

## **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**

Ruspianof dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang Evaluasi Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung PT. PLN Wilayah Riau Dan Kepulauan Riau. Penelitian ini memiliki tujuan untuk Melakukan analisa terkait ketersediaan alat proteksi kebakaran pada bangunan gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau dan Menentukan NKSKB gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau terhadap bahaya kebakaran. Metode yang digunakan adalah metode analisis deskriptif. Dimana untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, dilakukan pengamatan langsung di lapangan. Komponen yang diidentifikasi yaitu kelengkapan tapak, sarana penyelamatan, sistem proteksi aktif dan sistem proteksi pasif. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui ketersediaan alat proteksi dan Nilai Keandalan Sistem Keselamatan Bangunan (NKSKB) pada gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa sistem proteksi kebakaran pada gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau sebagian besar telah tersedia. Dengan nilai keandalan lantai dasar (87,878%), lantai 1 (87,878%), lantai 2 (87,878%), lantai 3 (87,878%), dan lantai 4 (87,878%). Sedangkan nilai keandalan gedung PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau sebesar 86,47%, hal ini berarti menurut Pd-T-11-2005-C nilai keandalan bangunan terhadap bahaya kebakaran adalah andal.

Nurmayadi dkk (2018) melakukan penelitian tentang Peningkatan Kualitas Keandalan Sarana Dan Pra-sarana System Proteksi Kebakaran Pasar Tradisional di Kota Tasikmalaya. Penelitian ini bertujuan mengetahui serta mengukur sejauh mana pasar tradisional yang ada di Kota Tasikmalaya siap dan tanggap dalam memproteksi bangunan dan lingkungan dari risiko kebakaran. Metode yang dilakukan dimulai dengan melaksanakan perumusan masalah, menetapkan tujuan yang akan dicapai, menyusun tinjauan pustaka, merumuskan hipotesa, pengumpulan serta pengolahan data, melakukan pembahasan, dan tahapan terakhir adalah dengan penarikan kesimpulan. Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilaksanakan di empat pasar tradisional di Kota Tasikmalaya kesiapan sarana dan prasarana pasar yang diukur berdasarkan 1) prosedur keselamatan di keempat pasar masih rendah, 2) jalur evakuasi dan titik kumpul, masih belum ditemukan jalur evakuasi dan titik kumpul yang jelas (belum ditemui adanya penanda/pengarah), 3) sistem proteksi aktif (hydrant dan APAR), tiga dari empat pasar sudah dilengkapi dengan system hydrant akan tetapi kondisinya sebagian besar tidak dapat berfungsi dengan baik, 4) ada jarak antara tiap blok bangunan, dari keempat lokasi pengamatan hanya pasar pancasila yang tidak memiliki jarak yang jelas antara masing-masing blok bangunan, 5) pengawasan dan pengendalian, pengelolaan dan penerapan aturan tentang risiko kebakaran di hampir seluruh lokasi pasar masih sangat rendah. Secara keseluruhan berdasarkan hasil penelitian di empat lokasi pasar tradisional di Kota Tasikmalaya masih sangat perlu untuk dilakukan peningkatan kualitas sarana dan prasarana sistem proteksi kebakaran.

Widowati dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang Analisis Keselamatan Gedung Baru F5 Universitas Negeri Semarang Sebagai Upaya Tanggap Terhadap Keadaan Darurat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi sebagai upaya perbaikan dalam aspek keselamatan terhadap gedung baru F5 Universitas Negeri Semarang. Metode penelitian menggunakan rancangan penelitian deskriptif komparatif dengan desain penelitian studi kasus. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif komparatif karena penelitian ini dengan tujuan utama untuk mendapatkan gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara obyektif dan membandingkan kondisi nyata dilapangan dengan

berbagai aturan terkait sistem manajemen bencana dan untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian. Menggunakan desain studi kasus karena desain tersebut digunakan untuk menganalisis suatu kejadian/kasus tertentu. Hasil penelitian ini adalah Standar dan aturan yang digunakan dalam penelitian antara lain yaitu: Kepmen PU No.02/ KPTS/1985; Permenaker No.Per 04/Men/1980; Kepmen PU 02/KPTS/1980; Kepmenaker 04/1986; Kepmenaker 186/Men/1999; Kepmen PU 10/KPTS/2000; SNI-03-1746-2000; Permen PU 26/Prt/M/2008; NFPA 10, 13, 14, 72; dan OSHA. Dan gambaran penerapan sistem proteksi aktif di gedung F5 ini terdiri atas 4 komponen (55 poin), dimana 15 poin (27,3%) terpenuhi dan sesuai dengan standar, sebanyak 7 poin (12,7%) terpenuhi namun tidak sesuai standar, sebanyak 33 poin (60%) tidak terpenuhi. Respon seseorang terhadap situasi darurat sangat bervariasi dipengaruhi oleh banyak hal diantaranya faktor fisik dan psikis. Respon yang bervariasi pada setiap orang secara tidak langsung akan mempengaruhi respon dari komunitas di dalam gedung. Dalam situasi darurat respon komunitas harus dikelola secara efisien untuk menghindari adanya korban jiwa.

