



**ANALISA KERUNTUHAN KOLOM STRUKTUR
GEDUNG REKTORAT INSTITUT SENI
INDONESIA YOGYAKARTA
MENGUNAKAN ANALISIS
SPEKTRUM RESPONS
(Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)**

SKRIPSI

Oleh.

**MOH. AFRIANDI RIMA A
061910301128**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**ANALISA KERUNTUHAN KOLOM STRUKTUR
GEDUNG REKTORAT INSTITUT SENI
INDONESIA YOGYAKARTA
MENGUNAKAN ANALISIS
SPEKTRUM RESPONS
(Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)**

SKRIPSI

*Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh.

**MOH. AFRIANDI RIMA A
061910301128**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Dengan mengharap ridho' Allah SWT, kupersembahkan karya besarku sebagai wujud rasa terima kasihku kepada :

1. Agama dan junjunganku Nabi Besar Muhammad S.A.W
2. Kedua orang tuaku yang tercinta, ibunda tercinta Farida Utariani (Almh.) dan Ayahanda tersayang Drs. Moh. Mudhari yang telah mendoakan, memberikan kasih sayang, pengorbanan dan dukungan selama ini. Tanpa kalian skripsi ini tidak akan pernah ada.
3. Guru-guruku mulai TK, SD, SMP, SMA hingga Perguruan Tinggi yang saya banggakan. Terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya sehingga saya bisa meraih apa yang telah dicita-citakan.
4. Keluarga Besar Ach. Syarief dan Keluarga Besar Misrawi yang selalu memberi dukungan, nasihat dan doa dalam menghadapi hidup ini.
5. Adik-adikku Siti Safira Anani dan Siti Ulfaniza Anani, Kakakku Moh. Alief Rima F.,S.Kom., yang selama ini telah memberikan senyum semangat serta keceriaan dalam hidup ini.
6. Sahabat-sahabat terbaikku *ZeroSix Civilover's* ,Teman-teman KKT Desa Sumberpakem, teman-temanku semasa TK, SD, SMP SMA serta teman-teman sekosan (Aboed, Yoga, Denes, Sandi, Salim, Fahmi, Patrick, Tyok, dan Galang) yang telah memberikan keceriaan dalam hidupku. *I proud to be your friend guys, you guys so terrific.*
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang tercinta.

MOTO

Katakanlah: “Hai hamba-hamba-Ku yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri, janganlah kamu berputus asa dari Rahmat Allah. Sesungguhnya, Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sesungguhnya, Dia-lah Yang Maha Pengampun lagi Maha Penyayang
(Terjemahan QS. Az-Zumar: 53)*

*Seorang penyair mengatakan, Janganlah merasa mampu mengatur dirimu, sebab orang yang pandai mengatur pun dapat binasa. Terimalah Kami jika Kami memutuskan, sebab Kami lebih berhak dari dirimu.**

Atsar yang berbunyi : *Jika pagi tiba, janganlah menunggu sore; dan jika sore tiba, janganlah menunggu hingga waktu pagi*, dapat pula diartikan bahwa Anda harus membatasi angan-angan Anda, menunggu ajal yang sewaktu-waktu menjemput Anda, dan selalu berbuat yang terbaik. Jangan larut dalam kecemasan-kecemasan di luar hari ini. Kerahkan segala kemampuan untuk hari ini. Berbuatlah semaksimal mungkin, dan pusatkan konsentrasi Anda untuk melakukan sesuatu dengan cara meningkatkan kualitas moral, menjaga kesehatan, dan memperbaiki hubungan dengan sesama.*

* Dr. ‘Aidh al-Qarni. 2003. La Tahzan Jangan Bersedih!.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Afriandi Rima A

NIM : 061910301128

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Analisa Keruntuhan Kolom Struktur Gedung Rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta Menggunakan Analisis Spektrum Respons (Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dan sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Mei 2011

Yang menyatakan,

Moh. Afriandi Rima A

NIM. 061910301128

SKRIPSI

**ANALISA KERUNTUHAN KOLOM STRUKTUR GEDUNG
REKTORAT INSTITUT SENI INDONESIA YOGYAKARTA
MENGUNAKAN ANALISIS SPEKTRUM RESPONS
(Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)**

Oleh.

