

TESIS

**PENGARUH TANGGA PADA KEKAKUAN
LATERAL RANGKA BETON BERTULANG
AKIBAT GEMPA**



GALUH DWI RAHARJO

No. Mhs.: 195103125/PS/MTS

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2023**



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN TESIS

Nama : GALUH DWI RAHARJO
Nomor Mahasiswa : 195103125/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : **PENGARUH TANGGA PADA KEKAKUAN
LATERAL RANGKA BETON BERTULANG
AKIBAT GEMPA**

Dosen Pembimbing

1. Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

Tanggal

17/1/24

Tanda tangan



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : GALUH DWI RAHARJO
Nomor Mahasiswa : 195103125/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : **PENGARUH TANGGA PADA KEKAKUAN
LATERAL RANGKA BETON BERTULANG
AKIBAT GEMPA**

Dosen Penguji	Tanggal	Tanda tangan
1. Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.	18/01/24	
2. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	18/01/24	
3. Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., IPU ASEAN Eng.	18/01/2024	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil



Ir. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galuh Dwi Raharjo

No. Mahasiswa : 195103125/PS/MTS

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis saya yang berjudul:

“PENGARUH TANGGA PADA KEKAKUAN LATERAL RANGKA BETON BERTULANG AKIBAT GEMPA”

Adalah asli hasil karya ilmiah saya dan bukan merupakan plagiasi dari hasil karya orang lain baik sebagian maupun keseluruhannya. Apabila di kemudian hari terdapat plagiasi dalam tesis saya tersebut di atas, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan maupun peraturan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Sleman, 17/01/2024

Yang menyatakan:



GALUH DWI RAHARJO

ABSTRAK

Proses perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat pada umumnya tidak menyertakan tangga sebagai bagian dari struktur, namun hanya sebagai beban saja. Tetapi kenyataannya tangga juga merupakan struktur sekunder yang tidak hanya menghubungkan antara lapis lantai bangunan, namun juga dapat memberikan dampak pada kinerja struktur bangunan yang memungkinkan adanya perubahan perilaku struktur dari yang direncanakan.

Dalam penelitian ini, pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan rangka beton bertulang bertingkat rendah diuji dengan mengembangkan model analitis menggunakan software ETABS. Untuk memperoleh hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan kinerja modeling bangunan yaitu modeling bangunan tanpa tangga dan modeling bangunan dengan tangga. Untuk modeling bangunan dengan tangga dibedakan menjadi 3 kondisi, dilihat dari sistem strukturnya: 1) modeling struktur tangga menggunakan sistem penyangga kolom dan balok bordes, 2) modeling struktur tangga menggunakan sistem penyangga balok kantilever, dan 3) modeling struktur tangga tanpa sistem penyangga atau pelat melayang. Selanjutnya, modeling bangunan dengan tangga dikembangkan lagi menjadi 2 kondisi, dilihat dari letak penempatannya: 4) modeling dengan tangga diletakan pada posisi tengah bangunan, dan 5) modeling dengan tangga diletakan hanya pada satu sisi samping bangunan.

Hasil penelitian disimpulkan bahwa pada bangunan bertingkat rendah, pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral bangunan tidak terlalu signifikan, dilihat dari pengurangan periode dan peningkatan frekuensi getar pada ragam gerak awal, juga peningkatan nilai kekakuan tingkat yang tidak terlalu besar. Tetapi yang paling signifikan adalah peningkatkan nilai keluaran gaya dalam pada portal di sekitar tangga yaitu gaya aksial, geser dan momen. Yang perlu diperhatikan juga adalah penggunaan sistem struktur dan penempatan tangga akan berpengaruh terhadap perubahan nilai rasio partisipasi massa ragam dan pada arah ragam gerak bangunan. Dari semua model bangunan, sistem struktur tangga pada model 2 yaitu bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes mempunyai tingkat kinerja struktur yang paling baik tetapi juga meningkatkan keluaran gaya dalam yang paling besar daripada model yang lain.

Kata kunci: Struktur Tangga, Kekakuan Lateral, Kinerja Struktur, Gaya Dalam, ETABS

ABSTRACT

The planning process for multi-storey buildings generally does not include stairs as part of the structure, but only as a load. But in reality, stairs are also a secondary structure that not only connects the building floor layers, but can also have a significant impact on the performance of the building structure, allowing for changes in structural behavior from what was planned.

