

KAJIAN PENGARUH KARAKTERISTIK MEKANIK DAMPER LELEH BAJA TERHADAP RESPON BANGUNAN AKIBAT GAYA GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS RIWAYAT WAKTU

Eka Desy Pratiwi¹ dan Daniel Rumbi Teruna²

¹*Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Jl. Perpustakaan No.1 Kampus USU Medan*

Email : etjiqo_chyk@yahoo.com

²*Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Jl. Perpustakaan No.1 Kampus USU Medan*

Email : danielteruna@yahoo.com

ABSTRACT

The earthquake force that shake the building cause damage to the structure. This damage occurs as a result of energy dissipation processes in building elements. The amount of damage on conventional building is generally influenced by two factors: the earthquake characteristics (acceleration), and building characteristics (time vibration, stiffness, ductility building materials, etc). In contrary the unconventional building which has been specifically modified using the damper will be influenced by additional factors such as the damper characteristics (stiffness, yield displacement, yield force). In this paper the model of two-dimensional structure (three-bay, six-story) of steel moment resisting frame with and without damper are investigated under imperial parachute earthquake ground motion. The response parameters such as displacement, acceleration and base shear are given and compared in the table and graph. Finally the result obtained that placing damper in the building can reduce response parameters.

Keywords: Metallic yielding damper, ADAS

ABSTRAK

Adanya gaya gempa yang mengguncang bangunan menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur. Kerusakan ini terjadi sebagai akibat dari proses disipasi energi pada elemen bangunan. Pada bangunan konvensional besarnya kerusakan struktur dipengaruhi oleh dua faktor yaitu : karakteristik gempa (percepatan), dan karakteristik bangunan (waktu getar, kekakuan, daktilitas bahan bangunan, dll). Sebaliknya pada bangunan nonkonvensional, khususnya yang telah dimodifikasi menggunakan damper akan dipengaruhi oleh faktor tambahan berupa karakteristik damper (kekakuan, simpangan leleh, gaya leleh). Dalam makalah ini digunakan model struktur dua dimensi (tiga bentang, enam lantai) sistem rangka pemikul momen baja dengan dan tanpa menggunakan damper yang diteliti dibawah pengaruh gempa imperial parachute. Parameter respon bangunan seperti simpangan, percepatan, dan gaya geser diberikan dan dibandingkan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasilnya diperoleh bahwa dengan menempatkan damper pada bangunan dapat mengurangi parameter respon bangunan.

Kata Kunci : Damper Leleh Baja, ADAS

1. PENDAHULUAN

Penerapan konsep bangunan tahan gempa dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan menambah kekakuan lateral bangunan menggunakan dinding penahan geser (*Shear Wall*), ataupun *Bracing*, namun hal ini dapat memperbesar gaya gempa yang bekerja pada bangunan. Metode yang lebih baik adalah dengan memperkecil energi gempa yang bekerja sampai pada tingkat yang tidak membahayakan bangunan. Metode ini bekerja dengan menambahkan bahan anti seismik (*seismic device*) pada bagian tertentu bangunan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Seismic devices adalah alat yang dipasang pada bangunan untuk membatasi energi atau mendissipasi energi gempa yang masuk ke dalam struktur bangunan. Seismic devices bekerja dengan merubah kekakuan, damping dan menambah massa ke struktur. Seismic device dapat digolongkan kedalam 3 sistem yaitu : sistem kontrol pasif, sistem kontrol aktif dan semi aktif, dan sistem base isolasi.

Sistem kontrol pasif tidak membutuhkan sumber energi untuk menghasilkan gaya kontrol pada struktur. Pada sistem kontrol pasif gaya kontrol dihasilkan oleh sistem itu sendiri yang timbul karena adanya gerakan relatif

dari titik-titik bagian struktur sendiri. Sistem ini didesain untuk menyerap sebagian besar energi gempa yang masuk kedalam struktur dengan alat khusus yang dipasang pada bangunan. Alat khusus ini disebut damper. Tujuan dari sistem ini adalah menyediakan penyerap energi tambahan untuk mengurangi respon akibat gempa secara signifikan. Dengan menggunakan sistem ini, bangunan tersebut akan meredam energi gempa melalui deformasi inelastik atau gesekan yang terjadi pada damper, tergantung pada jenis damper yang digunakan, seperti : Metallic yielding damper, Viscoelastic damper, Friction damper, Fluid damper, Tune mass damper, dan Tune liquid damper.

Sistem kontrol aktif bekerja dengan memberikan gaya pada struktur untuk melawan gaya gempa yang diinduksi. Sistem ini dikatakan aktif karena bertumpu pada kendali komputer dalam melindungi struktur akibat gempa. Tidak seperti sistem kontrol pasif, sistem kontrol aktif membutuhkan energi luar untuk menggerakkan aktuator untuk menghasilkan gaya kontrol yang diinginkan struktur. Untuk mengukur respon struktur dibutuhkan sebuah sensor yang dihubungkan dengan komputer. Sensor akan mengirimkan informasi tentang respon struktur ke komputer dan komputer akan menentukan besarnya gaya yang diinginkan aktuator berdasarkan informasi tersebut. Kelebihan sistem kontrol aktif adalah menghasilkan respon struktur yang sesuai dengan besarnya gaya gempa yang terjadi pada bangunan, sedangkan kekurangannya adalah biaya yang tinggi karena membutuhkan energi dari luar yang cukup besar. Sistem kontrol semi aktif tidak jauh berbeda dengan sistem kontrol aktif, hanya saja sistem ini menggunakan energi luar yang lebih kecil dibanding sistem kontrol aktif untuk meredam gaya gempa.

