

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Letak geografis Indonesia yang terletak di antara dua benua dan dua samudera menyebabkan Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif karena dilalui tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya. Pertemuan beberapa lempeng ini membuat Indonesia menjadi daerah yang rawan terhadap aktivitas gempa bumi. Hal ini terbukti dengan seringnya terjadi gempa bumi di negara ini. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam beberapa tahun terakhir ini hampir setiap tempat di wilayah Indonesia dilanda gempa bumi yang cukup besar, kecuali daerah Kalimantan [1]. Aktivitas gempa bumi yang terjadi di Indonesia dalam rentang waktu 2004-2018 dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Aktivitas Gempa Bumi di Indonesia 2004-2018 [1]

Tahun	Lokasi Gempa	Magnitudo (SR)
2004	Aceh	9.2
2005	Nias	8.4
2006	Yogyakarta	6.3
2007	Tasikmalaya	7.4
2008	Laut Banda	6.4
2009	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
2018	Lombok Timur, NTB	6.4

2018	Donggala, Sulawesi Tengah	7.7
2019	Barat Daya Sumba Barat, NTT	6.7

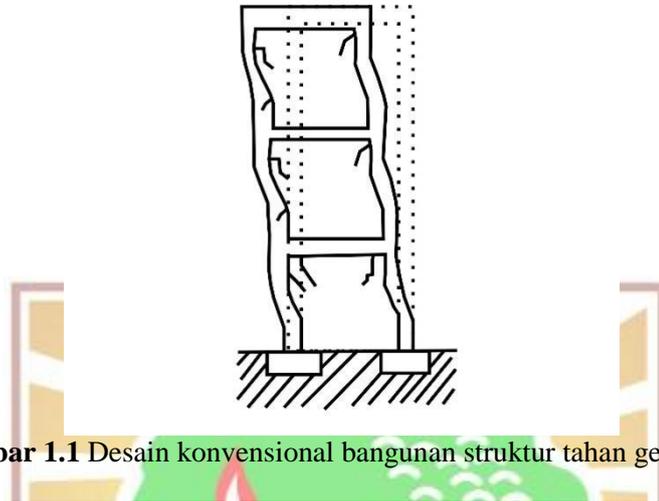
Gempa bumi tersebut tentu saja telah menyebabkan ribuan korban jiwa, luka-luka, dan kerusakan infrastruktur dan bangunan yang memerlukan dana triliunan dalam rehabilitasi dan rekonstruksi bangunan yang hancur. Data korban jiwa dan kerugian akibat bencana gempa bumi menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dapat dilihat pada **Tabel 1.2.** [2]

Tabel 1.2 Data Korban Bencana Gempa Bumi periode 2004-2018 dari BNPB Indonesia [2]

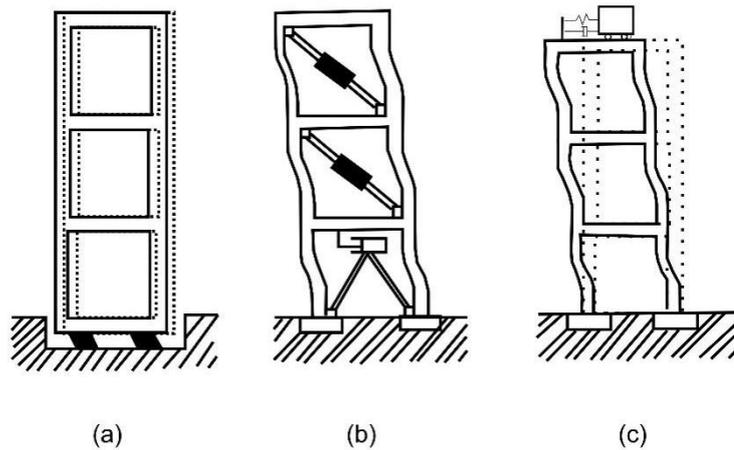
Tahun	Jumlah Kejadian	Meninggal/Hilang (orang)	Luka-Luka (orang)	Kerusakan (bangunan)
2004	11	180.000	2.019	40.441
2005	8	917	6.286	71.342
2006	20	5.784	40.543	305.510
2007	13	102	1.179	145.625
2008	9	8	357	6.305
2009	11	1.330	3.772	532.931
2010	15	19	321	7.661
2011	11	5	182	7.251
2012	15	6	699	3.701
2013	9	45	2.572	20.777
2014	14	0	5	678
2015	26	0	72	5.678
2016	13	106	974	40.088
2017	20	5	130	8.354
2018	13	3.548	13.112	339.969

