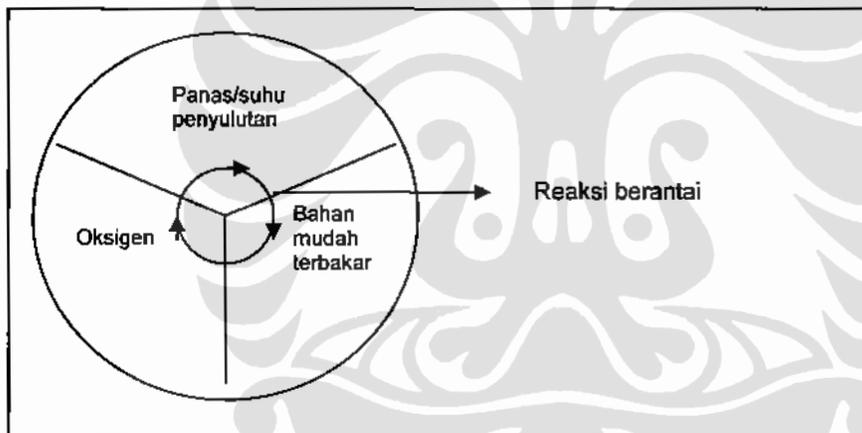


BAB II : LANDASAN TEORI

2.1. API DAN KEBAKARAN

2.1.1. Terjadinya Api

Api merupakan reaksi eksotermik/oksidasi dari gas dan material yang mudah terbakar, menghasilkan panas dan nyala. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya api adalah material yang mudah terbakar (benda-benda dari senyawa organik), temperatur penyulutan, oksigen dan reaksi berantai. Pada saat suatu benda (padat, cair dan gas) mencapai suhu penyulutan dan tersedia oksigen untuk proses oksidasi, maka terjadinya kebakaran. Material yang terbakar beraksi dengan oksigen membentuk radikal-radikal bebas yang secara berurutan menimbulkan reaksi berantai sehingga pembakaran dapat berkelanjutan lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram kebakaran dengan reaksi berantai

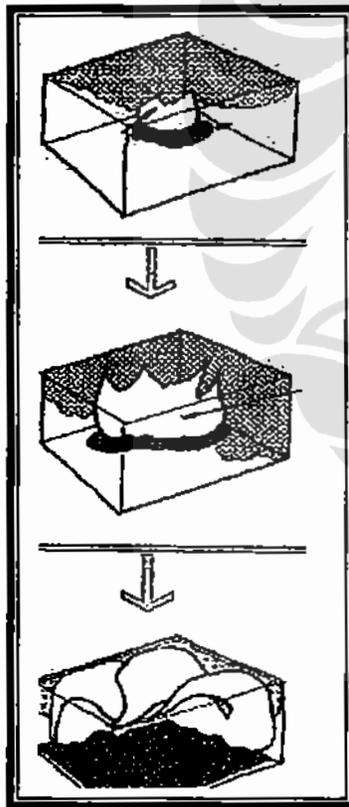
(Sumber : Patterson James, 1993:4)

Gambar 2.1. menjelaskan bahwa kebakaran terjadi karena interaksi 3 elemen dasar yaitu bahan yang mudah terbakar, oksigen, dan panas. Interaksi ketiga faktor tersebut akan menghasilkan nyala api. Reaksi berantai ini bersifat mempercepat atau memperluas kebakaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa kebakaran akan terjadi apabila ada 3 elemen seperti diatas, apabila salah satu dari unsur itu tidak ada maka tidak akan terjadi kebakaran.

2.1.2. Alur dan Perilaku Kebakaran

Api dan perilaku kebakaran di dalam bangunan/ruang dapat dijelaskan sebagai berikut (lihat pada gambar 2.2 dan 2.3):

1. Pada kebakaran di ruang tertutup, api bergerak keatas dengan cepat melalui cara konveksi dan dapat menyebar secara lateral/ menyamping sepanjang langit-langit.
Panas yang telah mencapai dinding dan langit-langit diradiasikan kearah tepi dan bawah, sehingga suhu disekitar bahan meningkat sampai suhu bakarnya dan kemudian terbakar. (Gambar 2.2.A)
2. Akibatnya suhu ruangan menjadi semakin tinggi, mengakibatkan seluruh isi ruangan tersebut menjadi panas dan penuh asap. Suhu dan tekanan udara didalam ruangan semakin besar yang mengakibatkan kaca-kaca jendela menjadi pecah. (Gambar 2.2.B)
3. Aliran oksigen masuk keruangan, membuat perkembangan api bertambah besar. Jika perkembangan api tersebut berlanjut, maka akan dicapai suatu kondisi dimana secara tiba-tiba seluruh ruangan menyala secara serentak (*Flash Over*) pada suhu 550 -600°C. (Gambar 2.2.C)

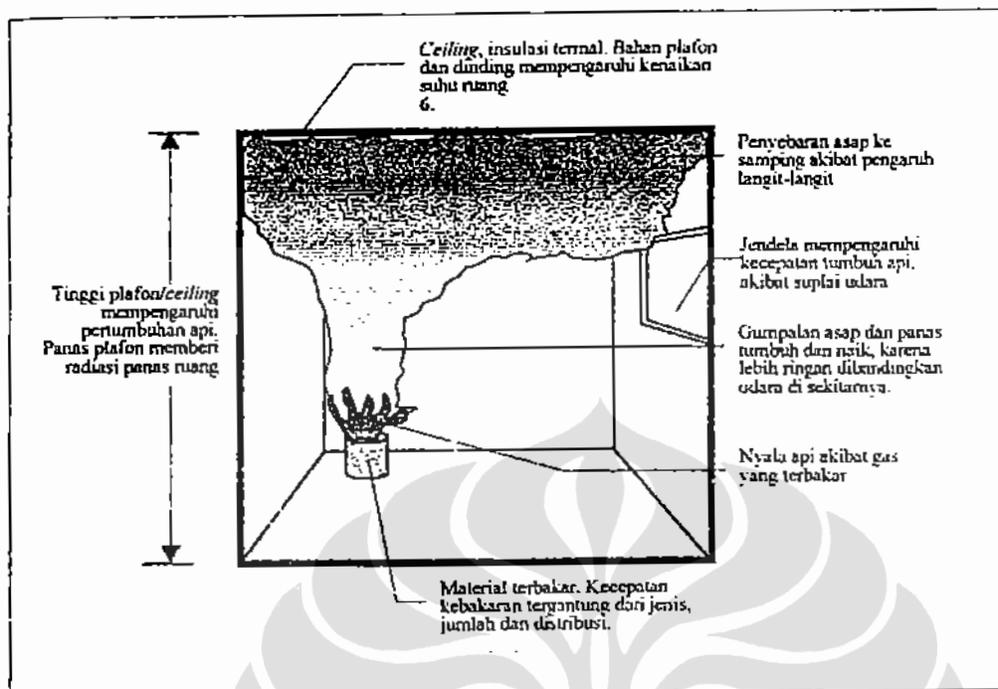


A. Asap dan gas-gas panas terkumpul membentuk lapisan disekitar langit-langit.

B. Api semakin membesar, gas-gas dan benda-benda lain yang ada mendekati suhu bakarnya.

C. Gas-gas dan benda-benda yang dapat terbakar telah mencapai suhu bakarnya serentak sebagai *flash Over*

Gambar 2.2. Alur kebakaran di dalam bangunan
(sumber: David Egan, 1978: 10)



Gambar 2.3. Perilaku kebakaran di dalam bangunan
(sumber: David Egan, 1978:3)

Gambar 2.3 menjelaskan Alur dan perilaku terjadinya kebakaran didalam bangunan. munculnya kebakaran didalam ruangan yang diawali oleh adanya material yang mudah terbakar. Selanjutnya api menyala akibat gas dari material yang terbakar dan menimbulkan asap. Pertumbuhan api dipengaruhi oleh:

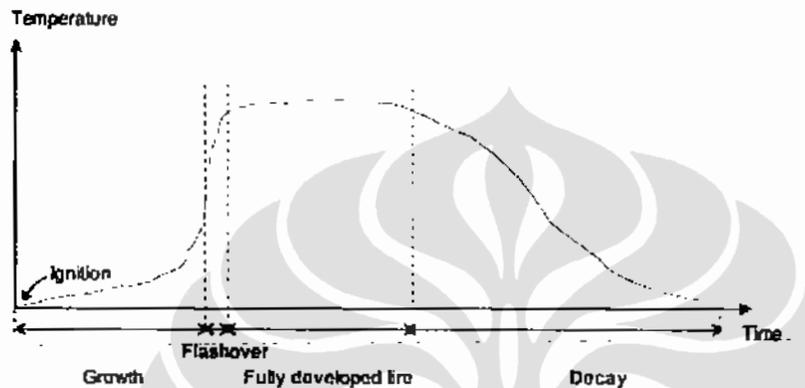
- Aliran udara ke dalam ruang yang melewati jendela, semakin besar aliran udara yang masuk ke ruang, maka api akan semakin cepat membesar.
- Tinggi plafon/ceiling, plafon yang pendek akan mengakibatkan radiasi panas yang muncul lebih cepat sedangkan semakin tinggi plafon akan memperlambat waktu tumbuhnya api.
- Bahan plafon dan dinding mempengaruhi kenaikan suhu ruang. Apabila bahan tersebut memiliki sifat mudah terbakar, maka akan mempercepat pertumbuhan api.

Asap muncul akan bergerak keatas akibat adanya perbedaan tekanan udara di dalam ruang . Pergerakan asap kearah vertikal akan membentur plafon dan bergerak kearah samping hingga memenuhi ruang. Asap yang muncul mengandung racun dan dapat menyebabkan kematian pada saat terjadi
Keselamatan bangunan pusat..., Tri Endangsih, FT-UI, 2008

kebakaran. Sehingga semakin besar perbedaan tekanan udara, maka asap akan semakin cepat menyebar dalam ruangan dan sebaliknya.

2.1.3. Proses Perkembangan Api Dalam Ruangan

Hagiwara (1993), menjelaskan perkembangan api di dalam ruangan tertutup dapat dibagi dalam lima tahap, sebagai berikut lihat gambar 2.4:



Gambar 2.4. Proses Perkembangan Api
(Sumber: Hagiwara, 1994)

1. Fase awal penyalaan/penyulutan (*Ignition Phase*)

Tahap ini ditandai dengan munculnya api dalam ruangan yang disebabkan adanya energi panas yang mengenai material yang dapat terbakar. Energi panas tersebut dapat berasal dari kompor, listrik dan lainnya. Apabila panas tersebut mencapai suhu penyundutan suatu material didekatnya maka nyala api akan terjadi.

Temperatur penyulutan dan besarnya kalor pembakaran untuk berbagai material adalah berbeda-beda, tergantung kandungan kimiawi, kandungan uap air, lama pemanasan, bentuk bahan dan lain-lain.

2. Fase Pertumbuhan (*Growth Phase*)

Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap penyalaan/penyulutan. Api tumbuh akibat bahan yang terbakar dan belum banyak dipengaruhi oleh kondisi ruangan. Jika material yang terbakar cukup banyak dan udara dalam ruangan cukup untuk mensuplai kebakaran, maka api akan berkembang terus sehingga suhu ruangan naik. Pada tahap ini api masih terlokalisir dan temperature ruangan masih relative rendah, yaitu kurang dari 300°C dan

belum cukup untuk pembakaran penuh. Pada tahap pertumbuhan biasanya sensor-sensor untuk mendeksi adanya bahaya kebakaran ini diketahui.

3. Fase kritis (*Flashover Phase*)

Secara umum flashover didefinisikan sebagai tahap transisi antara tahap pertumbuhan dengan tahap pembakaran penuh. Proses ini berlangsung sangat cepat dan berlangsung pada suhu sekitar 300 °C - 600 °C. Dan suhu didalam ruangan tidak stabil. Beberapa kriteria yang menandai tahap ini adalah:

- a. Lidah api (*flame*) telah menyentuh langit-langit
- b. Lidah api mulai menjulur keluar ruangan
- c. Temperatur lapis atas ruangan mencapai 300 °C - 600 °C
- d. Tingkat radiasi kritis pada lantai ruangan mencapai 2 W/cm²

Ketika tahap flashover tercapai, material di dalam ruangan yang tadinya terbakar sebagian mendadak terbakar seluruhnya. Apabila tahap ini dapat tercapai, kecepatan pembakaran akan naik secara cepat dan api sulit untuk dikendalikan.

4. Fase pembakaran penuh (*Fully-developed Phase*)

Pada tahap pembakaran penuh seluruh material dalam ruangan terbakar sehingga temperatur ruangan dapat mencapai 1200 °C. tahap ini mempunyai temperatur paling tinggi dibandingkan tahap lainnya. Pada tahap ini pembakaran dipengaruhi oleh dimensi, bentuk ruang, lebar bukaan, karena oksigen dari dalam ruangan sendiri sudah tidak mampu untuk mensuplai pembakaran.

Energi panas yang ditimbulkan oleh kebakaran pada tahap ini mulai dirasakan akibatnya terhadap struktur bangunan. Akibat yang mungkin timbul adalah rusaknya elemen-elemen akibat *thermal stress*, kerusakan pada komponen struktur pendukung, kemudian runtuhnya bangunan.

5. Fase surut/padam (*Decay*)

Tahap surut tercapai apabila material terbakar didalam ruangan sudah berkurang dan habis, maka laju pembakaran akan berkurang dan suhu udara mulai menurun. Kondisi ini dapat tercapai dengan campur tangan manusia dalam usaha memadamkan api/kebakaran tersebut.

