

**ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN HOTEL  
AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH BEBAN DINAMIS  
BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM  
SAP 2000 VERSI 14**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**Disusun Oleh :**

**AYU KURNIA PRATIWI**

**03101401019**

**Dosen Pembimbing :**

**Ir. H. YAKNI IDRIS, Mac, MSCE**

**Ir. H. ROZIRWAN**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2014**

624.177 107

K 55 01 7 000

Ayu  
a  
2014

**ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN HOTEL  
AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH BEBAN DINAMIS  
BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM  
SAP 2000 VERSI 14**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**Disusun Oleh :**

**AYU KURNIA PRATIWI**

**03101401019**

**Dosen Pembimbing :**

**Ir. H. YAKNI IDRIS, Msc, MSCE**

**Ir. H. ROZIRWAN**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2014**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AYU KURNIA PRATIWI  
NIM : 03101401019  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN  
HOTEL AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH  
BEBAN DINAMIS BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN  
MENGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 VERSI 14

Palembang, Juni 2014

Ketua Jurusan,



Ir. Hj. Ika Juliantina, MS

NIP. 196007011987102001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AYU KURNIA PRATIWI  
NIM : 03101401019  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN  
HOTEL AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH  
BEBAN DINAMIS BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN  
MENGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 VERSI 14

Dosen Pembimbing II

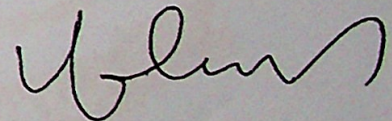


Ir. H. Rozirwan

NIP. 1953121211985031000

Palembang, Juni 2014

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Yakni Idris, Msc, MSCE

NIP. 195812111987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : AYU KURNIA PRATIWI**

**NIM : 0310101019**

**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**

**JUDUL : ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN  
HOTEL AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH  
BEBAN DINAMIS BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN  
MENGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 VERSI 14**

Palembang, Juni 2014  
Pemohon,

**Ayu Kurnia Pratiwi**  
NIM. 03101401019

## **Skripsi Ini Penulis Persembahkan**

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

Bertinya : "Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat" (Depag RI, 1989 : 421)

*Sembah sujud serta puji dan syukurku pada-Mu Allah SWT. Tuhan semesta alam yang menciptakanku dengan bekal yang begitu teramat sempurna. Taburan cinta, kasih sayang, rahmat dan hidayat-Mu telah memberikan ku kekuatan, kesehatan, semangat pantang menyerah dan memberkatiku dengan ilmu pengetahuan serta cinta yang pasti ada disetiap ummat-Mu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu ku limpahkan keharibaan **Rasulullah Muhammad SAW.***

*Ku persembahkan tugas akhir ini untuk orang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.*

*Teristimewa Ayahanda dan Ibunda tercinta, tersayang, terkasih, dan yang terhormat.*

**Ahmad Sukri, S.E.M.Si & Wahyuni, S.K.M.**

*Kupersembahkan sebuah tulisan dari didikan kalian yang ku aplikasikan dengan ketikan hingga menjadi barisan tulisan dengan beribu kesatuan, berjuta makna kehidupan, tidak bermaksud yang lain hanya ucapan TERIMA KASIH yang setulusnya tersirat dihati yang ingin ku sampaikan atas segala usaha dan jerih payah pengorbanan untuk anakmu selama ini. Hanya sebuah kado kecil yang dapat ku berikan dari bangku kuliahku yang memiliki sejuta makna, sejuta cerita, sejuta kenangan, pengorbanan, dan perjalanan untuk dapatkan masa depan yang ku inginkan atas restu dan dukungan yang kalian berikan. Tak lupa permohonan maaf adinda yang sebesar-sebesaranya, sedalam-dalamnya atas segala tingkah laku yang tak selayaknya diperlihatkan yang membuat hati dan perasaan ayah dan ibu terluka, bahkan teriris perih.*

*Ku bermohon dalam sujudku pada Mu ya Allah, ampunilah segala dosa-dosa orang tuaku, bukakanlah pintu rahmat, hidayat, rezeki bagi mereka yang Allah, maafkan atas segala kekhilafan mereka, jadikan mereka ummat yang selalu bersyukur dan menjalankan perintah-Mu. Dan jadikan hamba Mu ini anak yang selalu berbakti pada orang tua, dan dapat mewujudkan mimpi orang tua serta membalas jasa orang tua walaupun jelas terlihat bahwa jasa orang tua begitu besar, takkan terbalas oleh dalam bentuk apapun. Kabulkan do'aku ya Rabb. Aamiin.*

