

---

---

---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat penelitian terkait sebelumnya dan teori dari beberapa buku terkait yang digunakan untuk menyusun konsep dan langkah-langkah penelitian. Sub bab yang tercakup dalam bab ini meliputi tinjauan umum, tinjauan penelitian terkait, dan peredam, sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

#### 2.1 Tinjauan Umum

Banyak bangunan-bangunan gedung yang rusak akibat gempa yang disebabkan oleh tidak jelasnya prinsip desain struktur bangunan tahan gempa yang dipakai. Hal ini dikategorikan sebagai kesalahan yang sangat mendasar. Prinsip desain ini adalah suatu hal yang sangat vital didalam era desain modern dan pelaksanaan bangunan tahan gempa. Prinsip yang sangat mendasar pada analisis dan desain struktur tahan gempa yaitu antara suplai (*supply*) dan kebutuhan (*demand*). Kebutuhan dalam hal ini berasosiasi dengan kebutuhan kekuatan struktur sedemikian sehingga dengan tercukupinya kebutuhan kekuatan tersebut dapat menjamin keamanan struktur. Suplai kekuatan dapat dilakukan setelah melakukan desain elemen struktur (Widodo, 1997).

Kebutuhan kekuatan (*strength demand*) struktur dapat diketahui dengan melakukan analisis struktur. Hakekatnya analisis dilakukan terlebih dahulu baru

~~desain dilakukan kemudian. Prinsip desain struktur adalah bahwa suplai paling tidak sama atau harus lebih besar daripada kebutuhan (Widodo, 1997).~~

Prinsip ini dimulai dari penentuan/pendesainan beban gempa, konfigurasi bangunan yang tepat, mekanisme goyangan (*sway mechanism*), optimalisasi prinsip pelepasan energi (*energy dissipation*) pada elemen-elemen struktur, dan pemilihan bahan serta pelaksanaan pembangunan. Pada umumnya, struktur mempunyai kemampuan untuk menyerap/melesapkan energi. Optimalisasi disipasi energi sangat penting agar sebagian input energi dapat dilepas dengan baik sehingga respon struktur dapat dikendalikan.

Salah satu kerusakan yang mungkin terjadi pada sebuah struktur adalah akibat simpangan yang besar. Salah satu cara memperkecil simpangan adalah dengan memberi peredam. Chopra (1995) menyatakan bahwa peredam adalah proses pelepasan energi (*energy dissipation*) oleh beberapa mekanisme yang bekerja secara bersamaan. Karena redaman berfungsi melesapkan energi, maka hal tersebut akan mengurangi respon struktur.

Nilai redaman struktur yang melekat pada struktur relatif kecil, sehingga untuk mengurangi respon gempa dipasang peredam tambahan (Chopra, 1995). Penggunaan peredam pada semua tingkat tidaklah praktis. Oleh karena itu digunakan redaman ganda pada satu tingkat, yang memiliki efek hampir sama jika peredam tersebut dipasang pada semua tingkat (Gluck dan kawan-kawan, 1996).

## 2.2 Tinjauan Penelitian Terkait

Pada penelitian ini digunakan tinjauan pustaka yang berupa penelitian yang dilakukan oleh Suprapti dan Novitasari (1999) serta Elfira dan Juhartono (2000) sebagaimana yang dijelaskan berikut ini .

### 1. Penelitian Suprapti dan Novitasari (1999)

Dalam penelitian tersebut peneliti mencoba mengurangi simpangan maksimum struktur akibat beban gempa El Centro berupa data riwayat waktu (*time history*) menggunakan peredam tunggal.

Pada penelitian ini Suprapti dan Novitasari (1999) menggunakan model dua bangunan geser bertingkat lima yang dipasang *MR Damper* tunggal dengan nilai 15 kip/(in/sec) yang divariasikan perletakannya. Analisa dinamika menggunakan *time history* dari gempa El Centro. Dari penelitian mereka diperoleh kesimpulan bahwa simpangan relatif yang terjadi dapat dikurangi dengan cara memasang *Magnethorheological Damper*. Penggunaan *MR Damper* ini paling efektif ketika dipasang pada tingkat yang ketiga, dengan simpangan relatif lantai lima sebesar 4,9768 cm dan jarak antar bangunan sebesar 19,9072 cm atau terjadi pengurangan jarak sebesar 51,562 % jika dibandingkan dengan jarak antar bangunan tanpa menggunakan peredam.

