

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan hidayah, kekuatan, dan kemudahan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PERILAKU DINAMIS PORTAL BAJA BIDANG BERTINGKAT DENGAN VARIASI BUKAAN TITIK PUNCAK PENGAKU DIAGONAL GANDA “K”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, tak lepas dari bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankan saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
2. Ibu Ir. Siti Nurlina, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Dr.Eng. Indradi W., ST., M.Eng. (Prac.) selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Hendro Suseno, DEA. selaku dosen pembimbing I yang telah mendukung terlaksananya skripsi ini serta memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan untuk kesempurnaan penulisan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Roland Martin Simatupang, ST.,MT.,M.Sc selaku ketua majelis seminar proposal dan dosen penguji skripsi.
7. Bapak, Ibu, adik dan keluarga yang selama ini telah memberikan banyak dukungan, motivasi dan doa.
8. Segenap keluarga besar Teknik Sipil Universitas Brawijaya angkatan 2010, yang telah setia menemani dan membantu selama proses pengerjaan skripsi.

Dengan segala keterbatasan kemampuan saya sebagai manusia biasa tentunya skripsi ini sangat jauh dari kata sempurna. Karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Harapan saya semoga skripsi ini

dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya.

Malang, Juli 2014

Penyusun



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Bangunan Bertingkat Tahan Gempa	5
2.2. Baja Struktural	6
2.3. Struktur Portal Baja Bertingkat	7
2.4. Teori Analisa Modal	10
2.5. Arah Pembebanan Gempa	15
2.6. Konsep Perencanaan Bangunan Tahan Gempa	15
2.7. Daktilitas	16
2.8. Struktur Penahan Gaya Seismik	17
2.9. Waktu Getar Alami Struktur	17
2.10. Perhitungan Koefisien Respon Seismik	18
2.11. Distribusi Horizontal Gaya Gempa	18
2.12. Pengaruh Gaya Vertikal	19
2.13. Software STADD PRO untuk Analisis Struktur	19
2.14. Hasil Penelitian Sebelumnya	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Deskripsi Struktur	23
3.2. Analisis Gempa Metode Statik Ekuivalen	28
3.3. Analisis Gempa Metode Ragam Spektrum Respons	28
3.4. Variabel Analisis	29
3.5. Penyajian Data Penelitian	30
3.6. Bagan Alur Perencanaan	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Data Perencanaan	32
4.2 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Portal	37
4.3 Skema Pembebanan	49
4.4 Hasil Perhitungan	75
4.5 Penyajian Grafik	107
4.6 Pembahasan	115

BAB V PENUTUP

123

5.1 Kesimpulan

123

5.2 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Portal

123

DAFTAR PUSTAKA

124



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Perhitungan waktu getar alami struktur	17
Tabel 2.2.	Perhitungan Koefisien Respons Seismik	18
Tabel 2.3.	Perhitungan distribusi horisontal gaya gempa	18
Tabel 2.4.	Perhitungan Gempa Vertikal	19
Tabel 4.1.	Profil Balok Portal 15 Lantai	34
Tabel 4.2.	Profil Kolom Portal 15 Lantai	34
Tabel 4.3.	Profil Balok Portal 21 Lantai	34
Tabel 4.4.	Profil Kolom Portal 21 Lantai	35
Tabel 4.5.	Profil Balok Portal 27 Lantai.	35
Tabel 4.6.	Profil Kolom Portal 27 Lantai.	35
Tabel 4.7.	Profil Pengaku Portal 15 Lantai.	36
Tabel 4.8.	Profil Pengaku Portal 21 Lantai.	36
Tabel 4.9.	Profil Pengaku Portal 27 Lantai.	36
Tabel 4.10.	Beban Mati Terpusat pada Atap	40
Tabel 4.11.	Beban Mati Terpusat portal 15 Lantai	40
Tabel 4.12.	Beban Mati Terpusat portal 21 Lantai	40
Tabel 4.13.	Beban Mati Terpusat portal 27 Lantai	40
Tabel 4.14.	Klasifikasi Situs Tanah	43
Tabel 4.15.	Koefisien Situs, FA	44
Tabel 4.16.	Koefisien Situs, FV	45
Tabel 4.17.	Hasil Periode (T) dan Percepatan Respon Spectra (SA)	48
Tabel 4.18.a.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 15 Lantai	75
Tabel 4.18.b.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 15 Lantai	76
Tabel 4.18.c.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 15 Lantai	76
Tabel 4.18.d.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 15 Lantai	77
Tabel 4.18.e.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 15 Lantai	77
Tabel 4.18.f.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 15 Lantai	78