*Especially For :*

**My Mom, My Dad, My Big Family**

## **Skripsi Ini Penulis Persembahkan**

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

Artinya : "Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat" (Depag RI, 1989 : 421)

Sembah sujud serta puji dan syukurku pada-Mu Allah SWT. Tuhan semesta alam yang menciptakanku dengan bekal yang begitu teramat sempurna. Taburan cinta, kasih sayang, rahmat dan hidayat-Mu telah memberikan ku kekuatan, kesehatan, semangat pantang menyerah dan memberkatiku dengan ilmu pengetahuan serta cinta yang pasti ada disetiap ummat-Mu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu ku limpahkan keharibaan **Rasulullah Muhammad SAW.**

Ku persembahkan tugas akhir ini untuk orang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.

Teristimewa Ayahanda dan Ibunda tercinta, tersayang, terkasih, dan yang terhormat

**Ahmad Sukri, S.E.M.Si & Wahyuni, S.K.M.**

Kupersembahkan sebuah tulisan dari didikan kalian yang ku aplikasikan dengan ketikan hingga menjadi barisan tulisan dengan beribu kesatuan, berjuta makna kehidupan, tidak bermaksud yang lain hanya ucapan TERIMA KASIH yang setulusnya tersirat dihati yang ingin ku sampaikan atas segala usaha dan jerih payah pengorbanan untuk anakku selama ini. Hanya sebuah kado kecil yang dapat ku berikan dari bangku kuliahku yang memiliki sejuta makna, sejuta cerita, sejuta kenangan, pengorbanan, dan perjalanan untuk dapatkan masa depan yang ku inginkan atas restu dan dukungan yang kalian berikan. Tak lupa permohonan maaf adinda yang sebesar-sebesarnya, sedalam-dalamnya atas segala tingkah laku yang tak selayaknya diperlihatkan yang membuat hati dan perasaan ayah dan ibu terluka, bahkan teriris perih.

Ku bermohon dalam hati pada Mu, ampunilah segala dosa-dosa orang tuaku, bukakanlah...

... yang Allah, maafkan atas segala... syukur dan menjalankan perintah... pada orang tua akan dapat... sebagai bentuk... di...

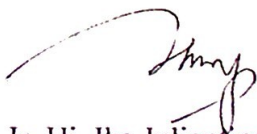
## ABSTRACT

### ANALYSIS OF SIMULATION AMARIS HOTEL'S DESIGN STRUCTURE IN PALEMBANG BECAUSE DYNAMIC EFFECTS IN THE FORM OF EXPLOSIVE LOADS USING SAP 2000 VERSION 14

Explosions may cause intensive damage to buildings and sometimes lead to total and progressive destruction. Pressures induced by explosions are one of the most destructive loads a structure may experience. While designing structures for great explosions may be expensive and impractical, engineers are looking for methods for preventing destructions resulted from explosions. The calculation can be repeated for any different parameters. The parameter variations are mass and system stiffness. To calculate the burden of explosion function, first matter which must be calculated is the weight of building per floor then make it as Quake Loads for every joint. The study results showed that the maximum removal will increase at the mass added twice and decrease at the reducing load a half, The removal is in proportion to mass of system and inversely proportion to the stiffness of system.

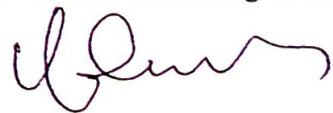
**Key Words :** Explosion Waves, Explosion load, Mass, Stiffness, Triangle Load, Quake Load

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S  
NIP. 19600701198710 2001

Palembang, Juni 2014  
Dosen Pembimbing Utama



Ir. H. Yakni Idris, Msc, MSCE  
NIP. 195812111987031002

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Rozirwan

NIP. 1953121211985031000



## KATA PENGANTAR



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segalapuji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya beserta Nabi Muhammad SAW sebagai pedoman hidup manusia didunia sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sesuai waktu yang telah ditentukan dengan judul **“ANALISA SIMULASI DESAIN STRUKTUR BANGUNAN HOTEL AMARIS PALEMBANG AKIBAT PENGARUH BEBAN DINAMIS BERUPA BEBAN EKSPLOSIF DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 VERSI 14”**.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang ada pada diri penulis. Untuk itu setiap kritik dan saran yang bersifat positif dan membangun akan sangat penulis butuhkan demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak ,oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