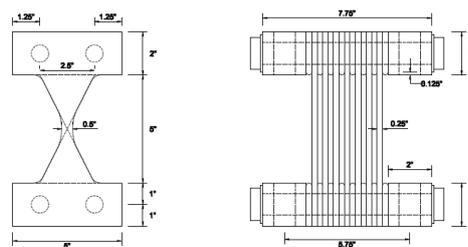
Base isolator merupakan sebuah bantalan karet berkekuatan tinggi yang dipasang diantara pondasi dan bangunan. Sistem ini bekerja dengan menjaga struktur di atasnya sebagai satu kesatuan. Pada saat terjadi gempa, masing-masing struktur bangunan akan bergetar akibat dari pergerakan tanah yang mempengaruhi pondasi bangunan. Karena pergerakan tanah yang terjadi bersifat acak maka getaran yang memasuki struktur juga tidak selaras, hal ini menyebabkan bangunan yang bersifat kaku mudah runtuh. Pada bangunan yang menggunakan base isolator, getaran yang terjadi pada pondasi akan melewati bantalan karet terlebih dahulu sebelum memasuki sistem struktur. Karena karet bersifat elastis maka arah getaran yang terjadi secara acak hanya akan mempengaruhi base isolator, sedangkan struktur di atasnya akan bergetar atau bergerak sebagai satu kesatuan struktur.

Seperti disebutkan sebelumnya bahwa metallic yielding damper merupakan alat dissipasi energi yang termasuk dalam sistem kontrol pasif dimana damper ini bekerja seperti layaknya komponen struktur secara alami tanpa ada campur tangan komputer dan sensor. Oleh karenanya damper dapat rusak pada suatu saat apabila gaya gempa yang diterima melebihi kapasitas yang dimiliki damper itu sendiri. Dalam penggunaannya damper berfungsi memperkecil respon simpangan struktur dan menghentikan getaran, agar simpangan antar tingkat dapat diperkecil sehingga gaya lateral kolom menjadi kecil.

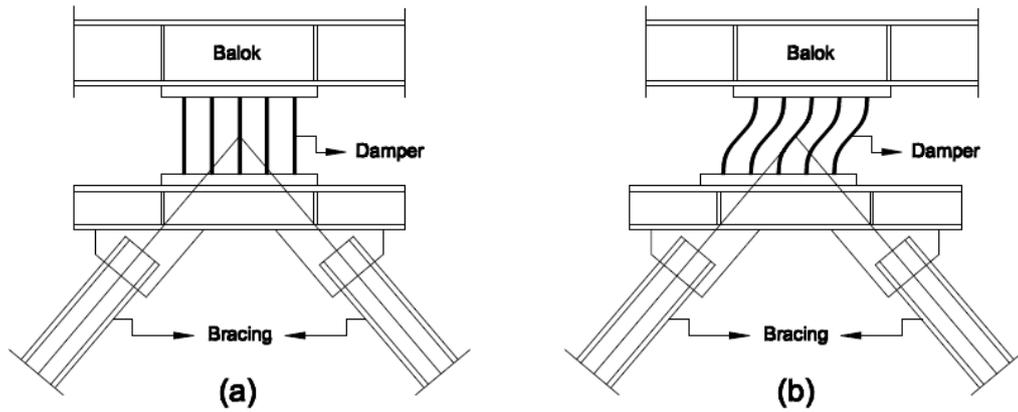
2. METALLIC YIELDING DAMPER

Metallic yielding damper terbagi atas beberapa bentuk, salah satunya adalah Added Damping and Stiffness (ADAS) yang berbentuk X, seperti terlihat pada gambar 2.1. Dalam penggunaannya ADAS terdiri dari kumpulan pelat baja yang didesain untuk dipasang pada rangka bangunan. Alat ini diletakkan diatas bracing dan digabungkan dengan sistem struktur menggunakan sambungan rigid diatas dan dibawahnya, seperti terlihat pada gambar 2.2 (a) dan (b). Pada saat gempa terjadi damper ini dapat meleleh secara penuh disepanjang permukaannya sampai batas yang telah direncanakan (*Whittaker dkk, 1989*).

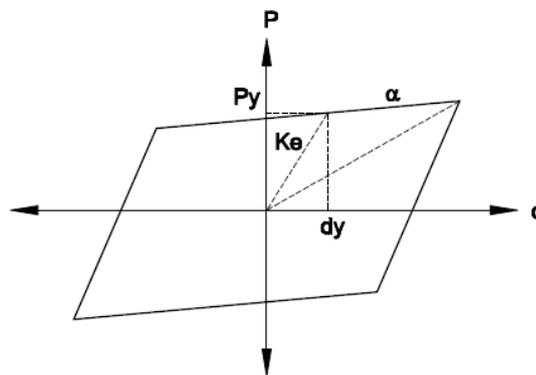
Damper mendissipasi energi dengan membentuk hysteretic loop yang terbentuk dari perubahan kekuatan damper, yaitu dari keadaan elastis menjadi plastis (yielding). Setiap damper memiliki karakteristik hysteretic loopnya masing-masing, dengan melihat perilaku damper dari hysteretic loopnya dapat ditentukan desain sebuah damper berdasarkan gaya lelehnya.



