

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Kebakaran adalah suatu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api/penyalaan yang mengakibatkan kerugian berupa harta, manusia, kerusakan lingkungan maupun dapat menimbulkan korban jiwa.

##### **2.2.1. Penelitian Terdahulu tentang Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran**

Abidin dan Putranto. (2017) telah melakukan penelitian tentang Identifikasi Fasilitas *Safety Building* Sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran di Gedung Institusi Perguruan Tinggi yang bertujuan untuk meminimalisir resiko apabila terjadinya potensi bahaya kebakaran di gedung Fakultas X dan bila terjadinya kebakaran bukan hanya dapat menimbulkan kerugian material tetapi juga bisa menimbulkan korban manusia. Gedung Fakultas X adalah tempat yang digunakan untuk proses mengajar dan perkuliahan. Metode penelitian yang dilakukan adalah kualitatif, yaitu dengan cara melakukan *observasional* langsung ke tempat penelitian dengan menggunakan data primer (observasi dan *form checklist*), wawancara dan data sekunder (berasal dari alat-alat penanggulangan kebakaran yang sudah ada maupun informasi lainnya sebagai penunjang data primer). Dari metode yang dilakukan maka didapatkan hasil penelitian tentang fasilitas *safety building* mendapatkan hasil untuk hydrant termasuk kategori Baik (B). Ada juga yang mendapatkan hasil kurang (K) APAR, , detector kebakaran, tangga darurat, sprinkler dan jalur evakuasi. Jadi di gedung Fakultas X masih minim sekali akan fasilitas *safety building*.

Harmanto dkk. (2015) telah melakukan penelitian tentang Analisis Implementasi Sistem Evakuasi Pasien Dalam Tanggap Darurat Bencana Kebakaran Pada Gedung Bertingkat di Rumah Sakit X Semarang yang bertujuan untuk menganalisis sistem evakuasi pasien untuk respon darurat kebakaran di

gedung-gedung multistore di rumah sakit. Penelitian yang dilakukan bersifat deskriptif kualitatif wawancara dengan subjek penelitian ini terdiri dari 4 orang sebagai informan utama dan orang pertama yang melakukan triangulasi informan. Didapatkan hasil yang menunjukkan manajemen telah menetapkan kebijakan dan komitmen terhadap sistem evakuasi pasien yang ditunjukkan oleh Layanan Operasional Standar tentang evakuasi pasien di gedung multistore, tetapi Layanan Operasional Standar belum diketahui oleh publik. Kebijakan rumah sakit juga memberikan pelatihan sumber daya manusia, akan tetapi kapasitas sumber daya manusia tidak memadai untuk tanggap darurat dan sarana evakuasi. Minimalnya yang dibutuhkan adalah sarana evakuasi yang ditandu oleh tandu, ramp dan lif. Sistem penganggaran dilakukan dengan cara mengajukan rencana bisnis anggaran, pada biaya yang besar untuk melakukan prioritas. Rumah sakit juga memiliki sistem komunikasi selama darurat untuk mengumumkan dan meminta bantuan dalam keadaan darurat yang disebut *red call*. Rumah Sakit X melakukan inovasi kemungkinan terjadinya prosedur tambahan dan perlu meninjau lagi prosedur yang ada untuk mengevakuasi pasien dengan cara terbatas serta meningkatkan kualitas dalam pelatihan untuk kesiapan sumber daya manusia.

Karimah dkk. (2016) telah melakukan penelitian tentang Analisis Upaya Penanggulangan Kebakaran di Gedung Bougenville Rumah Sakit Telogorejo Semarang yang bertujuan untuk menganalisis pemadaman kebakaran di gedung rumah sakit. Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif observasi penelitian dan wawancara mendalam yang dimana subjeknya adalah 6 orang yaitu untuk informan kunci dan 2 orang menjadi informan triangulasi. Hasilnya menunjukkan bahwa rumah sakit Telogorejo memiliki sistem kemampuan pemadam kebakaran. Ketersediaan api satuan tempur berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja no. 186 / MEN / 1999 adalah 52,17%, kemudian kepatuhan prosedur operasi standar untuk kebakaran berdasarkan Kementerian Keputusan Pekerja Publik No.11 / KPTS / 2000 adalah 100%. Proteksi kebakaran aktif sistem meliputi: tingkat kepatuhan dalam alat pemadam kebakaran berdasarkan tenaga kerja hukum pelayanan no. 4 / MEN / 1980 adalah 66,67%, hidran berdasarkan SNI 03-1745-2000 adalah 50%, sprinkler berdasarkan 03-3989-2000 adalah 0%, dan alarm kebakaran berdasarkan undang-undang kementerian tenaga kerja no. 2 / MEN /

1983 adalah 50%. Fasilitas darurat termasuk: tingkat kepatuhan di tangga darurat berdasarkan SNI 03-1746-2000 adalah 72,7%, dan tanda keluar berdasarkan SNI 03-6574-2001 adalah 69,23%. Jadi dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemadaman api di Bougenville Room Telogorejo rumah sakit memiliki tingkat kepatuhan pemadaman kebakaran yang bervariasi.

