

KESEHATAN KEBIDANAN

Jurnal Ilmiah Kesehatan & Kebidanan

Vol. VIII No. 2

Juni 2019

ISSN : 2252-9675



Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
MITRA RIA HUSADA

EVALUASI SISTEM KESELAMATAN KEBAKARAN PADA GEDUNG PEMERINTAHAN MENGGUNAKAN PIRANTI LUNAK *COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM*

Ridho Muhammad Dhani

Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, STIKes Mitra RIA Husada

Email : info@mrh.ac.id

ABSTRAK

Angka kejadian kebakaran yang tinggi pada bangunan di Indonesia menandakan kurangnya perhatian pemilik gedung terhadap kelengkapan sistem yang ada untuk pencegahan kebakaran. Walaupun sudah terdapat perangkat pelindung terhadap kebakaran namun harus dianalisis mengenai keefektifan dan standar dari perangkat tersebut. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan pendekatan observasional menggunakan bantuan piranti lunak CFSES untuk melakukan evaluasi sistem perlindungan kebakaran pada gedung pemerintahan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa gedung pemerintahan masih kurang dalam aspek fire control, terutama pada parameter bukaan vertikal. Kesulitan dalam penelitian ini adalah kurangnya data dari masing-masing gedung terkait sistem keselamatan kebakaran pada gedung.

Kata Kunci : Analisis Kebakaran, CFSES, Gedung Pemerintah, Bukaan Vertikal

ABSTRACT

High number of fire incidence on building in Indonesia indicates less attention of the owner to the completeness of fire protection system in their building. Although there have been a protective device against fire but must be analyzed regarding the effectiveness and standard of such devices. This was a quantitative study with an observational approach using CFSES software to evaluate fire protection systems in government buildings. The study revealed that the government building is still lacking in the safety variable of fire control, especially on vertical openings parameter. Difficulty in this study is the lack of data from each building regarding fire safety systems.

Keywords : Fire Risk Assessment, CFSES, Government Building, Vertical Opening

Pendahuluan

Berdasarkan data statistik dari dinas pemadam kebakaran dan penanggulangan bencana, dari awal Januari hingga 24 April 2013 telah terjadi 295 kasus kebakaran dengan korban meninggal sebanyak 5 orang, mengalami luka-luka sebanyak 22 orang dan kerugian materi mencapai Rp. 81.778.250.000.00¹. Hingga tanggal 31 Desember 2013 jumlah kebakaran di Jakarta mencapai 998 kejadian dengan kerugian mencapai 254,7 milyar rupiah dan menghilangkan 7 jiwa¹.

Kebakaran juga terjadi pada gedung-gedung pemerintahan. Hingga bulan Maret 2013, telah terjadi beberapa kebakaran pada gedung milik pemerintah di Jakarta. Awal bulan Januari kebakaran terjadi di gedung Ditjen Administrasi Hukum Umum (AHU). Kebakaran tersebut diduga berasal dari percikan api dari proses pemotongan pipa hidran. Kebakaran juga terjadi di gedung Sekretariat Negara pada pertengahan bulan Maret lalu². Kejadian kebakaran diakibatkan karena sistem

proteksi kebakaran yang kurang memadai di gedung-gedung tersebut. Karenanya, pada bulan April, Gubernur DKI Jakarta menjadwalkan untuk mengadakan audit bangunan mengenai fasilitas-fasilitas banjir dan kebakaran³.

Untuk memastikan keamanan bangunan, diperlukan peningkatan kualitas bangunan dan evaluasi terhadap manajemen keselamatan kebakaran. Meskipun demikian, dikarenakan oleh terbatasnya ruang dan tingginya biaya konstruksi, peningkatan kualitas gedung-gedung yang telah ada sulit dilakukan⁴.

Seiring dengan perkembangan waktu, para peneliti mengembangkan beberapa metode untuk mengukur risiko kebakaran. Beberapa metode yang umum digunakan, seperti *Event and Fault Tree Analysis*, *semi-quantitative methods*, *quantitative methods*, CESARE-Risk, dan FSES⁵.

FSES merupakan sistem pengukuran keselamatan gedung terhadap bahaya kebakaran yang mengacu kepada NFPA 101 mengenai *life safety code*. Sistem pengukuran ini digunakan dengan cara membandingkan antara keadaan yang ada dengan persyaratan yang terdapat dalam NFPA. Untuk mempermudah melakukan penilaian, NFPA bekerjasama dengan *Hughes Associates* mengeluarkan perangkat lunak *Computerized Fire Safety Evaluation System (CFSES) for Business Occupancies*.

Dengan piranti lunak CFSES, pengguna hanya memasukkan nilai parameter sesuai dengan keadaan aktual gedung. Penilaian tingkat risiko kebakaran gedung dilakukan secara otomatis oleh komputer. Penilaian menggunakan metode ini bisa lebih terukur karena hasil penilaian berupa angka nominal yang dapat menunjukkan tingkat keamanan gedung.

Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi tingkat keamanan gedung pemerintahan terhadap risiko kebakaran dengan menggunakan piranti lunak *CFSES for Business Occupancies*

Metode

Penelitian ini menggunakan metode semi kuantitatif. Data yang digunakan merupakan data sekunder dan hasil observasi lapang. Penelitian ini dilakukan dengan memasukkan dan mengolah data sekunder ke dalam piranti lunak CFSES untuk memperoleh tingkat keamanan gedung terhadap bahaya kebakaran.

Analisis Data

Seluruh data dimasukkan ke dalam piranti lunak CFSES, kemudian diolah dan diketahui hasilnya. Langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan bagaimana karakteristik gedung pemerintahan Manggala Wanabakti dan Gedung Djuanda II.
- b. Menentukan bagaimana kondisi sistem keamanan kebakaran yang terdapat pada gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II.
- c. Menjalankan program evaluasi pada piranti lunak CFSES.

Memberikan masukan mengenai perbaikan sistem keamanan gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II terhadap risiko kebakaran.

