

BAHAYA KEBAKARAN DAN TINDAKAN PENCEGAHAN KEBAKARAN PADA BANGUNAN TINGGI

YAHYA MOHAMAD YATIM
Jabatan Ukur Bahan
Fakulti Alam Bina
Universiti Teknologi Malaysia
Skudai, Johor

Abstrak

Pelbagai bangunan tinggi dibina terutama di bandaraya untuk pelbagai tujuan. Ini menandakan kemajuan berlaku tetapi keselamatan bangunan tinggi dan bahaya kebakaran perlu dikaji dengan teliti memandangkan pelbagai bahan dan teknik pembinaan yang baru telah diperkenalkan dalam industri binaan sekarang sama ada untuk pembinaan atau perkhidmatan. Secara tidak langsung, ianya menyumbang kepada bahaya kebakaran pada bangunan tinggi. Penggunaan bahan binaan dan pembinaan yang berlandaskan "situasi menang-menang" akan dapat mengurangkan risiko kebakaran. Disamping itu peraturan yang komprehensif diperlukan untuk menguatkuasakan piawai bangunan tinggi bagi menjamin keselamatan pengguna. Tumpuan perbincangan artikel ini adalah terhadap bahaya kebakaran dan tindakan pencegahan yang boleh diambil untuk mengurangkan risiko kebakaran.

1.0 Pengenalan

Bangunan tinggi mengikut setengah definisi dianggap sebagai bangunan yang melebihi ketinggian 30.5 meter (100 kaki) atau ketinggiannya 24.4 meter dengan keluasan lantai yang melebihi 930 m². Walau bagaimanapun untuk tujuan pemasangan peralatan pencegah kebakaran jenis penaik kering ketinggian tersebut adalah tidak praktikal. Mengikut Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (UKBS), peraturan 230 (1) menyatakan paip penaik kering hanya boleh dipasang bagi bangunan ketinggian kurang dari 30.5 meter tetapi melebihi 18.3 meter (60 kaki). Oleh yang demikian, untuk tujuan ini, kita menganggapkan bangunan melebihi 18.3 meter sebagai bangunan tinggi. Semakin tinggi sesebuah bangunan dibina maka risiko bahaya kebakaran juga akan meningkat. Tahap risiko bahaya kebakaran juga berbeza-beza dari sebuah bangunan dengan bangunan yang lain yang dikategorikan sebagai bangunan tinggi.

2.0 Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Tinggi

Menurut Akta Perkhidmatan Bomba 1988, bahaya kebakaran boleh didefinisikan sebagai:

- Mana-mana bangunan yang menjalankan apa-apa perubahan menyalahi undang-

undang sekiranya kebakaran telah menyebabkan pelepasan diri dari mana-mana bahagian pada keadaan biasa menjadi lebih sukar atau kurang mudah dari sepatutnya.

- Apa-apa kelengkapan menentang kebakaran atau pemasangan keselamatan kebakaran atau peruntukan yang dikehendaki oleh undang-undang tidak disediakan atau dipatuhi atau diubah.
- Apa-apa kelengkapan menentang kebakaran atau pemasangan keselamatan kebakaran atau kemudahan yang dipasang mengikut kehendak mana-mana undang-undang bertulis atau arahan oleh Jabatan Perkhidmatan Bomba di dalam atau di luar mana-mana bangunan tidak berada dalam keadaan baik.
- Pelepasan diri dari mana-mana bahagian bangunan sukar dijalankan sekiranya berlaku kebakaran disebabkan kesesakan di dalamnya atau beban penduduk yang melebihi dari peruntukan.
- Peningkatan kemungkinan berlakunya kebakaran atau bahaya kepada nyawa atau harta pada apa-apa perkara atau hal lain yang dalam keadaan biasa atau akan mengganggu Jabatan Perkhidmatan Bomba

dalam menjalankan tugasnya sekiranya berlaku kebakaran.

- Jalan keluar yang tidak mencukupi di mana-mana bahagian sesuatu bangunan ke mana-mana tempat sama ada di dalam atau di luar bangunan untuk memberi perlindungan kepada orang-orang sekiranya berlaku kebakaran.