Mustika dkk. (2018) telah melakukan penelitian tentang Penilaian Resiko Kebakaran Gedung Bertingkat yang bertujuan untuk mencari atau menemukan yang dapat menyebabkan terjadinya resiko kebakaran sehingga bisa meminimalisir kerugian akibat kebakaran dan bisa dilanjutkan dengan melakukan tindakan pencegahan. Metode penelitian yang dilakukan adalah deskriptif kualitatif, yaitu dengan cara wawancara dan melakukan observasi (menggunakan *checklist*). Penelitian ini dilakukan di bangunan gedung Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Semarang. Hasil yang didapatkan yaitu unuk manajemen proteksi 8% dengan tingkat resiko *extreme*, perencanaan prosedur (pengunjung dan penyandang disabilitas) 0% dengan tingkat resiko *extreme*, kesadaran staf dan pelatihan 43% dengan tingkat resiko tinggi (*high*). Pada gedung rektorat, sarana penyelamatan (jalur evakuasi, jalan keluar dan penerangan darurat) 44% dengan tingkat resiko tinggi (*high*), pintu darurat dan pintu keluar 33% dengan tingkat resiko *extreme*. Sarana proteksi kebakaran (APAR, hidran dan sprinkler) 71% dengan tingkat resiko rendah (*low*) dan alarm kebakaran 0% dengan tingkat resiko *extreme*. Penerapan kebersihan dan kerapihan 67% dengan tingkat risiko rendah (*low*), bahan yang mudah terbakar 33% dengan tingkat risiko *extreme*, instalasi dan peralatan listrik 20% dengan tingkat risiko *extreme*. Pencegahan penerapan merokok (di dalam ataupun di area gedung) 83% dengan tingkat risiko rendah (*low*) dan melakukan pembakaran sembarangan pada area gedung 50% dengan tingkat risiko tinggi (*high*). Pada gedung NRC, sarana penyelamatan (jalur evakuasi, jalan keluar dan penerangan darurat) 62% dengan tingkat resiko rendah (*low*), pintu darurat dan pintu keluar 33% dengan tingkat resiko *extreme*. Sarana proteksi kebakaran (APAR, hidran dan sprinkler) 57% dengan tingkat resiko tinggi (*high*) dan alarm kebakaran 75% dengan tingkat resiko rendah (*low*). Penerapan kebersihan dan kerapihan 78% dengan tingkat risiko rendah (*low*), bahan yang mudah terbakar 78% dengan tingkat risiko rendah (*low*), instalasi dan

peralatan listrik 20% dengan tingkat risiko *extreme*. Pencegahan penerapan merokok (di dalam ataupun di area gedung) 67% dengan tingkat risiko rendah (*low*) dan melakukan pembakaran sembarangan pada area gedung 50% dengan tingkat risiko tinggi (*high*). Pada gedung laboratorium terpadu, sarana penyelamatan (jalur evakuasi, jalan keluar dan penerangan darurat) 37% dengan tingkat resiko *extreme*, pintu darurat dan pintu keluar 33% dengan tingkat resiko *extreme*. Sarana proteksi kebakaran (APAR, hidran dan sprinkler) 71% dengan tingkat resiko rendah (*low*) dan alarm kebakaran 0% dengan tingkat resiko *extreme*. Penerapan kebersihan dan kerapihan 78% dengan tingkat risiko rendah (*low*), bahan yang mudah terbakar 78% dengan tingkat risiko rendah (*low*), instalasi dan peralatan listrik 60% dengan tingkat risiko rendah (*low*), Pencegahan penerapan merokok (di dalam ataupun di area gedung) 50% dengan tingkat risiko tinggi (*high*) dan melakukan pembakaran sembarangan pada area gedung 50% dengan tingkat risiko tinggi (*high*).

Ruspianof dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang Evaluasi Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung PT.PLN Wilayah Riau Dan Kepulauan Riau yang bertujuan untuk menilai keandalan sistem proteksi kebakaran sehingga dapat dilakukan pencegahan jika sistem proteksi kebakaran tersebut ternyata tidak andal yang bisa menyebabkan terjadinya kebakaran yang dapat menimbulkan kerugian material dan korban jiwa yaitu manusia. Metode penelitian yang dilakukan adalah analisis deskriptif yang dilakukan dengan cara mengambil data yang dibutuhkan dan dilakukan pengamatan langsung dilapangan. Untuk mengetahui tersedia atau tidaknya alat proteksi dan NKSKB pada bangunan gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau maka dilakukan pengamatan pada beberapa komponen yang telah diidentifikasi yaitu sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, kelengkapan tapak dan sarana penyelamatan. Bangunan gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau terdiri dari 4 lantai. Dari metode yang dilakukan, didapatkan hasil pada lantai dasar yaitu sebesar 87,878%, lantai 1 87,878%, lantai 2 87,878%, lantai 3 87,878% dan lantai 4 87,878%. Untuk nilai keandalan pada bangunan gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau adalah sebesar 86,47% yang berarti andal menurut Pd-T-11-2005-C.

Okokpujie dkk. (2019) telah melakukan penelitian tentang Sebuah Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Sistem Perlindungan Api Dengan Tanda SMS yang bertujuan untuk mendeteksi secara cepat jika ada terjadinya gejala-gejala yang dapat mengakibatkan kebakaran. Sistem ini memiliki tiga kemampuan yaitu, deteksi, komunikasi (memberikan peringatan cepat kepada pemilik bangunan jika ada terjadinya gejala-gejala yang dapat menimbulkan kebakaran dengan *system* peringatan melalui SMS) dan penindakan. Metode yang dilakukan yaitu dengan cara memanfaatkan jaringan sensor nirkabel mendeteksi ketika adanya asap (membedakan antara asap yang asalnya dari kebakaran nyata yang dapat menyebabkan marabahaya dengan asap yang asalnya dari kebakaran palsu). Sistem pendeteksi kebakaran ini bekerja dengan cara sensor yaitu menerima asap kebakaran dan memastikannya apakah asap tersebut merupakan asap kebakaran yang dapat menimbulkan marabahaya atau tidak, setelah itu dilanjutkan oleh mikrokonroler yang dapat meneruskan informasi jika terjadinya kebakaran dan mengirimkan sinyal kepada alarm kebakaran supaya bisa menyala, setelah itu mengirim sinyal kepada saklar utama supaya otomatis mati dan meneruskan ke pemompa air untuk persiapan pemadaman kebakaran, setelah itu dilanjutkan oleh GSM modem yang bertujuan untuk mengirimkan SMS kepada pemadam kebakaran dan pemilik bangunan sebagai peringatan telah terjadinya kebakaran.

