

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Letak geografis Indonesia yang terletak diantara dua benua dan dua samudera menyebabkan Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif karena tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia dan membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks.

Pertemuan antara beberapa lempengan ini menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), beberapa tahun terakhir bahkan setiap tahunnya masyarakat Indonesia mendengar dan merasakan aktivitas gempa bumi yang terjadi di Indonesia [1]. Aktivitas gempa bumi yang terjadi di Indonesia pada rentang waktu 2004 – 2017 dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Aktivitas Gempa Bumi Di Indonesia pada Tahun 2004 – 2017 [1]

Tahun	Aktivitas Gempa	Magnituda (S.R)
2004	Aceh	9.2
2005	Nias	8.4
2006	Yogyakarta	6.3
2007	Tasik	7.4
2008	Laut Banda	6.4
2009	Padang, Sumatera Barat	7.9
2010	Sumatera Utara	7.7
2011	Pulau Jawa bagian Selatan	6.7
2012	Laut Banda	7.3
2013	Irian Jaya	7.2
2014	Laut Maluku	7.2
2015	Irian Jaya	6.9
2016	Barat Daya Sumatera, Aceh	7.8
2017	Laut Sulawesi	7.2

Gempa-gempa tersebut telah menyebabkan ribuan korban jiwa, luka-luka, keruntuhan dan kerusakan ribuan infrastruktur dan bangunan, serta dana trilyunan rupiah untuk rehabilitasi dan rekonstruksi. Data korban jiwa hingga kerugian akibat bencana gempa bumi menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dapat dilihat pada **Tabel 1.2 [2]**.

Tabel 1.2 Data Korban Bencana Gempa Bumi Tahun 2004 - 2017 menurut BNPB Indonesia [2]

Tahun	Jumlah Kejadian	Meninggal & Hilang (orang)	Luka-luka (orang)	Kerusakan (bangunan)
2004	11	150	2019	40441
2005	8	917	6286	71342
2006	20	5784	40543	305510
2007	13	102	1179	145625
2008	9	8	375	6305
2009	11	1330	3772	532931
2010	15	19	321	7661
2011	11	5	182	7251
2012	15	6	699	3701
2013	9	45	2572	20777
2014	14	0	5	678
2015	26	0	72	5678
2016	13	106	974	40088
2017	20	5	130	8354

Dengan banyaknya bencana alam terutama gempa bumi yang terjadi sehingga dibutuhkanlah suatu sistem struktur yang dapat mengurangi deformasi struktur yang ditimbulkan oleh gempa bumi.

Efek getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi pada struktur bangunan dapat dikurangi dengan beberapa sistem perlindungan. Sistem perlindungan yang diaplikasikan pada sistem struktur untuk meningkatkan tingkat keamanan dan mengurangi indeks kerusakan pada struktur saat gempa terjadi. Sistem ini bertujuan untuk mengontrol respon seismik pada struktur dan menyerap energi yang dipikul oleh struktur. Sistem perlindungan ini diantaranya; sistem kontrol aktif, sistem kontrol pasif, dan sistem isolator dasar [3].

Selama beberapa dekade terakhir, penggunaan sistem kontrol pasif dan sistem isolator dasar lebih luas digunakan untuk mengurangi deformasi struktur akibat gempa bumi [4, 5]. Penggunaan sistem kontrol pasif disarankan untuk mencegah resiko akibat gempa bumi [5]. Hal ini disebabkan karena penggunaan sistem kontrol pasif yang dipasang pada struktur mampu menyerap energi gempa yang diterima struktur dan dapat digunakan pada bangunan yang tinggi [3].

Sistem kontrol pasif yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis peredam baja (*metallic damper*). Peredam baja dipilih karena peredam baja mampu menyimpan gaya yang cukup tinggi, kapasitas deformasi yang cukup besar, dan performa fatiq siklus rendah yang baik [6]. Penelitian peredam baja yang pernah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 1.3**.

