

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Objek penelitian ini adalah sarana sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif kebakaran pada bangunan gedung F3, Pascasarjana, E6 dan E7 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian yang terkait dengan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Analisis Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) di PT. X Pekalongan (Firdani dkk, 2014)
2. Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Rumah Susun (Studi Kasus Rusunawa UNDIP) (Sukawi dkk, 2016)
3. Implementasi Sistem Penanggulangan Kebakaran di UPT Perpustakaan Universitas Diponegoro Semarang Tahun 2016 (Turnip dkk, 2016)
4. Analisis Keselamatan Gedung Baru F5 Universitas Negeri Semarang Sebagai Upaya Tanggap Terhadap Keadaan Darurat (Widowati dkk, 2017)
5. Analisis Upaya Penanggulangan Kebakaran di Gedung Bougenville Rumah Sakit Telogorejo Semarang (Karimah dkk, 2016)
6. *Maintenance* Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Proyek Pembangunan Tangram Hotel dan Sadira Plaza Kota Pekanbaru (Zulfikar dkk, 2017)
7. Analisis Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Ayola *First Point* Hotel Pekanbaru (Wulandari dkk, 2018)
8. Evaluasi Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran Ditinjau dari Sarana Penyelamatan dan Sistem Proteksi Pasif Kebakaran di Gedung Lawang Sewu Semarang (Hidayat dkk, 2017)
9. Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan di Universitas Sriwijaya Kampus Inderalaya Tahun 2013 (Septiadi dkk, 2014)
10. Evaluasi Keandalan Keselamatan Kebakaran Pada Gedung Fisip II Universitas Brawijaya Malang (Anggara, 2015)

Berdasarkan dari beberapa penelitian tersebut sejauh pengetahuan penulis, penelitian tentang evaluasi sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif pada bangunan gedung terhadap bahaya kebakaran belum pernah dilakukan sebelumnya. Dengan demikian, maka topik penelitian yang akan peneliti lakukan ini benar-benar asli.

2.1.1 Penelitian Terdahulu tentang Kebakaran

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai kebakaran pada bangunan gedung yang dipaparkan dari berbagai sumber antara lain dilakukan oleh Firdani dkk. (2014) meneliti dengan tujuan untuk menganalisis pemasangan APAR, mendeskripsikan identifikasi titik api, menyelidiki proses pemasangan, merincikan pemeliharaan, menyelidiki proses pemeliharaan dan menyelidiki proses inspeksi APAR. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemasangan APAR di perusahaan belum seluruhnya memenuhi standar yang ada di Indonesia. Hal yang tidak memenuhi standar antara lain, perletakkan posisi APAR masih di tempat yang tidak terlihat jelas serta terhalang dengan benda lain, kurangnya penandaan pada APAR dan masih banyak kerusakan pada APAR yang ada di perusahaan, jarak antar APAR lebih dari 15 meter dan tinggi APAR masih banyak yang lebih dari 1,5 meter serta kurang dari 10 cm. Pemeliharaan APAR pada perusahaan belum memenuhi standar yang berlaku di Indonesia, kecuali pada pengisian APAR dan arsip pemeriksaan APAR. Pemeliharaan APAR rusak masih kurang, karena banyak ditemukan APAR rusak di area pabrik. Banyak APAR yang tidak memiliki petunjuk cara pemakaian dan tidak ada keamanan untuk APAR yang rentan tercabut.

Menurut Sukawi dkk. (2016) meneliti dengan tujuan didapatkan hasil yaitu sebagian besar bahan bangunan rusunawa di dominasi oleh beton, sehingga bangunan cukup aman terhadap proteksi kebakaran karena bangunan mampu bertahan kurang lebih 4 jam. Adanya sistem MCB di tiap kamar dan terdapatnya peraturan bahwa penghuni tidak diperbolehkan membawa dan menggunakan kompor ataupun barang-barang yang dapat memicu kebakaran dalam skala kecil dapat menciptakan ketahanan dalam menangani kebakaran. Sebagai tambahan, pembakaran sampah dilakukan pada jarak yang sangat aman sehingga api kemungkinan kecil untuk menjalar. Klasifikasi pengelompokan kategori jenis

penyebab kebakaran dapat dilihat pada Tabel 2.1, sedangkan untuk hasil analisa sistem proteksi pasif dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Klasifikasi bangunan menurut tinggi dan jumlah lantai (Sukawi dkk, 2016)

Klasifikasi Bangunan	Ketinggian dan Jumlah Lantai
A	Ketinggian \leq 8 meter atau 1 lantai
B	Ketinggian sampai 8 meter atau 2 lantai
C	Ketinggian sampai 14 meter atau 4 lantai
D	Ketinggian sampai 40 meter atau 8 lantai
E	Ketinggian \geq 40 meter atau >8 lantai

Tabel 2.2 Analisa perencanaan *site*/akses (Sukawi dkk, 2016)

No	Item Yang di Analisa	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Vegetasi	√	
2	Bukaan akses		√
3	Titik kumpul evakuasi	√	
4	Jalan masuk mobil pemadam kebakaran		√
5	Jarak dari bangunan ke bangunan lain	√	
6	<i>Hydrant</i> lingkungan		√
7	Sumber air	√	

Tabel 2.3 Analisa bahan/material terhadap kebakaran (Sukawi dkk, 2016)

No	Nama Gedung	Kolom	Dinding	Lantai	Kusen, Pintu, Jendela	Penutup Atap dan Plafon	Tangga dan Ramp	Furniture
1	Gedung A	-	√	-	√	-	√	√
2	Gedung B	-	√	-	√	-	√	√
3	Gedung C	-	√	√	√	√	√	√
4	Gedung D	-	√	√	√	√	√	√

Menurut Turnip dkk. (2016) meneliti dengan tujuan untuk memperoleh bagaimana penerapan sistem penanggulangan kebakaran yang kemudian akan disesuaikan dengan standar yang berlaku untuk rancangan penerapan sistem penanggulangan kebakaran. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa UPT Perpustakaan Universitas Diponegoro Semarang termasuk dalam klasifikasi kemungkinan bahaya kebakaran ringan, titik api berasal dari bahan mudah terbakar dan instalasi listrik serta sistem untuk mengatasi kebakaran yang tersedia hanya berupa APAR dengan tabung warna merah jenis *dry chemical* berkapasitas 2-3,5 kg, tabung warna kuning jenis halon (BCF) berkapasitas 7 kg, dan dari semua APAR yang tersedia belum memenuhi ketentuan yang berlaku secara keseluruhan. Rancangan penerapan sistem penanggulangan kebakaran yang

diusulkan ialah memenuhi ketentuan pemasangan dan pemeriksaan APAR tiap lantai, pemasangan *sprinkler*, pemasangan *hydrant*, pemasangan Titik Panggil Manual (TPM), memenuhi ketentuan sarana penyelamatan dan membentuk unit penanggulangan kebakaran serta pelatihan penanggulangan kebakaran minimal 1 tahun. Untuk hasil pemeriksaan masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 2.4, Tabel 2.5, Tabel 2.6, Tabel 2.7, Tabel 2.8, dan Tabel 2.9.