3.0 Bahaya yang timbul dari kebakaran boleh dibahagikan kepada 2 jenis iaitu:

1. *Internal hazard* iaitu bahaya kebakaran yang berlaku di dalam bangunan. Bahaya ini dibahagikan kepada dua yang utama iaitu:
 - *Personal hazard* - Bahaya kebakaran kepada penghuni dalam bangunan.
 - *Damage hazard* - Bahaya kebakaran kepada struktur bangunan dan kandungan bahan dalam bangunan.
2. *External hazard* (exposure hazard) iaitu bahaya yang timbul dari kebakaran di bangunan yang berhampiran.

Secara umumnya, bahaya kebakaran pada bangunan tinggi adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan bangunan rendah yang biasa kerana keadaan fizikalnya yang tinggi dan luas serta ramai penghuni dan pelbagai aktiviti didalamnya. Biasanya bahaya kebakaran yang wujud di dalam bangunan-bangunan tinggi adalah tidak sama dan ianya bergantung kepada pelbagai faktor seperti kedudukan bangunan, rekabentuk, pembinaan, kandungan bahan bakar di dalam bangunan, fungsi bangunan, kedudukan laluan keselamatan yang disediakan dan lain-lain lagi.

4.0 Kedudukan Bangunan

Kedudukan dan persekitaran bangunan turut menyumbang kepada bahaya kebakaran dimana bangunan yang berhampiran dengan bangunan yang mempunyai risiko tinggi akan mempunyai bahaya yang tinggi juga kerana risiko api merebak dari bangunan yang berhampiran adalah tinggi.

5.0 Pertimbangan Rekabentuk Am

Rekabentuk bangunan adalah satu faktor yang sangat penting yang memerlukan perhatian yang serius. Rekabentuk yang tidak sesuai akan menjejaskan keselamatan sesebuah bangunan. Di antara kelemahan rekabentuk bangunan adalah seperti berikut :

- Rekabentuk yang membenarkan api merebak ke tingkat atas melalui tingkap, *balcony*, bukaan lantai dan sebagainya. Bahaya kebakaran kepada bangunan tinggi kerana kemerebakan api akan berlaku secara menegak dengan sangat cepat bagaikan kebakaran dalam *chimney*.
- Susunatur ruang dalam bangunan yang tidak sesuai turut menyumbang kepada bahaya kebakaran pada bangunan tinggi umpamanya bilik stor diletakkan berhampiran dengan bilik janakuasa atau bilik perkakas elektrik.
- Rekabentuk bangunan yang berasaskan prinsip teras (*core principle*) di mana kebanyakan kemudahan bangunan, tangga, lif, sistem hawa dingin dan sebagainya ditempatkan pada bahagian tengah bangunan. Akibatnya menyebabkan 'dead-ends' dimana penghuni terpaksa melalui api sebelum mereka dapat sampai di tangga keselamatan. Amalan ini digunakan dengan meluas dengan tujuan untuk mengurangkan bilangan tangga dan lif yang diperlukan, menjimatkan kos pembinaan dan memaksimumkan penggunaan ruang untuk mendapatkan pulangan yang maksimum.

6.0 Pertimbangan Rekabentuk Struktur

Bangunan tinggi biasanya terdiri daripada struktur kerangka keluli atau konkrit bertetulang. Keluli adalah bahan *non-combustible* yang sangat kuat dan kukuh tetapi ia akan gagal apabila terdedah kepada haba yang tinggi (melebihi 299°C). Struktur keluli akan kehilangan 80% kekuatannya apabila suhu berada dalam lingkungan 427°C - 482°C. Elemen keluli yang tidak dilindungi akan mengalami *bend*, *buckle* dan *expand* pada peringkat awal kebakaran dan kecacatan ini mungkin menyebabkan dinding dan lantai bangunan runtuh.

Akibatnya, penghuni bangunan yang terperangkap dalam bangunan mungkin tidak

dapat melarikan diri sebelum struktur bangunan roboh.

Konkrit bertetulang adalah juga bahan *non-combustible* yang mempunyai ketahanan api yang tinggi. Namun kekuatannya dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan dan ketebalan salutannya. Jika agregat yang digunakan adalah terdiri daripada jenis *class 2* (contoh: *flint, gravel, granite*), konkrit akan mudah mengalami '*spalling*' apabila terdedah kepada suhu yang tinggi. Penutup tetulang yang terlalu nipis juga akan menjejaskan kekuatan tetulang yang terdapat dalam konkrit tersebut. Selain itu struktur konkrit yang mengalami haba yang tinggi akan retak apabila terkena air. Ia adalah berbahaya dimana selalunya pihak bomba akan memancutkan air kepada bangunan tinggi untuk memadamkan api semasa berlaku kebakaran.