Gambar 2.1 Damper ADAS



Gambar 2.2 (a) Perletakan damper pada struktur dengan sistem bracing
(b) Perilaku damper selama gempa



Gambar 2.3 Model Bilinier hysteretic loop elemen damper

Hysteretic loop terbentuk dari grafik hubungan antara gaya leleh dan perpindahan damper. Faktor utama yang mempengaruhi elemen damper adalah kekakuan elastik (K_e), perpindahan leleh (d_y) dan gaya leleh (P_y). Kekakuan elastik (K_e) diperoleh dari nilai perbandingan antara gaya leleh (P_y) dan perpindahan leleh (d_y). Oleh karena itu, model bilinear mampu menunjukkan kekakuan inelastis damper seperti terlihat pada gambar 2.3.

$$K_e = \frac{P_y}{d_y} \quad (1)$$

Ratio post yield stiffness (α) merupakan perbandingan kekakuan damper dari keadaan elastis menjadi plastis (Teruna, 2012). Nilai ini menunjukkan kemampuan akhir suatu damper dalam menahan beban gempa. Ratio post yield stiffness ditunjukkan oleh rumus berikut,

$$\alpha = \frac{K_p}{K_e} \quad (2)$$

Suatu damper terdiri dari beberapa pelat yang dipasang pada suatu struktur dimana deformasi kumpulan pelat tersebut mengalami deformasi yang sama. Jumlah pelat damper akan berpengaruh pada kekakuan yang dimiliki damper. Pelat-pelat pada damper dimodelkan sebagai pegas – pegas yang disusun secara parallel, sehingga besarnya kekakuan damper adalah jumlah dari kekakuan masing – masing pelat, yaitu :

$$K_d = n K_e \quad (3)$$

Dalam mendissipasi energi gempa damper bekerja sama dengan bracing membentuk sebuah kekakuan horizontal sebagai satu kesatuan struktur. Pada sistem ini berlaku perilaku elastis dan pengaruh defleksi bracing juga diperhitungkan. Berdasarkan gambar 2.4 terlihat bahwa apabila pada damper bekerja gaya sebesar F maka pada bracing juga bekerja gaya F , sehingga defleksi pada damper dan bracing adalah sebagai berikut :

$$u_d = \frac{F}{K_d} \quad \text{dan} \quad u_b = \frac{F}{K_b}$$

Defleksi total akibat bresing dan damper adalah,

$$u = u_d + u_b = F \left(\frac{1}{K_d} + \frac{1}{K_b} \right)$$

Sehingga kekakuan horizontal gabungan damper dan bracing (K_a) adalah,

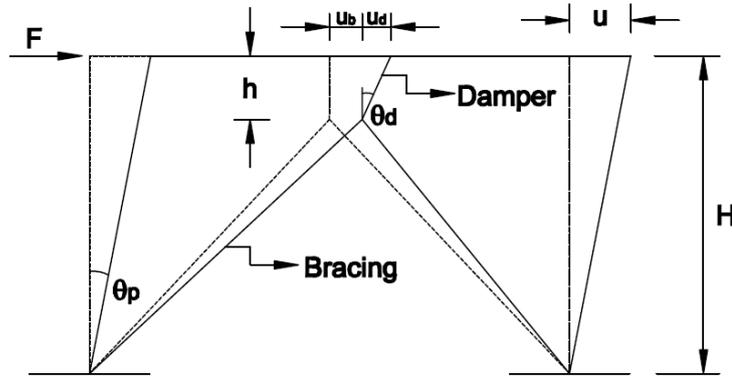
$$K_a = \frac{F}{u} = \frac{F}{F \left(\frac{1}{K_d} + \frac{1}{K_b} \right)} = \frac{K_b K_d}{K_b + K_d} \quad (4)$$

Dimana,

F = gaya gempa
 K_a = kekakuan gabungan
 K_b = kekakuan bracing

K_d = kekakuan damper
 K_e = kekakuan pelat damper
 n = jumlah pelat

u = defleksi total
 u_b = defleksi bracing
 u_d = defleksi damper



Gambar 2.4 Mekanisme goyangan pada portal dengan elemen damper

Rasio B/D merupakan perbandingan kekakuan antara kekakuan bracing terhadap kekakuan damper. Deformasi ADAS terjadi hanya sesaat sewaktu pelat damper meleleh. Setelah leleh, kekakuan ADAS menurun secara signifikan. Untuk itu direkomendasikan nilai rasio B/D lebih besar dari dua (2).

