

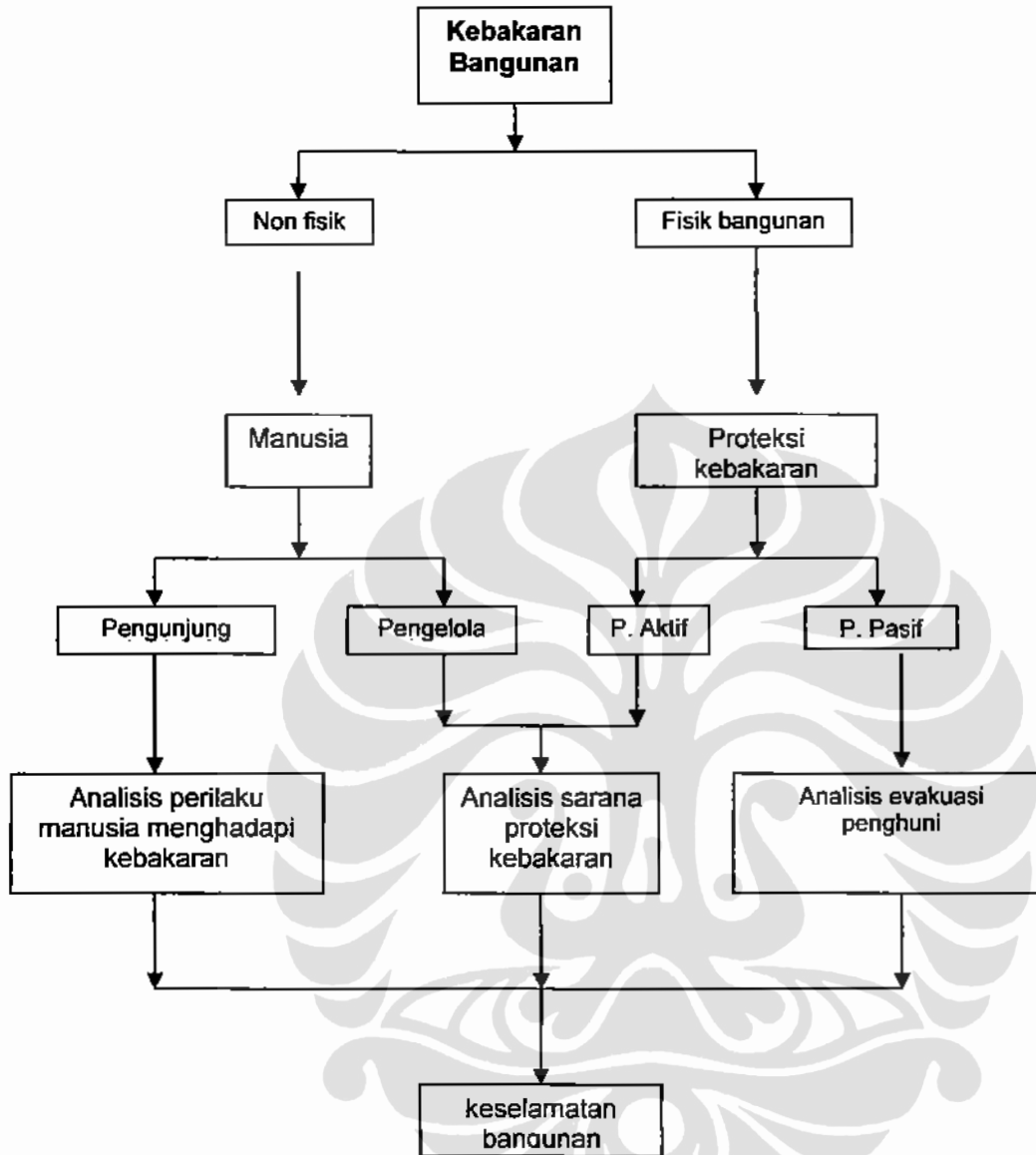
BAB III : METODA PENELITIAN

3.1. METODA PENELITIAN

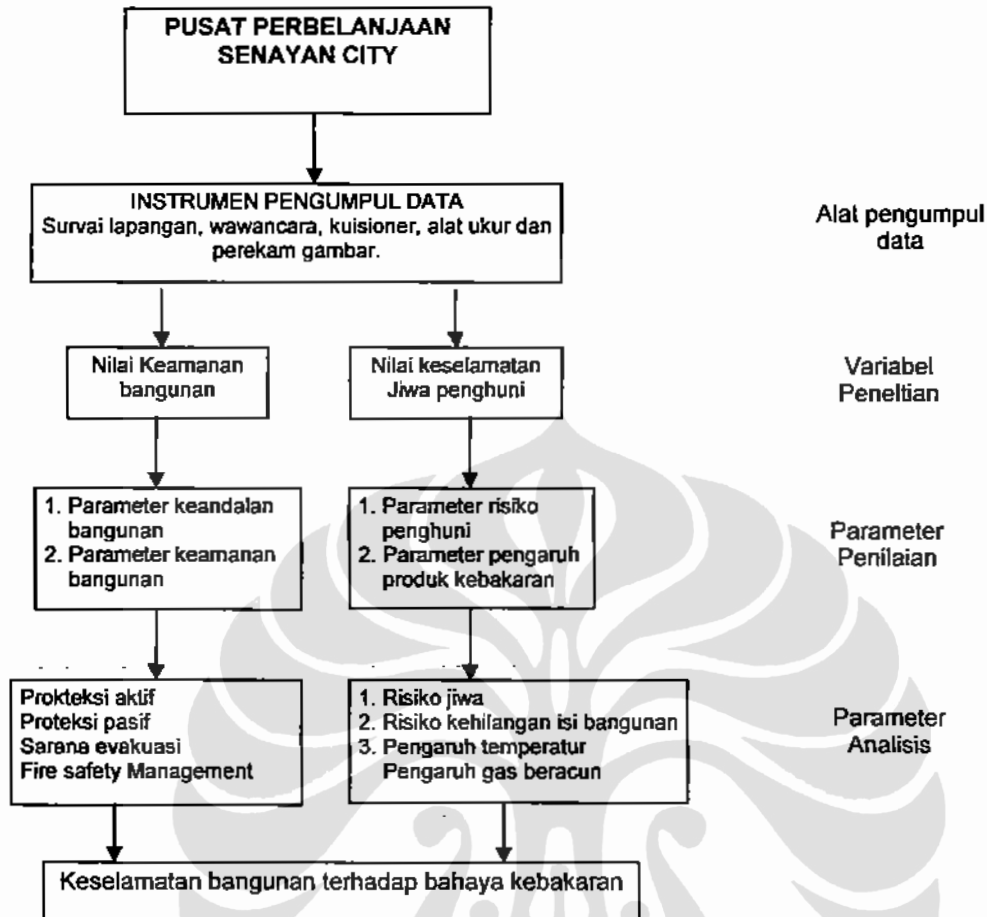
Sehubungan dengan sifat penelitian yaitu deskriptif eksperimental, deskriptif yaitu berupa uraian yang didapat dari data primer yang ada dilapangan. Sedangkan metoda eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat. Dengan adanya keterbatasan daya tahan tubuh manusia, maka dibutuhkan sebuah cara untuk dapat memperkiraan kondisi pada suatu lingkungan saat terjadi kebakaran. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap kejadian kebakaran di dalam bangunan pusat perbelanjaan adalah dengan membuat model simulasi melalui program komputer.

Metoda analisis data yang digunakan adalah metoda analisis non statistik yaitu analisa dengan membaca data hasil penilaian pada bangunan. Berdasarkan data-data tersebut kemudian dapat diprediksi risiko yang akan timbul sesuai dengan kondisi bangunan. Data yang akan dianalisis terdiri atas data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif menyangkut kondisi manajemen kebakaran (*fire safety management*) pada pusat perbelanjaan yang bersangkutan dan data kuantitatif menyangkut nilai keamanan bangunan yaitu menyangkut kemampuan suatu bangunan dalam menjamin keselamatan jiwa penghuninya pada saat terjadinya kebakaran. Kemampuan bangunan tersebut kemudian akan menentukan kualifikasi bangunan apakah aman atau tidak aman. Berdasarkan data kuantitatif kemudian dibuat prosentase nilai keamanan dari setiap parameter keamanan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan bangunan tersebut.

Pada bab II bagan 2.26, telah dijelaskan mengenai kerangka pemikiran, hal itu bisa dijadikan pengarah untuk menentukan Metoda penelitian . Berdasarkan metoda yang digunakan untuk meneliti, maka kerangka konsep pemikirannya adalah sebagai berikut (lihat gambar 3.1):



Gambar 3.1. Kerangka konsep Penelitian



Gambar 3.2. Metode penelitian

3.2. PEMILIHAN OBYEK PENELITIAN

3.2.1. Populasi

Bangunan pusat perbelanjaan di Indonesia merupakan konsep baru perdagangan, yaitu melengkapi kegiatan perdagangan yang sudah ada terlebih dahulu berupa pasar tradisional. Kegiatan ini mulai masuk ke Indonesia kurang lebih 30 tahun yang lalu akibat pengaruh globalisasi. Saat ini telah ratusan atau bahkan ribuan bangunan pusat perbelanjaan dibangun di seluruh pelosok tanah air, terutama pada kota-kota besar (ibu kota kabupaten). Pembatasan pembangunan pusat perbelanjaan pada kota-kota tertentu dimaksudkan untuk melindungi pedagang ekonomi lemah yang mengisi pasar tradisional.

Dari data survai awal diperoleh nama-nama pusat perbelanjaan yang ada di DKI Jakarta beserta lokasinya, sehingga dapat menentukan sampel dari populasi pusat perbelanjaan yang ada. Data tersebut adalah sebagai berikut:

NO	WILAYAH	NAMA PUSAT PERBELANJAAN
1	Jakarta Barat	ITC Permata Hijau ITC Roxy Mas Lokasari PlazaMall Ciputra Citriland Mall Mall Daan Mogot Mall Puri Indah Mall Taman Anggrek Roxy Mas Square Slipi Jaya Plaza
2	Jakarta Pusat	Gajah Mada Plaza Glodok Plaza Harco Glodok Hayam Wuruk Lindeteves ITC Cempaka Mas Menteng Plaza Plaza Indonesia Plaza Indonesia EX Plaza Semanggi Pusat Pertokoan Duta Merlin Sarinah Plaza
3	Jakarta Selatan	Senayan City Plaza Senayan Blok M Plaza ITC Fatmawati ITC Kuningan Mal Ambassador Mall Blok M Mall Pondok Indah I & II Melawai Plaza

		Pasar Raya Dept. Store Cilandak Town Square
4	Jakarta Timur	Cibubur Junction Mall Kalibata Tamini Square Pulogandung Trade Center Mall Pondok Gede
5	Jakarta Utara	Dusit Mangga Dua Harco Mas Mangga Dua TC Mangga Dua Mall Kelapa Gading Mall Mangga Dua Mall Sunter Mega Mall Pluit Pasar Pagi Mangga Dua WTC Mangga Dua

3.2.2. Pemilihan Dan Teknik Pengambilan Sampel

Bangunan pusat perbelanjaan yang digunakan sebagai obyek penelitian ini hanya merupakan 1 kasus dari sekian banyak bangunan sejenis yang ada. Karena sifat studi kasus, maka hasil penelitian mengenai keselamatan bangunan hanya berlaku untuk 1 obyek yang diteliti. Namun hasil pembahasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan bangunan yang bersifat teori dan standar dapat digunakan untuk kasus yang lebih luas (Desain).

Teknik yang digunakan untuk menentukan sampel adalah sistem acak klaster yaitu dengan cara sebagai berikut:

- Penyusunan tabel lokasi dan nama pusat perbelanjaan diurutkan sesuai urutan abjad.
- Sesuai dengan tipologi yang sesuai dengan kondisi eksisting.
- Membuat data jumlah pusat perbelanjaan yang ada diurutkan sesuai urutan abjad lokasi.

Dari data jumlah diperoleh urutan seperti dibawah ini:

No	Wilayah	Jumlah pusat perbelanjaan
1	Jakarta Barat	9
2	Jakarta Pusat	11
3	Jakarta Selatan	11
4	Jakarta Timur	7
5	Jakarta Utara	10

Berdasar data populasi , maka pada penelitian ini sampel terpilih berdasarkan jumlah pusat perdagangan terbanyak yaitu di Jakarta Selatan. Pusat perbelanjaan yang dijadikan studi kasus adalah Senayan city dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kompleksitas masalah kebakaran tinggi pada bangunan yang ≥ 4 lantai.
2. Senayan City dibangun setelah Tahun 2000 yang seharusnya sudah menerapkan norma-norma keselamatan bangunan dari bahaya kebakaran (Standar dan teori-teori).

3.3. VARIABEL PENELITIAN

Agar dapat diteliti secara empiris, konsep yang menunjukkan suatu fenomena harus dioperasionalisasikan dengan mengubahnya menjadi variabel-variabel. Dalam penelitian ini variabelnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah semua variabel yang berpengaruh terhadap hasil akhir penelitian. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dijadikan sebagai tujuan.

Berdasarkan judul penelitian tentang keselamatan bangunan pusat perbelanjaan dari bahaya kebakaran, maka variabel bebasnya adalah keselamatan bangunan terhadap bahaya kebakaran yaitu mengenai nilai keamanan bangunan. Sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah keselamatan jiwa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini berikut cara atau metoda bagai manan data tersebut diperoleh:

VARIABEL BEBAS:	VARIABEL TERIKAT:
Nilai keamanan bangunan	Keselamatan jiwa terhadap kebakaran
1. Proteksi Aktif 2. Proteksi Pasif 3. Sarana Evakuasi & Akses pemadaman kebakaran 4. <i>fire safety Management</i>	1. kemampuan mengontrol api 2. kemampuan evakuasi 3. <i>fire safety</i> umum

3.4. INSTRUMEN PENELITIAN

Instrumen penelitian adalah alat untuk menilai kondisi bangunan. Instrumen penelitian dibuat dalam Dua penilaian yaitu:

1. Penilaian keamanan bangunan terdiri dari dua penilaian yaitu:

- Penilaian Keandalan bangunan terhadap kebakaran yang dievaluasi berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh *National Fire Protection Association (NFPA) 101 life safety code (evaluation for business occupancy)* yaitu Instrumen berupa label daftar periksa (*check list*) untuk menilai setiap parameter dengan melakukan beberapa perubahan berdasarkan analisis penulis.
- penilaian Keamanan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (2000) dan Keputusan Menteri No.10/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Pengamanan KEPMEN PU No. 11/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Manajemen Penanggulangan Kebakaran di Perkotaan. Instrumen berupa formulir observasi dan daftar periksa untuk menilai setiap, parameter berdasarkan analisis penulis.

2. Penilaian tingkat risiko penghuni bangunan yang dievaluasi terhadap kebakaran berdasarkan Standar yang dikeluarkan oleh American Society for Testing and Materials (ASTM) *Fire Test Standard E 931 (Standard Practice for Assessment of Fire Risk by Occupancy Classification)* yaitu instrumen berupa Label daftar periksa (*check list*) untuk menilai setiap parameter berdasarkan analisis penulis. Untuk penilaian risiko juga menggunakan model rancangan api untuk memberikan gambaran potensi kebakaran yang terjadi pada suatu bangunan.

Tabel 3.1. Instrumen penelitian

No	Masalah	Instrumen Penelitian				Standar
		Chek List	Formullr observasi	Denah	Kuisisioner	
1	keamanan bangunan	√	√	√	√	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NFPA 101 ▪ SNI ▪ Kepmen PU No.10/KPTS/2000 ▪ ASTM
2	Risiko penghuni akibat kebakaran bangunan	√	√	√		<ul style="list-style-type: none"> ▪ SNI ▪ Kepmen PU No.10/KPTS/2000 ▪ ASHRAE
		Model rancangan Api/simulasi kebakaran				

3.5. PENENTUAN PARAMETER PENILAIAN

3.5.1. Parameter Penilaian keandalan Bangunan terhadap Bahaya Kebakaran

Penilaian keandalan bangunan terhadap bahaya kebakaran dari NFPA sudah memiliki metode evaluasi untuk beberapa jenis bangunan seperti bangunan rumah sakit, penjara, maupun bangunan untuk bisnis. metode evaluasi oleh NFPA yang memiliki kesamaan dengan bangunan pusat perbelanjaan adalah bangunan peruntukan bisnis dengan pertimbangan bahwa bangunan yang dievaluasi memiliki aktivitas bisnis berupa pertokoan, pelayanan jasa (salon, foto), restoran, dan pertunjukan (bioskop). Atas dasar tersebut, maka evaluasi keselamatan bangunan pusat perbelanjaan terhadap bahaya kebakaran berdasarkan standar NFPA 101 life safety code (*evaluation for business occupancy*) dan SNI.

