

DETEKSI KERUSAKAN STRUKTUR

PADA PORTAL BIDANG

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

Oleh :

DOMINICUS SEPTIAN HENRI SAPUTRO
NPM. : 07 02 12791



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, AGUSTUS 2011

PERNYATAAN

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

DETEKSI KERUSAKAN STRUKTUR PADA PORTAL BIDANG

benar-benar merupakan hasil karya saya 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, 13 September 2011

Yang membuat pernyataan



(Dominicus Septian Henri Saputro)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**DETEKSI KERUSAKAN STRUKTUR
PADA PORTAL BIDANG**

Oleh :

DOMINICUS SEPTIAN HENRI SAPUTRO

NPM. : 07 02 12791

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,*20/9/11*.....

Pembimbing



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

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

DETEKSI KERUSAKAN STRUKTUR

PADA PORTAL BIDANG



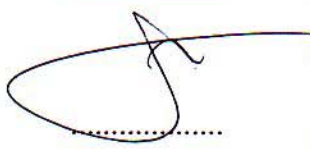


Oleh :

DOMINICUS SEPTIAN HENRI SAPUTRO

NPM : 07 02 12791

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Yoyong Arfiadi, Ir., Ph.D., Prof.		16/9/2011
Anggota : Haryanto YW., Ir., M.T.		20/9/11
Anggota : Junaedi Utomo, Ir., M.Eng.		20/9/11

Happiness only real when shared - Christopher McCandless, Into the Wild



*Tugas Akhir ini aku dedikasikan untuk
Keluarga dan teman-temanku
Terimakasih karena aku berada di antara orang-orang
yang sangat menyenangkan*

KATA HANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui tugas-akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral 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 Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan
3. Bapak Prof. Yoyong Arfiadi selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar penulis.
5. Keluarga tercinta Bapak, Mamah, Mas Doni, Deni, Mbah Putri, dan Pak Yayan yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Rensa Susanto, terima kasih atas dukungan melalui kasih dan doa serta bantuan yang senantiasa diberikan kepada penulis.
7. Teman – teman seperjuanganku dan sahabat-sahabatku Adityo, Abi, Anang, Dimas, Ian, Maria Puspita, dan Yoko. Terima kasih atas persahabatan dan kebersamaan yang telah kita jalani hingga saat ini.
8. Seluruh teman-teman di Universitas Atmajaya Yogyakarta. Terima kasih atas kebersamaannya.
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