2.1.4. Perambatan Panas Api

David Egan (1978), menjelaskan perambatan api di dalam bangunan maupun antar bangunan, yaitu sebagai berikut (lihat gambar 2.5):

1. Konveksi

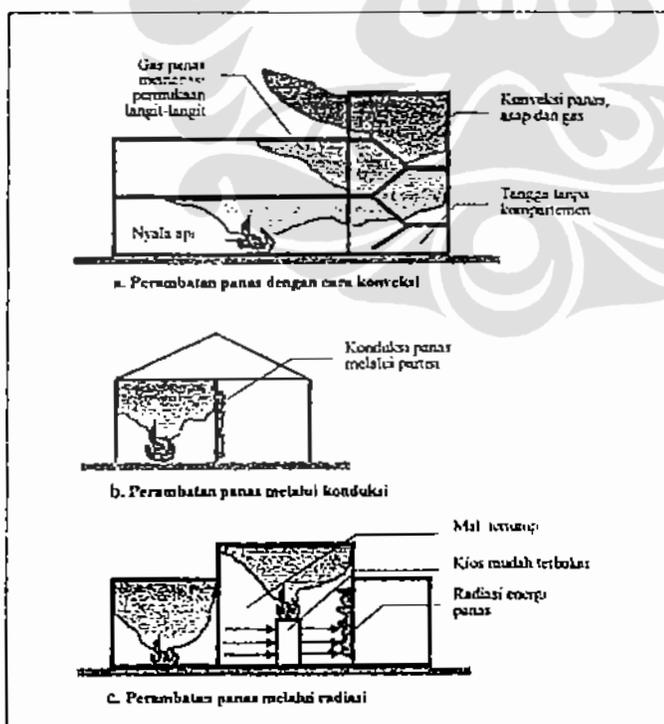
Yaitu perpindahan panas karena adanya perbedaan suhu dan tekanan udara, sehingga terjadi perpindahan panas melalui pergerakan udara dan berlangsung sangat cepat. Di dalam bangunan, perambatan secara konveksi ini dapat berlangsung melalui bukaan-bukaan lantai, koridor, dan atrium.

2. Konduksi

Yaitu perpindahan panas melalui suatu zat/molekul-molekul benda padat yang terkena panas atau terbakar. Didalam bangunan hal ini dapat terjadi melalui dinding, lantai dan langit-langit ruangan.

3. Radiasi

Yaitu perpindahan panas akibat pancaran sinar panas/gelombang elektromagnetik. Gelombang panas ini menembus benda dengan intensitas yang berbeda tergantung dari karakteristik benda terhadap panas. Dengan cara ini perpindahan panas dapat terjadi pada benda-benda yang jaraknya jauh dari sumber api.



Gambar 2.5. Perambatan panas api pada bangunan
(Sumber: David Egan, 1978: 6-7)

Gambar 2.5 menunjukkan perambatan panas api pada saat kebakaran ada 3 cara, yaitu (1) Konveksi: perambatan panas melalui pergerakan udara akibat perbedaan tekanan udara. Pergerakan udara yang berasal dari koridor, ruang terbuka, dan atrium hingga menyebar pada lantai di atasnya. Sehingga semakin cepat pergerakan udara didalam ruang, maka semakin cepat perambatan apinya. Sedangkan semakin lambat aliran udara maka semakin lambat perambatan apinya. (2) Konduksi: Penyebaran panas pada bangunan melalui radiasi panas dari material yang ada di dalam ruang. Pada penyebaran melalui konduksi ini berarti semakin mudah terbakar material ruang, maka akan semakin cepat penyebaran panas api. Sedangkan semakin sulit terbakar material, maka akan lebih lama penyebaran apinya. (3) Radiasi: Penyebaran panas melalui pancaran sinar yang berasal dari material yang ada di dalam ruang. Kecepatan penyebaran tergantung dari karakteristik (jenis, bahan dasar material, sifat fisik material). Hal itu berarti api akan semakin cepat menyebar apabila karakteristik material mempunyai pancaran sinar panas yang cukup besar. Sedangkan material yang memiliki pancaran sinar panas yang relatif kecil akan lambat penyebaran panasnya.

2.1.5. Beban Api

Beban api adalah suatu nilai yang berkaitan dengan banyaknya benda-benda atau material didalam bangunan/ruangan yang mudah terbakar. Beban api merupakan kadar ukuran panas yang dikandung oleh material tersebut. Material yang dimaksud meliputi langit-langit, dekorasi, perabot dan jaringan utilitas yang ada. Nilai kalori yang dihasilkan jika terbakar disetarakan dengan berat kayu yang menghasilkan nilai kalori sama.

Beban api (*fire load*) didefinisikan sebagai jumlah bahan yang terbakar per luas lantai ruangan. Beban api pada bangunan terdiri dari 2 macam yaitu beban api tetap dan tidak tetap. Beban api tetap adalah beban api yang ditimbulkan oleh jumlah material struktur yang dapat terbakar seperti dinding dan lantai. Beban api tidak tetap adalah beban api yang ditimbulkan oleh isi bangunan seperti perabot dan dekorasi. Dengan demikian beban api bangunan bervariasi tergantung fungsi yang mempengaruhi isi bangunan seperti pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1. Beban api berdasarkan jenis bangunan:

FUNGSI BANGUNAN	BEBAN API (kg/m ²)
Rumah tinggal	25
Apartemen	30-60
perkantoran	30-80
Pertokoan/pusat perbelanjaan	s/d 250
Bangunan industri/pabrik	s/d 150
Pegudangan dan umum	s/d 500
Bengkel/perakitan	25-60
sekolah	30-45
perpustakaan	60-90

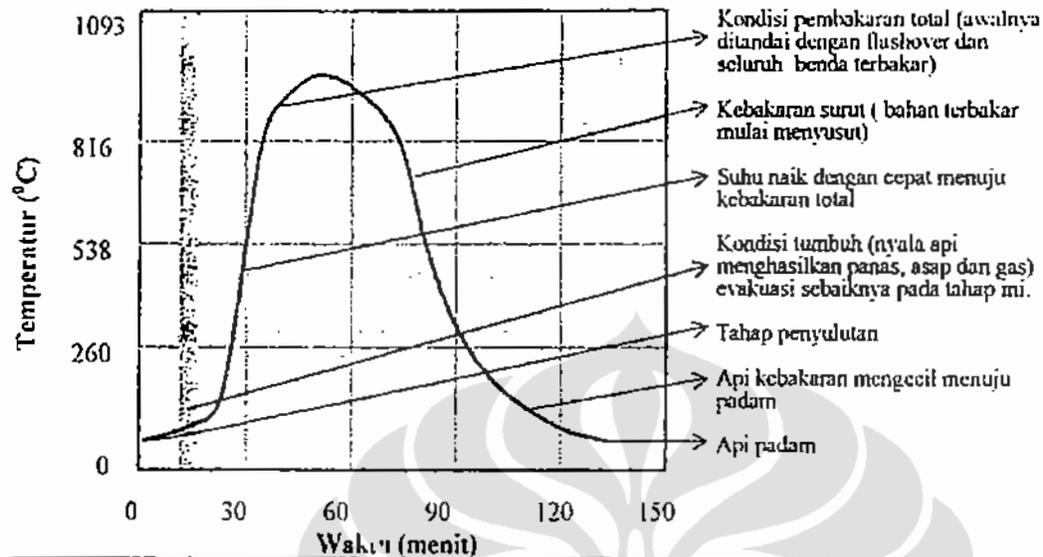
(Sumber: Suprpto, Sistem proteksi pasif, 1994)

Dari tabel 2.1 di atas menunjukkan bahwa dengan beban api sampai dengan 250 (kg/m²), maka bangunan pusat perbelanjaan memiliki risiko kebakaran yang tinggi.

2.1.6. Hubungan Kurva Temperatur Dan Waktu Kebakaran

Kurva temperatur-waktu menunjukkan hubungan antara temperatur kebakaran dengan lamanya waktu kebakaran. Kurva ini diperlukan untuk perencanaan evakuasi akibat bahaya kebakaran. Pada kurva ini (gambar 2.6) ditunjukkan bahwa evakuasi sebaiknya dilakukan pada tahap pertumbuhan kebakaran.

Kebakaran pada tahap penyulutan (*Ignition*), api masih relatif kecil dan temperatur naik secara perlahan. Ketika api mulai membesar dan berkembang, temperatur akan naik dengan cepat karena akumulasi dari bahan-bahan yang terbakar (tahap pertumbuhan). Pada saat ini biasanya alat-alat pendeteksi dan alarm kebakaran mulai bekerja karena suhu kebakaran dan asap yang diproduksi telah mencapai batas yang dapat mengaktifkannya. Semakin cepat kebakaran terdeteksi oleh alat atau indera manusia maka semakin penyelamatan/evakuasi dapat dilakukan.

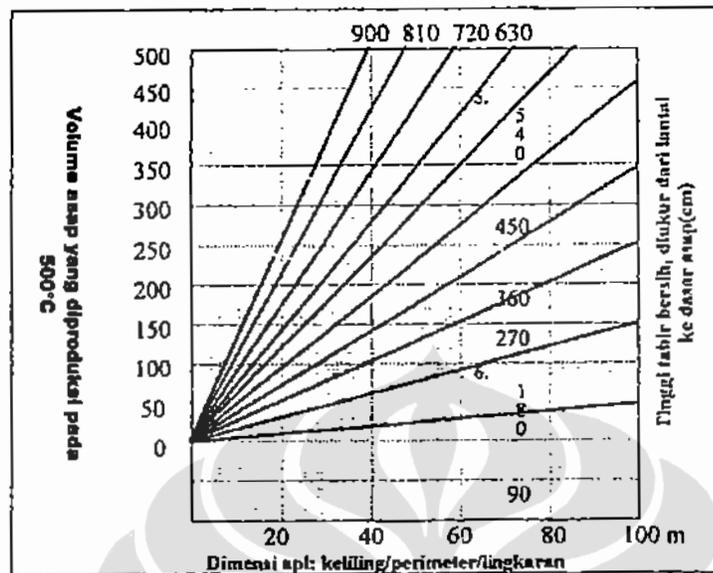


Gambar 2.6. Kurva temperatur-waktu kebakaran
(Sumber : David Egan, 1978:9)

2.1.7. Asap

Fakta pertama dari kebakaran adalah bahwa, hanya asap yang mudah terlihat dan tercium pada kebakaran didalam bangunan. Efek dari asap dapat sangat mematikan atau setidaknya – tidaknya berpotensi membahayakan keselamatan manusia atau kebakaran manusia atau kebakaran itu sendiri. Secara umum gumpalan asap diatas api kebakaran terbentuk dari tiga unsur : uap panas dan gas dari kebakaran, material terkomposisi yang tidak terbakar sempurna dan sejumlah udara yang ikut naik bersama gumpalan gas panas.

Kecepatan pertumbuhan asap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: luas permukaan api (material terbakar), panas yang ditimbulkan oleh kebakaran, tinggi efektif dari kolom gas panas diatas nyala api. Waktu pertumbuhan asap menurut penelitian yang dilakukan Hinkley (1971) dan Patterson (1993), menunjukkan hasil pengukuran ketinggian (bawah) asap dari lantai bangunan pada suatu simulasi kebakaran (lihat gambar 2.7)

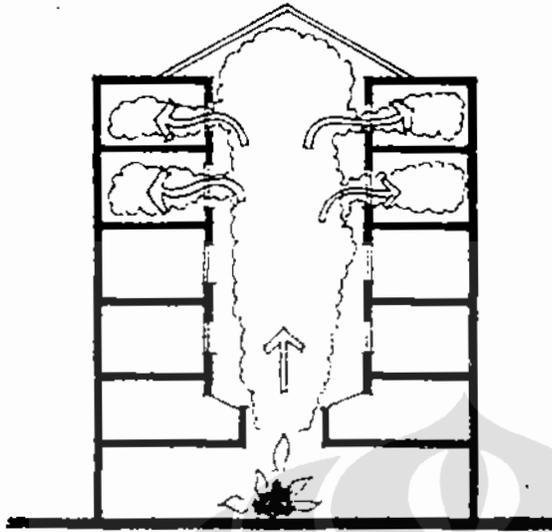


Gambar 2.7. Diagram hubungan antara produk asap kebakaran dengan ukuran api dan tinggi langit-langit.

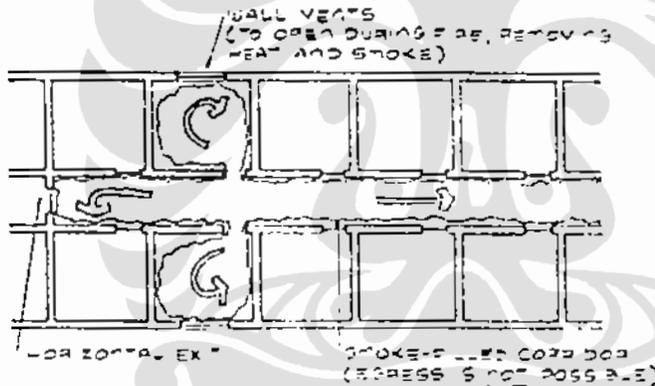
(Sumber: Patterson James, *Simplified design for building fire safety*, 1993)

Pada gambar 2.7. menunjukkan produk asap yang dihasilkan akibat kebakaran dalam ruang. Pengisian asap pada suatu ruang di pengaruhi oleh luas dan tinggi langit-langit. Perkiraan waktu pengisian asap ini sangat berguna untuk memperhitungkan waktu evakuasi manusia dari bahaya kebakaran. Sehingga makin tinggi dan luas ruangan, maka akan semakin lama asap mengisi ruang. Sedangkan bila ruang sempit dan plafon rendah, maka asap akan lebih cepat mengisi ruang. Bila waktu pengisian asap lama maka waktu yang bisa dipergunakan untuk evakuasi akan lebih lama pula. Namun bila waktu pengisian asap cepat maka waktu evakuasi pun cepat. Hal ini akan mempengaruhi jumlah kerugian material maupun korban jiwa akibat terlambatnya evakuasi.