In this research, the effect of stairs on the lateral stiffness of low-rise RC frame building structures was tested by developing an analytical model using ETABS software. To obtain research results, the performance of building modeling was compared, namely building modeling without stairs and building modeling with stairs. Modeling of buildings with stairs can be divided into 3 conditions, seen from the structural system: 1) modeling of the stair structure using a column and landing beam support system, 2) modeling of the stair structure using a cantilever beam support system, and 3) modeling of the stair structure without a support system or floating plate. Next, the modeling of the building with stairs was further developed into 2 conditions, judging from its placement: 4) modeling with stairs placed in the middle position of the building, and 5) modeling with stairs placed only on one side of the building.

The research results concluded that in low-rise buildings, the influence of stairs on the lateral stiffness of the building is not very significant, seen from the reduction in period and increase in vibration frequency in the initial range of motion, as well as the increase in storey stiffness values which is not too large. But the most significant is the increase in the internal force output value on the portal around the stairs, namely axial force, shear and moment. What also needs to be taken into account is that the use of the structural system and the placement of stairs will influence changes in the mass participation ratio and the direction of movement of the building. Of all the building models, the stair structure system in model 2, namely the building with stairs using a landing column beam support system, has the best level of structural performance but also increases the internal force output the greatest compared to the other models.

Keywords: Stair Structure, Lateral Stiffness, Structural Performance, Internal Force, ETABS

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan terima kasih penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan dan berkat sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis berjudul “PENGARUH TANGGA PADA KEKAKUAN LATERAL RANGKA BETON BERTULANG AKIBAT GEMPA”.

Tesis ini diajukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar pascasarjana di Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atmajaya Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis tak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang sudah memberikan bimbingan, masukan dan arahan.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng.,Ph.D dan Bapak Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., IPU ASEAN Eng selaku Dosen Penguji yang sudah memberikan masukan dan arahan.
3. Bapak Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, M.T selaku mantan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil dan Bapak Ir. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil yang baru yang sudah memberikan masukan dan arahan.
4. Bapak Ibu Dosen Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atmajaya Yogyakarta yang sudah memberikan pengajaran dan berbagi ilmu.
5. Bapak Ibu terkasih Sarbani Sukamto dan Slamet Rahayu yang sudah mendukung, memberi semangat dan doa. Juga Mas Iwan Santosa dan Nduk Purnama Wati, setelah penantian yang panjang semoga pencapaian ini bisa membuat kalian bangga.

6. Istri ku tercinta Theresia Emi Rahayu terima kasih penuh cinta yang sebanyak-banyaknya karena sudah selalu mengingatkan, menyemangati, mendampingi, membantu, mendoakan dan mendukung dalam segala hal. Semoga selalu mendapatkan berkat yang terbaik dan semoga aku bisa selalu menjadi kebanggaan mu.
7. Semua teman-teman mahasiswa MTS yang sudah berjuang bersama-sama, selalu bersemangat dan sukses selalu.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan doa dan dukungannya sehingga penyusunan tesis ini bisa selesai dengan baik.

Dalam penyusunan tesis ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun agar dapat menjadi lebih baik di masa mendatang. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

Sleman,2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	3
C. TUJUAN PENELITIAN.....	3
D. BATASAN MASALAH.....	3
E. MANFAAT PENELITIAN.....	5
F. KEASLIAN PENELITIAN.....	5
G. METODE PENELITIAN.....	14
H. JADWAL PENELITIAN.....	14
I. SISTEMATIKA PENULISAN.....	15
BAB II.....	17
TINJAUAN PUSTAKA.....	17
A. DEFINISI TANGGA.....	17
B. KINERJA STRUKTUR.....	21
C. KEKAKUAN STRUKTUR.....	21
D. STANDAR PERATURAN.....	22
BAB III.....	23
METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. DATA LOKASI PENELITIAN.....	23
B. DATA BANGUNAN.....	24
C. DATA TANAH.....	33
D. DATA PEMBEBANAN.....	33
E. MODEL SISTEM TANGGA.....	36
F. PERMODELAN STRUKTUR BANGUNAN.....	39

