

# ELEMEN- ELEMEN PENCEGAHAN BENCANA KEBAKARAN PADA APARTEMEN DI DKI JAKARTA

Jan Agustina<sup>1</sup>, Liana Herlina<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi di daerah pemukiman padat yang beriklim tropis seperti Indonesia, bencana kebakaran dapat menimpa siapapun dan bisa mengancam kapanpun. Banyak masyarakat kurang bahkan tidak memperhatikan bahaya kebakaran dan pencegahannya, sehingga masih banyak tempat tinggal, apartemen-apartemen terutama di Jakarta yang tidak memperhatikan pentingnya pemahaman dan penerapan mengenai ilmu kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui elemen yang penting untuk penanggulangan kebakaran yang terdapat dalam 7 apartemenn di daerah DKI Jakarta dan mengetahui seberapa banyak apartemen yang telah menerapkan sistem manajemen bencana kebakaran yang sesuai peraturan yang ada. Hasil studi ini menyatakan bahwa elemen terpenting dalam proses penanggulangan bencana akibat kebakaran adalah jalan keluar/ evakuasi yang dalam fungsinya sebagai jalur penyelamatan penghuni di dalam apartemen menuju tempat yang relative aman. Dan dalam hasil survei menyatakan bahwa sebagian besar apartemen di survei, telah menerapkan manajemen bencana kebakaran dalam bangunannya, namun masih ada beberapa faktor yang tidak sesuai yang diakibatkan oleh kedisiplinan penghuni, dan mahalnya biaya instalasi.

**Kata kunci:** Apartemen, Bencana kebakaran, DKI Jakarta.

## ABSTRACT

*Fire is a disaster that frequently occurs in densely populated areas, tropical area, such as Indonesia. Fire disaster can be happened to anyone, anytime. Many people has a very low awareness level of fire hazards and its prevention. There are many mansions, apartments, especially in Jakarta which do not pay attention to the importance of the understanding and the application of the knowledge of fire disaster. This study aim is to determine the elements that are important for fire prevention in 7 apartments in West Jakarta area and find out how many apartments that have implemented fire disaster management system in accordance with the existing regulations. The results of this study suggest that the most important element in the process of disaster management is the way out due to fire / evacuation as a rescue path toward apartment dwellers to most closest safe place. The results of the survey states that most of the apartments have implemented fire disaster management in the building, but there are still some factors that do not appropriate caused by occupants discipline, and the high cost of installation.*

**Keywords:** Apartment, fire didaster, DKI Jakarta.

## 1. LATAR BELAKANG

Kebakaran sering terjadi di daerah pemukiman padat beriklim tropis seperti kota Jakarta, bencana kebakaran bisa mengancam siapapun dan terjadi kapanpun. Menurut Kepala Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana (DPK-PB) DKI Jakarta, jumlah kebakaran meningkat sebanyak 486 kasus kebakaran dan 70 persen penyebab kebakaran di Jakarta diakibatkan oleh korsleting listrik.

---

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Trisakti

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Trisakti

Tingginya angka kebakaran di Jakarta sangat memprihatinkan namun sejauh ini belum pernah dilakukan upaya sistematis untuk mencegah dan mengendalikan kebakaran ditengah masyarakat. Berbeda dengan negara lain, yang telah memasukkan bahaya kebakaran sebagai bencana masyarakat, meski sudah ada peraturan SNI 03-1735-2000 tentang Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung di Indonesia, masyarakat belum banyak mengenal bahaya kebakaran dan pencegahannya. Dengan adanya risiko kebakaran yang dapat terjadi pada bangunan tinggi di DKI Jakarta, maka tantangan yang dihadapi antara lain meliputi perkembangan pembangunan gedung di perkotaan yang semakin beragam dan kompleks dengan meningkatnya tuntutan terhadap aspek keselamatan dan rasa aman dalam bangunan gedung dan lingkungannya, serta teknologi proteksi kebakaran terus berkembang, dan adanya globalisasi dan pasar bebas yang menuntut standarisasi untuk semua aspek kehidupan, yang seluruhnya dituangkan dalam disain dan peraturan/standar bangunan tinggi khususnya di DKI Jakarta (Manlian, 2006).

Permasalahan dalam mendesain bangunan tinggi yaitu belum seluruhnya memenuhi standar yang ditetapkan akibat adanya pertumbuhan kebutuhan yang sangat kompleks. Permasalahan lain yang dihadapi oleh bangunan tinggi adalah adanya kesiapan berbagai alat penyelamatan di luar bangunan terhadap tinggi bangunan, selain itu kesiapan sumber daya manusia dalam rangka penanggulangan kebakaran baik dari tim pemadam kebakaran dari pihak pemerintah maupun tim pemadam kebakaran gedung juga menentukan keamanan dan keselamatan bangunan (Suprpto, 2004).

Masyarakat di Indonesia belum banyak mengenal bahaya kebakaran dan pencegahannya, sehingga masih banyak tempat tinggal, gedung-gedung tinggi, terutama di Jakarta yang tidak memperhatikan pentingnya pemahaman dan penerapan mengenai ilmu kebakaran, berbeda dengan negara lain yang telah memasukan bahaya kebakaran sebagai bencana masyarakat, sehingga diperlukan pemerintah dan institusi swasta melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan pemahaman tentang bahaya kebakaran. Menurut Muhadi (2008), pendidikan dan pelatihan kebakaran mulai berkembang pesat mulai dari tingkat dasar sampai perguruan tinggi. Ilmu dan standar kebakaran dikembangkan dan dilaksanakan dalam segala aspek kehidupan. Berbagai lembaga masyarakat mendirikan organisasi yang bergerak dalam bidang kebakaran dan mengeluarkan berbagai pedoman dan standar bahaya kebakaran. Di Indonesia, gerakan untuk mencegah dan meningkatkan kesadaran tentang bahaya kebakaran masih sangat rendah sehingga angka kebakaran terus meningkat.