Tabel 1.3 Penelitian Sebelumnya tentang Peredam Baja [7]

Tahun	Penemu	Bentuk Peredam	Hasil
1972	Kelly, etc.	Plat Baja Segiempat	Peredaman dengan Peluluhan Material.
1975	Skinnery, etc.	Plat Baja Berbentuk U	Digunakan pertama kali pada gedung pemerintahan di Selandia Baru tahun 1980.
1978	Tyler	Plat Baja Berbentuk Taper	Diterapkan pada gedung baja 29 lantai.
1981	Stiemer, etc.	Pipa Baja	Diterapkan pada gedung 6 lantai di Selandia Baru
1991	Whittaker, etc.	Plat Baja Berbentuk Segitiga	Telah umum digunakan
1992	Tsai, etc.	Plat Baja Berbentuk X	Telah umum digunakan
1995	Gao J.Z.	Pelat Baja Berpengaku	Peningkatan Bentuk Plat Baja Bentuk Segitiga dan X
1996	Ou. J.P	Plat Baja Komposit	Mengatasi Masalah Buckling
1997	Zhou Y.	Baja Berbentuk Cincin	Research Experiment Telah Dilakukan
2001	Brown AP	Sistem Bracing	Dapat bertindak dalam bertindak sebagai peredam,
2003	Wang J.M		
2004	Li H.N	Komposit Berbentuk X	Telah dipatenkan

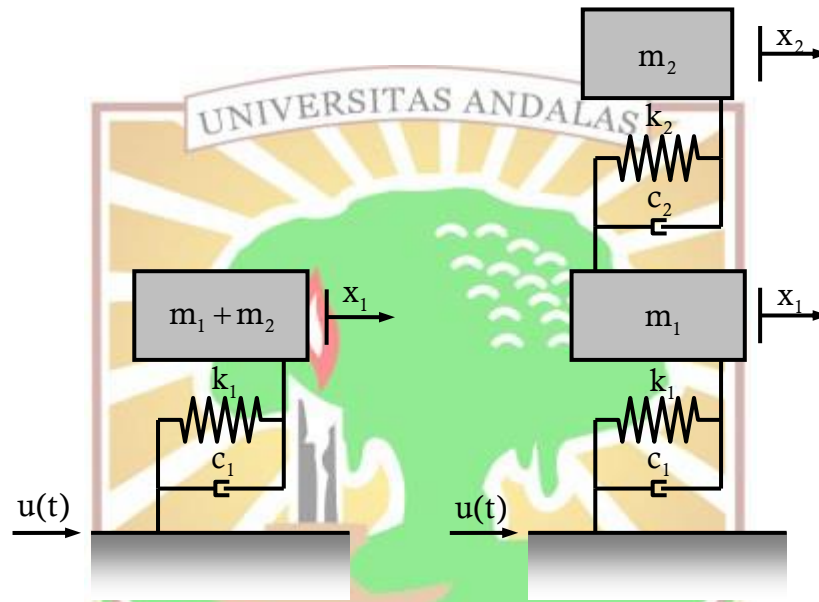
Pada penelitian ini, peredam yang digunakan yaitu peredam baja menggunakan pelat baja berbentuk U. Penggunaan peredam baja berbentuk U yang pertama kali diteliti oleh skinnery membuat para ahli setelahnya tertarik untuk meneliti peredam yang sama dalam mengontrol perpindahan struktur akibat beban seismik. Beberapa penelitian sebelumnya tentang peredam baja berbentuk U dapat dilihat pada **Tabel 1.4**.

Tabel 1.4 Penelitian Sebelumnya tentang Peredam Baja Berbentuk U

Tahun	Peneliti	Penelitian
1975	R.I Skinnery, J.M Kelly, A.J Heine	Peredam histerisis baja berbentuk U untuk struktur tahan gempa bumi [8].
2005	K. Suzuki, A Watanabe, E. Saeki	Pengembangan peredam baja berbentuk U untuk sistem isolasi seismik [9].
2011	H. Tagawa, J. Gao	Peredam getaran baja berbentuk U berdasarkan mekanisme gerak quasi-linier [5].
2012	Sang-Hoon Oh, Sung-Hoon Song	Respon seismik dari sistem isolator dasar dengan peredam histerisis baja berbentuk U [10].
2013	Kailai Deng, Peng Pan, Chaoyi Wang	Pengembangan peredam baja berbentuk U untuk jembatan [6].
2015	Saman Bagheri, Majid Baighian	Perilaku seismik peredam histerisis baja berbentuk U pada struktur dan perbandingan dengan peredam gesek [11].
2017	Rahma Saputri	Analisis kekakuan peredam histerisis baja berbentuk U akibat pembebanan berulang [7].
2018	Hanif Muzhafar Rafi	Analisis statik dan dinamik peredam histerisis baja berbentuk U (tanpa kolom) pada struktur bangunan dengan elemen <i>frame</i> 2D [12].