Hasil

Gedung yang digunakan dalam penelitian adalah dua gedung kementerian yang berada di wilayah administratif Jakarta Pusat, Provinsi DKI Jakarta. Gedung pertama adalah gedung Manggala Wanabakti Kementerian Kehutanan yang terletak di wilayah administrasi Jakarta Pusat. Gedung yang menjadi objek penelitian dikhususkan pada gedung kantor Blok I. Gedung yang kedua adalah gedung Djuanda II yang berfungsi sebagai kantor pusat Kementerian Keuangan.

Pada penelitian dilakukan pengukuran pada 12 parameter safety sesuai dengan NFPA 101 yaitu *Construction, Segregation of Hazards, Vertical Openings, Sprinklers, Fire Alarm System, Smoke Detection, Interior Finish, Smoke Control, Exit Access, Exit Systems, Corridor/Room Separation, dan Occupant Emergency Program*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan CFSES, diperoleh hasil seperti apda tabel 5.1 dan tabel 5.2

Tabel 5.1 Penilaian Total Parameter gedung Kementerian Kehutanan

PARAMETER	FIRE CONTROL	EGRESS	GENERAL
CONSTRUCTION	1.6		1.6
SEGREGATION	-1.	-1.	-1.
V. OPENINGS	-10/2 = -5.	-10	-10
SPRINKLERS	7.	7/2 = 3.5	7.
FIRE ALARM	1.5/2 = 0.75	1.5	1.5
SMOKE DET.	4/2 = 2.	4	4
INT. FINISH	-3/2 = -1.5		-3
SMOKE CONT.		3/2 = 1.5	3
EXIT ACCESS		-2.	-2.
EXIT SYSTEM		5	5
CORRIDOR SEP.	2/2 = 1.	2/2 = 1.	2
OCC. EMER. PR.		1	1
TOTAL	4.85	4.5	9.1
REQUIRED	10.5	5.	9.

Tabel 5.2 Penilaian Total Parameter gedung Kementerian Keuangan

PARAMETER	FIRE CONTROL	EGRESS	GENERAL
CONSTRUCTION	1.6		1.6
SEGREGATION	0	0	0
V. OPENINGS	-10/2 = -5.	-10	-10
SPRINKLERS	9.	9./2 = 4.5	9.
FIRE ALARM	1.5/2 = 0.75	1.5	1.5
SMOKE DET.	4/2 = 2.	4	4
INT. FINISH	-3/2 = -1.5		-3
SMOKE CONT.		3/2 = 1.5	3
EXIT ACCESS		0	0
EXIT SYSTEM		5	5
CORRIDOR SEP.	3/2 = 1.5	3/2 = 1.5	3
OCC. EMER. PR.		1	1
TOTAL	8.35	9.	15.1
REQUIRED	10.5	5.	9.

Pembahasan

1. Konstruksi (*Construction*)

Konstruksi memiliki peranan penting ketika terjadi kebakaran karena mempengaruhi ketahanan suatu bangunan terhadap api untuk memberikan waktu kepada penghuni gedung keluar dari ruangan menuju tempat berkumpul (*assembly point*). Konstruksi gedung terdiri dari beberapa komponen struktur gedung yang berfungsi untuk mendukung ketahanan bangunan terhadap kebakaran. Komponen konstruksi gedung tersebut adalah tiang, kolom, dinding pembatas dan lantai. Ada dua tipe dasar konstruksi beton yang biasanya digunakan di gedung perkantoran yaitu *reinforced concrete* (beton bertulang) dan *prestressed concrete* (beton pra-tekan). Karakteristik yang mempengaruhi sifat beton adalah rasio antara air dengan semen, jenis semen dan porositas⁶.

Konstruksi, baik pada gedung Manggala Wanabakti maupun gedung Djuanda II, terbuat dari beton bertulang. Konstruksi beton bertulang masuk ke dalam tipe konstruksi kelas I, yaitu bahan konstruksi yang bersifat *noncombustible* atau *limited combustible materials*⁷. Berdasarkan penelitian⁶, akan lebih baik lagi jika bangunan menggunakan jenis beton dengan *steel-fibers* tipe 4 (*volume fiber* 15.50 m³) dan 5 (*volume fiber* 0.88 m³) karena memiliki ketahanan yang paling kuat, yaitu tahan hingga suhu 800 °C.

Dalam penilaian parameter konstruksi dilakukan juga penilaian pada bagian-bagian yang melekat pada gedung yang memiliki pengaruh dalam pengukuran tingkat bahaya kebakaran. Bagian-bagian tersebut adalah *VAC room*,

transformator, capacitor bank dan *generator set*. Dalam segitiga api, terdapat tiga faktor yang dibutuhkan untuk menimbulkan api. Salah satu faktor tersebut adalah oksigen. AC, *chiller*, AHU dan ventilasi yang tergabung dalam bagian *VAC room* merupakan suatu rangkaian sistem yang berfungsi untuk menyuplai udara yang mengandung oksigen ke dalam gedung. Pada saat terjadi kebakaran, sistem pendingin ruangan tersebut harus dalam keadaan mati (*off*) untuk menghentikan suplai udara ke dalam gedung.

Pada gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II menggunakan listrik yang disuplai dari PLN. Listrik dari PLN masuk ke dalam sistem yang ada pada gedung melalui *transformator* untuk disesuaikan *voltase*-nya dengan kebutuhan gedung. Kemudian listrik dari *transformator* dialirkan ke *capacitor bank* yang berfungsi untuk menstabilkan arus dan mengurangi hilangnya daya sehingga aman untuk digunakan. Jika pasokan listrik dari PLN terputus, maka gedung menggunakan *generator set* sebagai penyuplai energi cadangan.