Jakarta yang memiliki luas 661,52 Km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk ± 10 Juta jiwa (berdasarkan sensus 2010) dengan kapasitas penduduk yang semakin meningkat, lahan untuk membangun tempat tinggal pribadi yang sesuai keinginan sangatlah sulit, maka pilihan lainnya adalah dengan tinggal di sebuah bangunan tingkat tinggi (apartemen). Namun, banyak apartemen tidak begitu memperhatikan standar keamanan, terutama dalam elemen perlengkapan pencegahan, seperti splinker, APAR (Alat Pemadam Kebakaran *Portable*), detektor asap, dan alat proteksi lainnya. Untuk itu perlu upaya sistematis baik dari pemerintah, masyarakat, pelaku usaha dan semua pihak lainnya untuk mendukung dan menerapkan upaya pencegahan kebakaran dalam seluruh aspek kehidupan. Berdasarkan permasalahan diatas, maka dilakukan penelitian terhadap 7 apartemen yang ada di DKI Jakarta untuk mengetahui seberapa besar penerapan manajemen bencana kebakaran. Dengan demikian dapat dikaji elemen-elemen penanggulangan kebakaran yang dapat meminimalisir dampak dari bencana kebakaran tersebut

## **2. Studi pustaka**

### **2.1 Pengertian Bencana**

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU 24/2007 Penanggulangan Bencana).

Bencana ada bermacam-macam menurut sumber atau penyebabnya, *United Nation for Development Program* (UNDP) mengelompokkan bencana atas 3 (tiga) jenis, yaitu:

1. Bencana Alam, yaitu bencana yang bersumber dari fenomena alam seperti gempa bumi, banjir, topan, letusan gunung api, meteor, pemanasan global, dan tsunami.
2. Bencana non alam, adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, *epidemic*, dan wabah penyakit.
3. Bencana Sosial, adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat dan teror.

### **2.2 Bencana Kebakaran**

Kebakaran adalah api yang tidak terkendali artinya di luar kemampuan dan keinginan manusia. Api unggun misalnya walaupun berkobar besar dan tinggi, belum disebut

kebakaran karena masih dalam kendali dan diinginkan terjadinya. Api kompor juga belum disebut kebakaran karena bisa dikendalikan dan dimanfaatkan. Namun, jika kompor bocor dan api berkobar, maka disebut kebakaran karena tidak diinginkan dan diluar kendali. Oleh karena itu api tersebut harus dipadamkan dengan segera (Soehatman Ramli, 2010).

Api tidak akan begitu saja terjadi, menurut teori Segitiga Api (*Fire Triangle*) kebakaran terjadi karena adanya 3 faktor yang menjadi unsur api, yaitu bahan bakar (*fuel*), sumber panas (*heat*) dan oksigen. Kebakaran dapat terjadi jika ketiga unsur tersebut saling bereaksi satu dengan lainnya. Tanpa adanya salah satu unsur tersebut, api tidak dapat terjadi. Bahkan masih ada unsur ke empat yang disebut reaksi berantai, karena tanpa adanya reaksi pembakaran maka api tidak akan dapat hidup terus menerus. Keempat unsur api ini sering disebut juga *Fire Tetrahedron*.

### **2.3 Bahaya Kebakaran**

Kebakaran mengandung berbagai potensi bahaya baik bagi manusia, harta benda, maupun lingkungan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Terbakar api secara langsung, misalnya karena terjebak dalam api yang sedang berkobar.
- b. Terjebak karena asap yang ditimbulkan kebakaran. Kematian dalam kebakaran paling banyak ditimbulkan karena asap.
- c. Bahaya ikutan akibat kebakaran, misalnya kejatuhan benda akibat runtuhnya konstruksi.
- d. Trauma akibat kebakaran. Bahaya ini juga banyak mengancam korban kebakaran yang terperangkap, panik, kehilangan orientasi dan akhirnya dapat berakibat fatal.

### **2.4 Prinsip Pencegahan Kebakaran Apartemen**

Pengertian apartemen menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah tempat tinggal (terdiri atas kamar duduk, kamar tidur, kamar mandi, dapur, dan sebagainya) yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas (kolam renang, pusat kebugaran, toko, dsb). Adapun alasan pemerintah dalam membangun apartemen adalah untuk memperbaiki keadaan pemukiman kampung yang keadaan fisik maupun non-fisik lingkungannya sangat memprihatinkan. Prinsip pencegahan kebakaran yang dimaksud dalam tulisan ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan baik secara teknis maupun administratif yang diambil untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya kebakaran. Namun, jika kebakaran tersebut muncul juga, ukuran dan dampaknya dibuat sekecil mungkin.

Cara efektif untuk mengurangi dampak kebakaran tersebut, menurut beberapa sumber, adalah dengan memperhatikan sekat-sekat (kompartementasi) yaitu membuat volume ruang yang kecil, mengurangi volume dan permukaan yang mudah terbakar sekecil mungkin dimana api tidak bisa menjangkau terlalu jauh, terutama tidak bisa masuk atau keluar (ruangan disebelahnya yang tidak terkena langsung)

Perlindungan terhadap kebakaran ini bertujuan agar para penghuni apartemen dapat menyelamatkan diri dengan aman, sehingga dapat meminimalisir resiko korban yang diakibatkan kebakaran. Untuk mencapai tujuan tersebut, para professional telah mencari langkah-langkah untuk pengaturan pada bangunan dan cara penyelamatannya. Prinsip dasar perlindungan terhadap kebakaran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pembatasan besar dan lamanya kebakaran, yaitu dengan membatasi benda yang mudah terbakar
2. Pembatasan resiko penyebaran api, yaitu dengan mengatur penggunaan bahan-bahan yang mudah terbakar dan jaringan yang mungkin sumber resiko kebakaran (seperti instalasi listrik, gas, dan pemanas)
3. Petunjuk pengevakuasian dari kebakaran, sehingga semua orang dapat meninggalkan gedung dalam waktu singkat dan sekaligus dapat mengambil langkah-langkah untuk melindungi orang yang dievakuasi.
4. Petunjuk pemadaman api. Jika memungkinkan untuk memadamkan api sejak awal atau sebelum membakar jalan evakuasi.

