



16 October 2021

Prinsip-prinsip Penanggulangan Kebakaran dan Evakuasi di Rumah Sakit dalam Era Endemi Covid-19

Yulianto S Nugroho

Hospital Engineering Forum 2021
Indonesian Association Hospital Engin



Curriculum Vitae

Name: Yulianto S Nugroho

Current Designation: Head of
Thermodynamics Laboratory DTM-
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Education Background:
S1 (UI), S2 & S3 (Leeds University, UK)

Work Experience :
GB Tetap FTUI

Organization Experience :
TPIB – TABG ME Pemprov DKI Jakarta
Komtek 13-04 BSN

OUTLINE

- 
- 4 Inspeksi, Pengujian dan Pemeliharaan Sistem Keselamatan Kebakaran
 - 5 Penutup

1

Peristiwa Kebakaran di Rumah Sakit

Catatan Peristiwa Kebakaran di Rumah Sakit

- **Fire at Iraq Covid-19 hospital leaves dozens dead, more injured [Jul 13, 2021]** At least 44 people were killed and over 67 injured in a fire likely caused by an oxygen tank explosion at a coronavirus hospital in Iraq's southern city of Nassiriya, health officials and police said on Monday.
[\[https://www.france24.com/en/middle-east/20210713-fire-at-iraq-covid-19-hospital-leaves-dozens-dead-more-injured\]](https://www.france24.com/en/middle-east/20210713-fire-at-iraq-covid-19-hospital-leaves-dozens-dead-more-injured)
- **North Macedonia: Deadly fire guts Covid hospital [Sep 9, 2021]**
At least 14 people have been killed in a fire at a makeshift hospital treating Covid-19 patients in North Macedonia. Footage shared on social media showed a building in flames and a thick cloud of black smoke billowing into the air near a main road in the city of Tetovo. Firefighters put out the blaze in less than an hour. It broke out about 21:00 local time (19:00 GMT) on Wednesday. The authorities suspect that oxygen cylinders used to treat coronavirus patients exploded.
[\[https://www.bbc.com/news/world-europe-58496405\]](https://www.bbc.com/news/world-europe-58496405)

Catatan Peristiwa Kebakaran di Rumah Sakit

- **Seven killed in Romanian hospital fire [1 Oct 2021]**

People jump from windows to escape a blaze at Constanta hospital in the third deadly incident at healthcare facilities within a year. A fire at a hospital in Romania has killed seven people, according to local authorities, marking the third deadly incident at healthcare facilities in the country in less than a year. Firefighters extinguished the blaze at the hospital in the southeastern port city of Constanta shortly before 11am local time (08:00 GMT) on Friday, having brought in additional teams from nearby counties. The cause of the fire is not yet known.

[<https://www.aljazeera.com/news/2021/10/1/at-least-9-killed-in-romanian-hospital-fire>]

- **Kebakaran RS Mayapada Diduga Berasal dari Ruang Server [Senin 28 Oct 2019]**

REPUBLIKA.CO.ID, JAKARTA -- Sumber api dalam insiden kebakaran Rumah Sakit Mayapada Hospital Lebak Bulus, Jakarta Selatan, diduga berasal dari lantai lima. Api mulai tampak pada Senin (28/10) malam. "Asap tebal di lantai lima rumah sakit, di sana ruangan server semua banyak kabel listrik," kata Kepala Seksi Operasional Suku Dinas (Kasi Ops Sudin) Pemadam kebakaran (Damkar) Jakarta Selatan, Sugeng, saat dikonfirmasi Antara di Jakarta, Senin malam.

[<https://nasional.republika.co.id/berita/q03d1c414/kebakaran-rs-mayapada-diduga-berasal-dari-ruang-server>]



The deadly incident came as daily coronavirus infections surge in Romania, stretching the country's hospitals to maximum capacity [Inquam Photos/Costin Dinca via Reuters]

2

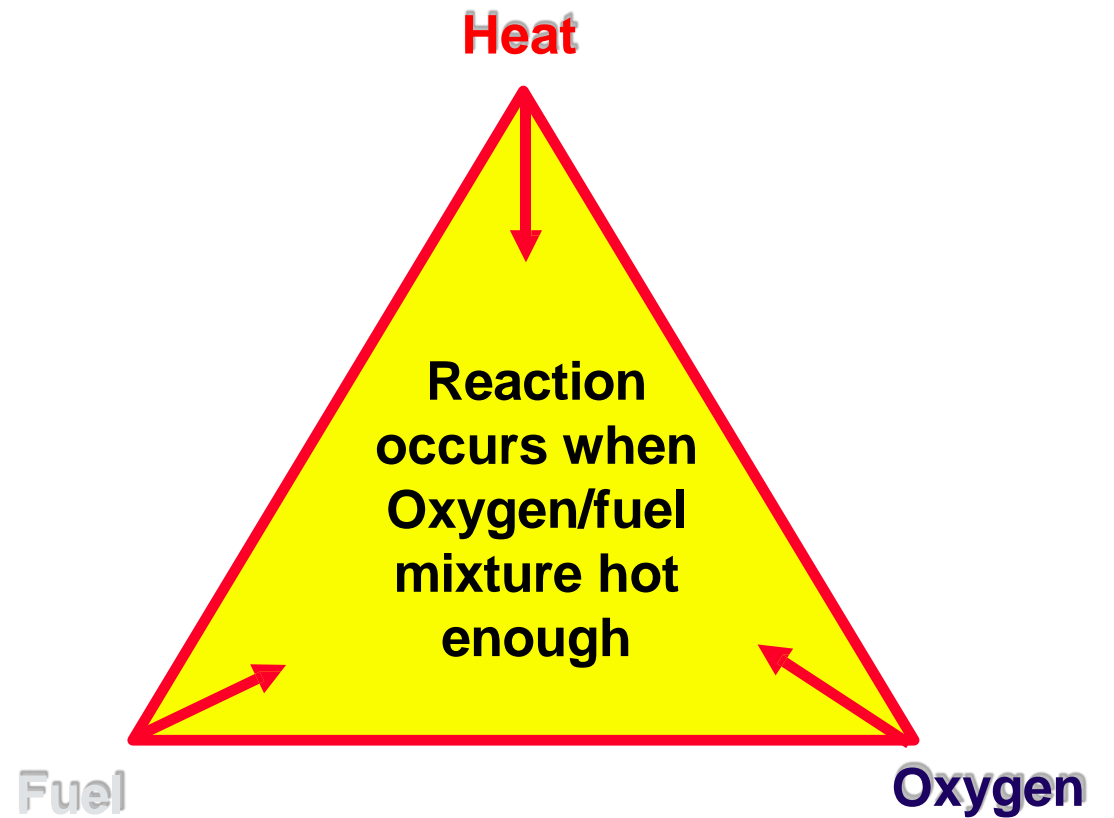
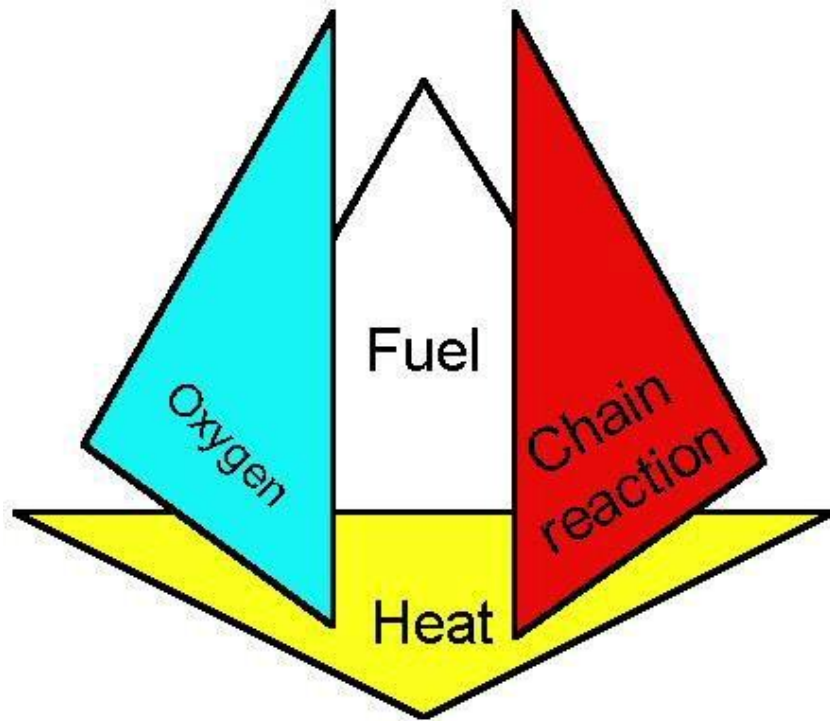
Prinsip-prinsip Keselamatan Kebakaran