Berdasarkan tabel *bridging* yang terdapat pada lampiran, pada gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II belum menggunakan *inverter system* dalam sistem pendingin ruangnya, belum terdapat sistem *surveillance* pada ruang *transformator*. Pada ruang mesin digunakan *smoke detector* dalam sistem perlindungan kebakarannya. Sebaiknya pada ruangan tersebut digunakan *fix temperature detector*. Jika menggunakan *smoke detector*, yang dideteksi adalah asap. Jika mesin sudah mengeluarkan asap berarti sudah terjadi kerusakan pada mesin tersebut. Pada penggunaan *fix temperature detector* yang dideteksi adalah peningkatan temperature yang langsung tinggi. Sehingga jika mesin yang digunakan mengalami peningkatan panas yang tidak normal maka dapat cepat terdeteksi dan dilakukan pengecekan sebelum mesin tersebut terlanjur rusak akibat peningkatan *temperature* mesin yang terlalu tinggi (*overheating*).

2. Pemisahan Bahaya

Ruang yang berpotensi menimbulkan bahaya umumnya sama antara gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II, yaitu ruang panel, ruang pompa, ruang *transformator*, dan *generator set*. Ruangan tersebut sudah terpisah dari jalur evakuasi dan dilengkapi dengan dinding beton serta pintu baja tahan api.

Ruang bahaya di gedung Manggala Wanabakti berada di gedung yang berbeda dan pada gedung tersebut sudah dilengkapi dengan penangkal petir. Panel dan mesin sudah dilengkapi dengan *grounding*, kabel tersusun rapih di dalam *cable tray*, dan diawasi selama 24 jam (terdapat petugas yang selalu *standby* bergantian). Namun di ruangan tersebut terdapat kondisi yang membahayakan, yaitu keberadaan drum-drum oli pelumas dan sepeda motor. Kendaraan bermotor sebaiknya tidak diletakkan di dalam ruangan karena dapat memicu percikan api atau menjadi sumber bahan bakar tambahan apabila terjadi kebakaran.

Penempatan drum oli pada ruang mesin merupakan kondisi yang berbahaya karena oli tersebut bersifat mudah terbakar (*flammable*). peralatan Bahan yang mudah terbakar adalah bahan yang dapat dengan mudah menyala dan terbakar dengan cepat. Karena sifat dasar itu maka drum oli tidak boleh disimpan di dekat peralatan listrik, pemanas, atau dekat pintu keluar. B3 harus disimpan di area yang terpisah, memiliki ventilasi yang baik, dan dijauhkan dari sumber yang dapat menyala⁸. Pada instalasi listrik juga harus dilakukan pemeriksaan kebocoran arus berkala atau pengukuran panas (*infrared thermograph*) untuk memastikan bahwa panel dalam kondisi aman⁹.

Sedangkan di gedung Djuanda II, ruang yang berpotensi menimbulkan bahaya berada di satu gedung dengan gedung Djuanda II, tepatnya terletak di area *basement*. Ruang tersebut sudah terpisah dari jalur evakuasi dan sudah dilengkapi dinding beton serta pintu baja tahan api. Di bagian luar ruangan terdapat kamera pengawas dan sudah terpasang *sprinkler*.

3. Bukaan Vertikal

NFPA 101 menyebutkan bahwa setiap bukaan vertikal yang menghubungkan antar lantai harus ditutup atau terlindung dengan baik. Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah penyebaran api maupun asap dari lantai ke lantai sehingga keselamatan penghuni gedung saat melalui jalur evakuasi dapat terjaga¹⁰.

Beberapa bukaan vertikal pada gedung Manggala Wanabakti sudah dilindungi dengan baik. *Shaft elevator* dan ruang tangga darurat sudah dilindungi oleh pintu baja tahan api. Terdapat tiga tangga darurat di gedung Manggala Wanabakti, satu di ujung kiri dan kanan gedung serta satu tangga darurat di tengah gedung. Semua tangga darurat sudah dilindungi oleh pintu baja tahan api dan pintu

dilengkapi dengan *door closer*. Namun pada saat observasi di lapangan, penulis menemukan banyak pintu tangga darurat yang diganjal agar selalu dalam keadaan terbuka, hal ini disebabkan karena penghuni gedung yang ingin berpindah antar lantai yang berdekatan lebih memilih menggunakan tangga darurat daripada harus menunggu lift. *Shaft* kabel yang menghubungkan seluruh lantai di gedung Manggala Wanabakti masih dalam keadaan terbuka.

Pada gedung Djuanda II, *shaft elevator* dan tangga darurat sudah dilindungi oleh pintu baja tahan api. *Shaft* pipa air vertikal yang terhubung antar lantai masih dalam keadaan terbuka. Kondisi ini sangat membahayakan jika terjadi kebakaran. Api akan dengan mudah menyebar dari satu lantai ke lantai lainnya. *Shaft* kabel vertikal yang menghubungkan antar lantai ditutup menggunakan papan *tripleks* yang dilapisi oleh *fire stop material*.

Untuk menghindari penyebaran api antar lantai, sebaiknya setiap bukaan antar lantai ditutup dengan *fire stop material* yang memiliki daya tahan api selama 30 menit hingga 1 jam dan akan lebih baik apabila materialnya memiliki daya tahan api lebih dari satu jam. *Department of Environment of Ireland* menyebutkan bahwa setiap bukaan yang menghubungkan antar lantai harus dibatasi dengan dinding (*compartment wall*) atau bahan yang mampu menghambat penyebaran api¹¹. Dinding penutup bukaan vertikal tersebut harus terbuat dari *non-combustible fire stopping material*. Hal ini untuk menghambat api dari satu ruangan berpindah dengan cepat ke ruangan lain. Pada gedung Djuanda II, bukaan vertikal ditutup dengan bahan papan *tripleks* yang dilapisi material tahan api, padahal sifat *tripleks* sendiri merupakan material yang mudah terbakar. Sebaiknya penutup antar lantai terbuat dari *concrete* atau beton, setelah itu baru dilapisi dengan *fire stop material*.