$$\frac{B}{D} = \frac{K_b}{K_d} \quad (5)$$

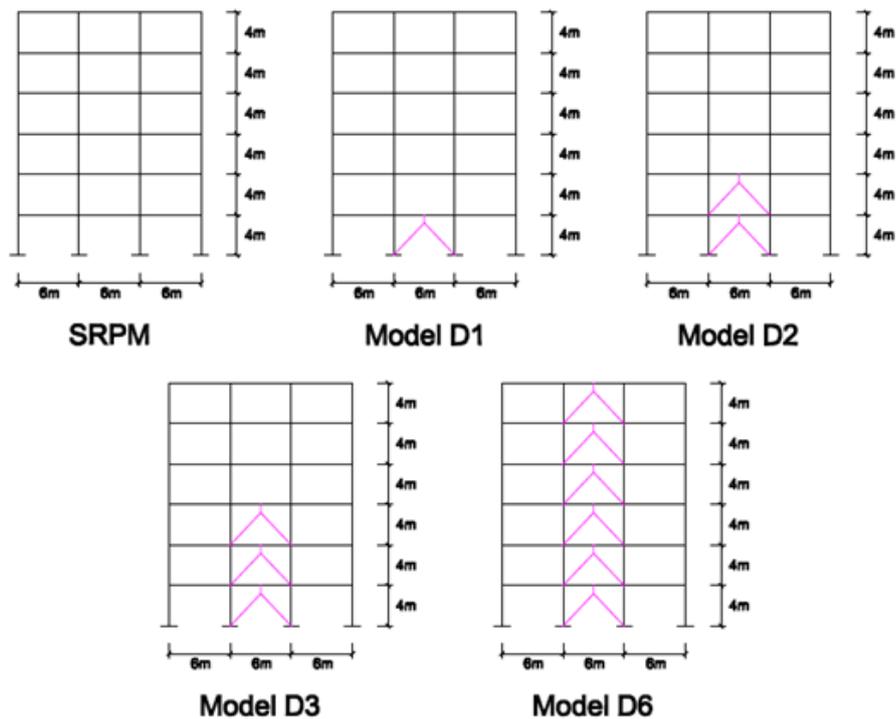
Stiffness ratio (SR) merupakan perbandingan kekakuan gabungan damper dan bresing terhadap kekakuan struktur tanpa yielding damper. Xia dan Hanson (1992) menyarankan bahwa SR tidak kurang dari 2. Stiffness ratio antara elemen damper dan kerangka struktur ditunjukkan oleh :

$$SR = \frac{K_a}{K_s} \quad (6)$$

Dimana, SR = stiffness ratio
 K_a = kekakuan gabungan antara damper dan bracing
 K_s = kekakuan struktur tanpa damper dan bracing

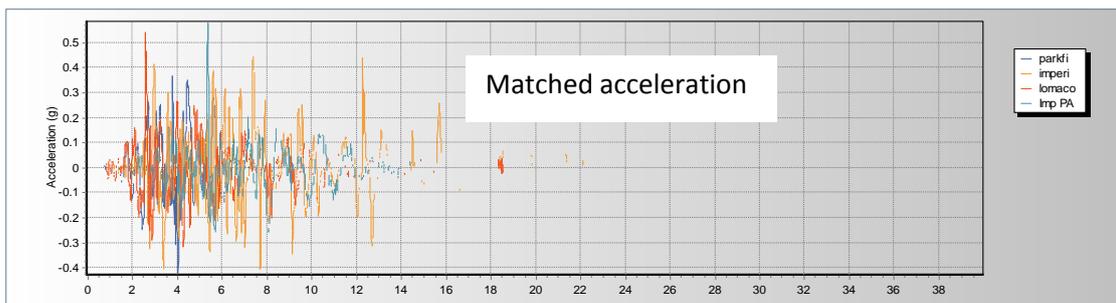
3. MODEL STRUKTUR

Model struktur yang dianalisa adalah portal baja 2 dimensi, 6 tingkat, 3 bentang dengan tinggi tiap lantai 4m dan panjang bentang 6m. Model ini dibuat dalam bentuk 5 variasi, seperti terlihat pada gambar 3.1. Model SRPM merupakan sebuah model struktur portal baja tanpa damper, model ini diperlukan sebagai tolak ukur terhadap respon awal bangunan tanpa adanya peredam tambahan. Model D1 merupakan model struktur portal baja dengan tambahan damper pada lantai pertamanya. Model D2 menggunakan damper pada lantai pertama dan kedua. Model D3 menggunakan damper pada lantai pertama, kedua dan ketiga. Dan model D6 menggunakan damper pada keenam lantainya. Model struktur ini direncanakan menggunakan material baja BJ-37 (SNI 03-1729-2002) dengan tegangan leleh 240 Mpa, tegangan putus 370 Mpa dan Elastisitas 200000 MPa.



Gambar 3.1 Model struktur yang dianalisa

Beban yang bekerja pada struktur terdiri dari beban hidup, beban mati dan beban gempa. Diasumsikan Beban hidup bekerja sebesar 1500 kg/m pada lantai dan 600 kg/m pada atap struktur. Sedangkan beban mati bekerja sebesar 3600 kg/m pada lantai dan 1800 kg/m pada atap struktur. Beban gempa yang digunakan merupakan data rekaman gempa yang diskalakan dengan respon spektrum gempa Padang. Data rekaman percepatan gempa yang terlihat pada gambar terdiri dari gempa Imp Parachute, Imperial Valley Bonds Corner, Lomacoralito, dan Parkfield. Percepatan gempa yang akan digunakan sebagai data masukan pada program adalah Imp Parachute.



