

+CD

**KESELAMATAN BANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN  
TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN  
Studi Kasus: Mall Senayan City**

**FIRE SAFETY FOR SHOPPING CENTER BUILDING  
Case study: Senayan City Mall**

**TESIS**

**Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Menyelesaikan Pendidikan  
Program Magister Arsitektur  
Universitas Indonesia**

T  
-----  
24340

**Oleh: Tri Endangsih  
0606038490**

**PROGRAM MAGISTER TEKNOLOGI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
2008**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS INDONESIA**

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis dengan judul:

**Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran Studi  
Kasus: Mall Senayan City**


**FIRE SAFETY FOR SHOPPING CENTER BUILDING**

**Case study: Senayan City Mall**

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada  
kekhususan Teknologi Bangunan Studi Teknik Arsitektur, Program Pasca Sarjana  
Universitas Indonesia, dan di setujui :

Depok, 18 Juli 2008

**Pembimbing I**



**Dr. Ir. Abimanyu T Alamsyah, M.S**  
NIP. 130536626

**Pembimbing II**



**Ir. Yulianto S Nugroho, M.Sc, Ph.D**  
NIP. 132048274

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Judul Tesis:

Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran Studi  
Kasus: Mall Senayan City

Tesis diatas merupakan suatu karya tulis ilmiah yang dibuat untuk memenuhi persyaratan sebagai Magister Teknik pada Program Pasca Sarjana Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulisan ini dilakukan dengan tidak meniru, memalsukan atau sebagai hasil duplikasi hasil karya ilmiah yang sudah dipublikasikan di dalam maupun diluar lingkungan Universitas Indonesia, kecuali pada bagian informasi dan kutipan yang telah dicantumkan sumbernya secara jelas sesuai syarat-syarat ilmiah yang berlaku.

Depok, 18 Juli 2008



Tri Endangsih  
0606038490

## **ABSTRACT**

### **FIRE SAFETY FOR SHOPPING CENTER BUILDING**

**Case study: Senayan City Mall**

**By**

**Tri Endangsih**

**0606038490**

Shopping center is one of commercial facility for assembled the peoples from several kinds, interests, and behaviors. Planning a shopping center often times emphasize on business demand. As a consequence, visitor's freshness, safety, and security was ignored.

To give the building of shopping center safety and security from danger of fire, it's necessary to accomplish fire evacuation system guidelines i.e. fire door, emergency stair, area of refuge, and exit way. Otherwise, it's necessary too to accomplish fire protection system consists of active fire protection, passive fire protection, and fire safety management.

Type of this research is descriptive and experimental research; has a qualitative and a quantitative characteristic. It has the building's safety and security assessment and the visitor's risk assessment from a danger of fire as a purpose. For the building's safety assessment is use National Fire Protection Association (NFPA) Standard No. 101: Life Safety Code (Evaluation for Business Occupancy). For the building's security assessment of building safety by using Indonesia National Standart (SNI) and Decree Decree of Ministry trial public Work (*Kepmen PU*) . While, for building visitor's risk assessment is use Fire Model Plan and American Society for Testing and Materials (ASTM) standard: Fire Test Standard E 931 (Standard Practice for Assessment of Fire Risk by Occupancy Classification).

Fire security assessment has two ways: assessment of NFPA 101 standard's buildings and use related theories to evaluation for business occupancy procedures. For safety assessment is use loring method for active fire protection, passive fire protection, and fire safety management from case study's building. Each system is use quality of ranks of its part of system. For building visitor's risk assessment consists of three groups: injured and death group, loss of everything in the building group, and fire potential group. Otherwise, it's also use CFAST simulation to predict the fire phenomena and danger level of fire product.

The result of two scoring method showed The Senayan City Mall have applied fire safety standard. And counted as "safety category" of building's danger of fire.

This results is expect to give a view as opinion of designing an active fire protection, passive fire protection, and fire safety management on shopping center buildings and other buildings. As scientific research, this result is open for continuing and expansion for more specific research or linking with other disciplines.