Fleck dkk. (2018) telah melakukan penelitian tentang *Analysis of Hospital Fire and Smoke Control System* yang menyatakan bahwa rekayasa pengendalian kebakaran adalah hamparan luas sistem mekanik dan listrik bahwa semua mengikat bersama-sama. penelitian ini akan berfokus terutama pada ventilasi pemanas dan pendingin udara (HVAC) sistem dan kontrol terkait sekitar fungsinya selama acara api. Karena terikat dengan banyak sistem lain, jika sistem tidak berfungsi dengan benar, risiko sistem lain menjadi kurang efektif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya sistem ini dan pemeliharaannya serta persyaratan untuk meng-upgrade sistem bila diperlukan. Metode penelitian yang dilakukan adalah kualitatif yang dilakukan dengan cara memawancarai staf yang intim dengan sistem. Kebakaran di fasilitas penting seperti rumah sakit dapat menyebabkan hasil bencana jika sistem pengendalian kebakaran dan asap tidak terpasang dengan benar, dimonitor, dan

dipelihara. Penelitian ini mempelajari fasilitas tunggal dan sistem manajemen asapnya, terutama berfokus pada sistem HVAC dan bagaimana merespon dalam peristiwa kebakaran. Fasilitas kunci staf manajemen diwawancarai dan kode keamanan kehidupan nasional ditinjau. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa setiap fasilitas akan beroperasi sepenuhnya berbeda karena kebutuhan yang berbeda, namun perawatan harus selalu diambil untuk benar mencari unit rumah sakit fungsional dalam yang sesuai zona asap untuk meminimalkan kerugian dari sistem kesehatan fungsional setelah peristiwa kebakaran. Selain itu, kebutuhan untuk mendigitalkan dan terpusat memantau semua aspek dari sistem asap dan api kontrol jelas.

Ghost dkk. (2015) telah melakukan penelitian tentang *Analysis of hospital admissions due to accidental non-fire-related carbon monoxide poisoning in England, Between 2001 and 2010* yang bertujuan untuk mengukur beban morbiditas karena ANFR keracunan CO di Inggris pada konteks penerimaan lainnya ke rumah sakit untuk keracunan CO dan untuk menggambarkan penerimaan ini dengan wilayah, jenis kelamin, usia dan kekurangan. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengawasan rutin masa depan CO morbiditas dan pendidikan bantuan target dan intervensi lain untuk mengurangi eksposur CO. Keracunan karbon monoksida (CO) tak disengaja terkait kebakaran merupakan penyebab kematian dan perawatan di rumah sakit. Ini pelajaran pertama yang menggambarkan karakteristik penerimaan rumah sakit ANFR CO di Inggris. Metode Penelitian ini menggunakan Statistik Rumah Sakit Episode (HES) Data rawat inap untuk Inggris antara 2001 dan 2010, yang diselenggarakan oleh UK Wilayah Kecil Statistik Kesehatan Unit (SAHSU). Data HES merupakan bagian dari kumpulan data administrasi yang mencatat semua penerimaan untuk rumah sakit NHS dan fasilitas yang didanai oleh NHS di Inggris. Hasil dari penelitian ini yaitu ada 2463 ANFR CO penerimaan selama periode 10 tahun dengan tingkat tahunan (0,49 / 100 000), ini terdiri hanya di bawah setengah (48,7%) dari semua *non fire* terkait penerimaan CO (disengaja dan tidak disengaja). Ada variabilitas musiman, dengan penerimaan lebih banyak di musim dingin. tarif masuk yang lebih tinggi diamati di utara Inggris. Hanya lebih dari setengah (53%) dari

penerimaan ANFR adalah laki-laki, dan tingkat tertinggi penerimaan ANFR berada pada mereka yang berusia 0,80 tahun.

Takim dkk. (2015) telah melakukan penelitian tentang *Assessing The Content Validity of Hospital Disaster Resilience Assessment Instrument* yang bertujuan untuk mengevaluasi validitas isi dari ketahanan bencana instrumen penilaian rumah sakit. Rumah Sakit penilaian ketahanan bencana merupakan proses menganalisis kondisi situs, bangunan, orang dan operasi melalui daftar indikator (yaitu, struktural, non-struktural dan fungsional). Metode dalam penelitian ini adalah dalam bentuk analisis dokumen (7 instrumen) dan CVR & CVI kuesioner (6 ahli). Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu berdasarkan analisis dokumen, 129 elemen dengan tiga konstruk utama disarankan untuk dimasukkan dalam instrumen. Skor CVR mengungkapkan bahwa 48 dari 129 item yang dianggap sebagai yang paling penting (-2 struktural, 7 non-struktural dan -39 fungsional). Temuan untuk I-CVI dan dimodifikasi koefisien kappa namun mengungkapkan bahwa 122 item dalam instrumen yang tepat dan baik. Sisanya tujuh item nilai-nilai yang dianggap adil dan miskin dan direkomendasikan untuk dihilangkan. Selain itu, berdasarkan pada S-CVI / Ave ia mengungkapkan bahwa validitas isi dari instrumen yang diusulkan memadai. Adapun alasan ini, perlu dicatat bahwa instrumen yang akan sangat dihargai untuk mengevaluasi ketahanan rumah sakit yang ada.