Berdasarkan teori perpindahan kalor, pada saat kebakaran, suhu udara meningkat sehingga terjadi perpindahan kalor secara konveksi di udara. Kebakaran menyebabkan molekul udara (asap) memuai menyebabkan volumenya bertambah dan tekanannya berkurang. Asap menjadi lebih ringan dan lebih mudah mengambang, tekanan udara dingin di sekitar asap yang lebih tinggi. Perbedaan tekanan ini mengakibatkan asap terus terangkat ke atas¹².

Dalam penelitian mengenai *Calculating Flame Spread on Horizontal and Vertical Surfaces*, kecepatan rambat api dipengaruhi oleh banyak faktor, beberapa

diantaranya adalah arah rambat (vertikal-horizontal) dan jenis media yang terbakar¹³. Berdasarkan arah rambatnya, kecepatan rambat api ke arah vertikal jauh lebih cepat dari pada arah horizontal. Alasan-alasan inilah yang menyebabkan parameter bukaan vertikal menjadi poin penting dalam penilaian parameter keselamatan gedung terhadap bahaya kebakaran.

4. *Sprinklers*

Sprinkler di gedung Manggala Wanabakti sudah menggunakan *sprinkler* head yang akan aktif jika terpicu oleh suhu ≥ 68 °C dan ditempatkan di setiap ruangan dan koridor dengan jarak setiap 4.5 meter. Sedangkan berdasarkan NFPA 13 pada poin 7.8.8.5 menyebutkan bahwa jarak antar *sprinkler* tidak lebih dari 10 ft (3 meter)¹⁴.

Menurut perhitungan tabel *bridging* pada lampiran 6, ruang pompa mendapatkan nilai 180 dari nilai maksimum 210. Salah satu pengurangan nilai diakibatkan oleh penggunaan *pressure tank* yang belum dilengkapi dengan membran. Berdasarkan tingkat bahaya klasifikasi bangunan hunian, gedung Manggala Wanabakti dan Djuanda II termasuk dalam bangunan yang memiliki tingkat bahaya kebakaran normal (*ordinary hazard*). Bangunan yang termasuk dalam *ordinary hazard* harus memiliki kapasitas air yang mampu untuk mengalirkan air ke *sprinkler* selama 60 hingga 90 menit. Kapasitas air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut sedikitnya adalah 3218 L/ menit atau 193,08 m³/ jam¹⁴. Bila dibandingkan dengan kapasitas *ground tank* yang dimiliki oleh gedung Manggala Wanabakti (330 m³) maka kapasitas air yang dimiliki sudah mencukupi untuk kebutuhan *sprinkler* selama 60 menit untuk satu gedung. Namun apabila dibandingkan dengan kapasitas *main pump* untuk satu gedung maka belum mencukupi (136,5 m³/ jam). Selain itu, kapasitas *ground tank* yang ada digunakan sebagai sumber air bagi semua gedung di kawasan Manggala Wanabakti.

Pada gedung Djuanda II, kapasitas *main pump* sebesar 227,1 m³/ jam (1000 USGPM) sehingga sudah mencukupi kebutuhan *sprinkler* selama 60 menit. Kapasitas *ground tank* sebesar 192 m³ dari kebutuhan minimal satu gedung sebesar 193,08 m³/ jam dianggap masih mencukupi kebutuhan air untuk *sprinkler* sistem

selama 60 menit. *Ground tank* ini digunakan untuk kebutuhan air pada dua gedung, gedung Djuanda I dan II sehingga apabila kedua gedung mengalami kebakaran pada saat yang bersamaan maka kapasitas air pada *ground tank* tidak mencukupi untuk memberikan kebutuhan air bagi *sprinkler* selama 60 menit.

5. *Fire Alarm System*

Alarm di gedung Manggala Wanabakti memiliki sistem interkoneksi. Jika terjadi kebakaran di salah satu blok gedung, maka panel alarm di blok lainnya akan memberi notifikasi bahwa terjadi kebakaran. Alarm kebakaran juga didukung oleh sistem paging dan kamera CCTV. Jika terjadi kebakaran, pekerja di ruang panel alarm dapat menghubungi security yang menjaga kamera CCTV untuk melakukan pengecekan. Security di ruang CCTV juga dapat mengkomunikasikan langsung dengan security di lantai terjadinya kebakaran. Dengan cara ini diharapkan penyebab menyala alarm bisa cepat diketahui sehingga dapat segera diatasi.

Gedung Manggala Wanabakti menggunakan fire alarm yang bersifat semi-addressable. Alarm ini berupa suara sirine namun tidak terhubung dengan dinas pemadam kebakaran. Pemberitahuan kepada dinas kebakaran dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan cara menelepon langsung. Alarm kebakaran akan mengeluarkan sirine jika teraktivasi oleh *sprinkler* atau *heat/smoke detector*. Pada alarm juga terdapat lampu berwarna kuning yang akan berkedip-kedip jika alarm menyala.

Sesuai dengan NFPA 72 (2007) *voice communication signals* dibedakan menjadi dua, yaitu *signal* untuk menginformasikan terjadinya kebakaran atau keadaan darurat lain dan *signal* untuk menginformasikan saatnya untuk evakuasi. Di gedung Manggala Wanabakti, *voice communication* hanya berupa sirine kebakaran namun apabila diperlukan adanya evakuasi akan dikomunikasikan melalui *speaker* yang ada di seluruh lantai. Proses evakuasi dikoordinir oleh petugas *security* tiap lantai dengan bantuan paging system.

Berdasarkan NFPA 72 point 6.9 disebutkan bahwa suara dari *voice communication signal* harus dibedakan antara menginformasikan kebakaran dengan *signal* evakuasi. *Signal* evakuasi tersebut sedikitnya dibunyikan dua kali dan memiliki sumber energi cadangan yang terpisah dari sumber energi utama¹⁵.