**Keywords: Building's Fire Safety, Shopping Center Building, Building's Fire Security, Visitor Risk**

## ABSTRAK

Bangunan pusat perbelanjaan merupakan fasilitas umum (komersial), tempat berkumpul masyarakat dengan berbagai jenis, kepentingan dan perilaku. Desain penataan fungsi/kegiatan di dalam bangunan pusat perbelanjaan seringkali terlalu menekankan tuntutan bisnis. Akibatnya kepentingan keselamatan/ keamanan dan kenyamanan pengunjung terabaikan.

Untuk memberikan keamanan dan keselamatan jiwa dari bahaya kebakaran pada bangunan pusat perbelanjaan, maka perlu adanya pemenuhan standar desain sistem evakuasi kebakaran berupa pintu kebakaran, tangga kebakaran, ruang penyelamatan sementara dan jalur keluar. Disamping itu perlu adanya pemenuhan sistem proteksi kebakaran yang terdiri dari sistem proteksi aktif, pasif dan *fire safety management*.

Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif dan Eksperimental, bersifat kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan dengan tujuan mengukur tingkat keandalan dan keamanan bangunan serta tingkat risiko penghuni terhadap bahaya kebakaran. Untuk penilaian parameter keandalan bangunan digunakan standar National Fire Protection Association (NFPA) 101 *life safety code (evaluation for business occupancy)*, untuk penilaian keamanan bangunan menggunakan Standar National Indonesia (SNI) dan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum (Kepmen PU) sedangkan penilaian tingkat risiko penghuni bangunan digunakan rancangan model kebakaran dan standar American Society for Testing and Materials (ASTM) *Fire Test Standard E 931 (Standard Practice for Assessment of Fire Risk by Occupancy Classification)*.

Penilaian keamanan melalui dua cara yaitu penilaian keandalan bangunan terhadap bahaya kebakaran berstandar NFPA 101 dan teori- teori sesuai dengan prosedur penilaian pada evaluasi bangunan peruntukan bisnis dan Penilaian keamanan bangunan terhadap bahaya kebakaran berdasarkan standar SNI dan Kepmen PU menggunakan metode *scoring* dari sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran serta, *fire safety management*. Sedangkan penilaian tingkat risiko penghuni terhadap bahaya kebakaran dibagi dalam tiga kelompok penilaian, yaitu: kelompok kematian dan terluka, kelompok kehilangan isi bangunan, dan kelompok potensi kebakaran. Selain itu juga menggunakan simulasi CFAST untuk memprediksi kejadian kebakaran dan tingkat bahaya akibat produk kebakaran.

Hasil penelitian dengan menggunakan dua metode penilaian menunjukkan bahwa Senayan City sudah menerapkan Standar/persyaratan keamanan bangunan yang ditetapkan, sehingga termasuk dalam kategori aman terhadap bahaya kebakaran.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pandangan-pandangan yang berguna untuk dijadikan bahan pertimbangan dalam perancangan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran serta, *fire safety management* dalam bangunan pusat perbelanjaan maupun yang lainnya. Sebagai suatu penelitian ilmiah, hasil studi ini terbuka untuk dilanjutkan dan dikembangkan untuk penelitian yang, lebih spesifik ataupun dikaitkan dengan bidang, keilmuan lainnya.

Kata kunci: Keselamatan bangunan, Pusat perbelanjaan, keamanan bangunan, risiko penghuni.

## KATA PENGANTAR

### **Bismillaahir rahmanir rahiim**

Segala puji bagi Dan rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas segala karunia, taufik, dan hidayah serta izin-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan pada waktunya.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Magister Arsitektur pada Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia. Judul tesis ini adalah **Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran** dengan mengambil studi kasus Mall Senayan City.

