



**ANALISIS PENGARUH BEBAN LEDAKAN BOM
TERHADAP ELEMEN KOLOM GEDUNG**

SKRIPSI

Oleh

Wahyu Hartianto

NIM 061910301116

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011



**ANALISIS PENGARUH BEBAN LEDAKAN BOM
TERHADAP ELEMEN KOLOM GEDUNG**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Wahyu Hartianto

NIM 061910301116

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang memberikan karunia kehidupan yang indah.
2. Kedua orang tuaku Ibunda Sri Astuti dan Ayahanda Suhari yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang dalam meraih cita-cita yang aku inginkan.
3. Adik-adikku Agustina Muharromah dan Sholihatin Hanifah yang telah memberikan keceriaan dalam hidupku.
4. Lina Yulita Septiadita, S.T. yang selalu memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

MOTTO

“ Hai orang-orang yang beriman jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu,
sesungguhnya ALLAH S.W.T beserta orang-orang yang sabar “

(terjemahan Surat *Al - Baqarah* ayat 45)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Hartianto

NIM : 061910301116

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Beban Ledakan Bom Terhadap Elemen Kolom Gedung” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dan sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Wahyu Hartianto

NIM 061910301116

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH BEBAN LEDAKAN BOM TERHADAP ELEMEN KOLOM GEDUNG

Oleh

Wahyu Hartianto

NIM 061910301116

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Krisnamurti, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Anasllisis Pengaruh Beban Ledakan Bom Terhadap Elemen Kolom Gedung” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Oktober 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Ketut Aswatama, S.T., M.T.

NIP 19700713 200012 1 001

Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP 19661228 199903 1 002

Anggota I

Anggota II

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP 19731015 199802 1 001

Nunung Nuring H., S.T.,M.T.

NIP 19760217 200112 2 002

Mengesahkan
an. Dekan
Pembantu Dekan I,

Mahros Darsin, ST., M.Sc.

NIP 19700322 199501 1 001

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Beban Ledakan Bom Terhadap Elemen Kolom Gedung;

Wahyu Hartianto, 061910301116; 2011; 83 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada suatu proses desain konstruksi bangunan sipil, aspek pembebanan merupakan suatu kajian mutlak yang perlu untuk dilaksanakan. Adapun klasifikasi dari pembebanan yaitu beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin dan beban ledakan yang termasuk beban hidup (SNI-03-1729-2002). Beberapa tahun terakhir, ledakan pada gedung semakin sering terjadi. Adapun contoh kasus keruntuhan struktur akibat ledakan adalah hotel JW Marriot (5 Agustus 2003 dan 17 Juli 2009) dan hotel Ritz-Carlton (17 Juli 2009) yang runtuh akibat ledakan bom sehingga menyebabkan terjadinya keruntuhan pada bagian depan gedung tersebut (*Wikipedia.com*). Contoh lain adalah rusaknya beberapa fasilitas umum dan pribadi yang diakibatkan oleh aktivitas peledakan yang dilakukan dalam proses penambangan yang terjadi di Martapura dan Indragiri Hulu (*Mediaindonesia.com*). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis mengenai pengaruh beban ledakan terhadap gedung.

Penelitian diawali dengan pengumpulan data gedung yang akan dianalisis dan spektrum beban ledakan yang didapatkan dari penelitian *Response Spectrum Solutions for Blast Loading* (Nelson Lam dkk, 2004). Kemudian dianalisis beban ledakan tersebut menggunakan analisis spectrum respons. Setelah diperoleh beban ledakan sebesar 118940.44 kN, 60679.48 kN, 29724.20 kN dan 13982.53 kN maka beban tersebut dianalisis menggunakan program computer, yaitu SAP 2000 v.10. dari hasil analisis SAP, diperoleh gaya *axial* tiap kolom yang kemudian dihitung kapasitas tiap kolom sehingga dapat diketahui letak kolom yang mengalami hancur/leleh.

Dari hasil perhitungan kapasitas, semua kolom telah mengalami keruntuhan pada beban awal yaitu beban ledakan 100%. Untuk mengetahui berapa besar beban ledakan yang mampu ditahan oleh kolom struktur dilakukan pengurangan beban ledakan. Pengurangan dilakukan hingga didapatkan beban ledakan 5%, 4%, 2%, 1,3% dan 1,2% dari beban awal. Pada pembebanan 1,3% kolom lantai satu telah mengalami keruntuhan sedangkan kolom lantai 2,3 dan 4 masih kuat. Pada pembebanan 1,2%, semua kolom belum mengalami keruntuhan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kolom struktur mampu menahan beban ledakan sebesar 1,2% – 1,3% dari beban awal yang telah diberikan.

SUMMARY

Analysis of Bomb Blast Loading To Building Columns; Wahyu Hartianto, 061910301116; 2011; 83 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, Jember University.

