

**DETEKSI KERUSAKAN *BRACING* PADA PORTAL BIDANG
BAJA TIPE *BRACING* KONSENTRIK**

**Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

Oleh:

YESI SUBIYANTO

NPM. : 09 02 13187



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
Juni 2013**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

DETEKSI KERUSAKAN *BRACING* PADA PORTAL BIDANG BAJA TIPE *BRACING* KONSENTRIK

Oleh:

YESI SUBIYANTO

NPM. : 09 02 13187

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 17 / 6 - 2013

Pembimbing



(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Candrar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

DETEKSI KERUSAKAN *BRACING* PADA PORTAL BIDANG BAJA TIPE *BRACING* KONSENTRIK

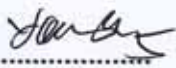
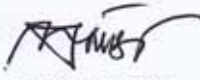


Oleh :

YESI SUBIYANTO

NPM. : 09 02 13187

telah diuji dan disetujui oleh:

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.		17/06/2013
Sekretaris: Ir. Pranawa Widagdo, M.T.		19/06/2013
Anggota : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		18/6/2013

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

DETEKSI KERUSAKAN *BRACING* PADA PORTAL BIDANG BAJA TIPE *BRACING* KONSENTRIK

benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 10 Juni 2013

Yang membuat pernyataan



(Yesi Subiyanto)

Tuhan inilah hidupku
Ku serahkan padaMu
Segala cita-citaku, masa depanku
Menjadi milik-Mu

.....
BagiMu Tuhan seluruh hidupku
Pakailah Tuhan bagi kemuliaan-Mu
Genapi seluruh rencana-Mu
Sampai bumi penuh kemuliaan-Mu

.....
a Song by Johan Chrisdianto

"Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku" Filipi 4:13

"Allahku akan memenuhi segala keperluanmu menurut kekayaan dan kemuliaan-Nya dalam Kristus Yesus" Filipi 4:19

"Tetapi carilah dahulu Kerajaan Allah dan kebenarannya, maka semuanya itu akan ditambahkan kepadamu. Sebab itu, janganlah kamu kuatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari." Matius 6:33-34

Stop Complaining and Start Thanks Giving

*Dengan segala Puji dan Syukur, Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:
Tuhan Yesus Kristus, My God Father
Mama dan Papa tercinta,
O Very, O Dede, Tomi, Robet, Grace,
Ii Eyin, Tio Hocan, Emak Ging,
Ci Christy, Ci Marlin dan Kay,
Seseorang yang special di hati,
Hidup dan Masa Depanmu,
Terima kasih.....*

KATA HANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah mencurahkan segala berkat, kasih serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **"DETEKSI KERUSAKAN BRACING PADA PORTAL BIDANG BAJA TIPE BRACING KONSENTRIK"** yang disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui Laporan Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain. Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi petunjuk dan membimbing penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Seluruh dosen khususnya Alm. Bapak Djoko Wahjono dan staff di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar dan membantu penulis selama masa kuliah;

5. Keluarga besar tercinta, Mama, Papa, O Very, O Dede, Tomi, Robet, Grace, Ii Eyin, Tio Hocan, Emak Ging, Ci Christy, Ci Marlin dan Kay yang selalu memberi dukungan doa dan kasih kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjana;
6. Yogha Rian Herdhiawan, yang senantiasa mendampingi dengan sabar dalam suka duka dan memberi dukungan melalui doa, kasih dan semangat kepada penulis;
7. Sahabat-sahabat, Rima, Ririn, Handy, Galih, Lili, Monte, Jesi, Lytha terima kasih atas persahabatan dan kebersamaan yang telah dijalani hingga saat ini;
8. Teman-teman kos, khususnya Mba Niken, Mba Keke, Mba Chaca, Mba Vivin, Mba Rini, Mba Syeli, terima kasih untuk kebersamaan selama ini di dalam maupun di luar kos Bapak Sabarno.
9. Romo Buset, Mas Domi, dan seluruh teman-teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya temen-temen asisten IUT dan Pektan, Sipil'09, PSSB'09, dan teman-teman KKN 62, terima kasih atas dukungan kalian semua;
10. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Juni 2013

Yesi Subiyanto
NPM : 09 02 13187

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA HANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii
INTISARI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kerusakan Struktur.....	6
2.2 Deteksi Kerusakan Struktur	7
2.3 Portal Bidang Baja	9