Shalhoub dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang *Evaluation of Disaster Preparedness For Mass Casualty Incidents in Private Hospitals in Central Saudi Arabia* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan kesiapan bencana rumah sakit (HDP) di rumah sakit swasta besar di Riyadh, Arab Saudi. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan cara survei *observasional cross-sectional* yang dilakukan di kota Riyadh, Arab Saudi antara Desember 2015 dan April 2016. Tiga belas rumah sakit swasta besar di Riyadh dengan kapasitas lebih dari 100 tempat tidur dilibatkan dalam penelitian ini. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu 13 rumah sakit memiliki HDP rencana dan dilaporkan memiliki komite HDP. Dalam 12 (92,3%) rumah sakit, HDP tertutup baik bencana internal dan eksternal dan HDP tersedia di setiap departemen dari rumah sakit. Ada perjanjian dengan rumah sakit lain untuk menerima pasien selama

bencana di 9 fasilitas (69,2%) sedangkan 4 (30,8%) tidak memiliki perjanjian tersebut. Tak satu pun dari rumah sakit dilakukan setiap latihan tanpa pemberitahuan di tahun sebelumnya. Jadi Sebagian besar kelemahan yang jelas terutama dalam pendidikan, pelatihan dan pemantauan staf rumah sakit untuk kesiapan untuk acara darurat bencana. Beberapa rumah sakit telah melakukan latihan dengan korban, sedikit yang mengebor evakuasi staf dan pasien dalam 12 bulan terakhir, dan tidak punya latihan tanpa pemberitahuan pada tahun lalu.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1. Bangunan Gedung**

Bangunan gedung adalah sebuah wujud fisik dari hasil pekerjaan konstruksi yang dimana bisa dibuat diatas maupun didalam tanah atau air yang memiliki fungsi sebagai tempat manusia untuk melakukan kegiatannya (tempat tinggal, kegiatan keagamaan, sosial, budaya, usaha, maupun kegiatan khusus). (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

### **2.2.2. Kebakaran Gedung**

#### **a. Pengertian Kebakaran Gedung**

Kebakaran adalah suatu permasalahan yang tidak lepas dari manusia karena kebakaran mengakibatkan kerugian berupa kerusakan pada bangunan, menyangkut moral dan jiwa manusia. (Muhammad Heri Zulfiar dan Akhid Gunawan, 2018)

#### **b. Teori Api**

Api merupakan sebuah reaksi kimia yang dihasilkan dari proses pembakaran beberapa elemen yang menghasilkan panas, cahaya maupun dari reaksi kimia lainnya dan disebut juga segitiga api. Segitiga api yaitu kumpulan dari beberapa elemen yang bisa membentuk api yang menggambarkan proses terjadinya api dalam bentuk segitiga api. Jika elemen-elemen tersebut menyatu dalam jumlah tertentu, maka bisa menyebabkan terjadinya reaksi kimia yang menghasilkan api. Di dalam segitiga api terdapat elemen-elemen yang dapat membentuk api yaitu sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Segitiga api (*fire triangle*)

- 1) Bahan bakar (fuel) yaitu bahan-bahan yang mudah terbakar seperti zat padat (contohnya kertas, sampah kering, kayu), zat cair (contohnya minyak tanah, bensin dan lain-lain) dan zat gas (contohnya karbit, LPG, LNG).
- 2) Sumber panas ialah salah satu unsur yang dapat menyebabkan timbulnya api seperti faktor alam (petir atau panas dari gunung berapi), energi panas listrik (arus pendek, konsleting, percikan api karena listrik), energi panas mekanis (terjadi karena adanya gesekan), energi panas kimia (reaksi panas pembakaran, reaksi dekomposisi, panas larutan, panas spontan), energi panas nuklir, dan energi panas matahari.
- 3) Oksigen yaitu merupakan unsur atau senyawa yang berada didalam udara yang kita hirup selain nitrogen dan argon. Oksigen juga merupakan unsur penting pembentuk api jika kadar minimumnya 16%, pada udara normal mengandung oksigen sebanyak 20%. Jadi menyebabkan pasokan oksigen yang dimana sewaktu-waktu bisa menyebabkan atau mendukung terjadinya api.

Dari ketiga unsur tersebut itulah yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia yang dapat menimbulkan api. Jika bisa menghilangkan salah satu unsurnya, maka api dapat dipadamkan. (Pemadamapi, 23 Desember 2017).

#### c. Penyebab Kebakaran

Penyebab terjadinya kebakaran ada 3 unsur yang berperan penting yaitu bahan bakar, oksigen, dan panas atau disebut juga dengan “Teori Segitiga Api (*Triangel of Fire*)”. Jika ketiga unsur ini bereaksi didalam kondisi yang tepat, maka terjadilah kebakaran. Cara untuk mengendalikan pemadaman kebakarannya yaitu dengan cara menghilangkan salah satu dari tiga unsur segitiga api. Salah satu contohnya seperti panas (sumber nyala) yang dapat dihilangkan dengan cara

pendinginan. Pendinginan ini dilakukan dengan cara mendinginkan bahan bakar yang sedang terbakar. (Napitupulu dkk., 2015).