Dalam Standar Nasional Indonesia, peraturan-peraturan yang terdapat didalamnya mencakup perlindungan pasif, yaitu sarana, sistem, atau rancangan yang menjadi bagian dari sistem sehingga tidak perlu digerakkan secara aktif, seperti dinding tahan api, pelindung tangga, jarak aman, dan sebagainya (Soehatman Ramli, 2010). Perlindungan aktif seperti detektor asap, alat pemadam, penghilang asap, dan layanan pemeriksaan. Peraturan keselamatan diwajibkan untuk bangunan perumahan yang tergabung dalam gedung publik dan gedung bertingkat tinggi. Dalam peraturan konstruksi, dikatakan bahwa ijin mendirikan bangunan (IMB) dapat dikeluarkan hanya jika konstruksi atau rencana pekerjaan bangunan sesuai dengan peraturan keselamatan menurut klasifikasinya.

## **2.5 Sistem Proteksi Kebakaran**

Sarana proteksi kebakaran paling ujung yang berhadapan langsung dengan api adalah system kebakaran dan alarm. Alat ini berfungsi untuk mendeteksi terjadinya api dan kemudian menyampaikan peringatan dan pemberitahuan kepada semua pihak atau *Early Warning System* (EWS)

### 2.5.1 Deteksi Kebakaran

Prinsip deteksi api didasarkan elemen-elemen yang ada dalam suatu api yaitu adanya asap, panas, dan nyala. Prinsip inilah yang digunakan para ahli untuk menciptakan sistem deteksi kebakaran. Alat ini dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Detektor asap, sesuai dengan sifatnya sebagai alat pendeteksi asap, maka alat ini sangat tepat digunakan di dalam bangunan dimana banyak terdapat kebakaran kelas A yang banyak menghasilkan asap. Namun kurang tepat digunakan untuk kebakaran hidrokarbon atau gas.
2. Detektor panas, peralatan dari detektor yang secara otomatis akan mendeteksi kebakaran melalui panas yang diterimanya. Sangat sesuai ditempatkan di area dengan kebakaran kelas B atau cairan dan gas mudah terbakar seperti instalasi minyak dan kimia.
3. Detektor nyala, api juga mengeluarkan nyala yang akan menyebar ke sekitarnya, api mengeluarkan radiasi sinar ultra violet dan infra merah Keberadaan sinar ini dapat di deteksi oleh sensor yang terdapat dalam detektor. Akan sangat tepat jika ditempatkan di lingkungan pabrik gas (LPG) yang bentuk apinya cenderung tidak mengandung asap dan lebih banyak mengeluarkan api dan sinar.

### 2.5.2 Sistem Alarm Kebakaran

- a. Bel, merupakan alarm yang akan berdering jika terjadi kebakaran. Dapat digunakan secara manual atau dikoneksi dengan system deteksi kebakaran.
- b. *Sirene*, fungsi sama dengan bel namun jenis suara yang dikeluarkan berupa sirine.
- c. *Horn*, menghasilkan suara yang keras namun lebih rendah dibandingkan sirine.

### 2.5.3 Sprinkler

Sistem *sprinkler* terdiri dari rangkaian pipa yang dilengkapi dengan ujung penyemprot yang kecil dan ditempatkan dalam suatu bangunan. Jika terjadi kebakaran, maka panas dari api akan melelehkan sambungan *solder* atau memecahkan *bulb*, kemudian kepala sprinkler akan mengeluarkan air

### 2.5.4 Alat Pemadam Api Portable

Alat pemadam api *portable* (APAP) adalah alat yang bisa diangkut, diangkat, dan dioperasikan oleh satu orang. Kemampuan alat pemadam untuk memadamkan kebakaran disebut *fire rating* yang diberi kode huruf dan angka, misalnya 10-A. Huruf menunjukkan kelas kebakaran dimana alat tersebut efektif sedangkan nomor menunjukkan ukuran besarnya api yang dapat dipadamkan.

## 2.6 Sistem Proteksi Pasif

Sistem proteksi pasif adalah sarana, sistem atau rancangan yang menjadi bagian dari sistem sehingga tidak perlu digerakkan secara aktif, yaitu:

### a. Penghalang (*barrier*)

Struktur bangunan yang berfungsi sebagai penghalang atau penghambat penjalaran api dari suatu bagian bangunan ke bagian lainnya. Penghalang dapat didesain dalam bentuk tembok atau partisi dengan material tahan api.

### b. Jarak aman

Pengaturan jarak antar bangunan sangat penting dalam mengurangi penjalaran api. Bangunan berdempet-dempet akan mudah terkena kebakaran dari bangunan sebelahnya. Standar jarak aman ini sangat penting dalam merancang suatu fasilitas dengan tujuan untuk mengurangi dampak penjalaran.

### c. Pelindung Tahan Api

Penjalaran atau kebakaran dapat dikurangi dengan memberi pelindung tahan api untuk peralatan atau sarana tertentu. Sebagai contoh, tiang-tiang pondasi peralatan di dalam pabrik tahan panas sehingga mampu menahaan kebakaran sekurangnya ½ jam.

## 2.7 Means of Escape

Jika kebakaran telah dideteksi, maka prioritas utama adalah penyelamatan penghuni atau manusia yang berada dilokasi kejadian. Oleh karena itu, sangat penting untuk menyiapkan *route* aman menyelamatkan diri dari bahaya kebakaran atau asap. Sarana penyelamatan diri tersebut disebut *means of escape* yang merupakan bagian dari konstruksi atau fasilitas. *Means of Escape* harus direncanakan dengan baik sejak rancang bangun sesuai dengan rencana penggunaannya (Soehatman Ramli, 2010). Untuk itu, dalam merancang bangunan atau fasilitas, harus disiapkan jalur evakuasi atau jalur keluar yang sesuai ukuran dan jumlahnya dengan kapasitas ruangan sehingga semuanya dapat keluar dalam waktu yang ditentukan. Informasi yang diperlukan untuk merancang *means of escape*, antara lain :

### 1. Waktu Evakuasi (*Time of Evacuation*)

Waktu yang diperlukan untuk evakuasi tergantung kepada konstruksi bangunan dan jumlah penghuni. Secara umum, konstruksi bangunan dapat dikategorikan atas 3 kelas sebagai berikut :

- Kelas A : Bangunan dengan bahan secara keseluruhan tidak mudah terbakar seperti elemen struktur, lantai, dinding, dan tiang-tiangnya. Pada konstruksi ini terdapat komponen pemisah pembentuk kompartemen untuk mencegah



penjalaran api ke dan dari ruangan bersebelahan dan dinding yang mampu mencegah penjalaran pada dinding bangunan bersebelahan.

