

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Usaha untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan struktur selama menerima beban luar seperti gempa, angin, atau gelombang, mengalami perkembangan yang menarik. Konsep desain dengan kontrol pasif terus dikembangkan dan konsep baru dengan kontrol aktif juga mulai diterapkan.

Pada kontrol pasif, pengurangan respon akibat beban luar diusahakan dengan menambah material seperti *shear wall*, *bracing*, atau menggunakan alat yang bisa memencarkan energi seperti *tuned mass dampers*, *base isolation* dan *viscoelastic dampers*. Pada kontrol aktif, usaha untuk mengurangi respon dinamik struktur akibat beban luar dilakukan dengan menggunakan suatu gaya kontrol (Soong, 1988 ; Yang dan Soong, 1988).

Kontrol aktif pada dasarnya telah diterapkan sejak lama pada berbagai bidang ilmu, antara lain pada industri mesin dan luar angkasa. Pada struktur sipil penerapan kontrol aktif menjadi sedikit berbeda dengan penerapan pada industri mesin dan luar angkasa, disebabkan oleh antara lain (Yang dan Soong, 1988) :

- a. struktur sipil kaku dan berat sehingga diperlukan gaya kontrol yang besar,
- b. struktur sipil berperilaku diam, aman, dan stabil jika tanpa beban luar,
- c. beban luar merupakan penyebab utama terjadinya getaran struktur yang harus dikontrol.

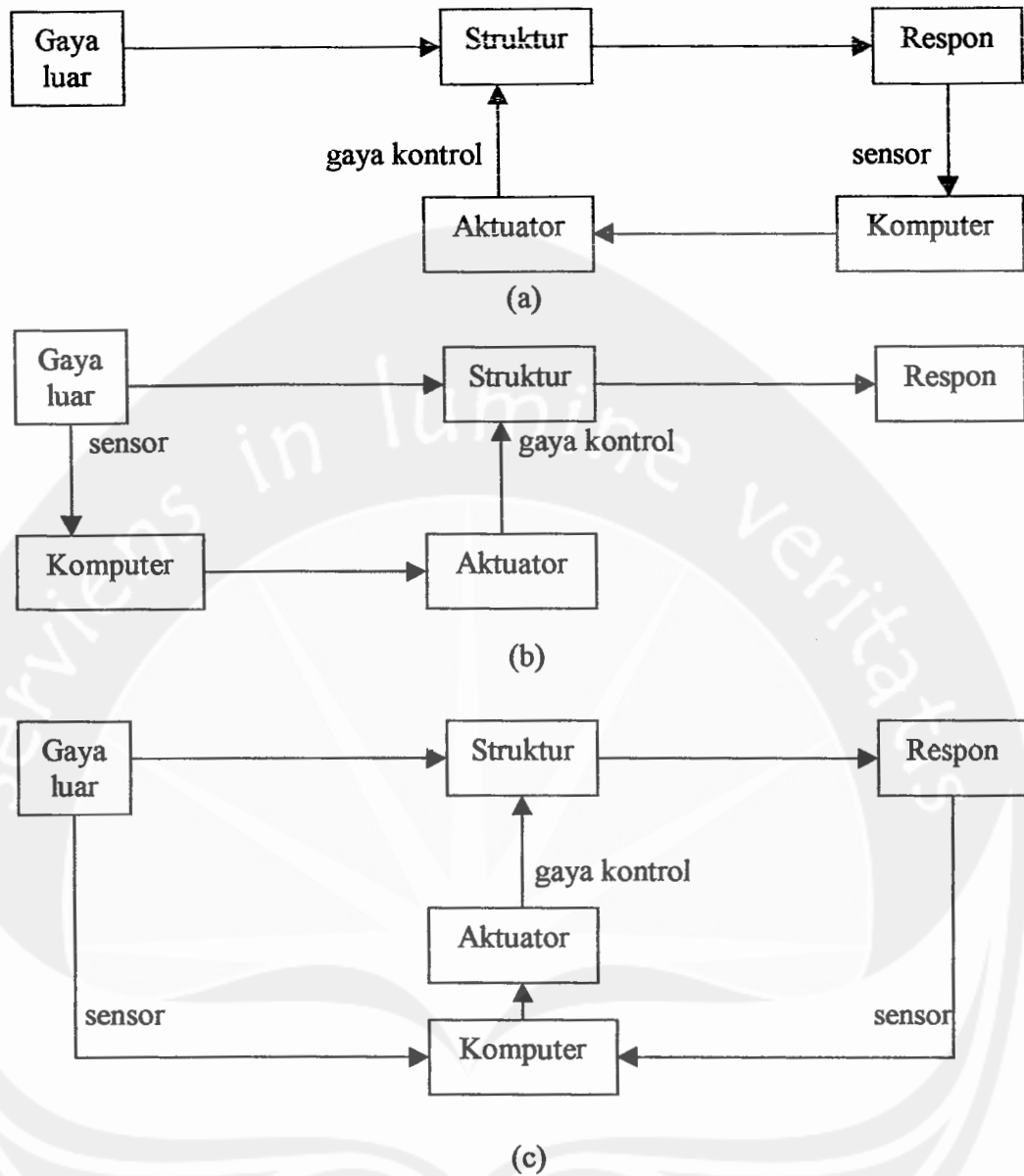
Uji kelayakan yang telah dilakukan, baik secara teori maupun eksperimen telah memberikan hasil yang memuaskan (Kobori dkk, 1991 ; Chung dkk, 1993 ; Shing dkk, 1996 ; Singh dkk, 1997 ; Arfiadi dan Hadi, 2000).