Tabel 4.19.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai	82
Tabel 4.20.	Frekuensi Natural (Hz) Portal 15 Lantai	83
Tabel 4.21.a.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 21 Lantai	84
Tabel 4.21.b.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 21 Lantai	85
Tabel 4.21.c.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 21 Lantai	86
Tabel 4.21.d.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 21 Lantai	87
Tabel 4.21.e.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 21 Lantai	88
Tabel 4.21.f.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 21 Lantai	89
Tabel 4.22.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai	93
Tabel 4.23.	Frekuensi Natural (Hz) Portal 21 Lantai	94
Tabel 4.24.a.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 27 Lantai	95
Tabel 4.24.b.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 27 Lantai	96
Tabel 4.24.c.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 27 Lantai	97
Tabel 4.24.d.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 27 Lantai	98
Tabel 4.24.e.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 27 Lantai	99
Tabel 4.24.f.	Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 27 Lantai	100
Tabel 4.25.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai	104
Tabel 4.26.	Frekuensi Natural (Hz) Portal 27 Lantai	106

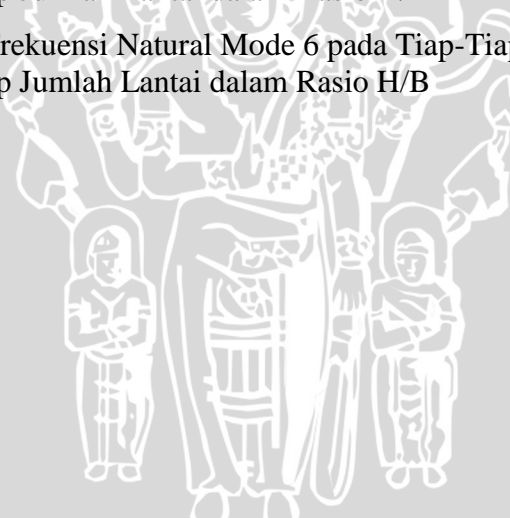
DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Hubungan Diagram Tegangan-Regangan Baja Struktural Dibandingkan dengan material lainnya.	6
Gambar 2.2.	Tipe sistem Pengaku Batang Diagonal, (a) Tipe X, (c) Tipe K, (j) Tipe <i>Knee</i>	8
Gambar 2.3.	Struktur Portal dengan Sistem Pengaku Ganda	9
Gambar 2.3.	Sistem Tampilan GUI dari STAAD PRO	20
Gambar 3.1.	Jenis Bukan Titik Simpul Puncak pengaku diagonal jenis “K”	24
Gambar 3.2.	Struktur Portal Bidang Terbuka Tanpa Pengaku 15, 21, dan 27 lantai (Tipe Terbuka).	25
Gambar 3.3.	Struktur Portal dengan Pengaku Jenis “K” standar 15, 21, dan 27 lantai (Tipe 0).	25
Gambar 3.4.	Struktur Portal dengan Pengaku Jenis “K” Tipe A 15, 21, dan 27 lantai.	26
Gambar 3.5.	Struktur Portal dengan Pengaku Jenis “K” Tipe B 15, 21, dan 27 lantai.	26
Gambar 3.6.	Struktur Portal dengan Pengaku Jenis “K” Tipe C 15, 21, dan 27 lantai.	27
Gambar 3.7.	Grafik Hubungan rasio tinggi portal terhadap lebar portal dengan Frekuensi natural maupun Simpangan Maksimum.	30
Gambar 3.8.	Grafik Hubungan panjang bukaan pengaku terhadap bentang portall dengan Frekuensi natural maupun Simpangan Maksimum.	30
Gambar 3.9.	Bagan Alur Perencanaan	31
Gambar 4.1.	Geometri Struktur dan Perletakan Profil Balok Kolom Portal 15 dan 21 lantai.	32
Gambar 4.2.	Geometri Struktur dan Perletakan Profil Balok Kolom Portal 27 lantai.	33
Gambar 4.3.	Diagram Transformasi Pembebanan Plat.	39
Gambar 4.4.	Peta 1. MCE_{RS}	42
Gambar 4.5.	Peta 2. MCE_{RS1}	42
Gambar 4.6.	Hubungan Percepatan Respon Spektra dan Periode	47
Gambar 4.7.	Spektrum Respon Desain	48
Gambar 4.8.	Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe Terbuka	50