Untuk memastikan struktur bangunan tidak gagal dengan cepat rekabentuk struktur perlu diteliti. Sekiranya keluli digunakan, ia harus dilindungi atau ditutupi dengan bahan yang mempunyai rintangan api sekurang-kurangnya 4 jam. Jikalau konkrit bertetulang digunakan, maka gred konkrit yang digunakan mestilah sesuai iaitu menggunakan agregat *class 1* dan mempunyai ketebalan penutup tetulang yang bersesuaian.

Sesetengah bahaya masih belum disadari umpamanya penggunaan *prestressed concrete* dalam pembinaan bangunan tinggi. Struktur ini mudah gagal (*spall*) apabila terdedah kepada haba yang tinggi. Semua bangunan yang dibina dengan menggunakan *prestressed concrete* mudah runtuh disebabkan haba kebakaran yang tinggi.

7.0 Penggunaan Bahan

Pada masa sekarang banyak bahan binaan baru yang mudah bakar diperkenalkan dalam industri bangunan untuk tujuan pembinaan dan perhiasan. Fenomena ini telah menyebabkan peningkatan bahaya kebakaran dalam bangunan tinggi. Diantaranya bahan yang sering digunakan ialah bahan berasaskan kayu, petroleum, binatang dan bahan buatan kilang seperti *fibre board* dan *straw board*. Selain itu bahan lain yang bahaya seperti plastik, bahan petroleum dan cat.

Plastik adalah bahan yang popular dan banyak digunakan untuk membuat perabot, kemas-

lantai, paip, *cladding panels, arcylic*, permaidani dan sebagainya. Ia adalah bahan yang cepat terbakar dan cepat merebakkan api. Semasa kebakaran ia juga akan menghasilkan asap yang banyak dan mengeluarkan *noxious fumes* dan gas beracun yang berbahaya kepada manusia.

Bahan yang digunakan untuk *lining* dan siling adalah bahaya kerana ianya akan terbakar dengan cepat dan berkemungkinan akan jatuh ke lantai dan mencederakan penghuni yang terperangkap. Untuk mengurangkan bahaya kebakaran pada bangunan, bahan-bahan yang digunakan mestilah terdiri daripada bahan yang telah diuji, diluluskan dan disahkan mempunyai tahap rintangan api yang tertentu. Jika boleh penggunaan bahan mudah terbakar harus dikurangkan.

8.0 Kesilapan Teknikal

Binaan bangunan yang tidak bermutu akan membenarkan api dan asap merebak ke bahagian bangunan yang lain, biasanya melalui sesalur pengudaraan, pintu yang rosak, lubang-lubang pada dinding dsb. Ini adalah satu masalah yang sangat ketara di mana sesetengah kontraktor membina bangunan dengan amalan yang tidak baik seperti menggunakan bahan yang tidak memenuhi piawaian, membuat kerja dengan cara 'lebih kurang' sahaja sehingga bangunan yang dihasilkan itu bermasalah yang menjadi punca kepada bahaya kebakaran.

9.0 Laluan Keselamatan

Laluan keselamatan yang dibina tanpa mengikut piawaian dan tidak dipasang dengan pintu rintangan api yang bersesuaian akan menjadi perangkap kepada penghuni. Kemasukan asap melalui liang pintu yang rosak dan sebagainya menyebabkan laluan keselamatan di penuhi dengan asap dan wap panas. Kesesakan di laluan keselamatan juga merupakan satu masalah. Oleh itu setiap bangunan tinggi harus mempunyai beberapa laluan keselamatan yang mencukupi dan dilengkapi dengan kemudahan pengudaraan yang bersesuaian.

