



**APLIKASI PENGONTROL H_{∞} UNTUK MEREDAM GETARAN PADA
BANGUNAN BERTINGKAT
(Application of H_{∞} Controller to Damp Vibration on a Storied Building)**

Oleh :
Widowati
Sutimin
Aris Puji Widodo

.....
Biaya oleh Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia,
Direktorat Jenderal pendidikan Tinggi, Departemen pendidikan Nasional,
Tahun Anggaran 2002

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
September, 2002

RINGKASAN

APLIKASI PENGONTROL H_∞ UNTUK MEREDAM GETARAN PADA BANGUNAN BERTINGKAT*

Widowati¹, Sutimin², Aris Puji widodo³
2002, Jumlah halaman: 38

Penelitian ini mengkaji teori kontrol H_∞ untuk mencari suatu pengontrol yang dapat meredam getaran pada bangunan bertingkat. Teknik H_∞ ditunjukkan sebagai suatu metode yang handal untuk mendesain pengontrol yang dapat mengantisipasi berbagai gangguan pada obyek yang dikontrol (*plant*).

Metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut: pertama dikaji teori kontrol H_∞ khususnya tentang penentuan pengontrol yang diperkenankan (suatu pengontrol yang dapat menstabilkan plant secara internal), kemudian ditelaah syarat perlu dan cukup untuk eksistensi pengontrol suboptimal H_∞ . Selanjutnya pengontrol tersebut diaplikasikan pada bangunan bertingkat untuk meredam getaran dalam arah transversal dan torsional. Untuk keperluan ini mula-mula diturunkan model dinamik dari bangunan bertingkat, absorber dan fungsi bobot yang sesuai, sehingga diperoleh model dinamik dari *plant* yang diperumum. Data fisik (parameter-parameter) dari bangunan bertingkat dan absorber digunakan data eksperimen dari Saragih dan Yoshida (1999). Berikutnya dari *plant* yang diperumum, didesain pengontrol suboptimal H_∞ yang meminimisasi norm H_∞ dari fungsi alih lup tertutup. Besarnya nilai dari norm H_∞ tersebut dapat ditentukan secara grafik, berupa nilai maksimum (*peak value*) pada *Bode magnitude plot* dari fungsi alih. Untuk menganalisa sistem lup tertutup dan menguji kinerja pengontrol H_∞ dalam memberikan respon terhadap berbagai sinyal gangguan, sistem lup tertutup diberi masukan berupa sinyal uji fungsi impuls dan fungsi tangga.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa pengontrol H_∞ yang dirancang dapat menstabilkan plant. Kinerja dari pengontrol dapat ditingkatkan dengan penggunaan fungsi bobot yang sesuai. Pengontrol H_∞ yang diperoleh mampu meredam getaran baik dalam arah transversal maupun torsional pada seluruh lantai dari bangunan bertingkat. Untuk penelitian lebih lanjut, dalam rangka memperoleh model dinamik dari bangunan bertingkat yang lebih tepat, disarankan perlu memperhitungkan faktor-faktor lain seperti pergerakan ke atas dan/atau ke bawah, selain pergerakan transversal dan torsional seperti yang diperhitungkan dalam penelitian ini.

1,2,3 Jurusan Matematika F MIPA Universitas Diponegoro Semarang

* Dibiayai melalui proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia Dirjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. No. Kontrak : 018/LIT/BPPK SDM/IV/2002.

SUMMARY

APPLICATION OF H_∞ CONTROLLER TO DAMP VIBRATION ON A STORIED BUILDING*

Widowati¹, Sutimin², Aris Puji Widodo³
2002, The number of pages : 38

This research discussed about the H_∞ control theory to find a controller which can damp vibration on a storied building. The H_∞ technique is showed as a good method for controller design which can attenuate disturbance on the plant (the control object).

The methodology of this research can be expressed as follows: first, the H_∞ control theory is studied, it is concentrated on admissible controller (a controller internally stabilizes the plant), then necessary and sufficient conditions are derived for the existence of the H_∞ suboptimal controller. Furthermore, a controller is applied on the storied building to damp the transverse-torsional coupled vibration. The dynamical model of the storied building, absorber, and weight function are presented. The physic data (parameters) of the storied building and absorber are used the experimental data from Saragih and Yoshida (1999). And then the H_∞ suboptimal controller is designed for the generalized plant such that the H_∞ norm of the closed loop is minimized. The H_∞ norm value can be obtained based on a graphic, such as a peak value on the bode magnitude plot from a transfer function. To analyze the closed loop system and to verify the H_∞ controller performance, the closed loop system is given impulse and step function input.