### 2. Penelitian Elfira dan Juhartono (2000)

Penelitian ini mencoba memvariasikan posisi perletakan dari *MR Damper* untuk mendapatkan posisi paling efektif dalam pengurangan simpangan pada

bangunan bertingkat tinggi, sehingga dapat mencegah terjadinya simpangan yang besar yang mengakibatkan keruntuhan bangunan.

Penelitian yang dilakukan oleh Elfira dan Juhartono (2000) ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya oleh Suprpti dan Novitasari. Model bangunan yang digunakan adalah dua bangunan bertingkat lima yang dipasang *MR Damper* ganda yang bernilai sama (kembar) sebesar 7,5 kip/(in/sec). Gempa yang digunakan sebagai analisis dinamika ialah *time history* dari gempa El Centro.

Berdasarkan tinjauan pustaka penelitian dari Suprpti dan Novitasari (1999) serta Elfira dan Juhartono (2000) di atas dapat ditarik sebagai berikut ini.

1. Pada penelitian tersebut belum ada kejelasan mengenai karakteristik beban gempa yang menyebabkan simpangan maksimum pada struktur yang ditinjau. Hal ini disebabkan karena beban gempa yang dipakai hanya gempa El Centro.
2. Pada penelitian tersebut belum sepenuhnya memakai program Matlab dalam analisa perhitungannya, sehingga dibutuhkan waktu yang relatif lama.

Keistimewaan atau kekhususan dari Tugas Akhir ini dibandingkan dengan penelitian sejenis sebelumnya adalah sebagai berikut ini.

1. Pada penelitian ini digunakan 2 beban gempa yaitu gempa El Centro dan gempa Koyna. Hal ini untuk lebih mengetahui pengaruh penggunaan *MR Damper* terhadap simpangan relatif struktur dan mengetahui beban gempa yang menyebabkan simpangan maksimum pada struktur,
2. Untuk mengetahui lebih lanjut benturan akibat gempa ditinjau untuk dua model bangunan bertingkat yang berbeda ketinggian. Dipakai dua model

bangunan geser yang mewakili bangunan bertingkat ganjil dan bangunan bertingkat genap. Dalam hal ini dipilih bangunan bertingkat 5 dan 6.

3. Untuk lebih mempercepat dan lebih menjamin ketelitian dalam perhitungan, digunakan aplikasi program perhitungan dinamik dengan menggunakan fasilitas yang ada pada program Matlab.

### 2.3 Peredam (*damper*)

Peredam adalah suatu alat yang berguna untuk meningkatkan proses penyerapan energi pada suatu benda yang bergerak. Sebuah studi memperlihatkan bahwa respon struktur terhadap gempa bumi dapat dikurangi secara signifikan seiring dengan penambahan nilai peredaman. Hasil uji juga memperlihatkan bahwa meskipun peredam dapat mengurangi respon struktur terhadap gempa, tetapi alat tersebut juga sangat tergantung pada temperatur lingkungan sekitar (Chang dan kawan-kawan, 1995). Adapun contoh dari peredam adalah sebagai berikut ini.