Tabel 2.4 Hasil pemeriksaan komponen APAR (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	APAR harus tidak terhalang dan terlihat jelas	2 APAR yang sulit dijangkau terdapat di lantai 1
2	Terdapat tanda pemasangan dengan tinggi 125 cm	Semua APAR tidak terdapat tanda pemasangan
3	APAR dengan berat kotor tidak lebih dari 18 kg harus dipasang sehingga ujung atas APAR tingginya tidak lebih dari 1,5 meter di atas lantai	Ketinggian APAR antara 1,05-1,1 m. a. Ketinggian 1,05 m : 3 APAR b. Ketinggian 1,1 m : 31 APAR c. Ketinggian 1,2 m : 7 APAR 10 cm dari lantai dasar : 3 APAR
4	Penandaan pemasangan	Tidak memiliki tanda pemasangan
5	Jarak antar APAR tidak lebih dari 15 meter	Jarak antar APAR tidak lebih dari 15 meter, jarak APAR sebagai berikut : a. 2m : 8 APAR b. 3m : 9 APAR c. 4m : 4 APAR d. 5m : 8 APAR e. 6m : 2 APAR f. 7m : 5 APAR g. 8m : 2 APAR h. 9m : 1 APAR
6	Pengisian dicatat pada badan APAR (tanggal, bulan dan tahun)	Semua APAR memiliki catatan pengisian yaitu tanggal 28 januari 2016
7	Pemeriksaan pada 6 bulan dan 1 tahun	Tidak adanya pemeriksaan pada 6 bulan dan 1 tahun

Tabel 2.5 Hasil pemeriksaan komponen *hydrant* (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	<i>Hydrant</i> halaman	Belum memiliki hidran halaman
2	<i>Hydrant</i> gedung	Belum memiliki hidran gedung

Tabel 2.6 Hasil pemeriksaan komponen alarm kebakaran (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	Tidak adanya gangguan pada lokasi penempatan Titik Panggil Manual (TPM)	Belum memiliki TPM

Tabel 2.7 Hasil pemeriksaan komponen *sprinkler* (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	Jarak penempatan maksimum 4,6 meter	Belum memiliki <i>sprinkler</i>
2	Memiliki cadangan 6 buah	Belum memiliki <i>sprinkler</i>

Tabel 2.8 Hasil pemeriksaan komponen sarana penyelamatan (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	Jalur akses diberi tanda arah	Tidak ada pemberian tanda arah
2	Memiliki pintu darurat	Tidak ada pintu darurat
3	Memiliki tangga darurat	Tidak ada tangga darurat
4	Pencahayaannya darurat terdapat pada setiap menuju jalan keluar	Banyak lampu telah rusak yang ada di atas tangga

Tabel 2.9 Hasil pemeriksaan komponen unit penanggulangan kebakaran (Turnip dkk, 2016)

No	Komponen	Implementasi
1	Jumlah petugas peran kebakaran setidaknya 2 orang tiap 25 tenaga kerja	Penanganan awal oleh <i>security</i> dan karyawan
2	Minimal memiliki 1 koordinator penanggulangan kebakaran	Tidak ada koordinator penanggulangan kebakaran
3	Memiliki UPK	a. Belum di bentuk UPK b. Hanya terdapat pelatihan penggunaan APAR

Menurut Widowati dkk. (2017) meneliti dengan tujuan untuk menghasilkan suatu rekomendasi sebagai upaya perbaikan dalam aspek keselamatan gedung khususnya gedung baru di F5 Universitas Negeri Semarang sebagai upaya tanggap terhadap keadaan darurat sehingga ketika keadaan darurat datang tiba-tiba segala dampak kerugian baik jiwa, finansial hingga reputasi dapat ditekan sekecil mungkin. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa dari 103 poin yang dibahas, sebanyak 41 poin (39,8%) terpenuhi dan sesuai dengan standar/peraturan. Sebanyak 12 poin (11,7%) terpenuhi namun belum sesuai dengan standar/peraturan. Sebanyak 50 poin (48,5%) tidak terpenuhi. Rincian tingkat kesesuaian poin yaitu: tingkat kesesuaian sistem proteksi aktif dari total 55 poin, sebanyak 15 poin (27,3%) terpenuhi dan sesuai dengan standar, sebanyak 7 poin (12,7%) terpenuhi namun tidak sesuai dengan standar, sebanyak 33 poin (60%) tidak terpenuhi. Untuk tingkat sistem proteksi pasif dari total 17 poin, sebanyak 14 poin (82,4%) terpenuhi dan sesuai dengan standar, sebanyak 1 poin (5,9%) terpenuhi tetapi belum sesuai dengan standar, sebanyak 2 poin (11,7%) tidak terpenuhi. Sedangkan untuk tingkat sarana penyelamatan dari total 31 poin,

sebanyak 12 poin (38,7%) terpenuhi dan sesuai dengan standar, sebanyak 4 poin (12,9%) terpenuhi namun tidak sesuai dengan standar, sebanyak 15 poin (48,4%) tidak terpenuhi.

Menurut Karimah dkk. (2016) meneliti dengan tujuan untuk menganalisis upaya penanggulangan kebakaran di gedung bougenville rumah sakit Telogorejo Semarang. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil yaitu Rumah Sakit Telogorejo sudah mempunyai sistem upaya pencegahan kebakaran dengan menyediakan sarana pencegah kebakaran, prasarana pencegahan dan prosedur pencegah kebakaran. Rumah Sakit Telogorejo melaksanakan pelatihan pencegahan kebakaran untuk karyawan di rumah sakit secara rutin setiap satu tahun sekali. Tingkat pemenuhan unit pencegahan kebakaran pada Rumah Sakit Telogorejo sesuai standar yang berlaku adalah 52,17%. Tingkat kesesuaian prosedur operasional standar kebakaran rumah sakit telogorejo sudah baik berdasarkan standar yang berlaku adalah 100%. Tingkat keselarasan sistem proteksi aktif kebakaran terdiri dari tingkat keselarasan APAR sesuai standar yang berlaku adalah sebesar 66,67%, tingkat keselarasan *hydrant* sesuai standar yang berlaku adalah 50%, tingkat keselarasan *springkler* sesuai standar yang berlaku adalah 0%, tingkat keselarasan alarm kebakaran sesuai standar yang berlaku adalah 50%. Tingkat keselarasan sarana penyelamatan jiwa terdiri dari tingkat keselarasan tangga darurat sesuai standar yang berlaku adalah 72,7% dan tingkat keselarasan tanda arah *exit* sesuai standar yang berlaku adalah 69,23%.

Menurut Zulfikar dkk. (2017) meneliti dengan tujuan untuk menganalisis persentase biaya (upah dan bahan) proteksi kebakaran pada nilai seluruh kontrak, menganalisis biaya *maintenance* fasilitas peralatan proteksi kebakaran selama 20 tahun, menganalisis biaya pelaksanaan pemeliharaan fasilitas proteksi kebakaran selama 20 tahun. Berdasarkan penelitian tersebut dari analisa dan perhitungan didapatkan hasil yaitu persentase biaya proteksi kebakaran di proyek pembangunan Hotel Tangram dan Sadira Plaza Kota Pekanbaru adalah sebesar 3/100 (tiga per seratus) dari nilai kontrak, biaya pemeliharaan selama 1 (satu) tahun sistem proteksi kebakaran aktif di proyek pembangunan Tangram Hotel dan Sadira Plaza Kota Pekanbaru sebesar Rp.847.384.814,00 (Delapan Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Tiga Ratus Delapan Puluh Empat Ribu Delapan Ratus Empat

Belas Rupiah), biaya pemeliharaan proteksi kebakaran selama 20 (dua puluh) tahun kedepan sebesar Rp. 16.947.696.297,00 (Enam Belas Milyar Sembilan Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Enam Ratus Sembilan Puluh Enam Ribu Dua Ratus Sembilan Puluh Tujuh Rupiah).

