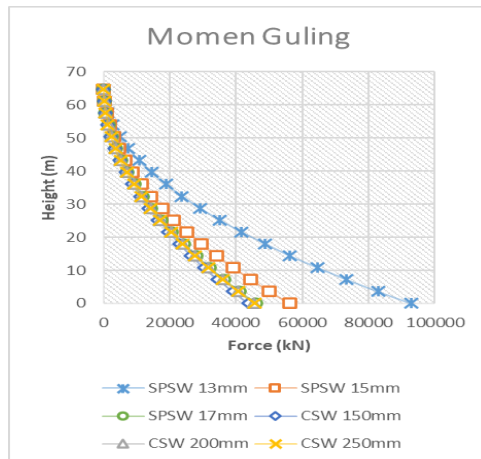


Gambar 7. Response Gaya Gempa Dasar

Momen Guling

Momen guling merupakan besarnya respon akibat gaya gempa yang dapat mengakibatkan guling pada bangunan. Semakin besar momen guling, maka bangunan akan semakin rentan, khususnya pada kolom dasar. Kegagalan Soft story seringkali diakibatkan oleh

besarnya nilai momen guling selayaknya model matematis elemen kantilever. Dari hasil analisis diperoleh SPSW 13mm dan 15mm relative memiliki momen guling yang lebih besar, sementara untuk SPSW 17mm, reaksi momen guling hampir ekuivalen dengan CSW 250mm, 200mm, dan 150mm.



Gambar 8. Momen guling

IV. KESIMPULAN

Perubahan ketebalan dari SPSW berpengaruh besar terhadap respons atau kinerja struktur. Sementara untuk CSW, perubahan dimensi tidak begitu signifikan mempengaruhi kinerja diakibatkan masih jauh dari batas leleh struktur beton bertulang.

Penggunaan SPSW membantu meringankan bobot struktur hingga 27.6% dari desain eksisting.

V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] California Seismic Safety Commission. (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC40). Redwood City: ATC
- [2] SNI 1726:2019. "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung"
- [3] American Society of Civil Engineers. (2000). Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA 356). Washington D.C.: FEMA.