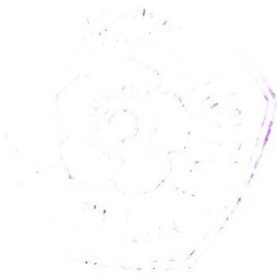
1. Ibu **Prof. Dra. Hj. Badia Perizade, MBA**, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Doha D.E.A**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu **Ir. Hj. Ika Juliantina, MS**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Ratna Dewi, ST.MT**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Bapak **Ir. H. Nurdin Syahril, M.T.**, selaku dosen pembimbing akademik di Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Bapak **Ir. H. Yakni Idris, MSC, MSCE** dan Bapak **Ir. H. Rozirwan**, selaku dosen pembimbing tugas akhir di Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
7. **Mama dan Papa** yang telah membesarkan, membimbing serta menyekolahkan sampai sekarang. Terima kasih juga atas doa, usaha, nasehat moril maupun materil yang diberikan.

8. Adik-adikku Anggun Rizky Tahemas dan Ajeng Rizky Parawansa yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat-sahabat tersayang (Oyap, Icha, Putri, Windy, Riska, Yuni, Cyndra, Mbak Anggun) yang telah memberikan dorongan dan bantuan selama pembuatan laporan tugas akhir ini.
10. Seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas bimbingan, pengarahan dan ilmu pengetahuan yang telah diajarkan selama ini.
11. Seluruh staf administrasi, Mbak Dian dan Mbak Tini terima kasih atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
12. Teman-teman Sipil 2010 dan semuapihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini.

Dalam menyusun laporan ini, kami menyadari masih banyak sekali terdapat kekurangannya dengan segala keterbatasan yang ada. Semoga uraian dalam laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juni 2014

Penulis



## DAFTAR ISI



Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN KETUA JURUSAN DAN DOSEN .....	ii
MOTTO.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Metode Pengumpulan Data .....	3
1.5 Ruang Lingkup Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Perencanaan Struktur Atas .....	5
2.1.1 Metode Analisis Struktur.....	6
2.1.1.1. Tinjauan terhadap beban lateral (gempa).....	6
2.1.1.2. Perencanaan Pelat.....	7
2.2 Gambaran umum, Pengertian dan Karakteristik Ledakan.....	9
2.2.1 Klasifikasi bahan peledak.....	10
2.3 Respon Struktur terhadap Ledakan .....	14
2.3.1 Tahanan Struktur.....	14
2.3.2 Kerusakan Bangunan secara umum .....	15
2.4 Respon struktur sistem derajat kebebasan tunggal akibat beban dinamis dengan pola pembebanan segitiga.....	17
<b>BAB III. METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Studi Literatur .....	19

3.2	Permodelan Struktur.....	19
3.3	Analisis Ledakan Bom .....	23
3.3.1	Berat Ekvivalen TNT (Trinitrotoluene) sebagai satuan ledakan	24
3.3.2	<i>Equivalent Explosive Weight</i> .....	24
3.3.3	Menghitung nilai Beban Ledakan $F(t)$ .....	27
3.3.4	Menghitung nilai Kekakuan Bangunan.....	27
3.3.5	Menghitung nilai $t_r$ (waktu ledakan) .....	27
3.4	Pembebanan .....	30
3.5	Faktor Pembebanan.....	31
3.6	Respon Dinamik terhadap ledakan.....	31

#### BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan Pelat Lantai .....	36
4.1.1	Pembebanan Pelat Lantai .....	37
4.1.2	Penulangan Pelat Lantai.....	38
4.1.3	Pelat Tipe A.....	39
4.2	Bentuk Simulasi suatu portal bangunan dengan menggunakan program SAP 2000 versi 14 untuk beban ledakan.....	44
4.2.1	Pembebanan Portal Bangunan.....	46
4.2.2	Parameter untuk bom seberat 1 kg TNT sejarak 5 meter dari bangunan .....	54
4.2.3	Parameter-parameter beban ledakan yang diperlukan untuk menginput data ke program SAP 2000 versi 14.....	70
4.2.3.1	Menghitung nilai beban ledakan $F(t)$ .....	70
4.2.3.1	Menghitung nilai Kekakuan bangunan .....	72
4.2.3.1	Menghitung nilai $t_r$ (waktu ledakan) .....	77
4.2.4	Perhitungan fungsi beban ledakan .....	59
4.2.5	<i>Input</i> beban ledakan di SAP 2000.....	83
4.2.6	<i>Output</i> Beban Ledakan di SAP 2000 .....	59
4.3	Pembebanan balok akibat beban mati .....	103
4.3.1	Akibat beban dinding .....	104
4.3.2	Beban Lantai .....	105
4.3.3	Pembebanan balok akibat beban hidup .....	106
4.3.4	Perhitungan Tangga.....	106
4.3.5	Beban Lantai pada atap .....	108