Menurut Wulandari dkk. (2018) meneliti dengan tujuan untuk menganalisa keandalan bangunan pada Ayola *First Point* Hotel Pekanbaru dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchical Process* (AHP), meninjau keselarasan sistem proteksi kebakaran pada Ayola *First Point* Hotel Pekanbaru dengan “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26 Tahun 2008” untuk pedoman melakukan penelitian. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil yaitu sistem proteksi kebakaran pada gedung hampir lengkap, hanya tidak terdapat lift kebakaran. Pokok teknis dari hasil penelitian adalah perawatan dan perbaikan berkala setiap sarana proteksi kebakaran yang ada, perbaikan komponen yang rusak dan penambahan komponen proteksi kebakaran yang belum tersedia, perlengkapan sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung Ayola *First Point* Hotel Pekanbaru dalam kondisi “Baik”. Menurut perhitungan yang telah dilakukan didapatkan Nilai Keandalan Sistem Keselamatan Bangunan (NKSKB) terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung Ayola *First Point* Hotel Pekanbaru dengan metode AHP didapatkan nilai sebesar 91,93%, sedangkan penilaian menggunakan metode *checklist* didapatkan nilai sebesar 91,45%. Dari kedua metode yang digunakan ini terdapat selisih sebesar 0,48%. Menurut NKSKB ini, maka sistem proteksi kebakaran pada gedung tersebut tergolong andal. Untuk kriteria penilaian dapat dilihat pada Tabel 2.10, komponen perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.11, pembobotan variabel dapat dilihat pada Tabel 2.12, hasil masing-masing perhitungan menggunakan metode AHP dapat dilihat pada Tabel 2.13, Tabel 2.14, Tabel 2.15, Tabel 2.16, hasil masing-masing perhitungan menggunakan metode *checklist* dapat dilihat pada Tabel 2.17, Tabel 2.18, Tabel 2.19, Tabel 2.20, hasil rekapitulasi perhitungan menggunakan metode AHP dapat dilihat pada Tabel 2.21, hasil rekapitulasi perhitungan menggunakan metode *checklist* dapat dilihat pada Tabel 2.22 dan perbandingan nilai keandalan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Tabel 2.10 Kriteria penilaian keandalan sistem proteksi kebakaran
(Wulandari dkk, 2018)

Nilai	Kesesuaian	Keandalan
$80\% < B \leq 100\%$	Sesuai persyaratan	Baik
$60\% < C \leq 80\%$	Terpasang tetapi ada sebagian kecil instansi yang tidak sesuai persyaratan	Cukup
$K \leq 60\%$	Tidak sesuai sama-sekali	Kurang

Tabel 2.11 Komponen perbandingan berpasangan dengan acuan pencegahan kebakaran (Wulandari dkk, 2018)

	Sistem proteksi pasif	Sistem proteksi aktif	Kelengkapan tapak	Sarana penyelamatan
Sistem proteksi pasif	1	3	1	1
Sistem proteksi aktif	1/3	1	1/3	1/5
Kelengkapan tapak	1	3	1	3
Sarana penyelamatan	1	5	1/3	1

Tabel 2.12 Pembobotan variabel kebakaran gedung menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)

No	Komponen	Bobot (%)
1	Sistem proteksi pasif	21
2	Sistem proteksi aktif	15
3	Kelengkapan tapak	41
4	Sarana penyelamatan	23
Jumlah		100

Tabel 2.13 Hasil perhitungan sistem proteksi pasif menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Perlindungan bukaan	B	88,89	21	18,72
2	Ketahanan api struktur bangunan	B	100	21	21
3	Kompartemenisasi ruang	C	100	21	21,06
				Rata-rata	20,28

Tabel 2.14 Hasil perhitungan sistem proteksi aktif menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	<i>Siamese connection</i>	B	100	15	15
2	Ruang pengendali operasi	B	100	15	15
3	Lift kebakaran	K	0	15	0,00
4	Cahaya darurat dan petunjuk arah	C	80	15	12
5	APAR	B	100	15	15
6	<i>Sprinkler</i>	B	83,33	15	12,26

Tabel 2.14 Hasil perhitungan sistem proteksi aktif menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)(Lanjutan)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
7	Hydrant gedung	B	100	15	15
8	Listrik darurat	B	100	15	15
9	Detector alarm kebakaran	B	100	15	15
10	Deteksi asap	C	75	15	11
11	Pengendali asap	K	50	15	7,4
12	Pembuangan asap	C	62,5	15	9,20
				Rata-rata	11,66

Tabel 2.15 Hasil perhitungan kelengkapan tapak menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Jalan lingkungan	B	100	41	41
2	Sumber air	B	100	41	41
3	Hydran halaman	B	100	41	41
4	Jarak antar bangunan	C	70	41	29
				Rata-rata	38

Tabel 2.16 Hasil perhitungan sarana penyelamatan menggunakan metode AHP
(Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Konstruksi jalan keluar	B	100	23	21
2	Jalan keluar	B	90	23	23
				Rata-rata	22

Tabel 2.17 Hasil perhitungan sistem proteksi pasif menggunakan metode
Checklist (Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
Proteksi Pasif				26	
1	Perlindungan bukaan	B	88,89	32	7,40
2	Ketahanan api struktur bangunan	B	100	36	9,36
3	Kompartemenisasi ruang	C	100	32	8,32
				Jumlah	25,08

Tabel 2.18 Hasil perhitungan sistem proteksi aktif menggunakan metode *Checklist* (Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
Proteksi Aktif				24	
1	<i>Siamese connection</i>	B	100	8	1,92
2	Ruang pengendali operasi	B	100	8	1,92
3	Lift kebakaran	K	0	7	0
4	Cahaya darurat dan petunjuk arah	C	80	9	1,728
5	APAR	B	100	9	2,16
6	<i>Sprinkler</i>	B	83,33	9	1,80
7	<i>Hydrant</i> gedung	B	100	9	2,16
8	Listrik darurat	B	100	8	1,92
9	<i>Detector</i> alarm kebakaran	B	100	9	2,16
10	Deteksi asap	C	75	9	1,62
11	Pengendali asap	K	50	8	0,96
12	Pembuangan asap	C	62,5	7	1,05
				Jumlah	19,40

Tabel 2.19 Hasil perhitungan kelengkapan tapak menggunakan metode *Checklist* (Wulandari dkk, 2018)

No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
Kelengkapan Tapak				25	
1	Jalan lingkungan	B	100	25	6,25
2	Sumber air	B	100	27	6,75
3	<i>Hydran halaman</i>	B	100	25	6,25
4	Jarak dari bangunan ke bangunan lain	C	70	23	4,03
				Jumlah	23,28

Tabel 2.20 Hasil perhitungan sarana penyelamatan menggunakan metode *Checklist* (Wulandari dkk, 2018)

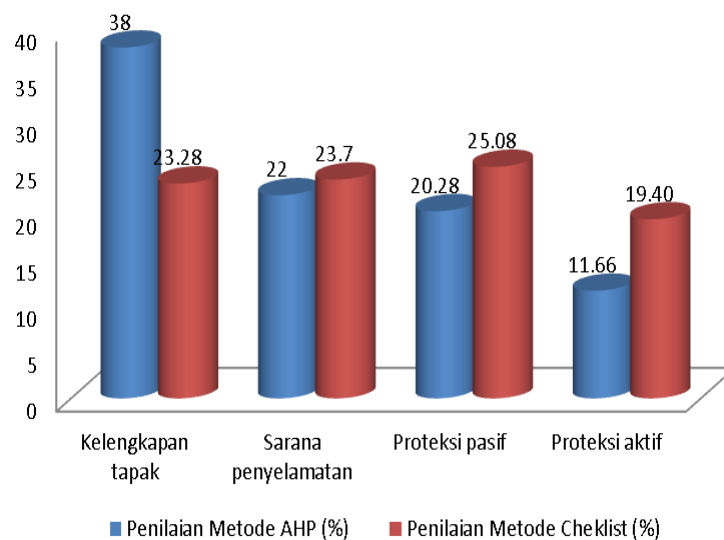
No	Sub KSKB	Notasi Penilaian	Nilai Investigasi (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
Sarana Penyelamatan				25	
1	Konstruksi jalan keluar	B	100	48	12
2	Jalan keluar	B	90	52	11,7
				Jumlah	23,7

Tabel 2.21 Hasil rekapitulasi perhitungan NKS KB gedung menggunakan metode AHP (Wulandari dkk, 2018)

No	Komponen	Bobot (%)	Hasil Penilaian (%)
1	Sistem proteksi pasif	21	20,28
2	Sistem proteksi aktif	15	11,66
3	Kelengkapan tapak	41	38
4	Sarana penyelamatan	23	22
Jumlah		100	91,94

