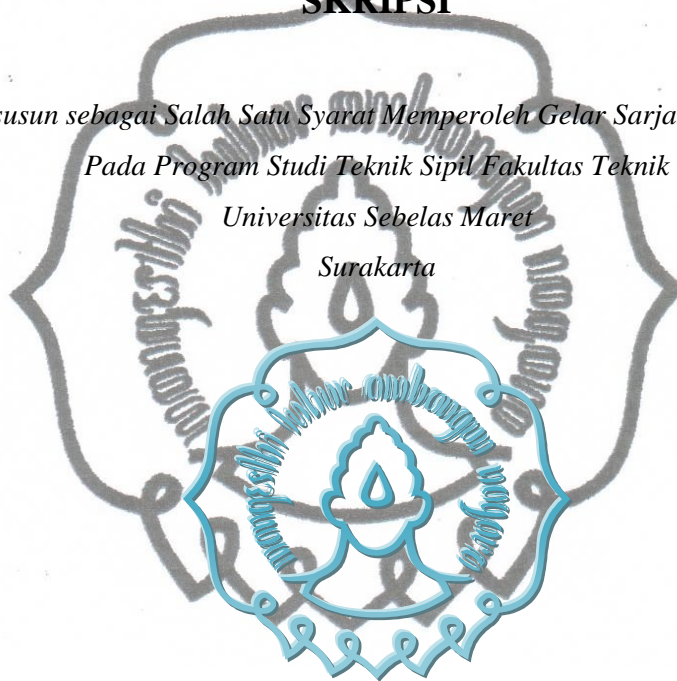


**FAKTOR MODIFIKASI RESPONS KEKUATAN LEBIH DAN
DAKTILITAS SERTA KERAPUHAN SEISMIC PADA SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN DAN SISTEM GANDA**

*RESPONSE MODIFICATION FACTORS OF OVERSTRENGTH AND DUCTILITY
ALSO SEISMIC FRAGILITY FOR MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM AND
DUAL SYSTEM*

SKRIPSI

*Disusun sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta*



**Disusun oleh :
LINDA ASTRIANA
I 0111062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2015
commit to user

LEMBAR PERSETUJUAN**FAKTOR MODIFIKASI RESPONS KEKUATAN LEBIH DAN
DAKTILITAS SERTA KERAPUHAN SEISMIC PADA SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN DAN SISTEM GANDA**

*RESPONSE MODIFICATION FACTORS OF OVERSTRENGTH AND DUCTILITY
ALSO SEISMIC FRAGILITY FOR MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM AND
DUAL SYSTEM*



Disusun Oleh :

LINDA ASTRIANA

I0111062

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji
Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sebelas Maret Surakarta

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Edy Purwanto, S.T., M.T.
NIP.19680912 199702 1 001

Prof. S. A. Kristiawan, S.T., MSc., Ph.D
NIP. 19690501 199512 1 001

HALAMAN PENGESAHAN**FAKTOR MODIFIKASI RESPONS KEKUATAN LEBIH DAN
DAKTILITAS SERTA KERAPUHAN SEISMIC PADA SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN DAN SISTEM GANDA**

*RESPONSE MODIFICATION FACTORS OF OVERSTRENGTH AND DUCTILITY
ALSO SEISMIC FRAGILITY FOR MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM AND
DUAL SYSTEM*

SKRIPSI

Disusun oleh :

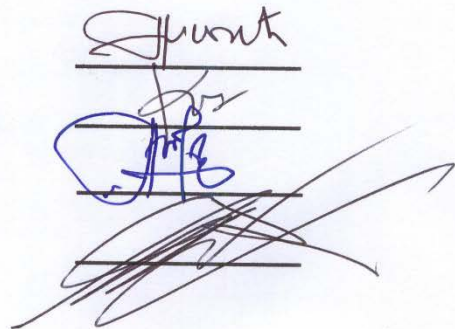
LINDA ASTRIANA

I 0111062

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima guna memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada hari Selasa, 28 Oktober 2015 :

Tim Penguji :

1. Edy Purwanto, ST, MT.
NIP. 19680912 199702 1 001
2. Prof. S.A. Kristiawan, ST, MSc, PhD
NIP. 19690501 199512 1 001
3. Ir. Bambang Santosa, MT
NIP. 19590823 198601 1 001
4. Ir. Supardi, MT
NIP. 19550504 198003 1 003



Mengesahkan,
Kepala Program Studi Teknik Sipil



Wibowo, ST, DEA
NIP. 19681007 199502 1 001

MOTTO

Coins always make sounds but paper money's are always silent. So, when your value increases, keep yourself silent and humble.

