

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENGGUNAAN BRACING PADA SISTEM PERKUATAN GEDUNG**

**A.R FAHRUDIN B AKIBAT BEBAN SEISMIK**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Rahmad Diyanto**

**20140110019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmad Diyanto

NIM : 20140110019

Judul : Studi Penggunaan Bracing pada Sistem Perkuatan  
Gedung *A.R. Fathimah B Akibar* Beban Seismik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 28 Agustus 2018

Yang membuat pernyataan



Rahmad Diyanto

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc. Ph.D. sebagai ketua program studi Teknik Sipil UMY.
2. M. Ibnu Syamsi, S.T., M.Eng. dan Fanny Monika, S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing.
3. Kedua Orang Tua dan Kakak Adik yang selalu memberikan motivasi agar tetap menjadi pria yang bertanggung jawab.
4. Harliska Marditiana, S.E yang telah memberikan motivasi dan pembelajaran untuk lebih arif dan bijak dalam menghadapi ujian.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 25 Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR SINGKATAN .....	xi
DAFTAR ISTILAH .....	xii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Lingkup Penelitian .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu Tentang Studi Respon Struktur Gedung .....	4
2.1. Dasar Teori .....	9
2.2.1. Pembebanan .....	9
2.2.2. Analisis Gempa berdasarkan SNI 1726:2012 .....	10
2.2.3. Wilayah Gempa dan Respons Spektrum .....	16
2.2.4. Penentuan perioda .....	19
2.2.5. Periode fundamental pendekatan .....	19
2.2.6. Analisis Statik Ekuivalen .....	20
BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1. Tahapan Penelitian .....	22
3.2. Data Bangunan .....	24
3.3. Pemodelan .....	26
3.4. Standar Acuan .....	27
3.5. Pembebanan .....	28
3.6. Pembebanan Gempa Menurut SNI 1726:2012 .....	31