#### 1. *Tuned Mass Damper (TMD)*

TMD adalah alat yang merupakan suatu rangkaian sistem yang terdiri dari massa, pegas dan peredam. Sistem ini diciptakan oleh Frahm pada tahun 1909 (Chopra, 1995). TMD termasuk alat penyerap getaran yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan getaran yang tidak diinginkan. Dari prinsip cara kerjanya alat TMD dibedakan menjadi dua macam yaitu:

a. *Active Tuned Mass Damper (ATMD)*

Pada masa sekarang ini, alat peredam yang aktif (ATMD) telah banyak dikembangkan dan digunakan oleh negara-negara maju. Pada ATMD terdapat suatu komponen mesin yang dapat bekerja secara otomatis apabila ada gaya yang mempengaruhinya (*controlled system*). Alat ATMD lebih banyak diproduksi dikarenakan alat ini bersifat aktif.

b. *Passive Tuned Mass Damper (PTMD)*

PTMD merupakan suatu alat yang memakai metode peredam mekanik pasif. Metode-metode peredam mekanik pasif yang terdiri dari “*viscous damping*, *visco-elastic damping* dan *tuned mass damper*”, telah banyak dipergunakan. *Viscous damping* adalah redaman yang disebabkan gesekan antara benda padat dengan benda cair atau gas (udara, air, minyak atau oli). Contohnya adalah piston yang meluncur pada permukaan yang dilumasi, gerakan perahu di atas air, gerakan kendaraan di atas jalan atau di udara.

*Visco-elastic damping* merupakan alat peredam yang telah lama diperkenalkan dan banyak banyak digunakan, alat ini cocok dipakai pada struktur di daerah rawan gempa. Alat ini biasanya dipasang pada pengaku (*bracing*) diagonal.

Alat TMD bersifat pasif dan dipasang pada lantai. Alat ini bekerja, ketika struktur bergetar pada sebuah frekuensi yang disebabkan oleh gaya gempa, alat TMD akan menghasilkan gerakan yang sama dengan energinya. Gerakan TMD pada gilirannya mengurangi amplitudo getaran pada struktur.

## **2. Electrorheological (ER) Damper**

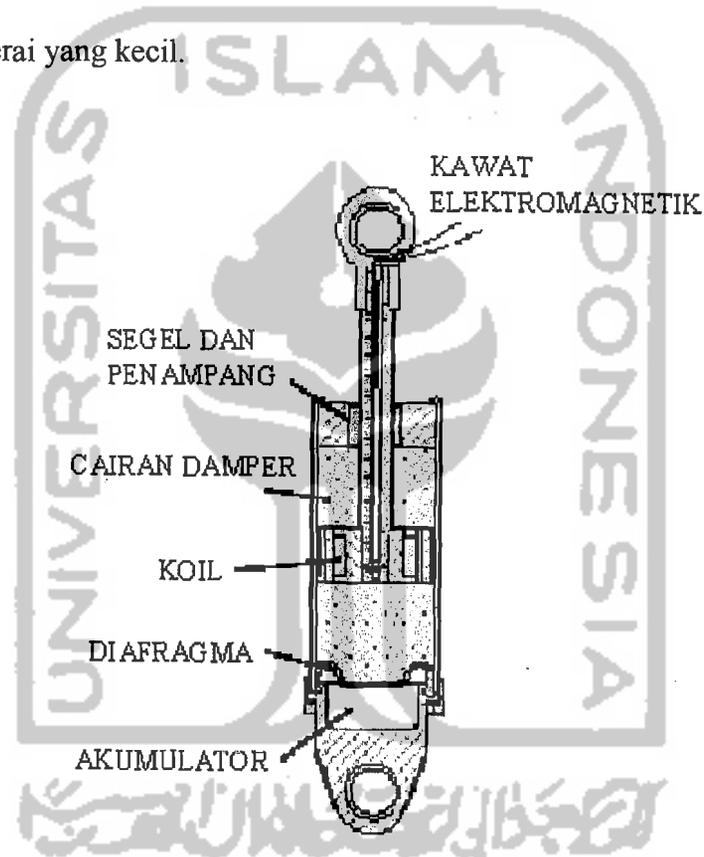
*Electrorheological Damper* adalah sebuah alat kontrol struktur semiaktif.

Kontrol semiaktif merupakan kombinasi dari kontrol struktur pasif dan kontrol struktur aktif. *(ER) Damper* terdiri dari silinder utama yang mengontrol aliran yang meluncur pada permukaan yang dilumasi. *(ER) Damper* digunakan selain untuk mengurangi respon struktur akibat gempa pada bangunan gedung juga pada struktur lain misal jembatan rangka baja. *(ER) Damper* cocok digunakan untuk melindungi struktur pada tahap desain, saat pembangunan dan tahap uji coba di daerah yang rawan gempa.