I still look at myself and want to improve.

Stop Complaining, Do Something

Let's live thankfully !



commit to user

PERSEMBAHAN

Thanks to

Allah SWT

Semua tahap yang telah dilewati, hambatan yang dihadapi dan kemudahan yang diraih, semua atas seizin dari-Mu. Saatnya saya mengucapkan syukur Alhamdulillah.

Bapak dan Ibu

Semua bisa dilakukan, tidak ada yang tidak bisa, asal mau berusaha. Tanpa henti menasehati dan mendoakan untuk kesuksesan anakmu ini Pak Bu, terima kasih atas segalanya. Semoga masih diberi waktu untuk bisa membalas semua itu dengan membahagiakan dan membanggakan kalian.

Nanda Surya Alam

My 9th y.o brother, thanks for our endless fight. P.S. There're slight difference between love and hate.

Edy Purwanto, S.T., M.T., Prof. S. A. Kristiawan, S.T., MSc., Ph.D dan Dosen-dosen Teknik Sipil FT UNS

Terima kasih banyak untuk semua bantuan, bimbingan, kesempatan dan ilmu-ilmu yang diberikan kepada saya.

Mutiara Puspahati Cripstyani "Bayi"

Skripsi ini mungkin bisa selesai lebih lama tanpa diskusi sama lo bay.

Sitcha Atat, Putri Satya, Elfa Monica, Rahardyan Indrya, Josephina Yola, Fibria Intan, Kartika K., & Maulina Meli.

Boboholicsquad! Four years first for everlasting best friendship.

Teman-teman Teknik Sipil 2011, 2010, 2012

We meet as strangers, but come to find out, we're link together sometime, somewhere, somehow. Thank you all for everything.

commit to user

ABSTRAK

Linda Astriana, 2015. Faktor Modifikasi Respons Kekuatan Lebih dan Daktilitas serta Kerapuhan Seismik pada Sistem Rangka Pemikul Momen dan Sistem Ganda. Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Gedung bertingkat di Indonesia umumnya direncanakan untuk menahan bahaya beban lateral seperti gempa bumi. Reduksi pada gaya gempa rencana yang dibebankan pada struktur perlu dilakukan dengan menggunakan konsep faktor modifikasi respons dimana struktur bersifat daktail dan memiliki kekuatan untuk mampu menahan gaya gempa yang lebih dari kekuatan desain. Seiring dengan resiko terjadinya gempa yang tinggi di wilayah Indonesia, maka resiko kerusakan bangunan mungkin terjadi. Penilaian kerapuhan seismik (*seismic fragility assesment*) struktur menjadi salah satu cara untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kerusakan pada struktur.

Penelitian menggunakan struktur non eksisting 10 lantai yang berfungsi sebagai gedung kantor dan direncanakan berada di Surakarta dengan menggunakan 2 tipe struktur, yaitu sistem struktur rangka pemikul momen (*frame*) dan sistem struktur rangka pemikul momen dengan dinding geser (*frame-shear wall*) atau sistem ganda. Beban gempa rencana dimasukkan dalam pemodelan struktur untuk analisis faktor modifikasi respons kekuatan lebih dan daktilitas sedangkan beban percepatan tanah 0,2-0,6 g dimasukkan dalam pemodelan struktur untuk analisis kerapuhan seismik.

R_s dan R_μ yang merupakan dua faktor kunci dari faktor modifikasi respons. Analisis struktur SWL-0 dan SWL-5 dilakukan dengan bantuan program SAP2000. Kesimpulan dari penelitian untuk struktur SWL-0 menghasilkan nilai R_s sebesar 1,3911 dan R_μ sebesar 6,2826 sementara untuk struktur SWL-5 nilai R_s sebesar 1,4242 dan R_μ sebesar 4,1001.