- Kelas B : Bangunan tradisional dengan campuran bahan tidak mudah terbakar dengan bahan mudah terbakar misalnya untuk lantai atau dinding.
- Kelas C : Bangunan dengan keseluruhan bahannya menggunakan bahan mudah terbakar seperti rumah kayu.

Berdasarkan kelas bangunan tersebut, maka waktu evakuasi maksimum adalah sebagai berikut; Kelas A : 3 menit, Kelas B : 2.5 menit, Kelas C : 2 menit

2. Jarak perjalanan menuju tempat aman, Jarak tempuh diukur dari setiap titik dalam bangunan ke tempat aman (aman relative atau mutlak), Jarak tempuh sangat ditentukan oleh kecepatan seseorang bereaksi dan bergerak menyelamatkan diri serta kecepatan api untuk menghambat perjalanannya. Hasil penelitian yang dilakukan setelah perang dunia kedua menunjukkan bahwa seseorang dalam ruangan berasap, menyelamatkan diri menuju tempat aman berjalan dengan kecepatan 40 ft permenit. Dengan waktu tempuh 2 menit, seseorang akan dapat menempuh jarak 80 ft, 2.5 menit sejauh 100 ft, dan 3 menit sejauh 120 ft. berdasarkan riset, jumlah arus orang keluar selama 2 menit diperhitungkan sebanyak 40 orang.

3. Jumlah penghuni

4. Perhitungan lebar jalur keluar

Diperhitungkan dengan rumus,

$$U = N / (40 \times T)$$

Dimana: U = Jumlah unit keluar yang diperlukan

N = Jumlah penghuni

40 = Standar arus keluar – konstan

T = Waktu keluar (misalnya 3 menit untuk kelas A, 2.5 menit untuk kelas B, dan 2 menit untuk kelas C). Untuk desimal lebih besar dari 0.3 dibulatkan ke atas.

5. Perhitungan jumlah minimum pintu keluar, menggunakan rumus:

$$E = U / 4 + 1$$

Dimana: E = Jumlah pintu keluar

U = Jumlah unit lebar keluar (dari rumus di atas)

4 = Ukuran jalan keluar terbesar yang diijinkan

1 = Tambahan guna memastikan bahwa pintu keluar sekurangkurangnya tersedia 1 unit.



**Contoh perhitungan:**

Sebuah gedung bertingkat dengan penghuni sebanyak 710 orang.

Hitung berapa unit keluar yang diperlukan.

Perhitungan :

A.  $U = N / (40 \times T) = 710 / (40 \times 2.5) = 7,1$  dibulatkan 7 unit.

B.  $E = U / 4 + 1 = 7 / 4 + 1 = 2.75$  dibulatkan menjadi 3 unit.

Dengan demikian untuk bangunan tersebut perlu disediakan minimal 3 pintu keluar

**2.8. Jenis Means of Escape**

Berbagai fasilitas yang dapat digolongkan sebagai *means of escape* yaitu pintu keluar (*Exit door*), tangga darurat, lampu darurat (*emergency lamp*), penunjuk arah (*safety sign*), koridor

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini didasarkan pada studi literatur dan pengamatan di lapangan, wawancara dengan karyawan pengelola apartemen informasi seputar peraturan pencegahan kebakaran di bangunan dan implikasinya. Dengan cara ini, dapat diketahui peran dan tindakan pengelola dalam mengurangi tingkat kebakaran gedung, khususnya dalam menangani dan pemeriksaan kesesuaian di lapangan, termasuk instalasi pencegahan kebakaran, listrik, gas, fasilitas evakuasi, dan fasilitas lainnya. Mekanisme penelitian yang diterapkan juga menggunakan pendekatan kuisioner terhadap penghuni apartemen dan survei lapangan pada apartemen-apartemen yang telah menerapkan manajemen bencana pada elemen-elemen di dalamnya untuk pencegahan kebakaran. Teknik yang telah diterapkan akan berguna pada pengenalan proses yang berjalan pada kenyataan, kejelasan proses pada kenyataan serta efektifitas penanganan kebakaran terhadap 7 apartemen menengah kebawah yang berada di Jakarta Barat. Hasil dari penelitian ini digunakan untuk memetakan berapa persen dari tiap variabel yang telah diterapkan dalam apartemen tersebut. Bagian terpenting dari informasi yang dipresentasikan dalam memetakan 7 apartemen tersebut termasuk pada beberapa elemen penanggulangan bencana kebakaran yang terdapat dalam apartemen.

**3.1 Elemen- elemen Penelitian**

a. Sistem pencegahan bahaya kebakaran pasif. Sistem pencegahan secara pasif bertumpu pada rancangan bangunan yang memungkinkan orang keluar dari bangunan dengan selamat pada saat terjadi kebakaran atau saat darurat lainnya.