10.0 Jenis Pendudukan atau Fungsi Bangunan

Setiap bangunan mempunyai bahaya yang berbeza-beza dan bergantung kepada jenis pendudukan bangunan itu sendiri. Misalnya bangunan kecil yang digunakan untuk menyimpan bahan yang mudah terbakar adalah berisiko tinggi. Sementara gudang besar yang terdapat banyak bahan yang mudah terbakar dikatakan mempunyai bahaya kerosakan yang tinggi memandangkan kerugian kandungan dan kerosakan adalah sangat besar. Manakala bangunan awam yang mempunyai kandungan bahan mudah bakar yang rendah adalah dikatakan mempunyai bahaya *personal* yang tinggi kerana terdapat ramai orang berkumpul di situ.

Bahaya kebakaran juga boleh dikelaskan kepada 3 jenis mengikut jenis pendudukan bangunan iaitu :

1. **Extra light hazard:** *Non-industrial occupancies* di mana jumlah kandungan bahan mudah terbakar adalah rendah.

Contoh: Hospital, hotel, perpustakaan, museum, rumah pengasih, pejabat, penjara, sekolah, kolej.

2. **Ordinary hazard:** *Commercial and industrial occupancies* yang melibatkan pengendalian, pemprosesan, dan penyimpanan bahan yang mudah terbakar tetapi ianya tidak akan terbakar dengan marak pada peringkat awal. Bahaya ini boleh dibahagikan kepada 4 kumpulan berdasarkan darjah bahaya kebakaran seperti berikut:

Kumpulan I : *Butchers, breweries*, kerja simen, restoran, kafe.

Kumpulan II : *Bakeries*, kerja kimia, kerja kejuruteraan, kedai dobi, garaj, poteries, kedai.

Kumpulan III : Kilang kapal terbang (kecuali hangar), kilang kasut dan but, kilang permaidani, kilang baju, gedung membeli-belah, kilang plastik, bilik cetak, kilang papan, *tanneries*, gudang.

Kumpulan III : Kilang kain, distilleries, (istimewa) studio TV dan filem, kilang mancis.

3. **Extra high hazard:** *Commercial and industrial occupancies* yang mempunyai beban api yang *abnormal*. Ianya terdiri daripada 2 jenis iaitu:

a) Di mana bahan yang dikendalikan dan diproses adalah terdiri daripada bahan-bahan yang bersifat bahaya yang mungkin terbakar dengan sangat cepat.

b) Melibatkan simpanan barang yang banyak.

Contoh: *Celluloid works*, kilang foam plastik dan foam getah, kilang cat dan varnish, *wood wool works*, *high piled storage risks*, *oil and flammable liquid hazard*.

Bagi bangunan yang terletak dalam kumpulan *ordinary hazard* yang mempunyai beban api (*fire load*) yang tinggi adalah dimasukkan dalam kelas *extra high hazard*. Beban api adalah merujuk kepada jumlah bahan boleh bakar yang disimpan di dalam bangunan.

11.0 Kesan-kesan Kebakaran

Kebakaran akan mengakibatkan kerugian harta benda, mungkin kehilangan nyawa, kehilangan punca pencarian, tergendala aktiviti yang sedang dijalankan dan lain-lain lagi. Walau bagaimanapun kesan utama terhadap kebakaran ialah kehilangan nyawa dan kehilangan wang dan harta benda.

Kehilangan Nyawa (loss of life)

Apabila berlaku kebakaran boleh mengakibatkan kecederaan dan kematian terutama bagi bangunan yang mempunyai ramai penghuni. Bangunan yang menjadi tumpuan umum adalah diklasifikasikan sebagai bangunan yang mempunyai bahaya *personal* dan dibahagikan kepada dua kumpulan yang utama iaitu:

1. Bangunan yang mana terdapat orang tinggal seperti hospital, hotel, pangsapuri, rumah pangsa dsb.

2. Bangunan yang menjadi tumpuan orang seperti pejabat, kilang, bangunan awam dsb.

Dalam kumpulan pertama, umpamanya hospital dimana terdapat ramai pesakit, pelawat, staf perubatan dan lain-lain pekerja yang berkaitan. Oleh kerana kebanyakan pesakit tidak berkeupayaan untuk menyelamatkan diri maka kemungkinan peratusan kehilangan nyawa adalah tinggi. Sekiranya berlaku kebakaran langkah-langkah pemindahan pesakit menjadi satu beban yang besar kepada pihak bomba. Tambahan pula bilangan orang yang berada di dalam hospital adalah berubah-ubah maka kerja-kerja penyelamatan akan menjadi sukar. Hotel juga mengalami masalah yang sama, dimana bilangan penghuni yang terdiri dari berbilang warganegara dan jumlah penghuni yang berubah-ubah akan menyukarkan proses menyelamatkan dijalankan.