Kurva fragilitas merupakan komponen dasar dalam penilaian kerapuhan struktur, kerugian material maupun korban manusia yang terjadi akibat gempa bumi. Kurva fragilitas yang dihasilkan berupa hubungan probabilitas terjadinya kerusakan dengan parameter *spectra acceleration* sebagai parameter *demand*. Penelitian ini menganalisis batas kerusakan menurut Hazus-MH MR5 dan ATC-40. Dari hasil analisis diperoleh kriteria kerusakan yang dihasilkan menurut Hazus-MH MR5 lebih beragam dan memiliki sensitivitas kerusakan yang lebih baik dibanding ATC-40. Hal ini dapat dibuktikan saat S_a yang terjadi masih kecil, probabilitas kerusakan slight dan moderate lebih besar dibandingkan dengan IO yang notabene batas terendah kerusakan menurut ATC-40. Sebagai contoh, saat $S_a = 0,4$ g pada struktur SWL-0, probabilitas kerusakan *slight* = 99,89%, *moderate* = 99,04%, *extensive* = 74,71%, *complete* = 54,76%, IO = 83,23%, dan LS = 61,46%.

Kata kunci : kekuatan lebih, daktilitas, kerapuhan seismik

commit to user

ABSTRACT

Linda Astriana, 2015. *Response Modification Factors of Overstrength and Ductility also Seismic Fragility for Moment Resisting Frame System and Dual System.* Thesis of Civil Engineering Department of Engineering Faculty of Sebelas Maret University, Surakarta.

Multi-storey building in Indonesia are generally planned to resist lateral loads hazards like earthquakes. Reduction of the seismic forces imposed on the structure of the plan need to be done using the concept of the response modification factor reduction where the structure is ductile and has the strength to be able to withstand earthquake forces more than the power of design. Along with a high risk of earthquake in Indonesia, the risk of damage to buildings may occur. Seismic fragility assessment (fragility assessment) structures to be one way to find out the possibility of damage to the structure.

Research using the structure of a non existing 10 floors that serves as an office building and is planned to be in Surakarta using two types of structure, i.e. the system frame structure resisting moment (frame) and system frame structure resisting moments with shear wall (frame-shear wall) or a dual system. Earthquake loads included in the plans for the structural modeling analysis of the Response Modification Factors of Overstrength and Ductility while the load from 0.2 to 0.6 g acceleration of land included in the structural modeling for the analysis of seismic fragility.

R_s and R_μ which are the two key factors of response modification factor reduction. Analysis of the structure of SWL 0 and SWL-5 is done with the help of the program SAP2000. The conclusions of the research for the structure of the SWL-0 generated value of R_s is 1,3911 and R_μ is 6,2826 while for SWL-5 structure generated value of R_s is 1,4242 and R_μ is 4,1001.

Fragility curve is a basic component in the fragility assessment of the structure, material damage and human casualties caused by an earthquake. The result of fragility curves is probability damage relations with acceleration spectra parameters as parameter demand. This study analyzed the damage limit according Hazus-MH MR5 and ATC-40. The results of analysis, criteria damage produced by Hazus-MH MR5 more diverse and has a sensitivity better damage than the ATC-40. This can be proved when S_a happens is still small, the probability of slight and moderate damage is greater than the IO that in fact the lowest limit damage according to ATC-40. For example, when $S_a = 0.4$ g on the structure SWL-0, the probability of damage slight = 99.89%, moderate = 99.04%, extensive = 74.71% = 54.76% complete, IO = 83, 23%, and LS = 61.46%.

Key words : overstrength, ductility, seismic fragility

PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Faktor Modifikasi Respons Kekuatan Lebih dan Daktilitas serta Kerapuhan Seismik pada Sistem Rangka Pemikul Momen dan Sistem Ganda. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penyusun menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penyusun miliki sehingga masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, 28 Oktober 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Struktur Gedung Bertingkat	9
2.2.2 Sistem Ganda Beton Bertulang	9
2.2.3 Struktur Dinding Geser	9
2.2.4 Ketentuan Umum Bangunan Dalam Pengaruh Gempa.....	10
2.2.4.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Bangunan (KRB)	10
2.2.4.2 Parameter Percepatan Tanah.....	14