Penulis mengakui, bahwa tanpa dukungan, dorongan serta doa yang tulus dari kedua orangtua, saudara-saudara dan keluarga serta dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka usaha dan jerih payah yang dilakukan tidak akan menghasilkan suatu karya penulisan yang baik. Oleh karena itu penulis menghaturkan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak DR. Ir. Abimanyu T Alamsyah, M.S, Selaku pembimbing I, yang dengan penuh perhatian dan bijaksana membimbing, mengarahkan, memberikan nasehat serta dorongan semangat sejak awal penulisan hingga sidang akhir.
2. Bapak Ir. Yulianto S Nugroho, M.Sc, Ph.D, Selaku pembimbing II yang dengan penuh perhatian dan bijaksana membimbing, mengarahkan, memberikan nasehat serta dorongan semangat sejak awal penulisan hingga sidang akhir.
3. Bapak Ir. Emirhadi Suganda, M.Sc, Ph.D, Selaku Penguji yang telah memberikan banyak masukan untuk pengembangan tesis ini.
4. Bapak Wied Wiwoho Winaktoe, ST, M.Sc, Selaku Penguji yang telah memberikan banyak masukan untuk pengembangan tesis ini.
5. Bapak Ir. Triatno Yudho Harjoko, Ph.D, Selaku Koordinator tesis
6. Ibu Ir. Ellisa Evawani, Ph.D, selaku Dosen PA yang selalu memberi dukungan dan semangat selama pelaksanaan tesis.
7. Bapak Prof. Soeprpto, APU, selaku nara sumber yang telah memberikan hampir seluruh ilmunya sebagai pakar kebakaran.
8. Seluruh Dosen dan staf pada program Magister Arsitektur Universitas Indonesia.
9. Ibu Fenty, mbak Tika, Erni dan Bapak Ema, atas bantuan data penelitian.

10. Rekan-rekan seangkatan , Santy, Liliek, Bram, Dita, Pipin, Pak Indra, Mbak Fa, Miranda, Galih atas segala kebersamaanya dalam suka dan duka.
11. Anugrah terindah Gandung Suhardaya, Gilang, Ghupita atas segala cinta, doa dan pengorbanannya selama ini.
12. Ayah, Bunda dan kakak-kakakku , atas segala doa dan curahan kasih sayangnya selama ini.
13. Christine , Nia, mbak Tus dan seluruh Mahasiswa Arsitektur Budi Luhur, atas doa dan dukunganya selama ini.
14. Direktur PT. Agung Podomoro sebagai pengelola Pusat perbelanjaan Senayan City, atas ijin survai dan data-data bangunan untuk mendukung penelitian.
15. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT berkenan melimpahkan rahmat-Nya guna membalas budi baik bapak/Ibu/Saudara sekalian. Amin

Akhirnya, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan bagi penyempurnaan tesis ini, sehingga dapat memberikan manfaat lebih besar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bagi pihak yang membutuhkan.

Jakarta, Juli 2008

Penulis

Tri Endangsih

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b>	ii
<b>ABSTRACT</b>	ii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	1
1.1. <b>LATAR BELAKANG</b>	1
1.2. <b>PERUMUSAN MASALAH</b>	4
1.3. <b>PERTANYAAN PENELITIAN</b>	5
1.4. <b>TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	5
1.5. <b>BATASAN/LINGKUP PENELITIAN</b>	5
1.6. <b>URUTAN PENULISAN</b>	6
1.7. <b>ALUR PEMIKIRAN</b>	9
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	10
2.1. <b>API DAN KEBAKARAN</b>	10
2.1.1. <b>Terjadinya Api</b>	10
2.1.2. <b>Alur dan Perilaku Kebakaran</b>	10
2.1.3. <b>Proses Perkembangan Api Dalam Ruangan</b>	13
2.1.4. <b>Perambatan Panas Api</b>	15
2.1.5. <b>Beban Api</b>	17
2.1.6. <b>Hubungan Kurva Temperatur Dan Waktu Kebakaran</b>	17
2.1.7. <b>Asap</b>	18
2.1.8. <b>Bahaya Akibat Kebakaran Bagi Manusia</b>	21
2.1.8.1. <b>Bahaya Akibat Suhu Panas Kebakaran</b>	21
2.1.8.2. <b>Bahaya Akibat Asap</b>	22
2.1. <b>EVAKUASI KEBAKARAN PADA BANGUNAN</b>	25
2.2.1. <b>Perilaku Pengguna Bangunan Pada Saat Terjadi Kebakaran Di Dalam Bangunan</b>	26
2.2.2. <b>Waktu Evakuasi</b>	29
2.2.2.1. <b>Waktu Evakuasi pada lantai bangunan</b>	29
2.2.2.2. <b>Waktu evakuasi dari lantai atas keluar bangunan</b>	30
2.3. <b>FASILITAS EVAKUASI KEBAKARAN</b>	31
2.3.1. <b>Pintu Darurat</b>	33
2.3.2. <b>Tangga darurat kebakaran</b>	34
2.3.3. <b>Ruang Daerah Penyelamatan Sementara</b>	36
2.3.4. <b>JalanKeluar/Jalur Penyelamatan Darurat Kebakaran (Exit Routes)</b>	37
2.4. <b>BANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN</b>	40
2.4.1. <b>Latar Belakang dan Perkembangan Bangunan Pusat Perbelanjaan</b>	40
2.4.2. <b>Ciri-Ciri Umum Bangunan pusat perbelanjaan</b>	41
2.4.3. <b>Bangunan Pusat Perbelanjaan di Indonesia</b>	41
2.4.4. <b>Klasifikasi dan Tipologi</b>	42
2.4.5. <b>Karakter Penghunian Bangunan Pusat Perbelanjaan</b>	45