Parameter yang dipergunakan dalam standar NFPA 101 life safety code (*evaluation for business occupancy*), yaitu:

1. Konstruksi
2. Pemisahan daerah bahaya
3. Bukaan vertikal
4. Sprinkler
5. Pemakaian peralatan pemadaman api secara manual
6. Sistem alarm kebakaran secara manual

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

7. Deteksi asap dan alarm
8. Penyelesaian interior
9. Kontrol asap
10. Akses keluar
11. Sistem keluar
12. Koridor/pemisahan ruang
13. Persiapan keadaan darurat

3.5.2. Parameter Penilaian keamanan bangunan Berdasarkan SNI (2000)

Parameter penilaian dengan menggunakan metoda audit keamanan bangunan terhadap bahaya kebakaran dengan sistem skoring, dibagi dalam beberapa komponen penilaian sesuai dengan variabel penelitian, yaitu sebagai berikut:

(1) Sistem proteksi aktif

- a. Detektor dan alarm kebakaran
- b. Sprinkler
- c. Hidran
- d. APAR
- e. Sistem daya darurat
- f. Pompa dan sumber air
- g. Pengendalian asap kebakaran
- h. Pencahayaan darurat dan tanda eksit
 1. Pusat pengendali kebakaran

(2) Sistem proteksi pasif

- a. Ketahanan api dan stabilitas
- b. Kompartemenisasi dan pemisahan
- c. Komponen penunjang

(3) Sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran

Sarana evakuasi

- a. Pintu kebakaran
- a. Tangga kebakaran
- b. Daerah pengungsian sementara
- c. *Exit routes*
- d. Alat bantu evakuasi

Akses pemadam kebakaran

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

- a. Lapisan perkerasan
- b. Jalur akses
- c. Saf Lif kebakaran
- d. Lif kebakaran
- e. Tanda jalur akses pemadam kebakaran

3.5.3. Parameter Penilaian Tingkat Risiko Penghuni Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran

Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh ASTM *Fire Test Standard E 931 (Standard Practice for Assessment of Fire Risk by Occupancy Classification)*, elemen yang berpengaruh terhadap risiko penghuni adalah kematian dan terluka, kehilangan isi bangunan dan potensi terjadinya kebakaran. Komponen ini masing-masing dapat diuraikan dalam beberapa elemen yang kemudian dijadikan parameter penilaian berdasarkan variabel penelitian, yaitu:

KOMPONEN PENELITIAN RISIKO PENGHUNI	KRITERIA KOMPONEN
1. Komponen kematian dan terluka	<ol style="list-style-type: none"> a. Tidur b. Evakuasi c. Kepadatan d. Dibatasi /ditahan e. Pelemahan f. Latihan dan kontrol penghuni
2. Komponen kehilangan isi bangunan	<ol style="list-style-type: none"> a. Beban api b. Waktu tanggapan c. <i>Involvement</i> d. Kontrol api
3. Risiko Potensi kebakaran	<ol style="list-style-type: none"> a. Terencana b. Kecelakaan

Sumber: ASTM *Fire Test Standard E 931*

3.6. TEKNIK DAN ALAT PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan Data Pengumpulan data obyek penelitian dilakukan dengan beberapa metode meliputi: studi dokumen perancangan, pengamatan fisik bangunan, dan kuisisioner.

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

Studi Dokumen Perancangan Cara ini digunakan untuk memperoleh data fisik bangunan, terutama data yang berkaitan dengan sistem evakuasi kebakaran. Data ini berupa denah bangunan beserta keterangan pemanfaatan ruang. Data yang diperoleh dari pengamatan ini meliputi: jumlah, letak, bentuk, ukuran/dimensi dan kelengkapan sarana evakuasi. Dokumen ini di ambil dari pihak pengelola manajemen.

Pengamatan Langsung di Lapangan yang dilakukan oleh peneliti. Pengamatan langsung ini bertujuan untuk mendapatkan data yang tidak dapat diperoleh dari gambar dokumen perancangan direkam dengan cara pemotretan, pengukuran dan sketsa langsung di lapangan. Adapun jenis data yang diperoleh dari cara ini adalah jenis pelaku, komposisi bahan yang terdapat dalam bangunan. Cara ini juga dilakukan untuk mengetahui apakah data dari gambar/dokumen perancangan sesuai dengan kenyataan sebenarnya.

Berdasarkan teknik pengumpulan data, maka alat pengumpul data yang digunakan adalah :

a. Pedoman wawancara dan kuisisioner

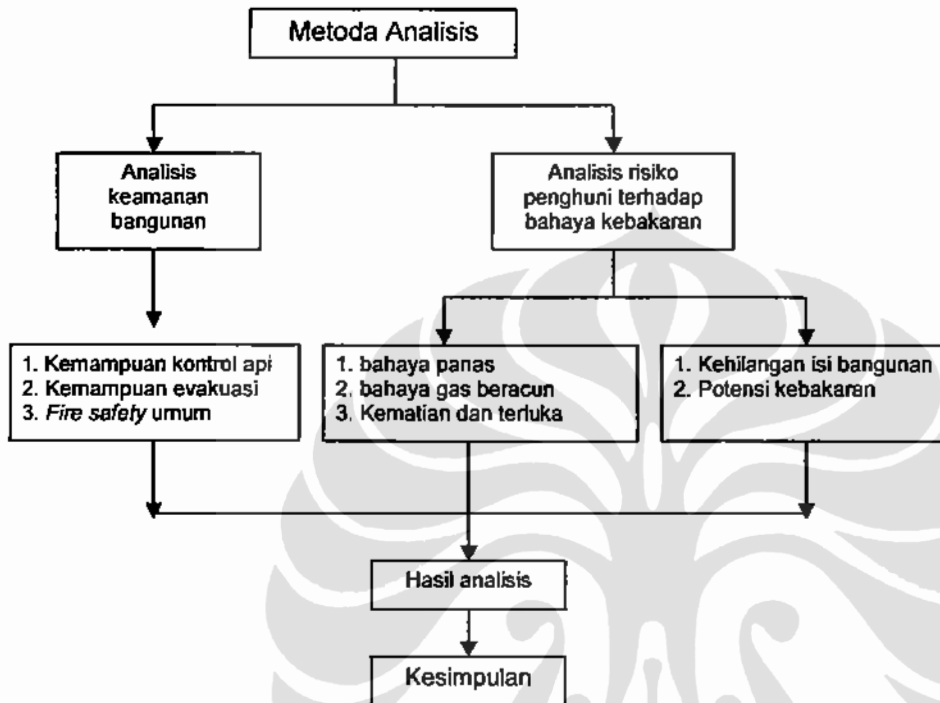
Yaitu Membuat daftar pertanyaan/kuisisioner yang ditujukan untuk pengunjung dan pihak pengelola pusat perbelanjaan. Kuisisioner ini bertujuan untuk mengumpulkan data non-fisik bangunan, serta melengkapi data-data fisik lain yang sulit diperoleh dari gambar dan pengamatan lapangan. Data tersebut di antaranya adalah: jumlah penghuni, jenis kegiatan serta sistem manajemen penyelamatan dari bahaya kebakaran (*fire safety managemnt*).

b. Alat perekam gambar (kamera)

3.7. METODA ANALISIS

Metoda analisis data yang digunakan adalah metoda analisis non statistik yaitu analisa dengan membaca data hasil penilaian pada bangunan. Berdasarkan data-data tersebut kemudian dapat diprediksi risiko yang akan timbul sesuai dengan kondisi bangunan. Data yang akan dianalisis terdiri atas data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif menyangkut kondisi manajemen kebakaran (*fire safety management*) pada pusat perbelanjaan yang bersangkutan dan data kuantitatif menyangkut nilai keamanan bangunan yaitu menyangkut kemampuan suatu bangunan dalam menjamin keselamatan jiwa penghuninya pada saat terjadinya kebakaran. Kemampuan bangunan tersebut kemudian akan menentukan kualifikasi bangunan apakah

aman atau tidak aman. Berdasarkan data kuantitatif kemudian dibuat prosentase nilai keamanan dari setiap parameter keamanan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan bangunan tersebut. Kegiatan analisis dijelaskan seperti pada gambar 3.3. berikut ini;



Gambar. 3.3. Kerangka analisis

3.7.1. Analisis Penilaian Keamanan Bangunan

3.7.1.1. Analisis Penilaian Keandalan Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan *Standar National Fire Protection Association (NFPA) 101*.

Penilaian keamanan bangunan dengan menggunakan metode evaluasi dari NFPA 101 *life safety code (evaluation for business occupancy)* dilakukan beberapa langkah penilaian dengan menggunakan tabel 3.2 sampai 3.7. Selanjutnya keterangan untuk setiap parameter penilaian dapat dilihat setelah tabel penilaian.

Bagian A: Menentukan nilai parameter keamanan (gunakan Tabel 3.2)

- (1) Pilih dan lingkari nilai keamanan pada setiap parameter keamanan pada Tabel 3.2 yang paling dapat menjelaskan kondisi zona. Pilih salah satu saja untuk setiap parameter, jika dua atau lebih nilai yang didapatkan, pilih nilai yang terendah.

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

Tabel 3.2. Nilai-nilai parameter keamanan

Parameter Keamanan	Nilai parameter					
	Tidak mudah terbakar			Mudah terbakar		
Sistem evaluasi	Tahan api	Terlindung	Tidak terlindung	Biasa	Kayu berat	Rangka kayu
NFPA 220	tipe I	tipe II	tipe III	tipe IV	tipe V	
Tipe konstruksi bangunan	443 atau 332	222 atau 111	000	211 200	2111	111 000
1 lantai	0	0	0	0 -1	0	0 -1
2 lantai	2	2	-4	0 -2	0	0 -4
3 lantai	2	2	-6	0 -6	0	0 -12
4-5 lantai	2	2	-12	0 -12	0	0 -12
≥ 6 lantai	2	0	NP	0 NP	0	-60 NP
Pemisahan daerah bahaya	Menempatkan sistem eksit		Terpisah dr jalur eksit		Tdk ada	
	Peng. ganda	Peng. Tunggal	Peng. ganda	Peng. tunggal	Peng.	
Bukaan vertikal	Terbuka (atau penutup tdk lengkap)			Tertutup		
	5 lantai atau lebih	4 lantai	3 lantai	2 lantai	< 30 menit	30 menit - 1 jam
Sprinkler	Tdk ada	Hanya koridor	Semua di koridor dan lobby		Seluruh bangunan	
	0	0	Sesuai standar	> standar	Sesuai standar	> standar
Peralatan Pemadaman Api Manual	Tdk ada	Hanya alat pemadam api	Hanya pipa hidran	Hidran & APAR		Keterangan: A. Gunakan 0 jika bangunan adalah level satu B. Jika diproteksi oleh sprinkler, mempertimbangkan penyebaran api 25-75. Jika fire/dmg material penyebaran apinya tidak lebih dari 75 atau 200 C. Bertambah 200-300 jika parameter 4 adalah 10 atau lebih D. Gunakan 0 jika parameter 11 adalah -6 E. Laju pemisahan 20 mnt. F. Gunakan () jika pemisahan antara ruangan sesuai dgn kriteria
	0	1	3 lt. ≥	≥ 4 lt.	3 lt. ≥	
Sistem alarm keb. manual	Tidak ada	Tanpa sepengetahuan Dinas Kebakaran	Dengan sepengetahuan Dinas Kebakaran			
	0	1	Dgn stasiun	Tanpa stasiun		
Deteksi asap & alarm	Tdk ada	Koridor atau spes. daerah bahaya	Ruangan	Zona	Seluruh bangunan	
	0	1	2	4	5	
Peny. Int. (pelapis interior)	Tingkat penyebaran api ¹⁰					
	>75 ≤ 200		>25 ≤ 75		≤ 25	
	>75 ≤ 200	≤ 75	>75 ≤ 200	≤ 75	>25 ≤ 200	≤ 25
Kontrol asap	Tdk ada	Pembatas asap				
	0	3	4			
Akses Keluar	Jln buntu maks		Tdk ada jln buntu > 50 ft. & jarak tempuhnya adl :			
	>75' ≤ 100"	>50" ≤ 75'	≤ 200' ^c	100'-200' ^c	50'-100'	≤ 50'
Sistem Keluar	Tunggal	Multi jalur	Eksit langsung			
	-6	Berkurang	≥ 2	0 5		
Koridor /pemisahan ruang (kompartemensi)	Adanya pemisahan dan level proteksi					
	Tdk lengkap	Tahan asap ⁶ > 20 mnt ⁶		1 jam atau lebih ⁶		
		tanpa penutup pintu	Dengan penutup pintu	tanpa penutup pintu	Dengan penutup pintu	Dengan penutup pintu
-6 s/d 0	0	1 (2) ¹	1	2 (3) ²	3 (4) ³	0
Pers kead. darurat	Penghuni terlatih		Staf terlatih			
	Tdk	Terkoordinasi	Tdk	Terkoordinasi		
-2	0	0	1			

(Sumber: *Alternatif Approaches to Life Safety: (firesafety) evaluation for Business occupancies*, 1998)

KETERANGAN UNTUK SETIAP PARAMETER KEAMANAN :

PARAMETER KEAMANAN adalah suatu pengukuran terhadap faktor-faktor bangunan yang menunjang keamanan pemakai bangunan (pengunjung, pengelola, dan lain-lain) yang mungkin berada dalam suatu zona yang terbakar.

1. Konstruksi

Tipe konstruksi diklasifikasikan berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

NFPA 220, *Standard of Type of Building Construction*. Dalam standar ini tipe konstruksi dibedakan sebagai tidak mudah terbakar (*non-combustible*) dan mudah terbakar (*combustible*). Tipe *non-combustible* terbakar dibagi dalam 2 tipe yaitu tipe I (443 dan 332) dan tipe II (222, 111, 000). Sementara itu untuk tipe yang *combustible* dibagi dalam tiga tipe yaitu tipe III (211,200), tipe IV (2HH) dan tipe V (111,000).

Pemberian angka Romawi pada masing-masing tipe menunjukkan persyaratan tingkat *fire resistance* elemen struktur (dalam satuan jam). Untuk angka Romawi I menunjukkan kemampuan *exterior bearing wall*. Pada angka Romawi II menunjukkan rangka struktur, sedangkan angka Romawi III untuk struktur lantai). Misalnya untuk tipe I (443) memiliki *rating fire resistance untuk exterior bearing wall 4 jam*, rangka struktur selama 4 jam dan struktur lantai selama 3 jam.

Jika suatu bangunan dihubungkan atau diberi tambahan bangunan dengan jenis struktur dan konstruksi yang berbeda, maka bangunan tersebut dapat dinilai dengan cara sebagai berikut:

- Dianggap sebagai bangunan yang terpisah, jika terdapat pemisah antar bangunan dengan daya tahan api 1 jam atau lebih.
- Diberi nilai rendah untuk nilai parameter keamanan, jika tidak ada pemisah.

Sumber : NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction (chapter 8)*. NFPA 101, *chapter 12 dan 13 (1.1.4.1)*.

SKBI 1987, Petunjuk Perancangan Struktur Bangunan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Rumah & Gedung.

2. Pemisahan Daerah Bahaya

Penilaian daerah bahaya tanpa pemisah meliputi 4 tahapan proses, yaitu:

Tahap 1. Identifikasi daerah bahaya

Daerah bahaya meliputi daerah yang digunakan untuk gudang utama, ataupun daerah yang memiliki ketel uap atau perapian maupun daerah lainnya yang mempunyai potensi untuk mempunyai beban api yang tinggi ataupun ruang yang mempunyai potensi untuk timbulnya api.

Tahap 2. Penentuan tingkat bahaya

(a) Membahayakan secara struktural. Daerah bahaya dengan potensi kebakaran tinggi yang mungkin melebihi ketahanan

api hasil tes melampaui integrasi dasar struktur dari pemasangan bangunan.

- (b) Membahayakan secara tak terstruktur. Daerah bahaya dengan potensi kebakaran yang tinggi (*flashover*) dan tingkat prosentase bahaya kebakaran melalui bukaan atau dinding partisi, namun tidak memiliki potensi penuh untuk membahayakan susunan struktur atau dasar lantai.