2.2.4.3 Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektra	15
2.2.4.4 Parameter Percepatan Spektra Desain.....	16
2.2.4.5 Spektrum respons Desain	16
2.2.5 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	17
2.2.5.1 Gaya Geser Dasar Seismik	17
2.2.5.2 Perhitungan Koefisien Respons Seismik	18
2.2.5.3 Penentuan Periode	18
2.2.5.4 Distribusi Vertikal Gaya Gempa	20
2.2.6 Metode <i>Pushover</i>	21
2.2.7 Kurva Kapasitas	21
2.2.8 Idealisasi Kurva Kapasitas	22
2.2.9 Faktor Modifikasi Respons Kekuatan Lebih	23
2.2.10 Faktor Modifikasi Respons Daktilitas	24
2.2.11 Spektrum Kapasitas.....	26
2.2.12 Kurva Fragilitas	27

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Pemodelan Struktur	31
3.2 Tahapan Penelitian.....	32
3.2.1 Pola Pembebanan Struktur	33
3.2.2 Penentuan Ketebalan Dinding Geser	33
3.2.3 Perhitungan Respons Spektra Desain.....	33
3.2.4 Perhitungan Beban Gempa.....	33
3.2.5 Pemodelan Struktur pada Program SAP2000	34
3.2.6 Penentuan Sendi Plastis (<i>Hinge Properties</i>)	35
3.2.7 Pola Pembebanan <i>Pushover</i>	35
3.3 Analisis Data	36
3.3.1 Analisis <i>Output Pushover</i>	36
3.3.2 Perhitungan Faktor Modifikasi Respons Kekuatan Lebih dan Daktilitas.....	36
3.3.3 Nilai Batas (<i>Limit State</i>).....	37

commit to user

3.3.4	Perhitungan Standar Deviasi untuk Ketidaktentuan Total dan Pembentukan Kurva Fragilitas	38
-------	--	----

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Desain Struktur	40
4.2	Perhitungan Tebal Dinding Geser	40
4.3	Perhitungan Pembebanan	41
4.3.1	Perhitungan Beban Mati	41
4.3.2	Perhitungan Beban Hidup	45
4.3.3	Perhitungan Beban Gempa Rencana	47
4.4	Pemodelan Struktur dengan Beban Gempa Rencana	55
4.5	Hasil <i>Pushover</i> dengan Beban Gempa Rencana	57
4.6	Analisis Faktor Modifikasi Respons Kekuatan Lebih (R_s)	58
4.7	Analisis Faktor Modifikasi Respons Daktilitas (R_μ)	62
4.8	Pemodelan Struktur dengan Percepatan Tanah Puncak	63
4.9	Hasil <i>Pushover</i> dengan Percepatan Tanah Puncak	64
4.10	Penentuan Nilai Batas Kerusakan	68
4.11	Perhitungan Standar Deviasi Ketidaktentuan (β)	73
4.12	Pembentukan Kurva Fragilitas	74