Kontrol aktif memiliki tiga elemen dasar sebagai berikut :

- a. sensor, yang digunakan untuk mengukur respon struktur atau gaya luar (variabel kontrol) yang terjadi,
- b. alat hitung, berupa komputer yang terhubung *on-line* dengan struktur. Berfungsi untuk menghitung gaya kontrol yang akan diberikan pada struktur,
- c. aktuator, mengerjakan gaya kontrol pada struktur. Beberapa jenis aktuator yang telah diterapkan pada struktur antara lain *active tendon*, *active tuned mass damper*, *aerodynamic appendages*, *gas pulse generator*.

Ketiga elemen ini bisa dirangkai pada struktur dalam tiga skema yakni *closed loop*, *open loop* dan *closed-open loop*. Pada semua skema ini informasi yang diperoleh dari sensor dikirim ke suatu unit komputer *on-line* yang lalu merubah *output* kontrol menjadi perintah elektrik. Perintah ini kemudian menggerakkan aktuator yang memberi gaya kontrol pada struktur (Pantelides, 1990).

Pada model *closed loop*, gaya kontrol diukur berdasarkan respon struktur yang terjadi, sedangkan untuk model *open loop*, gaya kontrol diukur berdasarkan gaya luar yang terjadi. Untuk model *closed-open loop*, gaya kontrol diukur berdasarkan respon struktur dan gaya luar yang terjadi. Skema kontrol aktif dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Skema kontrol aktif (Yang dan Soong, 1988).
 (a) *Closed loop*, (b) *Open loop*, (c) *Closed-open loop*

Penempatan aktuator di setiap lantai pada struktur menjadikan struktur sangat mahal. Oleh sebab itu studi tentang penempatan aktuator pada lokasi yang tepat sangat diperlukan agar bisa dihasilkan gaya kontrol minimal untuk mereduksi respon secara maksimal.

1.2. Masalah

1.2.1. Permasalahan

Dalam penelitian ini permasalahan yang muncul adalah sebagai berikut ini.

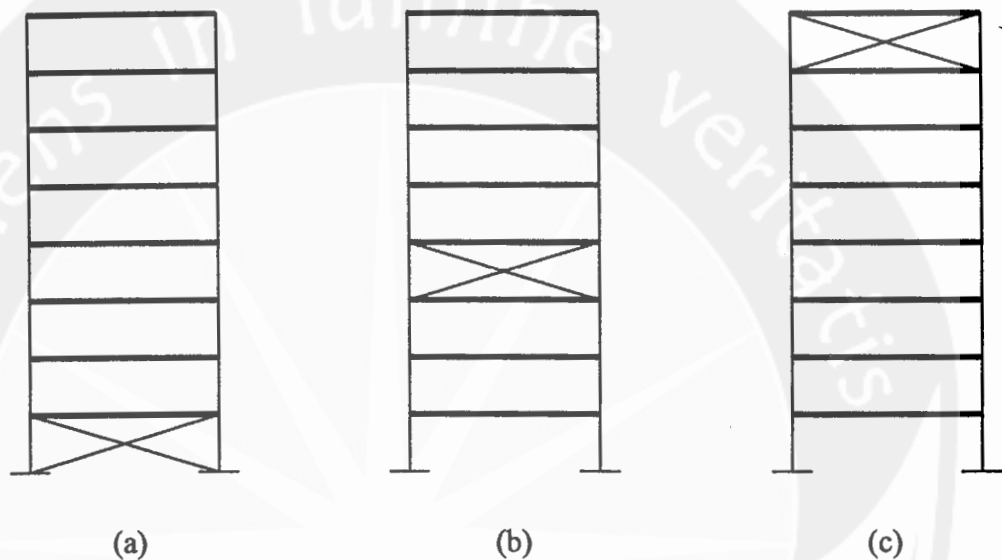
- a. Apakah posisi aktuator memberi pengaruh pada nilai gaya kontrol dan respon struktur ?
- b. Sejauh mana letak aktuator berpengaruh pada nilai gaya kontrol dan respon struktur ?
- c. Di manakah letak aktuator yang paling efektif ?

1.2.2. Batasan masalah

Untuk menjawab permasalahan di atas dan agar pembahasan nantinya tidak menjadi terlalu luas, maka penelitian ini memperhatikan batasan-batasan sebagai berikut ini.