Tabel 2.22 Hasil rekapitulasi perhitungan NKS KB gedung menggunakan metode *checklist* (Wulandari dkk, 2018)

No	Komponen	Bobot (%)	Hasil Penilaian (%)
1	Sistem proteksi pasif	26	25,08
2	Sistem proteksi aktif	24	19,40
3	Kelengkapan tapak	25	23,28
4	Sarana penyelamatan	25	23,7
Jumlah		100	91,46



Gambar 2.1 Perbandingan nilai keandalan NKS KB gedung (Wulandari dkk, 2018)

Menurut Hidayat dkk. (2017) meneliti dengan tujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem proteksi kebakaran ditinjau dari sarana penyelamatan dan sistem proteksi pasif kebakaran di gedung lawang sewu semarang. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil yaitu penilaian kondisi komponen sarana penyelamatan, diperoleh total nilai kondisi sebesar 20,22% dari skala 25%, atau memiliki nilai pemenuhan kriteria sebesar 80,88% dari kriteria yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi komponen Sarana Penyelamatan di gedung Lawang Sewu Semarang dikategorikan dalam kondisi baik. Kriteria yang tidak terpenuhi adalah sebesar 19,12% dari kriteria yang ditentukan, yang terdiri dari

kriteria yang menyangkut konstruksi dan desain bangunan yang sudah tidak dapat diubah, dan tidak adanya data keefektifan prosedur tanggap darurat karena belum dilakukannya simulasi tanggap darurat kebakaran. Kemudian penilaian kondisi komponen Sistem Proteksi Pasif Kebakaran, diperoleh total nilai kondisi sebesar 17,67% dari skala 26%, atau memiliki nilai pemenuhan kriteria sebesar 67,96% dari kriteria yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi komponen Sistem Proteksi Pasif Kebakaran di gedung Lawang Sewu Semarang dikategorikan dalam kondisi cukup. Kriteria yang tidak terpenuhi adalah sebesar 32,04% dari kriteria yang ditentukan, yang terdiri dari kriteria yang menyangkut konstruksi dan desain bangunan yang tidak dapat diubah, serta tidak adanya alat proteksi aktif kebakaran berupa *sprinkler*. Untuk hasil penilaian komponen sarana penyelamatan dapat dilihat pada Tabel 2.23 dan hasil penilaian komponen sistem proteksi pasif kebakaran dapat dilihat pada Tabel 2.24.

Tabel 2.23 Hasil penilaian komponen sarana penyelamatan
(Hidayat dkk, 2017)

No	KSKB/Sub KSKB	Penilaian (B,C,K)	Penilaian (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi	Jumlah Nilai (%)
Komponen Sarana Penyelamatan				25		
1	Konstruksi jalan keluar	B	80,00	50	40,00	10,00
2	Sarana jalan keluar	B	81,80	50	40,90	10,22
Total Nilai						20,22

Tabel 2.24 Hasil penilaian komponen sistem proteksi pasif kebakaran
(Hidayat dkk, 2017)

No	KSKB/Sub KSKB	Penilaian (B,C,K)	Penilaian (%)	Bobot (%)	Nilai Kondisi	Jumlah Nilai (%)
Komponen Sistem Proteksi Pasif Kebakaran				26		
1	Perlindungan bukaan	K	33,3	32	10,65	2,77
2	Kompartemenisasi ruang	C	66,67	32	21,33	5,54
3	Ketahanan api struktur bangunan	B	100	36	36	9,36
Total Nilai						17,67

Menurut Septiadi dkk. (2014) meneliti dengan tujuan untuk menganalisis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan di Universitas Sriwijaya Kampus Inderalaya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan ketentuan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung belum

menerapkan dan memenuhi sistem proteksi kebakaran yang ditentukan yaitu akses keluar sudah terdapat dan tidak ada penghalang tetapi belum ada *sign* akses keluar, sumberdaya listrik berasal dari PLN dan generator tetapi belum terdapat cadangan listrik darurat. Sistem penangkal petir sudah ada pada bangunan gedung, untuk pemisahan sampah belum dilaksanakan dengan baik dan label larangan merokok belum ada pada semua gedung, pasokan air bersumber dari kolam retensi dan *Water Treatment Proses*, belum ada kebijakan secara tertulis terhadap upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran dan belum ada tim penanggulangan kebakaran, pemeliharaan dan pengecekan pada sistem proteksi kebakaran belum dilaksanakan secara berkala, pengujian untuk struktur bangunan tahan api belum dilaksanakan.

Menurut Anggara (2015) meneliti dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keandalan keselamatan kebakaran pada gedung berdasarkan analisis penelitian dengan menggunakan metode AHP dan berdasarkan PD-T-11-2005-C, mengetahui tingkat keselamatan kebakaran berdasarkan sistem proteksi aktif pada gedung, mengetahui tingkat keselamatan kebakaran berdasarkan proteksi pasif pada gedung, mengetahui tingkat keselamatan kebakaran berdasarkan kelengkapan tapak pada gedung, mengetahui tingkat keselamatan kebakaran berdasarkan sarana penyelamatan pada gedung. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil penilaian keandalan kebakaran yaitu tingkat keandalan kebakaran gedung berdasarkan analisis AHP sebesar 86,94 % sedangkan berdasarkan PD-T-11-2005-C sebesar 86,692. Jadi, keandalan kebakaran pada gedung tersebut berdasarkan analisis menggunakan metode AHP maupun berdasarkan PD-T-11-2005-C dapat dikategorikan baik (B), tingkat proteksi aktif pada gedung termasuk dalam kategori baik (B) yaitu mempunyai nilai rata-rata sebesar 86,32, tingkat proteksi pasif pada gedung termasuk dalam kategori baik (B) yaitu mempunyai nilai rata-rata sebesar 85, tingkat kelengkapan tapak bangunan pada gedung termasuk dalam kategori baik (B). Semua sub kriteria dari kelengkapan bangunan mendapatkan penilaian rata – rata sebesar 90, tingkat sarana penyelamatan pada gedung termasuk dalam kategori baik (B) yaitu mempunyai nilai rata-rata sebesar 85,5. Untuk pembobotan variabel keandalan dapat dilihat pada Tabel 2.25, keandalan komponen dapat dilihat pada Tabel 2.26, masing-masing keandalan

dapat dilihat pada Tabel 2.27, Tabel 2.28, Tabel 2.29, Tabel 2.30, keandalan berdasarkan analisis metode AHP dapat dilihat pada Tabel 2.31 dan keandalan keselamatan kebakaran gedung berdasarkan PD-T-11-2005-C dapat dilihat pada Tabel 2.32.

Tabel 2.25 Pembobotan variabel keandalan kebakaran (Anggara, 2015)

Variabel	Nilai Pembobotan
Proteksi pasif	24%
Proteksi aktif	26%
Tapak bangunan	29%
Sarana penyelamatan	21%

Tabel 2.26 Keandalan komponen gedung (Anggara, 2015)

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

Tabel 2.27 Keandalan proteksi pasif (Anggara, 2015)

No	Sub KSKB	Penilaian	Sumber Penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Perlindungan bukaan	75	Kuisoner	24	18
2	Kompartemenisasi ruang	100	Kuisoner, gambar denah, pengamatan langsung dan wawancara	24	24
3	Ketahanan api struktur bangunan	80	Kuisoner	24	19,2
Rata-rata		85	Rata-rata kondisi		20,4

Tabel 2.28 Keandalan proteksi aktif (Anggara, 2015)

No	Sub KSKB	Penilaian	Sumber Penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	<i>Siamese connection</i>	100	Pengamatan langsung dan gambar layout	26	26
2	Ruang pengendali operasi	70	Pengamatan langsung dan wawancara	26	18,2
3	Lift kebakaran	100	Pengamatan langsung dan wawancara	26	26

Tabel 2.28 Keandalan proteksi aktif (Anggara, 2015)(Lanjutan)

