

TESIS

**PENILAIAN TINGKAT PELAYANAN (*LEVEL OF SERVICE*)
KESELAMATAN KEBAKARAN PADA GEDUNG DR.
SOEKIMAN WIRJOSANDJOJO UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**

***ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SERVICE OF FIRE SAFETY
IN THE DR. SOEKIMAN WIRJOSANDJOJO BUILDING AT
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA***

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



**Merisa Ayu Pramesti
24914011**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**PENILAIAN TINGKAT PELAYANAN (*LEVEL OF SERVICE*)
KESELAMATAN KEBAKARAN PADA GEDUNG DR.
SOEKIMAN WIRJOSANDJOJO UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Dosen Pembimbing Utama

Tanggal

HALAMAN PENGESAHAN

PENILAIAN TINGKAT PELAYANAN (*LEVEL OF SERVICE*) KESELAMATAN KEBAKARAN PADA GEDUNG DR. SOEKIMAN WIRJOSANDJOJO UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Disusun oleh

Merisa Ayu Pramesti
24914011

Telah diuji di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal: 8 Mei 2026

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Magister Teknik Sipil

Diuji pada Tanggal
Oleh Dewan Penguji:

Dosen Pembimbing Utama

(Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM)

Penguji 1

(Dr. Ir. Rossy Army M., S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.)

Penguji 2

(Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D)

Yogyakarta, **09 JUN 2026**

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil – Program Magister
Ketua Program



(Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T)

PERNYATAAN

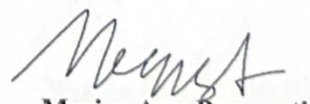
Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Dalam proses penyusunan karya tulis ini, penulis menggunakan bantuan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), termasuk ChatGPT, secara terbatas sebagai alat bantu dalam penyusunan kalimat, pengembangan ide, serta pengecekan bahasa. Namun demikian, seluruh substansi, analisis, pengolahan data, dan kesimpulan dalam penelitian ini sepenuhnya merupakan hasil pemikiran dan tanggung jawab penulis.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan kesalahan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 April 2026

Yang membuat pernyataan,




Merisa Ayu Pramesti
NIM 24914011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis dengan judul *Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia*. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, serta kerangka teori dan metodologi yang akan digunakan dalam penelitian tesis nantinya.

Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM, yang senantiasa membimbing dan memotivasi saya dalam penulisan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Magister Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan dukungan dan arahan selama penulis menempuh studi magister.
3. Bapak Dr. Ir. Rossy Armyn M., S.T., M.T., IPM. dan Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. Purnomo Soekirno yang telah menjadi mentor saya selama menempuh studi magister.
5. Bapak Melky Aliandri, S.T., M.B.A. yang telah memberikan ruang untuk berdiskusi, serta Bapak Yasmin Darmin, Sukandar, dan Wahyudi yang telah bersedia menjadi rekan diskusi mengenai tesis ini, serta tim Provinces Indonesia lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis berharap agar tesis ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 2026

Penulis,


Merisa Ayu Pramesti
NIM 24914011

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ARTI NOTASI	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung	6
2.2 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif	7
2.2.1 Proteksi Aktif	9
2.2.2 Proteksi Pasif	10
2.3 Penilaian Risiko Kebakaran	11
2.3.1 Pendekatan Berbasis Kepatuhan dan Deskriptif	11
2.3.2 Pendekatan Berbasis Indeks dan Semi-Kuantitatif	12
2.3.3 Pendekatan Simulasi dalam Penilaian Risiko Kebakaran	13
2.4 Konsep <i>Level of Service</i> (LOS) dalam Manajemen Aset Bangunan	14

2.5	Manajemen dan Pemeliharaan Sistem Proteksi di Lingkungan Kampus	16
2.6	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan Sekarang	18
2.7	Sintesa	23
BAB III LANDASAN TEORI		26
3.1	Konsep Pelayanan Bangunan	26
3.1.1	<i>Facility Management</i>	28
3.1.2	<i>Building Maintenance</i>	31
3.2	Sistem Proteksi Kebakaran Gedung	33
3.2.1	Sistem Proteksi Kebakaran Aktif	34
3.2.2	Sistem Proteksi Kebakaran Pasif	37
3.2.3	Sarana Evakuasi dan Penyelamatan	40
3.3	Penilaian Risiko Metode <i>Fire Risk Index</i> (FRI)	42
3.3.1	Kerangka Kerja FRI	43
3.4	<i>Level of Service</i> (LOS)	54
3.4.1	Hubungan FRI dan tingkat pelayanan	58
3.4.2	Dasar interpretasi rasio FRI aktual terhadap FRI <i>baseline</i>	59
3.4.3	Penentuan dan kategori <i>Level of Service</i> (LOS)	60
3.5	Validasi Hasil Evaluasi melalui <i>Expert Judgement</i>	63
3.5.1	Definisi <i>Expert Judgement</i>	63
3.5.2	Kriteria Ahli dan Prosedur Pelaksanaan Validasi	64
3.5.3	Komponen Hasil Evaluasi yang Divalidasi	65
3.5.4	Analisis Hasil Validasi dan Penyempurnaan Hasil Evaluasi	66
3.5.5	Penyusunan Rekomendasi Teknis	67
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		69
4.1	Pendekatan dan Jenis Penelitian	69
4.2	Lokasi Penelitian	70
4.3	Bagan Alir Penelitian	71
4.4	Alat Penelitian	73
4.5	Sumber dan Jenis Data Penelitian	73