**MOH. AFRIANDI RIMA A
NIM 061910301128**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Krisnamurti.,MT
Dosen Pembimbing Anggota : Erno Widayanto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Keruntuhan Kolom Struktur Gedung Rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta Menggunakan Analisis Spektrum Respons (Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)”.

Hari : Rabu

Tanggal : 25 Mei 2011

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ketut Aswatama W., ST., MT
NIP. 1970 0713 200012 1 001

Ir. Krisnamurti., MT
NIP. 1966 1228 199903 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Erno Widayanto., ST., MT
NIP. 1970 0419 199803 1 002

Ir. Hernu Suyoso., MT
NIP 1955 1112 198702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

RINGKASAN

Analisa Keruntuhan Kolom Struktur Gedung Rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta Menggunakan Analisis Spektrum Respons (Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR); Moh. Afriandi Rima A, 061910301128; 2011; 77 halaman; Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Gempa bumi pada tahun 2006, mengguncang bagian tengah wilayah Indonesia, dekat kota sejarah, yaitu Yogyakarta. Pusat gempa ini berada di Samudera Hindia pada jarak sekitar 33 kilometer di selatan kabupaten Bantul, kekuatan gempa ini mencapai 5,9 pada Skala Richter. Lebih dari 5 ribu orang terbunuh dan ribuan terluka akibat gempa yang menyerang pada pagi 27 Mei. Karena gempa berasal dari kedalaman yang relatif dangkal yaitu 33 kilometer dibawah tanah, guncangan dipermukaan lebih dahsyat maka terjadilah kehancuran besar. Salah satu gedung yang mengalami kehancuran besar adalah gedung rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta. Oleh karena itu, peneliti ingin membuktikan apakah keruntuhan kolom antara kenyataan dan hasil analisa menunjukkan pola kegagalan yang sama.

Penelitian diawali dengan pengumpulan data, data yang dibutuhkan adalah gambar perencanaan gedung rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta dan data seismograf gempa Yogyakarta. Kemudian dianalisa beban gempanya menggunakan analisis Spektrum Respons. Setelah diperoleh beban gempa sebesar 14896.883 KN, 17692.909 KN, dan 6391.835 KN maka beban tersebut dianalisa menggunakan program komputer, yaitu SAP2000 v.10. Dari hasil analisis SAP, diperoleh gaya *axial* tiap kolom yang kemudian dihitung kapasitas tiap kolom sehingga bisa diketahui letak kolom yang mengalami leleh/hancur.

Dari hasil perhitungan kapasitas, beberapa kolom lantai satu telah mengalami gagal terlebih dahulu. Hal ini membuktikan bahwa keruntuhan kolom antara kenyataan dan hasil analisa menunjukkan pola kegagalan yang sama. Untuk

mengetahui seberapa besar beban yang dibutuhkan sehingga semua kolom runtuh, maka dilakukan penambahan beban. Penambahan beban dilakukan secara bertahap yaitu 20%, 40%, 100%, 200%, 500%, dari beban awal. Sehingga beban gempa sebesar 5.9 SR dapat disetarakan dengan beban pada pembebanan awal yaitu sebesar 14896.883 KN untuk kolom lantai satu.

SUMMARY

Analysis of the Collapse of the Structure Column of Indonesia Institute of the Arts Rectorate Building, Yogyakarta using Respons Spectrum Analysis (Case Study of The Yogyakarta Earthquake on the 27th of May 2006 5,9 SR); Moh. Afriandi Rima A, 061910301128; 2011; 77 pages; One Strata Studies Program (S1) in Civil Engineering Faculty of Engineering, Jember University.

An earthquake in 2006, rocked the central part of Indonesia, near the city's history, namely Yogyakarta. The quake's epicenter was located in the Indian Ocean at a distance of about 33 kilometers south of Bantul district, the strength of this quake reached 5.9 on the Richter Scale. More than 5 thousand peoples were killed and thousands were injured in the earthquake which attacked on the morning of May 27th. Because the earthquake originated from a relatively shallow depth of 33 kilometers under the ground, the surface is more powerful than the shock of great destruction. One of the buildings that suffered major destruction is Indonesia Institute of the Arts Rectorate building, Yogyakarta. Therefore, researcher wants to prove if the collapse of the column between reality and the results of analysis shows the same pattern of failure.