No	Sub KSKB	Penilaian	Sumber Penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
4	Cahaya darurat dan petunjuk arah	70	Pengamatan langsung	26	18,2
5	Pemadam api ringan	70	Pengamatan langsung dan wawancara	26	18,2
6	<i>Sprinkler</i>	96	Pengamatan langsung, wawancara dan denah springkler	26	24,96
7	<i>Hydrant</i> gedung	80	Pengamatan langsung dan wawancara	26	20,8
8	Listrik darurat	100	Pengamatan langsung dan wawancara	26	26
9	<i>Detector</i> dan alarm	70	Kuisoner	26	18,2
10	Deteksi asap	100	Pengamatan langsung dan wawancara	26	26
11	Pengendali asap	100	Pengamatan langsung dan wawancara	26	26
12	Pembuangan asap	80	Pengamatan langsung dan wawancara	26	20,8
Rata-rata		86,32	Rata-rata kondisi		22,445

Tabel 2.29 Keandalan tapak bangunan (Anggara, 2015)

No	Sub KSKB	Penilaian	Sumber Penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Jalan lingkungan	100	Gambar layout	29	29
2	Sumber air	80	Kuisoner	29	23,2
3	<i>Hydrant</i> halaman	80	Kuisoner	29	23,2
4	Jarak antar bangunan	100	Gambar layout	29	29
Rata-rata		90	Rata-rata kondisi		26,1

Tabel 2.30 Keandalan sarana penyelamatan (Anggara, 2015)

No	Sub KSKB	Penilaian	Sumber Penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Konstruksi jalan keluar	75	Kuisoner	21	15,75
2	Jalan kelar	96	Denah gambar	21	15,75
Rata-rata		85,5	Rata-rata kondisi		17,995

Tabel 2.31 Keandalan keselamatan kebakaran gedung berdasarkan analisis metode AHP (Anggara, 2015)

No	KSKB	Rata-rata penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Proteksi pasif	85	24	20,4
2	Proteksi aktif	86,32	26	22,445
3	Tapak bangunan	90	29	26,1
4	Sarana penyelamatan	85,5	21	17,995
Jumlah				86,94

Tabel 2.32 Keandalan keselamatan kebakaran gedung berdasarkan PD-T-11-2005-C (Anggara, 2015)

No	KSKB	Rata-rata penilaian	Bobot (%)	Nilai Kondisi (%)
1	Proteksi pasif	85	26	22,1
2	Proteksi aktif	86,32	24	20,717
3	Tapak bangunan	90	25	22,5
4	Sarana penyelamatan	85,5	25	21,375
Jumlah				86,692

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Bangunan Gedung

Definisi bangunan gedung menurut Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26 (2008) tentang persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan ialah output dari pekerjaan konstruksi dan menyatu dengan tempat kedudukannya, baik berada di dalam tanah, atas tanah, dan didalam air yang memiliki fungsi untuk manusia melakukan kegiatannya di dalam tempat itu sendiri baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus lainnya serta pada bagian-bagian bangunan gedung memiliki fungsi tertentu, seperti memikul beban, pengisi, dan lainnya.

2.2.2 Bahaya Kebakaran

Definisi bahaya kebakaran menurut Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26 (2008) tentang persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan ialah bahaya yang ditimbulkan dari ancaman potensial dan derajat terkena api dari awal terjadi kebakaran sampai penjalaran api, asap serta gas yang ditimbulkan.

2.2.3 Sistem Proteksi Pasif

Definisi sistem proteksi pasif menurut Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26 (2008) tentang persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan ialah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan.

Beberapa aspek yang harus ada dalam sistem proteksi pasif pada bangunan gedung diantaranya sebagai berikut.

1. Konstruksi
 - a. Kontruksi bangunan gedung harus sesuai dengan standar yang berlaku menurut SNI-2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek konstruksi dapat dilihat pada Tabel 2.33.

Tabel 2.33 Pembobotan dari aspek konstruksi (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Konstruksi bangunan gedung memenuhi standar yang berlaku	100
	Jumlah	100

2. Pasangan konstruksi tahan api
 - a. Konstruksi tahan api harus sesuai dengan standar yang berlaku menurut SNI-03-1736-2000 tentang perencanaan sistem proteksi pasif untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung, serta dirawat secara rutin.
 - b. Pemeliharaan konstruksi tahan api harus diperbarui atau diganti dengan tepat jika terjadi kerusakan. Apabila langit-langit atau dinding tahan api dari bahan gypsum rusak, maka harus diganti serta dipulihkan kembali ketahanan apinya.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek pasangan konstruksi tahan api dapat dilihat pada Tabel 2.34.

Tabel 2.34 Pembobotan dari aspek pasangan konstruksi tahan api
(Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Konstruksi dinding api, dinding penghalang api dan pemisahan bangunan gedung untuk mencegah penyebaran api harus memenuhi ketentuan baku atau standar yang berlaku, serta pintu tahan api dan alat-alat yang digunakan lainnya dirawat secara rutin	50
2	Pemeliharaan konstruksi tahan api berdasarkan tipe konstruksi harus sesuai persyaratan dan diperbaharui atau diganti apabila terjadi kerusakan	50
Jumlah		100

3. Pintu dan jendela tahan api

- a. Pemeliharaan, peralatan pasangan konstruksi yang digunakan untuk melindungi bukaan harus sesuai standar yang berlaku menurut SNI-03-1736-2000 tentang perencanaan sistem proteksi pasif untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung dan bangunan gedung harus mempunyai bukaan permanen pada pintu, jendela, yang bisa dibuka untuk pencahayaan alami dan ventilasi alami. Apabila ventilasi alami pada bukaan tidak memungkinkan maka diperlukan ventilasi mekanis.
- b. Pasangan konstruksi terhadap kinerja ketahanan api harus sesuai dengan standar, disetujui, terdaftar (*listed*), dan berlabel.
- c. Pemeriksaan berkala dilakukan oleh petugas pemeriksa yang kompeten dan bekerja pada instansi berwenang.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek pintu dan jendela tahan api dapat dilihat pada Tabel 2.35.

Tabel 2.35 Pembobotan dari aspek pintu dan jendela tahan api (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Pemeliharaan, pemasangan pasangan konstruksi dan peralatan yang berfungsi melindungi bukaan harus sesuai persyaratan yang berlaku, serta bangunan gedung harus mempunyai bukaan permanen pada pintu, jendela, yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami dan pencahayaan alami. Apabila ventilasi alami tidak memungkinkan, maka diperlukan ventilasi mekanis seperti pada bangunan fasilitas tertentu yang memerlukan perlindungan dari udara luar terhadap pencemaran	33,3

Tabel 2.35 Pembobotan dari aspek pintu dan jendela tahan api (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)(Lanjutan)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
2	Evaluasi kinerja ketahanan api pada pasangan konstruksi harus sesuai standar yang berlaku serta pintu atau jendela tahan api harus disetujui, terdaftar (<i>listed</i>) dan berlabel, termasuk dalam hal ini semua rangka, angker, peralatan penutup dan ambang pintu/jendela (<i>sill</i>)	33,3
3	Pemeriksaan berkala harus dilaksanakan oleh seorang petugas pemeriksa yang kompeten bekerja pada instansi yang berwenang, atau oleh seorang yang diberi wewenang oleh instansi yang berwenang	33,4
Jumlah		100

4. Bahan pelapis interior

- a. Melarang bahan mudah terbakar yang tidak untuk penghambat api kecuali bila diizinkan.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek bahan pelapis interior dapat dilihat pada Tabel 2.36.

Tabel 2.36 Pembobotan dari aspek bahan pelapis interior (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Melarang penggunaan semua bahan pelapis interior mudah terbakar yang bukan penghambat api kecuali bila diizinkan	100
Jumlah		100

5. Kelengkapan, perabot , dekorasi dan bahan pelapis yang diberi perlakuan

- a. Kelengkapan dan bahan pelapis diberi perlakuan serta melarang bahan dekorasi mudah terbakar yang tidak untuk penghambat api kecuali bila diizinkan.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek kelengkapan, perabot, dekorasi dan bahan pelapis yang diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.37.