2.4	Derajat Kebebasan.....	11
2.5	Metode Analisis Struktur dengan Matriks	12
2.6	Matriks Massa	16
2.6.1	Matriks Massa Terpusat (<i>Lumped Mass</i>)	16
2.6.2	Matriks Massa Konsisten (<i>Consistent Mass</i>)	18
BAB III	LANDASAN TEORI.....	20
3.1	<i>Singular Value Decomposition</i> dan <i>Eigenvalue</i>	20
3.2	Pengaruh Deformasi Geser.....	21
3.3	Getaran Bebas tanpa Redaman.....	26
3.4	Matriks Fleksibilitas vs Matriks Kekakuan berdasarkan Ragam Getaran.....	28
3.5	Vektor Beban Penentu Lokasi Kerusakan (VBPLK).....	31
3.6	Menentukan Vektor Beban Penentu Lokasi Kerusakan.....	32
3.7	Normalisasi Tegangan Kumulatif	34
3.8	Langkah untuk Mendeteksi Kerusakan	35
BAB IV	PEMODELAN STRUKTUR DAN VALIDASI PROGRAM .	37
4.1	Model Struktur	37
4.2	Kasus Kerusakan Struktur.....	41
4.3	Prosedur Analisis Kerusakan Struktur	43
4.4	Validasi Program Bantu	44
BAB V	DETEKSI KERUSAKAN STRUKTUR PORTAL BAJA TIPE BRACING KONSENTRIK.....	46
5.1	Deteksi Kerusakan Struktur	46

5.1.1 Kasus Kerusakan 1	46
5.1.2 Kasus Kerusakan 2	54
5.1.3 Kasus Kerusakan 3	57
5.1.4 Kasus Kerusakan 4	60
5.1.5 Kasus Kerusakan 5	63
5.1.6 Kasus Kerusakan 6	66
5.1.7 Kasus Kerusakan 7	70
5.1.8 Kasus Kerusakan 8	73
5.1.9 Kasus Kerusakan 9	77
5.2 Validasi Program Bantu <i>ETABS</i>	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Faktor Bentuk Geser (f_s) W 12x65 dan W 18x76.....	40
Tabel 5.1. Gaya-gaya Batang yang Terjadi Akibat Kasus Kerusakan 1	49
Tabel 5.2. Gaya-gaya Batang yang Terjadi pada Kasus Kerusakan 1 Hasil Analisis VBPLK	81
Tabel 5.3. Gaya-gaya Batang yang Terjadi pada Kasus Kerusakan 1 Hasil Perhitungan dengan <i>software</i> ETABS	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Portal Baja Tampak Samping (meter).....	4
Gambar 1.2	Dimensi Balok, Kolom dan <i>Bracing</i>	5
Gambar 2.1.	Model Portal dengan Elemen Garis	10
Gambar 2.2.	Tipe-tipe <i>Concentrically Braced Frame</i>	11
Gambar 2.3.	Hubungan dalam Analisis Struktur	14
Gambar 2.4.	Pengumpulan Massa pada Simpul Balok.....	17
Gambar 3.1.	Deformasi Geser pada Batang.....	22
Gambar 3.2.	Distribusi Tegangan Geser Tampang <i>Wide Flange</i>	24
Gambar 3.3.	Kesalahan Pada Matriks Kekakuan Vs Jumlah Ragam.....	31
Gambar 3.4.	Kesalahan Pada Matriks Fleksibilitas Vs Jumlah Ragam	31
Gambar 4.1.	Bentang dan Tinggi Portal	37
Gambar 4.2.	Dimensi Kolom, Balok dan <i>Bracing</i>	38
Gambar 4.3.	Penomoran Batang dalam Portal Bidang	39
Gambar 4.4.	Derajat Kebebasan pada Portal Bidang.....	40
Gambar 4.5.	Bagan Alir Deteksi Kerusakan <i>Bracing</i>	44
Gambar 5.1.	Lokasi Batang Rusak Kasus Kerusakan 1.....	47
Gambar 5.2.	Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 1	47
Gambar 5.3.	Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 1 ..	53
Gambar 5.4.	Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 2	54
Gambar 5.5.	Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 2 VBPLK 1 ...	56
Gambar 5.6.	Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 2 VBPLK 2 ...	56
Gambar 5.7.	Lokasi Batang Rusak Kasus Kerusakan 3.....	58