6. *Smoke Detection*

Gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II sudah memiliki *smoke detector* di setiap lantainya, termasuk di koridor. Jarak antar masing-masing *smoke detector* adalah sekitar 13 m untuk gedung Manggala Wanabakti dan 4,5 m pada gedung Djuanda II. *Smoke detector* terhubung dengan *BAS Control*. *BAS* terintegrasi dengan lampu, *elevator*, *AC*, *pressurized fan*, dan *fire alarm*. Aktivasi *smoke detector* secara otomatis menyalakan alarm dan mematikan lampu, *elevator*, *AC* serta menyalakan *pressurized fan* di tangga darurat. Berdasarkan data tersebut peneliti memberikan nilai 4 untuk parameter *safety smoke detection* dan nilai yang baik ini harus tetap dipertahankan oleh pihak gedung dengan melakukan perawatan berkala untuk memastikan kualitas pendeteksi asap tersebut.

7. *Interior Finish*

Interior Finish digunakan untuk menentukan *flame spread rating* dari barang-barang properti yang ada di suatu gedung. Ruang kerja yang terdapat di gedung Manggala Wanabakti maupun gedung Djuanda II umumnya terbuat dari *gypsum* yang memiliki nilai sebaran api yang termasuk dalam kelas I (tipe A). Di koridor yang merupakan jalur evakuasi memiliki dinding dan langit-langit yang terbuat dari *gypsum*. Namun, pada jalur tangga darurat terdapat lemari besi, meja kayu, kursi busa, karpet, dan barang-barang lainnya yang diidentifikasi memiliki nilai sebaran api kelas C yang memiliki indeks sebaran api antara 76 hingga 200¹⁶.

Pada jalur evakuasi terdapat barang-barang yang mudah terbakar. Pada NFPA 101 poin 4.5.3.2 dijelaskan bahwa pada jalur evakuasi harus bebas dari hambatan, seperti tumpukan barang, terdapat barang yang mudah terbakar, dan barang lainnya yang dapat menghambat proses evakuasi. Pada saat evakuasi, keberadaan barang-barang ini dapat membahayakan penghuni yang sedang terburu-buru untuk mencapai area aman di titik kumpul¹⁷.

8. *Smoke Control*

Sistem pengendali asap berfungsi untuk mencegah aliran asap masuk ke area jalur evakuasi, lokasi berkumpul, atau jalur/ lokasi lain yang digunakan sebagai

tempat untuk evakuasi. Sistem pengendali asap harus teraktivasi sesegera mungkin sesaat setelah terjadinya kebakaran dan berfungsi selama proses evakuasi untuk membatasi asap/ gas yang dihasilkan dari kebakaran mengalir ke area lain. Namun yang perlu diperhatikan adalah dengan adanya sistem pengendali asap bukan berarti area benar-benar terbebas dari asap¹⁸.

Sistem pengendali asap yang ada di gedung Manggala Wanabakti berupa *pressurized fan* yang kipasnya berada di puncak gedung dan dialirkan ke dalam *shaft* tangga darurat melalui *ducting* yang berada di dinding tangga darurat setiap lantai. *Pressurized fan* ini berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara di dalam tangga darurat sehingga mencegah aliran asap untuk masuk ke area tersebut. Pada keadaan darurat, penghuni gedung akan menuju akses tangga darurat dan membuka pintu darurat secara bersamaan pada setiap lantainya. Setiap terbuka satu pintu tangga darurat akan mengurangi tekanan udara di dalam tangga darurat. Oleh karena itu, berdasarkan peraturan NFPA 92A, *pressurized fan* jenis ini sebaiknya menggunakan kipas yang kecepatannya dapat diatur sehingga tekanan udara di dalam tangga darurat selalu positif (tekanan udaranya lebih tinggi dari pada tekanan udara di luar *shaft* tangga darurat)¹⁸.

Pintu tangga darurat yang terbuat dari baja tahan api dapat membantu mencegah api masuk ke jalur evakuasi. Pada *ducting* AC gedung Manggala wanabakti sudah dilengkapi dengan *motorized fire damper* yang terhubung dengan sensor alarm. Saat terjadi kebakaran, secara otomatis damper akan menutup sehingga mencegah asap pindah ke ruangan lain melalui *ducting* AC dan AC akan mati secara otomatis.

Sistem pengendali asap pada gedung Djuanda II berupa *pressurized fan* pada dinding tangga darurat di setiap lantai. *Ducting* AC gedung Djuanda II juga memiliki *motorized fire damper* yang dapat menutup secara otomatis jika alam menyala hanya saja, AC tetap menyala dan harus dimatikan secara manual.

Parameter *smoke control* sudah memiliki nilai yang cukup baik karena sudah memiliki sistem pengendali asap aktif. Perlu dilakukan *maintenance* secara rutin untuk menjaga sistem pengendali asap ini tetap dalam kondisi baik dan dapat berfungsi normal jika terjadi keadaan darurat.

9. Exit Access

Tidak terdapat jalan buntu pada jalur evakuasi di gedung Manggala Wanabakti maupun gedung Djuanda II yang melebihi jarak 50 ft. Jarak terjauh dari tempat kerja ke pintu *exit* terdekat pada gedung Manggala Wanabakti sekitar 30 m (98,42 ft) dan gedung Djuanda II sejauh 34 m (111,54 ft). Namun pada jalur tangga darurat di kedua gedung terdapat barang-barang yang dapat menghambat proses evakuasi, diantaranya meja dan kursi. Bahkan, pada akses tangga darurat di gedung Manggala Wanabakti terdapat lemari besi yang memblokir akses tangga darurat. Berdasarkan alasan tersebut penulis memberi nilai minimum untuk parameter *exit access* pada gedung Manggala Wanabakti. Hal tersebut bertentangan dengan NFPA 101 yang merekomendasikan agar jalur evakuasi bebas dari hambatan agar tidak menghambat proses. Tapi jika jalur evakuasi dibersihkan dari penghalang maka nilai parameter ini naik menjadi 1¹⁷.

10. Exit System

Jalur evakuasi tangga darurat yang terdapat di gedung Manggala Wanabakti berjumlah tiga untuk tiap-tiap lantai. Jalur tersebut akan menuju lobi yang akan mengarah langsung ke pintu keluar (*assembly point*). Pada dinding koridor terdapat peta yang menunjukkan akses darurat keluar gedung. Jalur tangga darurat dilengkapi dengan *pressurized fan* yang berfungsi untuk mengendalikan tekanan udara di jalur tangga darurat agar tetap bersifat positif serta lampu penerangan darurat yang menggunakan energi baterai.