Karimah dkk. (2016) telah melakukan penelitian tentang Analisis Upaya Penanggulangan Kebakaran Di Gedung Bougenville Rumah Sakit Telogorejo Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Bangunan rumah sakit merupakan gedung yang memiliki resiko terjadinya kebakaran dan apabila terjadi kebakaran akan membawa dampak yang sangat luas. Dalam penggolongan risiko kebakaran, rumah sakit termasuk klasifikasi ringan namun rumah sakit tetap berpotensi terjadinya kebakaran pada skala besar mengingat aktivitas rumah sakit yang menggunakan daya listrik yang besar karena beroperasi 24 jam, menggunakan tabung-tabung gas bertekanan dan menggunakan bahan kimia yang mudah terbakar dan meledak. Untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran diperlukannya penanganan khusus dari segi upaya penanggulangan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif yang sifatnya deskriptif. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan purposive sampling, Data dikumpulkan dengan cara observasi, wawancara mendalam dan dokumentasi. Hasil penelitian yang dilakukan yaitu Rumah Sakit Telogorejo memiliki sistem upaya penanggulangan kebakaran yang terdiri dari sarana

penanggulangan kebakaran yang terdiri dari Hidran, APAR, tangga darurat, alarm kebakaran, dan rambu-rambu keselamatan, prasarana penanggulangan kebakaran yang meliputi penyediaan sumber air untuk suplai hidran, adanya jalur evakuasi, serta prosedur penanggulangan kebakaran yang meliputi adanya SPO kebakaran, dan buku pedoman penanganan bencana rumah sakit.

Hidayat dkk. (2017) telah melakukan penelitian yang berjudul *Evaluasi Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran Ditinjau Dari Sarana Penyelamatan Dan Sistem Proteksi Pasif Kebakaran Di Gedung Lawang Sewu Semarang*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan sistem proteksi kebakaran dan sistem perlindungan kebakaran pasif di Gedung Lawang Sewu. Penelitian dilakukan dalam desain deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Target utama adalah Manajemen Museum Lawang Sewu di bawah Unit Pelestarian dan Arsitektur PT KAI (Perusahaan Kereta Api Nasional Indonesia), dengan mata pelajaran triangulasi dari Tour Guides di bawah Dinas Pariwisata dan Penjaga Keamanan. Keandalan sistem perlindungan kebakaran dinilai menggunakan Pedoman Teknis Keselamatan Kebakaran Inspeksi Bangunan (Pd-T-11-2005-C) dari Kementerian Pekerjaan Umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fasilitas Penyelamatan Kebakaran berada dalam kondisi baik dengan kategori tingkat kepatuhan 86,06% dari kriteria penilaian, dan Pasif kebakaran sistem proteksi dalam kondisi wajar dengan tingkat kepatuhan kategori 67,96% dari kriteria penilaian. Manajemen Museum Lawang Sewu harus melakukan simulasi tanggap darurat untuk meningkatkan kesiapsiagaan dalam penyelamatan pengunjung dan aset, mengganti tanda-tanda keselamatan seperti tanda-tanda Pemadam Kebakaran dan rambu rute evakuasi, dan pertimbangkan untuk mengatur ulang penempatan alat pemadam api untuk memaksimalkan respons kebakaran langsung.

Umar dkk (2015) telah melakukan penelitian tentang *Experts Influence On Fire Safety Criteria Ranking For Factory Buildings In Nigeria*. Nigeria telah mengalami banyak hal insiden kebakaran yang termasuk kebakaran pabrik ini serius mengacaukan perekonomian bangsa. Oleh karena itu, melindungi kehidupan dan melindungi properti termasuk bangunan kain sangat penting dalam keamanan kebakaran. Risiko didefinisikan sebagai efek antisipasi yang tidak diinginkan itu bisa disebabkan oleh api, yang umumnya dilambangkan sebagai

nilai aritmetika, yaitu fungsi dari probabilitas dan konsekuensi. Penelitian dalam api evaluasi keselamatan telah ditetapkan sejak awal tahun 1970-an. yang diperoleh dari penelitian ini akan dibahas sesuai dengan beberapa aspek yang berfokus pada manajemen kesehatan dan keselamatan umum di lokasi, sistem pemadam kebakaran, rute keluar api dan papan nama di kuil, bahaya kebakaran, serta deteksi dan alarm kebakaran. Metode yang dilakukan yaitu dengan Kuesioner survei yang dikembangkan menggunakan Analytical skala penilaian hierarki (AHP) untuk diperoleh data dari kelompok ahli berikut: Arsitek, Insinyur, Manajer Fasilitas dan Kontraktor. Para ahli menyarankan wawancara pertama kriteria kebakaran keamanan yang cocok untuk bangunan pabrik. Setelah itu diikuti oleh kuesioner survei untuk menentukan peringkat kriteria sesuai dengan tingkat kepentingannya. Kriteria yang dipilih untuk penelitian sesuai dengan para ahli adalah: Perlindungan Kebakaran Aktif, Kebakaran Pasif Perlindungan dan Manajemen Keselamatan Kebakaran. Hasil penelitian ini adalah Arsitek lebih mementingkan Perlindungan Kebakaran Pasif daripada kriteria lainnya, karena mereka bertanggung jawab atas ketentuan fasilitas dalam desain bangunan apa pun Namun, ada beberapa hal yang mungkin terjadi sebelum proses evakuasi mencapai fasilitas keluar; seperti memberikan informasi segera jika terjadi keadaan darurat. Aktivasi sistem alarm kebakaran yang merupakan ketentuan Perlindungan Kebakaran Aktif akan memperingatkan penghuninya jika ada keadaan darurat sebelum proses evakuasi dimulai. Dalam hal ini fasilitas keluar mungkin tidak dapat digunakan jika penghuninya tidak diberitahu tentang situasi darurat pada waktu yang tepat ini berarti proteksi kebakaran pasif mungkin tidak berfungsi efisien tanpa ketentuan keselamatan kebakaran lainnya. Tidak peduli seberapa baik ketentuan pasif dan aktif, tanpa manajemen yang baik seperti itu ketentuan tidak akan bekerja. Karena itu, pasif dan aktif ketentuan keamanan kebakaran harus dikelola dengan baik untuk mencapai keamanan kebakaran yang baik.