Gambar 3.2 Percepatan gempa yang diskalakan dengan gempa padang

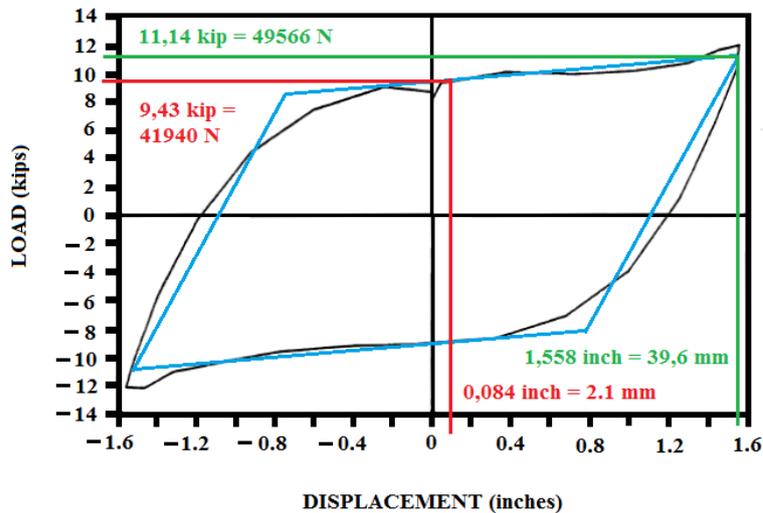
Dengan memasukkan beban-beban yang telah diuraikan sebelumnya sebagai input pada program SAP 2000v14, diperoleh hasil output dalam bentuk gaya-gaya maksimum yang bekerja pada elemen struktur. Dengan metode LRFD (Setiawan, 2008) gaya – gaya maksimum ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi profil struktur (Nucor Yamato Steel Structural Shape, 2012) seperti terlihat pada tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Ukuran balok model struktur

Balok	No Batang	WF	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)
b1	25, 31, 37	W410 x 60	407	178	7.7	12.8
b2	26, 32, 38	W400 x 56	396	199	7	11
b3	27, 33, 39	W400 x 56	396	199	7	11
b4	28, 34, 40	W400 x 56	396	199	7	11
b5	29, 35, 41	W400 x 56	396	199	7	11
b6	30, 36, 42	W310 x 38.7	310	165	5.8	9.7

Tabel 3.3 Ukuran kolom model struktur

Kolom	No Batang	WF	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)
k1	1, 19	W310 x 86	310	254	9.1	16.3
k2	2, 20	W310 x 86	310	254	9.1	16.3
k3	3, 21	W310 x 74	310	205	9.4	16.3
k4	4, 22	W310 x 60	303	203	7.5	13.1
k5	5, 23	W310 x 52	317	167	7.6	13.2
k6	6, 24	W200 x 31.3	210	134	6.4	10.2
k7	7, 13	W310 x 129	318	308	13.1	20.6
k8	8, 14	W310 x 107	311	306	10.9	17
k9	9, 15	W310 x 86	310	254	9.1	16.3
k10	10, 16	W310 x 67	306	204	8.5	14.6
k11	11, 17	W310 x 52	317	167	7.6	13.2
k12	12, 18	W150 x 22.5	152	152	5.8	6.6



Gambar 3.3 Hysteretic loop (David M. Bergman & Subhash C. Goel, 1987)

Karakteristik mekanik damper yang dimaksud disini adalah kekakuan damper yang diperoleh berdasarkan kurva hystericnya, dimana kekakuan damper merupakan perbandingan antara gaya dan perpindahan yang bekerja pada damper (rumus 1).

$$K_{pelat} = \frac{P_y}{d_y} = \frac{41940}{2,1} = 19608 \text{ N/mm}$$

$$K_{plastis} = \frac{49566}{39,6} = 1253 \text{ N/mm}$$

$$\alpha = \frac{K_p}{K_e} = \frac{K_{plastis}}{K_{pelat}} = \frac{1253}{19608} = 0,064$$

Dengan menggunakan hubungan kekakuan struktur, damper dan bracing (rumus 3, 4, 5, 6) diperoleh dimensi bracing sebagai berikut :

Tabel 3.3 Dimensi bracing

Lantai	Bracing	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	Ag (mm ²)	kb (N/mm)
1	W200 x 59	210	205	9.1	14.2	7550	117724
2	W200 x 59	210	205	9.1	14.2	7550	117724
3	W200 x 46.1	203	203	7.2	11	5890	91840
4	W150 x 37.1	162	154	8.1	11.6	4740	73909
5	W150 x 29.8	157	153	6.6	9.3	3790	59096
6	W100 x 9.3	100	50	5	7	1185	18477

Tabel 3.4 Stiffnes Ratio

Lantai	Kolom	Ks (N/mm)	n	Py (N)	Kd (N/mm)	Kb (N/mm)	Ka (N/mm)	SR
1	k1, k7	37950	6	251642	117648	235448	78449	2.07
2	k2, k8	33450	5.5	230672	107844	235448	73965	2.21
3	k3, k9	27075	4.5	188732	88236	183681	59604	2.20
4	k4, k10	20475	3.5	146791	68628	147818	46868	2.29
5	k5, k11	17850	3	125821	58824	118192	39276	2.20
6	k6, k12	3262.5	0.5	20970	9804	36954	7748	2.37