4.3.6	Beban Hidup pada atap .....	109
4.4	Kombinasi Pembebanan .....	109
4.5	Perhitungan beban ledakan pada bangunan hotel amaris Palembang	110
4.5.1	Alternatif bom di lokasi depan hotel.....	112
4.5.2	Menghitung nilai $t_r$ (waktu ledakan) .....	133
4.5.3	Mencari nilai <i>Base Shear (Joint Reaction)</i> bangunan.....	141
4.5.4	Menghitung berat bangunan hotel Amaris .....	155
4.5.5	<i>Input</i> Beban Ledakan Hotel Amaris Palembang.....	181
4.5.6	<i>Direct Induced Ground Motion</i> (Efek Ledakan terhadap Tanah) .....	192
4.5.7	Kontrol Simpangan antar tingkat .....	213
BAB V. HASIL		
5.1	Kesimpulan.....	214
5.2	Saran.....	215
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor keutamaan struktur (I).....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Peledak dan bahan peledak menurut Anon (1977).....	11
Tabel 2.3 Perbandingan Beban gempa dan beban ledakan.....	11
Tabel 3.1 <i>Heat of Combustion</i> bahan peledak lain.....	25
Tabel 3.2 <i>Equivalent Explosive Weight</i> .....	25
Tabel 4.1 Data <i>Joint Displacement</i> tanpa beban ledakan untuk joint 1-6.....	54
Tabel 4.2 Data <i>Shear</i> yang didapatkan tanpa beban ledakan untuk kolom 19 dan 23.....	74
Tabel 4.3 Data <i>Joint Reaction</i> .....	75
Tabel 4.4 Data berat bangunan.....	76
Tabel 4.5 <i>Joint Reaction</i> akibat beban ledakan.....	95
Tabel 4.6 Perhitungan Gaya Lateral.....	97
Tabel 4.7 Data <i>Joint Displacement</i> .....	101
Tabel 4.8 Data tekanan dan berbagai parameter ledakan setiap lantai untuk 1 kg TNT dengan jarak 5 m dari kolom i .....	128
Tabel 4.9 Rekapitulasi beban ledakan kolom i-iv.....	129
Tabel 4.10 Rekapitulasi beban ledakan kolom.....	130
Tabel 4.11 Rekapitulasi beban ledakan kolom a-d.....	131
Tabel 4.12 Rekapitulasi beban ledakan kolom A-B.....	132
Tabel 4.13 Rekapitulasi waktu ledakan kolom i-iv.....	139
Tabel 4.14 Rekapitulasi waktu ledakan kolom A-B.....	139
Tabel 4.15 Rekapitulasi waktu ledakan kolom 1-4.....	140
Tabel 4.16 Rekapitulasi waktu ledakan kolom a-d.....	140
Tabel 4.17 <i>Joint Reaction</i> tanpa beban ledakan.....	147
Tabel 4.18 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 1.....	148
Tabel 4.19 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 2.....	149
Tabel 4.20 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 3.....	150
Tabel 4.21 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 4.....	151
Tabel 4.22 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 5.....	152
Tabel 4.23 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 6.....	153
Tabel 4.24 <i>Joint Displacement</i> dan nilai k tanpa beban ledakan lantai 7.....	154

Tabel 4.25 Data Berat Bangunan.....	180
Tabel 4.26 <i>Joint Reaction</i> akibat Ledakan.....	189
Tabel 4.27 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 1.....	193
Tabel 4.28 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 2.....	195
Tabel 4.29 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 3.....	197
Tabel 4.30 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 4.....	199
Tabel 4.31 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 5.....	201
Tabel 4.32 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 6.....	203
Tabel 4.33 Perhitungan Gaya Lateral akibat beban eksplosif lantai 7.....	205
Tabel 4.34 <i>Joint Displacement</i> akibat beban ledakan.....	210
Tabel 4.35 Perbandingan <i>Joint Displacement</i> akibat beban ledakan dan tanpa beban ledakan.....	212
Tabel 4.36 Tabel Kinerja Layan akibat adanya beban ledakan.....	213
Tabel 4.37 Tabel Kinerja Ultimit akibat adanya beban ledakan.....	214