Data di atas menunjukkan berbahaya bencana gempa bumi bagi manusia. Untuk itu, kebutuhan akan bangunan yang ramah terhadap gempa sangat mendesak. Ketika gempa terjadi, bangunan yang dirancang harus mampu menyelamatkan manusia yang berada dibawahnya walaupun struktur bangunan

mengalami kerusakan. Kerusakan dari struktur bangunan biasanya diakibatkan karena terjadinya deformasi struktur yang cukup besar akibat pengaruh beban gempa yang besar. Deformasi struktur yang besar ini dapat membuat struktur bangunan menjadi runtuh atau gagal. (Gambar 1.1)



Gambar 1.1 Desain konvensional bangunan struktur tahan gempa [3]



Gambar 1.2 Sistem kontrol pasif (a) *base isolation* (b) *friction or metallic damper* (c) *tuned mass damper* [3]

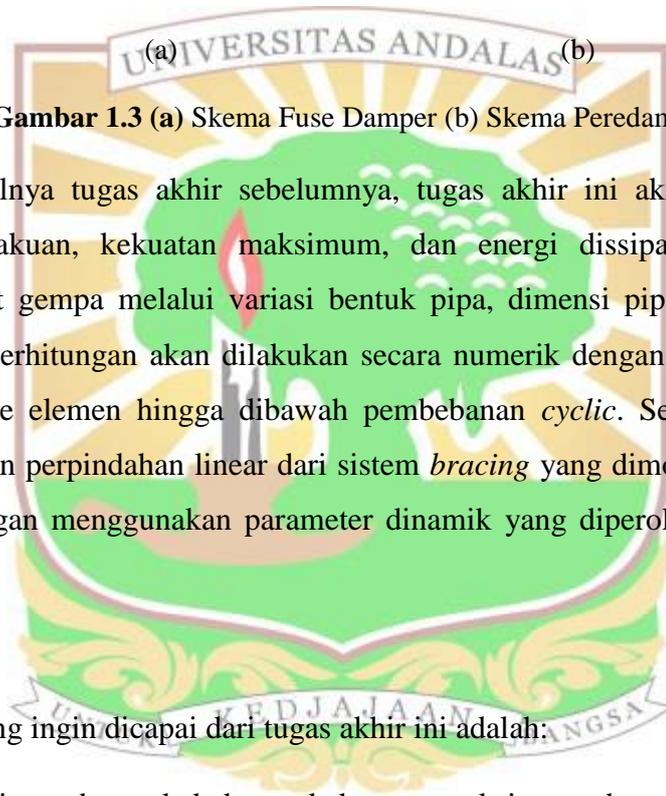
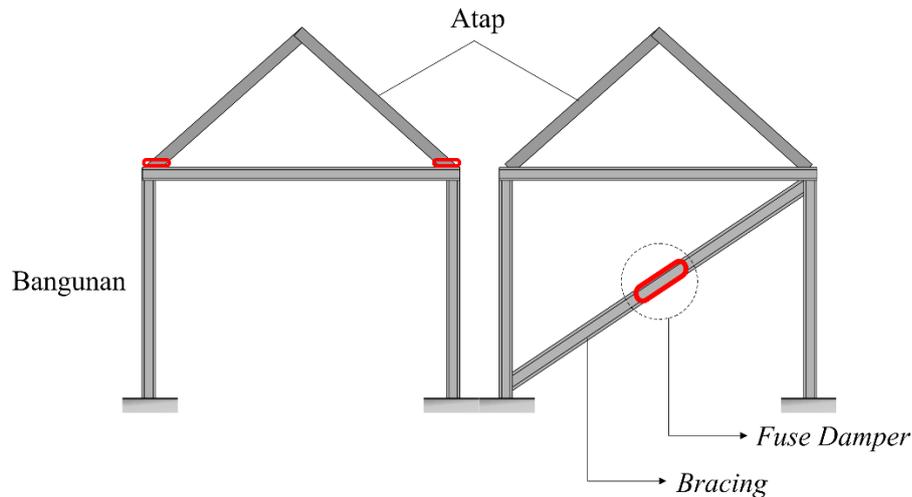
Secara garis besar ada tiga cara yang bisa dilakukan untuk meredam atau mengurangi pengaruh beban gempa yang besar ini. Pertama, dengan sistem *base isolation* (isolasi dasar). Sistem ini akan meredam gempa dengan memberikan suatu mekanisme peredam pada bagian bawah bangunan dan biasanya ditempatkan pada bagian atas pondasi atau bagian bawah kolom yang terhubung ke pondasi, dapat dilihat pada Gambar 1.2a. Ada dua sistem isolasi dasar yang umum digunakan dewasa ini yaitu sistem isolasi dengan menggunakan bantalan

