

TESIS

**ANALISIS RESPONS GETARAN LANTAI FLEKSIBEL
AKIBAT AKTIVITAS MANUSIA**



**FIRNIMUS KONSTANTINUS BHARA
NO. MHS : 125101813/PS/MTS**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJAYA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2014**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : Firnimus Konstantinus Bhara
Nomor Mahasiswa : 125101813/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Analisis Respons Getaran Lantai Fleksibel Akibat
Aktivitas Manusia

Nama Pembimbing
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.

Tanggal
6/5/2014

Tanda Tangan



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : Firnimus Konstantinus Bhara
Nomor Mahasiswa : 125101813/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Analisis Respons Getaran Lantai Fleksibel Akibat Aktivitas Manusia

Nama Penguji

Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.
(Ketua/Penguji/Pembimbing Utama)

6/5/2014

Dr. Ir. A. M. Ade Lisantono, M.Eng
(Anggota/Penguji)

6/5/2014

Ir. Haryanto Y. W., MT.
(Anggota/Penguji)

8/5 - 2014



Ketua Program Studi

Dr. Ir. Imam Basuki, MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firnimus Konstantinus Bhara

Nomor Mahasiswa : 125101813/PS/MTS

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul :

ANALISIS RESPONS GETARAN LANTAI FLEKSIBEL AKIBAT
AKTIVITAS MANUSIA

Merupakan hasil karya sendiri bukan merupakan pekerjaan orang lain dan bukan merupakan salinan atau hasil jiplakan dari tesis atau karya tulis orang lain. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat ketidaksesuaian dengan pernyataan tersebut diatas, penulis bersedia menerima segala sangsi untuk dibatalkan kelulusannya dan melepas gelar Magister Teknik dengan penuh rasa tanggung jawab.

Yogyakarta, 30 April 2014

Yang membuat pernyataan,



(Firnimus Konstantinus Bhara)

NPM : 125101813/PS/MTS

KATA HANTAR

Puji syukur kupersembahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “Analisa Respons Getaran Lantai Fleksibel Akibat Aktivitas Manusia”.

Tesis merupakan salah satu syarat yang wajib dipenuhi oleh mahasiswa dalam meraih derajat kesarjanaan program Strata-2 (S-2) pada Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini dapat terlaksana berkat keterlibatan berbagai pihak yang dengan suka rela, langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan dan dukungannya dari awal hingga akhir penulisan Tesis ini. Untuk itu sudah selayaknya dan sepentasnya dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, yang telah menuntun setiap langkah hidupku serta mengabulkan doa-doa dan harapanku. Terima kasih banyak Tuhan Yesus.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing, sehingga Tesis ini dapat diselesaikan. Terima kasih banyak Prof. Yoyong.
3. Bapak Dr. Ir. A. M. Ade Lisantono, M.Eng dan Bapak Ir. Haryanto Y.W., MT., selaku dosen penguji, terima kasih banyak.
4. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, MT., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Universitas Nusa Nipa yang telah memberikanku kesempatan untuk melanjutkan studi Strata-2. Terima kasih banyak.

6. Istriku yang tercinta, yang dengan sabar, setia dan penuh rasa cinta selalu memotivasiku dalam melaksanakan pendidikan Strata-2 di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Terima kasih banyak istriku tercinta.
7. Keluargaku dan teman-temanku semua, terima kasih.
8. Dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dorongan serta semangat sehingga Tesis ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa karya Tesis ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sehingga Tesis ini menjadi lebih baik. Akhir kata semoga Tesis ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapa saja yang tertarik menyelidiki bidang permasalahan yang sama dan bagi perkembangan ilmu keteknik-sipilan.

Yogyakarta, April 2014

Penulis,

(Firnimus Konstantinus Bhara)

NPM : 125101813/PS/MTS

TESIS INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA
'ISTRIKU YANG TERSAYANG' YANG DENGAN
SABAR DAN SETIA MENUNGGU



*Karena itu Aku berkata kepadamu : Apa yang
kamu minta dan doakan, percayalah bahwa kamu
telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan
kepadamu.*

(Markus 11:24)

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA HANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
INTISARI	xi
ABSTRAC	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Keaslian Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
I.6. Tujuan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Konsep Getaran	6
II.2. Getaran Sebagai Derajat Kebebasan Tunggal	8
II.3. Getaran Dalam Struktur Balok	10
II.4. Prinsip Getaran Lantai	11
II.5. Kriteria Penerimaan Untuk Kenyamanan Manusia	14
A. Respon Manusia Terhadap Getaran Lantai	14
B. Batas Getaran	16
C. Rekomendasi Kriteria Design Struktur	16