#### d. Pencegah Kebakaran

Pencegahan kebakaran merupakan cara mencegah apabila terjadinya kebakaran pada ruang kerja maupun pada bangunan gedung. Jika terlihat ada kondisi yang dimana memiliki potensi untuk menyebabkan terjadinya kebakaran, maka bisa dikenali dan dieliminasi sehingga dapat mengurangi terjadinya kebakaran secara substansial. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

Tabel 2. 1 Klasifikasi kebakaran. (Napitupulu dkk., 2015)

Kelas	Jenis	Alat Pemadaman	Keterangan
Kelas A	Bahan padat kecuali logam (kayu dan oksigen)	Air	Prinsip air bekerja sebagai penyerap kalor atau panas yang menembus sampai dalam.
Kelas B	Bahan cair atau gas (bensin dan gas alam)	Busa	Cara efektif untuk memadamkan kebakaran dari bahan cair atau gas yaitu dengan menghambat reaksi kimia api yang dilakukan dengan <i>dry chemical</i> . Selain di bekap dengan CO2 untuk cairan akan tetapi busa juga efektif.
Kelas C	Jenis instalasi listrik	Karbon dioksida (CO2), HCFC 141B dan pemadaman bubuk kimia kering seperti PKP	Baking soda juga sangat cocok untuk pemadaman api jenis ini, akan tetapi PKP menjadi solusi terakhir untuk memadamkan api karena memiliki sifat yang cenderung korosif.
Kelas D	Bahan logam (magnesium, titanium, zirconium, sodium, lithium dan potassium)	<i>Dry sand</i> dan <i>dry powder</i>	Menutup bahan yang sedang terbakar dengan cara menimbun.

### 2.2.3. Sistem Proteksi Kebakaran

Sistem proteksi kebakaran adalah sebuah sistem yang dipelajari untuk mengurangi dampak-dampak yang tidak diinginkan akibat kebakaran yang berpotensi dapat merusak. Didalam sistem proteksi kebakaran terdapat 3 unsur yaitu sistem proteksi kebakaran aktif, sistem proteksi kebakaran pasif dan manajemen penanggulangan kebakaran. (Napitupulu dkk., 2015).

Berdasarkan Pd-T-11-2005-C, sistem proteksi kebakaran memiliki beberapa komponen yaitu kelengkapan tapak, sarana penyelamatan, sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif.

#### a. Kelengkapan Tapak

Kelengkapan tapak adalah sebuah rencana yang dimana bisa mengatur tapak bangunan seperti tata letak dan orientasi bangunan, penempatan hidran halaman, jarak antar bangunan, menyediakan ruang-ruang terbuka dan sebagainya guna mencegah dan mengurangi bahaya kebakaran. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

Kelengkapan tapak memiliki beberapa komponen yaitu antara lain sebagai berikut :

##### 1) Sumber Air

Pada bangunan gedung harus memiliki pasokan air yang cukup, sehingga bisa memadamkan api jika ada terjadinya kebakaran. Tersedianya sumber air berupa sumur kebakaran (reservoir air), hidran halaman dan lain-lain sehingga bisa dengan mudah digunakan oleh instansi pemadam kebakaran. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

##### 2) Jalan Lingkungan

Di dalam lingkungan pada bangunan gedung, harus tersedianya jalan lingkungan yaitu perkerasan sehingga bisa dengan mudah dilalui oleh kendaraan pemadam kebakaran. Jalan lingkungan juga memudahkan pemadam kebakaran saat melakukan pemadaman jika api kebakaran meluas. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

##### 3) Jarak Antar Bangun

Pada bangunan gedung harus ada jalur untuk akses mobil pemadam kebakaran dengan jarak antar bangunan yang memenuhi standar sehingga bisa

mempermudah saat melakukan proteksi pada saat meluasnya kebakaran. Untuk menentukan jarak minimum antar bangunan pada gedung bisa dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Jarak antar bangunan gedung

No	Tinggi Bangunan Gedung (m)	Jarak Minimum Antar Bangunan Gedung (m)
1	s.d. 8	3
2	>8 s.d. 14	>3 s.d. 6
3	>14 s.d. 40	>6 s.d. 8
4	>40	>8

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2008*

#### 4) Hidran Halaman

Hidran halaman adalah hidran yang terletak diluar (lingkungan) bangunan yang dimana instalasi, peralatan dan sumber airnya disediakan oleh pemilik bangunan. (Napitupulu dkk., 2015)



Gambar 2. 2 Hidran halaman

#### b. Sarana Penyelamatan

Sarana penyelamatan merupakan sarana yang telah dipersiapkan supaya bisa dipergunakan oleh penghuni maupun petugas pemadam kebakaran pada saat penyelamatan yang dimana itu bisa berupa penyelamatan harta benda dan jiwa manusia apabila pada saat terjadinya kebakaran disuatu bangunan gedung dan lingkungan. Tujuan dari sarana penyelamatan adalah untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau luka dalam melakukan evakuasi pada saat terjadinya keadaan darurat. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

Sarana penyelamatan memiliki beberapa komponen yaitu antara lain sebagai berikut :