Tujuan Keselamatan Kebakaran

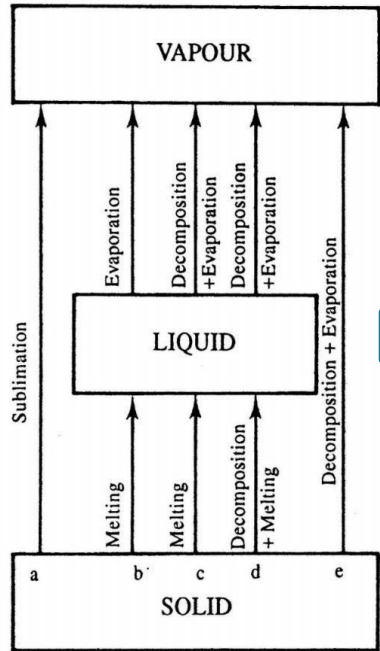
- Menyelamatkan Jiwa
- Memberikan proteksi pada harta benda
- Mencegah terjadinya peristiwa kebakaran dan jika terjadi, tidak pernah terulang lagi di masa yang akan datang.

Segitiga Api

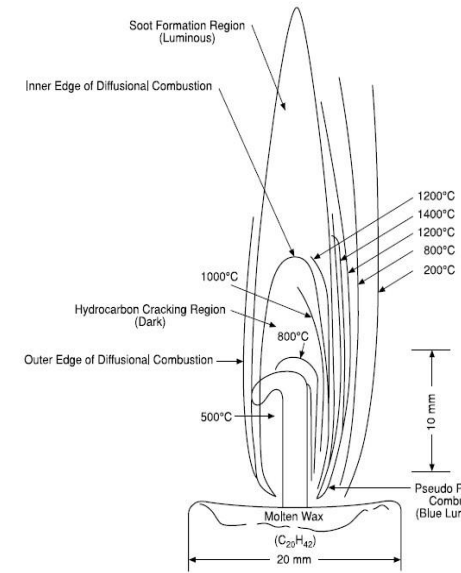
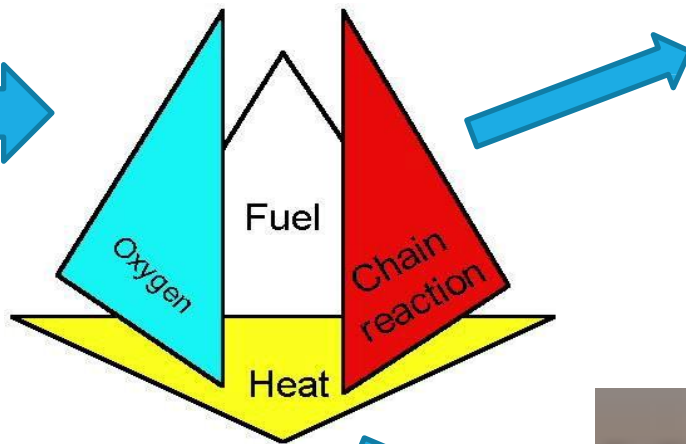
Fuel + Oxidant = Combustion products



Fenomena kebakaran



- ✓ Batas nyala (*flammable limits*)
- ✓ Minimum Ignition Energy

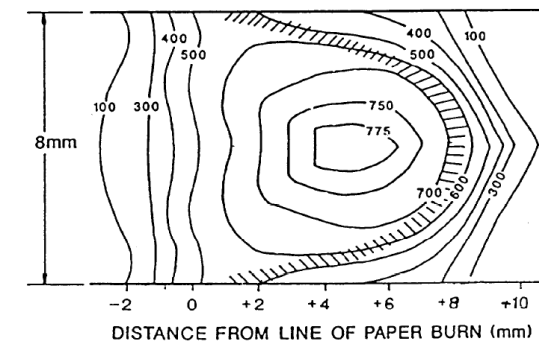


[Gambar dari Björn Karlsson, James G. Quintiere, 2000]

Flaming Combustion

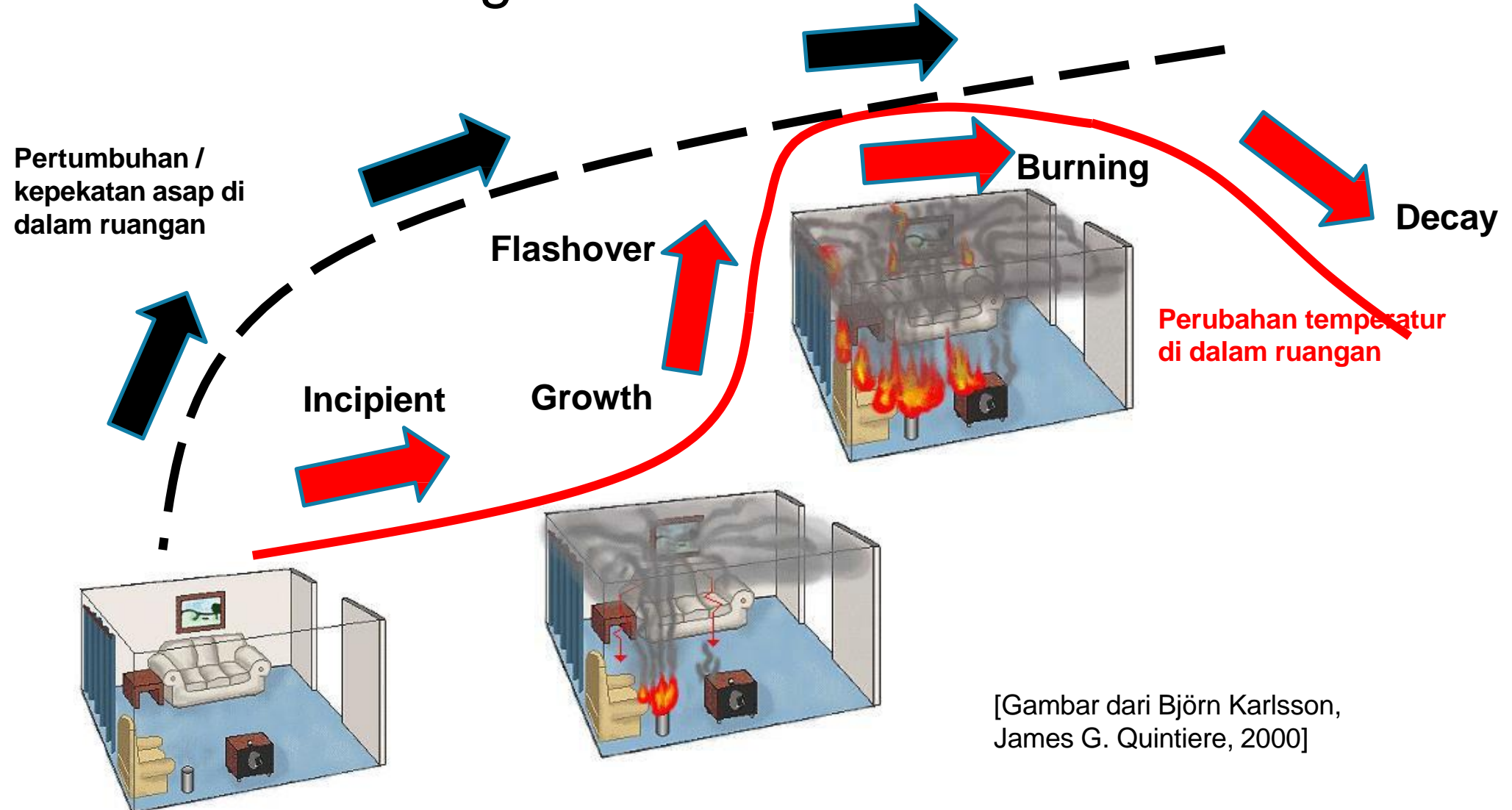
A (virgin tobacco)