Pada gedung Djuanda II terdapat dua akses tangga darurat di bagian tengah gedung di belakang *elevator*. Tidak terdapat peta yang menunjukkan jalur akses darurat ke luar gedung. Salah satu tangga darurat menghubungkan seluruh lantai dari lantai paling atas hingga lantai lobi yang sejajar dengan jalur keluar dan langsung menuju titik kumpul. Tangga darurat lainnya menghubungkan lantai teratas hingga basement. Hanya saja tidak terdapat tanda yang menunjukkan ke jalur keluar. Jika ada penghuni gedung yang menggunakan tangga darurat ini dalam keadaan panik maka penghuni tersebut bisa tersesat hingga ke lantai basement, tidak keluar di lantai lobi sebagaimana seharusnya.

Berdasarkan perhitungan CFSES yang menilai parameter ini berdasarkan pertimbangan jumlah rute keluar dan langsung mengarah ke luar bangunan, parameter *exit access* pada kedua gedung sudah mendapat nilai yang baik yaitu 5. Rekomendasi perbaikan yang bisa dilakukan adalah dengan memberikan tanda (*signage*) di dalam tangga darurat maupun di koridor yang menunjukkan arah ke luar gedung.

11. Pemisah ruangan (Room / Corridor Separation)

Koridor yang memisahkan ruangan di gedung Manggala Wanabakti sudah tertutup sempurna menggunakan *gypsum wallboard* sehingga asap tidak bisa berpindah dari ruangan yang terjadi kebakaran ke dalam koridor sekitar 11-40 menit. Menurut artikel yang ditulis oleh Louisiana State of Fire Marshall, sesuai dengan Tabel No. 7-7-W-A dalam The 1997 U.B.C. Standards¹⁶, gypsum board memiliki daya tahan terhadap api hingga 40-50 menit, bergantung pada tipe dan ketebalan gypsumnya. Pintu masing-masing ruangan terbuat dari kaca dengan rangka dari aluminium yang memiliki ketahanan api sedikitnya 30 menit dan sistem *door closer*. Namun sebagian pemisah antar ruangan tidak tertutup sempurna sehingga penulis memberikan nilai 2 untuk parameter pemisah ruangan pada gedung Manggala Wanabakti.

Dinding koridor pada gedung Djuanda II sudah terbuat dari beton dan menutup sempurna dari lantai hingga ke langit-langit. Lantai koridor terbuat dari keramik dan koridor sudah dilengkapi dengan *smoke detector* dan *sprinkler* yang dapat membantu memperlambat penyebaran asap dan api sehingga proses evakuasi dapat berjalan lancar. Pemisah ruangan pada gedung Djuanda II sudah termasuk baik.

Pada gedung Manggala Wanabakti sebaiknya setiap ruangan diberikan pemisah ruangan hingga tertutup sempurna dengan penutup dari bahan yang tahan asap, seperti beton yang memiliki material tahan asap sedikitnya satu jam. Pemisahan ruangan yang sempurna dapat membantu melindungi penghuni pada saat evakuasi.

12. Pelatihan tanggap darurat

Pelatihan tanggap darurat dilakukan di gedung Manggala Wanabakti direncanakan sebanyak dua kali dalam satu tahun. Berdasarkan hasil wawancara dengan pekerja, diketahui bahwa pelatihan tanggap darurat baru dilakukan sebanyak satu kali dalam satu tahun. Pelatihan tanggap darurat yang dilakukan melibatkan seluruh penghuni gedung. Sudah terdapat Tim Tanggap Darurat pada Gedung Manggala Wanabakti. Struktur organisasi dan prosedur pelaksanaan keadaan darurat sudah tercantum dalam “Buku Petunjuk Penanganan Keadaan Darurat” yang diterbitkan oleh badan pengelola gedung Manggala Wanabakti.

Gedung Djuanda II sudah memiliki organisasi tanggap darurat yang dipimpin oleh bagian keamanan gedung. Pelatihan tanggap darurat dilakukan satu kali dalam satu tahun. Pelatihan yang dilakukan termasuk melakukan pemadaman api menggunakan APAR dan hidran.

Dalam pelatihan tanggap darurat yang dilakukan oleh tim tanggap darurat gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II hanya dilakukan penghitungan total waktu saat *fire drill* dimulai hingga selesai. Tidak dilakukan pengukuran khusus waktu evakuasi. Ramli dalam bukunya menyebutkan bahwa waktu evakuasi maksimum pada gedung dengan struktur tidak mudah terbakar seperti gedung perkantoran adalah selama 3 menit. Sebaiknya perlu dilakukan penghitungan waktu evakuasi pada saat dilakukan pelatihan tanggap darurat¹⁹.

Gershon *et al.* menyebutkan bahwa pengetahuan penghuni gedung mengenai pelatihan tanggap darurat dan penguasaan atas kondisi gedung dapat meningkatkan kemungkinan keberhasilan evakuasi empat kali lebih tinggi daripada yang tidak memiliki pengalaman pelatihan tanggap darurat²⁰.

Evaluasi Keamanan Gedung Terhadap Bahaya Kebakaran

Berdasarkan hasil perhitungan keselamatan gedung terhadap bahaya kebakaran menggunakan piranti lunak CFSES, dapat disimpulkan bahwa tingkat keselamatan gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II masih kurang dari cukup, terlihat dari nilai kontrol api dan nilai jalur keluar masih berada dibawah

nilai persyaratan minimum. Pada gedung Djuanda II, hanya nilai kontrol penyebaran api yang masih berada di bawah nilai persyaratan minimum.