### 1) Jalan Keluar

Jalan keluar adalah jalan yang digunakan pada saat keadaan darurat yang dapat dilalui dengan mudah oleh penghuni jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebakaran pada bangunan. Untuk sarana jalan ke luar, itu harus dilakukan perawatan secara berkala supaya bebas dari segala hambatan sehingga bisa digunakan sepenuhnya dalam keadaan darurat ataupun jika terjadinya kebakaran. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

### 2) Konstruksi Jalan Keluar

Jalan keluar harus terpisah dengan sisi (bagian) lain bangunan gedung. Konstruksi pemisahannya juga harus mempunyai tingkat ketahanan api minimal 1 jam untuk eksit yang menghubungkan 3 lantai kebawah dan minimal 2 jam untuk eksit menghubungkan 4 lantai keatas. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

### 3) Landasan Helikopter

Landasan helikopter pada bangunan gedung merupakan sarana penyelamatan melalui udara apabila terjadinya kebakaran. Landasan helikopter ini dibangun pada bangunan yang minimal tingginya 60 meter dan konstruksi atap pada bangunan juga cukup kuat untuk menahan beban dari helikopter. (*Sumber : Pd-T-11-2005-C*).

### c. Sistem Proteksi Aktif

Sistem proteksi aktif adalah suatu teknik mendesain yang digunakan dan berfungsi untuk memadamkan api pada waktu awal mulanya terjadi kebakaran. Adapun yang didesain adalah alat pemadam api ringan, hidran alarm kebakaran dan sprinkler. (Napitupulu dkk., 2015). Sistem proteksi aktif memiliki komponen-komponen sebagai berikut :

#### 1) Deteksi dan Alarm

Deteksi dan alarm kebakaran adalah sebuah sistem yang mendeteksi dan memberikan peringatan jika adanya kebakaran. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).



Gambar 2. 3 Fire alarm

## 2) *Siames Conection*

*Siames conection* adalah alat yang berfungsi untuk menyuplai air dari mobil pemadam kebakaran yang disalurkan kedalam sistem instalasi pipa yang terpasang didalam gedung jika air reservoir gedung habis dan jika pompa tidak bekerja selajutnya akan dipancarkan lewat sprinkler-sprinkler dan hidran box yang ada didalam gedung. (Napitupulu dkk., 2015).



Gambar 2. 4 *Siames conection*

## 3) Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Alat pemadam api ringan merupakan alat pemadam api yang berbentuk tabung dan berukuran kecil serta mudah digunakan atau dioperasikan oleh satu orang pengguna. APAR memiliki kelebihan dan kekurangan yang dimana kelebihannya adalah mudah dipindahkan dan dioperasikan, sedangkan kekurangannya adalah dimana alat ini hanya bisa mematikan kebakaran api yang baru saja terjadi dan tidak direkomendasikan untuk kebakaran api yang sudah membesar. (Napitupulu dkk., 2015). Adapun syarat-syarat pemasangan APAR adalah sebagai berikut :

- a) APAR harus dipasang pada tempat yang mudah dilihat dan dijangkau serta diambil. APAR juga harus menggantung pada dinding.
- b) Pemasangan APAR pada dinding harus pada ketinggian 1,2 meter.

- c) Jarak antar APAR yang satu dengan yang lain adalah 15 meter dan penempatannya juga diutamakan pada jalur evakuasi serta dekat dengan lokasi area berbahaya.
- d) Penempatan APAR disimpan pada suhu 4°C - 9°C dan diusahakan tidak terkena sinar matahari langsung maupun terkena hujan. Kotak penyimpanan APAR juga tidak boleh terkunci.
- e) Setiap APAR diberi tanda agar mudah diketahui dan untuk penempatannya disesuaikan berdasarkan jenis dan sifat bahan yang mudah terbakar.
- f) Pemilihan APAR tidak menimbulkan efek bahaya terhadap kesehatan dan keselamatan penggunanya.
- g) Untuk area dibawah APAR harus bebas dari benda-benda yang dapat menghalangi pengguna untuk menjangkaunya dan biasanya diberi tanda garis strip-strip kuning.



Gambar 2. 5 Alat pemadam api ringan (APAR)

#### 4) Hidran Gedung

Menurut Napitupulu dkk. 2015 bahwa hidran gedung adalah hidran yang biasa dipasang dan terletak didalam gedung. Hidran gedung juga memiliki suatu rangkaian peralatan yang dimana memiliki 3 komponen yaitu sebagai berikut :

- a) Hidran, terdiri atas kotak hidran yang berisikan slang, nozel, katup dan kopleng untuk mengeluarkan air. Kotak hidran tidak boleh terhalang oleh benda apapun sehingga mudah dilihat dan dijangkau.
- b) Jaringan pipa, terdiri atas sistem pipa tegak, sistem pipa cabang dan biasanya dicat dengan warna merah permanen.
- c) Penyediaan air, yang dimana untuk pemakaian sumber persediaan air minimal dapat dipakai selama 30 menit.



Gambar 2. 6 Hidran gedung

#### 5) *Sprinkler*

*Sprinkler* adalah sebuah sistem pemadam kebakaran yang biasanya dipasang secara permanen pada gedung dan berfungsi untuk memadamkan kebakaran secara otomatis yaitu pada tempat yang dimana menjadi asal mula terjadinya kebakaran. (Napitupulu dkk., 2015).



Gambar 2. 7 *Sprinkler*

#### 6) Sistem Pemadam Luapan

Sistem pemadam luapan merupakan salah satu komponen sistem proteksi aktif yang dinilai dengan cara menilai sesuai dengan kriteria penilaian. Untuk kriteria penilaiannya yaitu tersedianya sesuai dengan jenis dan fungsi ruangan yang nantinya akan diproteksi dan untuk jumlah kapasitas sesuai dengan beban api yang diterima dari fungsi ruangan yang diproteksi. (Sumber : Pd-T-11-2005-C).