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Struktur Gedung.....	5
Gambar 2.2 Pembebanan Struktur .....	6
Gambar 2.3 Spektrum respon nominal gempa untuk zona gempa 2.....	6
Gambar 2.4 <i>Energy of Explosive</i> .....	12
Gambar 2.5 <i>Formation of blast wave</i> .....	12
Gambar 2.6 <i>Blast Loads</i> .....	13
Gambar 2.7 Efek Ledakan terhadap Struktur.....	15
Gambar 2.8 <i>Explosion effects on structures</i> .....	16
Gambar 2.9 Pola-pola beban segitiga yang mungkin terjadi. ....	17
Gambar 3.1 Tampak atas bangunan.....	20
Gambar 3.2 Langkah-langkah Penelitian.....	21
Gambar 3.3 Tampak samping bangunan bagian kiri .....	22
Gambar 3.4 Tampak samping bangunan bagian kanan .....	22
Gambar 3.5 <i>Shock wave building</i> .....	23
Gambar 3.6 <i>Typical idealized blast load shape</i> .....	24
Gambar 3.7 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> .....	26
Gambar 3.8 <i>Reflected Pressure Coefficient versus Angle of Incidence</i> .....	27
Gambar 3.9 <i>Reflected Scaled Impulse versus Angle of Incidence</i> .....	28
Gambar 3.10 <i>Velocity of Sound in Reflected Overpressure Region versus Peak Incidence Overpressure</i> .....	28
Gambar 3.11 <i>Peak Incident Pressure versus Peak Dynamic Pressure, Density of air behind the shock front, and particle velocity</i> .....	29
Gambar 3.12 Kotak Dialog <i>Joint Masses</i> dan <i>Joint Springs</i> .....	32
Gambar 3.13 Kotak Dialog <i>Function – Time History</i> .....	33
Gambar 4.1 Denah Pelat Lantai .....	37
Gambar 4.2 Permodelan Bangunan 3 dimensi dengan struktur tangga .....	45
Gambar 4.3 Ilustrasi beban ledakan.....	45
Gambar 4.4 Beban Plat dan Beban Hidup .....	48
Gambar 4.5 Balok yang terkena Pengaruh.....	48
Gambar 4.6 Pembagian <i>area cell</i> dengan <i>Divide Area</i> .....	49
Gambar 4.7 Sketsa Tangga tipe K .....	50

Gambar 4.8 Denah Tangga.....	50
Gambar 4.9 Tampak Samping Tangga.....	51
Gambar 4.10 Potongan Tangga.....	52
Gambar 4.11 Deformasi Bangunan.....	53
Gambar 4.12 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 0$ m.....	55
Gambar 4.13 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 3$ m.....	57
Gambar 4.14 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 7$ m.....	59
Gambar 4.15 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 12$ m.....	61
Gambar 4.16 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 15$ m.....	63
Gambar 4.17 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 18$ m.....	65
Gambar 4.18 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 21$ m.....	67
Gambar 4.19 <i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 24$ m.....	69
Gambar 4.20 Joint-joint yang akan diberikan beban ledakan.....	70
Gambar 4.21 <i>Joint Displacement</i> akibat COMB 1 dan COMB 2 bangunan sebelum dimasukkan beban ledakan.....	74
Gambar 4.22 <i>Reflected Pressure Coefficient versus Angle of Incidence</i> .....	77
Gambar 4.23 <i>Reflected Scaled Impulse versus Angle of Incidence</i> .....	78
Gambar 4.24 <i>Velocity of Sound in Reflected Overpressure Region versus Peak Incidence Overpressure</i> .....	79
Gambar 4.25 <i>Peak Incident Pressure versus Peak Dynamic Pressure, Density of air behind the shock front, and particle velocity</i> .....	79
Gambar 4.26 $C_D = 1$ .....	80
Gambar 4.27 Kurva waktu ledakan.....	80
Gambar 4.28 <i>Overview of the building section and subsequent models</i> .....	81
Gambar 4.29 Grafik Beban Ledakan untuk Lantai 1.....	82
Gambar 4.30 <i>Joint Reaction</i> setelah proses <i>running</i> .....	82