Tabel 2.37 Pembobotan dari aspek kelengkapan, perabot, dekorasi dan bahan pelapis yang diberi perlakuan (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Pemeliharaan dan perlakuan bahan pelapis interior tidak mudah terbakar yang bukan penghambat api	100
Jumlah		100

6. Penghalang api

- a. Bahan yang digunakan pada sistem tahan api serta pasangan konstruksi dinding harus dibatasi kecuali ada modifikasi.
- b. Pasangan konstruksi pintu serta jendela tahan api harus di setujui, terdaftar (*listed*), dan berlabel.
- c. Bukaan pada penghalang api harus dilindungi untuk membatasi penyebaran api serta perpindahan asap.
- d. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi penetrasi membran dan penetrasi langsung.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek penghalang api dapat dilihat pada Tabel 2.38.

Tabel 2.38 Pembobotan dari aspek penghalang api (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Membatasi penggunaan bahan pada sistem tahan api dan pasangan konstruksi dinding kecuali ada modifikasi	25
2	Pasangan konstruksi pintu atau jendela tahan api harus disetujui, terdaftar (<i>listed</i>), berlabel, termasuk semua peralatan penutup, rangka, angker dan ambang pintu/jendela (<i>sill</i>)	25
3	Setiap bukaan penghalang api harus diproteksi untuk membatasi penyebaran api dan perpindahan asap dari satu sisi penghalang api ke sisi lainnya	25
4	Mengatur metoda konstruksi dan bahan yang digunakan untuk melindungi penetrasi membran dan penetrasi langsung di dinding penahan api, dinding penghalang api dan pasangan konstruksi horizontal yang memiliki tingkat ketahanan api	25
Jumlah		100

7. Partisi penghalang asap
 - a. Partisi dipasang membentang serta melewati ruang-ruang antara struktur dan mekanikal.
 - b. Bukaannya pada pintu tidak memiliki celah udara (*louvers*) dan pintu secara otomatis menutup.
 - c. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi penetrasi langsung dan penetrasi membran dari penghalang asap.
 - d. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi keliling partisi asap dan sambungan.
 - e. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi bukaan pada pemindah udara di partisi asap dan dilengkapi dengan *dampers* asap

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek partisi penghalang asap dapat dilihat pada Tabel 2.39.

Tabel 2.39 Pembobotan dari aspek partisi penghalang asap (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Partisi dipasang membentang melewati ruang-ruang tersembunyi seperti di atas langit-langit gantung serta melewati ruang-ruang struktur dan mekanikal	20
2	Bukaan pintu tidak memiliki celah udara (<i>louvers</i>) dan pintu secara otomatis menutup	20
3	Mengatur metoda konstruksi dan bahan yang digunakan untuk melindungi perembesan langsung serta perembesan membran pada penghalang asap	20
4	Mengatur metoda konstruksi dan bahan yang digunakan untuk melindungi sambungan-sambungan pada keliling partisi asap pada lantai atau geladak atap (<i>roof deck</i>), atau dinding luar	20
5	Mengatur metoda konstruksi dan bahan yang digunakan untuk melindungi bukaan pemindah udara serta bukaan pemindah udara harus dilengkapi dengan <i>dampers</i> asap	20
Jumlah		100

8. Penghalang asap
 - a. Penahan asap harus menerus pada tiap level lantai, pada tiap dinding luar, pada tiap penahan asap, atau kombinasi lainnya.

- b. Penggunaan penahan api sebagai penahan asap diperbolehkan jika sesuai dengan persyaratan.
- c. Pintu penahan asap menutupi bukaan pintu dan memiliki celah minimum untuk kelancaran operasi pintu.
- d. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi saluran udara di penahan asap.
- e. Memilih metoda konstruksi dan bahan yang akan digunakan untuk melindungi penetrasi langsung dan penetrasi membran dari penghalang asap.
- f. Memilih bahan dan metoda konstruksi yang akan digunakan untuk melindungi keliling penahan api dan sambungan.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek penghalang asap dapat dilihat pada Tabel 2.40.

Tabel 2.40 Pembobotan dari aspek penghalang asap (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Penahan asap harus menerus dari dinding luar ke dinding luar, dari lantai ke lantai atau dari penahan asap ke penahan asap atau kombinasinya	16,7
2	Suatu penahan api diperbolehkan digunakan sebagai penahan asap asalkan penahan api tersebut memenuhi persyaratan	16,7
3	Pintu-pintu penahan asap memiliki celah minimum untuk kelancaran operasi pintu dan tidak ada celah pada daun pintu	16,6
4	Mengatur metoda konstruksi dan bahan untuk melindungi jalur udara dan bukaan pemindah udara di penahan asap	16,6
5	Mengatur bahan dan metoda konstruksi yang digunakan untuk melindungi penahan asap baik melalui penetrasi langsung maupun penetrasi membran dari penahan asap	16,7
6	Mengatur bahan dan metoda konstruksi yang digunakan untuk melindungi sambungan dan pada keliling penahan api atau apabila penahan api bertemu dengan penahan api lainnya	16,7
Jumlah		100

9. Atrium

- a. Atrium tidak membuka langsung dengan ruang yg bersebelahan dengan penghalang api yang kekuatan api tidak kurang dari 1 jam terhadap proteksi bukaan.

- b. Diperbolehkan adanya akses menuju eksit dan eksit pelepasan di dalam atrium.
- c. Seluruh gedung wajib dilindungi menggunakan sistem *sprinkler* otomatis tersupervisi.
- d. Bangunan gedung perlu dilakukan analisa keteknikan untuk melindungi antar muka lapisan asap di atas bukaan tertinggi yang tidak dilindungi.
- e. Sistem kontrol asap yang memenuhi persyaratan diaktivasi oleh sistem *sprinkler* yang disyaratkan dan di kontrol manual oleh instansi pemadam kebakaran.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek atrium dapat dilihat pada Tabel 2.41.

Tabel 2.41 Pembobotan dari aspek atrium (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Atrium terpisah dengan ruang yang bersebelahan oleh penghalang api dengan tingkat kekuatan api tidak kurang dari 1 jam	20
2	Akses ke eksit dan eksit pelepasan dibolehkan di dalam atrium	20
3	Seluruh gedung dilindungi menggunakan sistem <i>sprinkler</i> otomatis tersupervisi	20
4	Analisa keteknikan dilakukan untuk memberitahu bangunan gedung sudah dirancang untuk menjaga antar lapisan asap di atas bukaan tertinggi yang tidak dilindungi	20
5	Jika sistem pengatur asap sesuai analisa keteknikan dipasang untuk memenuhi persyaratan, sistem tersebut diaktivasi menurut independen oleh sistem <i>sprinkler</i> yang disyaratkan dan pengatur manual yang mudah dijangkau oleh instansi pemadam kebakaran	20
Jumlah		100

2.2.4 Sistem Proteksi Aktif

Definisi sistem proteksi aktif menurut Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26 (2008) tentang persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan ialah sistem proteksi kebakaran yang lengkap terdiri atas sistem pendeteksian kebakaran baik manual ataupun otomatis, sistem pemadam kebakaran berbasis air (*sprinkler*, pipa tegak dan slang kebakaran), serta sistem pemadam kebakaran berbasis bahan kimia seperti APAR dan pemadam khusus.

Beberapa aspek yang harus ada dalam sistem proteksi aktif pada bangunan gedung diantaranya sebagai berikut.

1. Sistem pipa tegak
 - a. Bangunan gedung wajib dilengkapi dengan sistem pipa tegak kelas I jika salah satu kondisi pada persyaratan terpenuhi.
 - b. Sistem pipa tegak wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek sistem pipa tegak dapat dilihat pada Tabel 2.42.