B



Smoldering Combustion

Pertumbuhan nyala api dan asap pada kebakaran ruangan

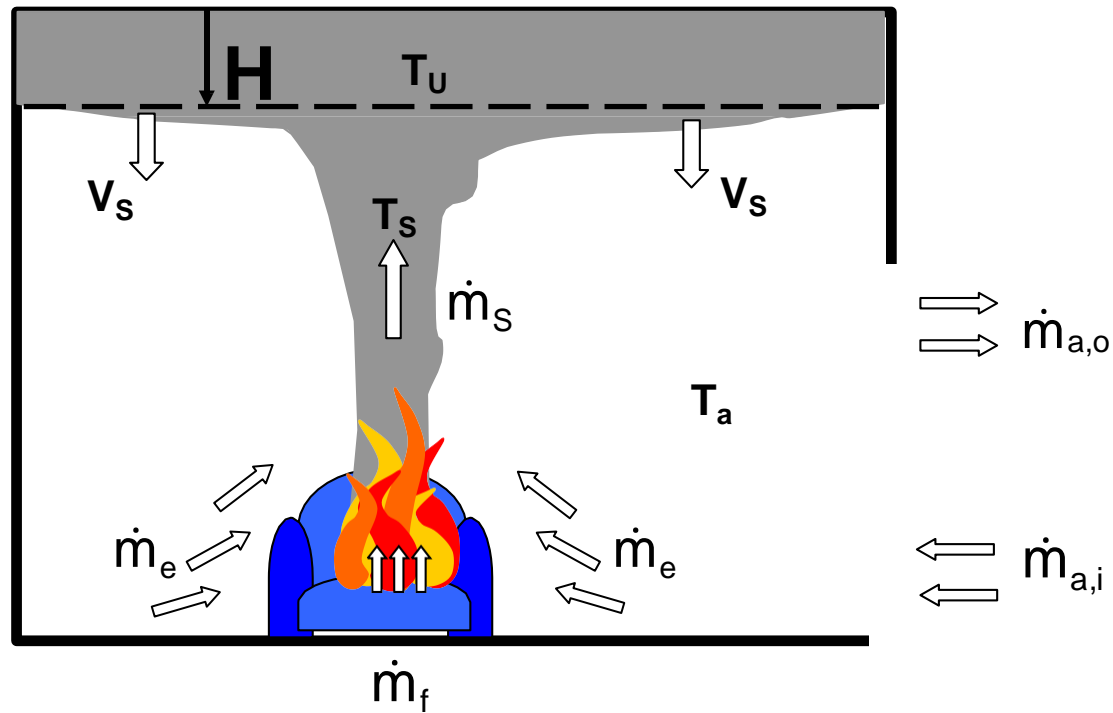


[Gambar dari Björn Karlsson, James G. Quintiere, 2000]

Asap (*smoke*)

- Terhirupnya asap menjadi penyebab sebagian besar kematian dalam kebakaran
- Apa yang perlu kita ketahui untuk menentukan jumlah asap yang dihasilkan oleh api?
- Senyawa apa yang ada di dalam asap itu?
- Bagaimana asap akan bermigrasi dari lokasi awal kejadian kebakaran (*fire origin*) ke seluruh bangunan?
- Apa yang harus dilakukan untuk mengendalikan migrasi asap?
- Bagaimana asap digunakan sebagai peringatan dini terjadinya kebakaran? – Sistem deteksi kebakaran.

Fire and Smoke plume



[Björn Karlsson, James G. Quintiere, 2000]

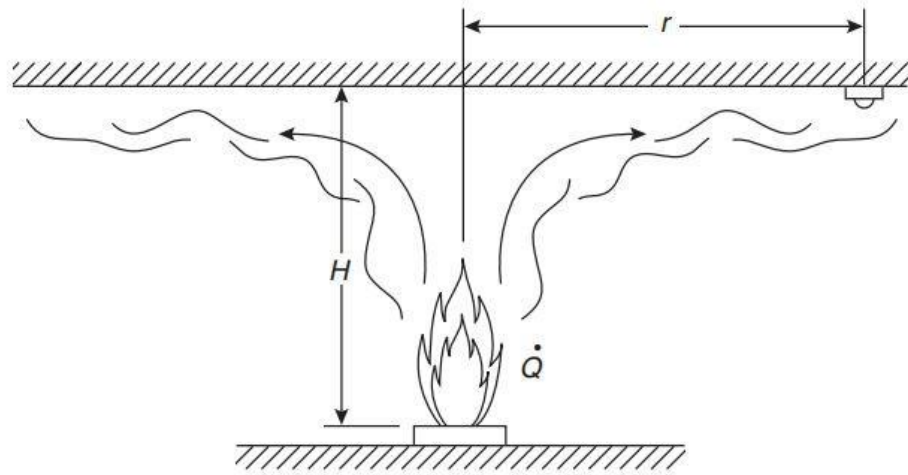
Lapisan Atas (Asap)

Parameter yang perlu dievaluasi, meliputi:

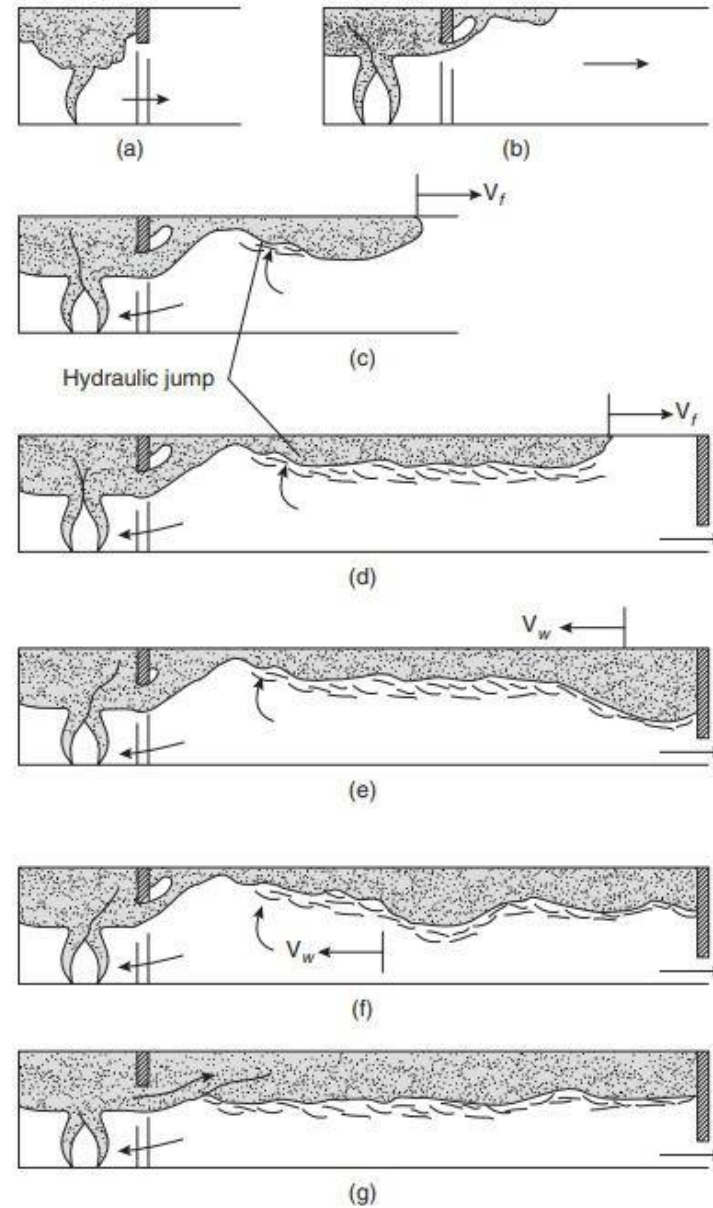
- Temperature lapisan atas, T_u
- Kecepatan penurunan lapisan atas (asap),

$$V_s = \frac{dH}{dt}$$

Ilustrasi penyebaran asap



Ronald Alpert, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition, 2002.