Dalam satu ruangan/bangunan, asap akan terlebih dahulu mengisi atas ruangan, kemudian baru menyebar secara horizontal, dan akhirnya bergerak vertikal kebawah untuk memenuhi seluruh ruang yang ada. Oleh sebab itu tinggi langit-langit dan dimensi luas lantai bangunan merupakan hal yang dapat mempengaruhi penyebaran dan pergerakan asap. Pada gambar 2.8. menunjukkan keadaan penyebaran asap secara vertikal dan horizontal pada ruang/bangunan.



Jika sebuah ruangan tidak memiliki bukaan, maka asap akan menyebar secara vertikal dan horizontal memenuhi bagian atas ruangan



Penyebaran asap secara horizontal melalui koridor

Gambar 2.8. Keadaan penyebaran asap secara vertikal dan horizontal pada bangunan

(Sumber: David Egan, 1978:167)

Gambar 2.8. menunjukkan arah penyebaran asap pada suatu bangunan yang terbakar, kecepatan penyebaran asap dipengaruhi oleh dimensi ruang. Pada penyebaran kearah vertikal asap akan membentur plafond akan bergerak kearah samping dan kebawah , hingga memenuhi isi ruang. Asap tidak keluar dari bangunan karena tidak ada sistem pengendalian asap (cerobong untuk asap). Sehingga apabila tidak ada lubang untuk keluar asap dari dalam bangunan, maka asap akan semakin pekat didalam ruangan. Hal ini sangat berbahaya bagi pernafasan dan penglihatan korban kebakaran. Sedangkan pada penyebaran secara horizontal, asap akan bergerak kearah sekitar titik api melalui bukaan ruang. Sama

halnya dengan penyebaran secara vertikal bila tidak ada pengendalian asap, maka asap akan semakin cepat memenuhi ruangan.

2.1.8. Bahaya Akibat Kebakaran Bagi Manusia

Bahaya kebakaran bagi manusia dapat dipisahkan dalam beberapa macam. Pertama bahaya akibat panas, kedua akibat asap dan ketiga akibat gas beracun. Bahaya akibat panas kebakaran akan menurunkan kemampuan fisik manusia sebelum terbakar. Bahaya akibat asap kebakaran dapat mengurangi jarak pandang sehingga kemampuan melihat berkurang dan memperlambat waktu untuk menyelamatkan diri. Sedangkan akibat yang ditimbulkan kandungan gas beracun akan menurunkan fungsi organ penting manusia seperti penglihatan, pernafasan, dan organ lainnya.

2.1.8.1. Bahaya Akibat Suhu Panas Kebakaran

yaitu Menurut Egan (1977), penghuni bangunan tidak dapat bertahan didalam bangunan yang mempunyai suhu sangat tinggi dalam beberapa menit saja. Semakin tinggi Peningkatan suhu maka ke tahanan tubuh manusia akan semakin cepat melemah. Sebagai contoh tubuh manusia merasa nyaman jika kisaran suhu udara disekelilingnya antara 19-25 derajat celcius. jika suhu di sekitarnya meningkat melebihi batas kenyamanan maka aktivitas yang dilakukan manusia akan terganggu dan daya tahan tubuh menurun. Misalnya pada saat suhu udara diatas api mencapai 200°C, maka keadaan ini tidak tertahankan oleh fisik manusia lebih dari lima menit. Gambar berikut menunjukkan respon fisik manusia terhadap peningkatan suhu udara akibat kebakaran.

Respon manusia terhadap temperatur



Gambar 2.9. Respon tubuh manusia terhadap suhu ruang
(Sumber: Egan, David, 1978:5)

Gambar 2.9. menunjukkan batas suhu respon tubuh manusia terhadap suhu ruangan. Bila dihubungkan dengan waktu dan proses pertumbuhan api seperti terlihat di gambar 2.6, maka pada peristiwa kebakaran, proses evakuasi harus segera dilakukan sebelum mencapai waktu 30 detik. Semakin lama waktu evakuasi maka semakin besar kerusakan organ tubuh, bahkan meninggal dunia.

2.1.8.2. Bahaya Akibat Asap

Asap adalah produk pembakaran material yang tidak sempurna dan terdiri atas partikel-partikel gas dan uap beserta unsur-unsur terurai (terdekomposisi) yang dilepas oleh material yang terbakar. Asap menimbulkan dua macam bahaya, pertama akibat gas beracun yang dikandungnya dan kedua akibat gangguan jarak pandang akibat kepadatan/kepekatan (*density*) di udara.

1. Bahaya akibat gas beracun

Semua bahan yang bersifat mudah terbakar (*combustible*), apabila terbakar akan melepaskan karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Oleh karena itu, di dalam asap selalu terkandung unsur-unsur tersebut. Selain itu terdapat juga gas-gas beracun lain sebagai produk tambahan dari pembakaran. Jenis senyawa gas-gas racun tersebut bermacam-macam tergantung dari unsur kimia yang dikandung oleh material yang terbakar.

Demikian pula dengan kandungan racun yang dikandungnya juga

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

mempunyai potensi bahaya bermacam-macam. Pada tabel berikut disajikan daftar senyawa racun yang dikandung asap akibat kebakaran dari material yang sering digunakan untuk interior dan eksterior.

Tabel 2.2. Gas Beracun produk pembakaran berbagai bahan

MATERIAL/BAHAN	GAS/ RACUN PRODUK PEMBAKARAN
Semua bahan mudah terbakar	Karbon dioksida (CO ₂) dan Karbon monoksida (CO)
Celuloid, Polyurethane	Nitrogen oksida (NO)
Wool, sutra, kulit, plastik dan rayon	Hydrogen cyanide (HCN)
Kayu, kertas	Acrolein (C ₃ H ₄ O)
Karet, Thiokol	Sulfur dioksida (SO ₂)
Polyvinyl chloride, plastik retardant	Asam-asam Halogen (HCl, HBr, HF dan Phosgene)
Melamine, nylon, resin, urea formaldehyde	Ammonia (NH ₃)
Polystyrene	Benzene (C ₆ H ₆)
Phenol formaldehyde, kayu, nylon, polyester resin	Aldehyde
Plastik retardant	Senyawa antimony (Sb)
Busa polyurethane	Isocyanat

Sumber : Lily Tambunan (1996) :29

Karbon monoksida (CO) bersifat racun bagi manusia dan merupakan penyebab kematian yang sering terjadi pada peristiwa kebakaran. Bila terhirup oleh pernafasan, gas CO akan masuk ke dalam tubuh, sehingga oksigen dalam darah berkurang, kemudian kemampuan syaraf di otak yang mengatur fungsi jantung dan pernafasan melemah dan berhenti. Jika manusia berada di lingkungan yang mengandung gas CO dengan konsentrasi sebesar 1%, maka dalam waktu 5 menit akan pingsan dan dalam waktu relatif singkat kemudian akan mati. Menurut Patterson (1993), beberapa simulasi kebakaran yang dilakukan, konsentrasi CO yang dihasilkan umumnya lebih dari 10%. Kandungan gas beracun akan mempengaruhi kondisi tubuh manusia seperti dijelaskan pada tabel berikut ini;

Tabel 2.3. Pengaruh kandungan gas terhadap kondisi tubuh manusia

GAS	PERSENTASE VOLUME DI UDARA	PENGARUH TERHADAP MANUSIA
O ₂	10	Pusing-pusing, pernafasan makin cepat
	7	Kelengar/pingsan
	5	Konsentrasi minimum untuk dapat hidup
	2 - 3	Kematian dalam beberapa menit
CO ₂	2	Pernafasan 30% lebih cepat
	4	Mulai terasa mual
	4,5 - 5	Pernafasan cepat sekali, timbul mual
	7 - 9	Batas toleransi
	10 - 11	Tidak sadar dalam 10 menit
	15 - 20	Gejala iritasi bertambah
CO	25 - 30	Sesak nafas, tekanan darah turun, mati suri, kematian setelah beberapa saat.
	0,02	Sakit kepala dalam 2-3 jam
	0,04	Berkeringat, kelengar dalam 1-2 jam
	0,08	Tidak sadar diri dalam 2 jam
	0,16	Pusing mual dalam 20 menit
	0,32	Pusing dalam 5-10 menit, kematian dalam 30 menit
	0,64	Pusing dalam 1-2 menit, kematian dalam 10-15 menit
1,20	Tak sadar diri, kematian dalam 1-2 menit	

Sumber : Soeprpto (1994), ASHRAE

Tabel 2.5 menunjukkan pengaruh kandungan gas akibat asap pada tubuh manusia. Gas tersebut adalah O₂, CO₂, CO yang dapat menyebabkan rasa sakit dan yang paling parah meninggal. Semakin tinggi presentase volume udara dari masing-masing gas, maka semakin besar respon yang diterima oleh tubuh manusia. Atau semakin besar kandungan volume udara pada masing-masing gas akan menyebabkan meningkatnya rasa sakit yang harus di rasakan oleh tubuh manusia.

2. Bahaya terhadap jarak penglihatan

Melalui timbulnya sakit mata akibat terkena gas/asap dan konsentrasi kepadatan asap yang dapat menghalangi tingkat kejelasan penglihatan. Produk pembakaran material berupa asap, selain mengganggu fisik juga mengganggu jarak pandang akibat konsentrasi kepadatannya di udara. Akibat konsentrasi asap yang berlebihan kemampuan manusia untuk melihat pintu ke luar bangunan pada keadaan darurat menjadi berkurang dan evakuasi manusia menjadi terhambat. Kepadatan asap juga menyulitkan petugas untuk mencari sumber api.

2.1. EVAKUASI KEBAKARAN PADA BANGUNAN

Evakuasi kebakaran adalah pemindahan/pengusiran penghuni dari dalam bangunan yang terbakar ketempat yang aman, baik di dalam bangunan (sementara) ataupun di luar bangunan. Evakuasi kebakaran dapat juga diartikan sebagai upaya untuk mengamankan penghuni dari suatu ruang/bangunan yang terbakar menuju area/ruang aman didalam bangunan yang terbakar.

Keberhasilan suatu sistem evakuasi kebakaran pada bangunan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

1. Sistem proteksi Aktif

Yaitu sistem proteksi terhadap bahaya kebakaran yang memerlukan energi dalam pengoperasiannya. Hal ini dapat terlihat pada instalasi utilitas bangunan yang terkait didalamnya. Sarana ini memiliki beberapa fungsi terutama berkaitan pada proses pemadaman kebakaran, mulai dari mendeteksi adanya kebakaran, memberi peringatan kepada penghuni hingga pada proses pemadaman secara langsung yang juga menunjang selama proses evakuasi berlangsung.

2. Sistem proteksi pasif

Yaitu proteksi terhadap bahaya kebakaran yang lebih menekankan pada aspek desain bangunan seperti: pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, perencanaan yang tidak menyebabkan asap dengan mudah memenuhi ruang ataupun api tidak mudah merambat keruang lain dan lain sebagainya.

Adapun yang menjadi penekanan utama pada proteksi pasif ini adalah:

1. Perencanaan tapak dan akses untuk pemadaman kebakaran
2. Pengurangan penyebaran api eksternal lewat dinding luar
3. Pencegahan penyebaran kebakaran lewat penutup atap
4. Pengaturan lokasi tempat kegiatan untuk mengurangi risiko penyebaran api
5. Perancangan konstruksi kompartemen
6. Vent kebakaran pada bangunan bertingkat
7. Pemenuhan persyaratan ketahanan api (*fire-rated*)

Sarana evakuasi kebakaran yang merupakan sistem proteksi pasif terdiri dari:

1. Pintu darurat kebakaran
 2. Tangga darurat kebakaran (termasuk:dinding tahan api, lobby tangga, tangga dan kelengkapan lainnya)
 3. Jalan keluar/jalur penyelamatan darurat (*Exit routes*)
3. Manajemen penyelamatan dari bahaya kebakaran (*Fire Safety Management*)

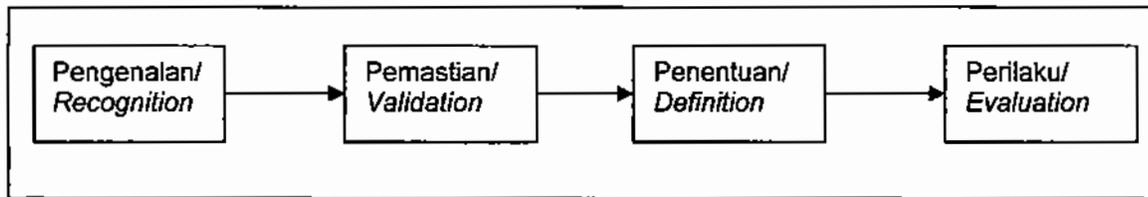
Proteksi aktif dan pasif hanyalah menyangkut unsur fisik bangunan, sementara itu permasalahan utamanya adalah pencegahan bahaya kebakaran dan langkah-langkah yang harus diambil untuk mencegah meluasnya kebakaran serta tindakan evakuasi. Hal inilah yang diperlukan untuk melengkapi kedua sarana proteksi tersebut yaitu suatu *Fire Safety Management* yang didefinisikan sebagai pola pengelolaan/pengendalian unsur-unsur manusia/personil, sistem dan peralatan, data teknis, serta kelengkapan lainnya dengan tujuan untuk menjamin dan meningkatkan keamanan total pada bangunan gedung terhadap bahaya kebakaran (Lasino & Effendi, 2005)

Fire Safety Management mencakup beberapa hal, sebagai berikut:

- Pemeriksaan dan pemeliharaan
- Organisasi pengendalian dan pencegahan kebakaran
- Pelatihan bagi petugas
- Audit terhadap sistem proteksi kebakaran
- Penyusunan FEP(*Fire Emergency Plan*)
- Kerumahtanggan (*House keeping*)
- Komunikasi, intern (dalam wilayah bangunan), dan ekstern(dengan dinas pemadam kebakaran)

2.2.1. Perilaku Pengguna Bangunan Pada Saat Terjadi Kebakaran Di Dalam Bangunan

Perilaku pengguna bangunan pada saat terjadi kebakaran didalam bangunan dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu reaksi pertama dan proses pengambilan keputusan. Khusus untuk proses pengambilan keputusan dapat dilihat pada gambar 2.10. berikut ini:



Gambar 2.10. Diagram proses pengambilan keputusan pada masing-masing individu
(Lathrop, James, 1995:72)

1. Reaksi Pertama

Reaksi pertama orang pada saat terjadi kebakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat keseriusan bahaya kebakaran, kepribadian seseorang, latihan yang diterima, dan pengalaman lainnya. Menurut Lathrop (1995), pada keadaan kebakaran yang dianggap serius, tidak ada orang yang berusaha untuk memadamkan api. Indikasi ini menunjukkan bahwa evakuasi bukan merupakan suatu reaksi awal terhadap bahaya kebakaran. Orang-orang cenderung untuk menegaskan ancaman bahaya baru, kemudian membuat keputusan. Secara normal orang akan melewati proses berfikir untuk membuat keputusan.