The research started with collecting data, data that's required is the master plan drawing of Indonesia Institute of the Arts Rectorate building, Yogyakarta and the Yogyakarta's earthquake seismograph data. Then analyzed earthquake load using response spectrum analysis. Having obtained earthquake load at 14896.883 KN, 17692.909 KN, and KN 6391.835 then the burden was analyzed using computer programs, namely SAP2000 v.10. From the analysis of SAP, each column axial force is obtained which then calculated the capacity of each column so that it can know the location of the columns that experienced melting / destroyed.

From the calculation of capacity, one column of the first floor had been experiencing melting first. This proves that the collapse of the column between reality and the results of analysis showed the same pattern of failure. To find out how much weight is needed so that all the columns collapse, then the addition of the load. The addition of loads done in stages of 20%, 40%, 100%, 200%, 500% of the initial load. So the burden of an earthquake of 5.9 magnitude can be synchronized with the load at first of loading in the amount of 14896.883 KN for all first floor columns.

PRAKATA

Dengan Memanfaatkan Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “*Analisa Keruntuhan Kolom Struktur Gedung Rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta Menggunakan Analisis Spektrum Respons (Studi Kasus Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 5,9 SR)*”.

Adapun maksud dan tujuan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Atas bimbingan, petunjuk serta pengarahan yang telah diberikan selama Penyelesaian Tugas Akhir ini kami sampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. T.Sutikto, M.Sc., selaku Rektor Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik; atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Bapak Jajok Widodo S, S.T., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil;
4. Bapak Ir. Krisnamurti., MT., selaku dosen pembimbing utama sekaligus selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Bapak Erno Widayanto.,ST., MT. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatiannya dalam penulisan tugas akhir ini;
5. Bapak Ketut Aswatama, ST., MT dan bapak Ir. Hernu Suyoso MT. selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dalam penyusunan Skripsi ini;
6. Kedua Orang tua (Almarhumah Ibunda Farida Utariani dan Ayahanda Drs.Moh.Mudhari) tercinta atas dukungan, doa dan limpahan kasih sayang yang tak pernah putus;
7. Semua Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama mengikuti pendidikan di Universitas Jember;

8. Para staf Institut Seni Indonesia Yogyakarta dan staf Kantor Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Sleman, Yogyakarta yang telah membantu dalam pengambilan data-data .
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu..

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan bukan milik manusia, sehingga saran dan kritik dari pembaca diterima dengan senang hati demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, Mei 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gempa Bumi.....	4
2.2 Perilaku bangunan ketika terjadi gempa.....	4
2.3 Gempa Yogyakarta	5
2.3.1 Letak Pusat Gempa	5
2.3.2 Daerah kerusakan akibat gempa	6

2.4 Lokasi Penelitian	8
2.4.1 Gedung Rektorat Institut Seni Indonesia Yogyakarta.....	8
2.4.2 Kerusakan Bangunan Institut Seni Indonesia	8
2.5 Pembebanan	11
2.5.1 Beban Mati	11
2.5.2 Beban Hidup	11
2.5.3 Beban Seismik (Gempa)	11
2.5.4 Kombinasi Beban Berfaktor	12
2.6 Analisis Ragam Spektrum Respons	14
2.6.1 Definisi.....	14
2.6.2 Konsep Perencanaan gambar Spektrum Respons	14
2.6.3 Interpretasi Analisis Spektrum Respons	17
2.6.4 Prosedur Analisis Ragam Spektrum Respons	18
2.6.5 Gaya Gempa Efektif	19
2.7 Persamaan Kekakuan dari Bangunan Penahan Geser	20
2.8 Mengestimasi rasio redaman, ζ	22
2.9 Spektrum Respons dengan Tiga Besaran	22
2.10 Sistem Tanpa Redaman	23
2.11 Titik Berat dan Pusat Massa	23
2.11.1 Titik Berat (XY)	23
2.11.2 Pusat Massa	24
2.12 Kolom	24
2.12.1 Pengertian Kolom	24
2.12.2 Jenis Kolom	25
2.12.3 Kapasitas nominal kolom kondisi seimbang (P_{nb})	26
2.12.4 Kapasitas nominal kolom pada kegagalan tarik	26
2.12.5 Kapasitas nominal kolom pada kegagalan tekan	27