#### 7) Pengendalian Asap

Pengendalian asap adalah sebuah alat yang dirancang untuk menghalangi aliran asap menuju kejalur keluar, tempat berlindung dan lain-lain. (Bestananda, *Blogspot*, 7 Februari 2015).

#### 8) Deteksi Asap

Deteksi asap adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mendeteksi dan membedakan asap apakah asap tersebut merupakan asap yang berbahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kebakaran atau tidak.

#### 9) Pembuangan Asap

Pembuangan asap adalah dimana sebuah alat menangkap asap dan membuangnya melalui instalasi saluran pembuangan asap.

#### 10) Lift Kebakaran

Lift pemadam kebakaran merupakan sebuah elevator yang memiliki fungsi tertentu. Lift inilah yang digunakan oleh petugas pemadam kebakaran supaya dapat memadamkan api dan menyelamatkan korban ketika terjadinya kebakaran di gedung. (Huadian, *Sightseeing-lift*, 17 April 2018).

#### 11) Cahaya Darurat

Cahaya darurat berfungsi untuk memberikan tanda kepada penghuni gedung pada saat terjadinya kebakaran ataupun gempa bumi yang dimana biasanya listrik dipadamkan.

#### 12) Listrik Darurat

Listrik darurat berfungsi pada saat listrik ada pemadaman listrik dari PLN dan biasanya pada gedung digunakan untuk menyalakan lift darurat dan pencahayaan darurat.

#### 13) Ruang Pengendali Operasi

Ruang pengendali operasi adalah sebuah ruangan untuk melakukan tindakan pengendalian dan pengarahan selama berlangsungnya operasi penanggulangan kebakaran pada saat kondisi darurat. Ruang kendali dilengkapi dengan sarana alat pengendali, panel kontrol, telepon, mebel, peralatan dan sarana lainnya yang diperlukan dalam penanganan kondisi kebakaran. (Endranita, *Wordpress*, 20 April 2017).

#### d. Sistem Proteksi Pasif

Sistem proteksi pasif merupakan salah satu teknik untuk mendesain suatu area (tempat kerja) yang memiliki untuk dapat menghambat penyebaran api, panas dan asap serta gas yaitu baik secara vertikal maupun secara horizontal dengan mengatur jarak antar bangunan, memberi (memasang) dinding pembatas yang memiliki ketahanan terhadap api atau pemilihan bahan bangunan dan isi bangunan. (Napitupulu dkk., 2015).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 bahwa sistem proteksi pasif memiliki beberapa komponen yaitu seperti pasangan

konstruksi yang memiliki ketahanan terhadap api, pintu dan jendela yang memiliki ketahanan terhadap api, bahan yang melapisi interior, penghalang api dan penghalang asap serta atrium.

Untuk penilaian sistem proteksi pasif, ada 3 komponen berdasarkan dari Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yaitu sebagai berikut :

1) Ketahanan Api Struktur Bangunan

Pada rancangan, konstruksi dinding api maupun untuk dinding penghalang api dalam misahan ataupun membagi bangunan gedung upaya dapat mencegah penyebaran api yang harus sesuai dengan persyaratan standar yang sudah berlaku tentang, “Standar Dinding Api dan Dinding Penghalang Api”. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

2) Kompartemenisasi Ruang

Kompartemenisasi ruang merupakan upaya untuk mencegah terjadinya penyebaran atau menjalaranya api kebakaran. Adapun upaya yang dilakukan yaitu membatasi api seperti dinding, lantai, kolom dan balok yang memiliki ketahanan terhadap api dalam waktu sesuai dengan kelas bangunan gedung. (*lingkarwarna*, 29 Mei 2016)

3) Perlindungan Bukaannya

Pada setiap bukaan penghalang api harus diproteksi terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk membatasi atau mengurangi penyebaran api dan perpindahan asap dari satu sisi penghalang api ke sisi yang lainnya. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

#### **2.2.4. Unsur Penilaian**

Pedoman yang dipakai untuk penilaian adalah Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Bangunan Gedung (KSKB). Kendalan adalah dimana alat-alat proteksi yang bisa menjamin keamanan, kenyamanan serta fungsi bangunan gedung dan lingkungannya yang memiliki nilai atau keadaan dalam tingkat yang sempurna. Untuk menganalisis penilaian tentang keandalan sistem keselamatan bangunan gedung yaitu dengan cara meninjau langsung terlebih dahulu kelengkapan, setelah itu dilanjutkan dengan menganalisis menggunakan acuanstandar dan peraturan yang berlaku.

Tabel 2. 3 Gambaran fokus penelitian nilai keandalan sistem keselamatan bangunan (KSKB)

No	Variabel
<b>Kelengkapan Tapak</b>	
1	Sumber air
2	Jalan lingkungan
3	Jarak antar bangunan
4	Hidran halaman
<b>Sarana Penyelamatan</b>	
1	Jalan keluar
2	Konstruksi jalan keluar
3	Landasan Helikopter
<b>Sistem Proteksi Aktif</b>	
1	Deteksi dan alarm
2	<i>Siames connection</i>
3	Pemadam api ringan
4	Hidran gedung
5	Sprinkler
6	Sistem pemadam luapan
7	Pengandi asap
8	Deteksi asap
9	Pembuangan asap
10	Lift kebakaran
11	Cahaya darurat
12	Listrik darurat
13	Ruang pendali operasi
<b>Sistem Proteksi Pasif</b>	
1	Ketahanan api struktur bangunan
2	Kompartemenisasi
3	Perlindungan bukaan

## 1) Kriteria Penilaian

Ada 3 tingkat yang terdapat dalam kriteria penilaian, yaitu BAIK = “B”, SEDANG atau CUKUP = “C” dan KURANG = “K”. Untuk ekuivalensi nilai B = 100, C = 80 dan K = 60.