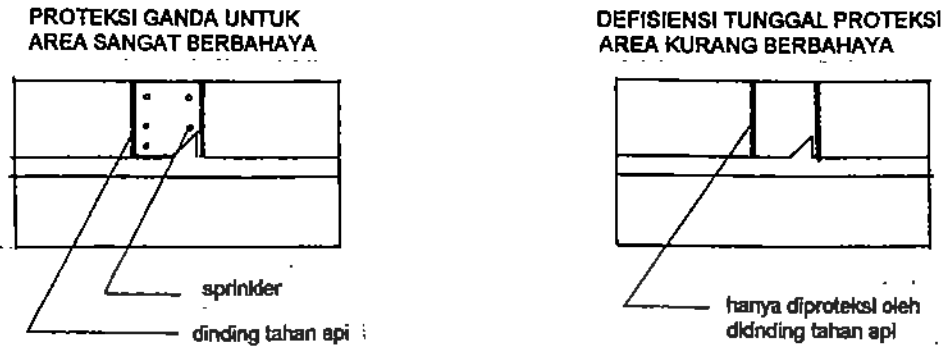
Tahap 3. Penentuan proteksi kebakaran yang tersedia

Nilai parameter untuk daerah bahaya didasarkan pada ada atau tidaknya proteksi kebakaran yang diperlukan untuk mengontrol atau membatasi bahaya. Dua perbedaan jenis proteksi kebakaran yang dipertimbangkan:

- (a) Terdiri dari sprinkler otomatis atau sistem pelindung bahaya yang lain. Nilai dari sprinkler tidak diberikan terkecuali daerah bahaya terpisah dari tempat peruntukan manusia atau melalui partisi dan pintu yang memiliki ketahanan api.
- (b) Kelengkapan pelindung api yang memiliki ketahanan api yang cukup untuk menempati daerah bahaya, termasuk pemisahan daerah bahaya dari beberapa susunan komponen struktural, partisi yang memisahkan daerah bahaya dari semua ruang-ruang yang lain, dan pintu proteksi kebakaran yang memiliki rating cukup yang melebihi potensi beban api yang ada. Beberapa ruang berbahaya yang telah diterapkan sistem proteksi tersebut diklasifikasikan sebagai ruang yang memiliki proteksi tunggal.

Tahap 4. Penentuan derajat pengurangan nilai parameter

Dalam beberapa situasi, bangunan tentunya akan terdiri lebih dari satu daerah berbahaya dengan level pengurangan yang sama ataupun berbeda. Keseluruhan nilai didasarkan pada daerah bahaya yang memiliki bahaya paling besar. *Open Plan Office Space* yang tidak dipenuhi sprinkler tidak dipertimbangkan sebagai daerah bahaya kecuali di dalamnya terdapat bahan bakar (*fuel*) yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan (*flashover*).



Gambar 3.4. Proteksi daerah berbahaya

Sumber : NFPA 101 section 13-3.2.1, 6-4

Gambar diatas menunjukkan perlengkapan proteksi pada daerah yang dianggap berbahaya atau rawan kebakaran.

3. Bukaan Vertikal

Parameter bukaan vertikal dapat berupa penembusan yang meliputi jalan keluar berupa tangga, ramp, dan jalan keluar vertikal lainnya. Disamping itu *shaft* pipa, penembusan *ducting* dan *shaft* sampah juga dikategorikan bukaan vertikal. Nilai bukaan vertikal didasarkan pada ada atau ketiadaan pelindung dan ketahanan .

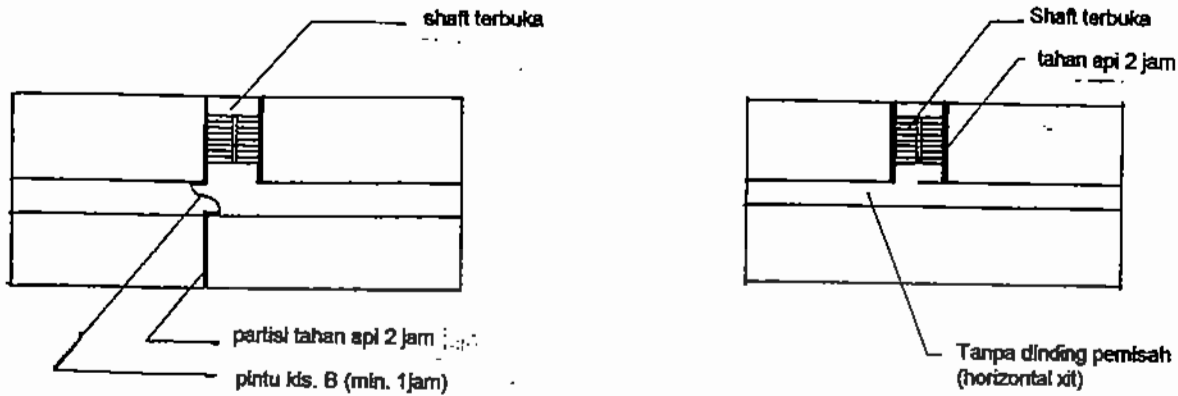
Bukaan vertikal atau penetrasi dapat dianggap "terbuka" jika

- tidak tertutup
- tertutup tetapi tidak memiliki pintu
- tertutup tetapi memiliki bukaan lain selain pintu-pintu
- ditutup dengan menggunakan kain, kertas atau bahan-bahan sejenisnya yang tidak memiliki kemampuan menahan api.

Gambar dibawah ini menunjukkan bukaan vertikal terbuka pada tangga darurat:



Gambar 3.5. Bukaan vertikal terbuka



- BUKAAN VERTIKAL dapat dianggap TERTUTUP (enclosed)
- Tetapi tidak dapat dianggap sebagai RUTE EXIT (untuk nilai pada item 10)

- dianggap sebagai BUKAAN VERTIKAL yang TIDAK TERTUTUP/TANPA PINTU (kategori a)
- dapat dianggap sebagai salah satu RUTE EXIT (untuk nilai pada item 10)

Gambar 3.6 Bukaan vertikal tertutup

Sumber : NFPA 101, section 13-3.1, 5-1.3.1

Gambar 3.5. menunjukkan bukaan vertikal terbuka pada tangga darurat dan gambar 3.6. adalah bukaan vertikal tertutup yang digunakan untuk rute exit/akses keluar

4. Sprinkler

Pada parameter ini yang dijadikan acuan adalah ada atau tidak adanya sprinkler pada bangunan dimana parameter ini sangat menentukan dalam kecepatan upaya penanganan terhadap kebakaran, dengan memancarkan air pada area yang terbakar. Dasar penilaian parameter ini adalah ada atau tidak adanya sprinkler serta apakah sprinkler tersebut dapat berfungsi, disamping itu apakah sprinkler yang ada berhubungan dengan alarm secara otomatis yang akan mengaktifkan sistem manual bangunan atau mengeluarkan bunyi sehingga dapat didengar oleh seluruh pengunjung di seluruh area bangunan.

Sumber : NFPA 101, section 7-7, Chapter 6

5. Pemakaian Peralatan Pemadam Api Manual

Pemadam api ringan diberikan nilai jika sesuai dengan yang disyaratkan oleh NFPA 10, *Standar for Portable Fire Extinguishers*. Pegangan pipa (*standpipe*) sistem pipa karet diberi nilai jika sesuai dengan yang disyaratkan oleh NFPA 14, *Standar for the Installation of Standpipe and Hose Systems*.

6. Alarm Kebakaran Manual

Kategori penilaian pada parameter ini didasarkan pada evaluasi Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

terhadap bangunan peruntukan bisnis *fire safety evaluation for business occupancies*):

- a. Tidak ada sistem alarm manual, atau jika sistem tidak lengkap dan tidak sesuai dengan keperluan yang disyaratkan untuk kategori skor tertinggi.
- b. Ada sistem alarm kebakaran manual yang sesuai dengan yang disyaratkan dalam NFPA 101 *Life Safety Code*, bagian 7-6.

Ada sistem alarm kebakaran manual yang sesuai dengan yang disyaratkan pada bagian (b) diatas, dan ditambah dengan pemberian sinyal secara otomatis kepada Departemen Kebakaran sebagai lembaga yang menangani lokasi di mana bangunan tersebut berada, melalui hubungan langsung, stasiun pusat yang tersedia, atau melalui cara lain.

Sumber : NFPA 101 *section* 12-3.4, 13-3.4 dan 7-6.

7. Deteksi Asap & Alarm

Deteksi asap dan alarm, seperti halnya sprinkler, peralatan ini juga dipergunakan pada pusat perbelanjaan karena diantara keduanya (sprinkler dengan deteksi asap dan alarm otomatis) terdapat keterkaitan yang erat. Pada parameter ini yang dijadikan acuan adalah ada atau tidak adanya detektor asap dan alarm pada bangunan yang dievaluasi sedangkan untuk detektor panas tidak diberikan penilaian kecuali pada ruangan khusus yang difungsikan dengan temperatur awal ruangan mencapai suhu 120 °F atau di bawah 0° F dengan tingkat ketahanan api 20 menit. Disamping itu jika alarm tersebut berbunyi maka akan memberikan penilaian yang lebih tinggi.

8. Penyelesaian Interior

Kategori yang dipergunakan dalam parameter ini seperti halnya pada evaluasi pada NFPA 101 (*fire safety evaluation for business occupancies*) adalah berdasarkan penjalaran api yang terjadi pada bahan interior yang dipergunakan, dimana diuraikan bahwa untuk penyebaran api pada bangunan dibagi dalam 3 kelas yaitu kelas A dengan penyebaran api 0 - 25, Kelas B (25-75) dan kelas C (76 -200).

Klasifikasi penyelesaian interior didasarkan pada laju penjalaran api dari penyelesaian interior yang dinilai sesuai dengan NFPA 255, *Standar Method of Surface Burning Characteristics of Building Materials*. Penerapan dilakukan pada material penyelesaian dinding dan *ceilling*.

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

Beberapa penyelesaian interior memiliki penyebaran api 75 atau lebih rendah yang diproteksi oleh sprinkler otomatis dievaluasi memiliki penyebaran api tidak mencapai 25. Beberapa penyelesaian interior yang memiliki penyebaran api lebih dari 75 tetapi tidak lebih dari 200 yang diproteksi oleh sprinkler otomatis dinilai memiliki penyebaran api 75. Pada bangunan perdagangan tingkat penyebaran api maksimum yang masih diijinkan adalah > 25 sampai <75 .

Sumber : NFPA 101, *section* 6-5.

SKBI 1987, Spesifikasi Bahan Bangunan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bang Rumah & Gedung.

9. Kontrol Asap

Kontrol asap sebagai salah satu elemen penting pada kebakaran, dimana asap seperti telah diuraikan sebelumnya merupakan produk kebakaran yang dapat menimbulkan banyak korban pada kejadian kebakaran. Ada atau tidaknya kontrol asap pada bangunan baik secara pasif maupun aktif merupakan dasar yang dipergunakan dalam melakukan penilaian terhadap parameter ini. Kategori yang diberikan pada parameter ini didasarkan pada kategori yang dipergunakan pada *Alternatif Approaches to Life Safety (fire safety evaluation for business occupancies)*, yaitu:

a. Tidak ada kontrol asap

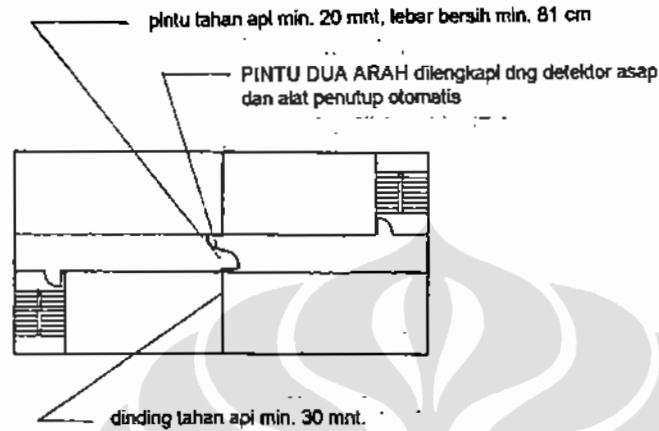
Tidak adanya pembatas asap atau jalan keluar asap untuk memisahkan zone api/asap pada lantai dan tidak adanya tuntutan sistem kontrol asap mekanis yang membantu lantai.

b. Adanya pembatas asap

Keberadaan pembatas asap didasarkan pada persyaratan pada *section 6* dari NFPA 101 *Life Safety Code*.

- Pasif, jika sistem kontrol asap yang ada mengandung sistem vertikal yang menerus dan didesain suatu membran horisontal untuk membatasi pergerakan asap. Pembatasan asap secara pasif memungkinkan untuk memiliki suatu tingkat daya tahan terhadap api dan mungkin memiliki proteksi bukaan.

- Aktif, sistem kontrol asap jika pengujian peralatan sistem kontrol asap dapat merintangangi kebocoran asap antara kompartemen atau zone.



Gambar 3.7. kontrol asap

Sumber : NFPA 101, section 12-3.7.2 s/d 12-3.7.7 atau 13-3.7.2 s/d 13-3.7.8 dan 5- 2.1.8.

Gambar 3.7. menunjukan persyaratan mengenai kontrol asap pada ruang yang dipergunakan untuk rute eksit.

10. Akses Keluar

Akses eksit adalah suatu ukuran jarak perjalanan dari ruangan ke luar atau ke suatu tangga bagian dalam atau eksit yang lain (seperti eksit horisontal) atau melalui suatu pembatas asap.

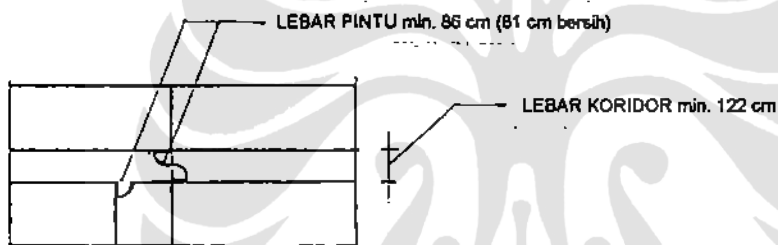
Nilai untuk akses yang tertutup diberikan, jika beberapa koridor memberikan akses hanya pada satu arah untuk keluar. Perhitungan jarak untuk menentukan tingkatan nilai diukur dari akses titik tengah jalur pintu keluar masuk ke titik terdekat dimana orang mempunyai dua pilihan arah keluar.

11. Sistem Keluar

Sistem eksit yang dijelaskan dalam NFPA 101 *Life Safety Code*, terdiri dari:

- a. Rute tunggal, jika penghuni pada beberapa lantai tidak memiliki satu eksit langsung atau lebih.

- b. Banyak rute, jika penghuni pada suatu lantai memiliki satu pilihan dari dua jalur sesuai dengan bab 27 dalam NFPA 101 *Life Safety Code*. Defisiensi atau pengurangan pada suatu rute keluar diberikan sesuai dengan kriteria bab 5 dalam NFPA 101, *Life Safety Code*
- c. Eksit langsung. Setiap ruangan harus memiliki pintu yang terbuka ke lantai yang lebih atas atau pada balkon luar dengan akses langsung ke eksit keluar atau lantai tahan asap (*smokeproof*). Seperti halnya bukaan secara langsung pada tingkatan dalam satu lokasi, dimana beberapa orang dapat berpindah secara langsung dari bangunan, nilai/kredit untuk eksit langsung dapat diterapkan sekalipun tidak ada rute eksit dari ruang. Peryaratan jalur eksit seperti gambar diawah ini:



Gambar 3.8. Peryaratan jalur eksit

Sumber : NFPA 101 section 5-2.2 & chapter 5-2.6

12. Pemisahan Koridor/Ruangan

Nilai untuk parameter ini didasarkan pada kualitas pemisahan antara ruangan dan koridor.

- a. Pemisahan lengkap, jika dinding ke koridor memiliki bukaan yang tidak terproteksi (tidak ada pintu) antara, lantai dan *ceilling*. Jika bukaan ada di atas *ceilling*, pemisahan dipertimbangkan komplit jika *ceilling* dalam ruangan merupakan suatu membran yang lengkap. Pada kasus ini, rating pemisahan didasarkan pada tingkat ketahanan aliran asap atau ketahanan api yang ada pada sistem dinding/*ceiling*.
- b. Tidak ada pemisahan, jika lantai atau zona asap tidak dibagi-bagi (tidak ada koridor yang menuju eksit).

Sumber : NFPA 101, section 12-3.6.2 atau 13-3.6.2.

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

NFPA 251 *Standard Methods of Fire Tests of Building Construction and*, chapter 8.

SKBI 1987, Spesifikasi Bahan Bangunan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah & Gedung

13. Persiapan Keadaan Darurat

- Terkoordinasi. Bangunan atau zona peruntukan diklasifikasikan terkoordinasi jika mayoritas peruntukan persiapan keadaan darurat terorientasi dan terlatih kebakaran. Persiapan keadaan darurat didasarkan pada kondisi bahaya yang memungkinkan dikembangkan selama suatu kebakaran terjadi.
- Tidak terkoordinasi. Bangunan atau zona peruntukan diklasifikasikan tidak terkoordinasi jika peruntukan tidak memenuhi semua persyaratan koordinasi di atas.