BAB III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Data Gedung	28
3.2 Studi Literatur	28
3.3 Kerangka Pikiran	28
3.4 Prosedur Penelitian	31
3.4.1 Prosedur Perhitungan dengan Spektrum Respons	31
3.4.2 Perhitungan Kapasitas kolom pada keadaan <i>balance</i>	33
3.4.3 Perhitungan Kapasitas kolom pada Kegagalan Tarik	34
3.4.4 Perhitungan Kapasitas kolom pada Kegagalan Tekan.....	35
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Data untuk Analisa	36
4.2 Analisa beban gempa dengan Analisis Spektrum Respons	37
4.2.1 Perhitungan Beban Gravitasi	37
4.2.2 Menentukan titik berat gedung	38
4.2.3 Menentukan Letak Pusat Massa	39
4.2.4 Menentukan Matrik Massa	41
4.2.5 Menghitung Letak titik pusat Kekakuan	42
4.2.6 Menghitung Momen Inersia Kolom	43
4.2.7 Menghitung Kekakuan Kolom	47
4.2.8 Menghitung Matriks Kekakuan	53
4.2.9 Menghitung frekuensi alami dan mode getaran	53
4.2.10 Menghitung puncak respons tiap ragam	57
4.2.11 Menghitung gaya gempa efektif	58
4.3 Perhitungan Pembebanan portal (Beban Mati)	60
4.3.1 Perhitungan Pembebanan	60
4.3.2 Kontrol Gaya <i>Axial</i>	62
4.4 Pembahasan.....	63
4.4.1 Pemeriksaan Kegagalan kolom pada keadaan <i>balance</i>	63
4.4.2 Pemeriksaan Kegagalan kolom pada kegagalan Tarik	64

4.4.3	Pemeriksaan Keruntuhan Kolom Struktur	65
4.4.4	Diagram Interaksi.....	69
4.5	Evaluasi Letak Keruntuhan kolom antara kenyataan dengan Teori	
	Perhitungan	73
BAB V. PENUTUP	74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Parameter gempa dari berbagai sumber	6
2.2 Jumlah korban tiap kabupaten.....	7
2.3 Jumlah kerusakan rumah tiap kabupaten	7
2.4 Kombinasi beban Menurut SNI 03-2847-2002.....	13
4.1 Data dimensi balok.....	36
4.2 Data dimensi kolom	36
4.3 Pembebanan gedung PPIUG 1983	37
4.4 Berat bangunan tiap lantai.....	37
4.5 Perhitungan titik berat struktur untuk lantai 2 dan 1	38
4.6 Perhitungan titik berat struktur untuk lantai 3.....	39
4.7 Letak Pusat massa lantai 1 terhadap line A (X) dan line 9 (Y).....	40
4.8 Letak Pusat massa lantai 2 terhadap line A (X) dan line 9 (Y)	40
4.9 Letak Pusat massa lantai 3 terhadap line A (X) dan line 9 (Y).....	41
4.10 Titik pusat kekakuan lantai 1 dan 2 terhadap line A (X) dan line 9 (Y)	42
4.11 Titik pusat kekakuan lantai 3 terhadap line A (X) dan line 9 (Y)	42
4.12 Jarak as kolom ke titik pusat kekakuan untuk lantai 1 dan 2 (m)	43
4.13 Jarak as kolom ke titik pusat kekakuan untuk lantai 3 (m)	44
4.14 Momen inersia terhadap sumbu X untuk lantai 2 dan lantai 1	44
4.15 Momen inersia terhadap sumbu X untuk lantai 3	44
4.16 Momen inersia terhadap sumbu Y untuk lantai 2 dan lantai 1	45
4.17 Momen inersia terhadap sumbu Y untuk lantai 3	45
4.18 Hasil kali momen inersia kolom terhadap sumbu X dan sumbu Y Untuk lantai 2 dan lantai 1	46
4.19 Hasil kali momen Inersia terhadap sumbu X dan sumbu Y untuk lantai 3	46