3.7	Perhitungan Desain Seismik .....	35
3.8	Perhitungan Gaya Geser Dasar Seismik Rencana .....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1.	Analisis Kondisi Eksisting .....	42
4.1.1.	Partisipasi Massa .....	42
4.1.2.	Kontrol Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ) .....	43
4.1.3.	Gaya Geser Lantai ( <i>Story Shear</i> ).....	43
4.1.4.	Simpangan antar lantai ( <i>Drift ratio</i> ).....	45
4.1.5.	Simpangan Kumulatif.....	48
4.2	Perkuatan Bracing.....	50
4.3	Perbandingan Hasil.....	53
4.3.1.	Perioda dan Frekuensi Struktur .....	53
4.3.2.	Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ) .....	55
4.3.3.	Gaya Geser Lantai ( <i>Story Shear</i> ).....	55
4.3.4.	Simpangan Antar Lantai ( <i>Drift ratio</i> ).....	57
4.3.5.	Simpangan Kumulatif.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		62
5.1.	Kesimpulan.....	62
5.2.	Saran .....	62
Daftar Pustaka .....		63
Daftar Lampiran .....		65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan Gempa (BSN, 2012).....	10
Tabel 2.2 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung (BSN, 2012) .....	11
Tabel 2.3 Lanjutan kategori resiko bangunan dan gedung .....	12
Tabel 2.4 Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ (BSN, 2012).....	13
Tabel 2.5 Koefisien Situs $F_{PGA}$ (BSN, 2012).....	15
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, $F_a$ (BSN, 2012).....	17
Tabel 2.7 Koefisien Situs, $F_v$ (BSN, 2012).....	17
Tabel 2.8 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung (BSN,2012)....	20
Tabel 2.9 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ (BSN,2012) .....	20
Tabel 3.1 Beban mati balok.....	28
Tabel 3.2 Beban mati untuk plat lantai .....	28
Tabel 3.3Beban Mati untuk plat bordes.....	28
Tabel 3.4 Beban hidup merata pada plat lantai. ....	29
Tabel 3.5 Nilai Parameter $F_a$ dan $F_v$ .....	32
Tabel 3.6 Response Spektrum SNI 1726:2012 .....	33
Tabel 3.7 Periode struktur arah X dan Y .....	35
Tabel 3.8 Faktor Skala Spektrum Respon Gempa Rencana .....	36
Tabel 4.1 Rasio modal pasrtisipasi massa kondisi awal.....	42
Tabel 4.2 Nilai <i>base shear</i> dinamik respon spektrum dan statik ekivalen.....	43
Tabel 4.3 Nilai <i>story shear</i> kondisi awal .....	44
Tabel 4.4 Nilai <i>drift ratio</i> kondisi awal arah X.....	47
Tabel 4.5 Nilai <i>drift ratio</i> kondisi awal arah Y.....	47
Tabel 4.6 Nilai simpangan kumulatif kondisi awal arah X.....	49
Tabel 4.7 Nilai simpangan kumulatif kondisi awal arah Y.....	50
Tabel 4.8 Perbandingan nilai perioda dan frekuensi. ....	54
Tabel 4.9 Perbandingan nilai <i>base shear</i> . ....	55
Tabel 4.10 Perbandingan nilai <i>story shear</i> dinamik respon spektrum.....	57
Tabel 4.11 Perbandingan nilai <i>drift ratio</i> dinamik respon spektrum arah X. ....	59
Tabel 4.12 Perbandingan nilai <i>drift ratio</i> dinamik respon spektrum arah Y. ....	59
Tabel 4.13 Perbandingan nilai simpangan kumulatif arah X.....	61
Tabel 4.14 Perbandingan nilai simpangan kumulatif arah Y.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta percepatan batuan dasar periode 1 detik ( $S_1$ ).....	13
Gambar 2.2 Peta percepatan batuan dasar priode 0,2 ( $S_2$ ) .....	14
Gambar 2.3 Spektrum respons desain(BSN,2012).....	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> proses pelaksanaan penelitian secara umum. ....	23
Gambar 3.2 Pemodelan struktur Gedung AR Fachrudin. ....	27
Gambar 3.3 Pemodelan struktur dengan perkuatan <i>bracing</i> . ....	27
Gambar 3.4 Peta Gempa 2017 untuk nilai $S_s$ .....	32
Gambar 3.5 Respons spektrum SNI 1726:2012 .....	34
Gambar 4.1 Gaya geser lantai struktur kondisi awal. ....	44
Gambar 4.2 Lokasi <i>joint</i> yang akan dianalisis. ....	46
Gambar 4.3 <i>Drift ratio</i> akibat beban gempa arah X kondisi awal.....	47
Gambar 4.4 <i>Drift ratio</i> akibat beban gempa arah X kondisi awal.....	47
Gambar 4.5 Simpangan kumulatif akibat beban gempa dinamik arah X. ....	49
Gambar 4.6 Simpangan kumulatif akibat beban gempa dinamik arah Y. ....	49
Gambar 4.7 Tampak atas pemasangan <i>bracing</i> gedunng A.R Fachruddin.....	51
Gambar 4.8 Tampak samping pemasangan <i>bracing</i> posisi di area tangga. ....	51
Gambar 4.9 Tampak samping pemasangan <i>bracing</i> posisi di area tangga lift.....	52
Gambar 4.10 Tampak samping pemasangan <i>bracing</i> posisi di lift. ....	52
Gambar 4.11 Perbandingan nilai periode dan frekuensi struktur. ....	53
Gambar 4.12 Perbandingan gaya geser lantai arah X.....	56
Gambar 4.13 Perbandingan gaya geser lantai arah Y.....	56
Gambar 4. 14 <i>Drift ratio</i> akibat beban gempa dinamik arah X.....	58
Gambar 4. 15 <i>Drift ratio</i> akibat beban gempa dinamik arah Y.....	58
Gambar 4. 16 Perbandingan simpangan kumulatif arah X. ....	60
Gambar 4. 17 Perbandingan simpangan kumulatif arah Y. ....	60