In a building construction design process, aspects of the imposition of an absolute assessment that needs to be implemented. The classification of loading the dead load, live load, earthquake load, wind loads and blast loads, including live load (SNI-03-1729-2002). In recent years, the explosion in the building becoming more frequent. As an example the case of collapse of structures due to blast is the JW Marriot hotel (August 5, 2003 and July 17, 2009) and Ritz-Carlton hotel (July 17, 2009) which collapsed due to a bomb blast that caused the collapse on the front of the building (Wikipedia.com). Another example is the destruction of several public and private facilities caused by blasting activities are conducted in the mining process that occurs in Martapura and Indragiri Hulu (Mediaindonesia.com). Therefore it is necessary for the analysis of the effect of blast loads on buildings.

The research started with collecting data of building that will be analyzed and blast load spectrum obtained from the study Response Spectrum Solutions for Blast Loading (Nelson Lam et al, 2004). Then analyzed blast load using response spectrum analysis. After the blast load is obtained by 118940.44 kN, 60679.48 kN, 29724.20 kN and 13982.53 kN then analyzed using computer programs, namely SAP 2000 v.10. From the analysis of SAP, each column axial force is obtained which then calculated the capacity of each column so that can know the location of the column that had destroyed / melted.

From the calculation of capacity, all column have experienced the collapse of the initial load of 100% load blast. To find out how the blast loads that can be

retained by the column structure reduce the burden of the blast. The reduction was performed to obtain the blast load of 5%, 4%, 2%, 1.3% and 1.2% of initial load. At the 1.3% of initial load first floor column has collapsed while the columns at 2nd, 3rd and 4th floor has not collapse. At 1.2% of initial load, all the columns has not collapse. So it can be concluded that the column structure able to withstand the blast load at 1.2% - 1.3% of initial load has been given.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Beban Ledakan Bom Terhadap Elemen Kolom Gedung”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ir. Widiono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Krinamurti, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Ketut Aswatama S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I dan Nunung Nuring H., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan Jember masukan demi terselesainya skripsi ini;
3. Ketut Aswatama, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing serta memberi dukungan secara moral selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik;
4. Dosen, Teknisi Laboratorium dan Administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala bimbingannya selama ini;
5. Teman – temanku Teknik Sipil S1 angkatan 2006

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Definisi Ledakan	6
2.2 Proses Ledakan	7
2.3 Titik Berat dan Pusat Massa	8
2.3.1 Titik Berat (X,Y)	8
2.3.2 Pusat Massa	9
2.4 Pembebanan	9

2.4.1	Beban Mati	9
2.4.2	Beban Hidup	9
2.4.3	Beban Gempa	10
2.4.3	Kombinasi Beban Terfaktor.....	10
2.5	Getaran Bebas (<i>Free Vibration</i>)	12
2.6	Getaran Bebas Struktur Tidak Teredam (<i>Free Vibration to Undamped Structure</i>)	12
2.7	Frekuensi dan Perioda	15
2.8	Frekuensi Alami dan Ragam Normal (<i>Natural Frequencies and Normal Modes</i>)	15
2.9	Analisis Spektrum Respons	18
2.10	Komponen Gaya Lateral <i>fn</i> Akibat Gaya Getaran	23
2.11	Ragam Respons Statika	23
2.12	Kapasitas Kolom	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Data Gedung	26
3.1.1	Fungsi bangunan dan tinggi bangunan	26
3.1.2	Wilayah gempa dan jenis tanah.	26
3.1.3	Dimensi (balok, kolom, plat)	26
3.1.4	Mutu beton	26
3.1.5	Mutu baja (<i>fy</i>)	26
3.2	Tahapan Penelitian	27
3.3	Flowchart Penelitian	29
3.4	Denah Kolom	34
BAB 4. PEMBAHASAN		38
4.1	Data Untuk Analisa	38
4.2	Analisis Spectrum Respons	40
4.2.1	Perhitungan Beban Gravitasi	40
4.2.2	Menentukan Titik Berat Gedung	40