Kironji (2015) telah melakukan penelitian tentang *Evaluation of Fire Protection Systems in Commercial Highrise Buildings for Fire Safety Optimization A Case of Nairobi Central Business District*. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa situasi sistem proteksi kebakaran fisik (sebagai lawan non-fisik)

di empat belas bangunan tinggi komersial yang dipilih secara acak di Nairobi CBD untuk optimalisasi keselamatan kebakaran. Metode yang digunakan meliputi; pengamatan fisik, tinjauan dokumen dan wawancara. Model / pendekatan evaluasi multi-atribut diterapkan untuk menetapkan kecukupan dan / atau kesesuaian sistem proteksi kebakaran berdasarkan peraturan nasional dan standar yang disetujui. Temuan studi menunjukkan bahwa, kecuali untuk fasilitas orang cacat dan lift pemadam kebakaran / evakuasi, sistem perlindungan kebakaran lainnya terutama disediakan di gedung-gedung. Namun, pemeliharaan yang tidak memadai dan / atau elemen yang tidak sesuai membuat kinerja keselamatan mereka rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa alat pemadam api portabel memiliki kinerja tertinggi dengan 78,57% dari bangunan cukup dan sesuai dalam hal jumlah, lokasi, servis dll., Sementara 0% bangunan cukup dan / atau dipasang dengan sprinkler sistem yaitu mereka semua menunjukkan beberapa kekurangan dalam hal cakupan dan masalah pemeliharaan. Ini dapat dikaitkan dengan faktor biaya. Hasil dari sistem lain adalah sebagai berikut: Deteksi kebakaran dan alarm (14,29%); Rute melarikan diri (50%); Penerangan darurat (64,29%); Sistem Kontrol Asap (50,00%); Kompartemen (64,29%), riser utama, gulungan selang dan hidran (64,29%); Akses dan fasilitas Brigade Pemadam Kebakaran (64,29%); Tanda dan pemberitahuan keselamatan (7,14%); Alat pemadam api portabel dan titik rakitan api (28,57%). Mengingat temuan, direkomendasikan bahwa upaya peningkatan dalam inspeksi dan pemeliharaan sistem perlindungan kebakaran dianggap untuk mengatasi kekurangan yang diidentifikasi sepanjang umur proyek. Penyediaan lift pemadam kebakaran / evakuasi dan fasilitas bagi para penyandang cacat harus dipertimbangkan selama desain bangunan tinggi komersial.

Roslan dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang *Fire Safety Management System for Heritage Buildings in Malaysia*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi manajemen keselamatan kebakaran di bangunan cagar budaya di Malaysia seperti yang telah dinilai oleh peneliti lain, untuk menganalisis kriteria keselamatan kebakaran bangunan cagar budaya yang dinilai oleh para peneliti lain yang berkaitan dengan tinjauan literatur yang ditawarkan. Dan untuk mengembangkan temuan akhir dan kesimpulan pada hasil oleh peneliti

lain dan literatur yang ditinjau. Metode yang digunakan yaitu menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan keselamatan kebakaran. Hasil penelitian ini bahwa tingkat sistem manajemen keselamatan kebakaran di bangunan bersejarah di Malaysia adalah masih di level rendah. Penerapan peralatan keselamatan kebakaran masih kurang atau tidak layak dan tidak memenuhi persyaratan legislatif atau kondisi puas. Sistem keamanan kebakaran di bangunan cagar budaya sebagian besar tidak diubah mulai dari proses konservasi telah dibuat untuk bangunan, di mana beberapa dari mereka tidak cocok dengan fungsi bangunan baru setelah mengalami adaptasi penggunaan kembali. Sebagian besar temuan dari penelitian menyatakan bahwa tim manajemen studi kasus gagal membangun menerapkan perencanaan keselamatan kebakaran yang baik atau mengembangkan sistem manajemen keselamatan kebakaran yang tepat di gedung masing-masing. Banyak bagian penting dari sistem manajemen keselamatan kebakaran bangunan cagar budaya di Malaysia yang perlu ditingkatkan karena ada juga Studi atau penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa atribut terpenting yang berpengaruh dalam mengurangi risiko kebakaran adalah keselamatan kebakaran manajemen dan sistem itu sendiri.