1. Perencanaan Tapak:

- Jarak antar bangunan gedung

- Akses pemadam ke lingkungan gedung
  - Akses pemadam kebakaran ke dalam gedung
  - Hidran kota dan hidran halaman
2. Konstruksi tahan api
  3. Jalan keluar (*exit*)
- b. Sistem pencegahan bahaya kebakaran aktif. Sistem pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran aktif dipasang untuk mencegah perluasan kebakaran yang terjadi dan apabila turut serta memadamkan kebakaran yang terjadi, yang meliputi:
1. Sprinkle
  2. Sistem deteksi dan alarm kebakaran
  3. Alat pemadam api portable (APAP)
  4. Hidran kebakaran dalam gedung
  5. Pengendalian asap kebakaran
  6. Instalasi lift kebakaran
  7. Pencahayaan darurat dan tanda penunjuk arah

Elemen kebakaran menurut SNI yang harus ada pada apartemen dapat dilihat pada tabel 1

**Tabel 1** Audit keselamatan kebakaran bangunan apartemen berdasarkan peraturan

Kode	Variabel	Penjelasan
K1	Struktur tahan api	Ketahanan api komponen struktur bangunan sesuai dengan yang dipersyaratkan (tipe A, TipeB, TipeC), yang sesuai dengan fungsi/klasifikasi bangunannya.
K2	Splinker	Jumlah, perletakan dan jenis sesuai dengan persyaratan
		Tekanan satu air splinker pada titik terjauh (0,5-2,0) kg/cm <sup>2</sup>
		Debit sumber air satu air minimal (40-200) liter/menit per kepala splinker
		Jarak kepala plinker kedinding kurang dari ½ jarak antara kepala splinker
		Jarak maksimal splinker:4,6m untuk bahaya kebakaran ringan dan sedang; 3,7m untuk bahaya kebakaran berat
K3	APAR(Alat Pemadam Api Portabel)	Jenis APAR sesuai SNI 03--3988
		Jumlah sesuai dengan luasan bangunan
		Jarak penempatan antar alat maksimal 25m
K4	Lift kebakaran	Untuk penanggulangan saat terjadi kebakaran sekurang-kurangnya 1 buah lift kebakaran harus dipasang pada bangunan ketinggian efektif 25m
		Ukuran lift sesuai dengan fungsi bangunan yang berlaku
		Lift kebakaran dalam keadaan yang tahan api, dioperasikan oleh petugas kebakaran, dapat berhenti disetiap lantai, sumber daya listrik direncanakan dari 2 sumber menggunakan kabel tahan api, memiliki akses ke setiap lantai hunian
		Peringatan terhadap pengguna lift pada saat kebakaran, dipasang di tempat yang mudah terlihat dan dibaca dengan tulisan tinggi huruf minimal 20 mm
		Penempatan lift kebakaran pada lokasi yang mudah dijangkau.

Kode	Variabel	Penjelasan
K5	Sistem deteksi dan alarm kebakaran	Perancangan dan pemasangan sistem deteksi dan alarm kebakaran sesuai SNI 03-3986
		Sistem deteksi dan alarm harus dipasang pada semua bangunan kecuali kelas 1a
		Tersedia detektor panas
		Dipasang alat manual pemicu alarm
		Jarak tidak > dari 30 m dari titik alarm manual
K6	Alat pengendalian asap kebakaran	Fan pembuangan asap akan berputar setelah aktifnya detector asap yang ditempatkan dalam zona sesuai dengan <i>reservoir</i> asap yang dilayani fan
		Ditektor asap harus dalam keadaan bersih dan tidak terhalang oleh benda lain disekitarnya
		Di dalam kompartemen bertingkat banyak, system pengelolaan udara beroperasi dengan menggunakan seluruh udara segar melalui ruang kosong bangunan tidak menjadi satu dengan cerobong pembuangan asap
		Tersedia panel control manual dan indicator kebakara serta buku petunjuk pengoperasian bagi petugas jaga.
K7	Listrik darurat	Daya yang disuplai sekurang kurangnya dari 2 sumber yaitu sumber daya listrik PLN atau sumber daya darurat berupa batere, generator dll
		Semua instalasi kabel yang melayani sumber daya listrik darurat harus memenuhi kabel tahan api selama 60 detik
K8	Pencahayaannya darurat dan tanda petunjuk arah	Sistem pencahayaan darurat harus dipasang disetiap tangga yang dilindungi terhadap kebakaran, disetiap lantai dengan luas lantai > 300m <sup>2</sup> , disetiap jalan terusan, koridor
		Desain system pencahayaan keadaan darurat beroperasi otomatis, memberikan pencahayaan yang cukup, dan harus memenuhi standart yang berlaku
		Tanda exit harus jelas dan pasti, diberi pencahayaan yang cukup, dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gangguan listrik, tanda petunjuk arah keluar harus memenuhi standart yang berlaku
		Bila exit tidak terlihat secara langsung dengan jelas oleh penghuni, harus dipasang tanda petunjuk dengan tanda panah petunjuk arah
		Setiap tanda exit harus jelas dan pasti, diberi pencahayaan yang cukup, dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gangguan listrik, tanda petunjuk arah keluar harus memenuhi standar yang berlaku
K9	Hidran halaman	Tersedia di halaman pada tempat yang mudah dijangkau
		Berfungsi secara sempurna dan lengkap
		Supply air 38l/detik dan bertekanan 35 Bar
		Harus bebas halangan
K10	Jalan keluar (evakuasi)	Konstruksi tahan minimal 2 jam
		Lebar minimal 200 cm
		Dapat mencegah penjarangan asap kebakaran
		Cukup waktu untuk evakuasi penghuni
		Akses ke bangunan harus disediakan bagi tindakan petugas kebakaran
K11	Jalan lingkungan	Tersedia dengan lebar minimal 6m
		Diberi pengerasan
		Lebar jalan minimal 4m
K12	Jarak antar bangunan	Sesuai persyaratan (Tinggi s.d 8 → 3m    8 s/d 14 → 6m Tinggi > 40 m → 8m

#### Acuan Normatif

- SNI 03-1735-2000, Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung
- SNI 03-1746-2000, Tata cara perencanaan dan pemasangan sarana jalan keluar untuk penyelamatan terhadap bahaya kebakaran pada gedung
- SNI 03-6464-2000, Tata cara penanggulangan darurat untuk bangunan
- SNI 03-6652-2002, Tata cara perencanaan proteksi bangunan dan peralatan terhadap sambaran petir
- SNI 03-7012-2004, Sistem manajemen asap di dalam mal, atrium, dan ruangan bervolume besar

### 3.2 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan analisis deskriptif. Data-data yang bersifat kuantitatif lebih dimaksudkan untuk mendukung tinjauan deskriptif yang dilakukan, khususnya dalam peran manajemen bencana pada elemen-elemen kebakaran pada apartemen.