II.6. Frekuensi Alami Lantai Rangka Baja	19
A. Konsep yang digunakan	19
B. Aksi Komposit	22
C. Beban Terbagi Rata	22
D. Beban Akibat Berjalan	22
E. Koefisien Redaman	23
F. Frekuensi Lantai	25
G. Analisa Riwayat Waktu	25
BAB III. METODE PENELITIAN	27
III.1. Materi Penelitian Penelitian	27
III.2. Perangkat Pengolahan Data	27
III.3 Proses Analisis	28
BAB IV. PEMBAHASAN	31
IV.1. Bangunan Yang Diuji	31
IV.2. Analisa Respons Lantai	31
A. Perhitungan Frekuensi Lantai Dengan Menggunakan Panduan Design	32
B. Perhitungan Frekuensi Lantai Menggunakan ETABS ...	40
C. Respon Getaran Struktur Lantai	48
BAB V. KESIMPULAN	60
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1. Tipe – tipe beban dinamik	7
Gambar 2. Pengaruh moda redaman dalam respon getaran	8
Gambar 3. Getaran dan massa pada ujung kantilever	9
Gambar 4. Hubungan antara Perpindahan (x), Kecepatan (v) dan Percepatan (a) pada getaran	9
Gambar 5. Skematis getaran pada balok dukungan sederhana	10
Gambar 6. Respon dan Gaya Sinusoidal	12
Gambar 7. Tiga bentuk awal dari ragam balok dengan dukungan sederhana Dan pada sistem lantai	13
Gambar 8. Rekomendasi puncak percepatan untuk kenyamanan manusia untuk getaran akibat aktivitas manusia	15
Gambar 9. Fungsi beban dinamik akibat hentakan kaki	23
Gambar 10. Diagram alir analisis	29
Gambar 11. Prosedur analisa riwayat waktu dari sistem lantai	30
Gambar 12. Denah lantai yang dianalisis	31
Gambar 13. Detail Lantai	32
Gambar 14. Rencana Penempatan Pengaku	35
Gambar 15. Detail Pengaku	35
Gambar 16. Letak garis netral pengaku	36
Gambar 17. Ragam pertama lantai bergetar vertikal	44
Gambar 18. Ragam ke-75 lantai bergetar arah vertikal	45
Gambar 19. Perpindahan di titik 32 pada lantai tanpa pengaku	46
Gambar 20. Perpindahan di titik 32 pada lantai dengan pengaku	46
Gambar 21. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan perpindahan lantai tanpa pengaku	47
Gambar 22. Spektrum respons hubungan antara periode dengan perpindahan lantai tanpa pengaku	48
Gambar 23. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan kecepatan lantai tanpa pengaku	48
Gambar 24. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan <i>pseudo</i> kecepatan lantai tanpa pengaku	49
Gambar 25. Spektrum respons hubungan antara periode dengan kecepatan lantai tanpa pengaku	49
Gambar 26. Spektrum respons hubungan antara periode dengan <i>pseudo</i> kecepatan lantai tanpa pengaku	50
Gambar 27. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan percepatan lantai tanpa pengaku	50
Gambar 28. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan <i>pseudo</i> percepatan lantai tanpa pengaku	51
Gambar 29. Spektrum respons hubungan antara periode dengan percepatan lantai tanpa pengaku	51

Gambar 30. Spektrum respons hubungan antara periode dengan perpindahan lantai tanpa pengaku	52
Gambar 31. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan Perpindahan lantai dengan pengaku	52
Gambar 32. Spektrum respons hubungan antara periode dengan perpindahan lantai dengan pengaku	53
Gambar 33. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan kecepatan lantai dengan pengaku	53
Gambar 34. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan <i>pseudo</i> kecepatan lantai dengan pengaku	54
Gambar 35. Spektrum respons hubungan antara periode dengan kecepatan lantai dengan pengaku	54
Gambar 36. Spektrum respons hubungan antara periode dengan <i>pseudo</i> kecepatan lantai dengan pengaku	55
Gambar 37. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan percepatan lantai dengan pengaku	55
Gambar 38. Spektrum respons hubungan antara frekuensi dengan <i>pseudo</i> percepatan lantai dengan pengaku	56
Gambar 39. Spektrum respons hubungan antara periode dengan percepatan lantai dengan pengaku	56
Gambar 40. Spektrum respons hubungan antara periode dengan <i>pseudo</i> percepatan lantai dengan pengaku	57
Gambar 41. Menentukan data grid	62
Gambar 42. Menentukan properti material beton bertulang	62
Gambar 43. Menentukan properti material baja	63
Gambar 44. Menentukan properti batang	63
Gambar 45. Menentukan properti pelat lantai	64
Gambar 46. Menentukan <i>load cases</i>	64
Gambar 47. Menentukan fungsi beban dinamik	65
Gambar 48. Menentukan beban dinamik	65
Gambar 49. Menggambar properti batang	66
Gambar 50. Pelat lantai	66
Gambar 51. Menentukan beban pelat lantai	67
Gambar 52. Pilihan analisis	67