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem keselamatan kebakaran gedung Djuanda II lebih baik dibandingkan dengan gedung Manggala Wanabakti. Beberapa kelebihan gedung Djuanda II adalah:

- a. Pada pemisahan area yang relatif menimbulkan bahaya pada gedung Djuanda II, sudah dilindungi oleh konstruksi tahan api dan di bagian luar ruangan sudah dilengkapi dengan *sprinkler*, sedangkan pada gedung Manggala belum dilengkapi dengan *sprinkler*.
- b. Pemasangan *sprinkler* pada gedung Djuanda II sudah sesuai dengan aturan NFPA 13, yaitu *sprinkler* dipasang pada seluruh ruangan dengan jarak tidak lebih dari 10 ft (3 m). Pada gedung Manggala Wanabakti terdapat *sprinkler* yang dipasang dengan jarak melebihi 10 ft.
- c. Walaupun masih terdapat tumpukan barang pada jalur evakuasi, hanya saja pada gedung Manggala Wanabakti terdapat lemari besi yang benar-benar memutus akses evakuasi.
- d. Pembatas antar ruangan pada gedung Djuanda II sudah tertutup sempurna sehingga jika terjadi kebakaran, perambatan api bisa diperlambat. Pada gedung Manggala, pembatas antar ruangan pada beberapa ruangan belum tertutup sempurna.

Untuk meningkatkan penilaian keamanan gedung terhadap bahaya kebakaran perlu dilakukan perbaikan terhadap setiap parameter yang ada. Beberapa parameter perlu mendapat perhatian khusus seperti parameter bukaan vertikal. Kegagalan dalam mengatasi bukaan vertikal memberi pengaruh yang sangat besar terhadap potensi risiko yang dihadapi sehingga apabila terjadi kegagalan maka akan menyebabk

an penurunan nilai parameter bukaan vertikal secara drastis yang juga memberi pengaruh signifikan terhadap penilaian secara keseluruhan.

Pada saat melakukan observasi, penulis tidak memperoleh denah gedung dan diagram kelistrikan pada gedung Djuanda II. Perlu adanya manajemen data yang baik yang berguna pada saat-saat tertentu misalnya pada saat akan melakukan

maintenance maupun pada saat akan melakukan perbaikan. Jika perlu melakukan perbaikan kelistrikan tentu akan lebih mudah jika terdapat *single-line diagram*-nya.

Dari hasil penelitian, penulis menemukan beberapa keunggulan dan kelemahan CFSES. Beberapa keunggulannya adalah:

1. Hasil penilaian berupa angka nominal sehingga tingkat keamanan gedung terhadap bahaya kebakaran dapat lebih terukur.
2. Pengguna tidak memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasian CFSES namun hasil yang diperoleh cukup detil.
3. Analisisnya tidak menghabiskan banyak waktu.
4. Piranti lunaknya dapat diperoleh secara tanpa mengeluarkan biaya (*open source*).

Beberapa kekurangannya antara lain:

1. Tidak dilakukan pengukuran pada APAR padahal APAR merupakan salah satu faktor penting dalam perlindungan terhadap bahaya kebakaran. APAR merupakan salah satu alat untuk memadamkan atau mencegah api menjadi besar.
2. Membutuhkan *second opinion* dari pihak profesional.
3. Memerlukan pengetahuan mendalam terkait standar NFPA.

Kesimpulan

1. Berdasarkan Hasil penelitian dan analisis penulis mengenai evaluasi sistem keselamatan kebakaran gedung Manggala Wanabakti dan Gedung Djuanda II menggunakan piranti CFSES disimpulkan bahwa baik gedung Manggala Wanabakti maupun gedung Djuanda II masih dianggap kurang aman karena terdapat variabel *safety* yang belum memenuhi persyaratan NFPA 101 mengenai *life safety*.
2. *Smoke detector* sudah terpasang di seluruh area gedung Manggala Wanabakti dan gedung Djuanda II dengan jarak yang sudah sesuai dengan NFPA 72. Hanya saja, pada lantai *mezzanine* (ruangan diantara dua lantai pada gedung, biasanya menghubungkan lantai dasar dan lantai satu) penulis menemukan bahwa *smoke detector* yang terpasang memiliki jarak yang jauh dari permukaan lantai (jarak permukaan lantai *mezzanine* ke langit-langit

ruangan mencapai 10 m). Jika terjadi kebakaran pada lantai *mezzanine* maka asap akan membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai/ terdeteksi oleh *smoke detector* yang ada pada langit-langit lantai *mezzanine*. Pada saat asap terdeteksi, kemungkinan api sudah menjadi besar.

3. Pada saat melakukan penilaian menggunakan CFSES penulis menemukan bahwa piranti lunak ini tidak melakukan pengukuran pada APAR (Alat pemadam api ringan). APAR merupakan salah satu faktor penting dalam fase awal terjadinya kebakaran. Jika suatu gedung memiliki jumlah APAR yang memadai, tipe APAR sesuai dengan bahan yang terbakar dan pada pelatihan tanggap darurat telah dilakukan pelatihan penggunaan APAR, maka pada fase awal kebakaran api akan lebih mudah dikendalikan.
4. Pada skenario pelatihan tanggap darurat tidak dilakukan pengukuran waktu evakuasi. Api memerlukan waktu sekitar 8 menit dari mulai terjadinya kebakaran hingga mengalami *flashover*. Waktu evakuasi yang melebihi waktu terjadinya *flashover* akan meningkatkan risiko kecelakaan bagi penghuni gedung.
5. Sistem keselamatan kebakaran gedung Djuanda secara umum lebih baik daripada gedung Manggala Wanabakti, khususnya pada parameter pemisahan bahaya, *sprinkler*, *exit access* dan pemisahan ruangan.
6. *Preventive maintenance* pada sistem keselamatan kebakaran di kedua gedung kurang dioptimalkan.
7. Untuk membantu dalam pertimbangan penilaian CFSES, diperlukan tabel bridging untuk menganalisa kelengkapan fungsi dan komponen suatu parameter. Penggunaan tabel bridging ini diperlukan untuk mengukur faktor-faktor yang berhubungan dengan keselamatan gedung namun belum diukur secara khusus dalam parameter di CFSES.