Gambar 4.9.	Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe 0	51
Gambar 4.10.	Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe A	52
Gambar 4.11.	Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe B	53
Gambar 4.12.	Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe C	54
Gambar 4.13.	Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe Terbuka	55
Gambar 4.14.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe Terbuka	56
Gambar 4.15.	Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe 0	57
Gambar 4.16.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe 0	58
Gambar 4.17.	Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe A	59
Gambar 4.18.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe A	60
Gambar 4.19.	Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe B	61
Gambar 4.20.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe B	62
Gambar 4.21.	Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe C	63
Gambar 4.22.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe C	64
Gambar 4.23.	Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe Terbuka	65
Gambar 4.24.	Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe Terbuka	66
Gambar 4.25.	Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe 0	67
Gambar 4.26.	Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe 0	68
Gambar 4.27.	Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe A	69
Gambar 4.28.	Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe A	70
Gambar 4.29.	Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe B	71
Gambar 4.30.	Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe B	72
Gambar 4.31.	Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe C	73
Gambar 4.32.	Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe C	74
Gambar 4.33.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 15 Lantai	78
Gambar 4.34.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 15 Lantai	79
Gambar 4.35.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 15 Lantai	79
Gambar 4.36.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 15 Lantai	80
Gambar 4.37.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 15 Lantai	80
Gambar 4.38.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 15 Lantai	81

Gambar 4.39.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai	82
Gambar 4.40.	Frekuensi Natural Portal 15 Lantai	83
Gambar 4.41.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 21 Lantai	89
Gambar 4.42.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 21 Lantai	90
Gambar 4.43.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 21 Lantai	90
Gambar 4.44.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 21 Lantai	91
Gambar 4.45.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 21 Lantai	91
Gambar 4.46.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 21 Lantai	92
Gambar 4.47.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai	93
Gambar 4.48.	Frekuensi Natural Portal 21 Lantai	94
Gambar 4.49.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 27 Lantai	101
Gambar 4.50.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 27 Lantai	101
Gambar 4.51.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 27 Lantai	102
Gambar 4.52.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 27 Lantai	102
Gambar 4.53.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 27 Lantai	103
Gambar 4.54.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 27 Lantai	103
Gambar 4.55.	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai	105
Gambar 4.56.	Frekuensi Natural Portal 27 Lantai	106
Gambar 4.57.	Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai	107
Gambar 4.58.	Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai	108
Gambar 4.59.	Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai	108

Gambar 4.60.	Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15, 21, dan 27 Lantai	109
Gambar 4.61.	Grafik Frekuensi Natural Portal 15 Lantai	109
Gambar 4.62.	Grafik Frekuensi Natural Portal 21 Lantai	110
Gambar 4.63.	Grafik Frekuensi Natural Portal 27 Lantai	110
Gambar 4.64.	Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	111
Gambar 4.65.	Grafik Frekuensi Natural Mode 1 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	111
Gambar 4.66.	Grafik Frekuensi Natural Mode 2 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	112
Gambar 4.67.	Grafik Frekuensi Natural Mode 3 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	112
Gambar 4.68.	Grafik Frekuensi Natural Mode 4 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	113
Gambar 4.69.	Grafik Frekuensi Natural Mode 5 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	113
Gambar 4.70.	Grafik Frekuensi Natural Mode 6 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B	114