Variabel yang digunakan untuk menganalisa seberapa penting tiap elemen pemadam kebakaran yang terdapat dalam apartemen dan penerapannya dalam lingkungan tersebut, adalah (tabel 2):

**Tabel 2** Penerapan elemen- elemen perlengkapan terhadap penanggulangan bencana kebakaran pada apartemen di Jakarta Barat

Kode	Variabel	Nilai				
		Tidak Penting	Kurang Penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting
		1	2	3	4	5
K1	Struktur tahan api					
K2	Splinker					
K3	APAP (Alat Pemadam Api Portable)					
K4	Instalasi lift anti kebakaran					
K5	Sistem deteksi dan alarm kebakaran					
K6	Alat pengendalian asap kebakaran					
K7	Listrik darurat					
K8	Pencahayaan darurat dan tanda petunjuk arah					
K9	Hidran halaman					
K10	Jalan keluar/evakuasi					
K11	Jalan lingkungan					
K12	Jarak antar bangunan					
K13	Pelatihan tanggap darurat					
K14	Pemeliharaan fasilitas pencegah kebakaran secara berkala					
K15	Pertimbangan untuk menambah fasilitas pencegah kebakaran					

K16	Asuransi dan bahaya kebakaran					
K17	Pengetahuan tentang pentingnya penerapan manajemen bencana dalam kehidupan					
K18	Disiplin penghuni					

Untuk mengetahui seberapa penting elemen yang terdapat dalam penerapan manajemen kebakaran pada apartemen, maka dilakukan pemetaan melalui wawancara, pengisian kuisioner, dan survei lapangan berdasarkan variable-variabel elemen penanggulangan kebakaran dalam apartemen.

### 3.3 Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada responden dan kuisioner yang kembali sebanyak 30 set kemudian melakukan survei lapangan terhadap apartemen yang ditinjau, sehingga diharapkan data yang didapat sangat mewakili keadaan sebenarnya. Dari penyebaran kuesioner tersebut, data yang akan didapat nantinya adalah elemen yang penting dalam membantu mengatasi kebakaran dan proses evakuasi penyelamatan dalam apartemen jika terjadi kebakaran. Hasil dari data tersebut akan diolah, kemudian didapatkan *ranking/skor* yang paling penting terhadap permasalahan yang terjadi. Sedangkan dari survei lapangan, data yang didapat nantinya adalah memenuhi atau tidak memenuhinya suatu apartemen yang ditinjau terhadap aplikasinya dalam penerapan penanggulangan bencana kebakaran yang sesuai dengan peraturan.

Kriteria Interpretasi Skor:

Angka 0% - 20% = Tidak Penting (TP)

Angka 21% - 40% = Kurang Penting (KP)

Angka 41% - 60% = Cukup Penting (CP)

Angka 61% - 80% = Penting (P)

Angka 81% - 100% = Sangat Penting (SP)

Untuk survei di lapangan, langsung pada apartemen disediakan model tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil survei lapangan (pada apartemen)

Kode	Variabel	Penjelasan	Memenuhi (M)/ tidak memenuhi(TM)
K1	Struktur tahan api	Ketahanan api komponen struktur bangunan sesuai dengan yang dipersyaratkan (tipe A, tipe B, tipe C), yang sesuai dengan fungsi/klasifikasi bangunannya.	
K2	Splinker	Jumlah, perletakan dan jenis sesuai dengan persyaratan	
		Tekanan satu air splinker pada titik terjauh (0,5-2,0) kg/cm <sup>2</sup>	
		Debit sumber air satu air minimal (40-200) liter/menit per kepala splinker	
		Jarak kepala splinker kedinding kurang dari ½ jarak antara kepala splinker	

Kode	Variabel	Penjelasan	Memenuhi (M)/ tidak memenuhi(TM)
		Jarak maksimal splinker yaitu 4,6m untuk bahaya kebakaran ringan dan sedang; 3,7m untuk bahaya kebakaran berat	
K3	APAR(Alat Pemadam Api Portabel)	Jenis APAR sesuai SNI 03---3988 Jumlah sesuai dengan luasan bangunan Jarak penempatan antar alat maksimal 25m	
K4	Lift kebakaran	Untuk penanggulangan saat terjadi kebakaran sekurang-kurangnya 1 buah lift kebakaran harus dipasang pada bangunan ketinggian efektif 25m Ukuran lift sesuai dengan fungsi bangunan yang berlaku Lift kebakaran dalam keadaan yang tahan api, dioperasikan oleh petugas kebakaran, dapat berhenti disetiap lantai, sumber daya listrik direncanakan dari 2 sumber menggunakan kabel tahan api, memiliki akses ke setiap lantai hunian Peringatan terhadap pengguna lift pada saat kebakaran, dipasang di tempat yang mudah terlihat dan dibaca dengan tulisan tinggi huruf minimal 20 mm Penempatan lift kebakaran pada lokasi yang mudah dijangkau	
K5	Sistem deteksi dan alarm kebakaran	Perancangan dan pemasangan sistem deteksi dan alarm kebakaran sesuai SNI 03-3986 Sistem deteksi dan alarm harus dipasang pada semua bangunan kecuali kelas 1a Tersedia detektor panas Dipasan alat manual pemicu alarm Jarak tidak > dari 30 m dari titik alarm manual	
K6	Alat pengendalian asap kebakaran	Fan pembuangan asap akan berputar setelah aktifnya detector asap yang ditempatkan dalam zona sesuai dengan reservoir asap yang dilayani fan Ditektor asap harus dalam keadaan bersih dan tidak terhalang oleh benda lain disekitarnya Di dalam kompartemen bertingkat banyak , system pengelolaan udara beroperasi dengan menggunakan seluruh udara segar melalui ruang kosong bangunan tidak menjadi satu dengan cerobong pembuangan asap Tersedia panel control manual dan indicator kebakara serta buku petunjuk pengoperasian bagi petugas jaga	
K7	Listrik darurat	Daya yang disuplai sekurang kurangnya dari 2 sumber yaitu sumber daya listrik PLN atau sumber daya darurat berupa batere, generator dll Semua instalasi kabel yang melayani sumber daya listrik darurat harus memenuhi kabel tahan api selama 60 detik	
K8	Pencahayaan darurat dan tanda petunjuk arah	Sistem pencahayaan darurat harus dipasang disetiap tangga yang dilindunmgi terhadap kebakaran, disetiap lantai dengan luas lantai > 300m <sup>2</sup> , disetiap jalan terusan, koridor Desain sistem pencahayaan keadaan darurat beroperasi otomatis, memberikan pencahayaan yang cukup, dan harus memenuhi standart yang berlaku Tanda <i>exit</i> harus jelas dan pasti, diberi pencahayaan yang cukup, dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gangguan listrik, tanda petunjuk arah keluar harus memenuhi standart yang berlaku Bila <i>exit</i> tidak terlihat secara langsung dengan jelas oleh penghuni, harus dipasang tanda petunjuk dengan tanda	