Gambar 4.31 Memilih Restraint.....	83
Gambar 4.32 Input <i>Joint Masses</i> .....	84
Gambar 4.33 Input <i>Spring Stiffness Joint 3</i> .....	85
Gambar 4.34 Input <i>Spring Stiffness Joint 4</i> .....	85
Gambar 4.35 Modifikasi penampang <i>properties</i> untuk Balok.....	86
Gambar 4.36 Input Beban satu satuan.....	86
Gambar 4.37 Input <i>Time History</i> .....	87
Gambar 4.38 <i>Load Pattern</i> .....	87
Gambar 4.39 <i>Load Case Time History</i> .....	88
Gambar 4.40 <i>Load Combination</i> .....	88
Gambar 4.41 <i>Deformed Shape</i> akibat Comb 3.....	89
Gambar 4.42 <i>Deformed Shape</i> akibat Comb 4.....	89
Gambar 4.43 <i>Add Joint Displacement</i> .....	90
Gambar 4.44 <i>Show Time History Waktu</i> .....	91
Gambar 4.45 Output <i>Displacement Joint 13</i> .....	91
Gambar 4.46 Output <i>Displacement Joint 5</i> akibat fungsi Joint.....	92
Gambar 4.47 Output <i>Displacement Joint 6</i> .....	92
Gambar 4.48 Output <i>Displacement Joint 3</i> akibat fungsi waktu.....	93
Gambar 4.49 Output <i>Displacement Joint 4</i> akibat fungsi waktu.....	93
Gambar 4.50 Joint Reaction setelah dimasukkan beban ledakan.....	96
Gambar 4.51 Gaya Distribusi akibat beban ledakan.....	96
Gambar 4.52 Gaya Lateral akibat beban ledakan.....	98
Gambar 4.53 Deformasi akibat beban Ledakan.....	99
Gambar 4.54 Gambar Bidang Momen akibat kombinasi beban ledakan.....	100
Gambar 4.55 Hasil Joint Reaction akibat kombinasi Beban Ledakan (comb 3 dan comb 4).....	100
Gambar 4.56 Denah Pembebanan Balok.....	103
Gambar 4.57 Perhitungan Ekuivalen Beban Merata Pada Segitiga.....	103
Gambar 4.58 Perhitungan Ekuivalen Beban Merata Pada Trapesium.....	104
Gambar 4.59 Sketsa Tangga tipe K.....	106
Gambar 4.60 Denah Tangga.....	106
Gambar 4.61 Tampak Samping Tangga.....	107
Gambar 4.62 Ilustrasi lokasi kolom yang terkena beban ledakan bom sejarak 5 meter dari bangunan hotel bagian depan.....	111

Gambar 4.63	Ilustrasi lokasi sumber ledakan bom pada Hotel Amaris Palembang.....	112
Gambar 4.64	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 0$ m.....	113
Gambar 4.65	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 3$ m.....	115
Gambar 4.66	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 7$ m.....	117
Gambar 4.67	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 12$ m.....	119
Gambar 4.68	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 15$ m.....	121
Gambar 4.69	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 18$ m.....	123
Gambar 4.70	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 21$ m.....	125
Gambar 4.71	<i>Positive Phase Shock Wave Parameters for a Hemispherical TNT Explosion on The surface</i> untuk $h = 24$ m.....	127
Gambar 4.72	Grafik data parameter ledakan untuk ketinggian 0 meter sampai dengan ketinggian 24 meter untuk 1 kg TNT.....	129
Gambar 4.73	<i>Reflected Pressure Coefficient versus Angle of Incidence</i> .....	133
Gambar 4.74	<i>Reflected Scaled Impulse versus Angle of Incidence</i> .....	134
Gambar 4.75	<i>Velocity of Sound in Reflected Overpressure Region versus Peak Incidence Overpressure</i> .....	134
Gambar 4.76	<i>Peak Incident Pressure versus Peak Dynamic Pressure, Density of air behind the shock front, and particle velocity</i> .....	135
Gambar 4.77	$C_D = 1$ .....	136
Gambar 4.78	Kurva waktu ledakan.....	136
Gambar 4.79	<i>Peak Equivalent Uniform Roof Pressures</i> .....	137
Gambar 4.80	<i>Scaled Rise Time of Equivalent Uniform Positive Roof</i> .....	138
Gambar 4.81	<i>Scaled Duration of Equivalent Uniform Roof Pressures</i> .....	138
Gambar 4.82	Tampak depan bangunan Hotel Amaris.....	141
Gambar 4.83	3D Hotel Amaris.....	141
Gambar 4.84	Pembebanan balok dengan <i>cell</i> akibat beban Plat lantai.....	142