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1. Hubungan antara frekuensi gaya dengan koefisien dinamis	18
Tabel 2. Ukuran profil pengaku	36
Tabel 3. Perhitungan inersia pengaku	37



INTISARI

Getaran lantai yang sifatnya sangat berlebihan dapat mengganggu kenyamanan pengguna bangunan karena adanya aktivitas manusia, hal ini dapat dikendalikan dengan meningkatkan kekakuan lantai. Salah satu cara untuk meningkatkan kekakuan lantai dengan menggunakan pengaku (*queen post hanger*) yang dipasang dibawah pelat lantai.

Menurut ISO 2361-1/2 kriteria batas untuk frekuensi alami lantai adalah 4 – 8 Hz. Di luar dari batas tersebut orang akan menerima percepatan getaran yang lebih tinggi, ini berarti jika pengguna bangunan akan merasa nyaman dengan getaran lantai yang terjadi maka frekuensi alami lantai tersebut harus berada pada batas yang telah ditentukan.

Ada dua cara untuk memprediksi frekuensi alami lantai yaitu dengan panduan desain yang dikembangkan oleh Murray et al (1997) dan dengan analisis riwayat waktu menggunakan program bantu ETABS. Suatu pendekatan yang tepat untuk menentukan besarnya frekuensi alami lantai telah dikembangkan dan salah satunya dengan metode balok ekuivalen untuk lantai komposit.

Hasil analisis menunjukkan bahwa frekuensi alami lantai tanpa pengaku adalah 0,45 Hz dengan panduan desain sedangkan dengan menggunakan ETABS frekuensi alami lantai adalah 0,49 Hz menunjukkan bahwa frekuensi alami lantai berada di luar batas kriteria yang disyaratkan. Untuk lantai yang dipasang pengaku diperoleh frekuensi lantai sebesar 5,56 Hz dengan panduan desain dan 5,26 Hz menggunakan ETABS. Akibat beban dinamis yang diambil dari dampak hentakan tumit, perpindahan arah vertikal maksimal terjadi di tengah bentang lantai yaitu 1,18 cm sebelum dipasang pengaku dan sebesar 0,36 cm setelah dipasang pengaku. Pengaku yang digunakan cukup ideal untuk mengurangi getaran yang terjadi pada lantai.

Kata kunci : getaran, respons, frekuensi alami, waktu getar, beban dinamis, rasio redaman, analisa riwayat waktu, perpindahan, kecepatan, percepatan.

ABSTRACT

The floor vibration which character was overwhelming might interrupt the convenience of the building users due to the human activity, it can be controlled by increasing the floor stiffness. One of the ways to increase the floor stiffness was using the stiffeners (queen post hanger) that should be installed under the plate of the floor.

According to ISO 2361-1/2 the criteria of limits for the floor natural frequency was 4-8 Hz. Above the limit, people would experience higher vibration acceleration, the statement implied that if the building users would like to be more convenient with the floor vibration, then the floor natural frequency should be in the limit that had been determined.

There were two ways for predicting the floor natural frequency namely by means of design guideline that had been developed by Murray et al. (1997) and by means of time history analysis by using ETABS. An appropriate approach for predicting the size of the floor natural frequency had been developed and one of the ways was the method of beam equivalent for composite floor.

The results of analysis showed that the floor natural frequency without the stiffeners was 0.45 Hz with the design guideline; on the other hand, the floor natural frequency as measured by means of ETABS was 0.49 Hz. As a result, the floor natural frequency was above the limit that had been determined. For the floor that had been installed with the stiffeners, the floor frequency was 5.56 Hz by means of design guideline and was 5.26 by means of ETABS. Due to the dynamic load that was taken from the heel impact, the displacement of vertical maximum direction occurred in the middle of the floor extend namely 1.18 cm before the stiffeners was installed and was 0.36 cm after the stiffeners was installed. The stiffeners that the research installed was quite ideal for decreasing the vibration occurred in the floor.

Keyword : frequency, response, natural frequency, period, dynamic load, damping ratio, analysis of time history, displacement, velocity, acceleration