4.5.1 Data Primer	73
4.5.2 Data Sekunder	75
4.6 Metode Analisis	75
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	78
5.1 Gambaran Umum Objek Penelitian	78
5.2 Kondisi Eksisting Sistem Proteksi Kebakaran	83
5.2.1 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif	83
5.2.2 Sistem Proteksi Kebakaran Pasif	85
5.2.3 Sarana Evakuasi dan Penyelamatan	86
5.3 Penilaian <i>Level Of Service</i> dengan <i>Fire Risk Index</i>	87
5.3.1 Penentuan Profil Risiko Bangunan	88
5.3.2 <i>Fire safety Factors</i> (FSF)	89
5.3.3 <i>Protective Measures</i> (PM)	105
5.3.4 <i>Fire Hazard Index</i> (FHI)	108
5.3.5 <i>Fire Risk Index</i> (FRI)	112
5.3.6 Penentuan <i>Level of Service</i> (LOS)	114
5.4 Pembahasan Hasil Evaluasi Keselamatan Kebakaran	116
5.4.1 Interpretasi Tingkat Risiko Kebakaran Bangunan	116
5.4.2 Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Hasil Evaluasi	119
5.4.3 Keterkaitan Hasil Evaluasi dengan Kondisi Eksisting Bangunan	123
5.4.4 Keterbatasan Penerapan <i>Risk Index Method</i> pada Konteks Lokal	127
5.5 Validasi Hasil Evaluasi melalui <i>Expert Judgement</i>	132
5.6 Rekomendasi Teknis Peningkatan Sistem Keselamatan Kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo	137
5.6.1 Penguatan Manajemen Keselamatan Kebakaran	138
5.6.2 Peningkatan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif	139
5.6.3 Peningkatan Proteksi Pasif dan Sistem Evakuasi	141
5.6.4 Peningkatan Keselamatan pada Fasilitas Laboratorium	143

5.6.5 Peningkatan Fasilitas Evakuasi bagi Pengguna Berkebutuhan Khusus	144
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	146
6.1 Kesimpulan	146
6.2 Saran	147
DAFTAR PUSTAKA	149
LAMPIRAN	153

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini	18
Tabel 3.1 Karakteristik Material Tahan Api	40
Tabel 3.2 Profil Risiko	44
Tabel 3.3 <i>Baseline</i> Strategi Keselamatan Kebakaran berdasarkan Profil Risiko	44
Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran	45
Tabel 3.5 Bobot Faktor Keselamatan Kebakaran (W_i)	52
Tabel 3.6 Bobot Penilaian Bahaya Kebakaran (PH)	53
Tabel 3.7 Bobot Potensi Kebakaran Tahunan	54
Tabel 3.8 Klasifikasi Nilai Rasio	61
Tabel 5.1 Penilaian <i>Fire safety Factors</i> pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo	90
Tabel 5.2 Bobot Faktor Keselamatan Kebakaran (W_i) dengan Profil B2	106
Tabel 5.3 Perhitungan <i>Protective Measures</i> pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo	107
Tabel 5.4 Perhitungan <i>Protective Measures Baseline</i> untuk <i>Risk Profile</i> B2	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	70
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian	72
Gambar 5.1 Tampak depan Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo	78
Gambar 5.2 Tangga Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo	81
Gambar 5.3 Denah Gedung Baru Dr. Soekiman Wirjosandjojo	79
Gambar 5.4 Denah Gedung Lama Dr. Soekiman Wirjosandjojo	80
Gambar 5.5 <i>Manual Call Point</i> (MCP) dan <i>Alarm Bell</i>	83
Gambar 5.6 <i>Smoke Detector</i> dan <i>Heat Detector</i>	84
Gambar 5.7 Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan <i>Hydrant</i>	84
Gambar 5.8 Pompa Jockey	85
Gambar 5.9 Rambu Jalur Evakuasi	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Catatan Observasi Komponen Proteksi Kebakaran Gedung	154
Lampiran 2	Surat Pernyataan Verifikasi Data	156
Lampiran 3	Surat Keterangan Status Narasumber sebagai Karyawan PT. Provinces Indonesia	157
Lampiran 4	Surat Keterangan Keahlian Narasumber FGD di Bidang Keselamatan Kebakaran	158
Lampiran 5	Sertifikat Kompetensi Narasumber 1	159
Lampiran 6	Sertifikat Kompetensi Narasumber 2	161
Lampiran 7	Lembar Konsultasi	162
Lampiran 8	Denah Gedung Lama Dr. Soekiman Wirjosandjojo	170
Lampiran 9	Denah Gedung Baru Dr. Soekiman Wirjosandjojo	171