Bagian B. Hitung penilaian keamanan individual (gunakan tabel 3.3)

- Masukkan setiap nilai parameter keamanan dari Tabel 3.2 ke setiap kotak yang diarsir sesuai dengan parameter keamanan yang ada pada Tabel 3.3. Jika dalam kotak tertulis (-2) masukan setengah dari nilai pada tabel 3.2.
- Tambahkan keempat kolom-kolom tersebut, dengan mengurangi apabila terdapat nilai negatif.
- Pindahkan nilai total dari S1, S2, dan S3 pada kotak-kotak yang sama pada Tabel 3.6

Tabel 3.3. Penilaian Keamanan Zona (Individual)

Parameter Keamanan	Kontrol api (S ₁)	Egres yang tersedia (S ₂)	Firesafety umum Yang tersedia (S ₃)
1 Konstruksi			
2 Pemisahan daerah bahaya			
3 Bukaan Vertikal	+2		
4 Sprinkler		+2	
5 Peralatan Pemadam api Manual			
6 Sistem alarm manual	+2		
7 Deteksi asap dan alarm	+2		
8 Penyelesaian interior	+2		
9 Kontrol asap		+2	
10 Akses keluar			
11 Sistem keluar			
12 Pemisahan koridor	+2	+2	
13. Persiapan keadaan darurat			
Nilai Total	S ₁ =	S ₂ =	S ₃ =

Bagian C. Menentukan nilai persyaratan yang diharapkan (gunakan Tabel 3.4.)

- (1) Pindahkan nilai yang dilingkari dari Tabel 3.4 pada kotak kosong Sa, Sb, dan Sc dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.4. Persyaratan yang diharapkan

Ketinggian bangunan	Kontrol yang disyaratkan (Sa)	Egres yang disyaratkan (Sb)	Fire safety hunian yang disyaratkan (Sc)
1 lantai	2	2	3
2— 5 lantai	2	2	3
<6 lantai	11	4	9

Dated 1/88, 1988 Life Safety Code)

Tabel 3.5. Ekuivalensi Penilaian

						Ya	Tidak	
Tersedia kontrol	(S ₁)	minus	Kontrol yang dibutuhkan	(S ₁)	≥ 0	$\frac{S_1}{2} - \frac{S_1}{2} = \square$		
Tersedia egres	(S ₂)	minus	Egres yang dibutuhkan	(S ₂)	≥ 0	$\frac{S_2}{2} - \frac{S_2}{2} = \square$		
Firesafety umum	(S ₃)	minus	Firesafety umum yang dibutuhkan	(S ₃)	≥ 0	$\frac{S_3}{3} - \frac{S_3}{3} = \square$		

Bagian D. Penyesuaian penilaian

- (1) Buat pengurangan pada Tabel 3.3 dengan tabel 3.4. Masukkan hasilnya pada kotak jawaban.
- (2) Pada setiap baris, isilah kolom "ya" jika hasil pengurangan sama dengan nol atau lebih besar. Isi kolom "tidak" jika hasilnya negatif.

Bagian E. Kesimpulan

- (1) Seluruh hasil pemeriksaan pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 apabila berada pada kolom "ya". Artinya tingkat keamanan terhadap kebakaran dianggap memenuhi syarat keselamatan jiwa terhadap kebakaran.
- (2) Satu atau dua di antara jawaban pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.5 apabila berada pada kolom "tidak". Artinya tingkat keamanan terhadap bahaya kebakaran tidak memenuhi (ekivalensi) dengan syarat keselamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran.

Catatan:

Ekivalensi yang dihasilkan pada lembar kerja ini hampir seluruhnya didasarkan atas pertimbangan yang terdapat dalam peraturan keselamatan

jiwa terhadap bahaya kebakaran. Tetapi ada beberapa pertimbangan yang tidak dievaluasi dalam metode ini dan dievaluasi secara terpisah.

3.7.1.2. Analisis Penilaian Keamanan Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pada penilaian keamanan terhadap bahaya kebakaran, data yang diperoleh dilakukan pembobotan yang disusun menggunakan metode skoring dari bagian-bagian sistem proteksi kebakaran. Pembobotan berdasarkan kepentingan peranannya pada sistem. Setiap sistem proteksi kebakaran merupakan bagian yang mandiri, oleh karena itu bobot total untuk masing-masing bagian diberikan nilai 100, yaitu bagian sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran, dan sistem manajemen penanggulangan dari bahaya kebakaran (*fire safety management*).

Sistem proteksi kebakaran adalah sistem proteksi aktif : desain : sarana evakuasi : *fire safety management* = 3 : 1 : 2 : 4. Perbandingan ini disusun berdasarkan beban api, beban penghunian, karakteristik penghunian, resiko kebakaran dan kelengkapan sistem proteksi kebakaran. Bangunan pusat perbelanjaan memiliki karakteristik penghuni yang berbeda baik dari segi usia, kemampuan fisik dan kemampuan mental dalam mengambil keputusan pada saat terjadinya kebakaran sehingga sistem manajemen penanggulangan dari bahaya kebakaran (*fire safety management*) yang melibatkan segenap karyawan pusat perbelanjaan menjadi lebih penting dibandingkan dengan sistem proteksi lainnya. Oleh karena itu nilai bobot terbesar diberikan pada *fire safety management*.

Penilaian terhadap aspek keselamatan jiwa dengan menggunakan metode evaluasi Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dilakukan beberapa langkah penilaian dengan menggunakan tabel 3.11 sampai 3.15.

Tahap 1: Menentukan pembobotan Nilai keamanan bangunan

Sistem proteksi kebakaran secara keseluruhan terdiri atas tiga bagian utama yaitu sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif dan sistem manajemen pengendalian dari bahaya kebakaran (*fire safety management*) seperti yang telah dibahas pada Bab II. Karena dalam penelitian ini ditekankan pada keselamatan bangunan, Untuk penilaian keamanan bangunan dilakukan dengan menentukan skala penilaian sebagai berikut:

Skala penilaian dibuat dengan empat skala, yaitu:

- (1) Nilai 0 (nol): nilai minimum, jika poin tersebut tidak ada pada bangunan yang dievaluasi.
- (2) Nilai 1 (satu): diberikan jika poin tersebut ada tetapi minim/kurang memenuhi syarat atau tidak lengkap.
- (3) Nilai 2 (dua): diberikan jika poin tersebut memenuhi standar ketentuan.
- (4) Nilai 3 (tiga): nilai maksimum, diberikan jika bangunan tersebut telah lebih baik dari standar ketentuan yang ada.

Nilai yang diberikan dikalikan dengan bobot komponen penilaian, sehingga didapatkan nilai total masing-masing kelompok. Yaitu nilai total Proteksi kebakaran, sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran untuk menentukan tingkat keamanan bangunan dari bahaya kebakaran. Nilai akhir dari masing-masing bagian merupakan nilai total dari 0 (nol) sampai 100 (seratus). Nilai tersebut dimasukkan dalam empat kategori, yaitu:

- (1) Kategori $100 \leq N < 75$: baik

Kategori ini tercapai bila sebagian besar komponen yang diteliti telah lebih baik dari ketentuan. Jika komponen yang dinilai lebih baik dari ketentuan, maka nilai kategori diberikan pada komponen tersebut adalah 3 (nilai maksimum).

- (2) Kategori $75 \leq N < 50$: cukup

Jika semua komponen sesuai dengan ketentuan, yaitu diberikan nilai dua. Daerah kategori ini memberikan toleransi sekitar angka tersebut, yaitu 50 sampai 75. Jika hasil nilai sistem proteksi kebakaran yang diperoleh ada dalam kategori ini, maka sistem dapat dikatakan telah cukup baik.

- (3) Kategori $50 \leq N < 25$: kurang

Jika semua komponen yang dinilai diberikan angka satu, berada dalam kategori kurang, yaitu antara 25 sampai 50. Sistem proteksi kebakaran perlu banyak dibenahi bila hasil penilaian berada dalam kategori ini oleh karena dapat membahayakan jiwa, properti, maupun keselamatan lingkungan saat terjadi kebakaran

- (4) Kategori $25 \leq N < 0$: buruk

Jika hasil penilaian berada dalam kategori ini, maka kondisi sistem proteksi kebakaran gedung tersebut buruk oleh karena hampir seluruh komponen tidak memenuhi ketentuan-ketentuan yang berlaku tentang sistem Penyelamatan penghuni

Pembobotan dan pengolahan nilai Sistem penyelamatan penghuni dihitung berdasarkan tabel 3.6. sampai 3.10. sebagai berikut:

Tabel 3.6. Pembobotan Proteksi Aktif

Sistem proteksi Aktif	Bobot
Sprinkler	5
Detektor	3
Hidran	1
APAR	1
Sistem daya darurat	1
Pompa dan sumber air	1
Pengendalian asap	1
Pencahayaan darurat & penunjuk arah	1
Pusat pengendalian kebakaran	1

Tabel 3.7. Pembobotan Proteksi Pasif

Sistem proteksi Pasif	Bobot
Ketahanan api dan stabilitas	5
Kompartemenisasi dan pemisahan	5
Komponen penunjang	3

Tabel 3.8. Pembobotan Sarana Evakuasi

Sarana Evakuasi	Bobot
Pintu darurat kebakaran	1
Tangga darurat kebakaran	1
Daerah pengungsian sementara	1
Exit routes	1
Alat bantu evakuasi	1

Tabel 3.9. pembobotan Akses Pemadam Kebakaran

Akses pemadam kebakaran	Bobot
Lapisan perkerasan	1
Jalur akses	5
Shaf lif kebakaran	1
Lif kebakaran.	1
Tanda jalur akses pemadam kebakaran	3

Tabel 3.10. Pembobotan *Fire safety management*

Fire safety management	Bobot
Latihan kebakaran	1
Pelatihan personil	5
Prosedur operasi standar	3
Sosialisasi pengamanan terhadap bahaya kebakaran	1
Pemeriksaan berkala	5
Tim khusus	3
Penyimpanan catatan	3
Koordinasi dengan pemadam	1
Audit sistem proteksi kebakaran	1

Keterangan:

- 1 : Sama penting
- 3 : Lebih penting
- 5 : Sangat penting

Tahap 2 : Menentukan nilai Proteksi kebakaran

Untuk penilaian Proteksi kebakaran total Proteksi kebakaran, sarana evakuasi, akses pemadam kebakaran dan *Fire safety Management* dengan cara memasukkan setiap nilai pembobotan dari Tabel 3.6. sampai dengan 3.10. ke setiap kotak bobot pada tabel 3.11 s/d 3.14. Selanjutnya masukan nilai berdasarkan skala penilaian diatas.

Tabel 3.11. Penilaian Proteksi Aktif

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
1	A. Proteksi Aktif			
	Detektor dan Alarm			
	Jenis detektor sesuai	5		
	Jarak-jarak sesuai	5		
	Pemasangan baik	5		
	Tilik panggil manual	5		
2	Sprinkler			
	Jenis sprinkler	3		
	Jarak sesuai	3		
	Pemasangan baik	3		
3	Hidran			
	Jenis hidran	1		
	Jarak hidran memenuhi	1		
	Jumlah selang memenuhi	1		
	Panjang selang memenuhi	1		
4	APAR			
	Jenis APAR sesuai	1		
	Jarak memenuhi	1		
	Pemasangan baik	1		
5	Sistem daya darurat			
	Terdapat sistem daya darurat	1		
6	Pompa dan sumber air			
	Pompa kebakaran memadai	1		
	Sumber air memadai	1		
7	Pengendalian asap kebakaran			
	Fan pembuangan asap	1		
	Ada reservoir (tirai) asap	1		
	Ventilasi untuk pembuangan udara			
8	Pencahayaan darurat dan tanda eksit	1		
	Ada system pencahayaan darurat	1		
	Syarat-syarat tempat memenuhi	1		
	Terdapat tanda eksit	1		
	Terletak dekat tangga eksit	1		
9	Pusat pengendali kebakaran			

	Ada ruang khusus	1		
	Fasilitas baik	1		
	NILAI		Skor A	

Tabel 3.12. Penilaian Proteksi Pasif

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	B. Proteksi Pasif			
	Konstruksi bahan sesuai	5		
	Bahan dinding	5		
	Bahan atap	5		
	Bahan lantai	5		
	Bahan kosen pintu/jendela	5		
2	Kompartemenisasi & pemisahan			
	Ada dinding tahan api	5		
	Ada pemisahan lift	5		
	Pemisahan peralatan	5		
	Perlindungan pada bukaan	5		
3	Komponen penunjang			
	Penyetop api	3		
	Fire damper	3		
	NILAI		Skor B	

Tabel 3.13. Penilaian sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	C. Sarana Evakuasi & Akses Pemadam kebakaran			
1	Sarana Evakuasi			
	Pintu kebakaran	1		
	Dimensi pintu	1		
	Akses melalui pintu	1		
	Pintu dapat menutup otomatis	1		
2	Tangga kebakaran	1		
	Dimensi tangga (lebar, anak tangga)	1		
	Bukan tangga spiral	1		
	Railing	1		
	Dilengkapi <i>pressurizer</i>	1		

	Fire rated memenuhi	1		
3	Daerah pengungsi sementara	1		
4	Alat bantu evakuasi	1		
	Minimal dua per lantai	1		
	Keadaan baik	1		
5	Sarana Exit	1		
	Minimal dua exit per lantai	1		
	Memiliki pintu kebakaran	1		
	Jarak-jarak memenuhi syarat	1		
	Tak ada koridor buntu	1		
	Ujung koridor menuju halaman luar	1		
Akses Pemadam kebakaran				
1	Lapisan perkerasan ada ?	1		
	Bebas rintangan	1		
2	Jalan akses	5		
	Dimensi	5		
	Ukuran	5		
3	Shaf lift kebakaran	1		
4	Lif kebakaran			
	Terlindung dalam shaf tahan api	1		
	Beroperasi dengan baik	1		
	Terletak dekat tangga eksit	1		
	Terdapat tanda peringatan	1		
5	Tanda jalur akses pemadam kebakaran	3		
	NILAI		Skor A	

Tabel 3.14. Penilaian *Fire Safety Management*

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	<i>D. Fire Safety Management</i>			
1	Latihan kebakaran	1		
2	Pelatihan personil	5		
3	Prosedur operasi standar	3		
4	Sosialisasi pengamanan terhadap bahaya kebakaran	1		
5	Pemeriksaan berkala	5		
6	Tim khusus	3		
7	Penyimpanan catatan	3		
8	Koordinasi dengan pemadam	1		
9	Audit sistem proteksi kebakaran	1		
	NILAI		Skor B	

Tahap 3 : Melakukan menjumlahkan dari hasil skor pada tabel 3.11 ditambah skor pada tabel 3.14 untuk mendapatkan nilai keamanan penyelamatan penghuni bangunan keseluruhan.

Tahap 4 : Kesimpulan

1. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 75 sampai 100: termasuk kategori baik.
2. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 50 sampai 75: termasuk kategori cukup.
3. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 25 sampai 50: termasuk kategori kurang.
4. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 0 sampai 25: termasuk kategori buruk.

3.8. ANALISIS PENILAIAN TINGKAT RISIKO PENGHUNI BANGUNAN TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN

3.8.1. Analisis Risiko Penghuni Akibat Produk Kebakaran

Analisa ini menggunakan program simulasi/model rancangan kebakaran yang menggunakan program CFAST. Hal itu perlu dilakukan untuk mengetahui kejadian kebakaran dan produk yang dihasilkan. Tingkat keganasan kebakaran pada bangunan dipengaruhi oleh beban api bangunan. Semakin tinggi beban api bangunan, semakin ganas pula perilaku kebakaran yang terjadi. Bangunan pusat perbelanjaan mempunyai beban api 250 kg/m^2 setara kayu, 10 kali lebih besar dibandingkan rumah tinggal atau kantor ($25 - 50 \text{ kg/m}^2$), sehingga jika terbakar perilaku kebakarannya sangat ganas. Beban api sebesar itu sesungguhnya tidak merata pada semua jenis/fungsi kegiatan pusat perbelanjaan, karena setiap jenis kegiatan/fungsi ruang mempunyai sifat bakar material berbeda dengan jumlah berat dan volume berbeda pula.

Pergerakan asap/gas/panas kebakaran mempunyai bentuk seperti cendawan, menaik berupa cendawan, membesar ke atas seiring dengan berkurangnya panas akibat udara disekitarnya. Apabila pergerakan ke atas terhambat (misal: oleh plafon/ lantai atas) asap/gas/panas ini akan menjalar kebawah dengan konsentrasi tertinggi di bagian atas. Peningkatan kepekatan asap kebakaran di udara menyebabkan jarak pandang berkurang, sehingga kemampuan mengenali

arah/orientasi di dalam bangunan terganggu. Akibatnya kecepatan menyelamatkan diri ke daerah aman di dalam bangunan semakin lambat. Konsentrasi gas beracun dari material pada kasus kebakaran menjadi penyebab utama jatuhnya korban jiwa. Pada umumnya material yang dapat/mudah terbakar mengandung gas beracun berbahaya (terutama CO dan CO₂). Waktu yang diperlukan untuk mencapai konsentrasi tertentu yang membahayakan (batuk, tercekik, iritasi mata, mati) hanya beberapa menit sejak kebakaran mulai berlangsung (Tabel 10). Panas udara akibat kebakaran dapat menyebabkan kemampuan fisik menurun dengan cepat, sehingga sangat berpengaruh terhadap kemampuan menyelamatkan diri.