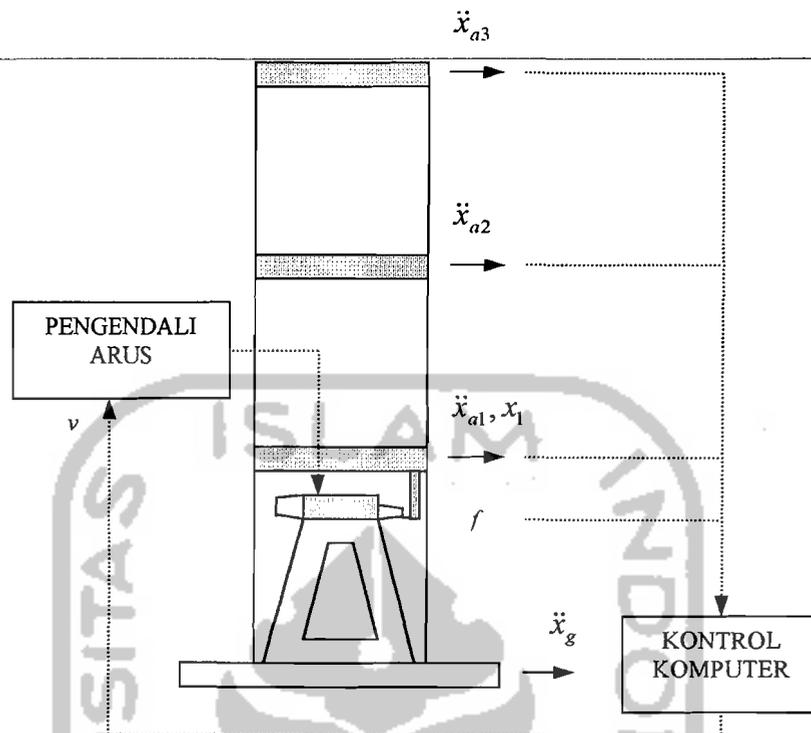
## **3. Magnethorheological Damper**

*Magnethorheological Damper* adalah sebuah alat kontrol struktur yang dapat mengurangi respon struktur akibat beban gempa, dikembangkan oleh *Lord Corporation*. *Magnethorheological Damper* menggunakan *MR fluids* yang terdiri dari *silicone oil*. Jika sebuah gaya magnet, bekerja maka partikel yang berada pada cairan tersebut akan membentuk suatu rantai partikel dan cairan tersebut akan menjadi semi solid serta memperlihatkan perilaku plastis. Alat ini mempunyai beberapa karakter yang atraktif, tegangan leleh tinggi, elastisitas yang rendah dan dapat bekerja dengan baik pada temperatur  $-40^{\circ}\text{C}$  -  $150^{\circ}\text{C}$ , sehingga *Magnethorheological Damper* dapat dipasang di luar struktur (misalnya : jembatan dan menara) atau didalam struktur (misalnya : bangunan gedung).

*Magnethorheological Damper* mempunyai dimensi: panjang 21.5 cm, dan silinder berdiameter 3.8 cm. Silinder utama adalah berbentuk sebuah penghisap, terdiri dari magnet, *accumulator* dan *MR fluids* sebanyak 50 ml. Alat ini digerakkan melalui sebuah elektromagnetik pada kepala penghisap yang kemudian dihubungkan dengan sumber energi. Energi yang diperlukan untuk menggerakkan alat ini kurang dari 10 watt, sehingga dapat dioperasikan dengan sebuah baterai yang kecil.



**Gambar 1** Skema *MR Damper*  
(Disadur dari Spencer dan kawan-kawan, 1996b : halaman 3)



**Gambar 2** Skema pemasangan MR Damper  
(Disadur dari Spencer dan kawan-kawan, 1996b : halaman 10)