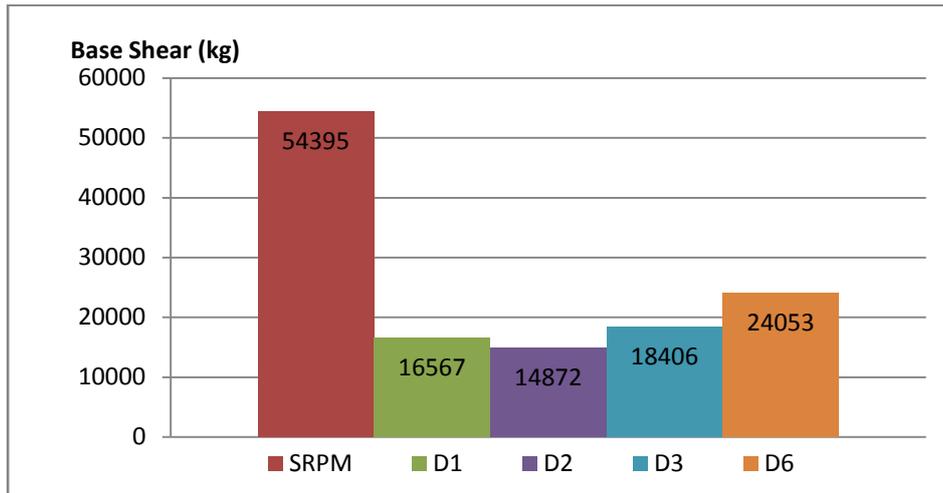
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Seperti disampaikan pada bab sebelumnya bahwa struktur yang dianalisa pada tugas akhir ini dibedakan atas 5 permasalahan. Hal ini dilakukan untuk melihat sejauh apa pengaruh damper terhadap bangunan yang diteliti, sehingga dibuatlah beberapa perbedaan dalam perletakan damper. Secara spesifik maksud dan tujuan dari analisa ini adalah mengetahui respon yang diberikan struktur terhadap gaya gempa yang bekerja pada bangunan dalam bentuk periode, base shear, simpangan, kecepatan, dan percepatan.

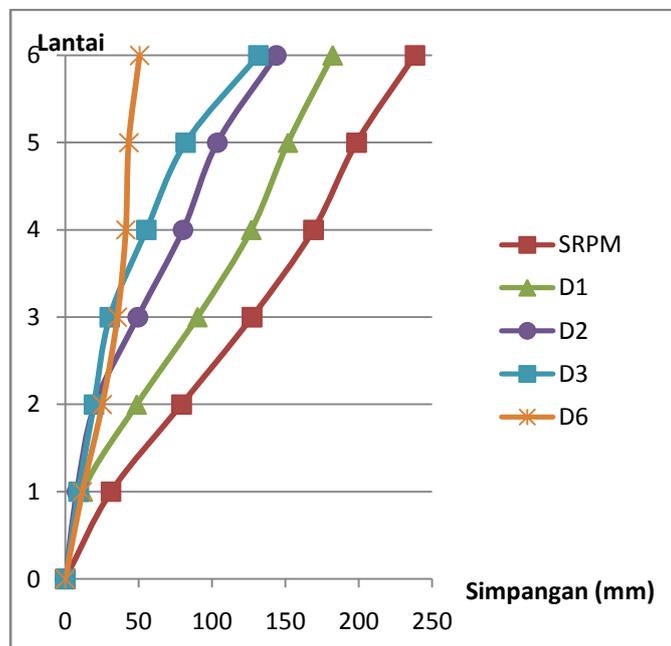
Berdasarkan tabel 4.1 terlihat bahwa seiring dengan bertambahnya damper pada struktur terjadi peningkatan periode bangunan dalam jumlah kecil. Selain itu menurut grafik 4.1 penurunan base shear juga terjadi pada model D1, D2, D3, dan D6 sebesar 37827 kg ; 39523 kg ; 35988 kg dan 30342 kg. Grafik 4.2 menunjukkan model SRPM mengalami simpangan horizontal sebesar 0,99 % dari tinggi bangunan, kemudian akibat damper pada model D1, D2, D3, dan D6 terjadi reduksi sebesar 0,23 % ; 0,39% ; 0,44 % dan 0,78 % . Penurunan kecepatan horizontal menurut grafik 4.3 terjadi sebesar 213 mm/sec ; 44 mm/sec ; 365 mm/sec dan 980 mm/sec pada model D1, D2, D3, dan D6.