Gambar 5.8. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 3	58
Gambar 5.9. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 3 ..	60
Gambar 5.10. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 4	61
Gambar 5.11. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 4 ..	62
Gambar 5.12. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 5	63
Gambar 5.13. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 5 ..	65
Gambar 5.14. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 6	66
Gambar 5.15. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 6 VBPLK 1 ...	68
Gambar 5.16. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 6 VBPLK 2 ...	69
Gambar 5.17. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 7	70
Gambar 5.18. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 7 VBPLK 1 ...	72
Gambar 5.19. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus 7 VBPLK 2 ...	72
Gambar 5.20. Lokasi Batang Rusak Kasus Kerusakan 8.....	74
Gambar 5.21. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 8	74
Gambar 5.22. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 8 ..	76
Gambar 5.23. Lokasi Batang Rusak Kasus Kerusakan 9.....	77
Gambar 5.24. Lokasi Sensor Kasus Kerusakan 9	78
Gambar 5.25. Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif Kasus Kerusakan 9 ..	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 1	91
Lampiran 2. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 1	93
Lampiran 3. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 1.....	95
Lampiran 4. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 1 ...	96
Lampiran 5. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 1	99
Lampiran 6. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 1	100
Lampiran 7. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 2	103
Lampiran 8. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 2	105
Lampiran 9. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 2.....	107
Lampiran 10. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 2.	108
Lampiran 11. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 2	111
Lampiran 12. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 2.....	113
Lampiran 13. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 3	119
Lampiran 14. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 3	121
Lampiran 15. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 3.....	123
Lampiran 16. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 3.	124
Lampiran 17. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 3	127
Lampiran 18. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 3.....	128
Lampiran 19. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 4	131
Lampiran 20. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 4	133
Lampiran 21. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 4.....	135
Lampiran 22. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 4.	136

Lampiran 23. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 4	139
Lampiran 24. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 4.....	140
Lampiran 25. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 5	143
Lampiran 26. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 5	145
Lampiran 27. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 5.....	147
Lampiran 28. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 5.	148
Lampiran 29. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 5	151
Lampiran 30. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 5.....	152
Lampiran 31. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 6	155
Lampiran 32. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 6	157
Lampiran 33. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 6.....	159
Lampiran 34. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 6.	160
Lampiran 35. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 6	163
Lampiran 36. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 6.....	165
Lampiran 37. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 7	171
Lampiran 38. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 7	173
Lampiran 39. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 7.....	175
Lampiran 40. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 7.	176
Lampiran 41. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 7	179
Lampiran 42. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 7	181
Lampiran 43. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 8	186
Lampiran 44. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 8	188
Lampiran 45. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 8.....	190

Lampiran 46. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 8.	191
Lampiran 47. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 8	194
Lampiran 48. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 8	195
Lampiran 49. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 9	198
Lampiran 50. <i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 9	200
Lampiran 51. <i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 9.....	202
Lampiran 52. <i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus Kerusakan 9.	203
Lampiran 53. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> Matlab Kasus 9	206
Lampiran 54. <i>Output</i> Gaya-gaya Batang dari <i>software</i> ETABS Kasus 9	207

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$\{u\}$	= deformasi internal
$[T]$	= $\mathbf{T}$ = matriks transformasi
$\{U\}$	= perpindahan global titik kumpul
$\{S\}$	= gaya internal batang
$[k]$	= matriks kekakuan batang dalam koordinat lokal
$\{P\}$	= vektor beban luar dalam koordinat global
$[K]$	= matriks kekakuan
$[F]$	= matriks fleksibilitas
m	= matriks massa terpusat
M_c	= matriks massa konsisten
$[U]$	= <i>left singular vector</i>
$[V]$	= V_i = <i>right singular vector</i>
$[S]$	= s_i = <i>singular value</i>
$[I]$	= $\mathbf{I}$ = matriks identitas
λ	= nilai eigen
V	= gaya geser
f_s	= faktor bentuk geser atau faktor koreksi geser
A	= luas tampang (<i>gross area</i>)
A_v	= luas bidang geser efektif (<i>shear area</i>)
G	= modulus geser
E	= modulus elastisitas
μ	= nisbah poisson
d_{eff}	= tinggi efektif dari profil <i>wide flange</i>
t_w	= tebal badan dari profil <i>wide flange</i>
d	= tinggi dari profil <i>wide flange</i>
t_f	= tebal sayap dari profil <i>wide flange</i>
b_f	= lebar sayap dari profil <i>wide flange</i>
L	= bentangan balok
δ	= perpindahan vertikal
Δ	= pengaruh deformasi lentur
Δ_s	= pengaruh deformasi geser
α	= koefisien deformasi geser
θ	= defleksi
φ_i	= vektor bentuk ragam (<i>mode shape</i>) atau <i>eigenvector</i> struktur
ω_i	= frekuensi sudut alami
T	= waktu getar alami
Φ	= matriks bentuk ragam
M	= massa pada persamaan gerak
C	= redaman pada persamaan gerak
F	= vektor beban pada persamaan gerak
K	= kekakuan pada persamaan gerak
U	= perpindahan