elastomeric dan *friction pendulum system*. Mekanisme kerja dari bantalan *elastomeric* adalah dengan menggunakan karet untuk mengurangi getaran gempa sedangkan lempengan baja digunakan untuk menambah kekakuan bantalan karet sehingga defleksi dan deformasi bangunan saat bertumpu di atas bantalan karet tidak besar. *Friction pendulum* adalah teknologi peredam gempa yang memiliki sistem kemampuan untuk mengembalikan struktur pada posisi semula setelah gempa berakhir. Hal ini dapat terjadi karena adanya bagian *articulated slider* yang bergerak pada suatu permukaan *stainless-steel* yang berbentuk cekung dengan nilai kelengkungan tertentu. Dengan adanya tahanan gesek pada kedua permukaan tersebut maka struktur di atas sistem isolasi dasar akan tetap berperilaku layaknya sebuah struktur terjepit (*fixed-base structure*) pada kondisi beban lateral kecil. Kedua, dengan menggunakan sistem *Tuned Mass Damper* (TMD). *Tuned Mass Damper* secara umum adalah sebuah mekanisme yang terdiri dari massa, pegas, dan peredam yang diletakkan pada suatu struktur dengan tujuan untuk mengurangi respon dinamik dari struktur tersebut, dapat dilihat pada Gambar 1.2c. Pada umumnya TMD dipasang pada lantai teratas dari struktur gedung dengan tujuan agar dapat bergetar secara harmonis dengan periode getaran gedung tersebut. Ketiga, dengan menggunakan sistem *Friction Damper*. *Friction damper* adalah alat yang bekerja dengan cara gesekan dimana pada saat gempa terjadi energi gempa didissipasi dengan cara gesekan antara dua buah benda padat, dapat dilihat pada Gambar 1.2b. Peredam lain yang juga termasuk dalam *friction damper* adalah peredam metalik (*metallic yielding damper*). Sistem ini bekerja atau bereaksi setelah energi gempa masuk ke struktur. Energi gempa yang masuk ke struktur akan diserap oleh pelulahan (*yielding*) yang terjadi pada damper tersebut, sehingga struktur utama akan tetap aman ketika gempa atau guncangan keras terjadi. Karakteristik *friction damper* dengan peredam metalik sama tetapi memiliki perbedaan masing-masing dalam mendissipasi energi. *Friction damper* dikontrol dengan *slip load* sedangkan peredam metalik dikontrol dengan *yield load* atau gaya luluh.