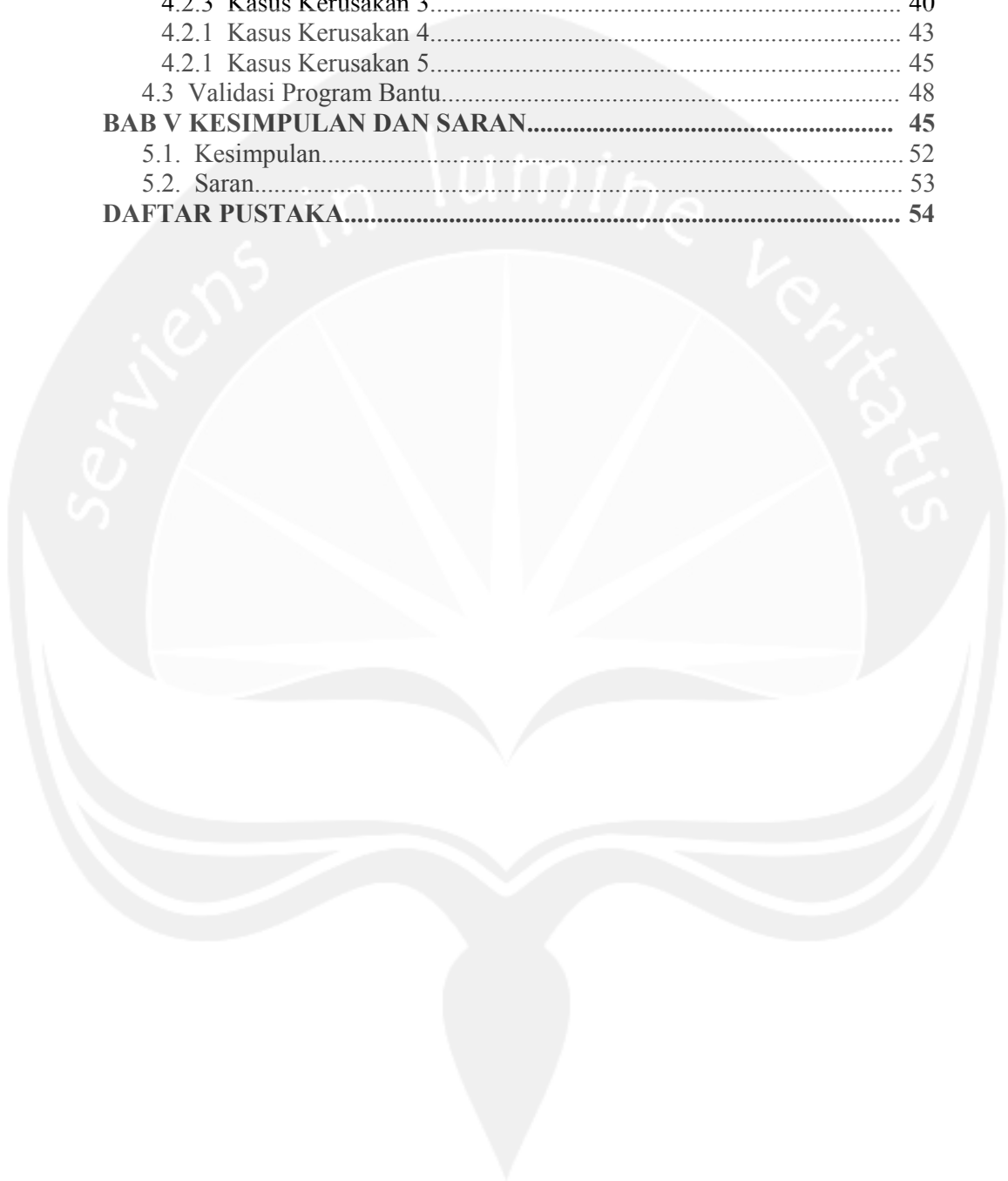
Yogyakarta, Agustus 2011

Dominicus Septian H. Saputro
NPM : 07 02 12791

DAFTAR ISI

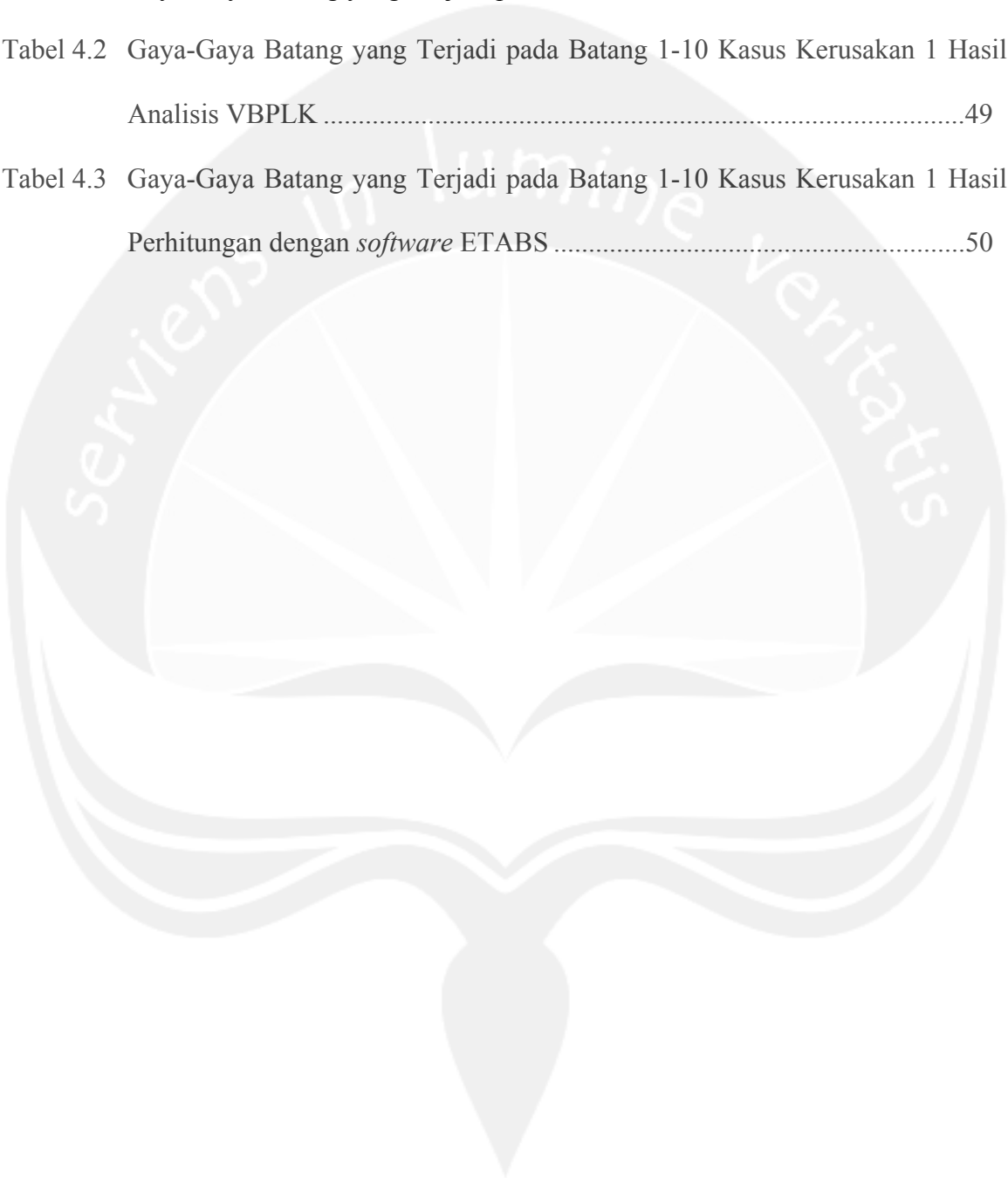
	Halaman
JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERSEMBAHAN	v
KATA HANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Metode Kekakuan.....	5
2.1 Metode Fleksibilitas.....	6
2.3 Matriks Massa Terpusat dan Matriks Massa Sepadan.....	7
2.3.1 Matriks Massa Terpusat.....	7
2.3.1 Matriks Massa Sepadan.....	9
2.4 Nilai Eigen dan Vektor Eigen.....	9
2.4.1 Nilai Eigen.....	9
2.4.2 Vektor Eigen.....	11
2.5 Dekomposisi Nilai Singular (SVD).....	11
2.6 Getaran Bebas Tanpa Redaman.....	12
2.7 Deteksi Kerusakan Struktur.....	14
2.8 Motivasi Berdasarkan Pendekatan Fleksibilitas.....	15
2.9 Vektor Beban Penentu Lokasi Kerusakan (VBPLK).....	17
2.10 Menentukan Vektor Beban Penentu Lokasi Kerusakan.....	18
2.11 Normalisasi Tegangan Kumulatif.....	20
2.12 Langkah Deteksi.....	21
BAB III PROFIL ELEMEN STRUKTUR PORTAL BIDANG	22
3.1 Uraian Umum.....	22
3.2 Data Profil Struktur.....	22
3.3 Validasi Program Bantu.....	24
BAB IV ANALISIS DATA	25
4.1 Uraian Umum.....	25
4.2 Deteksi Kerusakan Struktur.....	26