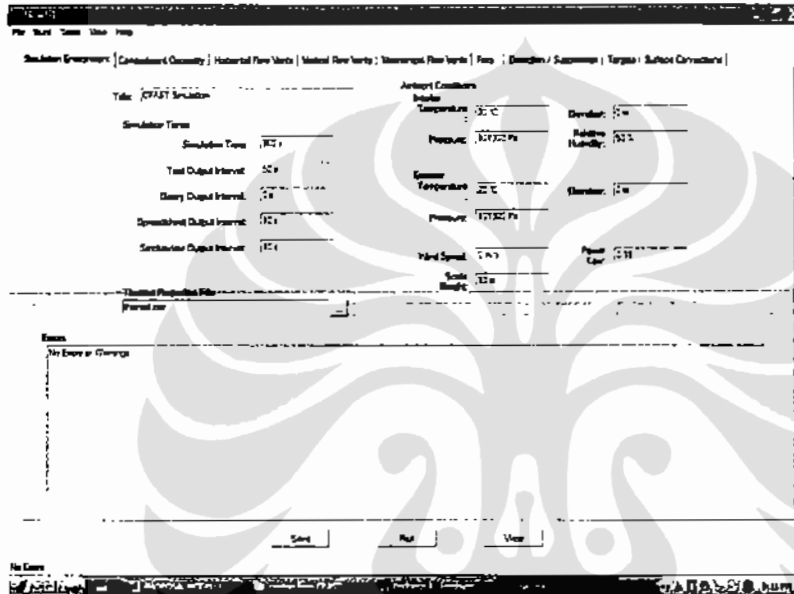
Untuk memprediksi kejadian kebakaran, maka perlu dilakukan model rancangan untuk membuat simulasi skenario kebakaran dalam suatu bangunan. Program simulasi yang digunakan adalah program CFAST. Seperti telah dikemukakan sebelumnya CFAST merupakan *two fire zone model* yaitu setiap ruang tertutup (*compartment*) yang disimulasikan akan terbagi menjadi dua lapisan gas (lapisan atas dan bawah). Pada program CFAST data untuk menjalankan program ini adalah sebagai berikut:

1. geometri bangunan (ukuran ruangan, bahan yang digunakan dalam konstruksi dan property dari material tersebut).
2. Jalur - jalur penghubung antar ruangan (misalnya bukaan - bukaan horizontal seperti pintu dan jendela).
3. bukaan - bukaan vertikal di lantai dan plafond serta jalur - jalur penghubung mekanis.
4. properti dari kebakaran tersebut (besarnya kebakaran yang terjadi, *species production rates*).
5. spesifikasi detektor, *sprinkler*, dan target dari alat - alat tersebut (posisi, ukuran, karakteristik dari heat transfer dan karakteristik aliran *sprinkler*).
6. Material yang digunakan terbagi berdasarkan *thermal conductivity*, *specific heat*, kekerapan, ketebalan dan perilaku yang terjadi saat terbakar.

Untuk melakukan simulasi kejadian kebakaran yang sebenarnya maka dibutuhkan properti dari material yang digunakan dalam ruangan, termasuk properti dari dinding, plafond, lantai dan perabot yang terpasang. Properti dari material -material tersebut akan digunakan dalam program untuk memberikan hasil seakurat mungkin, sehingga kejadian kebakaran hasil simulasi dapat mendekati kejadian aslinya.

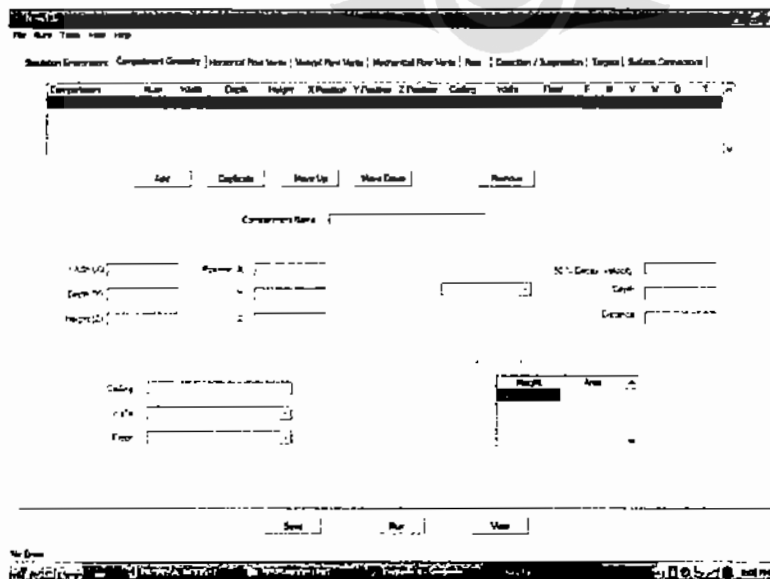
Pengerjaan pemodelan akan diawali dengan memasukkan data - ukuran/ ukuran - ukuran yang dibutuhkan kedalam kolom - kolom yang terdapat di dalam program untuk menjadi bahan simulasi, hasil simulasi akan terlihat pada hasil tiga dimensi dan tabel. Kolom - kolom tersebut terdiri dari:

- *simulation environment*: kolom ini membutuhkan data - data yang berkaitan dengan kondisi lokasi terjadinya kebakaran (interior dan eksterior) dan lamanya simulasi serta batasan interval output yang diharapkan.



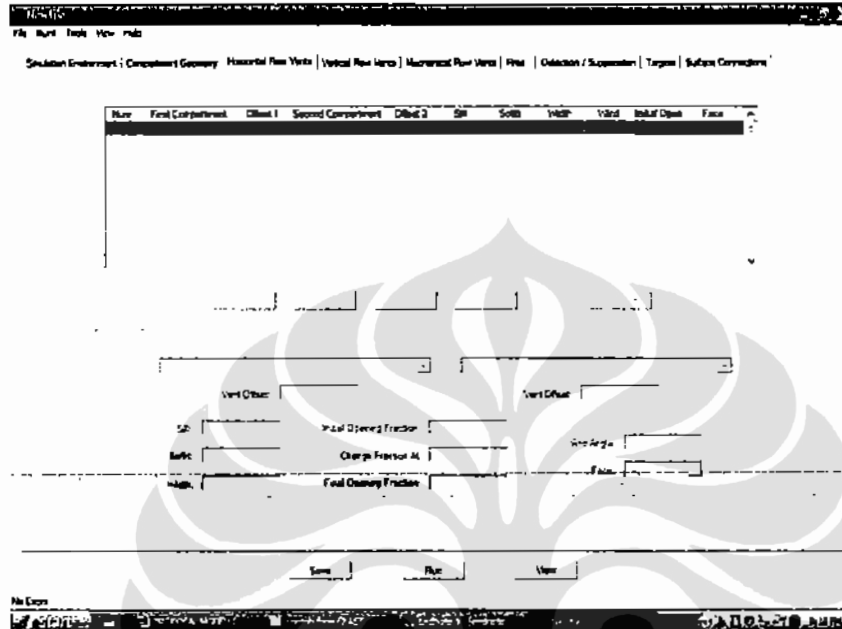
Gambar 3.9. kolom *simulation environment* pada program CFAST

- *Compartment geometry*: kolom ini membutuhkan data – data mengenai ruangan dimana kebakaran terjadi, seperti ukuran ruangan dan jenis material yang digunakan pada langit – langit, dinding dan lantai.



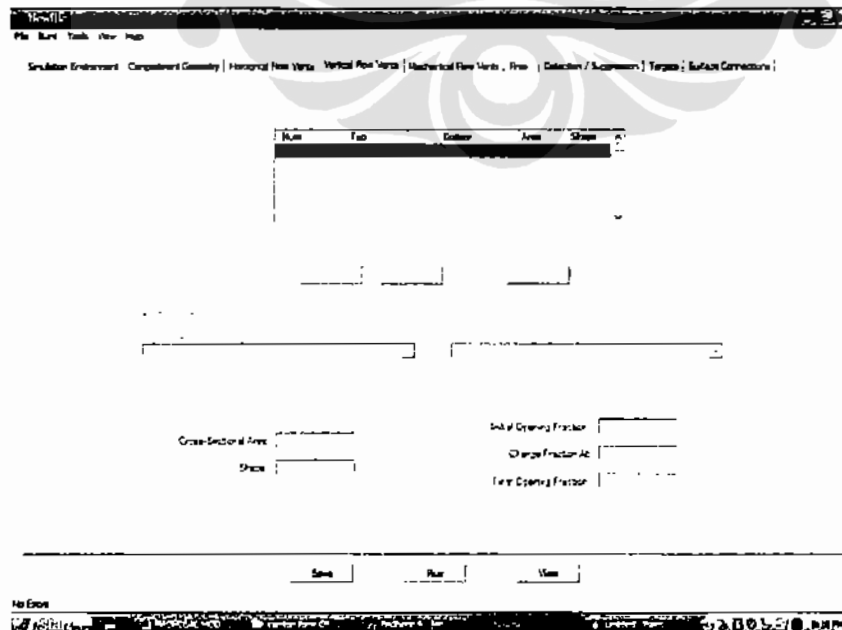
Gambar 3.10. kolom *compartment geometry* pada program CFAST

- *Horizontal flow vent*: pada kolom ini data yang dibutuhkan adalah mengenai bukaan – bukaan horizontal yang dimiliki ruangan.



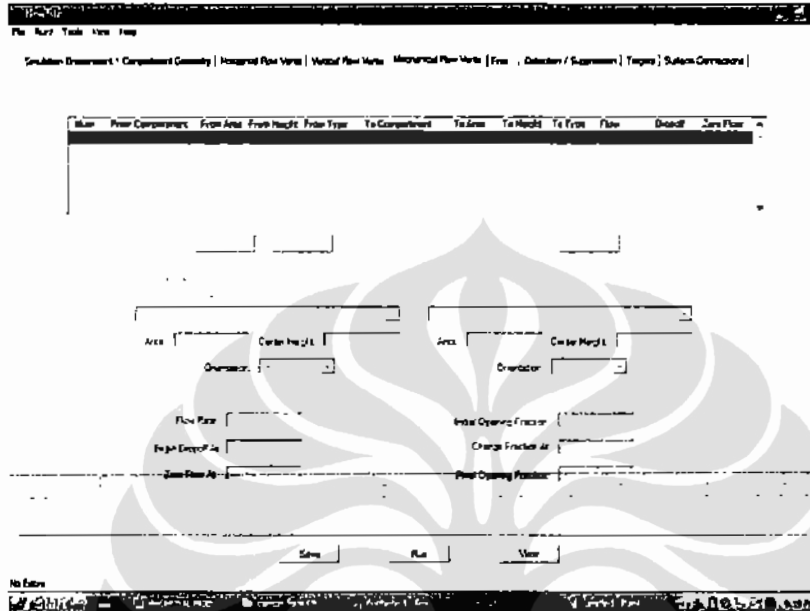
Gambar 3.11. kolom *horizontal flow vent* pada program CFAST

- *Vertical flow vent*: kolom ini membutuhkan data – data bukaan vertikal yang terdapat didalam ruangan beserta ukuran dan bentuk bukaannya.



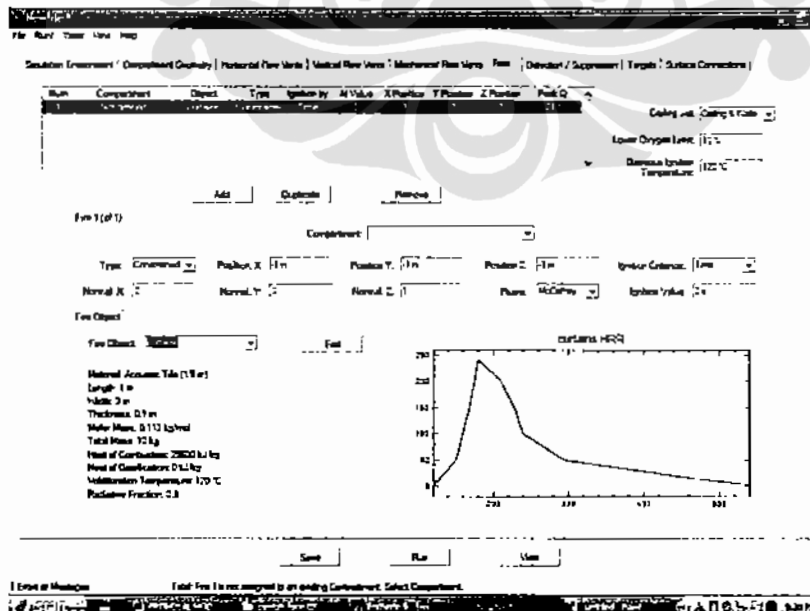
Gambar 3.12. kolom *vertical flow vent* pada program CFAST

- *Mechanical flow vent*: data mengenai sistem ventilasi yang menggunakan alat bantu yang membentuk aliran udara konstan.



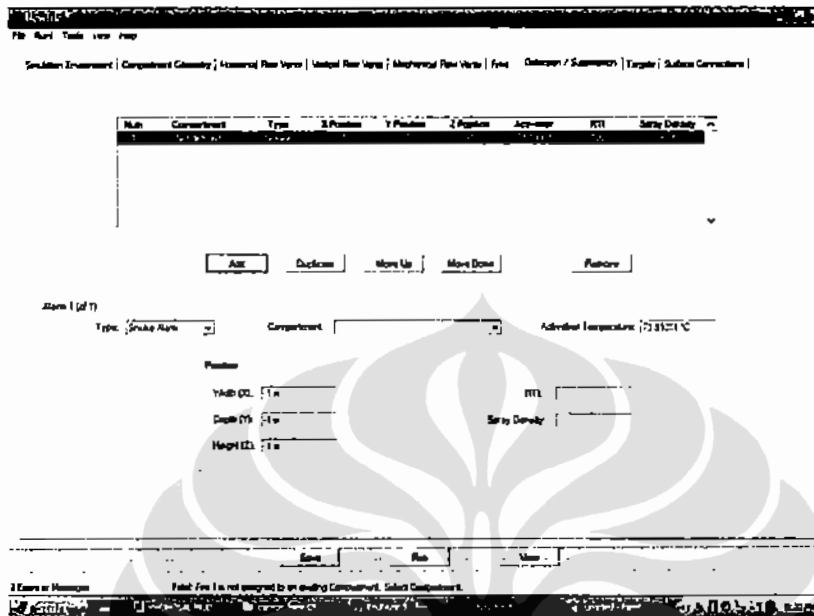
Gambar 3.13. kolom *mechanical flow vent* pada program CFAST

- *Fires*: data – data mengenai sumber api dan letaknya di dalam ruangan lokasi kebakaran. *Heat Release Rate* dari material yang terbakar akan terlihat didalam grafik yang terdapat pada kolom ini.



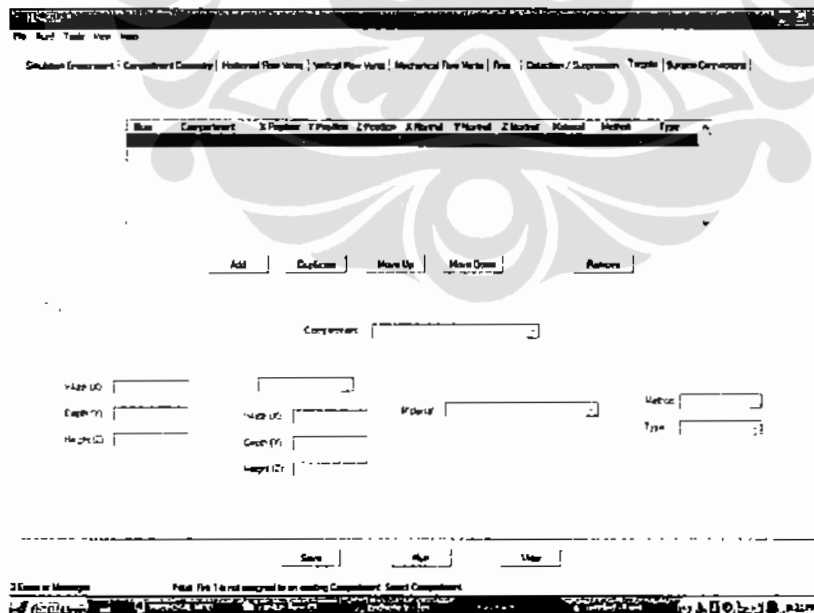
Gambar 3.14. kolom *fires* pada program CFAST

- *Detection/ suppression*: data – data mengenai alat deteksi maupun penanggulangan kebakaran yang terdapat didalam ruangan.