<b>2.5. PEMODELAN KEBAKARAN</b>	47
<b>2.6. PENELITIAN TERDAHULU YANG DIJADIKAN REFERENSI PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	50
<b>2.7. KERANGKA PEMIKIRAN</b>	52
<b>BAB III. METODA PENELITIAN</b>	54
<b>3.1. METODA PENELITIAN</b>	54
<b>3.2. PEMILIHAN OBYEK PENELITIAN</b>	56
3.2.1. Populasi	56
3.2.2. Pemilihan Dan Teknik Pengambilan Sampel	58
<b>3.3. VARIABEL PENELITIAN</b>	59
<b>3.4. INSTRUMEN PENELITIAN</b>	60
<b>3.5. PENENTUAN PARAMETER PENILAIAN</b>	61
3.5.1. Parameter Penilaian keandalan Bangunan terhadap Bahaya Kebakaran	61
3.5.2. Parameter Penilaian keamanan bangunan Berdasarkan SNI (2000)	62
3.5.3. Parameter Penilaian Tingkat Risiko Penghuni Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran	63
<b>3.6. TEKNIK DAN ALAT PENGUMPULAN DATA</b>	64
<b>3.7. METODA ANALISIS</b>	64
3.7.1. Analisis Penilaian Keamanan Bangunan	65
3.7.1.1. Analisis Penilaian Keandalan Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan <i>Standar National                 Fire Protection Association (NFPA) 101.</i>	65
3.7.1.2. Analisis Penilaian Keamanan Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2000)	77
<b>3.8. ANALISIS PENILAIAN TINGKAT RISIKO PENGHUNI BANGUNAN TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN</b>	84
3.8.1. Analisis risiko penghuni akibat Produk kebakaran	84
3.8.2. Analisis Penilaian Tingkat Risiko Penghuni Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan <i>Standar American Society For Testing         And Materials (ASTM)</i>	92
<b>BAB IV : KEAMANAN BANGUNAN DAN RISIKO PENGHUNI</b>	100
<b>4.1. DATA OBYEK PENELITIAN</b>	100
<b>4.2. ANALISIS NILAI KEAMANAN BANGUNAN</b>	102
4.2.1. Analisis Nilai Keandalan Bangunan Berdasarkan Standar NFPA (101)	102
4.2.1.1. Penilaian Parameter Keamanan Individual	102
4.2.1.2. Ekuivalensi Penilaian	106
4.2.2. Analisa Penilaian Keamanan Bangunan Terhadap kebakaran Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2000)	107
4.2.2.1. Hasil Penilaian Dan Pengolahan Data Senayan City	107
4.2.2.2. Perbandingan Sistem Proteksi Kebakaran	120