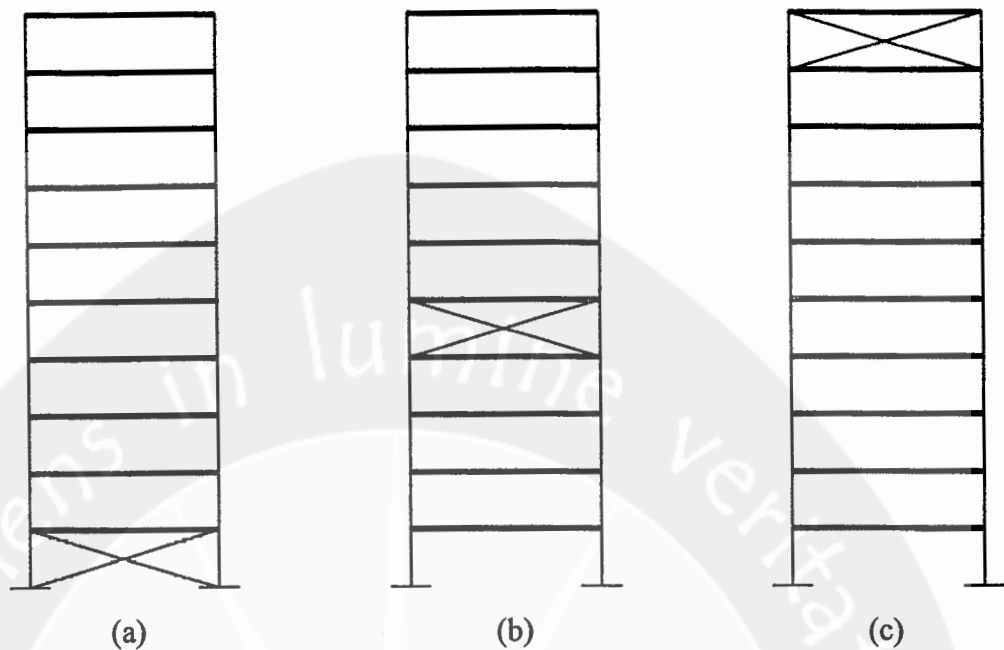
1. Untuk menghindari kerancuan arti maka beberapa istilah tetap menggunakan istilah aslinya (dalam bahasa Inggris).
2. Digunakan persamaan gerak struktur $M\ddot{y}(t) + C\dot{y}(t) + Ky(t) = -M\{1\}\ddot{x}_g$ dengan M = massa struktur, C = redaman struktur, K = kekakuan struktur, \ddot{x}_g = nilai percepatan gempa dan y = respon struktur.
3. Semua perhitungan menggunakan program komputer MATLAB.
4. Aktuator yang digunakan adalah *active tendon*.
5. Kontrol aktif diterapkan pada struktur portal bidang sebagai berikut ini.

- a. Portal bidang 8 (delapan) lantai dengan massa, kekakuan dan redaman adalah $M_i = M_j = 345,6 \text{ t}$, $K_i = K_j = 3,404 \times 10^5 \text{ kN/m}$, $C_i = C_j = 2.937 \text{ kN det/m}$ dengan i dan j adalah nomor lantai (Köse dkk, 1996). Pada portal ini analisis dilakukan dengan menempatkan aktuator pada lantai dasar, lantai empat dan lantai atas. Penempatan aktuator dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2. Portal bidang A
Aktuator ditempatkan pada (a) lantai dasar, (b) lantai empat, (c) lantai atas

- b. Portal bidang 10 (sepuluh) lantai dengan massa, kekakuan dan redaman adalah $M_i = M_j = 357,24 \text{ t}$, $K_i = K_j = 654,98 \text{ MN/m}$, $C_i = C_j = 6,15 \text{ MN det/m}$ dengan i dan j adalah nomor lantai (Singh dkk, 1997). Analisis dilakukan dengan menempatkan aktuator pada lantai dasar, lantai lima dan lantai atas. Penempatan aktuator dapat dilihat pada gambar 1.3.
6. Digunakan percepatan gempa dari rekaman gempa El Centro 1940, komponen utara-selatan.



Gambar 1.3. Portal bidang B
Aktuator ditempatkan pada (a) lantai dasar, (b) lantai lima, (c) lantai atas

7. Perhitungan gaya kontrol menggunakan metode *Linear Quadratic Regulator*, dengan Q dan R adalah variabel dalam perencanaan.

1.3. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. mengembangkan pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya dalam bidang kontrol getaran,
2. penelitian ini juga diharapkan bisa memacu praktisi teknik sipil di Indonesia untuk meneliti dan menerapkan metode kontrol aktif pada struktur yang nyata.

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan letak aktuator yang efektif. Efektif yang dimaksudkan di sini adalah pengurangan respon struktur yang maksimal dengan gaya kontrol yang minimal.