		penah penunjuk arah	
		Setiap tanda <i>exit</i> harus jelas dan pasti, diberi pencaayaan yg cukup, dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi	
Kode	Variabel	Penjelasan	Memenuhi (M)/ tidak memenuhi(TM)
		gangguan listrik, tanda petunjuk arah keluar harus memenuhi standar yang berlaku	
K9	Hidran halaman	Tersedia di halaman pada tempat yang mudah dijangkau	
		Berfungsi secara sempurna dan lengkap	
		Supply air 38l/detik dan bertekanan 35 Bar	
		Harus bebas halangan	
K10	Jalan keluar (evakuasi)	Konstruksi tahan minimal 2 jam	
		Lebar minimal 200 cm	
		Dapat mencegah penjaralan asap kebakaran	
		Cukup waktu untuk evakuasi penghuni	
		Akses ke bangunan harus disediakan bagi tindakan petugas kebakaran	
K11	Jalan lingkungan	Tersedia dengan lebar minimal 6m	
		Diberi pengerasan	
		Lebar jalan minimal 4m	
K12	Jarak antar bangunan	Sesuai persyaratan (Tinggi s.d 8 → 3m 8 s/d 14 → 6m Tinggi > 40 m → 8m	

#### 4. ANALISIS DATA

Data-data hasil kuisioner dihitung persentasenya yang kemudian dihitung peringkat ranking (tabel 4) dan rangkuman hasil survei lapangan pada 7 apartemen (tabel 5).

**Tabel 4.** Presentase terbesar dari hasil kuisioner

No	Kode	Frekuensi					Skor penelitian					Persentase %	Ranking	Kriteria
1	K10	0	0	2	12	16	0	0	4	48	80	89.33	1	Sangat Penting
2	K3	0	0	8	13	9	0	0	24	52	45	80.67	2	Sangat Penting
3	K9	0	0	4	22	4	0	0	12	88	20	80	3	Penting
4	K1	0	0	2	7	8	0	0	21	52	40	78	4	Penting
5	K11	0	0	2	8	4	0	0	24	64	20	77.33	5	Penting

**Tabel 5**

APARTEMEN										
Kode variable	1	2	3	4	5	6	7	Total	Presentase(%)	
K1	M	M	TM	TM	M	M	M	5	71,43	
K2	M	M	M	M	M	M	TM	6	85,71	
K3	M	M	M	M	M	M	M	7	100,00	
K4	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	0	0,00	
K5	M	M	M	TM	M	M	M	6	85,71	
K6	TM	M	TM	M	TM	TM	TM	2	28,57	
K7	M	M	M	TM	M	M	M	6	85,71	



K8	M	M	M	M	TM	M	M	6	85,71
K9	M	M	M	M	M	M	M	7	100,00
K10	M	M	M	M	M	M	M	7	100,00
K11	TM	M	M	M	M	M	M	6	85,71
K12	M	M	M	M	M	M	M	7	100,00

M = memenuhi

TM = tidak memenuhi

### **Penjelasan Hasil Survei**

#### **K1 (Struktur tahan api)**

Informasi ini didapat dengan menanyakan langsung kepada pihak pengelola yang terkait. Cara ini digunakan karena struktur tahan api terhadap bangunan yang sudah jadi sangat sulit dilihat dengan kasat mata. Adapun pada sebagian besar apartemen yang disurvei (5 dari 7 apartemen, total peresentase 71,43%), menjawab bahwa apartemen yang mereka kelola telah memakai struktur yang tahan api.

#### **K2 (*Sprinkler*)**

Informasi dalam mengetahui splinker ini sangat mudah diketahui, dengan hanya kasat mata, dan melakukan sedikit pengukuran yang dibantu oleh penjaga dan pihak pengelola apartemen untuk mengecek apakah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah.

#### **K3 (*Alat Pemadam Api Portable*)**

Pengecekan tiap gedung dilakukan dengan cara menghitung jumlah APAP yang tersedia dalam tiap luasan maksimum (berat minimum APAP 20 kilogram, dengan luas jangkauan 100 m<sup>2</sup>, dan jarak maksimum 20 m)

#### **K4 (*Lift kebakaran*)**

Dalam survey lapangan ini dilakukan dengan melihat apartemen secara langsung untuk ada-tidaknya lift kebakaran. Dari semua apartemen yang di survei, 7 dari 7 apartemen, tidak ada satupun yang menginstalasi lift kebakaran, 2 dari 7 apartemen mengatakan, bahwa mereka cukup dengan tangga darurat saja. Sisanya berasumsi bahwa, dengan menginstalasi lift kebakaran, maka pengeluaran akan bertambah, selain butuh daya (listrik cadangan/ darurat) yang lebih besar untuk mengoperasikan lift tersebut saat kebakaran (keadaan saat kebakaran dianggap listrik diputus), butuh biaya operasional yang tidak murah. Berdasarkan hasil di atas, beban pembayaran yang ditanggung oleh penghuni semakin besar, dan bisa mengakibatkan kurangnya minat karena harga yang terlalu tinggi.