4.20	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah X Untuk lantai 2 dan lantai 1	47
4.21	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah X Untuk lantai 3	47
4.22	Kekakuan lateral dengan orientasi arah Y untuk lantai 2 dan lantai 1 .	48
4.23	Kekakuan lateral dengan orientasi arah Y untuk lantai 3	48
4.24	Kekakuan lateral dengan orientasi arah X dan Y untuk lantai 2 dan lantai 1	49
4.25	Kekakuan lateral dengan orientasi arah X dan Y untuk lantai 3	49
4.26	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah X dan derajat kebebasan arah torsi untuk lantai 2 dan lantai 1	50
4.27	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah X dan derajat kebebasan arah torsi untuk lantai 3	50
4.28	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah Y dan derajat kebebasan arah torsi untuk lantai 2 dan lantai 1	51
4.29	Kekakuan lateral kolom rangka untuk gaya dengan orientasi arah Y dan derajat kebebasan arah torsi untuk lantai 3	51
4.30	Kekakuan torsi kolom rangka $k_{\theta\theta}$ untuk lantai 2 dan lantai 1	52
4.31	Kekakuan torsi kolom rangka $k_{\theta\theta}$ untuk lantai 3	52
4.32	Frekuensi alami arah X	57
4.33	Nilai respon struktur gedung dengan 5% redaman	57
4.34	Nilai respon struktur gedung setelah dikalikan nilai $g = 9.81 \text{ m/s}^2$	58
4.35	Ragam getar efektif (Q_i) ragam 1	58
4.36	Ragam getar efektif (Q_i) ragam 2	59
4.37	Ragam getar efektif (Q_i) ragam 3	59
4.38	Ragam getar efektif (Q_i) arah X	59
4.40	Pemeriksaan kapasitas kolom pada beban awal	65
4.41	Pemeriksaan kapasitas kolom pada penambahan 20%	65

4.42	Pemeriksaan kapasitas kolom pada penambahan 40%	66
4.43	Pemeriksaan kapasitas kolom pada penambahan 100%	67
4.44	Pemeriksaan kapasitas kolom pada penambahan 200%	67
4.45	Pemeriksaan kapasitas kolom pada penambahan 500%	68
4.46	Data Grafik Diagram Interaksi	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Lokasi patahan OPAK dan pusat gempa dari berbagai institusi	6
2.2 Daerah intensitas kerusakan UNOSAT dan perkiraan patahan	6
2.3 Spektrum percepatan elastis gempa Jogjakarta (5% redaman)	7
2.4 Tampak barat, belakang dan samping Gedung ISI	9
2.5 Kerusakan kolom akibat <i>short coloumn effect</i>	10
2.6 Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun SNI 03-1726-2002	12
2.7 Konsep gambar spektrum respons.....	15
2.8 Percepatan tanah, respons perpindahan sistem dengan tiga redaman , respons spectrum perpindahan	15
2.9 Spektrum respons kecepatan semu.....	16
2.10 Spektrum respons percepatan semu	16
2.11 Gabungan D-V-A spektrum respons	17
2.12 Gabungan D-V-A spektrum respons gempa El Centro $\zeta=0,2,5,10$ dan 20	17
2.13 Model bentang tunggal yang menyatakan sebuah bangunan penahan geser	20
2.14 Model kolom tunggal yang menyatakan sebuah bangunan penahan geser.....	20
2.15 Jenis kolom berdasarkan bentuk dan komposit material.....	25
3.1 Diagram alir penelitian.....	31
3.2 Diagram alir perhitungan penentuan kegagalan kolom.....	32
3.3 Diagram alir perhitungan penentuan kapasitas tarik kolom.....	33
3.4 Diagram alir perhitungan penentuan kapasitas tekan kolom	34
4.1 Perubahan bentuk ragam getar alami gedung 3 lantai arah X.....	54

4.2	Kapasitas kolom akibat penambahan beban gempa tahap I.....	65
4.3	Kapasitas kolom akibat penambahan beban gempa tahap II.....	68
4.4	Kapasitas kolom akibat penambahan beban gempa tahap III	70
4.5	Grafik Diagram Interaksi	72

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
A.	Data Hasil Perhitungan Berat Gedung
B.	Data Hasil Perhitungan Mode ragam spektrum respons
C.	Data Hasil Pembacaan Grafik Spektrum Respons Jogjakarta
D.	Data Perhitungan Beban Gempa Spektrum Respons
E.	Data Hasil Perhitungan pola kegagalan kolom
F.	Data Hasil Perhitungan Kapasitas Kolom