Keadaan di bangunan kediaman yang tinggi (seperti rumah pangsa, pangsapuri, kondominium dan sebagainya) adalah dari jenis berkependudukan yang tinggi. Masalah yang timbul adalah semasa proses pengosongan bangunan di mana orang-orang tua dan kanak-kanak sukar melepaskan diri dan mungkin menjadi mangsa kebakaran. Sesetengah orang pula mungkin hilang pertimbangan semasa kebakaran, mereka akan terjun dari bangunan tinggi sebagai jalan mudah melarikan diri dari kebakaran. Bagi bangunan yang tidak mempunyai plan keselamatan kebakaran atau latihan kebakaran akan berhadapan dengan masalah sekiranya kebakaran berlaku.

Bagi bangunan kumpulan kedua ini, sekiranya kejadian kebakaran berlaku pada waktu pejabat, adalah sangat bahaya kerana terdapat ramai orang di dalam bangunan. Sehubungan dengan ini, kebanyakan kebakaran yang melibatkan kehilangan nyawa yang banyak adalah terdiri dari bangunan yang mempunyai ramai pengunjung iaitu bangunan pejabat dan bangunan kormosial.

Sebenarnya masalah yang timbul semasa menjalankan kerja penyelamatan pada bangunan tinggi ialah kesukaran menentukan kedudukan dan saiz kebakaran dengan tepat serta bilangan orang yang terdapat di situ. Ketidakpastian ini boleh menyebabkan kelewatan proses mengawal kebakaran dan mengakibatkan peningkatan kematian.

Kehilangan Wang dan Hartabenda

Selepas suatu kejadian kebakaran, perkara-perkara yang akan dibincangkan ialah jumlah kematian, kecederaan dan kerugian yang telah dialami. Tidak dapat dinafikan kerugian kebakaran di bangunan tinggi adalah jauh lebih besar daripada bangunan rendah atau sederhana yang biasa. Kerugian yang dialami adalah dipengaruhi oleh kerosakan pada struktur bangunan dan kandungan bahan/peralatan yang terdapat di dalam sesebuah bangunan. Jumlah kerugian adalah berbeza-beza mengikut fungsi sesebuah bangunan.

12.0 Tindakan Pencegahan Kebakaran

Selepas peristiwa kebakaran Kompleks Campbell pada 8 April 1976, masyarakat mula mempersoalkan tentang keselamatan bangunan tinggi. Ini disebabkan pada masa itu anggota bomba tidak dapat melakukan proses menyelamatkan dengan berkesan sehingga bangunan tersebut hampir musnah keseluruhannya. Sejak itu, langkah-langkah pengawalan api yang ketat dalam Undang-undang telah didrafkan dan dikuatkuasakan kepada semua bangunan. Pihak bomba tidak akan mengeluarkan surat sokongan kepada pemilik bangunan yang tidak memenuhi syarat-syarat yang diperuntukkan untuk memohon sijil kelayakan menduduki bangunan.

Tindakan pencegahan kebakaran yang bersesuaian perlu diadakan pada bangunan tinggi dengan tujuan untuk mengurangkan risiko kebakaran, mengurangkan kemerebakan api ke bahagian-bahagian bangunan yang lain, menyediakan kemudahan kepada anggota-anggota bomba untuk menentang kebakaran dan menyediakan laluan keselamatan (means of escape) kepada penghuni untuk melarikan diri. Keperluan-keperluan tindakan pencegahan kebakaran adalah seperti berikut:

- Struktur bangunan mempunyai rintangan api yang mencukupi.
- Bangunan yang berbentuk "fire tight cell" harus dibina dengan keluasan lantai atau muatan isipadu yang terhad untuk mengurangkan risiko kebakaran pada kawasan bilik itu.