Penelitian ini membahas analisis numerik peredam histerisis dengan menggunakan pelat baja berbentuk U berdasarkan metode elemen hingga (seperti terlihat pada **Gambar 1.1**) dalam mengontrol perpindahan suatu struktur atap akibat beban seismik yang besar. Peredam histerisis baja berbentuk U dipilih karena dari pengujian Suzuki yang menunjukkan bahwa peredam histerisis baja berbentuk U stabil dalam merespon beban siklik [9]. Pada penelitian ini peredam histerisis berbentuk U yang digunakan bukan bagian langsung dari struktur, akan tetapi merupakan struktur tambahan yang ditempatkan antara bagian struktur atap dengan struktur penopangnya (tiang). Pelat baja berbentuk U ini dapat dimanfaatkan untuk mengurangi perpindahan akibat beban gempa, sedangkan struktur penyangga pelat baja tersebut sebenarnya dapat juga dikondisikan menjadi bagian penyerap energi ketika gempa terjadi. Ketika beban gempa besar terjadi, struktur penyangga ini dikondisikan akan mengalami plastisitas terlebih

dahulu, kemudian melalui proses plastisitas tersebut energi gempa akan mampu diserap sehingga rangka utama struktur atap dapat dihindarkan dari kerusakan besar akibat gempa tersebut. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu kajian difokuskan pada analisis numerik untuk mendapatkan peredam histerisis yang memiliki mekanisme penyerap energi gempa. Suatu kolom dipasang pada peredam histerisis yang disusun dari dua atau lebih pelat U. Ketika gempa besar terjadi, diharapkan kolom ini mampu menyerap energi gempa melalui peluluhan yang dialami oleh kolom tersebut.



Gambar 1.1 Model Struktur Bangunan dalam Sistem Pegas-Massa

Pada tugas akhir sebelumnya, peredam histerisis baja berbentuk U dimodelkan dan dianalisis secara numerik. Kekuatan, kekakuan, dan energi disipasi dari peredam dihitung melalui penerapan metode elemen hingga *frame* 2D [12]. Kemudian, hasil perhitungan ini digunakan untuk melihat kelayakan struktur dalam menerima beban gempa. Pada penelitian ini, model peredam baja berbentuk U divariasikan atas beberapa variasi. Penggunaan penyerap energi berupa kolom digunakan pada beberapa model yang disajikan. Analisis statik masih menggunakan program komputasi SODANA dengan metode elemen hingga. Akan tetapi untuk mendapatkan respon perpindahan struktur didapatkan dari analisis dinamik sebuah model struktur bangunan berupa sistem pegas-massa yang telah dipasang peredam baja berbentuk U.

1.2. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah :

1. Memperoleh kekuatan, kekakuan dan energi disipasi dari model peredam histerisis baja berbentuk U dalam beberapa variasi diantaranya :
 - a. Jumlah dan susunan plat U
 - b. Distribusi sudut pembebanan
 - c. Dimensi penyerap energi
2. Memperoleh respon perpindahan model struktur pegas-massa sebagai model sederhana dari bangunan yang telah dilengkapi peredam baja berbentuk U dalam arah pemberian beban.

1.3. Manfaat

Manfaat yang bisa diperoleh dari tugas akhir ini adalah :

1. Membantu memberikan model peredam yang dapat diterapkan pada struktur bangunan daerah rawan gempa.
2. Memudahkan kajian lebih lanjut mengenai penerapan model peredam baja berbentuk U pada daerah rawan gempa.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Material yang digunakan pada pengujian yaitu material baja ST-37.
2. Faktor gesekan peredam baja berbentuk U dengan struktur balok bangunan diabaikan.
3. Massa atap dan massa struktur penopang yang digunakan pada setiap pengujian dinamik masing-masing model sama yaitu 42741.74 kg dan 213708.68 kg [7].
4. Pembebanan dinamik yang digunakan yaitu sinyal gempa *elcentro*.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab. Bab 1 berisikan pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini. Bab 2 berisikan landasan teori yang mendasari penelitian tugas akhir ini dimana membahas tentang elemen pegas dan redaman, kekakuan peredam serta membahas mengenai sifat elastisitas bahan. Bab 3

berisikan prosedur dalam menjalankan program serta pemodelan yang akan digunakan. Bab 4 berisikan hasil dan pembahasan dari analisis statik dan analisis dinamik model peredam histerisis baja berbentuk U yang disajikan. Terakhir, Bab 5 berisikan penutup yang terdiri atas kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