$\dot{\mathbf{U}}$	= kecepatan
$\ddot{\mathbf{U}}$	= percepatan
$\mathbf{F}_u$	= matriks fleksibilitas dari kondisi tidak rusak
$\mathbf{F}_d$	= matriks fleksibilitas dari kondisi rusak
$\mathbf{F}_\Delta$	= selisih matriks fleksibilitas dari kondisi tidak rusak dan rusak
$\mathbf{L}$	= $\mathbf{V}_o$ = vektor beban penentu lokasi kerusakan
$\mathbf{v}$	= matriks diagonal dengan indeks massa ternormalisasi pada diagonal utamanya
M	= momen
y	= jarak dari garis netral ke titik berat penampang
I	= inersia penampang
N	= gaya normal
σ	= tegangan
VBPLK	= Vektor Beban Penentu Lokasi Kerusakan
c_i	= konstanta untuk normalisasi tegangan maksimum pada elemen struktur yang disebabkan oleh beban $c_i V_i$ sehingga bernilai sama dengan satu
$ndlv$	= jumlah VBPLK

INTISARI

Deteksi Kerusakan *Bracing* pada Portal Bidang Baja Tipe *Bracing Konsentrik*, Yesi Subiyanto, No. Mhs : 09 02 13187, tahun 2013, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam proses mendesain sebuah bangunan, faktor keamanan telah diperhitungkan sebelumnya sehingga bangunan dapat menerima beban-beban yang bekerja dan diharapkan memiliki umur pakai yang panjang. Namun, kurangnya kualitas pelaksanaan dan dengan seiring berjalannya waktu, banyak faktor seperti bertambahnya umur material, beban yang berlebihan, pengaruh iklim, dan kurang baiknya perawatan struktur, menyebabkan pengurangan kekuatan struktur bangunan. Untuk mencegah kegagalan struktur yang dapat menyebabkan korban jiwa dan kerugian materi yang berlebihan, deteksi kerusakan struktur sejak dini sangat diperlukan.

Deteksi kerusakan struktur merupakan bagian dari usaha perawatan struktur. Bidang ini menjadi menarik untuk diteliti karena perkembangan teknologi saat ini yang semakin maju memungkinkan dilakukannya pendeteksian secara otomatis. Deteksi kerusakan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah deteksi kerusakan pada suatu model struktur portal bidang baja tahan gempa yaitu portal bidang baja tipe *Concentrically Braced Frame* (CBF) atau *bracing* konsentrik. Tugas akhir ini ingin mendeteksi kerusakan terutama pada pengaku atau *bracing* agar kerusakan pada bagian struktur tersebut dapat diketahui sejak dini dan mencegah kerusakan bangunan yang lebih kompleks. Metode yang digunakan adalah metode matriks fleksibilitas yang diajukan oleh Bernal (2002) dengan vektor beban penentu lokasi rusak (VBPLK) dengan beberapa variasi jumlah dan penempatan sensor. VBPLK dikerjakan sebagai beban statik pada lokasi sensor yang digunakan untuk pengukuran. Analisis struktur dilakukan menggunakan *software Matlab R2009a* dengan menggunakan program bantu yang telah dikembangkan oleh Arfiadi (1996 dan 2003a). Elemen yang rusak dapat diketahui dari nilai normalisasi tegangan kumulatif yang terkecil. Kemudian hasil analisis akan diverifikasi dengan menggunakan *software Extended Three Dimensional Analysis of Building System* (ETABS version 9.7) dengan beban yang sama dari analisis VBPLK.

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode matriks fleksibilitas dengan menggunakan VBPLK dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan *bracing* tunggal maupun ganda pada suatu portal bidang baja tipe *bracing* konsentrik dan indikasi yang baik dalam deteksi kerusakan diperlihatkan dari normalisasi tegangan kumulatif SRSS. Walaupun demikian, variasi jumlah dan penempatan sensor mempengaruhi hasil deteksi kerusakan. Semakin banyak jumlah sensor akan memberikan hasil deteksi yang lebih akurat. Selain itu, dengan jumlah sensor dan lokasi kerusakan yang sama, penempatan sensor yang jauh dari lokasi kerusakan memberikan hasil deteksi yang lebih akurat dibandingkan dengan penempatan sensor yang dekat dengan lokasi kerusakan.

Kata kunci : deteksi kerusakan, *bracing*, portal bidang baja, vektor beban penentu lokasi kerusakan, matriks fleksibilitas dan sensor.