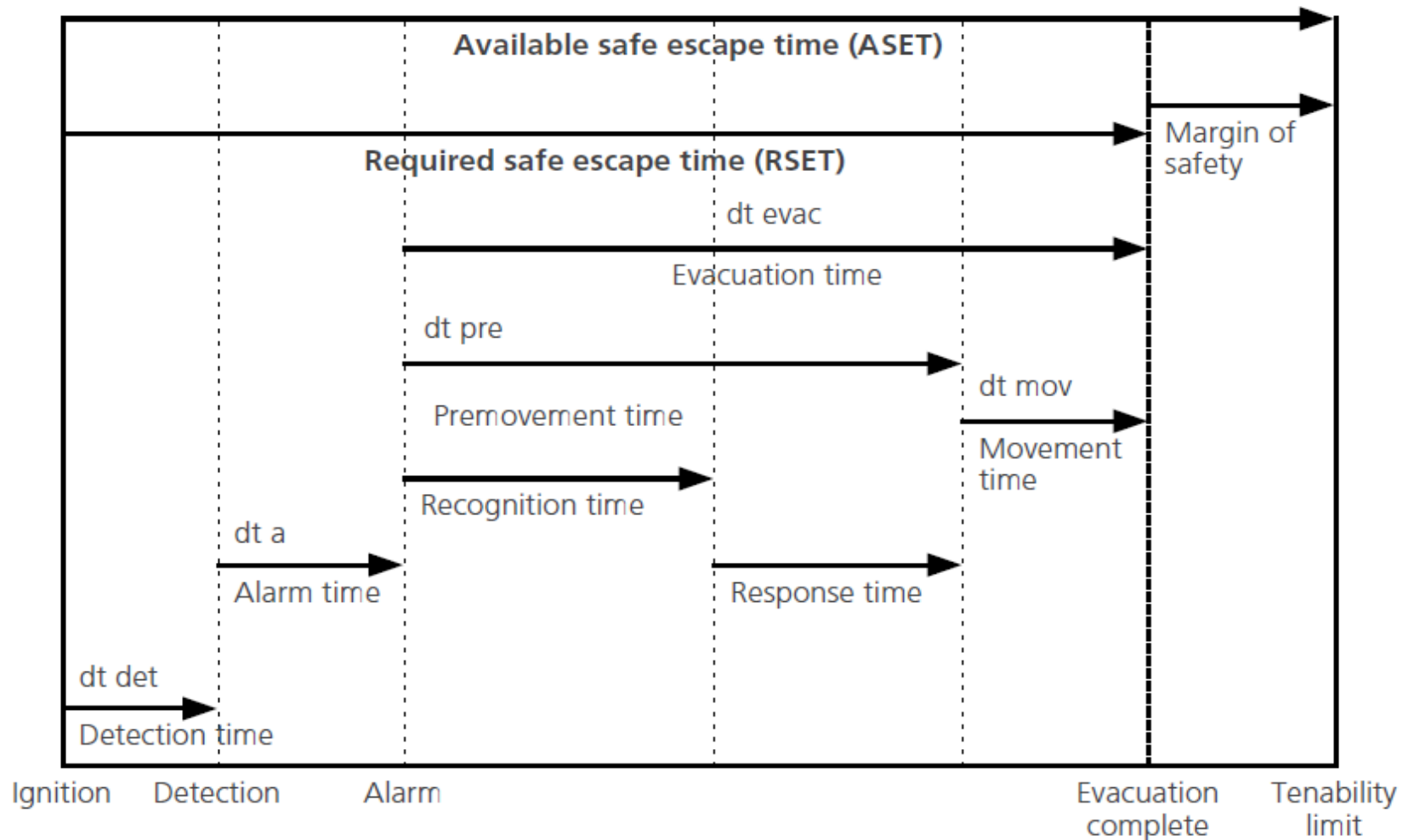
E.E. Zukoski, T. Kubota, and C.S. Lim, "Experimental Study of Environment and Heat Transfer in a Room Fire," NBS GCR-85-493, National Bureau of Standards, Washington, DC (1985).

Sarana Penyelamatan Jiwa / Sarana evakuasi / *Means of escape*

Sarana penyelamatan jiwa / sarana jalan keluar adalah bagian integral dari struktur bangunan gedung yang memungkinkan penghuni / orang untuk menyelamatkan diri ke lokasi yang selamat (aman) jika terjadi kebakaran.

Sarana jalan keluar meliputi pintu eksit, koridor, tangga, ramp yang menuju ke eksit pelepasan yang berada di lokasi yang selamat dari potensi dampak kebakaran dan berada di tempat dengan udara terbuka.