Tabel 2. 4 Tingkat penilaian audit kebakaran

Nilai	Kesesuaian	Keandalan
>80 – 100	Sesuai persyaratan	Baik (B)
60 – 80	Terpasang, tetapi ada beberapa yang tidak sesuai persyaratan	Cukup (C)
<60	Tidak sesuai sama sekali	Kurang (K)

## 2) Pembobotan

Pada setiap komponen akan dilakukan pembobotan yaitu dengan pembobotan *Analitycal Hirearchical Process* (AHP). Tujuan dipilihnya metode ini adalah untuk mengurangi unsur subyektivitas pada pembobotan. AHP merupakan salah satu sistematis yang membandingkan suatu daftar pengamatan (alternatif).

Tabel 2. 5 Hasil pembobotan parameter komponen sistem keselamatan bangunan

No	Parameter KSKB	Bobot KSKB (%)
1	Kelengkapan Tapak	25
2	Sarana Penyelamatan	25
3	Sistem Proteksi Aktif	24
4	Sistem Proteksi Pasif	26

## 3) Cara Pengisian dan Pengolahan Data

Dari hasil yang sudah didapatkan dari pemeriksaan dan pencatatan dalam kondisi nyata komponen utilitas yang yang nantinya digunakan untuk proses dalam pengolahan untuk menentukan nilai keandalan utilitas.

Tabel 2. 6 Contoh penilaian komponen kelengkapan tapak

No	Sub KSKB	Kriteria Penilaian	Keterangan	Hasil Pengamatan	
1	Sumber air	Tersedia sesuai persyaratan kapasitas memenuhi dan fungsi bangunan gedung	sesuai dengan yang memenuhi dan sesuai	Tesedianya sumber air dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan	Baik "B"
2	Jalan lingkungan	Tersedia dengan lebar kurang dari persyaratan minimal	dengan lebar persyaratan	Lebar jalan lingkungan sekurang-kurangnya 6 m diberi perkerasan berupa aspal dan lebar jalan masuk sekurang-kurangnya 4 m	Baik "B"
3	Jarak antar bangunan	Sesuai persyaratan (tinggi <8 m = 3 m, tinggi 8 m - 14 m = 6 dan tinggi >40 m = 8 m)	persyaratan	Jarak antar bangunan >8 m	Baik "B"
4	Hidran halaman	Tersedia di halaman, mudah dijangkau dan berfungsi secara sempurna dan lengkap	di halaman, mudah dijangkau dan berfungsi secara sempurna dan lengkap	Hidran tersedia namun dengan keadaan terawat dan tidak berkarat	Baik "B"

Tabel 2. 7 Contoh perhitungan komponen kelengkapan tapak

No	KSKB / Sub KSKB	Hasil Penilaian (%)	Standar Penilaian (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)	Jumlah Nilai (%)
1	2	3	4	5	6	7
<b>I. Kelengkapan Tapak</b>				<b>25</b>		
1	Sumber air	B	100	27	6,75	
2	Jalan lingkungan Jarak antar	B	100	25	6,25	
3	bangunan	B	100	23	5,75	
4	Hidran halaman	C	80	25	5	
					<b>Total</b>	<b>23,75</b>

Penjelasan dan pengisian perhitungan kelengkapan tapak pada Tabel 2.7 adalah sebagai berikut :

- Kolom 1, yaitu tentang nomor penelitian.
- Kolom 2, yaitu tentang variabel komponen pada kelengkapan tapak seperti sumber air, jalan lingkungan, jarak antar bangunan dan hidran halaman.
- Kolom 3, yaitu tentang hasil penilaian yang diperoleh dari pengamatan yang disajikan berupa huruf. Contoh pada kolom 3 nomor 1, sumber air diberi nilai dengan huruf “B”.
- Kolom 4, yaitu tentang standar penilaian yang dimana merupakan hasil dari pengamatan dengan notasi berupa angka yang disesuaikan dengan Tabel 2.4.
- Kolom 5, yaitu tentang bobot Sub KSKB.
- Kolom 6, yaitu tentang nilai kondisi yang dihitung dengan menggunakan rumus. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai kondisi adalah sebagai berikut :  
 Nilai Kondisi = Nilai Standar Penilaian x Bobot KSKB x Bobot Sub KSKB  
 Contoh pada Tabel 2.7, pada sumber air mendapatkan hasil 27 dari Standar penilaian = 100, Bobot = 27 dengan perhitungan sebagai berikut :  
 Nilai Kondisi =  $100 \times \frac{27}{100} \times \frac{25}{100} = 6,8 \%$ .
- Kolom 7, yaitu tentang jumlah nilai yang didapat dari hasil penjumlahan total dari nilai kondisi yang terdapat pada kolom 6.

Untuk cara penilaian dan perhitungan pada sarana penyelamatan, perhitungan sistem proteksi aktif dan perhitungan sistem proteksi pasif bisa menggunakan prosedur seperti yang diatas.