G. ALUR PENELITIAN.....	39
BAB IV	40
ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	40
A. ANALISIS DATA TANAH	40
B. ANALISIS PEMBEBANAN.....	41
C. SISTEM STRUKTUR BANGUNAN.....	47
D. PERMODELAN.....	48
E. ANALISIS PERMODELAN	71
BAB V.....	97
KESIMPULAN DAN SARAN	97
A. KESIMPULAN.....	97
B. SARAN.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kerangka Penelitian.....	14
Tabel 3. 1 Tabel Prosedur Analisis Yang Diizinkan.....	28
Tabel 3. 2 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	30
Tabel 3. 3 Preliminari Design / Desain Rencana Pembalokan.....	31
Tabel 3. 4 Preliminari Design / Desain Rencana Kolom	31
Tabel 3. 5 Tebal Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior.....	32
Tabel 3. 6 Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan untuk analisis elastis pada level beban terfaktor	32
Tabel 4. 1 Perhitungan N dari pendekatan nilai q_c , dimana $q_c = 4 N$ (Meyerhof, 1956) .	40
Tabel 4. 2 Perhitungan Klasifikasi Situs Berdasarkan Nilai N	41
Tabel 4. 3 Data Respon Spektrum dari Aplikasi Spektrum Respon Desain Indonesia 2021	46
Tabel 4. 4 Rasio Partisipasi Massa Ragam pada Ragam Gerak ke 50.....	72
Tabel 4. 5 Ragam Gerak Pada 3 Ragam Gerak Awal.....	72
Tabel 4. 6 Periode Getar Bangunan	75
Tabel 4. 7 Frekuensi Getar Bangunan.....	77
Tabel 4. 8 Gaya Geser Dasar	79
Tabel 4. 9 Perhitungan Berat Bangunan	80
Tabel 4. 10 Simpangan Antar Lantai Izin.....	81
Tabel 4. 11 Perhitungan Simpangan Antar Lantai Izin.....	82
Tabel 4. 12 Simpangan Antar Lantai Arah – X	82
Tabel 4. 13 Simpangan Antar Lantai Arah – Y	84
Tabel 4. 14 Kekakuan Tingkat Arah – X.....	87
Tabel 4. 15 Kekakuan Tingkat Arah – Y.....	88
Tabel 4. 16 Keluaran Gaya Aksial Kolom.....	90
Tabel 4. 17 Keluaran Gaya Geser Kolom.....	91
Tabel 4. 18 Keluaran Gaya Momen Kolom.....	92
Tabel 4. 19 Keluaran Gaya Aksial Balok	94
Tabel 4. 20 Keluaran Gaya Geser Balok.....	95
Tabel 4. 21 Keluaran Gaya Momen Balok	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Tangga	18
Gambar 2. 2 Tangga Beton Bertulang	19
Gambar 2. 3 Tangga bentuk “U” konstruksi beton bertulang model biasa.....	19
Gambar 2. 4 Tangga bentuk “U” konstruksi beton bertulang model balok kantilever.	20
Gambar 2. 5 Tangga bentuk “U” konstruksi beton bertulang model pelat melayang.....	20
Gambar 3. 1 Peta Situasi Lokasi Pekerjaan	23
Gambar 3. 2 Peta Siteplan Lokasi Pekerjaan	24
Gambar 3. 3 Desain Perspektif Tampak Depan	24
Gambar 3. 4 Desain Perspektif Tampak Samping	25
Gambar 3. 5 Denah Lantai 1 atau Lapis 1.....	25
Gambar 3. 6 Denah Lantai 2 atau Lapis 2.....	26
Gambar 3. 7 Denah Lantai 3 atau Lapis 3.....	26
Gambar 3. 8 Denah Lantai Atap atau Lapis 4.....	26
Gambar 3. 9 Gambar Tampak Samping Kanan	27
Gambar 3. 10 Gambar Tampak Samping Kiri	27
Gambar 3. 11 Gambar Tampak Depan dan Belakang.....	28
Gambar 3. 12 Gambar Potongan Memanjang.....	29
Gambar 3. 13 Gambar Potongan Melintang	29
Gambar 3. 14 Model 1. Bangunan tanpa tangga.....	36
Gambar 3. 15 Model 2. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes.....	37
Gambar 3. 16 Model 3. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kantilever	37
Gambar 3. 17 Model 4. Bangunan dengan tangga tanpa sistem penyangga atau pelat melayang.....	37
Gambar 3. 18 Model 5. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes dimana letak tangga dirubah pada posisi tengah bangunan	38
Gambar 3. 19 Model 6. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes dimana letak tangga hanya ada pada satu sisi di samping bangunan	38
Gambar 3. 20 Kerangka Penelitian	39
Gambar 4. 1 Penyederhanaan Beban Trap Tangga.....	43
Gambar 4. 2 Pembagian Beban Tangga Menggunakan Beban Garis	44
Gambar 4. 3 Parameter kegempaan dari Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021	45
Gambar 4. 4 Kurva Spektrum Respons Desain dari Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021	45
Gambar 4. 5 Memasukkan Data Modulus Elastisitas Beton.....	49
Gambar 4. 6 Memasukkan Data Mutu Beton	49
Gambar 4. 7 Memasukkan Data Modulus Elastisitas Baja Tulangan Sirip	50
Gambar 4. 8 Memasukkan Data Kuat Tarik dan Kuat Leleh Baja Tulangan Sirip.....	51
Gambar 4. 9 Memasukkan Data Modulus Elastisitas Baja Tulangan Polos	51
Gambar 4. 10 Memasukkan Data Kuat Tarik dan Kuat Leleh Baja Tulangan Polos.....	52