#### **K5 (*Sistem deteksi dan alarm kebakaran*)**

Dilakukan dengan melihat langsung keberadaan alarm tersebut di dalam apartemen. Namun untuk apartemen nomor 4, tidak ada instalasi sistem deteksi dan alarm kebakaran

pada tiap apartemennya, mereka memakai alarm pusat yang terletak pada kantor keamanan.

#### **K6 (Alat Pengendalian asap Kebakaran)**

Dari beberapa keadaan, tiap apartemen yang di survei, sebagai pengganti kipas untuk pengendalian asap, mereka mengalihkannya dengan memasang jendela yang lebih banyak, dan menginstalasi ekshaust.

#### **K7 (Listrik darurat)**

Pada apartemen 4 tidak menginstalasi listrik darurat, karena menurut mereka cukup dengan memasang lampu darurat saja (pencahayaan darurat) untuk tiap lantai, dan diletakkan sedemikian rupa sehingga bisa sebagai penunjuk arah menuju pintu keluar.

#### **K8 (Pencahayaan darurat dan tanda penunjuk arah)**

Pencahayaan darurat dan tanda penunjuk arah ini sangat penting untuk penghuni dalam proses pengevakuasian. Namun untuk apartemen 5, hal ini tidak diperhatikan dengan alasan sudah menginstalasi listrik darurat (generator), sehingga dapat membantu proses pengevakuasian lebih mudah karena semua cahaya dan fasilitasnya bisa tetap berfungsi walau listrik pusat diputuskan.

#### **K9 (Hidran Halaman)**

Pengecekan ini dilakukan dengan melihat lingkungan sekitar apartemen yang disurvei, semua lingkungan apartemen yang telah di survei, terdapat hidran halaman.

#### **K10 (Jalan keluar)**

Informasi ini dilakukan dengan cara menanyakan langsung kepada pihak pengelola dan sedikit melakukan pengukuran terhadap jalan keluar. Dari tiap apartemen yang di survei, 7 dari 7 apartemen telah memenuhi standar peraturan dalam pembuatan jalan keluar.

#### **K11 (Jalan Lingkungan)**

Melakukan pengukuran terhadap jalan lingkungan apartemen, 85,71% (6 dari 7 apartemen yang disurvei) telah memenuhi standar. Untuk apartemen 1, jalan lingkungan ini awalnya cukup, namun karena kapasitas parkir yang tidak banyak, para penghuni memarkir mobilnya pada jalan tersebut, mengakibatkan jarak bersih jalan kurang lebih 2 meter (hanya cukup untuk lewat 1 mobil ukuran standar).

#### **K12 (Jarak antar bangunan)**

Melakukan pengukuran terhadap tiap gedung/ *tower* yang terdapat di sekitar apartemen yang di survei. Dari hasil pengukuran, semua apartemen telah memenuhi standar jarak minimum yang ditetapkan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Pada umumnya apartemen sudah mempunyai pencegahan aktif seperti APAP (Alat Pemadam Api Portabel) yaitu *splinker*, hidran, dan listrik darurat. Pencegahan pasif seperti jarak antar bangunan, jalan keluar, jalan lingkungan dan struktur yang tahan api. Namun mereka tidak mempunyai lift kebakaran, pencahayaan darurat yang kurang sehingga saat terjadi kebakaran hanya tangga darurat yang berfungsi sebagai jalur evakuasi.

### 5.2 Saran

Lebar jalan minimum, jalur evakuasi, pemasangan jendela hidup harus lebih diperhatikan agar pada saat kebakaran penjalaran api tidak cepat meluas. Disamping itu, perlu sosialisasi dan pelatihan dari pihak pemerintah dan pengelola apartemen tentang pentingnya peranan manajemen kebakaran

## DAFTAR PUSTAKA

- Fatma Lestari, dan RM. Yodan Amaral Panindrus. 2006. *Audit Sarana Prasarana Pencegahan Penanggulangan dan Tanggap Darurat Kebakaran di Gedung Fakultas X UNIVERSITAS INDONESIA*.
- Kep. Meneg PU No. 10/KPTS/2000, Ketentuan teknis pengamanan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan dan lingkungan.
- Manlian. 2006. *Studi Treatment Factors terhadap resiko kebakaran pada bangunan tinggi perkantoran di DKI Jakarta*.
- Manlian Ronald Adventus, Budi Susilo Soepandji, Ismeth. S Abidin, Bambang Trigunaryah. 2006. "Studi Treatment Factors terhadap Resiko Kebakaran pada Bangunan Tinggi Perkantoran di DKI Jakarta". Dalam *Seminar Nasional Kegagalan Bangunan, Solusi dan Pencegahan*. Universitas Pelita Harapan, 3 Mei 2006. Karawaci.
- Muhadi. 2008. "Pencegahan Resiko Kebakaran Gedung: Peran Dan Tindakan Pusat Layanan Kebakaran Dan Pertolongan Departemen Rhone". Tesis Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.
- N.Vinky Rahman. 2004. *Kebakaran, bahaya Unpredictible, Upaya dan Kendala Penanggulangannya*.
- Sherley Runtuuwu. 2009. "Kajian Peran Masyarakat Jasa Konstruksi Terhadap Resiko Pembangunan Rumah Susun Di DKI Jakarta". Tesis Universitas Trisakti. Jakarta.
- Singgih Sastradihardja. 2010. *Tanggap Bencana Kebakaran*. Bandung: Angkasa.
- SNI 03-1735-2000. Tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung.
- SNI 03-1746-2000. Tata cara perencanaan dan pemasangan jalan keluar untuk penyelamatan terhadap bahaya kebakaran pada gedung.

- SNI 03-6464-2000. Tata cara penanggulangan darurat untuk pembangunan.
- SNI 03-7012-2004. Sistem manajemen asap di dalam mal, atrium, dan ruangan bervolume besar. Soehatman Ramli. 2009. *Pedoman Praktis Manajemen Bencana*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Soehatman Ramli. 2010. *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Suprpto. 2004. *Metoda Basis Kinerja Dalam Peraturan, Analisis dan Disain Sistem Proteksi Kebakaran/ Performance-based Methods in Fire Protection Code, Analysis and Design*. Ahli Peneliti Utama Puslitbang Perumahan PU.