Okokpujie dkk. (2019) telah melakukan penelitian dengan judul *A Wireless Sensor Network Based Fire Protection System With SMS Alert*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dini jika akan terjadi kebakaran yang mengintegrasikan tiga kemampuan yaitu, deteksi, komunikasi dan penindakan. Komunikasi disini yang dimaksud adalah memberi peringatan dini kepada masyarakat dengan system peringatan melalui SMS. Metode penelitian ini mengusulkan sebuah system yang mendeteksi kebakaran yang memanfaatkan jaringan sensor nirkabel untuk mendeteksi asap, dan untuk membedakan antara asap yang berasal dari kebakaran nyata dan dari kebakaran palsu sistem menangani masalah alarm palsu dengan menunggu untuk menerima sinyal marabahaya berulang kali selama periode waktu tertentu. Berikut adalah kinerjasistem deteksi kebakaran : 1. Sensor menerima asap kebakaran dan memastikan jika asap merupakan asap nyata dari kebakaran 2. Dilanjutkan oleh sebuah mikrokontroler yang mengontrol untuk meneruskan informasi adanya kebakaran 3. Dari mikrokontroler tersebut mengirimkan sinyal kepada alarm

kebakaran supaya menyala, mengirimkan sinyal kepada saklar listrik utama agar otomatis saklar utama mati, meneruskan ke pompa yang bertujuan untuk memompa air untuk persiapan pemadaman kebakaran, dan GSM modem untuk mengirimkan SMS kepada pemadam kebakaran dan untuk peringatan kebakaran kepadapemilik rumah.

Chugh. (2017) telah melakukan penelitian dengan judul *An Assessment of Fire Safety Measures and Management in India*. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tindakan dan manajemen keselamatan kebakaran yang ada di India. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisa dan mengobservasi kejadian-kejadian kebakaran yang sangat sering terjadi di India karena kebanyakan adalah berasal dari korsleting listrik diikuti oleh kebocoran LPG. Yang mana kebakaran ini telah menyebabkan kerugian besar nyawa dan kerusakan harta benda senilai milyaran. Dengan menyoroti beberapa fakta di sini, lebih dari 25% kecelakaan kebakaran di seluruh dunia terkait dengan listrik sedangkan di India, tingkat kejadiannya sekitar 56%<sup>3</sup>. Meskipun alasan-alasan ini adalah yang paling disalahkan tetapi kelalaian administrasi dan kurangnya langkah-langkah keselamatan kebakaran tidak dapat diabaikan. Ada kurangnya kesadaran di antara orang-orang dan yang paling sering menjadi alasan hilangnya nyawa. Kelalaian dalam manajemen keselamatan kebakaran, mengabaikan bahaya secara tidak sengaja atau sengaja dan melanggar peraturan keselamatan kebakaran adalah skenario umum yang diamati di seluruh negeri. Semua orang yang disurvei melaporkan bahwa mereka memiliki sistem alarm kebakaran meskipun ada sangat kurangnya kesadaran tentang langkah-langkah yang harus diambil adalah kebakaran atau masalah kritis lainnya terjadi. Sekarang ada banyak Lembaga baru yang menyediakan kursus profesional tentang manajemen & teknik keselamatan Kebakaran dan subjek mendapatkan penekanan yang diinginkan karena sebelumnya hanya ada satu perguruan tinggi nasional di Nagpur yang melatih semua profesional api. Rasa baru sekarang lebih ke arah tindakan pencegahan kebakaran daripada pemadam kebakaran karena ini sekarang kedua dalam daftar.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1. Bangunan Gedung

Pengertian Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat dan kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang memiliki fungsi sebagai tempat manusia beraktivitas, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan agama, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. (UUD Nomor 28, 2002)

### 2.2.2. Kebakaran Gedung

#### a. Pengertian kebakaran

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.

#### b. Teori api

Definisi api merupakan suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu: panas, udara dan bahan bakar yang menimbulkan atau menghasilkan panas dan cahaya (Saberindo, 3 Agustus 2017).

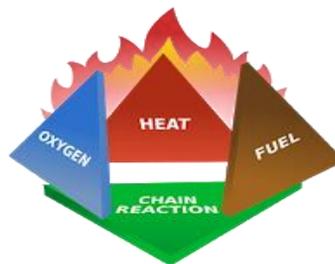
Menurut Ramli (2010), Terdapat teori mengenai api di dunia yaitu SEGITIGA API / *FIRE TRIANGLE*. Segitiga api merupakan elemen pendukung terjadinya kebakaran adalah panas, bahan bakar dan oksigen. Namun dengan adanya ketiga elemen tersebut, kebakaran belum sempat terjadi dan hanya menghasilkan pijar.. Untuk terjadinya suatu pembakaran, diperlukan komponen keempat, yaitu rantai reaksi kimia (*chemical chain reaction*). Teori tersebut dikenal sebagai Piramida Api atau Tetrahedron. Rantai reaksi kimia adalah peristiwa dimana ketiga elemen yang ada saling bereaksi secara kimiawi, sehingga yang dihasilkan bukan hanya pijar tetapi berupa nyala api atau peristiwa pembakaran. Berdasarkan teori segitiga api, kebakaran terjadi karena adanya tiga faktor yang menjadi unsur api, yaitu :



Gambar 2.1 Segitiga api (*fire triangle*)

1. Bahan bakar (fuel), terdiri dari bahan padat, cair, dan gas yang dapat terbakar dan tercampur dengan oksigen dari udara.
2. Sumber panas (heat), pemicu kebakaran dengan energi yang cukup untuk menyalakan campuran antara bahan bakar dan oksigen dari udara.
3. Oksigen, proses kebakaran tidak terjadi tanpa adanya udara atau oksigen.