<b>4.3. ANALISIS TINGKAT RISIKO PENGHUNI PUSAT PERBELANJAAN SENAYAN CITY TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN</b>	<b>120</b>
4.3.1. Analisis Risiko Penghuni Akibat Produk Kebakaran	120
4.3.1.1. Kejadian kebakaran pada Ruang bermain Anak	121
4.3.1.2. Perhitungan Waktu untuk Evakuasi pada ruang bermain anak	129
4.3.2.1. Kejadian kebakaran pada Ruang Food Court	131
4.3.2.2. Perhitungan Waktu Evakuasi Pada Ruang Food Court	139
4.3.3.1. Kejadian kebakaran pada Ruang Cinemaplex XXI	141
4.3.3.2. Perhitungan Waktu Evakuasi Pada Ruang Cinemaplex XXI	150
4.3.4.1. Perhitungan waktu evakuasi berdasarkan jumlah tangga darurat	152
4.3.2. Analisis Tingkat Risiko Kematian Dan Terluka	156
4.3.3. Analisis Tingkat Risiko Kehilangan Isi Bangunan	157
4.3.4. Analisis Tingkat Risiko Potensi Kebakaran	159
4.3.5. Kalkulasi Indek Penilaian Risiko Kebakaran	159
<b>4.4. INTERPRETASI HASIL ANALISIS</b>	<b>160</b>
<b>BAB V. KESIMPULAN</b>	<b>162</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>164</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
▪ Lampiran 1. Denah & data pemanfaatan retail	
▪ Lampiran 2. Tampak bangunan & sarana evakuasi	
▪ Lampiran 3. Formulir isian data Mall Senayan City	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lingkup Penelitian	6
Gambar 1.2. Urutan penulisan	8
Gambar 1.3. Alur pemikiran	9
Gambar 2.1. Diagram kebakaran dengan reaksi berantai	10
Gambar 2.2. Alur kebakaran di dalam bangunan	11
Gambar 2.3. Perilaku kebakaran di dalam bangunan	12
Gambar 2.4. Proses Perkembangan Api	13
Gambar 2.5. Perambatan panas api pada bangunan	16
Gambar 2.6. Kurva temperatur-waktu kebakaran	18
Gambar 2.7. Diagram hubungan antara produk asap kebakaran dengan ukuran api dan tinggi langit-langit	19
Gambar 2.8. Keadaan penyebaran asap secara vertikal dan horizontal pada bangunan	20
Gambar 2.9. Respon tubuh manusia terhadap suhu ruang	22
Gambar 2.10. Diagram proses pengambilan keputusan pada masing-masing individu	27
Gambar 2.11. Diagram prosentase jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan Untuk menentukan sikap setelah isyarat kebakaran pada masing-masing individu	29
Gambar 2.12. Diagram waktu dari tangga kebakaran (240 orang/lantai)	31
Gambar 2.13. Hubungan jumlah lantai dan lebar lantai dengan korban material dan jiwa pada suatu jenis bangunan	32
Gambar 2.14. Hubungan jumlah orang tiap jam dengan waktu evakuasi, dan luas ruang evakuasi dengan waktu evakuasi di dalam bangunan	32
Gambar 2.15. Detail pintu kebakaran dengan kelengkapannya	34
Gambar 2.16. Penempatan tangga dan persyaratannya	35
Gambar 2.17. Pedoman Ruang Antara/Vestibule Bebas Asap (Bertekanan Negatif)	36
Gambar 2.18. Ruang Antara/Lobby/Vestibule	37
Gambar 2.19. Variasi rute/jalur keluar	38
Gambar 2.20. Jalan keluar pada bangunan	38
Gambar 2.21. Letak dan Jarak Capai Jalan Keluar untuk Pertokoan	39
Gambar 2.22. Tipologi Bangunan Pusat Perbelanjaan Multi Level	43
Gambar 2.23. Variasi Susunan Lay out Denah Bangunan Pusat Perbelanjaan	44
Gambar 2.24. One zone models	47
Gambar 2.25. Two zone models	48
Gambar 2.26. Kerangka Pemikiran	53
Gambar 3.1. Kerangka konsep Penelitian	55
Gambar 3.2. Metode penelitian	56
Gambar 3.3. Kerangka analisis	65
Gambar 3.4. Proteksi daerah berbahaya	69
Gambar 3.5. Bukaannya vertikal terbuka	70
Gambar 3.6. Bukaannya vertikal tertutup	70
Gambar 3.7. kontrol asap	73
Gambar 3.8. Persyaratan jalur eksit	74
Gambar 3.9. kolom <i>simulation environment</i> pada program CFAST	86
Gambar 3.10. kolom <i>compartment geometry</i> pada program CFAST	87
Gambar 3.11. kolom <i>horizontal flow vent</i> pada program CFAST	87
Gambar 3.12. kolom <i>vertical flow vent</i> pada program CFAST	88
Gambar 3.13. kolom <i>mechanical flow vent</i> pada program CFAST	88