Persyaratan keselamatan jiwa penghuni/pengguna bangunan gedung



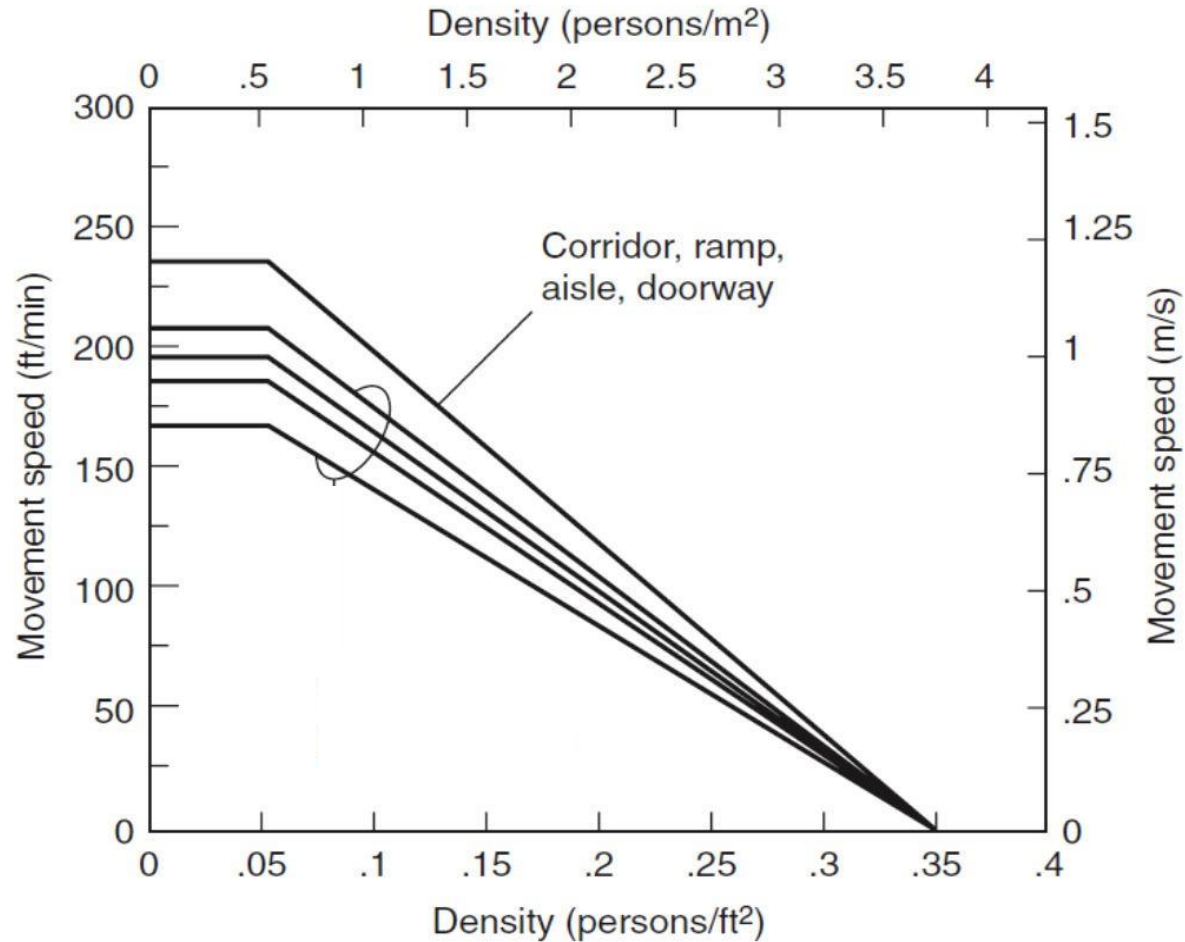
Dengan demikian....,

Perlu dirancang dan disediakan suatu kondisi lingkungan yang selamat dihuni/digunakan, dan dapat dijaga dalam lingkup operasional dengan periode waktu yang memadai, sehingga penghuni/operator dapat meninggalkan ruangan hingga mencapai lokasi berhimpun dengan selamat, tanpa gangguan dan cedera.

ASET > RSET

ASET : Available Safe Egress Time
RSET : Required Safe Egress Time

Kecepatan evakuasi



Kecepatan evakuasi sebagai fungsi densitas penghuni (Nelson, H.E., and Mourer, F.W., 2002)

3

Fitur Keselamatan Kebakaran di Bangunan Gedung/Rumah Sakit

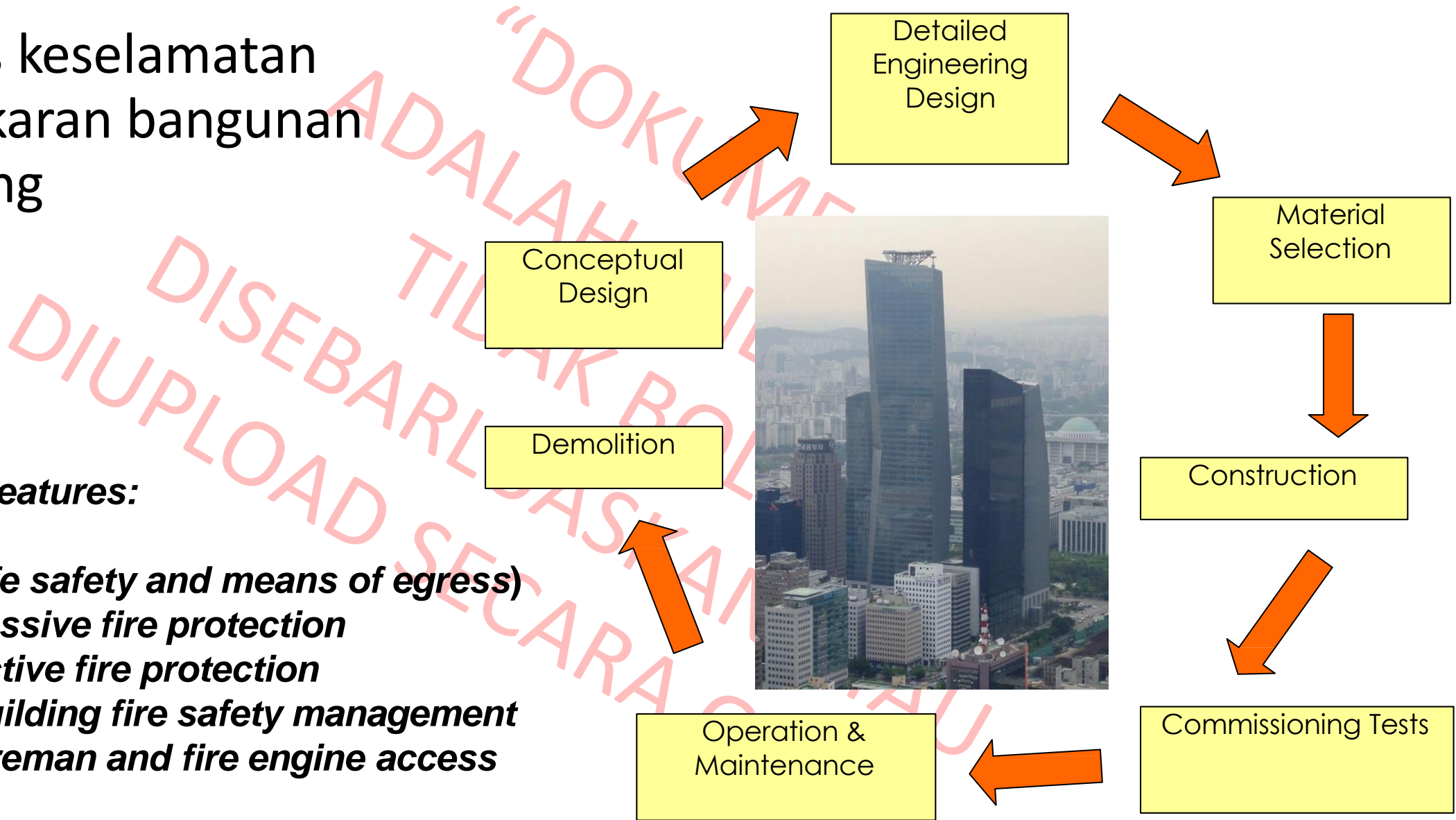
Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung :

1. Persyaratan Keselamatan

2. Persyaratan Kesehatan
3. Persyaratan Kenyamanan
4. Persyaratan Kemudahan

+ Pemenuhan aspek Keberlanjutan (sustainability)

Siklus keselamatan kebakaran bangunan gedung

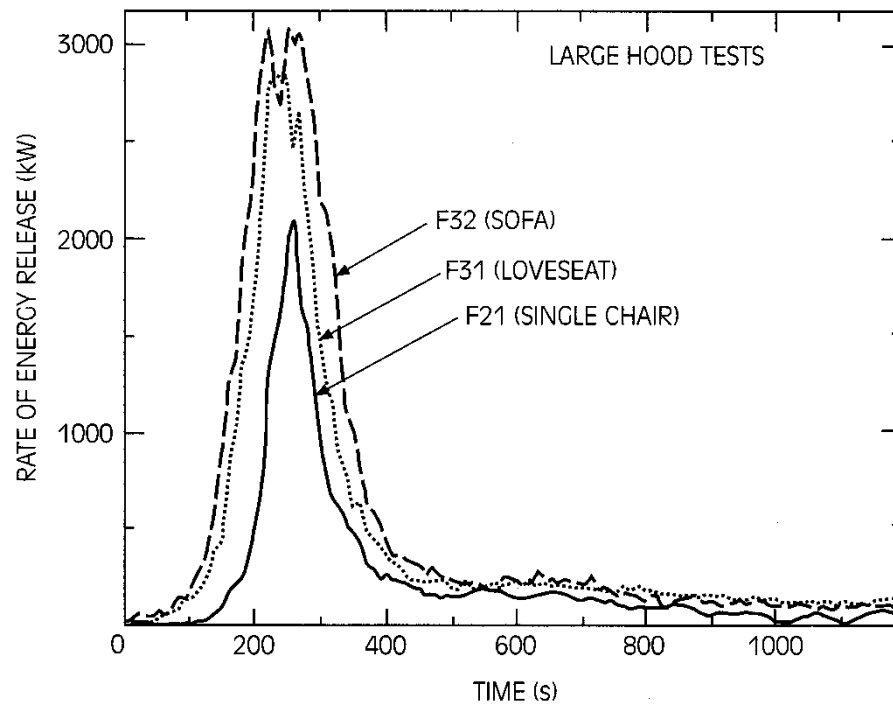


Basic features:

1. **Life safety and means of egress)**
2. **Passive fire protection**
3. **Active fire protection**
4. **Building fire safety management**
5. **Fireman and fire engine access**

Risiko Kebakaran:

Laju Pelepasan Kalor (heat release rate) material



HRR for furniture

[Gambar dari Björn Karlsson, James G. Quintiere, 2000]

Risiko Kebakaran:

HRR beberapa jenis material

- Lampu bohlam 60-100 W
- Keranjang sampah kecil 50-100 kW
- Kursi kayu dengan lapisan busa 200–500 kW
- Sofa kecil 500 – 1500 kW
- Sofa besar 1000 – 3000 kW
- Nyala tumpahan bensin dengan luas 1 m² : 2.5 MW
- Nyala tumpukan kayu/pallet, tinggi 3m : 7 MW
- Nyala tumpukan bahan plastic dengan diameter 2 m² dan tinggi 4.9 m : 30-40 MW

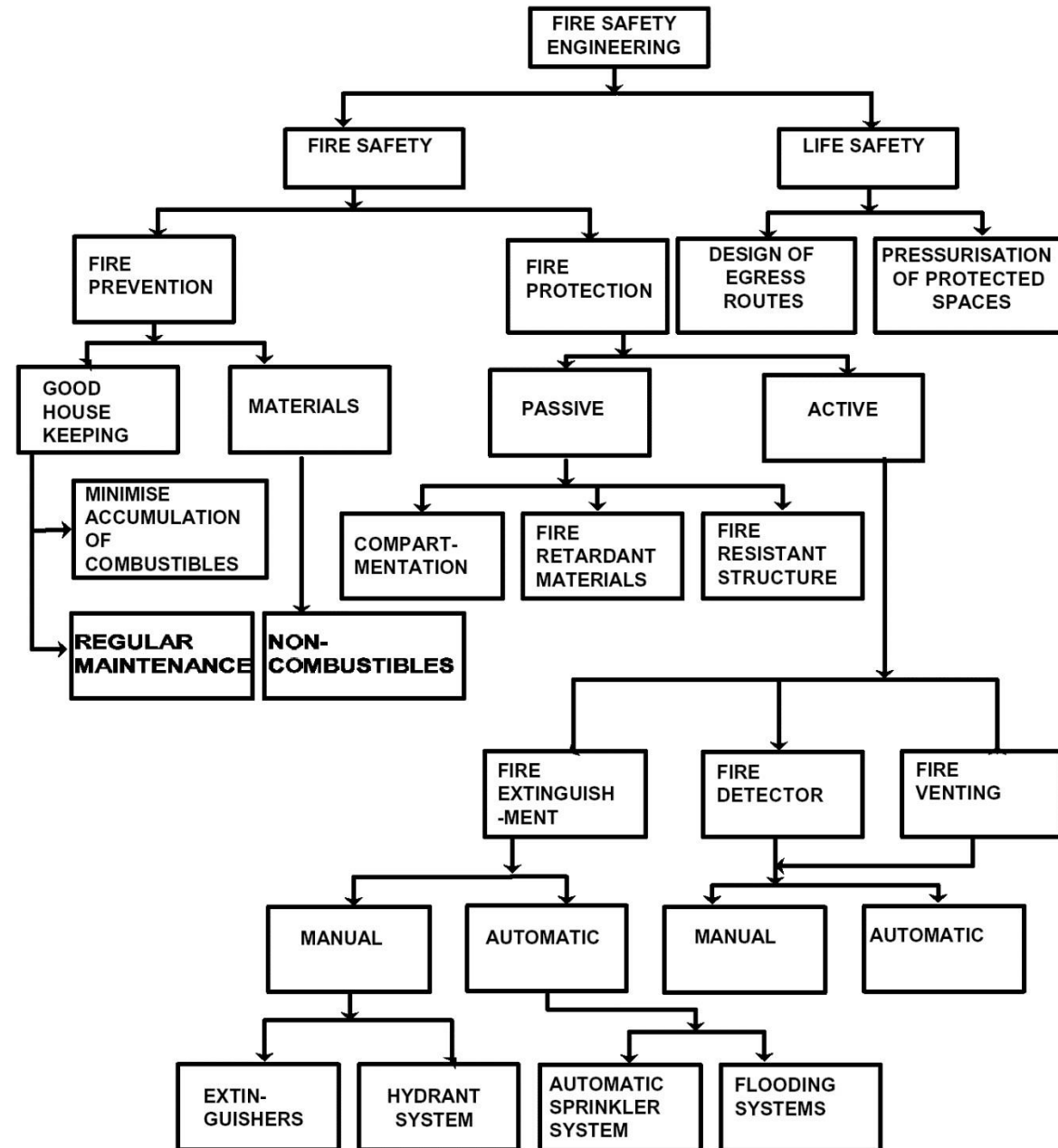
RADIATION HEAT FLUXES AND THE POTENTIAL ADVERSE EFFECTS	
Radiation heat flux [Btu/h•ft ²]	Potential adverse effects
1600	Skin will burn after 30-s exposure
4000	Wood could ignite
10,000	Metal structures could be destroyed

[Wentz, C., 1998]

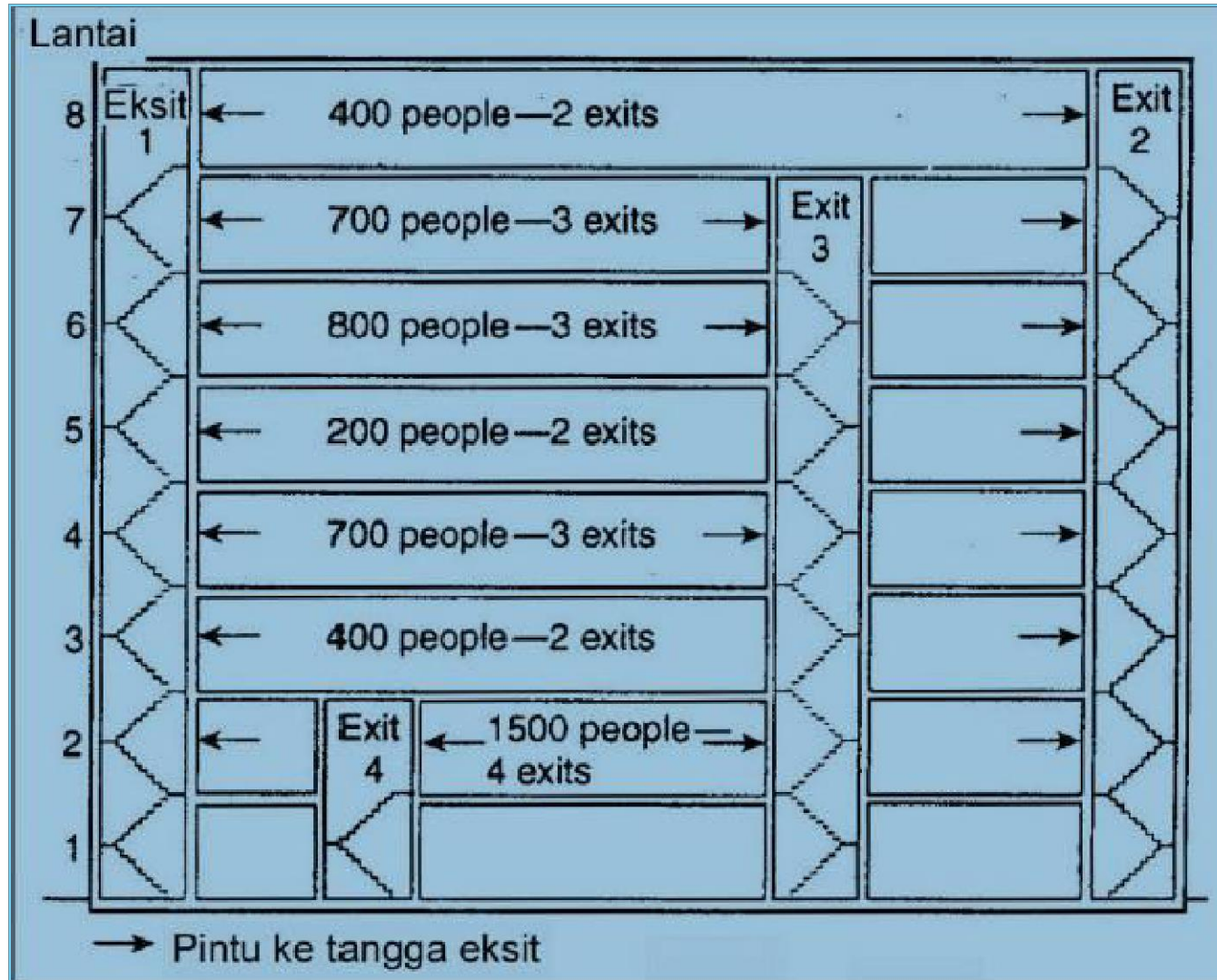
Fitur Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung

- **Sarana Penyelamatan Jiwa**
 - Penyediaan tanda (signage) dan sarana /jalur evakuasi dalam bangunan yang tidak terhalang dan terjaga kondisinya, sehingga dalam keadaan darurat evakuasi menuju tempat berhimpun (assembly point) dapat dilakukan dengan selamat dan tanpa hambatan
 - Tersedia dan berfungsinya alat komunikasi internal di dalam bangunan seperti public address, telepon kebakaran
- **Proteksi pasif**
 - Rancangan fisik, material dan isi bangunan, serta operasi bangunan, sedemikian sehingga dalam periode penggunaannya, beban api dapat dijaga serendah mungkin.
 - Prasarana penanggulangan bahaya kebakaran, termasuk struktur bangunan, kompartemenisasi yang tahan api
- **Proteksi aktif**
 - Sistem deteksi dan alarm kebakaran
 - Sistem pemadam kebakaran terdiri dari APAR, sistem hydrant kebakaran, sistem Sprinkler kebakaran, sistem pengendalian asap, instalasi Lift Kebakaran, Pencahayaan darurat dan tanda penunjuk arah dan Pusat Pengendali Kebakaran.
 - Akses mobil kebakaran , kendaraan dapat bersirkulasi tanpa hambatan
- **Building Fire Safety Management**
- **Fireman and Fire Engine access**

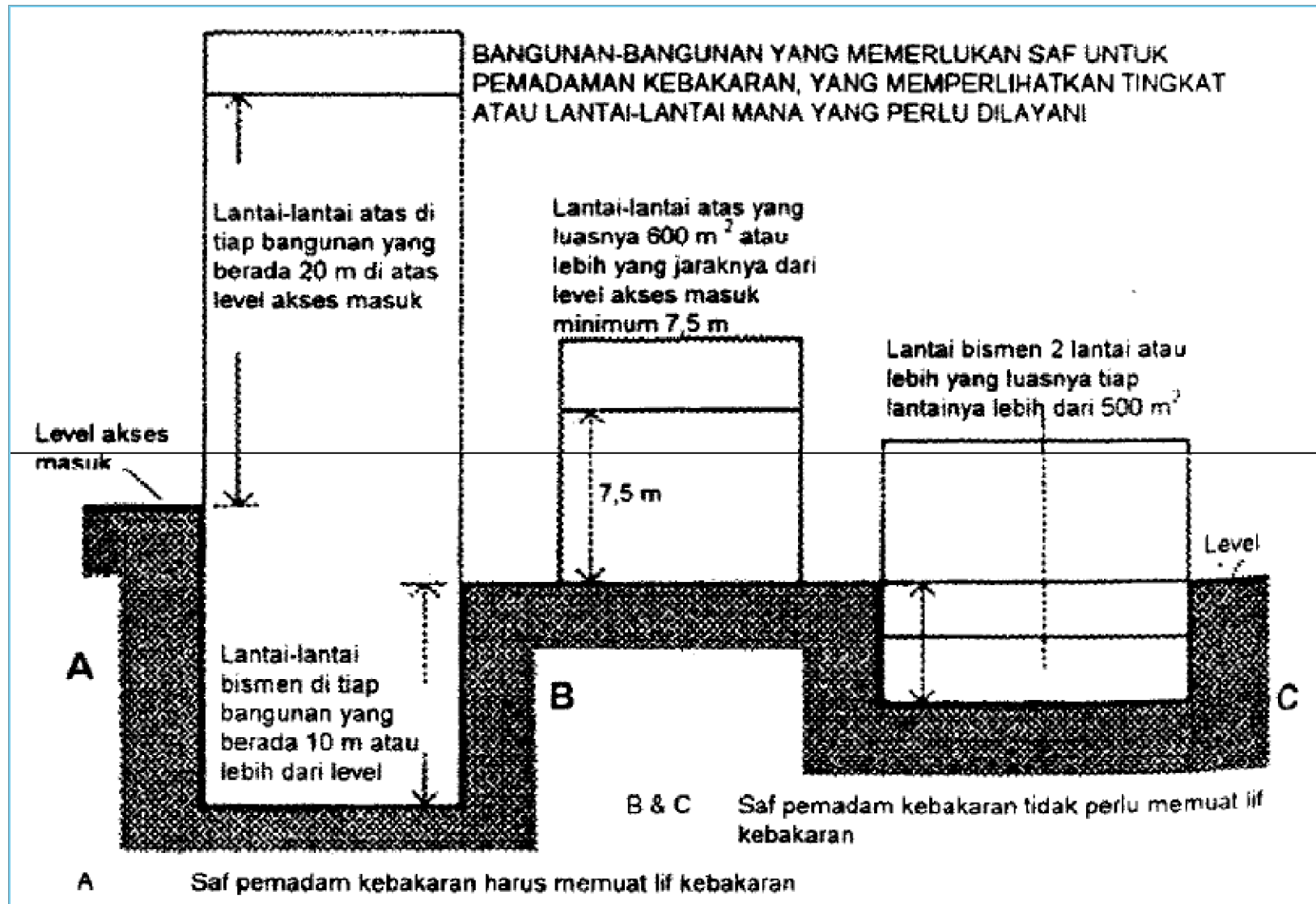
Sistem Keselamatan dan Proteksi kebakaran