Kebakaran dapat terjadi karena ada tambahan unsur keempat yaitu reaksi berantai pada pembakaran sehingga dimensi segitiga api menjadi model baru yang disebut dengan bidang empat api atau yang sering disebut juga *Tetrahedron of Fire*. Menurut Ramli (2010), Berdasarkan teori bidang empat api, terdapat empat proses penyalaan api mulai dari tahap permulaan hingga menjadi besar, yaitu :



Gambar 2.2 *Fire tetrahedron*

1. *Incipien Stage* (Tahap Permulaan). Berbentuk partikel pembakaran dalam jumlah yang signifikan selama periode tertentu, pada tahap ini tidak terlihat adanya asap, lidah api atau panas.
2. *Smoldering Stage* (Tahap Membara). Partikel pembakaran telah bertambah, terjadi penambahan asap. Masih belum ada nyala api atau panas yang signifikan.
3. *Flame Stage*. Berkurangnya jumlah asap dan bertambahnya panas tetapi tercapai titik nyala dan mulai terbentuk lidah api.

4. *Heat Stage*. Transisi dari flame stage ke heat stage biasanya sangat cepat seolah-olah menjadi satu dalam fase sendiri. Pada tahap ini terbentuk panas, lidah api, asap dan gas beracun dalam jumlah besar.
- c. Penyebab Kebakaran
 

Penyebab terjadinya kebakaran yaitu rendahnya kesadaran masyarakat akan bahaya kebakaran, masyarakat tidak siap dalam menghadapi dan menanggulangi bahaya kebakaran, system proteksi kebakaran belum diterapkan, prasarana dan sarana sistemproteksi kebakaran bangunan yang kurang memadai (Hidayat dkk., 2017).
  - d. Analisa Risiko
 

Analisa Risiko adalah untuk menentukan besarnya suatu risiko yang merupakan kombinasi antara kemungkinan terjadi (kemungkinan atau *likelihood*) dan keparahan bila risiko tersebut terjadi (*severity* atau *consequences*). (Ramli, 2010). Kemungkinan adalah besarnya kesempatan terjadinya insiden akibat bahaya. Keparahan adalah tingkat keparahan yang mungkin terjadi jika bahaya tersebut menjadi insiden yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau kerugian.
  - e. Pencegah Kebakaran
 

Pencegahan kebakaran merupakan upaya yang sudah dirancang untuk mencegah terjadinya kebakaran. Pencegahan dan pemadaman merupakan penyelamatan yang sangat penting dilakukan. Untuk mengatasi kebakaran perlu disediakan peralatan pemadam kebakaran yang layak. Sistem pemadaman dapat berupa sebagai berikut :

    1. Pendinginan, yaitu melakukan penyiraman air pada benda yang terbakar.
    2. Penguraian, yaitu benda yang mudah terbakar harus dipisahkan.
    3. Isolasi, yaitu menaburkan bahan kimia, CO<sub>2</sub> merupakan bahan yang efektif untuk pemadaman kebakaran.

Tabel 2.1. Kelas dan sistem pemadam kebakaran (Poerbo dalam solihah, 2018)

No	Kelas Kebakaran	Sistem Pemadaman
1	Kelas A: kayu, karet, tekstil dan lain-lain	Pendinginan, penguraian, Isolasi
2	Kelas B: bensin, cat, minyak dan lain-lain	Isolasi
3	Kelas C: lisrik dan atau mesin-Mesin	Isolasi
4	Kelas D: logam	Isolasi, pendinginan

Alat penanggulangan dan pencegahan kebakaran yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

- a) Alat dan perlengkapan pemadam kebakaran sederhana terdiri dari karunggoni, tangga, pasir, air yang digunakan untuk alat penyelamat serta pemadaman kebakaran.
- b) APAR (Alat Pemadam Api Ringan).

### **2.2.3. Sistem Proteksi Kebakaran**

Sistem proteksi kebakaran ialah system yang dipelajari dalam usaha mengurangi dampak yang tidak diinginkan dari kebakaran yang bersifat merusak, sehingga bangunan harus dibangun sesuai dengan syarat standar bangunan yang berlaku sehingga cocok dengan peralatan proteksi kebakaran yang akan digunakan pada bangunan. Sistem proteksi kebakaran terdiri dari system proteksi aktif dan system proteksi pasif dan juga disertai dengan manajemen penanggulangan kebakaran (Napitupulu dkk., 2015).

Berdasarkan Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Gedung terdapat beberapa komponen antara lain :

- a) Kelengkapan tapak ialah bagian kelengkapan dan tata letak bangunan terhadap lingkungan sekitarnya yang berkaitan dengan bahaya kebakaran dan upaya pemadaman. Terdapat beberapa komponen yaitu hidran halaman, jalan lingkungan dan sumber air.
- b) Sarana penyelamatan ialah sarana yang disediakan untuk petugas kebakaran maupun pemilik dalam evakuasi jika terjadi kebakaran. Komponennya terdiri dari APAR, system hidran Gedung, system hidran halaman, system springkler termasuk pompa dan airnya, konstruksi jalan keluar, landasan helikopter dan jalan keluar.
- c) Sistem proteksi aktif adalah suatu Teknik mendesain APAR, hidran Gedung, alarm kebakaran, hidran halaman, dan springkler yang berguna dan berfungsi untuk memadamkan api awal saat kebakaran (Napitupulu dkk., 2015).
- d) Sistem proteksi pasif ialah Teknik mendesain suatu area atau tempat kerja untuk membatasi dan menghambat penyebaran api, panas, asap dan gas

secara vertical atau horizontal dengan mengatur jarak bangunan, memasang dinding pembatas yang tahan api, memilih bahan bangunan dan isi bangunan (Napitupulu dkk., 2015)