ARTI NOTASI

- FRI = *Fire Risk Index*, indeks risiko kebakaran bangunan.
- FHI = *Fire Hazard Index*, indeks bahaya kebakaran.
- PH = *Potential Hazard*, potensi bahaya kebakaran sesuai profil risiko bangunan.
- PM = *Protective Measures*, tingkat perlindungan kebakaran bangunan.
- W_i = bobot faktor keselamatan kebakaran ke-i.
- E_i = skor evaluasi faktor keselamatan kebakaran ke-i.
- F_i = faktor frekuensi kebakaran tahunan.
- LOS = *Level of Service*, tingkat pelayanan keselamatan kebakaran.
- FSF = *Fire safety Factors*, faktor-faktor keselamatan kebakaran.
- EORG = skor organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran.
- ELIM = skor pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar.
- EPAS = skor proteksi pasif.
- EDET = skor sistem deteksi dan alarm kebakaran.
- ESUP = skor sistem pemadaman kebakaran.
- ESC = skor pengendalian asap dan evakuasi.
- EMAI = skor pemeliharaan sistem proteksi kebakaran.
- EFB = skor intervensi pemadam kebakaran.
- WORG = bobot organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran.
- WLIM = bobot pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar.
- WPAS = bobot proteksi pasif.
- WDET = bobot sistem deteksi dan alarm kebakaran.
- WSUP = bobot sistem pemadaman kebakaran.
- WSC = bobot pengendalian asap dan evakuasi.
- WMAI = bobot pemeliharaan sistem proteksi kebakaran.
- WFB = bobot intervensi pemadam kebakaran.

ABSTRAK

Keselamatan kebakaran pada bangunan pendidikan merupakan aspek penting untuk melindungi jiwa, aset, dan keberlangsungan kegiatan akademik. Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia digunakan secara aktif oleh beberapa fakultas, sehingga memerlukan evaluasi tingkat pelayanan keselamatan kebakaran secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran, menilai tingkat risiko kebakaran menggunakan metode *Fire Risk Index* (FRI), menganalisis hasil evaluasi melalui *Expert Judgement*, serta menyusun rekomendasi teknis peningkatan sistem keselamatan kebakaran. Penelitian ini merupakan penelitian evaluatif dengan dukungan analisis kuantitatif dan kualitatif. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan *focus group discussion* (FGD) dengan dua praktisi, yaitu ahli *fire safety* dan ahli *green building*. Data sekunder diperoleh dari denah bangunan, dokumentasi lapangan, regulasi, dan literatur terkait. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan *Risk Index Method* untuk menghitung nilai *Protective Measures* (PM), *Fire Hazard Index* (FHI), dan *Fire Risk Index* (FRI), yang selanjutnya diinterpretasikan ke dalam *Level of Service* (LOS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung telah memiliki beberapa unsur proteksi kebakaran, namun masih terdapat keterbatasan pada sistem *sprinkler*, pemerataan deteksi, pengendalian asap, jalur evakuasi vertikal, dan proteksi pasif internal. Nilai PM sebesar 150,2, FHI sebesar 1,01, dan FRI sebesar 0,0141 menempatkan bangunan pada kategori LOS C. Rekomendasi teknis meliputi penguatan manajemen keselamatan kebakaran, peningkatan proteksi aktif dan pasif, sistem evakuasi, keselamatan laboratorium, serta fasilitas evakuasi bagi pengguna berkebutuhan khusus.