Saran

1. Semua bukaan vertikal harus ditutup dengan *fire stop material* yang dapat menahan api setidaknya selama 30 menit untuk menghambat proses penjarangan api sesuai dengan aturan NFPA 101.

2. Perlu dilakukan penambahan kolam penampungan air sesuai dengan kapasitas minimal yang diperlukan untuk pencegahan kebakaran sesuai dengan aturan NFPA 13.
3. Untuk meningkatkan kehandalan penanganan kebakaran bisa dipertimbangkan untuk menghubungkan alarm dengan dinas pemadam kebakaran setempat supaya jika terjadi kebakaran dapat lebih cepat diatasi.
4. Pada saat pelatihan tanggap darurat perlu dilakukan perhitungan waktu evakuasi. Waktu evakuasi harus lebih cepat dari pada waktu yang dibutuhkan api untuk membentuk *flashover*.
5. Pada akses tangga darurat sebaiknya digunakan *pressurized fan* yang bisa diatur kecepatannya. Hal ini berguna untuk menjaga agar tekanan udara di dalam shaft tangga darurat tetap positif.
6. Pada akses tangga darurat sebaiknya dibersihkan dari keberadaan barang-barang agar tidak menghambat jika proses evakuasi dilakukan. Pintu tangga darurat sebaiknya tidak dibiarkan terbuka/ diganjal agar selalu terbuka supaya pada saat terjadi kebakaran asap tidak masuk ke dalam tangga darurat.
7. Perlu dipertimbangkan untuk membuat penunjuk arah ke jalur keluar. Salah satu contohnya bisa dibuat lampu penerangan seperti pada lantai pesawat terbang yang pada saat kondisi darurat lampu menyala bergerak-gerak ke arah pintu keluar. Lampu ini dapat membantu penghuni gedung untuk keluar, terutama pada saat asap mulai menghalangi pandangan.
8. Gedung yang menjadi objek dalam penelitian ini sudah bisa dibandingkan dengan standar NFPA karena beberapa dari standar tersebut sudah tertuang dalam SNI (misal: SNI No. 03/1746/2000) maupun Peraturan Menteri. Namun, pengawasan terhadap pelaksanaan peraturan tersebut, terutama pada saat pembangunan gedung masih lemah. Karenanya, perlu adanya ketegasan dalam pelaksanaan peraturan yang ada.

Daftar Referensi

1. Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana. 2013. Sumber: www.jakartafire.net/statistik/index.php?tahunkat=2013. [Diakses: 25 Desember 2013].
2. BBC.co.uk.. Polisi Selidiki Kebakaran Gedung Setneg. 2002. Sumber: < http://www.bbc.co.uk/indonesia/berita_indonesia/2013/03/130322_update_kebakaran_gedungsetneg.shtml> [Diakses: 23 Maret 2013].
3. Rini, C.L. “April, Seluruh Gedung di Jakarta Akan di audit.”. Jakarta: Republika. 2013. Sumber: <https://nasional.republika.co.id/berita/mklloch/jokowi-april-seluruh-gedung-di-jakarta-akan-diaudit>. [Diakses: 30 Maret 2013]
4. Chow, W.K. Proposed Fire Safety Ranking System EB-FSRS for Existing High-Rise Nonresidential Buildings in Hong Kong. *Journal of Architectural Engineering*, 8:116-124; 2002.
5. Hadjisophocleous, G.V. & Fu, Z. Literature Review of Fire Risk Assessment Methodologies. *Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*. Volume 6 (1): 28-45; 2004.
6. aláz, G.L., & Lubláy, E. *Post-heating strength of fiber-reinforced concretes*. *Fire Safety Journal*, 49, 100-106; 2012.
7. NFPA 5000. *Building Construction and Safety Code*. 2012 Edition. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch Park, Quincy, MA; 2012.
8. Government of Alberta, Employment and Immigration. *Workplace Health and Safety Bulletin : Handling and Storage of Flammable Materials at the Worksite*; 2009.
9. Standar Nasional Indonesia. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) di Tempat Kerja Nomor: SNI-04-0225-2000; 2000.
10. NFPA 101. 2012. *Life Safety Code*. 2012 Edition. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch, Quincy, MA.
11. Department of The Environment, Heritage and Local Government.. *Building Regulation 2006, Technical Guidance Document B; Fire Safety*. Ireland: Government of Ireland; 2006.
12. Hartin, Ed. *Everyday Concepts-Part 3 Convection*. CFBT-US LLC. 2010. Sumber: <http://cfbt-us.com/wordpress/?p=1126> [Diakses: 26 Desember 2013]
13. Ahmed, G.N., Dietenberger, M.A., & Jones, W.W. *Calculating Flame Spread on Horizontal and Vertical Surfaces*. Geithersburg: NISTIR 5392. 1994.

14. NFPA 13. Standard for the Installation of Sprinkler Systems. 2007 Edition. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch, Quincy, MA. 2007.
15. NFPA 72. *National Fire Alarm Code*. 2007 Edition. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch, Quincy, MA. 2007.
16. Louisiana State of Fire Marshall. n.d. *Information On Construction Requirements*. 2013. http://sfm.dps.louisiana.gov/doc_flamespread.html. [Diakses: 14 Desember 2013]
17. NFPA 101. *Life Safety Code*. 2012 Edition. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch, Quincy, MA. 2012.
18. NFPA 92A. *Reccommended Practice for Smoke-Control Systems*. 2000. An International Codes and Standards Organization. 1 Batterymarch, Quincy, MA. 2012.
19. Ramli, Soehatman. *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat. 2010.
20. Gershon, R.R.M., Magda, L.A., Riley, H.E.M., & Sherman, M.F. The World Trade Center Evacuation Study: Factors Associated With Initiation and Length of Time for Evacuation. *Fire Mater Journal*. DOI:10.1002/fam. John Wiley & Sons, Ltd. New York, USA. 2011.