2. Proses pengambilan keputusan

Menurut Lathrop (1995), menyebutkan bahwa perilaku/reaksi individu dalam situasi kebakaran adalah suatu yang rumit dan serius proses pengambilan keputusan untuk menanggapi isyarat bahaya yang meliputi empat tahap, yaitu: *Pengenalan Recognition, Pemastian/Validation, Penentuan/Definition, Penilaian/Evaluation terhadap bahaya yang berlangsung pada diri masing-masing individu.*

a. Pengenalan *Recognition*

Taraf pertama dari proses reaksi awal terhadap bahaya kebakaran adalah pengenalan tanda-tanda kebakaran seperti:

- Mendengar atau merasa ada suara aneh, misalnya teriakan kebakaran
- Alarm kebakaran berbunyi
- Perilaku penghuni tidak seperti biasa, panik, lari, dan lain-lain.
- Penerangan dan telepon padam/mati
- Asap dan debu
- Informasi dari orang

Isyarat bahaya kebakaran mungkin tidak menunjukkan kejelasan/keseriusan situasi. Orang cenderung menafsirkan isyarat dengan pengalaman pribadinya dan berfikir optimis. Evakuasi mungkin menjadi lambat jika orang tidak yakin terhadap isyarat yang diterimanya merupakan bahaya kebakaran. Keracunan yang dialami dalam menerima isyarat bahaya disebabkan orang tidak mempunyai pengetahuan mengenai pencegahan dan mengatasi bahaya kebakaran. Fakta ini menunjukkan bahwa hanya asap dengan jumlah besar dan nyala api yang dapat diartikan dengan jelas sebagai ancaman bahaya kebakaran. Kesiapsiagaan atau mencari informasi mungkin merupakan reaksi pertama setelah menerima isyarat kebakaran.

2. Pemastian/*Validation*

Langkah selanjutnya dalam proses menanggapi isyarat bahaya adalah berusaha untuk memastikan/menegaskan bahaya. Proses ini mungkin berlangsung dengan beberapa penafsiran tentang situasi disekitarnya. Jika dapat memutuskan, maka orang akan menentukan langkah selanjutnya tergantung pada anggapan tentang tingkat keseriusan bahaya.

3. Penentuan/*Definition*

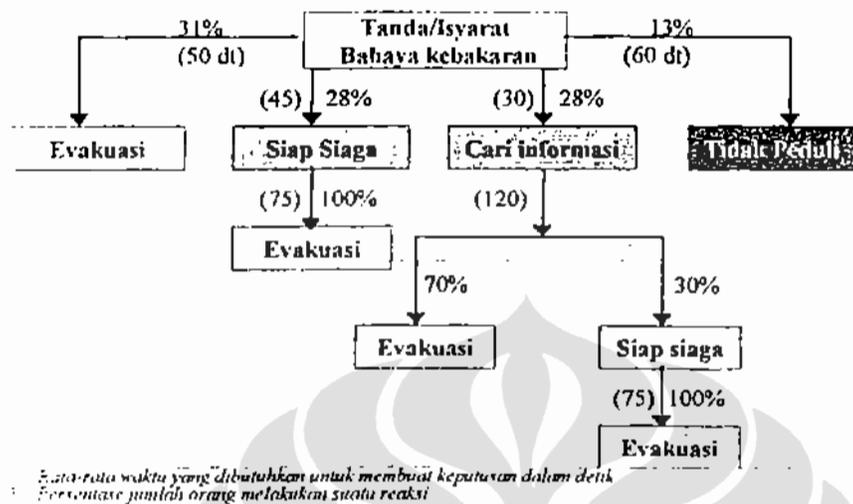
Jika seseorang dapat menentukan suatu bahaya, maka akan mengevaluasi efeknya dan reaksi (awal) seperti: menyelamatkan diri atau memadamkan api. Faktor yang mempengaruhinya antara lain; intensitas asap, intensitas nyala api, dan intensitas panas. Hal ini sangat berkaitan dengan lokasi seseorang pada saat terjadi kebakaran. Meskipun demikian tipe isyarat yang diterima dapat mempengaruhi reaksi awal yang dipilih.

4. Penilaian/*Evaluation*

Proses evaluasi dapat digambarkan sebagai kegiatan psikologis yang dibutuhkan secara sadar untuk menanggapi ancaman bahaya, apakah harus menyelamatkan diri, memadamkan api ataupun mengabaikan tanda isyarat kebakaran.

Dari hasil survai/penelitian Lathrop (1995) dengan kasus kebakaran di *The State Theatre's Hongkong*, memberikan gambaran presentase dan kesimpulan yang menunjukkan adanya banyak faktor yang mempengaruhi seseorang mengambil

keputusan awal saat setelah mendapat isyarat bahaya kebakaran. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil survey tersebut dapat dilihat di gambar 2.12 dibawah ini:



Gambar 2.11. Diagram Prosentase jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan untuk menentukan sikap (awal) setelah isyarat kebakaran pada masing-masing individu.

(Sumber: Lhatrop, 1995:73)

Hasil survai tersebut menyatakan bahwa sesaat setelah ada isyarat bahaya kebakaran, 31% pengunjung dalam waktu 50 detik berusaha menyelamatkan diri (evakuasi), 28% pengunjung dalam waktu 45 detik siap siaga dan 75 detik kemudian melakukan evakuasi. 28% pengunjung pada tahap awal mencari informasi selama 30 detik, 120 detik berikutnya sebagian (70) melakukan evakuasi, dan sebagian lainnya (30%) siap siaga sebelum akhirnya melakukan evakuasi setelah 775 detik. Pengunjung sisanya (13%) pada tahap awal menerima isyarat hingga 60 detik kemudian, tidak memperhatikan isyarat bahaya kebakaran.

2.2.2. Waktu Evakuasi

Waktu evakuasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelamatkan penghuni dari sebuah bangunan. Evakuasi dari bangunan yang terbakar dapat dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama adalah evakuasi dari tiap lantai bangunan menuju daerah aman pada lantai yang sama (*Vestibule/lobby*) tangga kebakaran, ruang penyelamatan sementara dan tangga kebakaran). Tahap kedua adalah evakuasi dari lantai atas bangunan ke luar (*lantai dasar/ground floor*) melalui tangga kebakaran.

2.2.2.1. Waktu Evakuasi pada lantai bangunan

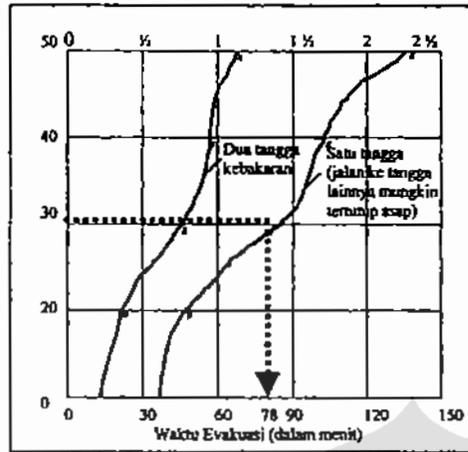
Waktu yang diperlukan penghuni menyelamatkan diri pada bangunan dipengaruhi oleh beberapa hal:

1. Kepadatan penghuni diruang sirkulasi/pintu kebakaran pada jam puncak dan dalam keadaan darurat kebakaran.
2. Waktu berfikir yang diperlukan untuk menanggapi sinyal/tanda bahaya sebelum semua penghuni/pengunjung memutuskan untuk menyelamatkan diri (menurut Lathrop adalah hampir 4 menit)
3. Kecepatan orang normal keluar dari sebuah lantai bangunan menuju area aman dalam keadaan darurat/*Crowded* adalah kurang lebih 0,75 meter/detik.

Dengan demikian waktu yang diperlukan untuk mencapai daerah aman pada keadaan darurat dalam satu lantai bangunan bertingkat adalah 60 detik. Jika ruangan pada keadaan darurat dan berasap maka kecepatan orang dapat diasumsikan sebagai berikut: $45m:0,30m/det = 150$ detik atau 2,5 menit, sehingga waktu optimum yang dibutuhkan untuk menyelamatkan diri dari lantai bangunan yang terbakar menuju daerah aman pada lantai yang sama adalah 225 detik +150 detik atau 6 menit 15 detik.

2.2.2.2. Waktu evakuasi dari lantai atas keluar bangunan

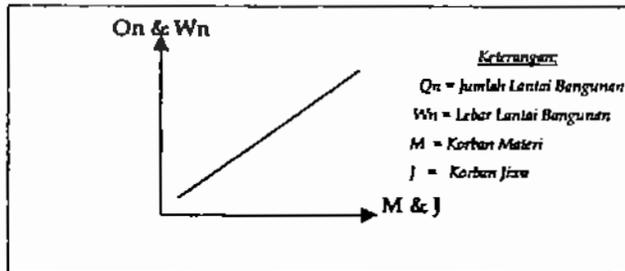
Setelah mencapai daerah aman pada lantai bangunan, penghuni bangunan (yang mengalami kebakaran) harus menyelamatkan diri keluar bangunan menggunakan tangga kebakaran. Semakin tinggi suatu bangunan maka waktu tempuh yang dibutuhkan untuk keluar juga semakin lama. Gambar 2.14 menjelaskan hubungan antara waktu evakuasi dengan jumlah lantai bangunan yang mempunyai tangga kebakaran dengan lebar bersih 110 cm dan beban penghuni bangunan 240 perlantai. Sebagai contoh sebuah bangunan bertingkat 30 yang mempunyai 2 anak tangga kebakaran setiap lantai mempunyai waktu evakuasi sekitar 30 menit jika kedua tangga kebakaran dapat berfungsi dengan baik. Jika salah satu tangga kebakaran tidak bisa digunakan (misal tertutup api dan asap), waktu evakuasi penghuni dengan menggunakan satu tangga adalah 78 menit. Angka ini lebih kecil dari standar ketahanan api ruang tangga kebakaran SKBI dan NFPA yang mensyaratkan lebih dari 2 jam.



Gambar 2.12. Diagram waktu dari tangga kebakaran (240 orang/lantai)
(Sumber: David Egan, 1978:219)

2.3. FASILITAS EVAKUASI KEBAKARAN

Fasilitas keamanan dan keselamatan pada bahaya kebakaran di dalam bangunan pusat perbelanjaan, khususnya fasilitas evakuasi kebakaran, sebenarnya adalah merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk memberikan jaminan keamanan dan keselamatan pada bahaya kebakaran atau menurunkan tingkat tingkat kerugian materi dan khususnya korban jiwa (Ichiro Hagiwara, 1993 & SKBI, 2000). Banyaknya jumlah kerugian materi dan korban jiwa akibat suatu peristiwa kebakaran didalam bangunan pusat perbelanjaan yang terjadi selama ini, sering disebabkan oleh sarana dan sistem keselamatan pada bahaya kebakaran didalam bangunan yang tidak sesuai sebagaimana mestinya. Menurut Ichiro Hagiwara (1993), semakin banyak jumlah lantai dan semakin lebar lantai pada bangunan, maka semakin besar risiko yang ditimbulkan pada suatu peristiwa kebakaran, baik korban materi maupun korban jiwa (lihat gambar 2.13).

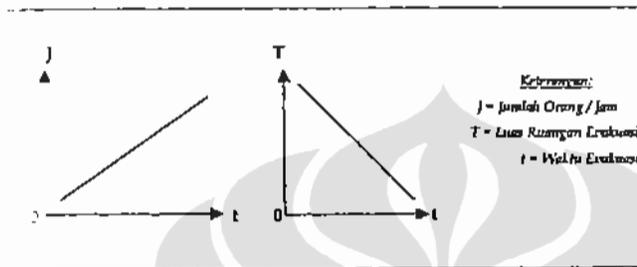


Gambar 2.13. Hubungan jumlah lantai dan lebar lantai dengan korban material dan jiwa pada suatu jenis bangunan.

(sumber: Hagiwara, 1993: 67)

Gambar 2.13. menunjukkan bahwa korban kebakaran dipengaruhi oleh kondisi fisik bangunan. Pada grafik diatas menunjukkan semakin banyak jumlah lantai dan lebar lantai bangunan, maka akan semakin banyak korban jiwa dan materi.

Menurut Egan (1978), Kebutuhan dimensi ruang evakuasi kebakaran dalam bangunan harus sesuai dengan waktu evakuasi yang dibutuhkan oleh sejumlah orang sampai mencapai keadaan aman (lihat gambar 2.14)



Gambar 2.14. Hubungan jumlah orang tiap jam dengan waktu evakuasi, dan luas ruang evakuasi dengan waktu evakuasi di dalam bangunan
(sumber: David Egan, 1978: 219)

Gambar 2.14 ada 2 grafik yang pertama menjelaskan bahwa waktu evakuasi dipengaruhi oleh manusia yang menggunakan pada setiap jamnya. Sedangkan grafik yang ke dua menjelaskan bahwa waktu evakuasi dipengaruhi oleh luas ruang evakuasi. Semakin luas ruang evakuasi, maka waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi lebih lama. Apabila dihubungkan antara dua grafik tersebut akan menyatakan waktu untuk evakuasi dipengaruhi oleh jumlah manusia dan luas ruang evakuasi. Waktu evakuasi akan meningkat bila jumlah orangnya banyak, dan waktu evakuasi bisa menurun bila luas ruang evakuasi lebih sempit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perencanaan luas ruang evakuasi diperhitungkan dari pengguna bangunan untuk mempersingkat waktu evakuasi.