Tabel 4.1 Periode bangunan

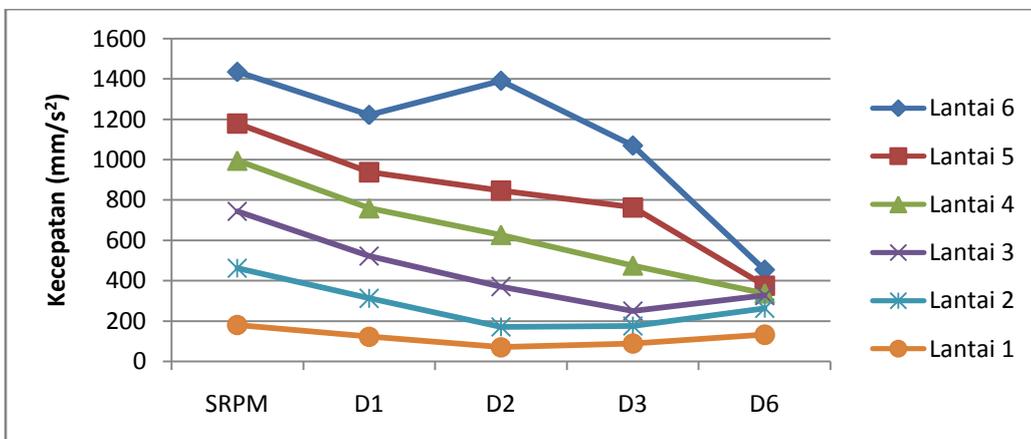
SRPM (sec)	D1 (sec)	D2 (sec)	D3 (sec)	D6 (sec)
1.030	1.030	1.031	1.037	1.077



Grafik 4.1 Perbandingan base shear tiap model struktur

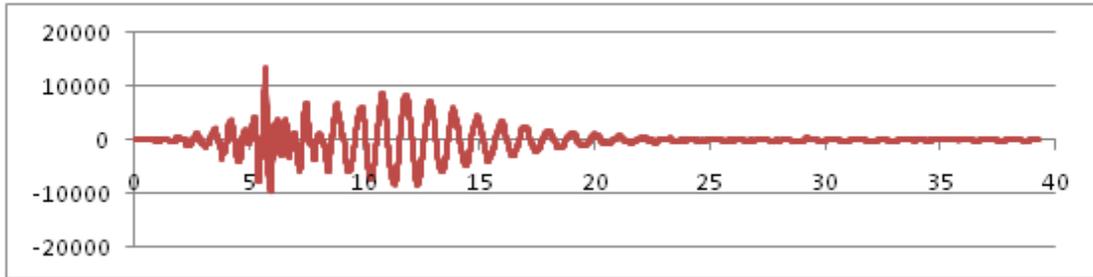


Grafik 4.2 Perbandingan simpangan balok secara horizontal

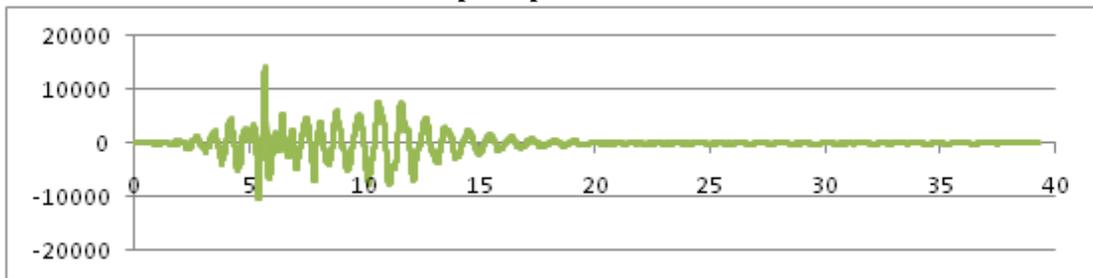


Grafik 4.3 Perbandingan kecepatan lantai bangunan

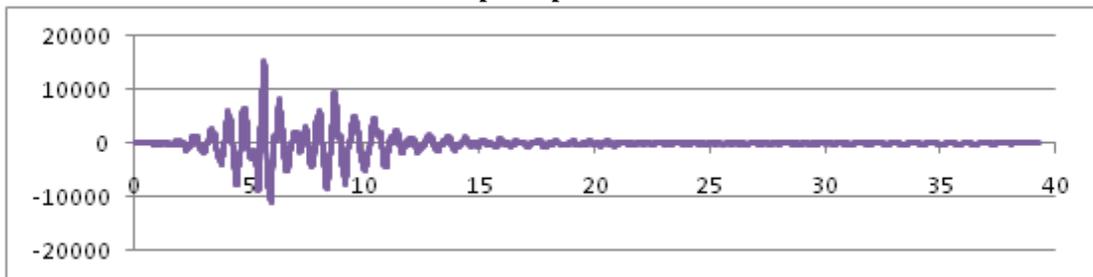
Percepatan bangunan sebagai fungsi terhadap waktu memiliki nilai yang berbeda di tiap detiknya, berikut grafik percepatan terhadap waktu yang terjadi pada lantai 6 (atap bangunan).