- Pengasingan (*separation*) harus diadakan bagi bangunan berpendudukan tinggi.
- Kawasan yang mempunyai risiko kebakaran yang tinggi harus dipisahkan dalam suatu pendudukan.
- Siar raya yang berkesan tentang kebakaran yang mencukupi dan sesuai perlu diadakan.
- Cara kawalan kemerebakan api yang sesuai perlu diadakan.
- Peralatan rawatan kecemasan (*first aid*) dan penentangan api harus disediakan dan penghuni perlu tahu cara menggunakannya.
- Kemudahan akses yang mencukupi untuk anggota-anggota bomba disediakan dan bekalan air yang mencukupi sedia digunakan.

Tindakan pencegahan kebakaran boleh dibahagikan kepada 2 bentuk iaitu tindakan pencegahan kebakaran secara aktif dan secara pasif .

Tindakan pencegahan kebakaran secara pasif

Ia adalah terdiri daripada rancangan-rancangan rekabentuk bangunan yang dipertimbangkan pada peringkat awal di antaranya seperti: (i) Kedudukan bangunan dengan bangunan yang lain untuk mengurangkan kemerebakan api (ii) Kaedah pembinaan yang dapat menghasilkan elemen struktur yang berintang api yang mencukupi (iii) Pemilihan bahan binaan yang tidak mudah terbakar dan tidak mendatangkan bahaya kepada orang sekiranya ia terbakar (iv) Pengudaraan yang mencukupi perlu diadakan dalam bangunan (v) Penyediaan laluan keselamatan yang bersesuaian dan mencukupi serta pemasangan pintu rintangan api pada semua akses ke laluan keselamatan. Secara ringkasnya tindakan pencegahan kebakaran secara pasif melibatkan perancangan yang baik, rekabentuk yang baik dan binaan yang kukuh.

Tindakan pencegahan kebakaran secara aktif

Ia terdiri daripada keperluan kemudahan tambahan dalam bangunan seperti pemasangan penggera, pengesan api dan lain-lain pemasangan untuk menentang api seperti sistem *sprinklers*, sistem gas nitrogen, sistem

kabus (*Hi-fog*) dan lain-lain peralatan pencegah kebakaran. Dalam bangunan tinggi, pemasangan peralatan yang sedemikian adalah penting untuk mengurangkan kerugian kebakaran.

Penggunaan tindakan pencegahan kebakaran adalah bergantung kepada kesesuaian fungsi bangunan. Tindakan pencegahan kebakaran yang disediakan perlu diperiksa untuk memastikan ianya sentiasa didalam keadaan baik dan siap sedia. Ianya akan dapat membantu mengurangkan kerugian bahan (*material loss*) dalam bangunan kerana kegagalan peralatan tersebut akan mengakibatkan tragedi yang lebih besar. Berikut merupakan beberapa langkah persediaan utama pada bangunan tinggi yang perlu diberikan perhatian:

Laluan keselamatan (means of escape)

Apabila berlakunya kebakaran, laluan keselamatan memainkan peranan yang penting dalam bangunan tinggi. Oleh itu semua bangunan tinggi mesti dilengkapi dengan laluan keselamatan yang mencukupi dan sesuai dari segi kedudukannya, saiz yang mencukupi dan efisien untuk menampung bilangan penghuni yang ramai dan dilengkapi dengan peralatan menentang api yang sesuai.

Apabila berlaku kebakaran, ramai orang akan cuba melarikan diri dengan menggunakan lif dan kesesakan ini boleh menyebabkan bilangan kematian meningkat. Untuk mengelakkan penggunaan lif semasa kebakaran, lif harus disambungkan kepada sistem penggera api dengan susunan litar yang dapat membawa lif kepada tingkat bawah apabila berlaku kebakaran. Pelan lantai perlu disediakan dengan jelas untuk menunjukkan jalan keluar dan tangga keselamatan. Lampu kecemasan juga perlu disediakan dalam laluan keselamatan supaya penghuni dapat keluar dengan selamat. Secara amnya, keperluan laluan keselamatan adalah seperti berikut:

1. Laluan keselamatan perlu diperbuat daripada bahan yang mempunyai rintangan api yang tinggi.
2. Laluan keselamatan perlu dipisahkan dengan pintu rintangan api yang kedudukannya dirancang dengan baik supaya dapat mengelakkan kemerebakan api atau asap dari satu tingkat ke tingkat lain menerusi ruang tangga atau lubang lif

(lift shafts). Penyelenggaraan perlu dijalankan ke atas pintu tersebut untuk memastikan ianya berfungsi.