1.2 Rumusan Masalah

Tugas akhir ini membahas tentang penggunaan peredam metalik untuk bangunan pada daerah rawan gempa. Beberapa studi pendahuluan yang terkait dengan peredam metalik ini telah dilakukan. Studi pertama memperkenalkan penggunaan pelat baja-J sebagai peredam metalik pada bangunan. Pelat baja ini dipasang sebagai sistem sambungan antara struktur bangunan dengan struktur atap. Karakteristik pelat baja tunggal sebagai penyerap energi dibawah beban berulang dianalisa dengan menggunakan konsep metode elemen hingga [4]. Kemudian model sederhana ini dikembangkan menjadi model penuh yang terdiri dari gabungan beberapa pelat baja tunggal. Terakhir, analisa dikembangkan dengan penambahan struktur kolom yang ditujukan sebagai bagian yang sengaja dikorbankan sebagai penyerap energi gempa. Secara umum, model peredam histerisis baja berbentuk pelat-J ini mampu menyerap energi beban gempa yang besar melalui peluluhan yang terjadi pada pelat-J sendiri maupun struktur kolom yang sengaja ditambahkan.

Permasalahan utama pada sistem peredam histerisis pelat-J adalah mekanismenya yang kompleks dengan ukurannya yang cukup besar jika diterapkan ke struktur bangunan. Biasanya sistem ini diterapkan sebagai penyangga struktur atap yang diletakkan di atas struktur bangunan penopangnya (Gambar 1.3b) . Jika bangunan penopang ini tidak terlalu tinggi, penggunaan peredam histerisis pelat-J ini cukup efektif untuk diterapkan. Akan tetapi jika bangunan penopangnya cukup tinggi, penggunaan peredam pada struktur penopang ini juga dibutuhkan. Karena faktor dimensi ini agak sulit menempatkan struktur peredam-J pada bagian sambungan batang bracing struktur penopang. Untuk mengatasi hal ini, sebuah peredam metalik jenis baru berupa sambungan dengan batang pipa yang sering disebut *fuse damper* diperkenalkan [16]. Fuse damper dirancang untuk menyerap energi beban gempa melalui proses peluluhan sebuah batang pipa yang mengalami beban bolak-balik (*cyclic*), seperti diperlihatkan Gambar 1.3a. Batang ini dapat diganti jika rusak akibat beban gempa yang besar, tak ubahnya seperti sekering yang putus akibat beban voltase yang tinggi.



Gambar 1.3 (a) Skema Fuse Damper (b) Skema Peredam-J

Seperti halnya tugas akhir sebelumnya, tugas akhir ini akan menghitung besarnya kekakuan, kekuatan maksimum, dan energi dissipasi sistem *fuse damper* akibat gempa melalui variasi bentuk pipa, dimensi pipa, dan susunan pipa. Proses perhitungan akan dilakukan secara numerik dengan memanfaatkan konsep metode elemen hingga dibawah pembebanan *cyclic*. Selanjutnya akan dihitung respon perpindahan linear dari sistem *bracing* yang dimodelkan dengan frame 2d dengan menggunakan parameter dinamik yang diperoleh dari analisa statik.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung besar kekakuan, kekuatan maksimum dan energi dissipasi dari struktur sistem *fuse damper* dalam variasi susunan pipa.
2. Menghitung respon perpindahan struktur dalam pemodelan elemen frame 2d sebagai pemodelan sederhana dari struktur *bracing* yang telah dilengkapi dengan *fuse damper*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Membantu memberikan model peredam yang dapat diterapkan pada struktur bangunan rawan gempa.
2. Memudahkan kajian lebih lanjut mengenai penerapan model peredam *fuse damper* pada daerah rawan gempa.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Analisa statik *fuse damper* dilakukan dengan program komputasi *in-house* yang berbasis metode elemen hingga yang melibatkan ketidaklinearan material dan geometri.
2. Respon dinamik sistem pegas-massa 1 dof dihitung berdasarkan parameter dinamik linear yang diperoleh dari analisa statik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab. Bab 1 pendahuluan yang berisikan latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 tinjauan pustaka yang berisikan materi yang mendasari tugas akhir ini seperti *fuse damper*, elemen pegas linear dan peredam. Bab 3 berisikan metode dan prosedur dalam menyelesaikan penelitian. Bab 4 berisikan hasil dan pembahasan dari model peredam yang digunakan. Bab 5 sebagai penutup yang berisi kesimpulan.