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	10
Tabel 2.2	Faktor keutamaan gempa	13
Tabel 2.3	Koefisien situs, F_a	15
Tabel 2.4	Koefisien situs, F_v	15
Tabel 2.5	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	19
Tabel 2.6	Nilai parameter pendekatan C_t dan x	20
Tabel 2.7	<i>Maximum total drift</i> untuk tiap kondisi kerusakan	29
Tabel 4.1	Variasi tipe struktur.....	40
Tabel 4.2	Rekapitulasi berat seismik efektif total struktur (W) struktur SWL-0	46
Tabel 4.3	Rekapitulasi berat seismik efektif total struktur (W) struktur SWL-5	47
Tabel 4.4	Rekapitulasi nilai T pada struktur yang digunakan.....	49
Tabel 4.5	Rekapitulasi nilai C_s pada struktur	51
Tabel 4.6	Rekapitulasi nilai V pada struktur.....	52
Tabel 4.7	Rekapitulasi nilai F_x pada struktur SWL-0.....	54
Tabel 4.8	Rekapitulasi nilai F_x pada struktur SWL-5	54
Tabel 4.9	Penentuan <i>load pattern</i> dan <i>load case</i> pada program SAP2000....	56
Tabel 4.10	<i>Step</i> hasil <i>pushover</i> pada struktur SWL-0.....	57
Tabel 4.11	<i>Step</i> hasil <i>pushover</i> pada struktur SWL-5.....	57
Tabel 4.12	Rekapitulasi nilai R_s	62
Tabel 4.13	Rekapitulasi nilai R_μ	63
Tabel 4.14	Penentuan <i>load case</i> pada program SAP2000	64
Tabel 4.15	Rekapitulasi spektrum kapasitas struktur SWL-0 dan SWL-5	66
Tabel 4.16	Rekapitulasi nilai batas kerusakan berdasarkan Hazus-MH MR5.	70
Tabel 4.17	Perhitungan berat struktur dengan simpangan antar lantai struktur SWL-0	71
Tabel 4.18	Rekapitulasi nilai batas kerusakan berdasarkan ATC-40	72
Tabel 4.19	Nilai standar deviasi untuk ketidakpastian total dari tiap kondisi kerusakan (β_{ds}) <i>commit to user</i>	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian wilayah gempa di Indonesia untuk S_1	14
Gambar 2.2	Pembagian wilayah gempa di Indonesia untuk S_s	14
Gambar 2.3	Pembagian wilayah gempa di Indonesia untuk PGA	14
Gambar 2.4	Ilustrasi (a) metode <i>pushover</i> dan (b) kurva kapasitas	22
Gambar 2.5	Ilustrasi bilinear hasil idealisasi kurva kapasitas	23
Gambar 2.6	Modifikasi kurva kapasitas menjadi spektrum kapasitas	26
Gambar 2.7	Prosedur untuk mengestimasi kerusakan dengan metode Hazus-MH MR5	28
Gambar 3.1	Denah model struktur (a) SWL-0 dan (b) SWL-5	32
Gambar 3.2	Sistem koordinat yang digunakan pada program SAP2000	34
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian	39
Gambar 4.1	Spektrum respons desain untuk wilayah Surakarta	50
Gambar 4.2	Model Struktur SWL-0	55
Gambar 4.3	Model Struktur SWL-5	56
Gambar 4.4	Kurva kapasitas dari struktur SWL-0 dan SWL-5	58
Gambar 4.5	Bilinear struktur SWL-0	59
Gambar 4.6	Nilai V_y dan Δ_y untuk struktur SWL-0 dari SAP2000	60
Gambar 4.7	Bilinear struktur SWL-5	60
Gambar 4.8	Nilai V_y dan Δ_y untuk struktur SWL-5 dari SAP2000	61
Gambar 4.9	Spektrum kapasitas struktur SWL-0	65
Gambar 4.10	Spektrum kapasitas struktur SWL-5	65
Gambar 4.11	Spektrum kapasitas dengan nilai batas kerusakan berdasarkan Hazus-MH MR5	70
Gambar 4.12	Spektrum kapasitas dengan nilai batas kerusakan berdasarkan ATC-40	72
Gambar 4.13	Kurva fragilitas struktur SWL-0 berdasarkan batas kerusakan Hazus-MH MR5	75
Gambar 4.14	Kurva fragilitas struktur SWL-5 berdasarkan batas kerusakan Hazus-MH MR5	75

commit to user

Gambar 4.15 Kurva fragilitas struktur SWL-0 berdasarkan batas kerusakan ATC-40	77
Gambar 4.16 Kurva fragilitas struktur SWL-5 berdasarkan batas kerusakan ATC-40	77
Gambar 4.17 Kurva fragilitas struktur SWL-0 berdasarkan batas Kerusakan Hazus-MH MR5 dan ATC-40	78
Gambar 4.18 Kurva fragilitas struktur SWL-5 berdasarkan batas kerusakan Hazus-MH MR5 dan ATC-40	79