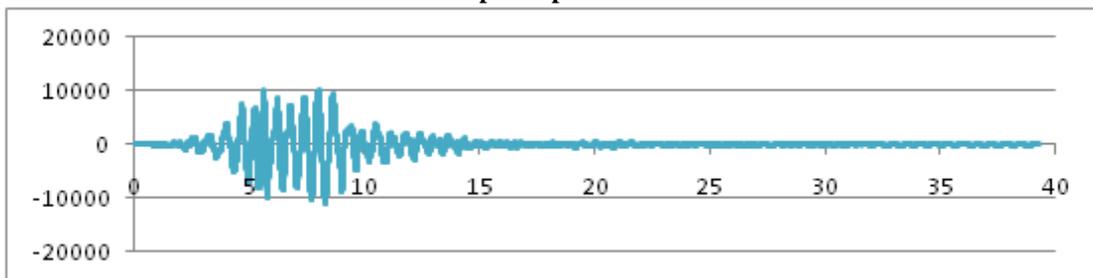
Grafik 4.3 Percepatan pada lantai 6 model SRPM



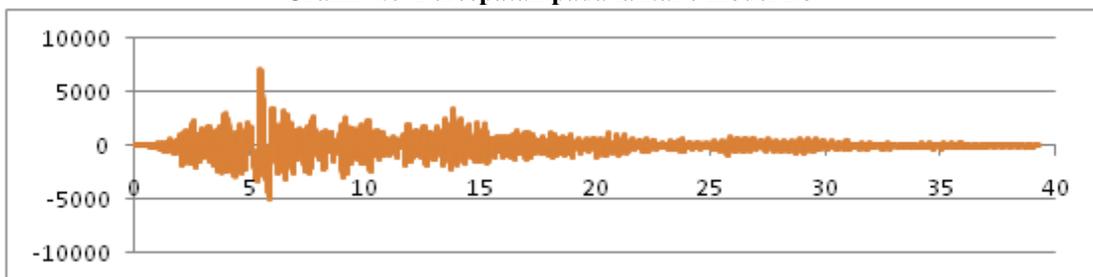
Grafik 4.4 Percepatan pada lantai 6 model D1



Grafik 4.5 Percepatan pada lantai 6 model D2



Grafik 4.6 Percepatan pada lantai 6 model D3



Grafik 4.7 Percepatan pada lantai 6 model D6

Berdasarkan grafik percepatan pada kelima model struktur terlihat bahwa percepatan yang terjadi pada lantai 6 bangunan berkurang secara signifikan seiring dengan bertambahnya jumlah damper, hal serupa juga terjadi pada keseluruhan bagian bangunan. Hal ini menunjukkan bahwa peran damper dalam meredam getaran terbukti benar.

5. KESIMPULAN

- Tiap model bangunan yang dianalisa memiliki perioda bangunan yang relatif sama, namun seiring bertambahnya damper pada bangunan terjadi peningkatan perioda bangunan meski dalam jumlah kecil.
- Adanya damper pada struktur menyebabkan terjadinya reduksi base shear dalam jumlah besar, namun bertambahnya damper pada struktur tidak menyebabkan terjadinya penurunan maupun peningkatan base shear dalam jumlah besar.
- Model SRPM mengalami perpindahan horizontal sebesar 0,99 % dari tinggi bangunan akibat gaya gempa imperial parachute. Adanya damper di tiap lantai bangunan struktur mampu mereduksi simpangan horizontal sebesar 0,78 % dari tinggi bangunan.
- Seiring bertambahnya damper pada struktur, penurunan kecepatan maksimum pada atap bangunan tidak terjadi secara signifikan. Namun jika dilihat secara keseluruhan, penurunan kecepatan maksimum pada struktur terjadi secara signifikan seiring dengan bertambahnya damper.
- Berdasarkan grafik percepatan terhadap waktunya, dapat dikatakan bahwa percepatan yang terjadi pada struktur bangunan berkurang secara signifikan seiring dengan bertambahnya jumlah damper. Hal ini menunjukkan bahwa peran damper dalam meredam getaran terbukti benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. *Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*
- Bergman, David M. and Goel, Subhash C. 1987. *Evaluation of Cyclic Testing of Steel-Plate Devices for Added Damping and Stiffness*. Departemen of Civil Engineering, The University of Michigan
- Chopra, Anil K. 1995. *Dynamics of Structures Theory and Applications to Earthquake Engineering*. New Jersey : Prentice Hall
- Kementrian PU. 2010. *Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Infrastruktur Tahan Gempa*. Jakarta
- Nucor Yamato Steel. 2012. *Structural Shape*. Blytheville, Arkansas
- Pratiwi, Eka Desy. 2013. *Kajian Pengaruh Karakteristik Mekanik Damper Leleh Baja Terhadap Respon Bangunan Akibat Gaya Gempa Dengan Menggunakan Analisis Riwayat Waktu*, Laporan Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Medan
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Jakarta : Erlangga
- Teruna, Daniel Rumbi. 2012. *Seismic Responses Of Building Frames Equipped With Steel Yielding Damper Using Time History Analyses*, Departemen of Civil Engineering, University of North Sumatera
- Whittaker, A.S dkk. 1989. *Earthquake Simulator Testing Of Steel Plate Added Damping And Stiffness Elements*. Report UCB/EERC-89/02, University of California, Berkeley
- Widodo. 2001. *Respons Dinamik Struktur Elastik*. Jogjakarta : UII Press
- Xia, C dan Hanson, R.D. 1992. *Influence Of ADAS Element Parameters On Building Seismic Response*. Journal of Structural Engineering (ASCE), Vol.118(7), pp.1903 –1918