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.a	Hasil Perhitungan Kontrol Balok 15 lantai	L-1
Lampiran 1.b	Hasil Perhitungan Kontrol Kolom 15 lantai	L-6
Lampiran 1.c	Hasil Perhitungan Kontrol Balok 21 lantai	L-11
Lampiran 1.d	Hasil Perhitungan Kontrol Kolom 21 lantai	L-16
Lampiran 1.e	Hasil Perhitungan Kontrol Balok 27 lantai	L-21
Lampiran 1.f	Hasil Perhitungan Kontrol Kolom 27 lantai	L-26
Lampiran 2.a	Perhitungan Analisis Pengaku Portal 15 lantai	L-31
Lampiran 2.b	Perhitungan Analisis Pengaku Portal 21 lantai	L-32
Lampiran 2.c	Perhitungan Analisis Pengaku Portal 27 lantai	L-33



RINGKASAN

HAFIZH FADLA, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Perilaku Dinamis Portal Baja Bidang Bertingkat Dengan Variasi Buka-an Titik Puncak Pengaku Diagonal Ganda "K"*, Dosen Pembimbing : Ir. Hendro Suseno, DEA dan Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D.

Gedung tinggi merupakan bangunan modern yang dipakai untuk menampung dan mendukung aktivitas manusia didalamnya. Secara umum pembangunan gedung harus memberi kenyamanan dan keamanan bagi penghuninya selama umur pakainya. Salah satu bentuk struktur utama adalah rangka kaku atau portal dari bahan profil baja dengan elemen balok dan kolom, baja sendiri memiliki keunggulan dalam hal rasio antara berat sendiri dengan daya dukung beban yang dapat dipikulnya.

Penggunaan portal terbuka pada struktur utama gedung dirasa belum efektif karena kurang stabil dalam menahan beban horizontal. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini kami menambahkan pengaku (*bracing*) jenis "K" ditambahkan dengan variasi buka-an titik simpul puncak pengaku yang mempunyai beberapa manfaat diantaranya memberikan perpindahan dinamis (simpangan antar lantai maksimum dan frekuensi natural) yang kecil dan dari segi arsitektural memberikan ruang untuk bangunan non structural.

Dalam proses analisisnya menggunakan "Metode Elemen Hingga" berdasarkan metode kekakuan langsung yang dimudahkan untuk mendapatkan hasil yang lebih sederhana. Untuk proses perhitungannya menggunakan *Software STAAD Pro* dengan memvariasikan 3 model gedung (15, 21, dan 27 lantai) dan setiap gedung terdiri dari 4 macam tipe portal (tipe terbuka, tipe 0, tipe A, tipe B, dan tipe C).

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada portal beberapa tipe buka-an pengaku (A, B, dan C) terhadap jumlah lantai (15, 21, dan 27 lantai), diperoleh keluaran berupa nilai simpangan antar lantai maksimum dan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio tinggi portal terhadap lebar portal dan rasio panjang buka-an pengaku terhadap bentang portal. Adanya buka-an pengaku memberikan perlakuan setiap portal berbeda walaupun diberi pembebanan yang sama. Kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis adalah semakin lebar buka-an pengaku maka kekakuan akan semakin kecil sehingga simpangan antar lantai maksimum akan semakin besar dan frekuensi natural akan semakin kecil. Apabila ditinjau dari setiap jenis tingkat, perubahan simpangan antar lantai maksimum semakin meningkat dan frekuensi naturalnya semakin menurun secara linier.

Kata kunci : bracing, portal baja, simpangan antar lantai maksimum, frekuensi natural.