Didalam Standar Konstruksi Bangunan Indonesia / SKBI (2000) ditetapkan fasilitas evakuasi bangunan sebagai sarana jalan keluar untuk penyelamatan, khususnya jiwa manusia, dari dalam bangunan yang mengalami kebakaran. Sarana penyelamatan secara horisontal ataupun vertikal itu berupa pintu darurat kebakaran, tangga darurat kebakaran, ruang penyelamatan sementara, dan jalan/ jalur penyelamatan darurat kebakaran, atau kombinasi dari sarana-sarana tersebut.

Kelayakan fasilitas evakuasi kebakaran tersebut terdiri dari dimensi-dimensi variabel yang diperoleh dan disimpulkan dari: Egan (1978), Hagiwara (1993), SKBI (2000), dan Aswito (1994, 1995, 1996), yaitu:

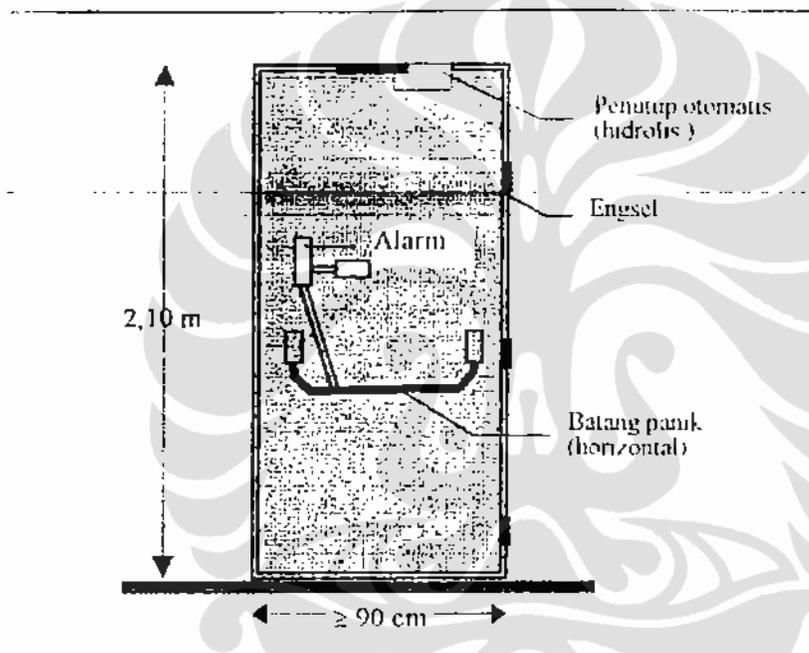
1. Kemudahan yang dapat diperoleh dari fasilitas evakuasi kebakaran tersebut jika tiba-tiba terjadi kebakaran di dalam bangunan, seperti:
 - Kemudahan dan kejelasan orientasi pada fasilitas evakuasi kebakaran di saat terjadinya peristiwa darurat kebakaran, seperti daya tarik visual dan sisi/letak fasilitas evakuasi.
 - Kemudahan akses/pencapaian ke arah fasilitas evakuasi, seperti tidak terdapatnya barang benda-benda yang dapat menghalangi sirkulasi ke arah fasilitas evakuasi, penyebaran fasilitas evakuasi yang merata pada setiap sisi dalam bangunan.
 - Dapat dipergunakan oleh setiap orang.
2. Keamanan dan keselamatan yang diberikan oleh fasilitas evakuasi kebakaran pada setiap pengguna bangunan dari bahaya kebakaran di saat terjadinya peristiwa darurat kebakaran, dalam hal: perlindungan setiap orang dari api dan asap (fasilitas harus bebas dan tahan api/panas & asap), ukuran minimal teknik yang dipenuhi, tidak terkunci, dan jumlah /ketersediaan.
3. Kenyamanan pada fasilitas evakuasi di saat dipergunakan, seperti: keluasan bergerak (sempit/lebar, tinggi/rendah, dll), permukaan lantai dan kebersihan.
4. Kemampuan fasilitas evakuasi tersebut dalam menyalurkan setiap orang ke tempat yang aman secara cepat ditunjang oleh jumlah dan kapasitas dari fasilitas evakuasi tersebut disesuaikan dengan kapasitas pengguna bangunan dan fungsinya.

Suatu fasilitas evakuasi kebakaran dikatakan layak jika fasilitas evakuasi tersebut memenuhi kriteria kelayakan fasilitas evakuasi kebakaran, yaitu setiap kriteria tersebut tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya dan saling mendukung.

2.3.2. Pintu Darurat

Didalam SKBI (2000) ditetapkan bahwa pintu darurat kebakaran adalah pintu yang didesain khusus sebagai pembatas antara ruangan tempat terjadinya kebakaran dengan ruangan darurat penyelamatan/tangga darurat kebakaran, dan pembatas ruangan darurat penyelamatan/tangga darurat kebakaran dengan daerah luar bangunan, pintu tersebut dapat dibuka dan ditutup searah horisontal dengan ukuran ketentuan tertentu, serta harus memenuhi kriteria suatu fasilitas evakuasi yang ditetapkan.

Dimensi minimum pintu kebakaran, sebagai berikut: lebar bersih 90 cm, tinggi ambang bawah bersih 210 cm, dan bekerja/menutup secara otomatis. Kekuatan untuk membuka pintu 10 kg, yang dilengkapi batang panik untuk membuka dan mendorongnya dengan arah bukaan pintu ke arah tangga darurat/daerah penyelamatan/ ke arah luar bangunan. Pintu tersebut harus memiliki ketahanan terhadap pembakaran api selama 2 jam. jumlah pintu kebakaran setiap lantainya minimal dua pintu yang letaknya harus berada pada arah yang berlawanan, namun biasanya jumlah dan perletakan pintu darurat ini harus juga disesuaikan dengan beban penghuni bangunan.

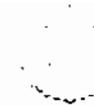


Gambar 2.15. Detail pintu kebakaran dengan kelengkapannya

(Sumber: SKBI, 2000: 10)

2.3.2. Tangga Darurat Kebakaran

Tangga darurat kebakaran merupakan bagian dari sarana jalan keluar sebagai sirkulasi vertikal yang menghubungkan satu tingkat lantai di dalam suatu bangunan, minimal harus ada dua tangga darurat yang letaknya berjauhan yang disesuaikan dengan luas dan bentuk dari denah lantai tersebut. Untuk bangunan yang berlantai banyak, tangga kebakaran merupakan titik akhir tujuan dari sarana evakuasi sebagai sirkulasi penyelamatan secara vertikal. Jumlah tangga darurat kebakaran juga berkaitan erat dengan jarak maksimum yang disyaratkan untuk



pencapaian jalan ke luar tiap lantainya. Tangga ini juga harus dibatasi/dilindungi oleh dinding tahan api, dengan ketahanan minimal dua jam. Ukuran/dimensi dari elemen suatu tangga darurat kebakaran dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.4. Dimensi Elemen Tangga Darurat Kebakaran

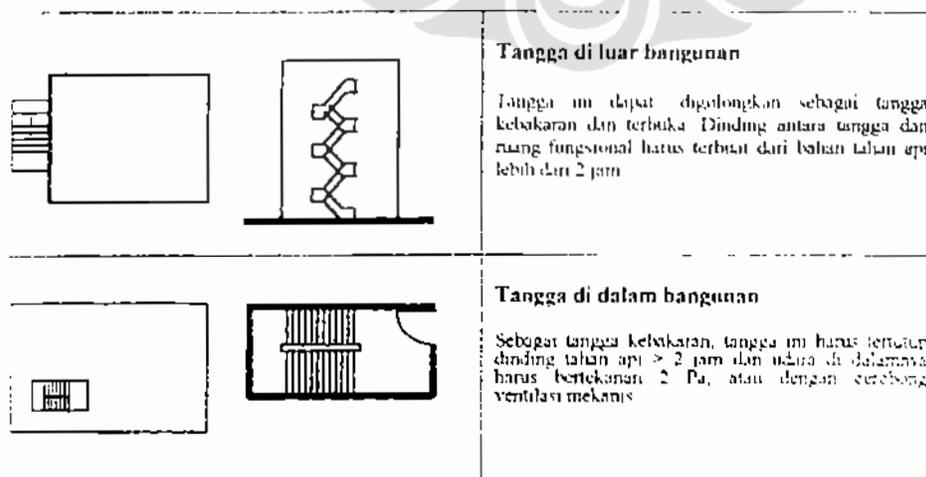
Keterangan	Standar Dimensi
Lebar tangga	Minimal 120 cm
Lebar anak tangga	Minimal 22,5 cm
Lebar <i>bordes</i>	Minimal = Lebar Tangga
Tinggi anak tangga	Maksimal 17,5 cm
Tinggi antara <i>bordes</i> & lantai	Maksimal 360 cm

(Sumber: SKBI, 2000: 9)

Menurut SKBI (2000), tangga darurat kebakaran yang diperkenankan adalah yang untuk lurus, gantung, dan sejenisnya, yaitu tangga yang menghubungkan dua lantai dengan *bordes* di tengah sirkulasi tangga tersebut sebagai tempat istirahat. Sedangkan bentuk tangga melingkar/spiral tidak diperkenankan. Kelengkapan tangga kebakaran yang disyaratkan adalah lobby/*vestibule* bebas asap, pegangan tangga/*handrail*, dan alat pengendali asap. Tangga darurat kebakaran dapat dibedakan berdasarkan, sebagai berikut:

1. menurut letaknya, tangga ini dibagi menjadi dua jenis (Gambar 2.16):

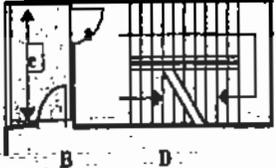
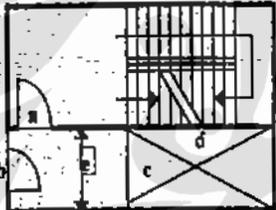
- Tangga luar (tangga yang letaknya berbatasan dengan dinding terluar bangunan/letaknya di bagian luar bangunan).
- Tangga dalam (tangga yang letaknya tidak berbatasan dengan dinding terluar bangunan/letaknya di dalam ruang bangunan).



Gambar 2.16. Penempatan tangga dan persyaratannya

(Sumber: SKBI, 2000: 13)

2. Bentuk dan dimensi tangga dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu sebagai berikut: (lihat Gambar 2.17):

JENIS/TIPE	GAMBAR	KETERANGAN
1. Ruang Antara/ vestibule Terbuka (1 sisi)		<ul style="list-style-type: none"> a. Pintu tahan api 20 menit b. Pintu tahan api 1-1/2 jam c. Terbuka keluar minimum 1,5 m² d. Dinding tahan api > 2 jam e. Minimum 180 cm
2. Tangga Kebakaran Dengan Jalan Masuk dari Balkon Luar		<ul style="list-style-type: none"> a. Pintu tahan api 1-1/2 jam b. Pintu tahan api 1 jam c. Pagar balkon/guard rail d. Dinding tahan api > 2 jam e. Lebih lebar dari pintu keluar f. Jarak minimum 3 m dari jendela/bukaan
3. Ruang antara/ vestibule dengan ventilasi mekanis		<ul style="list-style-type: none"> a. Pintu tahan api 20 menit b. Pintu tahan api 1-1/2 jam c. Cerobong/Shaft ventilasi mekanis (tekanan negatif) d. Dinding tahan api > 2 jam minimum e. Minimum 180 cm

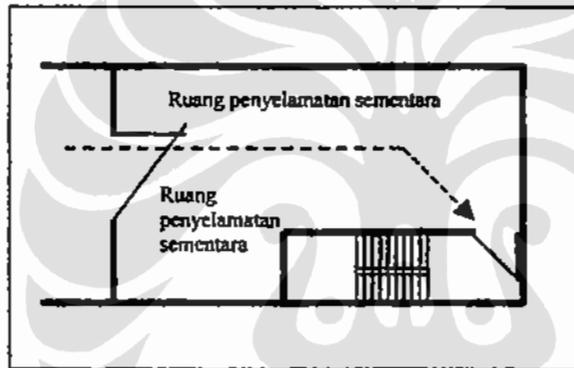
Gambar 2.17. Pedoman Ruang Antara/Vestibule Bebas Asap (Bertekanan Negatif)
(Sumber: Petterson, 1993: 174 setelah disederhanakan)

2.3.3. Ruang Daerah Penyelamatan Sementara

Pengertian daerah penyelamatan menurut SKBI (2000) adalah ruang pada bangunan yang bersebelahan atau ruang pada bagian bangunan, yang terpisahkan dengan konstruksi tahan api minimum 2 jam, dengan arah penyelamatan melalui tambahan (darurat) seperti: balkon, jembatan, tangga dan lain-lain.

Ruang penyelamatan sementara ini dimaksudkan untuk penampungan sementara sambil menunggu pertolongan, atau menunggu tangga kebakaran tidak terlalu padat. Karena kecepatan menyelamatkan diri dari ruang yang terbakar sangat dipengaruhi oleh jumlah pengunjung, kemampuan fisik pengunjung menyelamatkan diri dan kapasitas sarana evakuasi.