Gambar 3.14. kolom <i>fires</i> pada program CFAST	89
Gambar 3.15. kolom <i>detection/ suppression</i> pada program CFAST	89
Gambar 3.16. kolom <i>targets</i> pada program CFAST	90
Gambar 3.17. kolom <i>surface connection</i> pada program CFAST	90
Gambar 3.18. CFAST setelah <i>run</i> simulasi	91
Gambar 3.19. <i>View</i> pada program CFAST	91
Gambar 4.1. Lokasi Senayan City	101
Gambar 4.2. Analisis data eksisting sarana evakuasi	114
Gambar 4.3. Input untuk <i>simulation environment</i> kejadian kebakaran pada	122
Gambar 4.4. Denah Ruang Bermain anak	122
Gambar 4.5. Input untuk <i>compartment geometry</i> Pada ruang bermain anak	123
Gambar 4.6. Input untuk <i>Fires</i> Pada ruang bermain anak	123
Gambar 4.7. Posisi Titik api pada Ruang bermain anak	124
Gambar 4.8. <i>Run model</i> pada CFAST	124
Gambar 4.9. Grafik Layer Temperatur dari simulasi ruang Arena bermain anak ukuran 10 x 8 m	125
Gambar 4.10. Layer temperatur pada ruang bermain anak	125
Gambar 4.11. Grafik gas O <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang arena bermain anak 8 x 16m	126
Gambar 4.12. Grafik gas CO <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang arena bermain anak 10 x 8 m	126
Gambar 4.13. Grafik gas CO dari simulasi ruang arena bermain anak 8 x 16 m	127
Gambar 4.14. gambar tiga dimensi hasil simulasi CFAST pada ruang bermain anak	128
Gambar 4.15. Denah Jalur Evakuasi Lt.4	129
Gambar 4.16. Input untuk <i>simulation environment</i> kejadian kebakaran pada ruang food court	132
Gambar 4.17. Denah ruang food court	133
Gambar 4.18. Input untuk <i>compartment geometry</i> Pada ruang food court	133
Gambar 4.19. Input untuk <i>Fires</i> pada ruang food court	134
Gambar 4.20. Posisi Titik api pada ruang food court	134
Gambar 4.21. Hasil Run dari Program CFAST pada ruang food court	135
Gambar 4.22. Grafik Layer temperatur dari simulasi ruang food court ukuran 4 x 12 m	135
Gambar 4.23. Layer Temperatur pada ruang food court	136
Gambar 4.24. Grafik gas O <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang food court ukuran 4 x 12 m	136
Gambar 4.25. Grafik gas CO <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang food court ukuran 4 x 12 m	137
Gambar 4.26. Grafik gas CO dari hasil simulasi ruang food court ukuran 4 x 12 m	137
Gambar 4.27. Gambar tiga dimensi hasil simulasi CFAST pada ruang food court	139
Gambar 4.28. Denah Jalur Evakuasi Lt.5	139
Gambar 4.29. Input untuk <i>simulation environment</i> kejadian kebakaran pada ruang Cinemaplex XXI	142
Gambar 4.30. Denah ruang Cinemaplex XXI	143
Gambar 4.31. Input untuk <i>compartment geometry</i> pada ruang Cinemaplex XXI	143
Gambar 4.32. Input untuk sumber api Pada ruang Cinemaplex XXI	144
Gambar 4.33. Posisi Titik api pada Ruang Cinemaplex XXI	145
Gambar 4.34. Hasil run program CFAST pada Ruang Cinemaplex XXI	145
Gambar 4.35. Grafik Layer Temperatur dari simulasi ruang cinemaplex ukuran 16 x 20m	146
Gambar 4.36. Layer Temperatur pada Ruang Cinemaplex XXI	146