#### 1. Kelengkapan Tapak

Kelengkapan tapak ialah rencana yang mengatur tapak bangunan, yang terdiri dari orientasi bangunan dan tata letak bangunan, penyediaan ruang terbuka, penempatan hidran, jarak antara bangunan, dan lain-lain untuk meminimalisir dan mencegah terjadinya kebakaran (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

Kelengkapan tapak yang harus ada dan harus berfungsi dengan baik adalah sebagai berikut:

##### a) Sumber air

Bangunan harus memiliki sumber air yang berfungsi untuk memadamkan kebakaran. Sumber air tersebut berupa reservoir air, sumur, hidran halaman dan lain-lain.

##### b) Jalan Lingkungan

Bangunan harus memiliki jalan lingkungan yang berfungsi untuk akses pemadaman kebakaran dan proses evakuasi terjadinya kebakaran.

##### c) Jarak antar bangunan

Setiap bangunan harus selalu memperhatikan jarak dari bangunan yang ada disampingnya dengan tujuan untuk mencegah terjadinya penyebaran api dan dapat juga mempersulit evakuasi terjadinya kebakaran. Dapat dilihat pada table 2.2 yaitu jarak minimum antar bangunan.

Tabel 2.2 Jarak antar bangunan (Kementerian Pekerjaan Umum dalam solihah, 2018)

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

d) Hidran halaman

Hidran halaman ialah hidran yang letaknya berada di halaman luar atau lingkungan, sedangkan instalasi dan sumber air disediakan oleh pemilik bangunan (Napitupulu dkk., 2015)



Gambar 2.3 Hidran halaman

2. Sarana Penyelamatan

Sarana Penyelamatan ialah sarana untuk mengevakuasi terjadinya kebakaran, sarana ini disediakan oleh pemadam kebakaran atau pemilik bangunan.

Sarana penyelamatan bertujuan untuk mencegah terjadinya luka atau korban saat dilakukan proses evakuasi kebakaran. Komponen sarana penyelamatan terdiri dari :

- a) Exit
- b) Pintu
- c) Ruang terlindung dan proteksi tangga
- d) Exit pelepasan
- e) Iluminasi jalan keluar
- f) Penanda sarana jalan keluar
- g) Keandalan jalan keluar
- h) Jalan terusan exit
- i) Susunan jalan keluar
- j) Jumlah sarana jalan keluar
- k) Pencahayaan darurat

### 3. Sistem Proteksi Aktif

Sistem proteksi aktif ialah suatu Teknik mendesain APAR, hidran Gedung, alarm kebakaran, hidran halaman, dan springkler yang berguna dan berfungsi untuk memadamkan api awal saat kebakaran (Napitupulu dkk., 2015).

Komponen sistem proteksi kebakaran aktif berdasarkan Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung sebagai berikut :

#### a) Deteksi dan Alarm

Deteksi dan alarm adalah sebuah alat untuk mendeteksi dan memberikan peringatan dini jika adanya kebakaran. (Okokpujie dkk., 2019).



Gambar 2.4 Deteksi asap dan alarm

#### b) *Siamnese Connection*

*Saimese connection* adalah sebuah alat penyuplai air dari mobil pemadam kebakaran atau menyambungkan selang pemadam kebakaran yang berfungsi menyalurkan kedalam system instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang dipasangkan pada gedung jika air tampungan gedung habis atau tidak bekerjanya pompa lalu dipancarkan melalui *sprinkler-sprinkler* dan *hidrant box* didalam gedung (Napitupulu dkk., 2015).



Gambar 2.5 *Siames connection*

c) Alat Pemadam Api Ringan

APAR merupakan sebuah tabung pemadam api yang memiliki ukuran kecil dan dapat dioperasikan oleh satu orang dan memiliki berat yang ringan. Jenis-jenis APAR berdasarkan bahan dasarnya diantaranya yaitu APAR berbahan dasar cair (air, *foam*, halon, busa), APAR berbahan dasar padat (*multipurpose dry chemical, dry chemical, dry powder*), APAR berbahan dasar gas (Ar, Karbon dioksida, Nitrogen) (Napitupulu dkk., 2015).

Standar Pemasangan APAR adalah sebagai berikut :

1. Pemasangan APAR harus pada tempat yang mudah dijangkau, mudah dilihat, dan mudah diambil serta menggantung pada dinding.
2. Pemasangan APAR pada ketinggian 1,2 m, kecuali jenis CO<sub>2</sub> memiliki jarak dari permukaan lantai minimal 15 cm.
3. APAR tidak boleh kontak langsung dengan sinar matahari
4. Jarak antar APAR dengan yang lainnya yaitu tiap 15 m diutamakan berada dijalur keluar evakuasi.
5. Penempatan APAR dibedakan menurut jenis dan sifat bahan yang dapat terbakar dan setiap APAR diberi tanda agar mudah diketahui.
6. Pemilihan APAR yang tidak membahayakan untuk keselamatan orang yang menggunakannya.
7. Disekitar APAR harus steril dari hal-hal yang dapat mengganggu atau menghalangi untuk menjangkau, dan biasanya diberikan garis strip kuning.