4.2.1 Kasus Kerusakan 1.....	26
4.2.2 Kasus Kerusakan 2.....	37
4.2.3 Kasus Kerusakan 3.....	40
4.2.1 Kasus Kerusakan 4.....	43
4.2.1 Kasus Kerusakan 5.....	45
4.3 Validasi Program Bantu.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54



DAFTAR TABEL

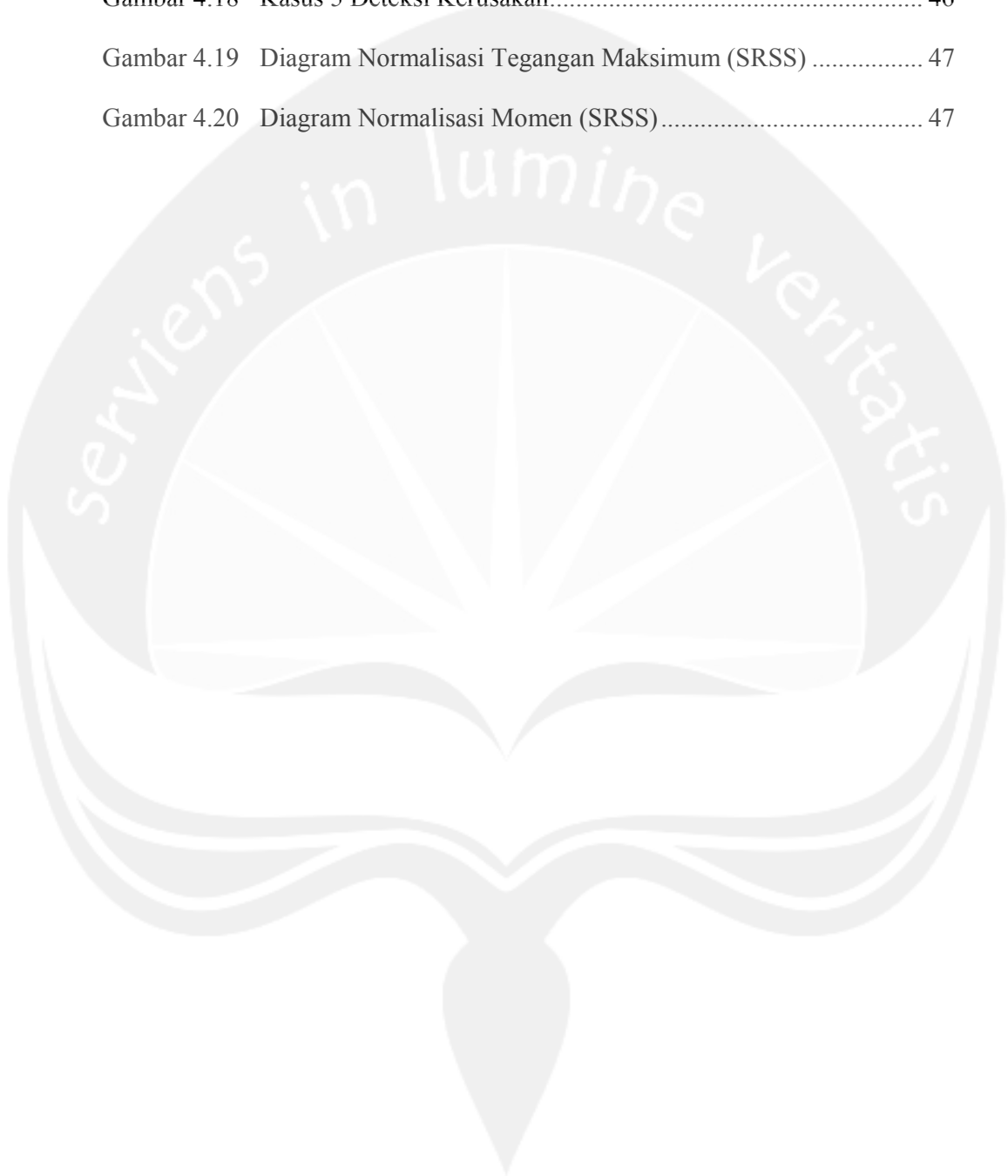
Tabel 4.1	Gaya-Gaya Batang yang Terjadi pada Kasus Kerusakan 1	29
Tabel 4.2	Gaya-Gaya Batang yang Terjadi pada Batang 1-10 Kasus Kerusakan 1 Hasil Analisis VBPLK	49
Tabel 4.3	Gaya-Gaya Batang yang Terjadi pada Batang 1-10 Kasus Kerusakan 1 Hasil Perhitungan dengan <i>software</i> ETABS	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bentang dan Tinggi Portal.....	3
Gambar 1.2	Spesifikasi Kolom dan Balok.....	3
Gambar 2.1	Pengumpulan Massa Pada Simpul Balok.....	7
Gambar 3.1	Bentang dan Tinggi Portal.....	23
Gambar 3.2	Spesifikasi Kolom dan Balok.....	24
Gambar 4.1.	Derajat Kebebasan pada Portal Bidang.....	27
Gambar 4.2.	Kasus 1 Deteksi Kerusakan.....	27
Gambar 4.3	Diagram Normalisasi Tegangan Kumulatif.....	34
Gambar 4.4	Diagram Normalisasi Gaya Geser.....	34
Gambar 4.5	Diagram Normalisasi Momen.....	35
Gambar 4.6	Diagram Normalisasi Tegangan Normal.....	35
Gambar 4.7	Diagram Normalisasi Tegangan Maksimum (SRSS).....	36
Gambar 4.8	Diagram Normalisasi Momen (SRSS).....	36
Gambar 4.9	Kasus 2 Deteksi Kerusakan.....	38
Gambar 4.10	Diagram Normalisasi Tegangan Maksimum (SRSS).....	38
Gambar 4.11	Diagram Normalisasi Momen (SRSS).....	39
Gambar 4.12	Kasus 3 Deteksi Kerusakan.....	40
Gambar 4.13	Diagram Normalisasi Tegangan Maksimum (SRSS).....	41
Gambar 4.14	Diagram Normalisasi Momen (SRSS).....	41
Gambar 4.15	Kasus 4 Deteksi Kerusakan.....	43
Gambar 4.16	Diagram Normalisasi Tegangan Maksimum (SRSS).....	41

Gambar 4.17	Diagram Normalisasi Momen (SRSS).....	41
Gambar 4.18	Kasus 5 Deteksi Kerusakan.....	46
Gambar 4.19	Diagram Normalisasi Tegangan Maksimum (SRSS)	47
Gambar 4.20	Diagram Normalisasi Momen (SRSS).....	47