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PEMBEBANAN

LAMPIRAN B KERAPUHAN SEISMİK

LAMPIRAN C SURAT-SURAT



commit to user

DAFTAR NOTASI

- C_S = koefisien respons seismik yang ditentukan sesuai dengan 2.2.5.2
 C_t = nilai parameter periode pendekatan dari Tabel 2.6
 C_u = koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung dari Tabel 2.5
 C_V = faktor distribusi vertikal
 C_0 = konversi SDOF perpindahan spektra ke MDOF simpangan atap (elastis)
 C_1 = faktor modifikasi ekspektasi maksimum simpangan inelastis dibagi dengan simpangan elastis, diambil 1 apabila $T_e \geq T_0$
 C_2 = faktor modifikasi yang menggambarkan efek dari bentuk histeristik
 C_3 = faktor modifikasi yang menggambarkan peningkatan simpangan akibat dari efek P-delta
 F_a = faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 0,2 detik
 F_v = faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik
 F_x = gaya gempa lateral
 h = tinggi antar lantai
 h_X = tinggi dari taraf penjepitan lateral sampai tingkat x
 h_n = ketinggian struktur di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
 H_R = tinggi bangunan sampai tingkat atap
 I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan Tabel 2.2
 IO = *immediate occupancy*
 k = eksponen yang terkait dengan periode strukturyaitu $k = 1$ jika $T \leq 0,5$,
 $k = 2$ jika $T \geq 2,5$, dan k diinterpolasijika $0,5 < T < 2,5$
 LS = *life safety*
 MCE = *maximum considered earthquake*
 N = jumlah tingkat
 PF_1 = faktor modal partisipasi untuk modal alami pertama
 PGA = *peak ground acceleration*
 P_i = total berat struktur
 R = faktor modifikasi respons
 R_R = faktor modifikasi respons redudansi
 R_S = faktor modifikasi respons kekuatan lebih *commit to user*

R_{μ} = faktor modifikasi respons daktilitas

S_a = percepatan spektra (*spectral accceleration*)



α_1 = koefisien modal massa untuk modal alami pertama
 α_2 = faktor modal *pushover*



commit to user

DAFTAR PUSTAKA

- ATC-19. 1995. *Structural Response Modification Factors*. Redwood City, California.
- ATC-40. 1996. *Seismic Evaluation And Retrofit Of Concrete Buildings*. Redwood City, California.
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*. Jakarta.
- C., Hem Chandra. 2010. *Assessment Of Response Reduction Factor Of RC Buildings In Kathmandu Valley Using Non-Linear Pushover Analysis. A Dissertation Submitted to Post Graduate Department of Earthquake Engineering, Faculty of Science and Technology, Khwopa Engineering College, Purbanchal University. Nepal..*
- Computer and Structures, Inc. (CSI), SAP2000. 1995. *Integrated Finite Element Analysis And Design of Structures, Version 14.0*, CSI, Berkeley California.
- Duan, X. 2008. *A Procedure For Establishing Fragility Functions For Seismic Loss Estimate Of Existing Buildings Based On Nonlinear Pushover Analysis. The 14th World Conference On Earthquake Engineering*. China.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2005). "Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures," FEMA 440. Washington, D.C.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2010). *HAZUS-MH MR5, technical and user's manual*, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.
- Frankie, Thomas M. 2010. *Simulation-Based Fragility Relationships For Unreinforced Masonry Buildings. A Thesis Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil*

Engineering in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois.

Gencturk, Bora. 2008. *Fragility Relationships for Populations of Woodframe Structures Based on Inelastic Response. Journal of Earthquake Engineering*, 12(S2):119–128. Illinois.

Handewi, Istiqorini. dkk. 2014. *Analisis Percepatan Tanah Maksimum Gempa bumi Tektonik Wilayah Jawa Timur Menggunakan Metode Donovan*. Universitas Negeri Malang. Malang.

Henuk, M. A. 2012. *Evaluasi Perilaku Inelastik Struktur Beton Bertulang yang Menggunakan Dinding Geser Dengan Analisis Pushover*. Yogyakarta.

Miranda, E. dan Bertero, V. V. 1994. *Evaluation of Strength Reduction Factors for Earthquake-Resistant Design*, "Earthquake Spectra, EERI, 10 (2):357-379.

Papailia, A. 2011. *Seismic Fragility Curves for Reinforced Concrete Buildings. A Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Master Degree in Earthquake Engineering &/or Engineering Seismology of Patras University*.

Patel, Bhavin. dan Shah, Dhara. 2010. *Formulation of Response Reduction Factor for RCC Framed Staging of Elevated Water Tank using Static Pushover Analysis. Proceedings of the World Congress on Engineering 2010 Vol III*. London.

Pemerintah Republik Indonesia. 2005. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 36 Tahun 2005 tentang Bangunan Gedung*, Jakarta.

Purnomo, Edy. 2014. *Analisis Kinerja Struktur pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik Respons Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel Di Semarang)*. Surakarta.

Zulham, Mohd. A. M. dkk. 2012. *An Evaluation of Overstrength Factor of Seismic Designed Low Rise RC Buildings*. Malaysia.