Gambar 2.6 Alat pemadam api ringan (APAR)

#### d) Hidran Gedung

Hidran gedung adalah sebuah instalasi jaringan perpipaan air yang memiliki tekanan tertentu dan digunakan untuk sarana pemadaman kebakaran, biasanya hidran gedung dipasang didalam bangunan system dan peralatannya berada dilokasi bangunan atau di gedung tersebut (Napitupulu dkk., 2015).

Sistem pemasangan hidran adalah sebagai berikut :

1. Hidran terdiri dari kotak hidran yang isinya nozel, selang, katup dan kopleng untuk tempat keluarnya air yang telah ditetapkan oleh dinas Pemadam Kebakaran.
2. Kotak hidran tidak boleh terhalang oleh benda apapun yang mudah dijangkau.
3. Peralatan hidran dan jaringan pipa semuanya harus dicat dengan warna merah yang permanen.
4. Sumber persediaan air setidaknya harus dapat dipakai 30 menit.



Gambar 2.7 Hidran gedung

e) Sprinkler

Sprinkler yaitu sebuah system pemadam kebakaran yang otomatis menyembrotkan air jika terdeteksi adanya kebakaran didalam gedung yang terpasang sprinkler (Napitupulu dkk., 2015).



Gambar 2.8 Sprinkler

f) Pengendali Asap

Pengendali asap adalah sebuah alat pengendali asap yang berfungsi untuk mengendalikan asap agar tidak masuk ke jalur evakuasi.

g) Pembuangan Asap

Pembuangan asap adalah aliran udara untuk mengkondisikan aliran udara untuk menyuplai udara keluar masuk ke dalam ruangan agar aliran udara tetap normal.

h) Lift Kebakaran

Lift kebakaran adalah sebuah lift darurat yang dibuat dan dikhususkan untuk lift yang digunakan saat terjadinya kebakaran.

i) Cahaya Darurat

Cahaya darurat adalah sebuah lampu untuk memberikan tanda jika ada terjadinya kebakaran yang bertujuan untuk memberikan informasi kepada penghuni gedung.

j) Listrik Darurat

Listrik darurat adalah aliran daya listrik yang digunakan untuk keadaan darurat yang berguna untuk menyalakan alat-alat seperti lift darurat, pencahayaan darurat, dan lainnya jika listrik dari PLN mati.

k) Ruang Pengendali Operasi

Ruang pengendali operasi merupakan sebuah ruang yang dilengkapi panel control, alat pengendali dan sarana lainnya yang berguna untuk menjalankan penanganan dan petunjuk kebakaran atau pengarahan evakuasi saat terjadinya kebakaran dan dalam kondisi darurat.

4. Sistem Proteksi Pasif

Sistem proteksi pasif ialah sebuah teknik untuk mendesain area atau tempat kerja yang berfungsi membatasi dan menghambat penyebaran api, panas dan gas baik secara horizontal ataupun vertical dengan mengatur jarak antar bangunan, dan memberi pembatas dinding yang tahan api atau dengan pemilihan bahan bangunan dan isi bangunan (Napitupulu dkk., 2015).

Komponen-komponennya adalah :

- a) Pasangan konstruksi tahan api
- b) Penghalang asap
- c) Partisi penghalang asap
- d) Pintu dan jendela tahan api
- e) Penghalang api
- f) Atrium
- g) Bahan pelapis interior

Jenis sarana proteksi kebakaran pasif yang dirancang untuk proteksi kebakaran antara lain :

1. Penghalang (*barrier*)

Penghalang (*barrier*) termasuk struktur bangunan yang fungsinya untuk penghambat atau penghalang menyebarnya api dari satu bangunan ke baangunan lain. Contoh penghalang dapat berupa tembok dengan bahan tahan api.

2. Jarak aman

Pengaturan jarak antar bangunan sangat diperlukan dalam merancang bangunan, dengan tujuan untuk meminimalis penyebaran api yang mengakibatkan kebakaran dan bahaya ledakan jika terjadi pada suatu unit atau peralatan yang terbakar.

### 3. Pelindung tahan api

Dengan cara memberi pelindung tahan api pada peralatan atau sarana tertentu kebakaran tersebut dapat diminimalisir. Bahan bangunan yang digunakan juga menentukan ketahanan terhadap terjadinya kebakaran.

Sedangkan penilaian komponen system proteksi pasif berdasarkan Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung Pd-T-11-2005-C adalah sebagai berikut :

#### a) Ketahanan api struktur bangunan

Bangunan gedung harus memenuhi rancangan dinding api dan dinding penghalang api yang diisyaratkan untuk memisah bangunan gedung atau membagi bangunan gedung untuk mencegah terjadinya penyebaran api yang harus memenuhi standar yang ada.

#### b) Kompartemenisasi ruang

Kompartemenisasi ruang sangat diperlukan dalam konstruksi bangunan yang memiliki manfaat untuk mencegah merambatnya api dengan cara membatasi api dengan lantai, dinding, balok, kolom dan elemen lainnya yang tahan terhadap api.

#### c) Perlindungan bukaan

Setiap bukaan di Bangunan Gedung harus diproteksi untuk memberi batas api menyebar dan asap berpindah dari satu sisi ke sisi lainnya.