Sarana penyelamatan jiwa: Jumlah Exit

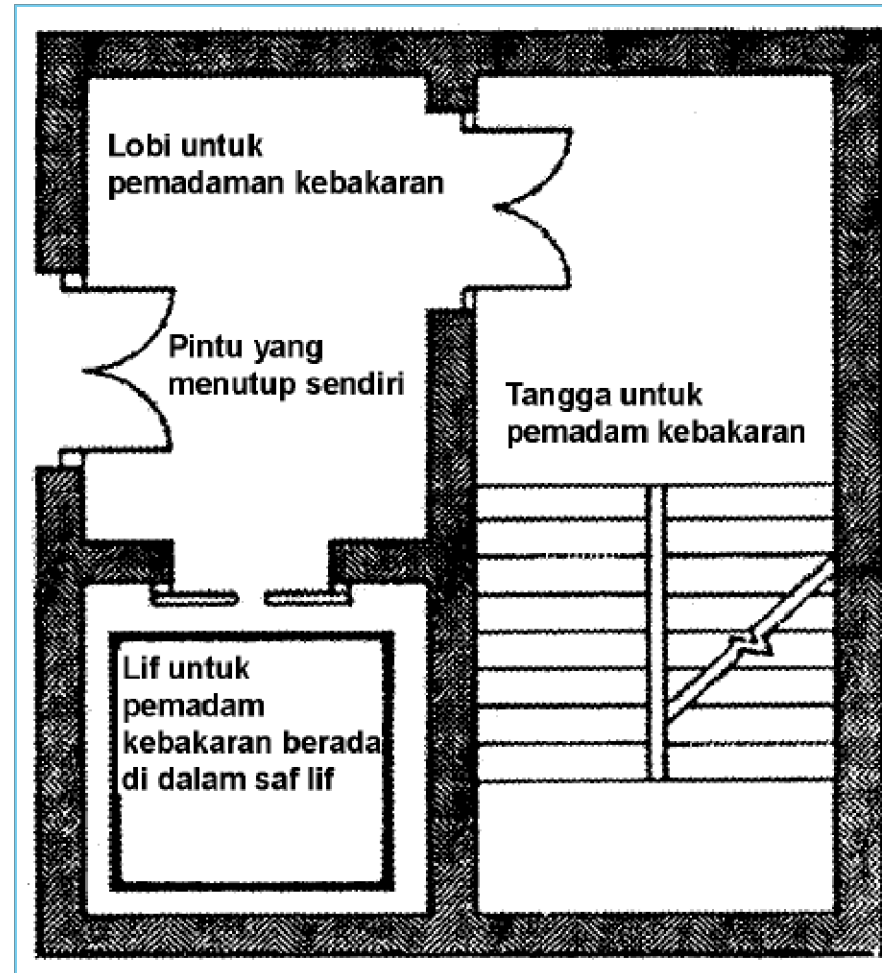


Sarana penyelamatan jiwa dan akses petugas pemadam kebakaran



Luas lantai maksimum (m^2)	Jumlah minimum saf pemadam kebakaran
Kurang dari 900	1
900 ~ 2.000	2
Lebih dari 2.000	2 ditambah 1 untuk tiap penambahan 1.500 m^2 .

Akses petugas pemadam kebakaran



Risiko penularan api eksternal



(SFPE)



<https://www.liputan6.com/news/read/2648121/ada-4-pekerja-saat-api-membakar-apartemen-neo-soho>

Fire behaviour of modern façade materials – understanding the Grenfell Tower fire

Sean T. McKenna, Nicola Jones, Gabrielle Peck, Kathryn Dickens, Weronika Pawelec, Stefano Oradei, Stephen Harris, Anna A Stec and T Richard Hull*

Journal of Hazardous Materials (2018), <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.077>

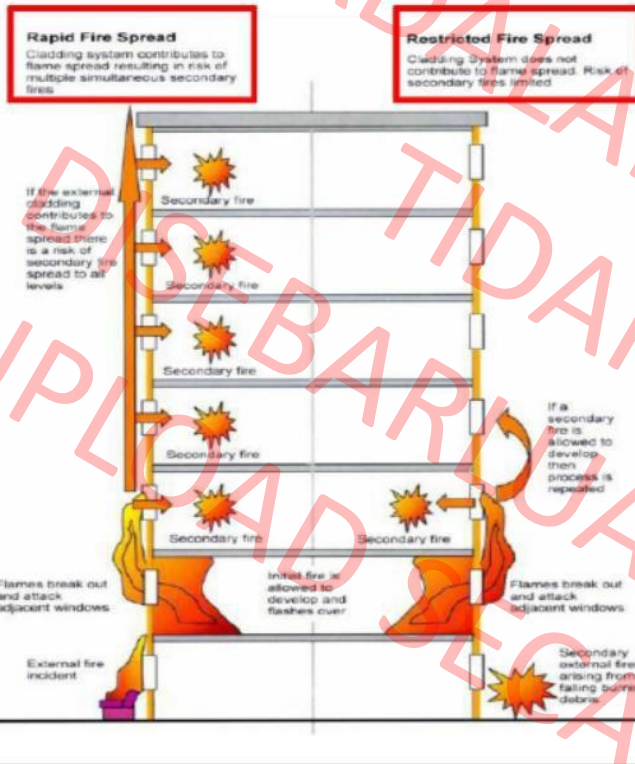
Abstract

The 2017 Grenfell Tower fire spread rapidly around the combustible façade system on the outside of the building, killing 72 people. We used a range of micro- and bench-scale methods to understand the fire behaviour of different types of façade product, including those used on the Tower, in order to explain the speed, ferocity and lethality of the fire. Compared to the least flammable panels, polyethylene-aluminium composites showed 55x greater peak heat release rates (pHRR) and 70x greater total heat release (THR), while widely-used high-pressure laminate panels showed 25x greater pHRR and 115x greater THR. Compared to the least combustible insulation products, polyisocyanurate foam showed 16x greater pHRR and 35x greater THR, while phenolic foam showed 9x greater pHRR and 48x greater THR. **A few burning drips of polyethylene from the panelling are enough to ignite the foam insulation, providing a novel explanation for rapid flame-spread within the facade.** Smoke from polyisocyanurates was 15x, and phenolics 5x more toxic than from mineral wool insulation. 1kg of burning polyisocyanurate insulation is sufficient to fill a 50m³ room with an incapacitating and ultimately lethal effluent. Simple, additive models are proposed, which provide the same rank order as BS8414 large-scale regulatory tests.

External Fire Spread

What are the issues:

- Fires allowed to develop may flashover and break out through windows



- Flames spread up over or through the cladding
- Flames can extend over 2m above window opening regardless of cladding
- If fire re-enters the building secondary fires may then develop

It is important that the façade does not contribute significantly to the fire spread.



Keberadaan material façade (cladding)/selubung bangunan gedung, meningkatkan kompleksitas pencegahan, dan penanggulangan kebakaran dan penyelamatan.

4

Inspeksi, Pengujian dan Pemeliharaan Sistem Keselamatan Kebakaran

Pengertian

- **Inspeksi**

Verifikasi secara visual bahwa sistem proteksi kebakaran dan perlengkapannya tampak dalam kondisi operasi dan bebas dari kerusakan fisik

- **Pengujian**

Menjamin operasi otomatis atau manual atas kebutuhan dan pengiriman kontinyu dari output sistem proteksi kebakaran yang dipersyaratkan, dan untuk mendeteksi ketidaksempurnaan system proteksi kebakaran yang tidak tampak pada saat inspeksi

- **Pemeliharaan**

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perbaikan (*corrective maintenance*) untuk mempertahankan fungsi optimum dari peralatannya

Parameter Kegiatan

- Manual dari produk
- Prosedur uji
- Frekwensi/Jadwal Inspeksi/pemeriksaan
- Pelaporan riwayat/Catatan inspeksi-pengujian-pemeliharaan
- Kualifikasi SDM

1. Sistem Pengendalian Asap Kebakaran

- Sistem Ekstraksi asap
- Sistem Ducting
- Sistem Damper Asap
- Sistem penunjang lainnya
- Sistem pacu daya listrik kondisi darurat

2. Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran

- Detektor panas
- Detektor asap
- Detektor nyala api, detektor gas dan detektor kebakaran lainnya
- Alarm kebakaran

3. Sistem Proteksi (Supresi) Kebakaran

- a. Alat Pemadam Api Portabel
- b. Sistem Proteksi (Supresi) Kebakaran Berbasis Air dan Khusus
 - Pompa Kebakaran
 - Sistem Perpipaan
 - Tangki Penyimpanan
 - Sistem *water spray*
 - Sistem *foam-water sprinkler*
 - Sistem *water-mist*

4. Sistem Presurisasi Tangga Darurat

- Sistem tanpa kompensasi dan dengan kompensasi
- Lokasi sumber udara pasok
- Fan pemasok udara
- Sistem injeksi jamak dan tunggal
- Ruang antara (vestibule)
- Jumlah pintu yang terbuka

5. Sistem Proteksi Kebakaran Pasif

- Dinding tahan api
- Pintu kebakaran (dengan TKA tertentu)
- Kompartemenisasi Api dan Asap
- Fire Stopping di area shaft dan façade
- Penggunaan material
- Sarana penyelamatan jiwa (tangga, ramp, dsb)

PENUTUP

Pemenuhan keselamatan kebakaran bangunan gedung dibangun melalui perencanaan konsep, perencanaan detail, konstruksi, *commissioning*, pengoperasi, serta kegiatan inspeksi, pengujian dan pemeliharaan yang handal dan seksama.



Terima Kasih