Gambar 4.85	Pembebanan balok dengan <i>cell</i> akibat beban hidup.....	142
Gambar 4.86	Pembebanan balok akibat beban dinding.....	143
Gambar 4.87	Tampak atas denah.....	143
Gambar 4.88	<i>Run Analysis</i> .....	144
Gambar 4.89	<i>Deformed Shape</i> akibat COMB 1.....	145
Gambar 4.90	<i>Deformed Shape</i> akibat COMB 2.....	145
Gambar 4.91	Hasil <i>Joint Reaction</i> akibat COMB 1.....	146
Gambar 4.92	Memilih <i>Restraint</i> .....	181
Gambar 4.93	Input <i>Joint Masses</i> .....	181
Gambar 4.94	Input <i>Spring Stiffness</i> .....	182
Gambar 4.95	Input Beban 1 satuan.....	183
Gambar 4.96	Input <i>Time History</i> .....	183
Gambar 4.97	Input <i>Load Pattern</i> .....	184
Gambar 4.98	<i>Load Case Time History</i> .....	184
Gambar 4.99	<i>Load Combination</i> .....	185
Gambar 4.100	<i>Deformed Shape</i> akibat Comb 3.....	185
Gambar 4.101	<i>Add Joint Displacement</i> .....	186
Gambar 4.102	<i>Show Time History</i> .....	187
Gambar 4.103	<i>Output Joint Reaction</i> .....	187
Gambar 4.104	<i>Output</i> Bidang Momen Kolom.....	188
Gambar 4.105	<i>Output Time History</i> .....	188
Gambar 4.106	Gaya Distribusi Lateral.....	191
Gambar 4.107	Gaya Distribusi Lateral pada input SAP 2000.....	207
Gambar 4.108	<i>Run Analysis</i> .....	207
Gambar 4.109	<i>Deformed Shape</i> akibat COMB 3.....	209
Gambar 4.110	<i>Deformed Shape</i> akibat COMB 4.....	209

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Tidak dapat terelakkan globalisasi ikut berkontribusi secara signifikan lahirnya ancaman keamanan baru bagi negara bangsa, setidaknya dalam beberapa dimensi, seperti misalnya sosial budaya, globalisasi memfasilitasi seseorang tidak lagi terikat kewarganegaraan, sehingga kebersamaan bukan berdasarkan wilayah, melainkan ikatan-ikatan emosional, hak asasi manusia maupun demokrasi. Oleh karenanya, proses integrasi tidak lagi terkendali, dan pada gilirannya negara yang teknologinya tinggi mudah memberikan pengaruhnya. Pada bidang militer, globalisasi memperluas jaringan hubungan dan keterikatan militer dunia, sehingga inovasi teknologi militer merupakan bagian dari usaha dalam merekayasa dunia kepada *single geostrategic space* (wilayah geostrategik tunggal). Di bidang Ideologi, globalisasi membuka sekat-sekat identitas budaya, nilai-nilai bangsa, yang pada gilirannya melemahkan semangat nasionalisme. Kesemua ini mendorong munculnya isu keamanan baru, yakni meningkatnya kejahatan transnasional yang antara lain adalah terorisme.

Respons Struktur merupakan riwayat waktu dari perpindahan, kecepatan dan percepatan dari fungsi beban tertentu untuk struktur dengan derajat kebebasan tunggal dan banyak. Pada permasalahan beban dinamis seperti beban ledakan, beban angin, beban getaran mesin dan beban gempa, beban dan respon strukturnya merupakan fungsi dari waktu sehingga analisis yang dilakukan harus berdasarkan waktu.

Pembebanan pada struktur akibat beban dinamis dapat terjadi sewaktu-waktu, maka untuk perencanaan bangunan perlu diperhitungkan adanya beban ini. Seperti halnya yang terjadi pada bangunan Hotel Amaris Palembang yang terletak di kawasan Pakjo kota Palembang, posisinya yang berada di pusat kota Palembang menyebabkan bangunan ini rentan apabila sewaktu-waktu terjadi ledakan, misalnya akibat adanya aksi terorisme. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini penulis akan membahas mengenai Analisa Struktur dan Simulasi bangunan Hotel tersebut apabila terjadi beban ledakan (*blast loads*).

Perencanaan Struktur akibat beban ledakan belum banyak dibahas terutama sekali di Indonesia. Untuk akibat beban ledakan ini berhubungan langsung dengan

luasnya struktur yang mengalami pembebanan. Adakalanya struktur yang direncanakan harus menerima beban tiba-tiba yang tidak diperhitungkan sebelumnya. Pola beban seperti ini umumnya berbentuk segitiga. Salah satu pola beban segitiga yang diterima struktur bangunan adalah akibat beban ledakan. Struktur bangunan yang mengalami beban ini harus dievaluasi apakah masih aman untuk ditempati atau harus diperbaiki bahkan mungkin harus dibongkar. Untuk dapat memprediksi kemungkinan-kemungkinan tersebut maka perlu ditinjau bagaimana respon yang terjadi pada struktur jika bangunan tersebut menerima beban dinamik dengan pola beban segitiga.