### **2.2.4. Unsur Penilaian**

Keandalan merupakan tingkat kesempurnaan keadaan pada alat-alat proteksi yang menjamin keamanan, kenyamanan serta fungsi bangunan gedung dan lingkungannya. Keselamatan gedung merupakan kondisi yang menjamin keamanan penghuni dan tercegah jika adanya kerusakan pada suatu gedung beserta isinya (manusia maupun peralatan barang) disebabkan oleh tidak berfungsinya utilitas gedung (BSN., 2005).

Tahapan analisis dalam penilaian nilai keandalan sistem keselamatan bangunan gedung ini adalah dengan meninjau secara langsung di lapangan, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan standar dan peraturan yang berlaku.

Tabel 2.3 Gambaran fokus penelitian nilai keandalan sistem keselamatan bangunan (NKSKB) (Balitbang PU dalam Solihah, 2018)

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>Sarana Proteksi Aktif</b>
1	Deteksi dan alarm
2	Siammese connection
3	Pemadam api ringan
4	Hidran Gedung
5	Sprinkler
6	Sistem pemadam luapan
7	Pengendali asap
8	Deteksi asap
9	Deteksi dan alarm
10	Lift kebakaran
11	Cahaya darurat
12	Listrik darurat
13	Ruang pengendali operasi
	<b>Sistem proteksi pasif</b>
1	Ketahanan api struktur bangunan
2	Kompertemenisasi ruangan
3	Perlindungan bukaan

1) Kriteria penilaian

Terdapat tiga tingkat kondisi dalam penilaian suatu komponen proteksi kebakaran, yaitu BAIK = “B”, SEDANG atau CUKUP = “C” dan KURANG = “K”.

- a) Kondisi baik = B (Ekuivalen nilai B = 100)
- b) Kondisi cukup = C (ekuivalen nilai C = 80)
- c) Kondisi kurang = K (ekuivalen nilai K = 60)

Tabel 2.4 Tingkat penilaian audit kebakaran (Balitbang PU dalam solihah, 2018)

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

## 2) Pembobotan

*AHP (Analytical Hierarchy Process)* merupakan cara yang dilakukan untuk pembobotan pada setiap komponen. *AHP* yaitu sebuah metode sistematis yang berfungsi sebagai suatu daftar pengamatan. Hirarki adalah sebuah metode kualifikasi khusus yang diduga didasari bahwa satuan-satuan yang ada, yang telah diidentifikasi, dan dapat dikelompokkan dalam sebuah kumpulan terpisah, dan pada sebuah satuan yang lainnya, dan disebabkan oleh sebuah kelompok lain. Diasumsikan komponen di tiap kelompok tidak saling bergantung.

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

Hasil catatan dan pemeriksaan yang dilakukan secara survey komponen digunakan untuk metode penentuan dan pengolahan nilai keandalan utilitas.

Tabel 2.6 Contoh penilaian komponen kelengkapan tapak

No.	Sub KSKB	Kriteria penilaian	Keterangan	Hasil Pengamatan
1	Sumber air	Tersedia dengan kapasitas yang memenuhi persyaratan minimal terhadap fungsi Gedung	Tersedia sumber air Dengan Kapasitas Sesuai Dengan Kebutuhan	Baik "B"
2	Jalan Lingkungan	Tersedia dengan lebar kurang Dari persyaratan minimal	Lebar Jalan Lingkungan Dengan Perkerasan Aspal	Baik "B"
3	Jarakantar Bangunan	Sesuai persyaratan Tinggi <8m=3 m Tinggi 8m-14m=6m	Jarak antar bangunan >8 m	Baik "B"
4	Hidran Halaman	Tersedia tetapi tidak berfungsi sempurna supplay Air Dan Tekanannya Kurang daripada persyaratan minimal	Hidran tersedia Namun Keadaan Terawatt Berkarat	Cukup "C"

Sumber : Pd-T-11-2005-C

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
	I. Kelengkapan tapak		25			
1	Sumber air	B	100	27	6.8	
2	Jalan lingkungan	B	100	25	6.3	
3	Jarak antar Bangunan	B	100	23	5.8	
4	Hidran Halaman	C	80	25	5	
					Total	23.9

Kaitannya dengan Tabel 2.7 Untuk contoh hasil perhitungan kelengkapan tapak adalah sebagai berikut:

- a) Kolom 1, berisi nomor penelitian
- b) Kolom 2, berisi variabel komponen keselamatan bangunan yaitu sumber air
- c) Kolom 3, hasil penilaian diperoleh dari hasil pengamatan Tabel 2.6 yang disajikan pada huruf “B”
- d) Kolom 4, standar penilaian merupakan hasil pengamatan dengan notasi angka yang disesuaikan dengan Tabel 2.4.
- e) Kolom 5 menuliskan bobot tiap komponen berdasarkan pada Tabel 2.5.
- f) Kolom 6, nilai kondisi, dihitung dengan Rumus:

Menghitung nilai kondisi, untuk variabel sumber air menghasilkan penilaian sebesar 6.8%

Nilai kondisi = *Nilai standar penilaian* x bobot kskb x bobot sub kskb

$$\text{Nilai kondisi} = 100 \times \frac{27}{100} \times \frac{25}{100} = 6.8\%$$

Berikut adalah cara penilaian dan perhitungan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif dan sarana penyelamatan dapat menggunakan prosedur diatas.