Tabel 2.42 Pembobotan dari aspek sistem pipa tegak (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Bangunan gedung dilengkapi menggunakan Sistem Pipa Tegak Kelas I, bila salah satu menurut kondisi berikut : lebih dari tiga tingkat diatas tanah, lebih dari 15 m di atas tanah dan ada balkon, lebih dari satu tingkat di bawah tanah, lebih dari 6 m di bawah tanah	50
2	Sistem pipa tegak harus diperiksa, diuji, dan dipelihara	50
Jumlah		100

2. Sistem *sprinkler* otomatis
 - a. Gedung bertingkat tinggi wajib diproteksi dengan sistem *sprinkler* otomatis.
 - b. Sistem *sprinkler* wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara.
 - c. Pemberian label untuk mengetahui suatu sistem telah dihentikan pengoperasiannya (pelemahan/penurunan kinerja sistem).

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek sistem *sprinkler* otomatis dapat dilihat pada Tabel 2.43.

Tabel 2.43 Pembobotan dari aspek sistem *sprinkler* otomatis (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Seluruh gedung bertingkat dilindungi menggunakan sistem <i>sprinkler</i> otomatis secara menyeluruh	33,4
2	Sistem <i>sprinkler</i> wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara	33,3
3	Pelabelan dipasangkan untuk menginformasikan bahwa suatu sistem ataupun bagian dari sistem sudah dihentikan pengoperasiannya (Pelemahan/Penurunan Kinerja Sistem)	33,3
Jumlah		100

3. Pompa pemadam kebakaran
 - a. Pompa pemadam, penggerak, dan kontrol wajib dilindungi dari bahaya gangguan layanan.
 - b. Jika katup dipasang maka harus diawasi.
 - c. Motor penggerak di cek tidak kurang dari 1 kali dalam seminggu hingga temperature jalan normal.
 - d. Semua indikator alarm harus dapat terlihat dan indikator berbentuk lampu harus dapat di jangkau untuk kemudahan penggantian.
 - e. Pertimbangan menyediakan suku cadang penting yang tidak bisa didapatkan segera.
 - f. Pompa pemadam kebakaran wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara sesuai standar sistem proteksi kebakaran berbasis air menurut SNI-03-6570-2001 tentang instalasi pompa yang dipasang tetap untuk proteksi kebakaran.
 - g. Uji fungsional dilakukan pada penggantian komponen yang tidak berpengaruh terhadap unjuk kerja untuk memastikan perakitan ulang dan pemasangan telah dilakukan dengan benar, serta uji ulang dilakukan oleh petugas berkualifikasi yang disetujui OBS pada penggantian komponen yang berpengaruh terhadap unjuk kerja.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek pompa pemadam kebakaran dapat dilihat pada Tabel 2.44.

Tabel 2.44 Pembobotan dari aspek pompa pemadam kebakaran (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Penggerak dan pompa pemadam kebakaran dilindungi dari gangguan layanan akibat bencana alam dan tindak kejahatan	14,3
2	Pengawasan, jika menggunakan katup keluar, katup hisap, katup isolasi dan katup <i>bypass</i> pada pencegah aliran balik	14,3
3	Pengecekan motor penggerak tidak kurang dari 1 kali seminggu dan pengoperasian tidak kurang dari 30 menit hingga temperatur normal	14,3
4	Seluruh indikator alarm visual (kasat mata) harus mudah terlihat untuk menginformasikan jika peralatan kontrol di posisi otomatis. Jika indikator berbentuk lampu harus mudah dijangkau untuk penggantian komponen	14,3

Tabel 2.44 Pembobotan dari aspek pompa pemadam kebakaran (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)(Lanjutan)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
5	Pertimbangan cadangan untuk suku cadang dan perkakas khusus yang tidak bisa didapatkan segera	14,3
6	Dilakukan pemeriksaan, pengujian, serta pemeliharaan pompa pemadam kebakaran sesuai ketentuan, Sistem Proteksi Kebakaran Berbasis Air	14,3
7	Penggantian komponen yang tidak berpengaruh dengan kinerja, seperti poros, maka hanya dibutuhkan uji fungsional untuk memastikan jika pompa perakitan-ulang (<i>re-assembly</i>) dan pemasangan (<i>installation</i>) sudah dilaksanakan dengan benar. Jika komponen penggantian berpengaruh terhadap kinerja, seperti rotor, torak, dan sebagainya, maka uji-ulang (<i>retest</i>) harus dilakukan oleh petugas yang berkualifikasi yang disetujui OBS	14,2
Jumlah		100

4. Penyediaan air

- a. Jaringan pipa utama layanan wajib dipasang pada kebakaran *private*.
- b. Peralatan pencegah aliran balik wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara sesuai standar sistem proteksi kebakaran berbasis air menurut SNI-03-3989-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sistem *sprinkler* otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.
- c. Jaringan pipa layanan wajib diperiksa, diuji, dan dipelihara untuk mendapatkan hasil tingkat unjuk kerja.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek penyediaan air dapat dilihat pada Tabel 2.45.

Tabel 2.45 Pembobotan dari aspek penyediaan air (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Jaringan pipa utama pada layanan kebakaran <i>private</i> harus dipasang	33,4
2	Pemeriksaan, pengujian, dan pemeliharaan peralatan pencegah aliran balik (<i>backflow prevention devices</i>) harus sesuai dengan ketentuan Sistem Proteksi Kebakaran Berbasis Air	33,3
3	Pemeriksaan, pengujian, dan pemeliharaan jaringan pipa layanan pemadaman kebakaran <i>private</i> sekurang-kurangnya dapat menghasilkan tingkat kinerja dan perlindungan sebagaimana rancangan	33,3
Jumlah		100

5. Alat pemadam api ringan (APAR)
 - a. APAR wajib memiliki label atau indikator serupa yang di tempelkan untuk memberikan informasi.
 - b. Penentuan APAR dipilih sesuai karakter kebakaran dan faktor lainnya untuk situasi yang diberikan, serta pembatasan APAR jenis halogen dengan bahan bersih untuk pemadaman tanpa merusak peralatan.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek alat pemadam api ringan dapat dilihat pada Tabel 2.46.

Tabel 2.46 Pembobotan dari aspek alat pemadam api ringan (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Pelabelan pada APAR atau indikator yang lain untuk memberikan informasi	50
2	Pemilihan APAR untuk karakter, konstruksi dan hunian dari harta benda individual kebakaran yang diantisipasi pada segala situasi atau bahaya yang akan diproteksi, keadaan suhu udara luar (<i>ambient</i>), dan faktor faktor lainnya. Pembatasan APAR jenis halogen dengan bahan bersih untuk pemadaman tanpa merusak peralatan	50
Jumlah		100

6. Sistem deteksi, alarm kebakaran dan sistem komunikasi
 - a. Pengaturan ulang pada peralatan ke kondisi normal wajib diatur ulang setelah pengujian dan dicatat.
 - b. Sistem deteksi, alarm kebakaran, dan sistem komunikasi yang dipasang harus sesuai dengan standar yang berlaku.
 - c. Seluruh sistem dan komponen harus disetujui sesuai tujuan pemasangan.
 - d. Memiliki program pemeliharaan dan pengujian untuk menjamin mutu operasional pada sistem alarm kebakaran.
 - e. Pelaporan ke OBS jika suatu sistem alarm kebakaran bukan dalam keadaan operasional lebih dari 4 jam dalam periode 24 jam.
 - f. Memfasilitasi fungsi untuk pemberitahuan, pengujian, dan pengendalian yang berkinerja untuk sistem alarm kebakaran yang lengkap.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek sistem deteksi, alarm kebakaran dan sistem komunikasi dapat dilihat pada Tabel 2.47.