3. Pastikan tidak ada perabot atau dinding pembahagi yang mungkin menjadi penghalang diletakkan pada laluan keselamatan.

Akses Menentang Kebakaran

Akses atau jalan bagi kereta bomba masuk ke kawasan bangunan haruslah tidak berhalangan dan ianya dapat menampung berat kereta bomba. Selain itu akses juga perlu disediakan dengan cukup membolehkan anggota bomba membawa alat pemadam api ke dalam bangunan untuk memulakan kerja-kerja menyelamatkan dan memadam api. Bangunan tinggi biasanya mempunyai kerumitan tersendiri dan oleh kerana sifatnya yang sedemikian, laluan keselamatan satu-satunya pilihan yang ada maka peralatan memadam kebakaran mudah alih mesti ditempatkan di dalam/berhampirannya. Satu laluan penghubung diantara bomba dan laluan keselamatan dengan lobi dan lif bomba perlu disediakan. Lif bomba sangat penting untuk kerja pemadaman api di dalam bangunan tinggi. Ianya perlu mempunyai satu suis kawalan khas pada tingkat aras tanah. Apabila anggota sampai, suis tersebut akan ditutup untuk membawa lif itu ke tingkat aras tanah supaya anggota bomba boleh membawa peralatan ke tingkat bangunan yang mengalami kebakaran.

Sistem Hawa Dingin

Sistem sesalur penyaman udara di dalam bangunan merupakan satu daripada masalah didalam kawalan peregangan asap dan api. Sesalur yang menghubungkan diantara satu ruang dengan ruang yang lain boleh mencacatkan fungsi dinding sesekat bagi tujuan pengasingan api. Walaupun sesekat api (fire damper) dipasang didalam sesalur yang kebanyakannya dari jenis alloy mudah lakur yang kebiasaannya akan berfungsi pada suhu sekitar 68°C kurang berkesan untuk mengawal kerebak asap. Asap atau gas bertoksid akan tersebut terlebih dahulu melalui sistem sesalur sekiranya sistem penyaman udara terhenti. Penyebaran asap tanpa dikawal adalah merbahaya. Oleh itu satu sistem pengesan asap yang dipasangkan pada duct untuk memastikan sesekat api dan sistem hawa dingin ditutup apabila terdapat kehadiran asap

perlu dipasang. Walau bagaimanapun sistem ini hanya baik didengar secara teori sahaja, dari segi praktikal pula, tidak mungkin ada inlet atau outlet bagi sistem hawa dingin yang dapat ditutup rapat sehingga asap dan fumes tidak dapat masuk ke dalam sistem sesalur langsung.

Peralatan Menentang Api

Jika api dapat dikawal pada peringkat awal maka risiko kerebak api mungkin dapat dikurangkan. Alat pemadam api bantu mula perlu disediakan bagi kegunaan penghuni bangunan tinggi untuk menentang api pada peringkat awal. Selain itu, paip penaik basah bagi bangunan yang tingginya melebihi 30.5m atau paip penaik kering bagi bangunan yang tinggi diantara 18.3m - 30.5m perlu disediakan untuk memudahkan pihak bomba menyambungkan bekalan air dari tingkat bawah ke tingkat atas yang berkenaan menerusi saluran paip. Kuantiti air yang dibekalkan kepada bangunan mestilah mencukupi dengan 1,200 gallon seminit (minimum) untuk tujuan pemadaman api.

Sistem *sprinkler* perlu dipasangkan pada bangunan tinggi kerana ianya merupakan sistem yang paling efektif kerana ia dapat memberikan amaran awal dan dapat mengawal kebakaran dari menjadi besar.

Kompartmentasi

Kompartmentasi secara mendatar dan menegak perlu diadakan pada bangunan bertujuan untuk melambatkan kemerebak api dari satu ruang ke ruang lain atau dari satu tingkat ke tingkat lain. Ruang yang mempunyai risiko kebakaran yang tinggi seperti bilik dandang, ruang alat ubah aras elektrik, bilik simpanan barang dan lain-lain haruslah diasingkan daripada ruang-ruang yang lain.

Lantai bagi bangunan tinggi sepatutnya dibina secara '*compartmented floor*' dimana semua lubang seperti paip air dingin, sesalur kabel elektrik dan sesalur kemubahan bangunan lain mestilah ditutup dengan bahan yang tahan api. Bagi ruang terbuka, dinding sesekat perlu disediakan tetapi perlu diingat binaan tersebut perlu dibuat berhati-hati supaya tidak menjadi "perangkap api" kepada pengguna.