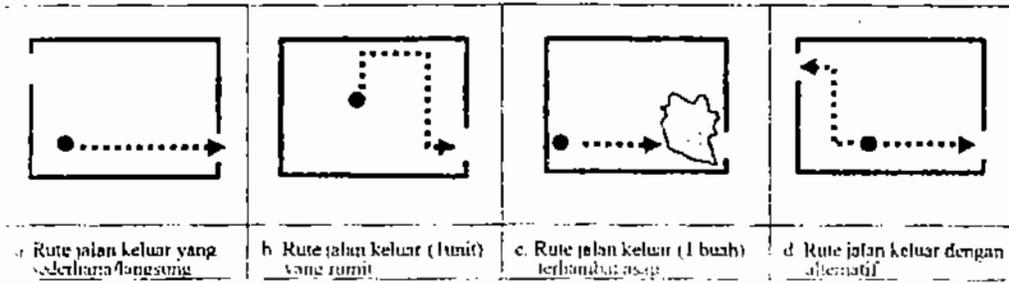
Menurut Hagiwara (1993), ruang penyelamatan ini dapat juga berfungsi sebagai ruang penyelamatan sementara, apabila kapasitas pengguna bangunan melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan. Menurut Aswito (1995), bangunan umum berlantai banyak (lebih dari empat lantai) dengan pengguna bangunan/pengunjung dan memiliki karakteristik kemampuan fisik untuk menyelamatkan seperti orang tua / lansia, anak-anak dan orang cacat, memerlukan penyelamatan/pengungsian sementara pada tiap lantai bangunan (kecuali pada lantai basement). Selain itu, maksud diadakannya ruangan untuk daerah penampungan sementara sambil menunggu pertolongan dari luar bangunan. Ruang penyelamatan sementara yang dianjurkan dalam suatu bangunan umum adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.18:



Gambar 2.18. Ruang Antara/Lobby/Vestibule
(Sumber: Ichiro Hagiwara, 1993: 46)

2.3.4. Jalan Keluar/Jalur Penyelamatan Darurat Kebakaran (*Exit Routes*)

Jalan keluar/jalur penyelamatan di dalam bangunan harus didesain sedemikian rupa agar penghuni dapat keluar dengan cepat pada keadaan darurat (Gambar 2.19.a). Jika dalam suatu ruangan/lantai bangunan hanya terdapat satu jalan keluar, maka penyelamatan penghuni dapat terganggu karena jalan keluar tersebut kemungkinan besar dapat terhalang asap kebakaran (Gambar 2.19.c). Sedangkan untuk menjamin keselamatan penghuni, selain harus memenuhi kriteria/syarat suatu kelayakan fasilitas kebakaran evakuasi kebakaran, suatu alur keluar juga dibuat lebih dari satu (Gambar 2.19.d).

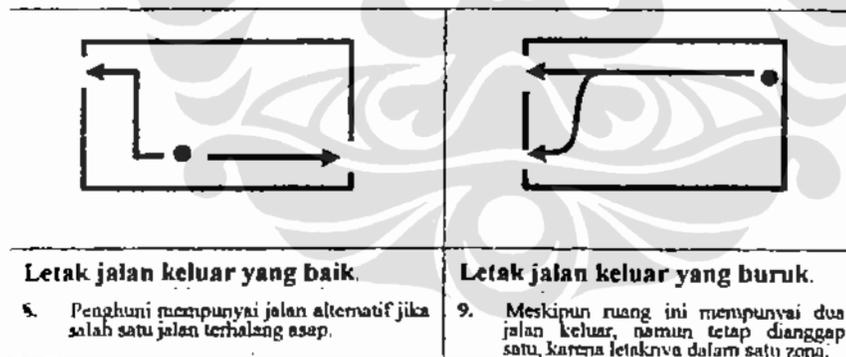


Gambar 2.19. Variasi rute/jalur keluar
(Sumber: David Egan, 1978:180)

Tabel 2.5. Jumlah Minimum Jalan Keluar

Ruang Tertutup	Persyaratan Minimum Jumlah Jalur/ Rute Jalan Keluar
<i>Basement</i>	2
50 penghuni atau lebih	2
500 penghuni atau lebih	3
1000 penghuni atau lebih	4
Setiap lantai bangunan	2

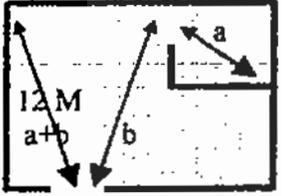
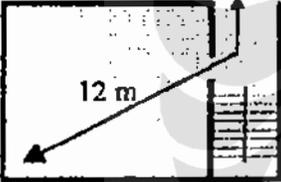
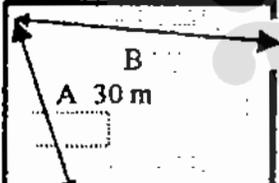
(Sumber: David Egan, 1978: 183)



Gambar 2.20. Jalan keluar pada bangunan
(Sumber: Hagiwara , 1993:4)

Tabel 2.6, Gambar 2.19 dan gambar 2.20 di atas, menunjukkan bahwa jumlah jalan keluar harus lebih dari satu untuk setiap lantai bangunan dengan luas dan kapasitas penghuni bangunan tertentu. Jumlah tersebut dimaksudkan agar dapat menyelamatkan diri jika salah satu jalan keluar terhambat oleh asap/api . Penempatan jalan keluar harus saling berlawanan, tidak terletak dalam satu zona karena akan memberikan penumpukan jumlah orang dan mengganggu

sirkulasi orang pada zona tersebut. Selain itu tidak memberikan alternatif lain apabila zona tersebut tertutup asap, sehingga mengakibatkan korban jiwa pada ruang bangunan tersebut.

DIMENSI/BESARAN	PENJELASAN
	<p>Ruangan di bagian dalam tanpa resiko menimbulkan api/kebakaran, pencapaian maksimum 12 meter.</p>
	<p>Ruangan dengan bukaan keluar (C' dan C''), maka jarak A - C' atau A - C'' pencapaian maksimum 30 meter. A - B pencapaian maksimum 18 meter.</p>
	<p>Ruangan dengan daerah tangga atau bukaan penyelamatan terakhir, pencapaian maksimum 12 meter.</p>
	<p>Ruangan dengan kemungkinan daerah tangga atau bukaan terakhir, maka pencapaian dengan bebas hambatan, maksimum 9 meter.</p>

Gambar 2. 21. Letak dan Jarak Capai Jalan Keluar untuk Pertokoan
(Sumber: SKBI, 2000: 46-47)

Pada gambar 2.21. di atas, menunjukkan bahwa jarak pencapaian maksimum jalan keluar untuk ruang pada bangunan komersial termasuk pertokoan yang disyaratkan SKBI: 2000 adalah 45 meter untuk ruangan yang tidak menggunakan sprinkler dan 60 meter untuk ruangan yang menggunakan sprinkler. Jarak pencapaian ini diukur dari titik terjauh di dalam ruangan menuju daerah aman pada lantai yang sama (pintu/tangga kebakaran). Ruangan untuk toko/komersial yang hanya mempunyai satu jalan keluar, maka jarak pencapaian maksimum 13 meter, jika menggunakan

sprinkler Jarak maksimumnya 19 meter. Sedangkan ruangan yang mempunyai intensitas penggunaan tinggi persyaratan jarak yang direkomendasikan seperti yang terlihat pada gambar 2.21 di atas.

2.4. Bangunan Pusat Perbelanjaan

2.4.1. Latar Belakang dan Perkembangan Bangunan Pusat Perbelanjaan

Menurut *The Urban Land Institute / ULI* (1991), konsep awal dari suatu bangunan pusat perbelanjaan adalah merupakan suatu kompleks yang diisi oleh bermacam-macam pertokoan eceran dan saling menunjang untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan berbelanja pada pengunjung dengan menggelar/memamerkan barang dagangan sebanyak mungkin. Konsep ini bukan merupakan hal baru, karena hal ini sebenarnya telah dilakukan dan dibangun pada tahun 110 Masehi dengan sebutan pasar Trajan yang dibangun berdekatan dengan Forum Romawi. Bangunan Pasar Trajan ini adalah bangunan dua lantai tertutup dengan ventilasi atap/mall/atrium sepanjang bukaan pertokoan yang berhadapan. Konsep desain Pasar Trajan ini cukup mengherankan karena mirip dengan konsep terbaru mengenai bangunan pusat perbelanjaan saat ini. Konsep yang sama juga ditemui pada tipologi pasar Arab/*The Arabian Souk* pada abad pertengahan.

Tiga dekade terakhir perkembangan pusat perbelanjaan di Amerika Serikat mengalami kemajuan yang cukup pesat dan menjadi kecenderungan sebagai tipologi bangunan pusat perbelanjaan yang lainnya. Faktor yang mempengaruhi hal ini antara lain adalah pertumbuhan penduduk yang semakin pesat, khususnya di daerah perkotaan, sehingga mendorong pembangunan di daerah pinggiran kota (sub-urban) menjadi mega centers. Perkembangan ini pada akhirnya mendorong tumbuhnya fasilitas-fasilitas dalam kota, salah satunya adalah fasilitas perdagangan seperti bangunan pusat perbelanjaan.

Bertambahnya jumlah penduduk yang hidup sendiri/mandiri (misalnya bekerja di rumah dan tinggal di pinggir kota yang terisolasi), juga mengakibatkan terjadinya kebangkitan tempat usaha, yang apapun produk/jasa yang ditawarkan, selalu disertai dengan menyediakan tempat berkumpul/hiburan bagi orang-orang/masyarakat seperti: kafe dan tempat bermain anak, pameran dan sebagainya. Akhirnya, terbentuklah bangunan pusat perbelanjaan yang mengintegrasikan penyediaan sarana berbelanja dan rekreasi/hiburan/tempat bersosialisasi yang saling mendukung di dalam satu bangunan, dengan tujuan untuk memberikan daya tarik

dan pelayanan yang lebih kepada pengunjung sehingga pusat perbelanjaan tersebut semakin menarik untuk dikunjungi.

Fasilitas kegiatan utama yang ditawarkan pada bangunan pusat perbelanjaan sebagai bagian dari pelayanan yang ditawarkan dalam mendukung kegiatan pengguna, yaitu (Scott: 1989 & Kotler: 1997):

1. Fasilitas berbelanja, yaitu seperti: supermarket, department store, dan pertokoan kecil/sedang.
2. Fasilitas rekreasi/hiburan/sosialisasi masyarakat, yaitu seperti: restoran/waralaba/food, arena permainan anak, arena pameran, arena bioskop dan *fitness center*.

2.4.2. Ciri-Ciri Umum Bangunan pusat perbelanjaan

Bangunan pusat perbelanjaan memiliki ciri-ciri umum tertentu (sebagai wadah kegiatan perbelanjaan/perdagangan, hiburan/rekreasi), sebagai berikut:

- (1) Pengelolaan bangunan dilakukan oleh satu lembaga manajemen.
- (2) Barang-barang ditawarkan secara eceran pada pertokoan yang biasanya dilengkapi dengan supermarket atau *department store* sebagai magnet/daya tarik bagi pengunjung.
- (3) Kenyamanan dan keamanan yang diberikan kepada pengguna bangunan secara umum selalu berusaha secara optimal.
- (4) Sarana rekreasi/hiburan disediakan untuk menarik pengunjung dalam jumlah yang lebih banyak.
- (5) Bangunan pusat perbelanjaan dapat berfungsi ganda, yaitu sebagai fasilitas ekonomi/bisnis dan fasilitas sosial masyarakat.

2.4.3. Bangunan Pusat Perbelanjaan di Indonesia

Bentuk awal tempat perdagangan di Indonesia adalah pasar tradisional. Pasar ini biasanya menempati lapangan terbuka dan diselenggarakan pada hari-hari tertentu setiap minggunya. Awalnya hanya berupa tempat/pasar penukaran barang (*barter*). Perkembangan selanjutnya, secara arsitektural pasar ditata dengan bangunan permanen. Setelah uang dikenal sebagai alat tukar barang, sistem barter kemudian hilang. Semakin besar wilayah pelayanan pasar maka kegiatan jual beli juga semakin banyak dan pasar berfungsi setiap hari.

Pasar yang ada sekarang menurut Syarif S (1988) merupakan pasar transisi yang pengelolaannya berbeda dengan pusat perbelanjaan modern. Munculnya pusat

perbelanjaan modern tidak secara otomatis menggeser pasar tradisional, karena keduanya mempunyai konsep berbeda (kepemilikan, pengelolaan dan besar kecilnya modal pedagang).

2.4.4. Klasifikasi dan Tipologi

Dechiara (1980) menjelaskan bahwa bangunan pusat perbelanjaan dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok tipologi, sebagai berikut:

1. *Neighborhood Center*,

Yaitu pada umumnya bangunan pusat perbelanjaan ini berupa deretan/lajangan pertokoan sejajar dengan jalan raya dengan fasilitas parkir di depan bangunan tersebut. Bangunan pusat perbelanjaan ini biasanya diisi oleh penyewa minimal satu supermarket, beberapa toko (*variety*), dan beberapa kios pelayanan. Sebagian dari tipe ini berupa kelompok pertokoan yang membentuk klaster atau biasanya disebut juga mini mall.

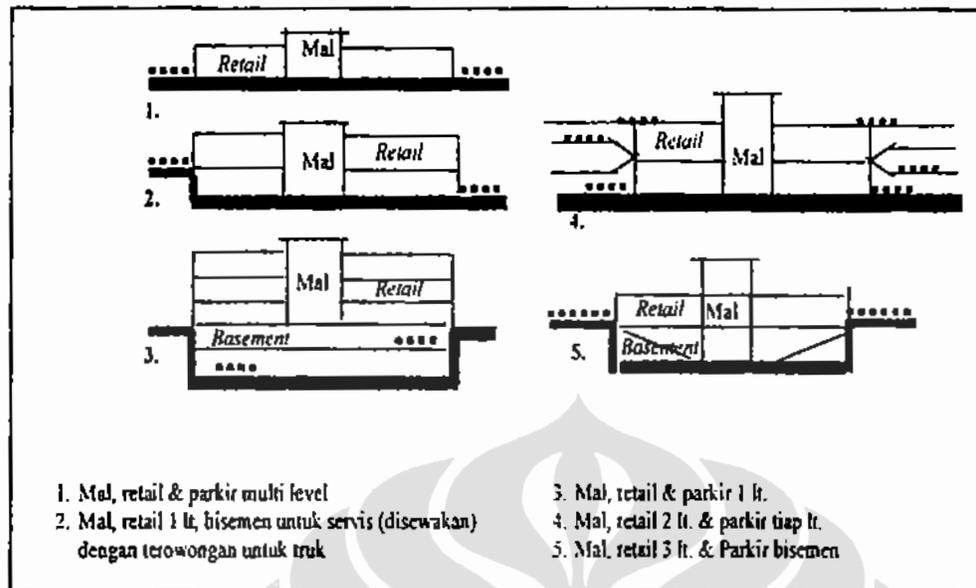
2. *Intermediate/Community Center*,

Yaitu memiliki bentuk yang relatif sama dengan Neighborhood Center, namun penyewa utama dari bangunan ini adalah "junior" department store dengan konsekuensi luas lantai yang disewakan menjadi lebih besar.