Gambar 3.15. kolom *detection/ suppression* pada program CFAST

- *Targets*: data mengenai posisi target yang terkena *heat flux* dari masing - masing sisi yang terbakar.



Gambar 3.16. kolom *targets* pada program CFAST

Tabel 3.6. Pembobotan Proteksi Aktif

Sistem proteksi Aktif	Bobot
Sprinkler	5
Detektor	3
Hidran	1
APAR	1
Sistem daya darurat	1
Pompa dan sumber air	1
Pengendalian asap	1
Pencahayaan darurat & penunjuk arah	1
Pusat pengendalian kebakaran	1

Tabel 3.7. Pembobotan Proteksi Pasif

Sistem proteksi Pasif	Bobot
Ketahanan api dan stabilitas	5
Kompartemenisasi dan pemisahan	5
Komponen penunjang	3

Tabel 3.8. Pembobotan Sarana Evakuasi

Sarana Evakuasi	Bobot
Pintu darurat kebakaran	1
Tangga darurat kebakaran	1
Daerah pengungsian sementara	1
Exit routes	1
Alat bantu evakuasi	1

Tabel 3.9. pembobotan Akses Pemadam Kebakaran

Akses pemadam kebakaran	Bobot
Lapisan perkerasan	1
Jalur akses	5
Shaf lif kebakaran	1
Lif kebakaran.	1
Tanda jalur akses pemadam kebakaran	3

Tabel 3.10. Pembobotan *Fire safety management*

Fire safety management	Bobot
Latihan kebakaran	1
Pelatihan personil	5
Prosedur operasi standar	3
Sosialisasi pengamanan terhadap bahaya kebakaran	1
Pemeriksaan berkala	5
Tim khusus	3
Penyimpanan catatan	3
Koordinasi dengan pemadam	1
Audit sistem proteksi kebakaran	1

Keterangan:

- 1 : Sama penting
- 3 : Lebih penting
- 5 : Sangat penting

Tahap 2 : Menentukan nilai Proteksi kebakaran

Untuk penilaian Proteksi kebakaran total Proteksi kebakaran, sarana evakuasi, akses pemadam kebakaran dan *Fire safety Management* dengan cara memasukkan setiap nilai pembobotan dari Tabel 3.6. sampai dengan 3.10. ke setiap kotak bobot pada tabel 3.11 s/d 3.14. Selanjutnya masukan nilai berdasarkan skala penilaian diatas.

Tabel 3.11. Penilaian Proteksi Aktif

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
1	A. Proteksi Aktif			
	Detektor dan Alarm			
	Jenis detektor sesuai	5		
	Jarak-jarak sesuai	5		
	Pemasangan baik	5		
	Titik panggil manual	5		
2	Sprinkler			
	Jenis sprinkler	3		
	Jarak sesuai	3		
	Pemasangan baik	3		
3	Hidran			
	Jenis hidran	1		
	Jarak hidran memenuhi	1		
	Jumlah selang memenuhi	1		
	Panjang selang memenuhi	1		
4	APAR			
	Jenis APAR sesuai	1		
	Jarak memenuhi	1		
	Pemasangan baik	1		
5	Sistem daya darurat			
	Terdapat sistem daya darurat	1		
6	Pompa dan sumber air			
	Pompa kebakaran memadai	1		
	Sumber air memadai	1		
7	Pengendalian asap kebakaran			
	Fan pembuangan asap	1		
	Ada reservoir (tirai) asap	1		
	Ventilasi untuk pembuangan udara			
8	Pencahayaan darurat dan tanda eksit	1		
	Ada system pencahayaan darurat	1		
	Syarat-syarat tempat memenuhi	1		
	Terdapat tanda eksit	1		
	Terletak dekat tangga eksit	1		
9	Pusat pengendali kebakaran			

	Ada ruang khusus	1		
	Fasilitas baik	1		
	NILAI		Skor A	

Tabel 3.12. Penilaian Proteksi Pasif

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	B. Proteksi Pasif			
	Konstruksi bahan sesuai	5		
	Bahan dinding	5		
	Bahan atap	5		
	Bahan lantai	5		
	Bahan kosen pintu/jendela	5		
2	Kompartemenisasi & pemisahan			
	Ada dinding tahan api	5		
	Ada pemisahan lift	5		
	Pemisahan peralatan	5		
	Perlindungan pada bukaan	5		
3	Komponen penunjang			
	Penyetop api	3		
	Fire damper	3		
	NILAI		Skor B	

Tabel 3.13. Penilaian sarana evakuasi dan akses pemadam kebakaran

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	C. Sarana Evakuasi & Akses Pemadam kebakaran			
1	Sarana Evakuasi			
	Pintu kebakaran	1		
	Dimensi pintu	1		
	Akses melalui pintu	1		
	Pintu dapat menutup otomatis	1		
2	Tangga kebakaran	1		
	Dimensi tangga (lebar, anak tangga)	1		
	Bukan tangga spiral	1		
	Railing	1		
	Dilengkapi <i>pressurizer</i>	1		

	Fire rated memenuhi	1		
3	Daerah pengungsian sementara	1		
4	Alat bantu evakuasi	1		
	Minimal dua per lantai	1		
	Keadaan baik	1		
5	Sarana Exit	1		
	Minimal dua exit per lantai	1		
	Memiliki pintu kebakaran	1		
	Jarak-jarak memenuhi syarat	1		
	Tak ada koridor buntu	1		
	Ujung koridor menuju halaman luar	1		
	Akses Pemadam kebakaran			
1	Lapisan perkerasan ada ?	1		
	Bebas rintangan	1		
2	Jalan akses	5		
	Dimensi	5		
	Ukuran	5		
3	Shaf lift kebakaran	1		
4	Lif kebakaran			
	Terlindung dalam shaf tahan api	1		
	Beroperasi dengan baik	1		
	Terletak dekat tangga eksit	1		
	Terdapat tanda peringatan	1		
5	Tanda jalur akses pemadam kebakaran	3		
	NILAI		Skor A	

Tabel 3.14. Penilaian *Fire Safety Management*

No	Komponen	Bobot	Nilai	B x N
			(0/1/2/3)	
	<i>D. Fire Safety Management</i>			
1	Latihan kebakaran	1		
2	Pelatihan personil	5		
3	Prosedur operasi standar	3		
4	Sosialisasi pengamanan terhadap bahaya kebakaran	1		
5	Pemeriksaan berkala	5		
6	Tim khusus	3		
7	Penyimpanan catatan	3		
8	Koordinasi dengan pemadam	1		
9	Audit sistem proteksi kebakaran	1		
	NILAI		Skor B	

Tahap 3 : Melakukan menjumlahkan dari hasil skor pada tabel 3.11 ditambah skor pada tabel 3.14 untuk mendapatkan nilai keamanan penyelamatan penghuni bangunan keseluruhan.

Tahap 4 : Kesimpulan

1. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 75 sampai 100: termasuk kategori baik.
2. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 50 sampai 75: termasuk kategori cukup.
3. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 25 sampai 50: termasuk kategori kurang.
4. Skor nilai dari tabel 3.11. dan 3.14 pada interval 0 sampai 25: termasuk kategori buruk.

3.8. ANALISIS PENILAIAN TINGKAT RISIKO PENGHUNI BANGUNAN TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN

3.8.1. Analisis Risiko Penghuni Akibat Produk Kebakaran

Analisa ini menggunakan program simulasi/model rancangan kebakaran yang menggunakan program CFAST. Hal itu perlu dilakukan untuk mengetahui kejadian kebakaran dan produk yang dihasilkan. Tingkat keganasan kebakaran pada bangunan dipengaruhi oleh beban api bangunan. Semakin tinggi beban api bangunan, semakin ganas pula perilaku kebakaran yang terjadi. Bangunan pusat perbelanjaan mempunyai beban api 250 kg/m^2 setara kayu, 10 kali lebih besar dibandingkan rumah tinggal atau kantor ($25 - 50 \text{ kg/m}^2$), sehingga jika terbakar perilaku kebakarannya sangat ganas. Beban api sebesar itu sesungguhnya tidak merata pada semua jenis/fungsi kegiatan pusat perbelanjaan, karena setiap jenis kegiatan/fungsi ruang mempunyai sifat bakar material berbeda dengan jumlah berat dan volume berbeda pula.

Pergerakan asap/gas/panas kebakaran mempunyai bentuk seperti cendawan, menaik berupa cendawan, membesar ke atas seiring dengan berkurangnya panas akibat udara disekitarnya. Apabila pergerakan ke atas terhambat (misal: oleh plafon/ lantai atas) asap/gas/panas ini akan menjalar kebawah dengan konsentrasi tertinggi di bagian atas. Peningkatan kepekatan asap kebakaran di udara menyebabkan jarak pandang berkurang, sehingga kemampuan mengenali

arah/orientasi di dalam bangunan terganggu. Akibatnya kecepatan menyelamatkan diri ke daerah aman di dalam bangunan semakin lambat. Konsentrasi gas beracun dari material pada kasus kebakaran menjadi penyebab utama jatuhnya korban jiwa. Pada umumnya material yang dapat/mudah terbakar mengandung gas beracun berbahaya (terutama CO dan CO₂). Waktu yang diperlukan untuk mencapai konsentrasi tertentu yang membahayakan (batuk, tercekik, iritasi mata, mati) hanya beberapa menit sejak kebakaran mulai berlangsung (Tabel 10). Panas udara akibat kebakaran dapat menyebabkan kemampuan fisik menurun dengan cepat, sehingga sangat berpengaruh terhadap kemampuan menyelamatkan diri.

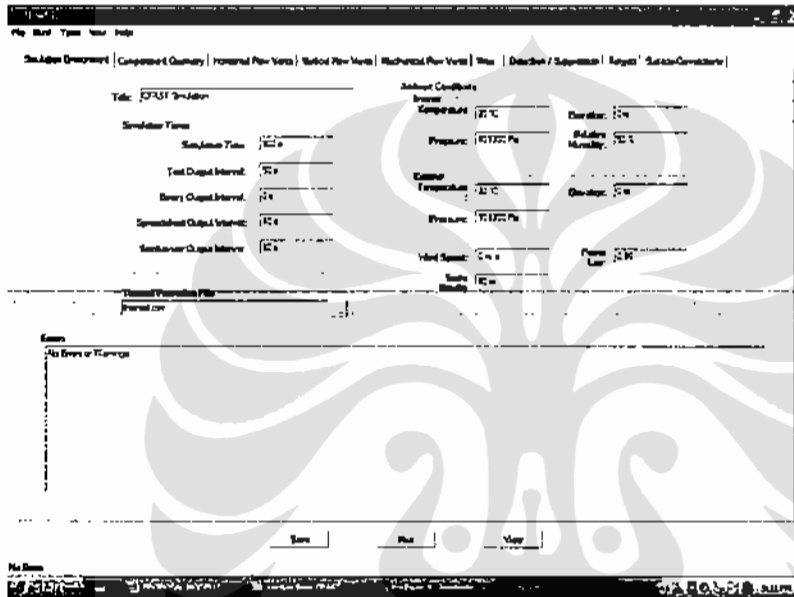
Untuk memprediksi kejadian kebakaran, maka perlu dilakukan model rancangan untuk membuat simulasi skenario kebakaran dalam suatu bangunan. Program simulasi yang digunakan adalah program CFAST. Seperti telah dikemukakan sebelumnya CFAST merupakan *two fire zone model* yaitu setiap ruang tertutup (*compartment*) yang disimulasikan akan terbagi menjadi dua lapisan gas (lapisan atas dan bawah). Pada program CFAST data untuk menjalankan program ini adalah sebagai berikut:

1. geometri bangunan (ukuran ruangan, bahan yang digunakan dalam konstruksi dan property dari material tersebut).
2. Jalur - jalur penghubung antar ruangan (misalnya bukaan - bukaan horizontal seperti pintu dan jendela).
3. bukaan - bukaan vertikal di lantai dan plafond serta jalur - jalur penghubung mekanis.
4. properti dari kebakaran tersebut (besarnya kebakaran yang terjadi, *species production rates*).
5. spesifikasi detektor, *sprinkler*, dan target dari alat - alat tersebut (posisi, ukuran, karakteristik dari heat transfer dan karakteristik aliran *sprinkler*).
6. Material yang digunakan terbagi berdasarkan *thermal conductivity*, *specific heat*, kekerapan, ketebalan dan perilaku yang terjadi saat terbakar.

Untuk melakukan simulasi kejadian kebakaran yang sebenarnya maka dibutuhkan properti dari material yang digunakan dalam ruangan, termasuk properti dari dinding, plafond, lantai dan perabot yang terpasang. Properti dari material -material tersebut akan digunakan dalam program untuk memberikan hasil seakurat mungkin, sehingga kejadian kebakaran hasil simulasi dapat mendekati kejadian aslinya.

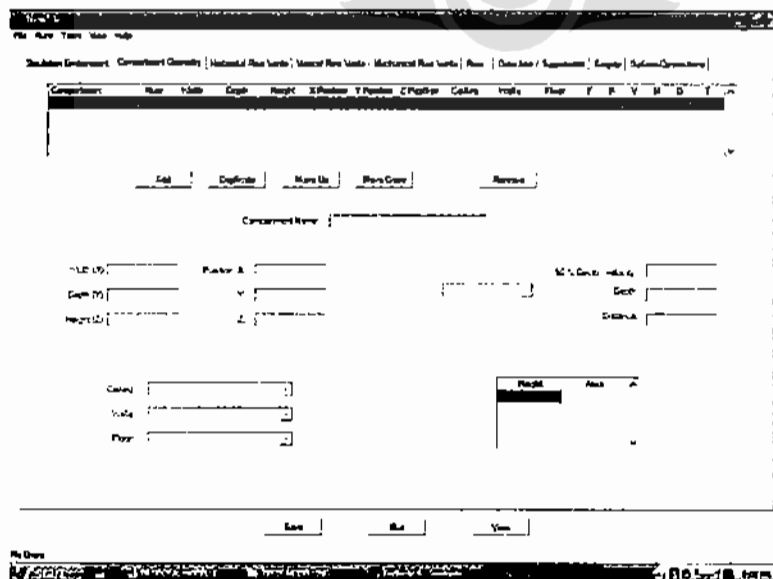
Pengerjaan pemodelan akan diawali dengan memasukkan data - ukuran/ ukuran - ukuran yang dibutuhkan kedalam kolom - kolom yang terdapat di dalam program untuk menjadi bahan simulasi, hasil simulasi akan terlihat pada hasil tiga dimensi dan tabel. Kolom - kolom tersebut terdiri dari:

- *simulation environment*: kolom ini membutuhkan data - data yang berkaitan dengan kondisi lokasi terjadinya kebakaran (interior dan eksterior) dan lamanya simulasi serta batasan interval output yang diharapkan.



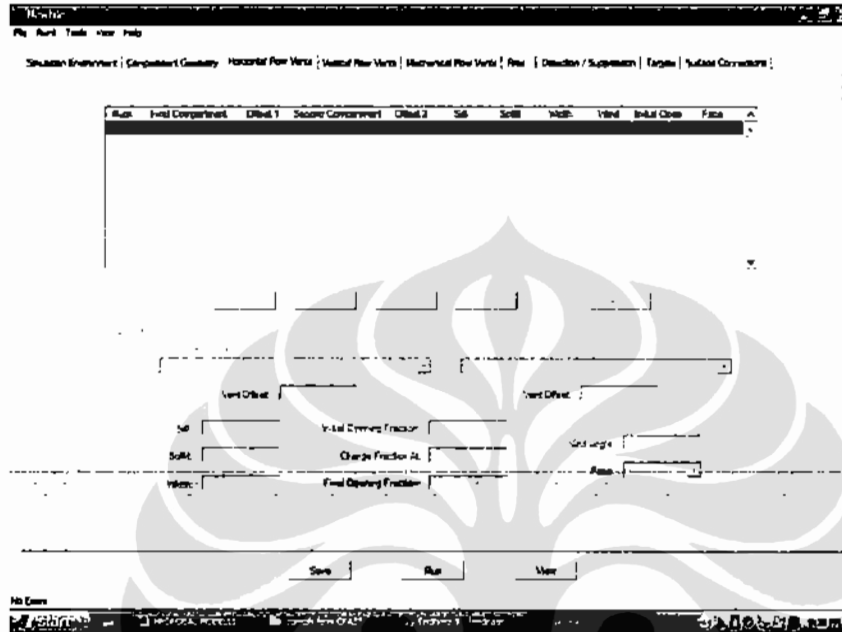
Gambar 3.9. kolom *simulation environment* pada program CFAST

- *Compartment geometry*: kolom ini membutuhkan data – data mengenai ruangan dimana kebakaran terjadi, seperti ukuran ruangan dan jenis material yang digunakan pada langit – langit, dinding dan lantai.