Alat Pengesan Api

Alat pengesan api yang popular dibahagikan

kepada dua jenis yang utama iaitu pengesan asap dan pengesan haba. Pemasangan pengesan api perlu mengikut peruntukan yang terdapat didalam UKBS. Ia digunakan untuk mengesan asap atau haba apabila berlaku kebakaran di mana-mana bahagian bangunan dan memberikan isyarat awal untuk membolehkan penghuni menyelamatkan diri. Ianya juga untuk membolehkan pihak bomba sampai segera di tempat kejadian sekiranya sistem amaran dapat disambungkan terus ke balai bomba berdekatan.

Sistem Penggera Kebakaran

Kemudahan penggera kebakaran perlulah disediakan dalam bangunan tinggi untuk memberikan amaran kepada semua penghuni apabila berlakunya kebakaran. Apabila alat pengesan api berfungsi atau sistem amaran kebakaran manual diaktifkan maka amaran kebakaran akan dibunyikan secara automatik dari panel kawalan. Sistem amaran kebakaran perlu diservis secara tetap untuk memastikan ianya sentiasa berada didalam keadaan siap sedia.

Pusat Kawalan

Pusat kawalan ini biasanya dilengkapi dengan alat-alat seperti perhubungan ke balai polis, balai bomba, hospital dan tingkat-tingkat di bangunan. Panel-panel bagi sistem penggera kebakaran bagi sistem pengesan api, sistem pembesar suara dan lain-lain kemudahan perhubungan juga dilengkapi dalam bilik ini. Jika berlaku kebakaran, pihak bomba akan merujuk terlebih dahulu kepada pusat kawalan dimana amaran kebakaran berbunyi untuk memastikan amaran tersebut benar atau palsu. Sekiranya benar pihak bomba akan menghantar bantuan segera untuk mengawal kebakaran.

Suis Pengasingan Elektrik

Suis ini perlu diadakan pada bangunan tinggi untuk memutuskan bekalan elektrik yang tidak diperlukan. Ini adalah bahaya sekiranya bekalan elektrik tidak dimatikan semasa operasi pemadaman api dijalankan. Pemotongan bekalan elektrik boleh dibuat mengikut zon-zon dimana zon yang terlibat dengan kebakaran perlu diputuskan bekalan elektrik terlebih dahulu. Ianya perlu dibuat secara berturutan dan berfungsi secara automatik.

13.0 Kesimpulan

Risiko bahaya kebakaran kepada bangunan tinggi dan penghuni meningkat dengan bertambahnya ketinggian sesebuah bangunan. Risiko ini dapat dikurangkan sekiranya langkah-langkah khusus seperti yang dibincangkan dibuat dengan teliti. Langkah-langkah kawalan pasif dan aktif sekiranya dibuat dengan kesedaran untuk memenuhi maksud keselamatan kebakaran akan dapat mengurangkan kemusnahan sekiranya kebakaran berlaku. Sudah tentu pembinaan bangunan tinggi dengan pertimbangan pemasangan pencegah kebakaran aktif dan pasif akan meningkatkan kos pembinaan, tetapi kita perlu ingat harga yang perlu dibayar sekiranya kebakaran berlaku lebih-lebih lagi melibatkan kematian kepada pengguna bangunan tersebut. Sewajarnya tiada tolak ansur didalam hal-hal yang melibatkan keselamatan pengguna bangunan.

Rujukan

1. Thomas, L.G.J. (1972) **Fire Safety In Building**. London: Adam & Charles Black.
2. Foster, J.S. (1975) **Structure And Fabric Part 2**. London: B T Batsford Ltd.
3. Marchant, E.W. (1972) **A Complete Guide To Fire And Buildings**. London: Medical and Technical Publishing Co. Ltd.
4. Hall, F. (1977) **Building Services And Equipment Vol. 2** London: Longman Scientific & Technical.
5. Residential Conference (1974) **Tall Building and People**. Oxford, The Institution of Structure Engineer.
6. National Fire Protection Association, **High-Rise Building Fires And Fire Safety**. Boston, NFPA.