Tabel 2.47 Pembobotan dari aspek sistem deteksi, alarm kebakaran dan sistem komunikasi (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Sinyal alarm manual	8,4
2	Sinyal alarm otomatis	8,4
3	Pengamatan kondisi abnormal	8,4
4	Aktivasi sistem pemadaman	8,3
5	Aktivasi fungsi keselamatan	8,3
6	Aktivasi peralatan notifikasi alarm	8,3
7	Komunikasi suara/alarm darurat	8,4
8	Layanan patroli petugas	8,3
9	Sistem pemantauan untuk proses	8,3
10	Aktivasi sinyal di luar gedung	8,3
11	Sistem yang terintegrasi	8,3
12	Pemutaran dan penyetelan ulang ke kondisi operasi normal dilakukan sesegera mungkin setiap pengujian pada keseluruhan peralatan. Pencatatan untuk menunjukkan tanggal, waktu, dan jenis pada keseluruhan sinyal pengujian yang diterima	8,3
Jumlah		100

7. Ventilasi mekanik dan sistem pengendalian asap
 - a. Seluruh cerobong udara dan ventilasi mekanik yang terbuat dari bahan tidak mudah terbakar harus sesuai dengan standar.
 - b. Bangunan gedung yang memiliki tinggi melebihi 24 meter maka tangga kebakaran internal untuk pemadaman kebakaran harus dipresurisasi sesuai standar yang berlaku.
 - c. Pengawasan asap tezona pada gedung harus sesuai dengan standar.
 - d. Ven asap harus cukup didistribusikan sepanjang bismen dan lubang pembuangannya harus mudah dicapai selama operasi pemadaman kebakaran dan penyelamatan, serta jika bismen digunakan sebagai tempat parkir maka sebuah sistem pembilasan asap harus tersedia.
 - e. Ruang atrium pada gedung harus memiliki sistem pengawasan asap.

- f. Sistem pengendalian asap yang dirancang secara teknik harus dalam bentuk sistem ventilasi asap baik secara alami atau mekanik, serta sistem perputaran asap alami tidak digunakan bersama-sama dengan sistem perputaran asap mekanik dan gedung yang menggunakan sistem perputaran asap dilindungi dengan sistem *sprinkler* otomatis.

Analisis pembobotan dengan menggunakan perhitungan dan perincian bobot pada aspek ventilasi mekanik dan sistem pengendalian asap dapat dilihat pada Tabel 2.48.

Tabel 2.48 Pembobotan dari aspek ventilasi mekanik dan sistem pengendalian asap (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Tata Udara & Sistem Ventilasi Mekanik	16,7
2	Presurisasi Untuk Tangga Kebakaran	16,7
3	Pengendalian Asap Terzona Dalam Bangunan gedung	16,7
4	Sistem Pengendalian Asap Bismen	16,6
5	Sistem Pengendalian Asap Atrium	16,6
6	Sistem Pengendalian Asap	16,7
Jumlah		100

Menurut penjabaran aspek-aspek penilaian diatas dapat diketahui 16 aspek pokok terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung yang terdiri dari 9 aspek pada sistem proteksi pasif yaitu konstruksi, pasangan konstruksi tahan api, pintu dan jendela tahan api, bahan pelapis interior, (kelengkapan, perabot, dekorasi, dan bahan pelapis yang diberi perlakuan), penghalang api, partisi penghalang asap, penghalang asap, atrium dan 7 aspek pada sistem proteksi aktif yaitu sistem pipa tegak, sistem *sprinkler* otomatis, pompa pemadam kebakaran, penyediaan air, alat pemadam api ringan (APAR), (sistem deteksi, alarm kebakaran, dan sistem komunikasi), ventilasi mekanik dan sistem pengendalian asap, serta dilengkapi dengan pembobotan yang dapat dilihat pada Tabel 2.49 dan Tabel 2.50.

Tabel 2. 49 Pembobotan dari aspek pokok sistem proteksi pasif (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Pokok	Bobot (%)
1	Konstruksi	10
2	Pasangan konstruksi tahan api	10
3	Pintu dan jendela tahan api	10
4	Bahan pelapis interior	10

Tabel 2. 49 Pembobotan dari aspek pokok sistem proteksi pasif (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)(Lanjutan)

No	Aspek Pokok	Bobot (%)
5	Kelengkapan, perabot, dekorasi, dan bahan pelapis yang diberi perlakuan	10
6	Penghalang api	15
7	Partisi penghalang asap	15
8	Penghalang asap	15
9	Atrium (kecuali dilarang, atrium dibolehkan)	5
Jumlah		100

Tabel 2.50 Pembobotan dari aspek pokok sistem proteksi aktif (Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26, 2008)

No	Aspek Pokok	Bobot (%)
1	Sistem pipa tegak	15
2	Sistem <i>sprinkler</i> otomatis	15
3	Pompa pemadam kebakaran	15
4	Penyediaan air	10
5	Alat pemadam api ringan (APAR)	15
6	Sistem deteksi, alarm kebakaran, dan sistem komunikasi	15
7	Ventilasi mekanik dan sistem pengendalian asap	15
Jumlah		100

2.2.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data merupakan suatu cara untuk mengolah data menjadi informasi dan mendeskripsikan data agar data tersebut mudah dipahami, serta menghitung data hasil observasi yang telah dilakukan pada suatu bangunan gedung untuk memperoleh hasil dan kesimpulan penelitian berdasarkan data yang didapatkan. Metode analisis data tersebut memiliki beberapa komponen penelitian untuk perhitungan yang telah ditentukan dan untuk lebih jelasnya, uraian komponen penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kriteria Penilaian

Keadaan suatu komponen atau bagian bangunan gedung yang harus dinilai atau dievaluasi tingkat keandalan dan nilai keandalannya. Tingkat keandalan ialah suatu penilaian keandalan atau keadaan sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dengan menggunakan huruf (abjad) dan nilai keandalan ialah suatu penilaian keandalan atau keadaan sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dengan menggunakan skala angka 0-100.

Nilai kondisi komponen proteksi kebakaran bangunan gedung dibagi menjadi tiga bagian, yaitu B (Baik), C (Cukup), K (Kurang) dan ekuivalensi nilai B (>80-100), C (60-80), K (<60). Tingkat keandalan dan nilai keandalan dapat dilihat pada Tabel 2.51.

Tabel 2.51 Tingkat keandalan dan nilai keandalan (Badan Litbang Pekerjaan Umum No.11, 2005)

Kesesuaian Komponen	Tingkat Keandalan	Nilai Keandalan
Sesuai persyaratan dan ketentuan yang berlaku	Baik (B)	> 80 -100
Terpasang, namun beberapa bagian instalasi tidak sesuai persyaratan dan ketentuan yang berlaku	Cukup (C)	60 – 80
Tidak sesuai persyaratan dan ketentuan yang berlaku	Kurang (K)	< 60

2. Nilai pembobotan

Nilai pembobotan ialah suatu penilaian bobot pada aspek sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dengan menggunakan nilai bobot dalam bentuk persentase yang telah ditentukan dalam Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum No.26 (2008) mengenai sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif pada bangunan gedung. Untuk penilaian bobot pada masing-masing aspek ditentukan oleh peneliti berdasarkan tingkat kepentingan (*urgent*) dari suatu aspek. Nilai pembobotan yang telah ditentukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.33 sampai Tabel 2.50.

3. Nilai kondisi

Nilai kondisi ialah hasil dari perhitungan nilai pembobotan dengan nilai keandalan pada masing-masing aspek sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung, perhitungan nilai kondisi dapat dilihat pada Persamaan 3.1 berikut.

$$\text{Nilai kondisi} = \frac{\text{nilai keandalan} \times \text{nilai bobot (\%)}}{100} \dots\dots\dots (3.1)$$

4. Nilai keandalan sistem *sprinkler* otomatis

Nilai keandalan sistem *sprinkler* otomatis ialah hasil dari perhitungan nilai keandalan sistem proteksi aktif pada aspek sistem *sprinkler* otomatis, perhitungan nilai keandalan sistem *sprinkler* otomatis dapat dilihat pada Persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Nilai kondisi} = \frac{\text{Jumlah ruangan dilengkapi } \textit{sprinkler}}{\text{Total ruangan}} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.2)$$