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Keterangan
$C_d$	= faktor amplifikasi defleksi
$C_m$	= faktor massa efektif
$C_1$	= faktor modifikasi untuk menghubungkan perpindahan inelastic maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon elastic <i>linear</i> .
$C_2$	= faktor modifikasi yang mewakili efek dari bentuk histeretik pada perpindahan maksimum
$C_3$	= koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat efek <i>P-Delta</i> .
$C_m$	= rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastic efektif
$C_o$	= faktor modifikasi untuk perpindahan spectral menjadi perpindahan atap/puncak (lantai teratas yang tidak dihuni). Umumnya menggunakan faktor partisipasi ragam pertama.
$C_s$	= koefisien respons seismik
$C_1$ dan $x$	= parameter yang ditentukan
$C_{vx}$	= faktor distribusi vertical
$h_i$ dan $h_x$	= tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$ , dinyatakan dalam meter (m).
$h_n$	= Ketinggian struktur (m), dari dasar sampai tingkat yang paling tinggi.
$F_1$	= gaya gempa desain tingkat kekuatan
$F_2$	= gaya gempa desain tingkat kekuatan
$F_3$	= gaya gempa desain tingkat kekuatan
$F_x$	= beban gempa nominal statik ekivalen
$G$	= percepatan gravitasi $9.81 \text{ m/detik}^2$
$I_e$	= faktor keutamaan gempa
$K_i$	= kekakuan lateral elastik
$K_e$	= kekakuan lateral efektif
$R$	= faktor modifikasi respons
$R$	= rasio kuat elastic perlu terhadap kuat leleh terhitung
$R^a$	= Koefisien modifikasi sistem



## DAFTAR ISTILAH

1. Arah Horizontal Ortogonal Utama  
Arah ortogonal yang mengendalikan elemen penahan gaya lateral.
2. Balok Kopel  
Balok yang difungsikan untuk menghubungkan dua elemen dinding struktural agar bekerja sebagai satu kesatuan dalam menahan gaya lateral akibat gempa.
3. Degradasi (scragging)  
Beban siklik atau kerja produk karet, termasuk isolator elastometer, mengakibatkan pengurangan properti kekakuan, yang sebagian akan dipulihkan dengan berjalannya waktu
4. Diafragma  
Atap, lantai, membran atau system bresing yang berfungsi menyalurkan gaya-gaya lateral ke elemen penahan vertikal.
5. Efek P-delta  
Efek sekunder yang bekerja pada elemen strktur, yang diakibatkan oleh penambahan beban vertikal sebagai akibat dari perpindahan horizontal struktur.
6. Elemen batas (*boundary elemets*)  
Bagian dari diafragma dan dinding geser, dimana gaya lateral yang terjadi akan disalurkan melalui bagian ini.
7. Gaya geser dasar  
Gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tinngkat dasar.
8. Gempa desain  
Pengaruh gempa yang besarnya dua per tiga dari pengaruh  $MCE_R$ .
9. Kelas situs  
Klasifikasi situs yang dilakukan berdasarkan kondisi tanah di lapangan.
10. Komponen  
Bagian dari sistem arsitektural, elektrikal, atau mekanikal
11. Komponen nonstruktural  
Bagian dari sistem arsitektur, elektrikal, atau mekanikal yang berada di sisi dalam atau luar bangunan gedung ataupun bangunan non gedung.
12. Ortogonal  
Dalam dua arah, dan keduanya membentuk sudut  $90^0$
13. Partisi  
Dinding interior nonstructural yang membentang horizontal dan vertikal dari tumpuan yang ke tumpuan yang lain.
14. Rangka Bresing Eksenstris  
Rangka bresing diagonal yang ujung bresing dengan jarak tertentu dari sambungan balok-kolom, atau terhubung dengan bresing diagonal yang lain. Sitem rangka ini didapat difungsikan sebagai sistem penahanan gaya lateral yang diakibatkan gempa.
15. Rasio simpangan antar lantai  
Simpangan antar lantai dibagi dengan tinggi lantai ( $h_x$ ) tersebut

16. Sesar aktif  
Sesar atau patahan yang dinyatakan aktif oleh yang berwenang berdasarkan data yang memadai. Yang berwenang adalah instansi, antara lain seperti pusat survei geologi, badan geologi, kementerian energy dan sumber daya mineral; dan badan meteorology klimatologi dan geofisika.
17. Simpangan antar lantai  
Perpindahan horizontal di bagian tingkat relatif terhadap bawahnya
18. Sistem ganda  
Sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa, dipikul oleh system rangka pemikul momen dan dinding geser ataupun oleh rangka pemikul momen dan rangka bresing.
19. Sistem Rangka Pemikul Momen  
Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur, system ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk kedua orang tuaku dan seluruh saudaraku.  
Semoga dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negaraku.