3. *Regional Center (Sub-Urban)*;

Yaitu bangunan pusat perbelanjaan yang memiliki satu sampai empat department store dan ditambah dengan 50 sampai 100 toko eceran, yang semuanya menghadap ke arah pedestrian mall/ruang sirkulasi para pengunjung. Area parkir terletak di sekeliling bangunan di dalam bagian bangunan (basement/lantai atas bangunan) dengan bentuk bangunan pusat perbelanjaan berlantai banyak sebagai akibat semakin sempit dan mahalnya harga tanah pertokoan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

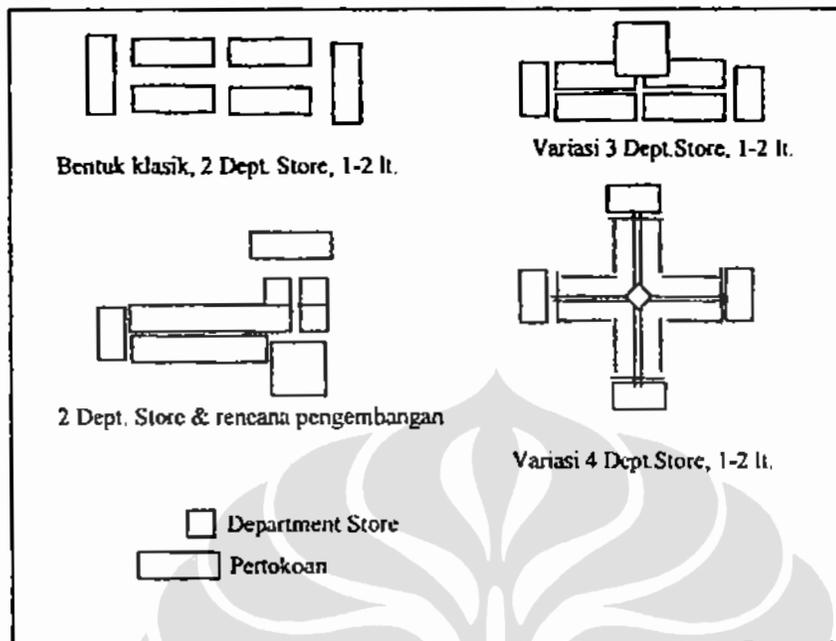


Gambar 2.22. Tipologi Bangunan Pusat Perbelanjaan Multi Level
 (Sumber: Dechiara, 1980: 714)

4. *Renewal Projects (Downtown)*

Yaitu merupakan bangunan pusat perbelanjaan yang muncul akibat aspek legal dan politik pada kota/downtown yang semakin kompleks. Tipe ini cenderung dibangun berantai banyak untuk memanfaatkan nilai lahan yang semakin mahal dan sempit, serta untuk meningkatkan pelayanan akibat semakin kompleksnya kebutuhan dan keinginan masyarakat. Kecenderungan lain dari tipe ini adalah penggabungan fasilitas belanja (department store, pertokoan, restoran) dengan fasilitas komersial lainnya seperti hotel, kantor, bioskop dan parkir/garasi.

Secara umum, variasi lay-out denah horisontal pada bangunan pusat perbelanjaan adalah meletakkan fasilitas yang dianggap sebagai magnet/daya tarik tertentu bagi pengunjung (seperti department store, arena bermain, dll) pada bagian ujung atau simpul bangunan. Sedangkan secara vertikal, perletakan magnet-magnet tersebut didasarkan atas faktor bisnis/komersial dan faktor keamanan dan keselamatan pengguna bangunan. Untuk lebih jelasnya mengenai variasi lay-out denah horisontal pada bangunan pusat perbelanjaan, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.23. Variasi Susunan/LayoutDenah Bangunan Pusat Perbelanjaan
(Sumber: Dechiara, 1980: 713)

Tabel 2.6. Klasifikasi Pusat Perbelanjaan

Tipe pusat perbelanjaan	Penyewa utama (sebagai dasar klasifikasi)	Tipe GLA (area yang disewakan dalam sq.ft)	Batasan Luas dalam GLA (sq.ft)	Luas Site Minimum (biasanya)	Populasi Pelayanan Minimum (orang)
<i>Neighborhood Center</i>	Supermarket atau Drug store	50.000 4.650 m ²	30.000-100.000 2.800-9.300 m ²	3-10 acres 1,2 – 4 Ha	2.500 – 40.000
<i>Community Center</i>	Variety, Discount, or Junior department store	150.000 14.000 m ²	100.000-300.000 9.300-27.900 m ²	110-30 acres 4 – 12 Ha	40.000-150.000
<i>Regional Center</i>	Satu atau lebih department store besar/lengkap dengan GLA 100.000 sq.ft	400.000 37.200 m ²	300.000-900.000 27.900-83.700 m ²	10 – 60 acres 4 – 24 Ha	150.000 atau lebih
<i>Super Regional Center</i>	Tiga atau lebih department store besar/lengkap dengan GLA 100.000 sq.ft	800.000 74.4000 m ²	500.000-1.500.000 46.500-93.000 m ²	15-100 acres 6 – 40 Ha	300.000 atau lebih

(Sumber: ULI / The urban Land Institute, 1991:6)

2.4.5. Karakter Penghunian Bangunan Pusat Perbelanjaan

Bangunan pusat perbelanjaan mempunyai karakter penghunian spesifik sesuai dengan fungsinya. Faktor-faktor yang membentuk karakter penghuni antara lain adalah:

1. Beban Penghunian Pusat perbelanjaan mempunyai beban penghunian yang cukup besar. Pada ruang tertentu beban penghuniannya kurang lebih 5 m², sedangkan pada hari libur dan jam puncak, beban penghunian lobby dan ruang sirkulasinya dapat mencapai kurang dari 2,5 m². Beban penghunian ini sangat menentukan kapasitas sarana evakuasi yang dibutuhkan.

Tabel 2.6. Beban Penghuni Ruang

Nomor	Jenis Penggunaan Ruangan/Lantai Bangunan	Beban Penghunian m ² /Orang
1.	Apartment dan flat sebagai tempat tinggal	6
2.	Hotel, flat satu kamar, asrama dan rumah tinggal	3
3.	Pendidikan (sekolah dan sarana penunjangnya)	1,5
4.	Kebudayaan, seni dan pertunjukan umum	1
5.	Perkantoran dan sarana penunjang kantor	10
6.	Pertokoan dan sarana penunjang toko	5
7.	Tempat pertemuan dan lobby bangunan umum/hotel	2,5
8.	Restaurants/kantin	5
9.	Pergudangan, garasi dan ruang pameran	28
10.	Perindustrian (pabrik dan bengkel perakitan)	3

(Sumber: SKBI, 2000: 26)

Tabel 2.7. Klasifikasi kegiatan/Penyewa
pada bangunan Pusat Pebelanjaan

Jenis Kelompok Penyewa	Sifat Kegiatan	Jenis Pelaku Dominan
Perdagangan umum (<i>department store</i>)	Bisnis/magnet	Dewasa/heterogen
Makanan (termasuk <i>supermarket</i>)	Bisnis/penarik	Wanita dewasa
Restoran	Bisnis	Heterogen
Pakaian dan sepatu	Bisnis	Dewasa/heterogen
<i>Furniture</i>	Bisnis	Dewasa
Peralatan rumah tangga	Bisnis	Dewasa/heterogen
Material bangunan/taman	Bisnis	Dewasa/heterogen
Automotif	Bisnis	Dewasa/heterogen
Bingkisan, buku	Bisnis	Dewasa/heterogen
Perhiasan dan kosmetik	Bisnis	Dewasa/heterogen
Minuman keras	Bisnis	Dewasa/heterogen
Obat-obatan	Bisnis	Dewasa/heterogen
<i>Retail</i> lainnya	Bisnis	Dewasa/heterogen
<i>Jasa/service</i>	Bisnis	Dewasa/heterogen
Rekreasi/hiburan	Penarik/magnet	Semua jenis hiburan
Lembaga <i>financial</i>	Bisnis	Dewasa/heterogen
Perkantoran	Bisnis	Dewasa/heterogen

(Sumber: ULI, 1991: 150)

2. Jenis dan sifat kegiatan bangunan pusat perbelanjaan mempunyai sifat bisnis, yaitu kegiatan yang diselenggarakan di dalamnya berorientasi untuk memperoleh laba/keuntungan. Jenis kegiatan yang berpotensi untuk memperoleh laba adalah kelompok perdagangan umum seperti *department store*, supermarket, makanan, busana, dan perlengkapan rumah tangga lainnya. Selain itu bangunan pusat perbelanjaan juga harus didukung oleh kegiatan yang dapat menarik pengunjung seperti: kegiatan liburan pertunjukan (bioskop), olahraga (pusat kebugaran), rekreasi (area mainan anak), restoran (pusat jajan) dan sebagainya. Walaupun kegiatan mendukung ini mempunyai fungsi sebagai penarik, namun tetap dapat memberikan keuntungan walaupun tidak sebesar laba bisnis utama. Komposisi jenis kegiatan ada bangunan pusat perbelanjaan bersifat relatif. Komposisi penyewa dihasilkan melalui negosiasi dan studi pasar oleh developer dan masing-masing penyewa.

3. Jenis Pemakai/Penghuni/Pelaku

Bangunan pusat perbelanjaan sebagai bangunan umum mempunyai jenis pemakai heterogen mulai dari usia, jenis kelamin dan kemampuan fisik untuk menyelamatkan diri. Namun demikian, pemakai pada masing-masing fungsi kegiatan didalam bangunan mempunyai karakter spesifik. Sebagai contoh: arena main anak, jenis pemakai mainannya adalah anak-anak dengan usia tertentu, supermarket mempunyai pemakai terbanyak adalah wanita dewasa (ibu rumah tangga), dan fungsi lain (busana, aksesoris dan perlengkapan kantor/sekolah) mempunyai jenis pemakai relatif heterogen.

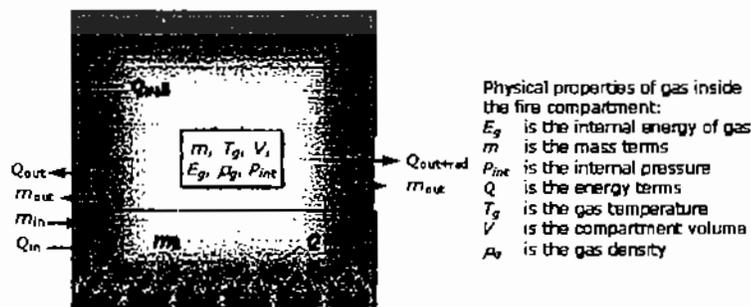
2. 5. PEMODELAN KEBAKARAN

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 pusat perbelanjaan maupun melakukan evaluasi terhadap desain tersebut adalah melakukan pemodelan/ simulasi. Pembuatan model ini dapat dibagi dalam dua jenis, yaitu:

a. *zone models*, yang terdiri dari:

1. *one zone model*: digunakan untuk melakukan analisa *post-flashover fires* dan mempelajari akibat dari pergerakan asap di dalam satu ruangan ke ruangan lain yang letaknya jauh dari sumber api tetapi masih didalam satu lingkungan.

Penyebaran temperatur dalam suatu ruangan sama (tidak memiliki lapisan atas atau bawah). Parameter input yang digunakan adalah *fire load*, keadaan ventilasi ruangan, properti ruangan, ukuran ruangan, keseimbangan *heat* dan massa di dalam sistem tersebut.

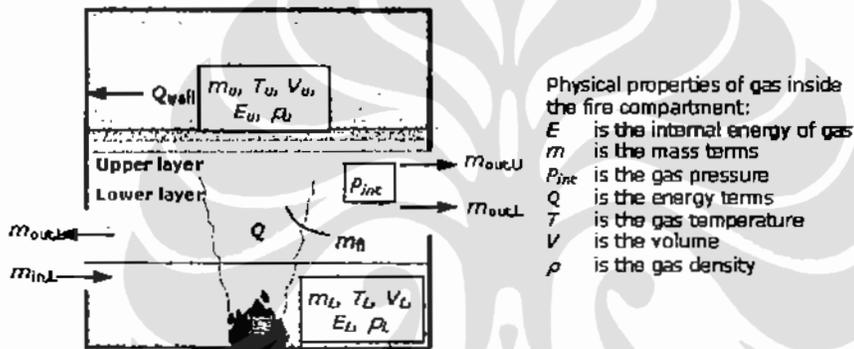


Gambar 2. 24. One zone models

Sumber : Manchester (2007)

Contoh program yang digunakan untuk melakukan one zone model ini adalah *NRC – fire growth model*, *SFIRE-4*, *COMP2* dan *Ozone*. (Manchester)

2. *Two zone model*: digunakan untuk melakukan analisa *pre-flashover fires* dan kalkulasi terhadap perkembangan distribusi asap, gas dan panas di dalam sebuah ruangan/ bangunan yang sedang mengalami kebakaran. Didalam model ini sebuah ruangan tertutup terbagi menjadi dua lapis (*two layers*) berdasarkan *massa* dan energi yang dihasilkan serta mempertimbangkan gas-gas yang dihasilkan selama kebakaran berlangsung.