Gambar 4.37. Grafik gas O <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang cinemaplex ukuran 16 x 20m	147
Gambar 4.38. Grafik gas CO <sub>2</sub> dari hasil simulasi ruang cinemaplex ukuran 16 x 20m	147
Gambar 4.39. Grafik gas CO dari hasil simulasi ruang cinemaplex ukuran 16 x 20m	148
Gambar 4.40. gambar tiga dimensi hasil simulasi CFAST pada ruang Cinemaplex XXI	149
Gambar 4.41. Denah evakuasi Cinemaplex XXI	150
Gambar 4.42. Grafik hasil perhitungan waktu evakuasi pada lantai 5 berdasarkan jumlah pintu eksit yang dapat dipergunakan	155



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beban api berdasarkan jenis bangunan	17
Tabel 2.2. Gas eracun produk pembakaran berbagai bahan	23
Tabel 2.3. Pengaruh kandungan gas terhadap kondisi tubuh manusia	24
Tabel 2.4. Dimensi Elemen Tangga Darurat Kebakaran	36
Tabel 2.5. Jumlah Minimum Jalan Keluar	39
Tabel 2.6. Klasifikasi Pusat Perbelanjaan	45
Tabel 2.7. Beban Penghuni Ruang	46
Tabel 2.10. Klasifikasi kegiatan/Penyewa pada bangunan Pusat Pebelanjaan	47
Tabel3.1. Instrumen penelitian	61
Tabel3.2. Nilai-nilai parameter keamanan	66
Tabel 3.3. Penilaian Keamanan Zona (Individual)	76
Tabel 3.4. Persyaratan yang diharapkan	76
Tabel 3.5. Ekuivalensi Penilaian	76
Tabel 3.6. Pembobotan Proteksi Aktif	79
Tabel 3.7. Pembobotan Proteksi Pasif	79
Tabel 3.8. Pembobotan Sarana Evakuasi	79
Tabel 3.9. pembobotan Akses Pemadam Kebakaran	80
Tabel 3.10. Pembobotan <i>Fire safety management</i>	80
Tabel 3.11. Penilaian Proteksi Aktif	80
Tabel 3.12. Penilaian Proteksi Pasif	81
Tabel 3.13. Penilaian Sarana Evakuasi & Akses pemadam kebakaran	82
Tabel 3.14. Penilaian <i>Fire Safety Management</i>	83
Tabel 3.15. Asumsi perbandingan produk asap/gas/panas Kebakaran tiap jenis kegiatan pusat perbelanjaan	84
Tabel 3.16. Nilai kepadatan penghunian	94
Tabel 3.17. Kelompok I : Mati dan Terluka	99
Tabel 3.18. Kelompok II: Kehilangan Isi Bangunan	99
Tabel 3.19. Kelompok III : Potensi kebakaran	99
Tabel 4.1. Data fisik dan non fisik Senayan City	101
Tabel 4.2. Penilaian parameter keamanan individual Senayan City	102
Tabel 4.3. Ekuivalen penilaian Senayan City	106
Tabel.4.4. Penilaian Proteksi Aktif	107
Tabel.4.5. Penilaian Proteksi Pasif	111
Tabel 4.6. Penilaian Sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran	113
Tabel. 4.7. Penilaian <i>Fire safety management</i>	117
Tabel 4.8. Perbandingan Sistem Proteksi Kebakaran	
Tabel 4.9. Tingkat risiko kematian dan terluka (kelompok I)	156
Tabel 4.10. Tingkat risiko kehilangan isi bangunan (Kelompok II)	157
Tabel 4.11. Tingkat Resiko Potensi Kebakaran (Kelompok III)	159