4.2.3	Menentukan Letak Pusat Massa	41
4.2.4	Matriks Massa	42
4.2.5	Perhitungan Letak Titik Pusat kekakuan	42
4.2.6	Perhitungan Momen Inersia Kolom	44
4.2.7	Perhitungan Kekakuan Kolom	49
4.2.8	Matriks Kekakuan	52
4.2.9	Frekuensi Alami dan Mode Getaran Alami	52
4.2.10	Perhitungan Puncak Respon Tiap Ragam	57
4.2.11	Perhitungan Gaya Gempa Efektif	58
4.3	Perhitungan Pembebanan Portal	60
4.3.1	Perhitungan Pembebanan	60
4.3.2	Kontrol Gaya Axial (Beban Mati)	63
4.4	Perhitungan Ragam Respon Statika	65
4.4.1	Komponen Gaya Lateral S_n Akibat Gaya Getaran Efektif....	65
4.4.2	Ragam Respons Statika	66
4.5	Pembahasan	67
4.5.1	Pemeriksaan Kegagalan Kolom Ditinjau Pada Keadaan <i>Balance</i>	67
4.5.2	Pemeriksaan Kegagalan Kolom Pada Kegagalan Tarik	68
4.5.3	Pemeriksaan Keruntuhan Kolom Struktur	69
4.5.4	Respons Statika	76
BAB 5. PENUTUP	81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Faktor konversi untuk beberapa sumber ledakan	8
2.2 Kombinasi beban menurut SNI 03-2847-2002	10
2.3 Respons Statika Ragam	23
4.1 Data dimensi balok	38
4.2 Data dimensi kolom	38
4.3 Pembebanan gedung PPIUG 1983	39
4.4 Berat bangunan tiap lantai	40
4.5 Perhitungan koordinat titik berat struktur	41
4.6 Letak pusat massa tiap lantai terhadap line (X) dan line (Y)	42
4.7 Titik pusat kekakuan lantai 1 dan 2 terhadap line (X) dan line (Y)	43
4.8 Titik pusat kekakuan lantai 3 dan 4 terhadap line (X) dan line (Y)	43
4.9 Jarak kolom ke titik pusat kekakuan untuk lantai 1 dan 2	45
4.10 Jarak kolom ke titik pusat kekakuan untuk lantai 3 dan 4	46
4.11 Frekuensi alami arah X	57
4.12 Nilai respons struktur gedung	58
4.13 Ragam gaya efektif (Qi) ragam 1	58
4.14 Ragam gaya efektif (Qi) ragam 2	59
4.15 Ragam gaya efektif (Qi) ragam 3	59
4.16 Ragam gaya efektif (Qi) ragam 4	59
4.17 Nilai gaya gempa efektif (Qi) arah X (kN)	60
4.18 Nilai L _{nh} , M _n dan n ragam ke-n	65
4.19 Gaya lateral s _{jn} dari ragam ke - n untuk tingkat ke-j, kN dt ₂ /m	66
4.20 Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 100% dari beban awal	69
4.21 Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 5% dari beban awal	71
4.22 Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 4% dari beban awal	72
4.23 Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 2% dari beban awal	73

4.24	Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 1,3 % dari beban awal	74
4.25	Kapasitas kolom pada kondisi pembebanan 1,2 % dari beban awal	75
4.26	Ragam respons statika geser lantai tingkat v_i dan v_b , (kN)	76
4.27	Ragam Respons Statika Momen Pembalikan Lantai Tingkat M_i dan M_b ,(kN-m)	77
4.28	Ragam respons statika perpindahan lateral u_j (m)	79
4.29	Ragam respons statika simpangan antar tingkat δ_j (m).....	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bangunan dua lantai, (b) Model sejumlah massa pegas untuk bangunan bertingkat dua, (c) Diagram <i>free body</i>	15
2.2 Perubahan bentuk ragam getar alami gedung (modal shape)	18
2.3 Konsep Spektrum Respons	19
2.4 (a) Percepatan tanah, (b) Respons perpindahan sistem dengan tiga redaman = 2% dan $T_n = 0,5, 1$ dan 2, (c) Respons spektrum perpindahan untuk redaman = 2%.	19
2.5 Spektrum Respons Kecepatan-Semu	20
2.6 Spektrum Respons Percepatan-Semu	21
2.7 Gabungan D-V-A Spektrum Respons	21
2.8 Spektrum Respons Beban Ledakan	22
3.1 Flowchart Penelitian	29
3.2 Flowchart Perhitungan Modal Respon Statika	31
3.3 Denah kolom lantai 1.....	34
3.4 Denah kolom lantai 2.....	35
3.5 Denah kolom lantai 3.....	36
3.6 Denah kolom lantai 4.....	37
4.1 Dimensi kolom	44
4.2 Perubahan Ragam getar Alami Gedung 4 Lantai Arah X	56
4.3 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 100% dari Beban Awal	70
4.4 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 5% dari Beban Awal	71
4.5 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 4% dari Beban Awal	72
4.6 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 2% dari Beban Awal	73
4.7 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 1,3 % dari Beban Awal.....	74
4.8 Kapasitas Kolom Pada Kondisi Pembebanan 1,2 % dari Beban Awal.....	75

4.9	Diagram Hubungan Getaran Dengan Respons Struktur Terhadap Geser V_i	77
4.10	Diagram Hubungan Getaran Dengan Respons Struktur Terhadap Momen Pembalikan	78
4.11	Diagram Hubungan Getaran Dengan Respons Struktur Terhadap perpindahan lateral	79
4.9	Diagram Hubungan Getaran Dengan Respons Struktur Terhadap simpangan antar tingkat	80