Gambar 4. 11 Memasukkan Data Penampang Dan Mutu Beton Portal Kolom.....	53
Gambar 4. 12 Memasukkan Data Inersia Penampang Retak Portal Kolom	53
Gambar 4. 13 Memasukkan Data Mutu Baja Tulangan Dan Selimut Beton	54
Gambar 4. 14 Memasukkan Data Penampang Dan Mutu Beton Portal Balok	55
Gambar 4. 15 Memasukkan Data Inersia Penampang Retak Portal Balok.....	55
Gambar 4. 16 Memasukkan Data Mutu Baja Tulangan Dan Selimut Beton	56
Gambar 4. 17 Memasukkan Data Tebal Dan Mutu Beton Pelat.....	57
Gambar 4. 18 Memasukkan Data Inersia Penampang Retak Pelat Beton	57
Gambar 4. 19 Memasukkan Tipe Pembebanan Statik	58
Gambar 4. 20 Memasukkan Parameter Beban Gempa Statik Arah - X.....	59
Gambar 4. 21 Memasukkan Parameter Beban Angin Arah - X.....	60
Gambar 4. 22 Memasukkan Tipe Pembebanan Dinamik.....	61
Gambar 4. 23 Memasukkan Data Respons Spektrum.....	61
Gambar 4. 24 Memasukkan Data Faktor Skala Awal.....	62
Gambar 4. 25 Memasukkan Data Kalkulasi Massa Bangunan	63
Gambar 4. 26 Memasukkan Data Tipe Kombinasi Pembebanan.....	63
Gambar 4. 27 Memasukkan Data Koefisien Kombinasi Pembebanan	64
Gambar 4. 28 Denah Tie Beam atau Lapis 1 Bangunan	64
Gambar 4. 29 Denah Balok dan Pelat Lantai 2 atau Lapis 2 Bangunan	65
Gambar 4. 30 Denah Balok dan Pelat Lantai 3 atau Lapis 3 Bangunan	65
Gambar 4. 31 Denah Balok dan Pelat Atap atau Lapis 4 Bangunan.....	66
Gambar 4. 32 Potongan Melintang Bangunan	66
Gambar 4. 33 Potongan Memanjang Bangunan	67
Gambar 4. 34 Portal 3D Bangunan Tanpa Tangga	67
Gambar 4. 35 Portal 3D Bangunan Dengan Tangga Sistem Balok Kolom Bordes.....	68
Gambar 4. 36 Portal 3D Bangunan Dengan Tangga Sistem Balok Kantilever.....	69
Gambar 4. 37 Portal 3D Bangunan Dengan Tangga Sistem Pelat Melayang	70
Gambar 4. 38 Portal 3D Bangunan Dengan Tangga Sistem Balok Kolom Bordes.....	70
Gambar 4. 39 Portal 3D Bangunan Dengan Tangga Sistem Balok Kolom Bordes.....	71
Gambar 4. 40 Skema Pengecekan Periode Getar Bangunan.....	74
Gambar 4. 41 Grafik Periode Getar Bangunan	75
Gambar 4. 42 Grafik Frekuensi Getar Bangunan.....	77
Gambar 4. 43 Grafik Gaya Geser Dasar	79
Gambar 4. 44 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah - X.....	83
Gambar 4. 45 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah - Y.....	85
Gambar 4. 46 Hubungan Ketidakberaturan Vertikal dengan Simpangan dan Kekakuan Tingkat Bangunan.....	86
Gambar 4. 47 Grafik Kekakuan Tingkat Arah - X.....	88
Gambar 4. 48 Grafik Kekakuan Tingkat Arah - Y.....	89
Gambar 4. 49 Keyplan Kolom Balok Tinjauan Gaya Dalam	90
Gambar 4. 50 Grafik Keluaran Gaya Dalam Kolom.....	91
Gambar 4. 51 Grafik Keluaran Gaya Geser Kolom.....	92
Gambar 4. 52 Grafik Keluaran Gaya Momen Kolom.....	93
Gambar 4. 53 Grafik Keluaran Gaya Aksial Balok	94
Gambar 4. 54 Grafik Keluaran Gaya Geser Balok	95
Gambar 4. 55 Grafik Keluaran Gaya Momen Balok	96