As the results of this research, it can be concluded that the H_∞ controller can stabilize the plant, the controller performance can be increased by using a suitable weighting function, the H_∞ controller is effective in damping the transverse-torsional coupled vibration on the all story of the building. For the future research, we suggest to find the accurate dynamical model of the storied building, it needs to consider the other factors, such as vertical vibration of the storied building beside transversal-torsional vibration.

1,2,3 Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro Semarang.

* Funded by Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia Project Dirjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Contract Number : 018/LIT/BPPK SDM/IV/2002.

PRAKATA

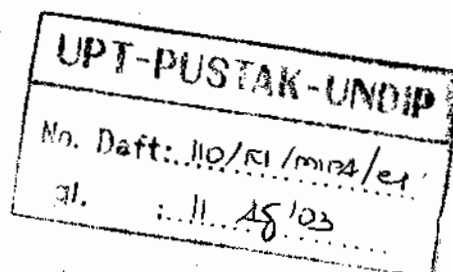
Alhamdulillah, segala puji bagi Allah swt, Penguasa seluruh alam. Besar rasa syukur kami pada Yang Maha Pengasih dan Penyayang, karena dengan rahmat-Nya dan pertolongan-Nya kami dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian dengan judul "*Aplikasi Pengontrol H_v untuk Meredam Getaran pada Bangunan Bertingkat*".

Tentu saja kami sangat bersyukur dan berterima kasih atas biaya yang diberikan oleh Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Selain itu, kami mengucapkan terimakasih juga kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Mudah-mudahan penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya masalah getaran dan system kontrol, serta dapat memberi informasi di bidang engecnering dalam pembuatan prototipe sistem pengontrolan getaran pada bangunan.

Semarang, September 2002

Tim Peneliti



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	2
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	4
IV. METODE PENELITIAN	5
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	7
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sistem kontrol lup tertutup	2
Gambar 3.1. Model skematis dari struktur elastis	6
Gambar 5.1. Diagram analisis kestabilan internal	10
Gambar 5.2. (a) Lower LFT, (b) Upper LFT	12
Gambar 5.3. Diagram blok dari matriks transfer	15
Gambar 5.4. Pergeseran transversal dan torsional dari lantai ke-i	22
Gambar 5.5. Pergeseran transversal dan torsional dari lantai ke-4	22
Gambar 5.6. Respons Frekuensi dari lup terbuka dan tertutup	35
Gambar 5.7. Impulse response dari pergeseran transversal	35
Gambar 5.8. Impulse response dari pergeseran torsional	36
Gambar 5.9. Step response dari pergeseran transversal	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Parameter Bangunan Bertingkat
- Lampiran 2. Parameter Absorber
- Lampiran 3. Personalia Peneliti

I. PENDAHULUAN

Salah satu fenomena alam yang banyak terjadi dan menimbulkan bencana adalah gempa bumi. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya gempa antara lain gunung meletus, gempa tektonik dll. Fenomena ini banyak terjadi pada daerah rawan gempa terutama pada daerah berkepulauan. Dengan kekuatan tertentu gempa ini dapat menimbulkan getaran (*vibration*) pada lingkungan di sekitarnya. Khususnya pada bangunan – bangunan bertingkat akan mengalami kerusakan. Menurut Modified Mercalli Intensity (MMI), gempa dengan tingkat intensitas IX dan X dapat menghancurkan struktur bangunan [6].

Getaran pada struktur bangunan akan berbahaya jika terjadi resonansi dari masing-masing lantai bangunan. Pada aspek rekayasa (*engineering*) masalah ini dikaji untuk mendesain pengontrol yang meredam getaran pada bangunan (bertingkat).

Masalah getaran pada bangunan bertingkat, secara eksperimen dalam skala laboratorium telah dilakukan oleh Saragih and Yoshida, 1999. Dalam hal ini dibatasi pada bangunan bertingkat empat. Struktur bangunan bertingkat ini diinterpretasikan sebagai struktur elastis. Getaran pada bangunan dibangkitkan oleh suatu gerakan mesin (*shaker*) yang dihubungkan pada lantai dasar. Dalam usaha meredam getaran bangunan, suatu pengontrol berupa *active dynamic vibration absorber* diletakkan pada lantai keempat. Dengan adanya pengontrol ini, getaran pada bangunan dapat diredam.

Penelitian ini membahas dari aspek matematisnya, dalam hal ini mengkaji teori kontrol H_{∞} dan aplikasinya dalam bidang rekayasa (*engineering*). Khususnya diaplikasikan untuk meredam getaran suatu bangunan bertingkat. Permasalahan yang dihadapi disini adalah bagaimana mencari gaya kontrol yang dapat meredam getaran.

Verifikasi redaman dari pengontrol secara langsung dapat dilihat dari simulasinya dengan memperlihatkan komparasi gerakan bangunan yang diberi pengontrol dan gerakan bangunan tanpa pengontrol.