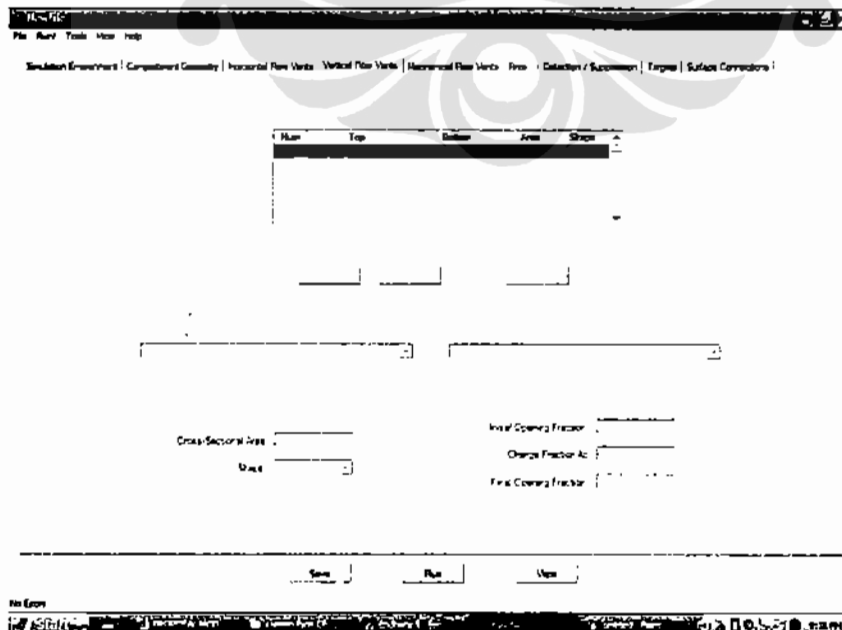
Gambar 3.10. kolom *compartment geometry* pada program CFAST

- *Horizontal flow vent*: pada kolom ini data yang dibutuhkan adalah mengenai bukaan – bukaan horizontal yang dimiliki ruangan.



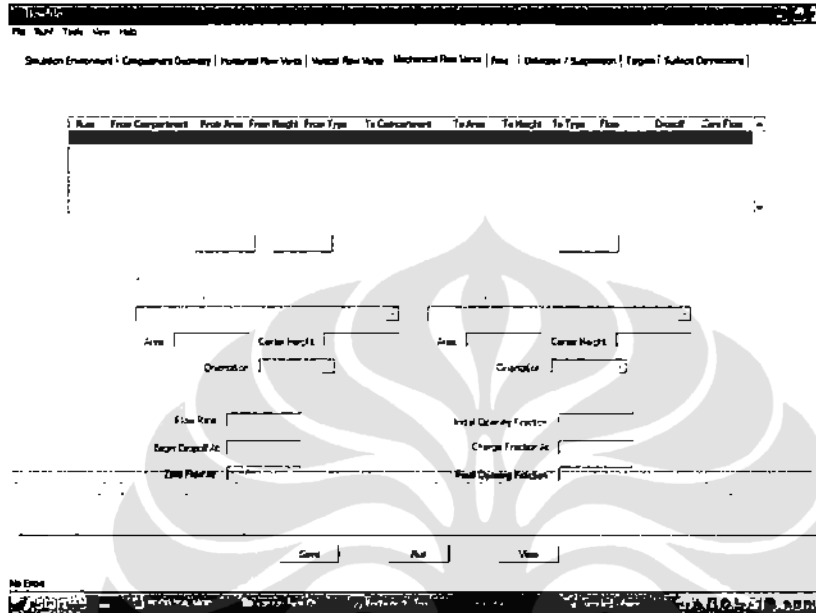
Gambar 3.11. kolom *horizontal flow vent* pada program CFAST

- *Vertical flow vent*: kolom ini membutuhkan data – data bukaan vertikal yang terdapat didalam ruangan beserta ukuran dan bentuk bukaannya.



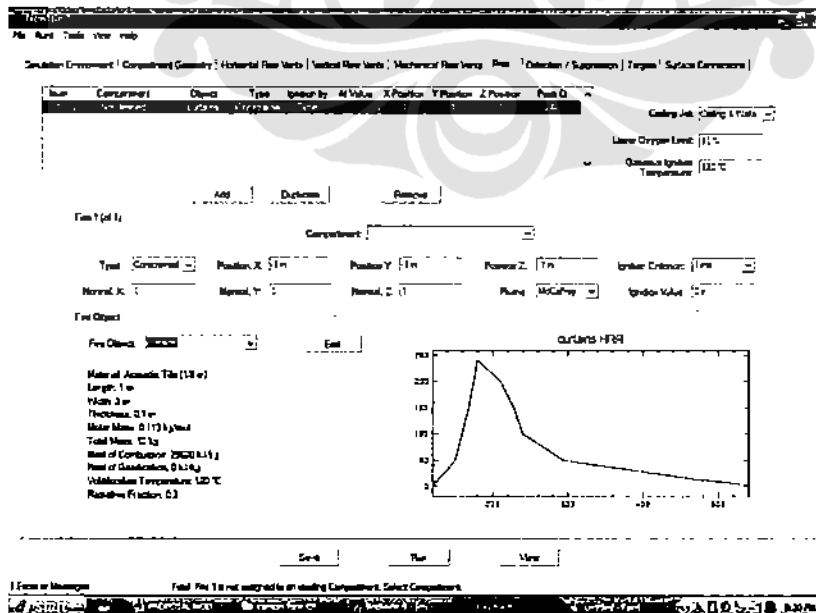
Gambar 3.12. kolom *vertical flow vent* pada program CFAST

- *Mechanical flow vent*: data mengenai sistem ventilasi yang menggunakan alat bantu yang membentuk aliran udara konstan.



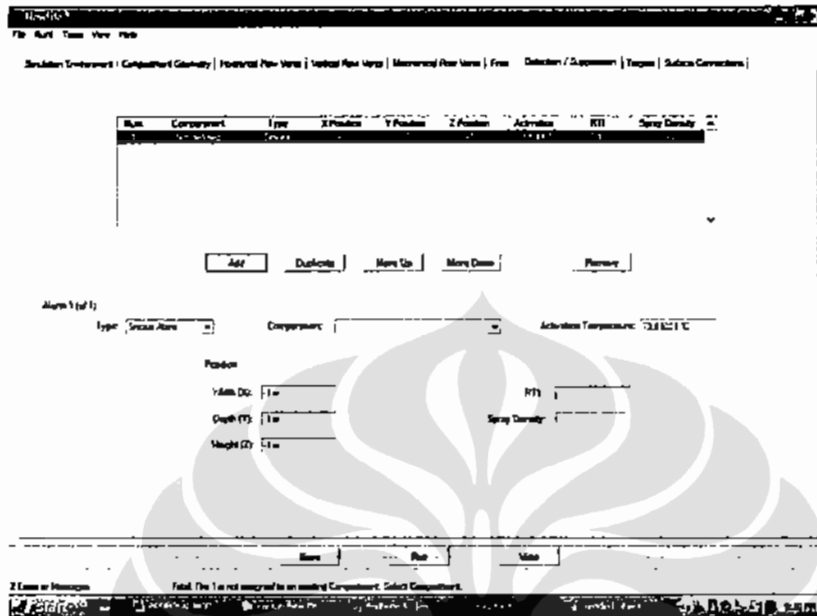
Gambar 3.13. kolom *mechanical flow vent* pada program CFAST

- *Fires*: data – data mengenai sumber api dan letaknya di dalam ruangan lokasi kebakaran. *Heat Release Rate* dari material yang terbakar akan terlihat didalam grafik yang terdapat pada kolom ini.



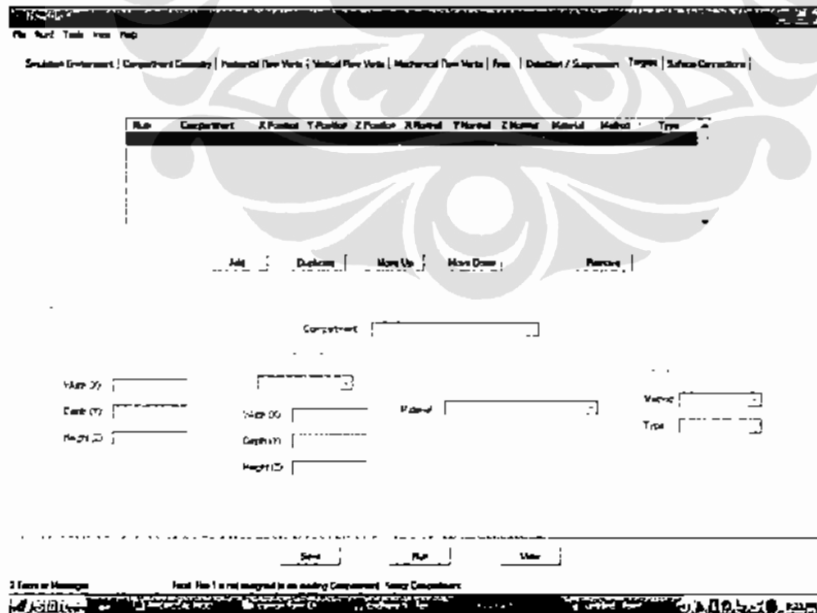
Gambar 3.14. kolom *fires* pada program CFAST

- *Detection/ suppression*: data – data mengenai alat deteksi maupun penanggulangan kebakaran yang terdapat didalam ruangan.



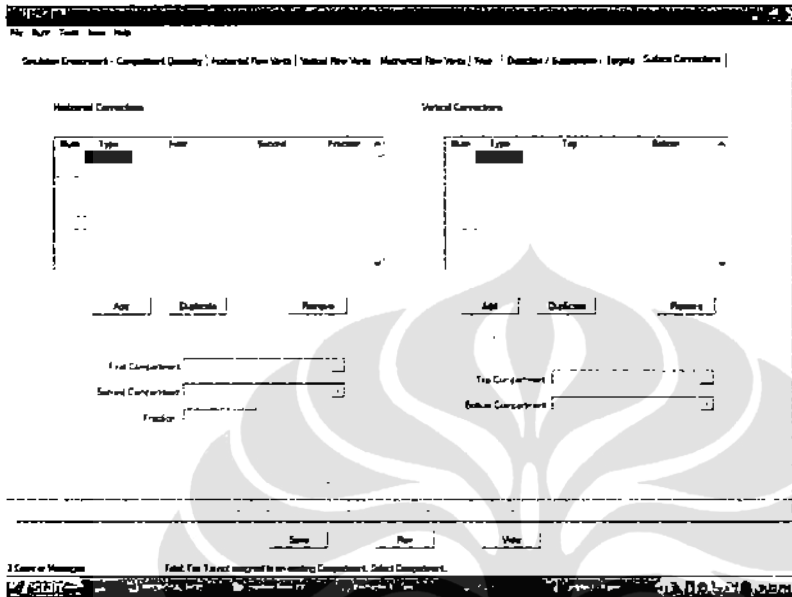
Gambar 3.15. kolom *detection/ suppression* pada program CFAST

- *Targets*: data mengenai posisi target yang terkena *heat flux* dari masing - masing sisi yang terbakar.



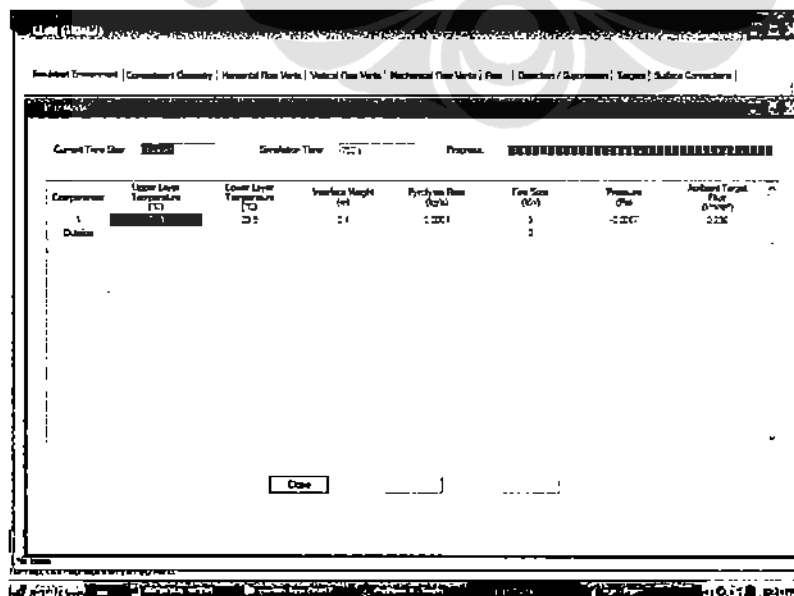
Gambar 3.16. kolom *targets* pada program CFAST

- **Surface Connection:** data - data untuk mengetahui *heat transfer* yang terjadi antar ruangan di dalam simulasi, hal ini dapat terjadi antar ruang (horizontal) maupun antar langit - langit dan lantai (vertikal).



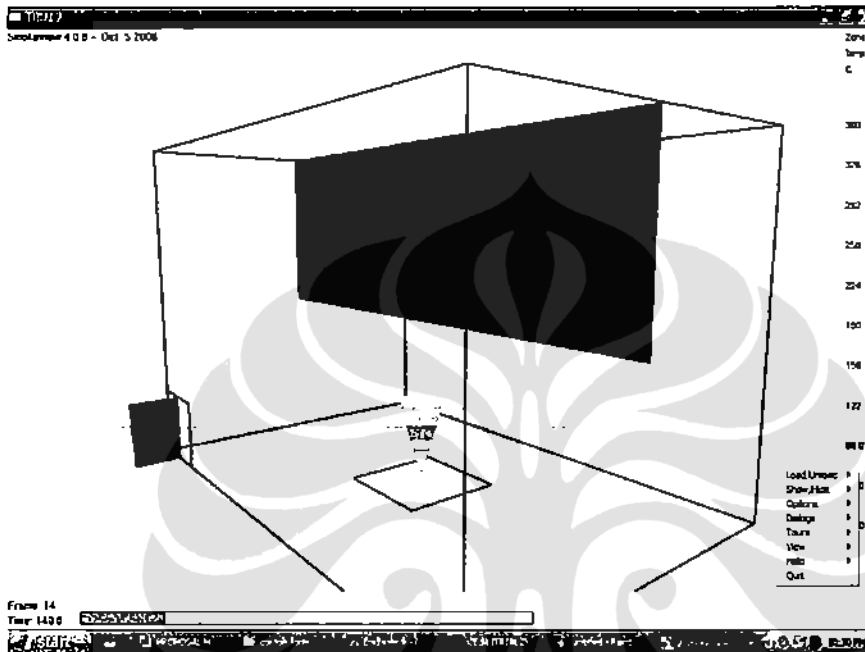
Gambar 3.17. kolom *surface connection* pada program CFAST

Proses pengisian data pada kolom – kolom tersebut akan terdapat kemungkinan terjadinya kesalahan, hal ini akan mengeluarkan peringatan *error* pada program dan apabila pengisian telah diperbaiki maka program tersebut dapat mulai dijalankan dengan perintah *run* untuk mengetahui kalkulasi temperatur, *interface height*, *pyrolysis rate*, besarnya api, tekanan dan *ambient target flux* beserta satuan yang digunakan.



Gambar 3.18. CFAST setelah *run* simulasi

Hasil tiga dimensi dapat diperoleh apabila tidak ditemukan *error* dalam pengisian kolom dengan menjalankan perintah *view*. Dengan adanya gambar yang bergerak dan perbedaan warna maka proses kebakaran yang dimulai dari penyalaan api, kondisi *flash over* sampai dengan penurunan suhu akan dapat terlihat.



Gambar 3.19. View pada program CFAST

Hasil simulasi yang berupa tabel – tabel dalam bentuk program *Microsoft Excel* akan menjelaskan mengenai aliran udara didalam ruangan, temperatur udara di dalam ruangan, jumlah gas – gas berbahaya yang terbentuk saat kebakaran, radiasi didalam ruangan, *flux*, *plume*, *fire size*, *flame height* dan keadaan ruangan.

3.8.2. Analisis Penilaian Tingkat Risiko Penghuni Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran Berdasarkan Standar American Society For Testing And Materials (ASTM)

Penilaian risiko penghuni dilakukan untuk mengetahui besarnya risiko yang dihadapi penghuni dalam suatu bangunan ditinjau dari segi kebakaran. Penilaian dari berbagai risiko kebakaran yang mungkin timbul pada penghuni bangunan yaitu faktor risiko timbulnya api dinilai melalui komponen potensi kebakaran, faktor risiko penyebaran api dinilai melalui komponen kehilangan isi bangunan sedangkan faktor risiko kesulitan dalam evakuasi dinilai melalui komponen kematian dan terluka.