Ledakan terjadi apabila sejumlah material gas, cairan, ataupun padat mengalami reaksi kimia yang cepat. Apabila ledakan terjadi, produk gas hasil reaksi dibentuk dalam suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Tekanan gas yang tinggi ini menyebar dengan cepat ke daerah sekitarnya, menyebabkan daerah tersebut bertekanan tinggi pula, dan terbentuklah gelombang kejut. Gelombang ledakan menyebar dalam kecepatan supersonik dan dapat dipantulkan serta dipecah-pecah akibat pertemuan dengan berbagai objek di daerah sekitar tersebut. Sebagaimana gelombang ledakan tersebut semakin menyebar dari sumber ledakan, intensitas ledakan akan semakin berkurang dan efeknya pada benda-benda disekitarnya pun berkurang. Harus diperhatikan pada daerah dan lingkungan yang kompleks di sekitar area ledakan yang sangat dekat dengan sumber ledakan. Di daerah tersebut, gelombang ledakan sedang dalam proses pembentukannya dan memiliki suhu yang sangat tinggi, penyebaran gas berintensitas tinggi akan menjadikannya suatu beban dengan nilai tertentu yang sulit dihitung dengan tepat. Apabila gelombang ledakan sudah terbentuk dan mulai menyebar, benda-benda di sekitarnya akan mengalami pembebanan yang berbeda-beda.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perhitungan beban atau energi ledakan suatu bahan peledak ?
2. Bagaimana perhitungan struktur bangunan dengan penambahan beban dinamis berupa beban ledakan?
3. Bagaimana input beban dinamis dengan menggunakan program SAP 2000 versi 14?
4. Bagaimana desain tulangan bangunan Hotel Amaris dengan dan tanpa adanya beban ledakan?

### 1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan laporan ini adalah untuk menghitung desain struktur bangunan Hotel Amaris dengan penambahan simulasi apabila terjadi beban ledakan agar dapat dijadikan alternatif pemecahan masalah untuk permasalahan di atas dan apabila ingin merencanakan suatu gedung yang dalam batas radius tertentu diperkirakan adanya tempat atau lokasi yang diluar dugaan akan mengakibatkan ledakan, maka gedung itu haruslah dilengkapi dengan unsur-unsur pengaman dari seluruh elemen gedung.

### 1.4. Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan ini, untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan pengumpulan data-data, meliputi studi literatur dari beberapa buku panduan, referensi, makalah maupun bacaan lain.

### 1.5. Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup penyusun laporan ini membahas tentang hasil desain perhitungan struktur bangunan Hotel Amaris dengan penambahan beban dinamis berupa beban ledakan yang disimulasikan terjadi dikarenakan adanya aksi terorisme yang berdasarkan hasil dari program SAP 2000 dapat diketahui bagaimana kekuatan bangunan baik dengan adanya beban ledakan maupun tanpa beban ledakan sehingga dapat diketahui apakah bangunan tersebut mampu menahan beban atau bangunan tersebut runtuh (*collapse*). Sebagai alat bantu untuk mempermudah proses desain dan simulasi digunakan program komputer berupa SAP 2000 versi 14.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan ini disajikan dalam lima bab secara sistematis, seperti diuraikan sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penulis, teknik analisis, ruang lingkup penulisan, rencana sistematika penulisan.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori atau penjelasan tentang beberapa hal yang berkaitan dengan masalah yang dibahas seperti



sejarah dan perkembangan bahan peledak, pengertian bahan peledak, serta gangguan dan pengaruh dinamik ledakan.

### **BAB III           METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan pelaksanaan penelitian yang meliputi pengumpulan data-data serta analisis data yang digunakan.

### **BAB IV           ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan pengolahan data, analisa struktur denang menggunakan program perencanaan struktur bangunan.

### **BAB V           KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewobroto, Wiryanto, 2004, *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*, PT. Elex Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Paz, Mario.,1990., *Dinamika Struktur*. Erlangga, Jakarta.
- Meer, L. J. van der. 2008. *Dynamic response of high-rise building structures to blast loading*.
- Dusenberry, Donald O. 2010. *Handbook of blast resistant design of buildings*. United States of America.
- Center for Chemical Process Safety*. 1996. *Guidelines for Evaluating Process Plant Buildings for External Explosions and Fires*. American Institute of Chemical Engineers.
- The US General Services Administration (GSA). (2003). "*Progressive Collapse Analysis and Design Guidelines for New Federal Office Buildings and Major Modernization Projects*".
- Unified Facilities Criteria (UFC)*. 2008. *Structure to Resist the Effects of Accidental Explosions Approved*. United States of America.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung*. Bandung.
- SNI 03-1726-2002. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung*. Bandung.