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 1	56
Lampiran 2	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 1	58
Lampiran 3	<i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 1	60
Lampiran 4	<i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus 1	61
Lampiran 5	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Matlab pada Kasus Kerusakan 1	64
Lampiran 6	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Etabs pada Kasus Kerusakan 1	66
Lampiran 7	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 2	69
Lampiran 8	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 2	71
Lampiran 9	<i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 2	73
Lampiran 10	<i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus 2	74
Lampiran 11	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Matlab pada Kasus Kerusakan 2	77
Lampiran 12	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Etabs pada Kasus Kerusakan 2	79
Lampiran 13	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 3	82
Lampiran 14	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 3	84
Lampiran 15	<i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 3	86
Lampiran 16	<i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus 3	87
Lampiran 17	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Matlab pada Kasus Kerusakan 3	90
Lampiran 18	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Etabs pada Kasus Kerusakan 3	92
Lampiran 19	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 4	95
Lampiran 20	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 4	97
Lampiran 21	<i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 4	99
Lampiran 22	<i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus 4	100
Lampiran 23	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Matlab pada Kasus Kerusakan 4	103
Lampiran 24	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Etabs pada Kasus Kerusakan 4	105
Lampiran 25	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_U Kasus Kerusakan 5	108
Lampiran 26	<i>Coding</i> Matlab Menghitung F_D Kasus Kerusakan 5	110
Lampiran 27	<i>Coding</i> Matlab Menghitung SVD Kasus Kerusakan 5	112
Lampiran 28	<i>Coding</i> Matlab Menghitung Gaya Batang Kasus 5	113
Lampiran 29	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Matlab pada Kasus Kerusakan 5	116
Lampiran 30	<i>Output</i> Gaya Masing-Masing dari <i>software</i> Etabs pada Kasus Kerusakan 5	118

INTISARI

Deteksi Kerusakan Struktur pada Portal Bidang, Dominicus Septian Henri Saputro, No. Mhs : 07 02 12791, tahun 2011, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Bangunan hasil rekayasa teknik sipil diharapkan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Sehingga dalam perencanaannya harus mempertimbangkan faktor keamanan dan usia pakai struktur. Dalam aplikasi pembangunan struktur tersebut harus sesuai dengan standar kualitas yang telah direncanakan. Selain itu perawatan struktur menjadi sangat penting, karena hal ini berkaitan dengan kondisi dan kelayakan bangunan.

Deteksi kerusakan struktur merupakan salah satu usaha perawatan struktur (*structure health monitoring*). Deteksi dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi terhadap integritas bangunan. Dengan hasil deteksi dapat diketahui tingkat keamanan struktur dan juga usaha-usaha untuk memperbaiki struktur tersebut sebelum terjadi kegagalan struktur. Dalam tulisan ini akan dibahas salah satu metode untuk melakukan evaluasi terhadap kondisi struktur portal bidang dengan menggunakan metode vektor beban atau *Damage Locating Vector* (DLV). Vektor ini dikerjakan sebagai beban statik pada suatu sensor yang ditempatkan pada portal bidang. Dipilih sebuah portal bidang 6 lantai yang akan dideteksi kerusakannya dengan 5 variasi jumlah dan penempatan sensor. Elemen yang rusak pada portal bidang dapat di ketahui dengan menganalisis tegangan ternormalisasi pada masing-masing elemen, elemen yang diprediksi rusak akan mempunyai tegangan ternormalisasi yang sangat kecil. Kemudian dimodelkan struktur portal bidang yang sama dengan *software* Etabs non linear version 9.5.0 yang akan dibebani dengan beban yang sama dengan DLV. Hal ini bertujuan untuk memvalidasi hasil yang diperoleh dari deteksi dengan analisis vektor beban harus sama dengan kondisi portal yang dianalisis dengan *software* Etabs non linear version 9.5.0.

Hasil analisis menunjukkan bahwa indikasi yang baik dalam deteksi kerusakan struktur diperlihatkan dari normalisasi tegangan kumulatif SRSS dan momen SRSS. Penggunaan 1 sensor ternyata tidak mampu memberikan hasil yang sesuai dengan prediksi kerusakan yang telah dilakukan. Sementara itu semakin banyak jumlah sensor yang digunakan, memberikan hasil analisis yang lebih baik dalam deteksi yang dilakukan. Dengan demikian metode vektor beban dapat digunakan untuk melakukan deteksi kerusakan pada portal bidang.

Kata kunci : deteksi kerusakan, portal bidang, vektor beban penentu lokasi kerusakan, dan keamanan.