Dengan lengkapnya penilaian yang dilakukan pada standar ASTM, yaitu cara penilaian risiko bangunan berdasarkan tingkat risiko yang ada, maka Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

penilaian tingkat risiko penghuni dapat berlaku secara umum untuk seluruh jenis bangunan. Oleh karena itu cara penilaian ini digunakan dalam penelitian.

Penilaian tingkat risiko penghuni bangunan dengan menggunakan skala penilaian sebagai berikut:

- (1) Nilai 0: tanpa risiko
- (2) Nilai 1: risiko rendah
- (3) Nilai 2: cukup berisiko
- (4) Nilai 3: risiko tinggi
- (5) Nilai 4: sangat berisiko

1. Kematian dan terluka

Timbulnya korban jiwa maupun korban luka-luka baik ringan maupun berat merupakan hal yang mungkin terjadi pada suatu peristiwa kebakaran. Besar kecilnya risiko yang timbul akan sangat tergantung pada jenis bangunan yang berkaitan dengan karakter penghuni dari bangunan tersebut. Pada bangunan dengan penghuni yang memiliki kegiatan tidur di dalamnya memiliki risiko yang lebih tinggi dari bangunan yang penghuninya tidak melakukan kegiatan tidur.

Demikian juga dengan bangunan yang memiliki kepadatan penghuni yang tinggi memiliki risiko yang lebih tinggi dari bangunan yang kepadatan penghuninya lebih rendah. Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh ASTM, elemen yang turut menentukan terjadinya risiko kematian dan terluka bagi penghuni bangunan pada saat terjadi kebakaran ada dan tidaknya penghuni yang tidur, kepadatan penghuni seperti yang telah diuraikan di atas, kemudian elemen kemudahan evakuasi penghuni, adanya pembatasan atau kondisi bangunan yang dapat menghambat evakuasi penghuni. Disamping itu kondisi penghuni ataupun pemakai bangunan itu sendiri sangat berpengaruh terhadap risiko yang terjadi seperti misalnya kondisi fisik maupun mental penghuni, disamping juga persiapan yang dilakukan pengelola dalam mengantisipasi kejadian kebakaran merupakan faktor yang turut mempengaruhi risiko yang mungkin timbul.

Penjelasan yang lebih terperinci dari masing-masing elemen yang berpengaruh terhadap risiko kematian dan terluka bagi penghuni seperti yang diuraikan di bawah ini yaitu elemen tidur, evakuasi, kepadatan, dibatasi/ditahan, pelemahan, latihan dan kontrol penghuni.

a. Tidur

Risiko kebakaran yang terjadi pada penghuni akan tinggi jika di dalam bangunan kemungkinan penghuninya melakukan aktivitas tidur. Hal ini dapat dikurangi dengan hadirnya staff yang tanggap dan terlatih. Pada perumahan atau asrama, pada suatu waktu, normal terjadi aktivitas tidur, dengan tidak ada orang yang sadar dan waspada, karena itu risiko hidup dari kebakaran adalah sangat berisiko (4).

Pada bangunan yan penghuninya tidak melakukan aktivitas tidur, dikategorikan tidak terjadi risiko (0). Contoh: pertokoan, perpustakaan dan lain sebagainya.

b. Evakuasi

Kemudahan dari penghuni untuk keluar dari bangunan atau dipindahkan menuju ruang penyelamatan sementara:

- Pada penghunian dimana penghuni dapat dengan mudah keluar dari area berbahaya, risiko untuk hidup dari kebakaran akan kecil dan tingkat risiko rendah dapat dipergunakan, seperti contoh beberapa tipe toko *fast food* (0-1)
- Pada penghunian dimana memerlukan pergi dari suatu ruang ke ruang lainnya atau turun ke *hall* agar keluar, tingkatan risiko rendah atau cukup berisiko dapat diberikan, tergantung dari jarak yang harus dilalui dan dimana jalur keluarnya. Contohnya adalah teater kecil dengan beberapa pintu keluar langsung.
- Pada hotel dibawah 7 lantai di atas jalan, tingkat cukup berisiko dapat diberikan.
- Pada bangunan lebih dari 7 lantai di atas jalan akan memberikan tingkat risiko yang tinggi, karena kesulitan untuk evakuasi dari bangunan karena keterbatasan tinggi dari pealayanan kebakaran yang dapat diraih dari luar bangunan.

c. Kepadatan

Berhubungan dengan jumlah penghuni di tempat yang berisiko dan pengaruh kepadatan ini terhadap perilaku penghuni serta kemampuannya untuk dievakuasi dari bangunan atau meraih penampungan yang aman. Adapun nilai yang diberikan untuk masing-masing kepadatan penghunian adalah:

Tabel 3.16. Nilai Kepadatan Penghunian

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

Luas per orang	Tingkat resiko
Lebih dari 18,6 m ²	0
< 18,6 m ² -11,6 m ²	1
< 11,6 m ² -4,6 m ²	2
< 4,6 m ² -0,9 m ²	3
Kurang dari 0,9 m ²	4

(Sumber: ASTM (1990), *Fire Test Standard*, Philadelphia: ASTM Committee. Hal.739)

d. Dibatasi / ditahan

Berkurangnya kemampuan penghuni untuk melakukan evakuasi dari bangunan atau mencapai daerah penampungan yang aman karena pengurungan/penahanan secara individu.

- Pada penghunian dimana pintu terkunci digunakan untuk mencegah jalan keluar, seperti penjara dan rumah sakit jiwa, risiko yang terjadi sangat tinggi, nilai 3-4 dapat diberikan.
- Pada penghunian dimana jalur keluar tidak tertutup dan risiko akibat pengurungan adalah rendah (0) – (1).

e. Pelemahan

Tingkat risiko berdasarkan umur, rintangan atau pengaruh fisik lainnya atau gangguan mental (pengaruh alkohol maupun obat-obatan) sehingga dapat mengurangi kemampuan penghuni dievakuasi dari bangunan dan mencapai daerah penampungan yang aman.

- Pada penghunian seperti perpustakaan, restoran, *airport*, peruntukan bisnis, pertokoan eceran, dimana rintangan atau penghalang lainnya tidak umum dijumpai, risiko akibat elemen ini adalah rendah. (0-1).
- Pada penghunian seperti perumahan, apartemen, penjara dan lain-lain dimana mempunyai suatu potensi penggunaan alkohol dan obat-obatan menyebabkan pelemahan pada penghuni untuk evakuasi. Nilai 1-3 dapat diberikan.
- Penggunaan alkohol maupun obat-obatan pada rumah sakit, maupun penggunaan alkohol pada klub malam, risiko akibat pelemahan ini mencapai 3-4.

f. Pelatihan dan Pengontrolan Penghuni

Memanfaatkan penghuni sebagai subyek yang secara langsung dan berdisiplin serta diharapkan berpartisipasi dalam mengorganisasikan prosedur evakuasi kebakaran.

- Adanya pelatihan kebakaran dan dilakukannya pelatihan secara rutin cenderung dapat menurunkan risiko terhadap kebakaran dan nilai nilai rendah dapat diberikan untuk kondisi seperti ini (0-1).
- Di dalam suatu penghunian dimana sedikit atau tidak ada penghuni yang mendapatkan pelatihan untuk melakukan evakuasi dalam kebakaran, nilai 2 – 4 dapat diberikan.

2. Kehilangan Isi Bangunan

Kehilangan isi bangunan merupakan risiko lain yang mungkin timbul pada kejadian kebakaran. Besar kecilnya risiko yang timbul terhadap isi bangunan ini sangat tergantung dari jumlah barang-barang mudah terbakar yang berada dalam bangunan itu sendiri. Disamping itu adanya barang-barang dapat dengan mudah menimbulkan api turut juga mempengaruhi risiko yang timbul. Disamping keandalan barang-barang dalam bangunan, kecepatan tanggapan terhadap kejadian kebakaran turut juga berpengaruh, semakin cepat tanggapan dapat dilakukan, maka semakin sedikit risiko yang timbul. Adanya sekat-sekat ruang yang membatasi jumlah barang dalam satu areal juga turut berpengaruh terhadap risiko kebakaran ini. Dengan adanya sekat berupa kompartemenisasi dengan areal yang kecil akan mengurangi risiko yang terjadi dan risiko besar dapat terjadi bila kompartemenisasi dengan ruang yang besar. Adanya personil yang terlatih dalam menghadapi bahaya kebakaran turut berpengaruh terhadap menurunnya risiko yang timbul ditinjau dari kehilangan isi bangunan ini. Semakin terlatih personil yang ada dalam menghadapi kebakaran, maka makin berkurang juga risiko kehilangan isi bangunan dalam bangunan.

Dari uraian terlihat bahwa elemen yang berpengaruh terhadap besarnya risiko pada kehilangan isi bangunan adalah jumlah bahan bakar berupa barang yang mudah terbakar, waktu tanggap terhadap kebakaran, tingkat pembatasan penyebaran api berupa kompartemenisasi, serta kontrol api yang dapat dilakukan oleh personil yang ada. Adapun uraian elemen yang

Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

diuraikan di atas di jelaskan di bawah ini:

a. Beban Api

Jumlah dan distribusi bahan yang mudah terbakar:

- Beberapa penghunian dengan jumlah barang mudah terbakar yang dikandung dan kemungkinan adanya barang yang dapat menimbulkan api didalam sekolah, *airport*, pertokoan, toko *fast food* memiliki konsentrasi barangbarang seperti diatas rendah sehingga nilai rendah dapat diberikan (0-1).
- Rumah sakit, penjara maupun teater, dimana perabotannya menciptakan risiko yang sedang dalam kebakaran sehingga nilai 1-3 dapat diberikan.

b. Waktu Tanggapan

Kecepatan dan kemudahan petugas kebakaran untuk dapat memadamkan api:

- Penghunian yang memiliki 7 lantai atau kurang dan dalam 10 menit *station* kebakaran dapat merespon fasilitas ini, maka risiko yang dikandung adalah rendah (0-1)
- Penghunian seperti di atas tetapi memerlukan waktu lebih dari 10 menit bagi petugas untuk mencapai fasilitas ini nilai sedang dapat diberikan (2-3)
- Sementara jika waktu yang diperlukan lebih dari 20 menit, maka risiko tinggi.

c. Involvement

Tingkatan dari suatu kebakaran yang dapat dibatasi atau tidak dapat dibatasi dari daerah asal api akibat geometri bangunan:

- Daerah penghunian dimana terdapat daerah kompartemenisasi yang kecil, pintu dapat ditutup sehingga api dapat diisolasi sampai petugas dapat mencapainya. Dengan kondisi bangunan seperti ini nilai risiko rendah dapat diberikan (0-2).
- Suatu penghunian yang memiliki ruang terbuka yang besar, dimana api tidak dapat dikendalikan jika terjadi kebakaran, maka risiko yang dapat diberikan adalah 3-4.

d. Kontrol api

- Tingkatan dari keberadaan personal yang terlatih dan peralatan kebakaran untuk dapat memadamkan api.

- Di dalam beberapa kasus dimana tidak ada pelatihan dan peralatan dapat dipergunakan, tingkat resiko meningkat dari 2-3.
- Dalam kasus lain dimana tidak ada pelatihan dan tidak ada peralatan yang dapat dipergunakan, tingkat risiko tinggi (4) .

3. Potensi kebakaran

Kebakaran merupakan kejadian yang tidak diharapkan bersama, dapat terjadi baik karena sengaja maupun tidak sengaja, kondisi seperti ini turut berpengaruh terhadap besar kecilnya risiko yang mungkin terjadi. Pada bangunan yang berada di sekitar daerah memungkinkan terjadinya vandalisme seperti di daerah pertokoan terutama Kota besar, risiko bangunan lebih tinggi daripada di daerah pertokoan kecil atau di pedesaan.

Disamping secara kesengajaan akibat vandalisme di atas, kebakaran yang terjadi karena kecelakaan kerap kali terjadi. Kebakaran jenis ini terjadi akibat ketelodoran penghuni terutama pada bangunan yang memiliki daerah dimana adanya sumber-sumber api yang dipergunakan seperti kompor, tungku pemanas dan lain sebagainya. Bangunan yang, memiliki peralatan seperti ini umumnya memiliki risiko yang lebih tinggi daripada bangunan yang tidak memiliki peralatan seperti di atas.

Adapun elemen yang berpengaruh terhadap potensi kebakaran ini adalah terencana dan akibat kecelakaan kejadian kebakaran seperti diuraikan di bawah.

a. Terencana

Potensi kebakaran karena kesengajaan dan penyalaan akibat atau hasil dari vandalisme.

- Tidak ada bangunan yang memiliki risiko (0) untuk elemen ini. Umumnya bangunan memiliki tingkat rendah dari upaya kebakaran yang terencana berdasarkan persentase seluruh kebakaran yang terjadi. Dalam kondisi ini nilai rendah dapat dipergunakan (1)
- Bangunan yang terletak dalam areal pusat kota besar, kebakaran yang terencana kerap kali terjadi, rating tinggi dapat dipergunakan (2).

b. Penyalaan karena Kecelakaan

Potensi penyalaan yang timbul karena potensi dari dalam diri penghuni sendiri seperti misalnya merokok, memasak, peralatan elektronik dan lain

sebagainya.

- Tidak pernah ada situasi dalam elemen ini yang tidak mungkin terjadi, sehingga nilai rating 0 tidak mungkin terjadi. Dalam suatu bangunan *publik*, dengan petugas yang siaga, risiko akibat elemen ini adalah berkisar 1-2.
- Pada bangunan yang memiliki tempat api, patron memasak, peralatan elektronik memiliki risiko yang cukup tinggi dan sesuai untuk tingkat risiko 3-4.

Dari uraian di atas mengenai risiko yang timbul baik terhadap penghuni maupun barang-barang yang ada dalam bangunan, maka elemen penilaian yang dipergunakan dalam melakukan penilaian terhadap risiko yang timbul pada bangunan akibat kebakaran ditunjukkan oleh tabel di atas. Pembobotan yang ada pada tabel adalah pembobotan yang telah dikeluarkan oleh standar ASTM mengenai *Fire Test Standard*, sehingga tidak dilakukan analisa lagi untuk pembobotannya.

(1). Kelompok I: Mati dan Terluka

Tabel 3.17. Kelompok I : Mati dan Terluka

ELEMEN	TINGKAT RISIKO	BOBOT	SIST DETEKSI *	TOTAL
Tidur			3	
Evakuasi			3	
Kepadatan			3	
Dibatasi/ditahan			3	
Pelemahan			2	
Latihan & kontrol penghuni			1	
Total				

Keterangan:

*Dengan sistem deteksi mempunyai bobot 0,5, sedangkan tanpa sistem deteksi mempunyai bobot 1. Pada bangunan yang memanfaatkan sprinkler, maka nilai total dikalikan dengan 0,75, sedangkan pada konstruksi yang tanpa sprinkler nilai total dikalikan 1.

(2) Kelompok II: Kehilangan Isi Bangunan

Tabel 3.18. Kelompok II: Kehilangan Isi Bangunan

ELEMEN	TINGKAT RISIKO	BOBOT	TOTAL
Beban api		2	

Waktu tanggapan (reaksi)		1	
Involment		1	
Kontrol api		1	
Total			

Keterangan:

Pada konstruksi yang memanfaatkan sprinkler, nilai totalnya dikalikan dengan 0,25 sedangkan pada konstruksi tanpa sprinkler, nilai totalnya dikalikan 1.

(3) Kelompok II: Potensi kebakaran

Tabel 3.19. Kelompok III : Potensi kebakaran

ELEMEN	TINGKAT RISIKO	BOBOT	TOTAL
Terencana		3	
Penyalaaan kecelakaan		1	
Total			

4. Kalkulasi Indeks Penilaian Resiko Kebakaran

Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks penilaian risiko kebakaran adalah:

$$(\text{Total kelompok I} + \text{Total kelompok II}) \times \text{Total kelompok III}$$

Nilai terkecil dari nilai risiko bangunan merupakan nilai 0 (tidak ada risiko), diasumsikan bahwa persentase terkecil pada nilai risiko adalah 100 %. Sementara itu persentase di bawah 100 % tidak dipergunakan pada persentase nilai risiko bangunan. Hal ini karena diasumsikan bahwa nilai tanpa risiko pada nilai risiko minimal harus memenuhi standar yang ada berarti nilai 0 bila keandalan (100%).

Sedangkan nilai tertinggi yang mungkin dicapai pada nilai risiko adalah 1280. Persentase yang diberikan untuk nilai tertinggi ini adalah 200 %. Dari kedua batasan ini, maka didapat bahwa untuk nilai risiko (0) persentasenya adalah 100 %, nilai risiko 320 = 125%, nilai risiko 640 = 150 %, nilai risiko 960= 175 % dan nilai risiko 1280 = 200%. Setelah melakukan penilaian keandalan bangunan dan penilaian tingkat risiko penghuni terhadap bahaya kebakaran, sehingga dapat diketahui tingkat keamanan bangunan ditinjau dari keselamatan penghuni bangunan.