Gambar 2. 25. Two zone models.

Sumber: Manchester (2007)

Di dalam *two zone model* ini terdapat dua jenis penanganan ruang (*compartment*), yaitu:

- a. *Single compartment* dengan contoh program yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

- *FIRST (Fire Simulation Technique)*.

Untuk menjalankan model ini maka input yang dibutuhkan adalah geometri ruangan, sumber api, sasaran api, data – data *thermo-physical* mengenai dinding dan langit – langit serta sumber bahan bakar. Model ini dapat melakukan prediksi terhadap beberapa hal, misalnya temperatur lapisan bawah dan atas (*lower and upper layers*), *rate of mixing*, temperatur dinding dan sasaran api serta waktu penyalaan pada sasaran api (apabila terjadi). Kemampuan simulasi *FIRST* terbatas pada kebakaran yang terjadi pada permukaan horizontal, kebakaran pada daerah yang sudah dapat

dipastikan dan memiliki efek radiasi serta kebakaran yang tidak spesifik.

- *ASET (Available Safe Egress Time).*

ASET melakukan simulasi terhadap ketebalan lapisan asap, temperatur dan konsentrasi *spesies* saat terjadi kebakaran di dalam ruangan tertutup. Input yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi ini adalah tipe kebakaran dan ketinggian di atas lantai, energi dan hasil dari *combustion release rates*, geometri dari ruangan tertutup dimana terjadi kebakaran, lamanya simulasi, kriteria dari *hazard* yang ditemukan dan cara pendeteksiannya. Sedangkan output yang dihasilkan adalah ketebalan lapisan asap, temperatur masing – masing lapisan, konsentrasi *spesies* di dalam lapisan panas berdasarkan waktu serta waktu evakuasi yang tersedia.

b. *Multi-compartment.*

- *CFAST (Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport)*

CFAST digunakan untuk melakukan kalkulasi terhadap perkembangan distribusi asap, gas dan panas didalam suatu ruangan/ bangunan selama terjadi kebakaran. Modeling dengan menggunakan program ini dapat dilakukan sampai dengan 30 ruangan tertutup (*compartment*) dengan menyertakan keberadaan fan dan system ducting untuk setiap ruangan, 31 kebakaran individual, satu objek sebaran api, *multiple plumes and fires*, *sprinkler* dan detektor dalam jumlah banyak dan sepuluh jenis gas yang dianggap beracun/ berbahaya. Input yang dibutuhkan oleh program ini adalah geometri ruangan tertutup yang bersangkutan, waktu simulasi, *property thermo-physical* dari langit – langit, dinding dan lantai, karakteristik ventilasi horizontal dan vertikal, *mass lost rate*, daerah yang memiliki bahan bakar, *fuel height*, posisi api, tipe api, *heat release rate*, *heat of combustion* dan *compartment of fire origin*. Sedangkan output yang dihasilkan adalah temperatur dan ketebalan yang dimiliki oleh lapisan panas dan dingin, konsentrasi gas yang terdapat pada masing – masing lapisan dan *mass flow rates*.

Penentuan ruang yang akan dijadikan model rancangan api berdasarkan tabel asumsi produk asap/gas/suhu panas kebakaran pada bangunan pusat perbelanjaan. Nilai yang ditunjukkan hanya menunjukkan perbandingan antar fungsi di dalam bangunan pusat perbelanjaan. Nilai rendah/kecil pada fungsi bangunan ini dapat berarti tinggi untuk ukuran fungsi bangunan lain (misal; kantor/rumah tinggal).

Tabel. 3.15. Asumsi perbandingan produk asap/gas/panas kebakaran tiap jenis kegiatan pusat perbelanjaan.

FUNGSI/KEGIATAN	BEBAN MATERIAL (250 kg/m ² sebagai patokan)	SIFAT MUDAH TERBAKAR	ASUMSI PRODUK ASAP/GAS/PANAS
Super market	Besar ($\pm 250 \text{ kg/m}^2$)	Sebagian material tidak bisa terbakar	Sedang
Busana (wanita, pria, anak)	Sedang ($< 250 \text{ kg/m}^2$)	Semua material mudah terbakar	Tinggi
Perengkapan rumah tangga, kantor/sekolah & mainan	Besar ($\pm 250 \text{ kg/m}^2$)	Sebagian material tidak mudah terbakar	Tinggi
Jasa (foto, salon, dsb)	Kecil ($\ll 250 \text{ kg/m}^2$)	Mudah terbakar	Rendah
Area bermain anak	Kecil ($\ll 250 \text{ kg/m}^2$)	mudah terbakar	Rendah
Diskotik, bioskop	Kecil ($\ll 250 \text{ kg/m}^2$)	mudah terbakar	Tinggi
Restoran/pusat jajan	Kecil ($\ll 250 \text{ kg/m}^2$)	Sebagian material tidak mudah terbakar	Rendah

Sumber: Kadarvono A (1998) :84

Tabel 3.15 menunjukkan asumsi produk kebakaran berdasarkan fungsi kegiatan, Tinggi rendah produk di pengaruhi oleh sifat material yang ada di dalam ruangan. Tabel ini di jadikan patokan untuk menentukan model simulasi dengan kriteria ruangan yang memiliki potensi produk kebakaran tinggi.

2.6. PENELITIAN TERDAHULU YANG DIJADIKAN REFERANSI PELAKSANAAN PENELITIAN

1. Penelitian Julian Qadrum, tahun 2007

Judul Tesis: Pengaruh Kelayakan Fasilitas Evakuasi Kebakaran Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Jumlah Nilai Bagi Pelanggan (Total Customer Value).

Deskripsi:

- Kasus yang diteliti: beberapa pusat perbelanjaan di Bandung yaitu Bandung Indah Plaza (BIP), Matahari Sultan Plaza (MSP), dan Yogya Pasaraya (YPR).

- Tujuan penelitian: untuk menilai kelayakan fasilitas keamanan dan keselamatan pada bahaya kebakaran, khususnya fasilitas evakuasi kebakaran kemudian akan dilihat pengaruhnya terhadap jumlah nilai bagi pelanggan sebagai pengguna bangunan.
- Metode penelitian: Data diolah dengan menggunakan analisis faktor dan analisa regresi untuk menganalisis sejumlah variabel kelengkapan sarana evakuasi dan metode analisis multi regresi untuk mengetahui pengaruh kelayakan fasilitas evakuasi kebakaran terhadap jumlah nilai bagi pelanggan.
- Kesimpulan penelitian: Bangunan pusat perbelanjaan matahari Sultan Plaza memiliki tingkat kelayakan fasilitas evakuasi kebakaran rendah dengan tingkat risiko kerugian materi dan korban jiwa yang tinggi jika terjadi kebakaran dalam bangunan. Oleh karena itu dapat dijelaskan bahwa kelayakan fasilitas evakuasi yang rendah selain dapat meningkatkan biaya psikis dari jumlah biaya bagi pelanggan (*total customer cost*), ternyata juga dapat menurunkan jumlah nilai bagi pelanggan (*total customer value*) dan memberikan pengaruh terhadap kontribusi profit yang diterima oleh para investor/pengelola bangunan pusat perbelanjaan.

2. Penelitian Kurniati Ornam, tahun 2004

Judul Tesis: Evaluasi Sistem Evakuasi Kebakaran Pada Fasilitas Bioskop Dalam Gedung Pusat Perbelanjaan

Deskripsi:

- Kasus yang diteliti: beberapa bioskop dalam pusat perbelanjaan di Bandung yaitu Bioskop 21 Bandung Indah Plaza (BIP) unit I, Bioskop 21 Bandung Super mall.
- Tujuan penelitian: untuk mengetahui tingkat kelengkapan dan kualitas sarana evakuasi kebakaran, integrasi sistem evakuasi, mengevaluasi kinerja, dan menilai keandalan sistem manajemen penyelamatan bahaya kebakaran pada beberapa bioskop 21 dalam pusat perbelanjaan.
- Metode penelitian: data diolah dengan menggunakan parameter keamanan bangunan dari bahaya kebakaran dan standar National Fire Protection Association.

- Kesimpulan penelitian: secara umum, tingkat kelengkapan dan kualitas sarana evakuasi kebakaran untuk fasilitas bioskop 21 pada Bandung Indah Plaza termasuk dalam kategori kurang aman, sedangkan untuk fasilitas bioskop 21 pada Bandung Super Mall termasuk dalam kategori aman.

3. Penelitian Angelita Aimee Suprpto, 2007

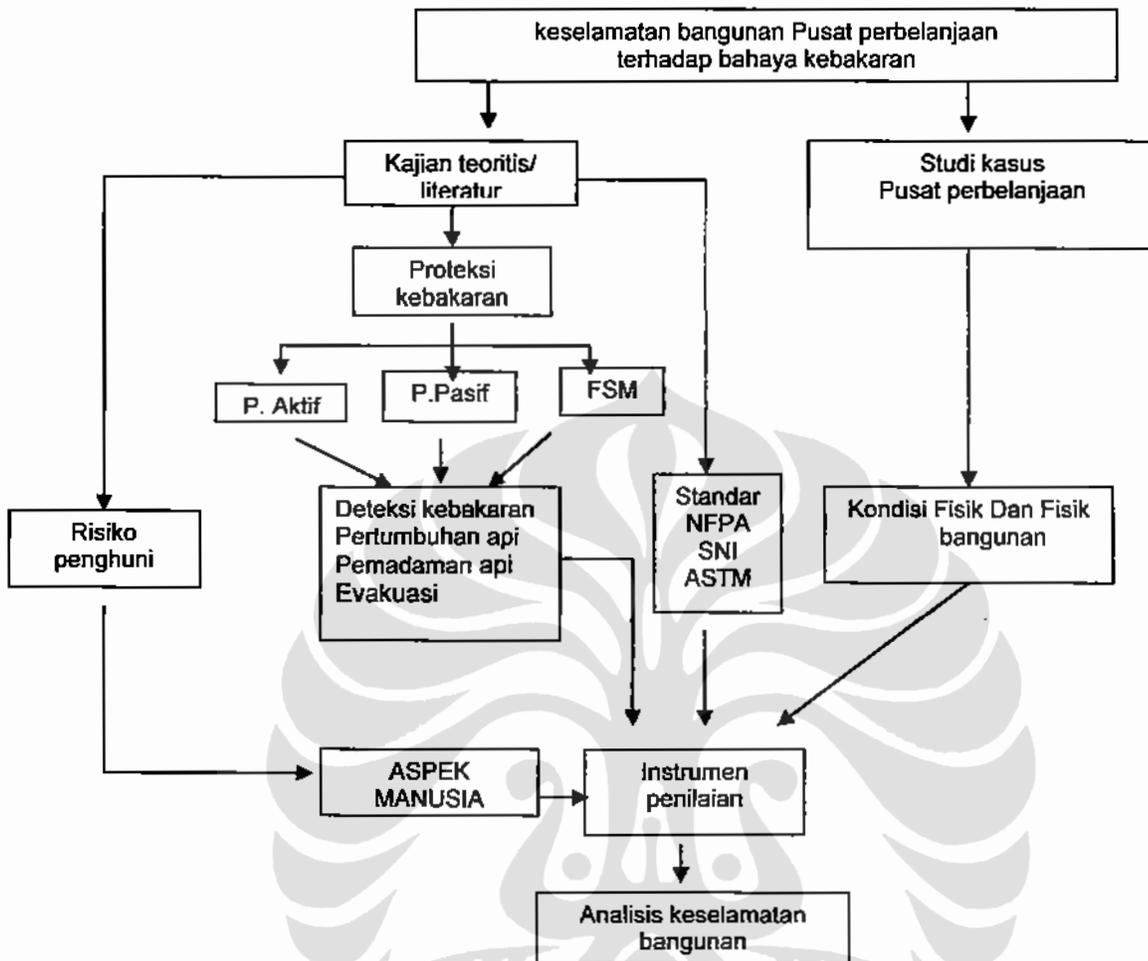
Judul Tesis: Kajian Bahan Akustik Dari Aspek Resiko Bahaya Kebakaran

Deskripsi:

- Kasus: tidak menggunakan studi kasus akan tetapi secara garis besar melakukan pengujian material akustik dengan menggunakan alat uji penjalan api dan uji ketahanan material terhadap api .
- Tujuan penelitian: mempelajari perilaku api dan mengetahui karakteristik atau sifat bahan insulasi akustik, sehingga akan diperoleh jenis bahan yang memenuhi standar insulasi akustik.
- Metode penelitian: data diolah berdasarkan pengujian konduktivitas bahan, kombustibilitas bahan, ignitabilitas, dan perambatan nyala pada permukaan bahan. Setelah itu dirating berdasarkan kriteria bahan dan hasil pengujiannya , hal itu untuk mengetahui karakteristik bahan insulasi akustik yang dapat dipergunakan pada bangunan.
- Kesimpulan penelitian: Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa yang termasuk ke dalam bahan insulasi termal atau bahan yang memiliki harga konduktivitas panas (k) tidak lebih dari 0,07 W/m°C. Bahan tersebut antara lain Rockwool, glasswool, polyurethane, kaowool 100, kaowool 64, dan polystyrene. Bahan multiplek dan kayu kamper bukan termasuk kategori bahan insulasi akustik.

2.7. KERANGKA PEMIKIRAN

Untuk dapat melihat hubungan dalam pelaksanaan penelitian ini secara keseluruhan, maka akan dibuat suatu model sintesa penelitian. Kerangka teoritik ini dimaksudkan untuk memperlihatkan hubungan antar setiap elemen dari penelitian, mulai dari pengamatan terhadap fenomena yang ada, tujuan penelitian, teori pendukung penelitian, pelaksanaan penelitian, variabel-variabel penelitian, dan hasil akhir yang diharapkan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 2.27 di halaman berikut:



Gambar 2.26. Kerangka Pemikiran