Kata kunci: keselamatan kebakaran, *Fire Risk Index*, *Level of Service*, bangunan pendidikan, rekomendasi teknis

ABSTRACT

Fire safety in educational buildings is essential to protect life, assets, and the continuity of academic activities. The Dr. Soekiman Wirjosandjojo Building at Universitas Islam Indonesia is actively used by several faculties; therefore, its fire safety level of service needs to be comprehensively evaluated. This study aims to identify the existing condition of the fire protection system, assess the building fire risk using the Fire Risk Index (FRI) method, analyze the evaluation results through expert judgment, and formulate technical recommendations for improving the building fire safety system. This study is an evaluative research supported by quantitative and qualitative analysis. Primary data were obtained through field observation and a focus group discussion (FGD) involving two practitioners, namely a fire safety expert and a green building expert. Secondary data were collected from building drawings, field documentation, regulations, and relevant literature. Quantitative analysis was conducted using the Risk Index Method to calculate the values of Protective Measures (PM), Fire Hazard Index (FHI), and Fire Risk Index (FRI), which were then interpreted into the Level of Service (LOS).

The results show that the building already has several fire protection elements, but limitations remain in the sprinkler system, detection coverage, smoke control, vertical evacuation routes, and internal passive protection. The calculated PM value of 150.2, FHI value of 1.01, and FRI value of 0.0141 place the building in the LOS C category. The proposed technical recommendations include strengthening fire safety management, improving active and passive protection, evacuation systems, laboratory safety, and evacuation facilities for users with special needs.

Keywords: *fire safety, Fire Risk Index, Level of Service, educational building, technical recommendations*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran bangunan merupakan ancaman serius terhadap keselamatan jiwa, aset, dan kelangsungan kegiatan. Di lingkungan perkotaan padat seperti Jakarta, insiden kebakaran dapat menimbulkan kerugian besar baik material maupun immaterial. Sebagai contoh, kebakaran yang terjadi di kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta tahun 2024 diduga akibat korsleting listrik yang menghanguskan sekitar 10% area Gedung Rektorat dan menimbulkan kerugian hingga Rp200 juta (Razak, 2024). Kejadian tersebut menunjukkan bahwa bangunan kampus pun rentan terhadap bahaya kebakaran, sehingga upaya pencegahan dan proteksi kebakaran di lingkungan akademik menjadi sangat penting dan mendesak.

Untuk mencegah dan menanggulangi kebakaran, setiap bangunan gedung wajib dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif sesuai standar keselamatan yang berlaku. Sistem proteksi aktif berfungsi secara langsung saat kebakaran, seperti detektor asap, alarm, *sprinkler*, *hidran*, APAR, sedangkan sistem proteksi pasif berperan membatasi penyebaran api dan asap melalui desain bangunan, seperti dinding dan pintu tahan api, kompartemenisasi, jalur evakuasi darurat. Regulasi di Indonesia seperti Permen PU No.26/PRT/M/2008 menegaskan pentingnya kedua sistem tersebut terintegrasi agar risiko kebakaran dapat ditekan semaksimal mungkin. Selain pemasangan, peraturan juga mengatur kewajiban pemilik bangunan untuk melakukan pemeliharaan rutin terhadap sistem proteksi kebakaran yang terpasang. Hal ini bertujuan memastikan setiap komponen proteksi selalu berfungsi optimal dalam mencegah maupun menanggulangi kebakaran.

Namun pada kenyataannya, masih banyak bangunan di Indonesia yang tingkat keselamatan kebakarannya belum memadai. Sebuah studi pada gedung-gedung bertingkat di Jakarta mengungkapkan hanya 42% bangunan yang sistem proteksi kebakarannya tergolong andal, sedangkan 40% lainnya kurang andal dan 18% tidak andal sama sekali Rahardjo & Prihanton (2020). Rendahnya keandalan

ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain terbatasnya akses bagi petugas pemadam dan kinerja buruk sistem proteksi aktif maupun pasif yang sering tidak berfungsi sesuai standar. Kondisi tersebut menunjukkan urgensi peninjauan kondisi *Level of Service* (LOS) keselamatan kebakaran pada bangunan-bangunan eksisting, terutama bangunan lama, agar dapat diidentifikasi kelemahannya dan diberikan perbaikan.

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo menaungi Fakultas Psikologi (FP), Fakultas Ilmu Sosial dan Budaya (FISB) serta Fakultas Kedokteran (FK). Gedung empat lantai ini termasuk bangunan lama, sehingga kemungkinan belum sepenuhnya memenuhi standar proteksi kebakaran terbaru. Selain itu, sebagai gedung akademik yang dihuni banyak civitas (mahasiswa, dosen, staff) dengan berbagai aktivitas, risiko kebakaran di gedung ini perlu ditinjau secara komprehensif. Peninjauan kondisi sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif di Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo menjadi penting untuk memastikan keselamatan penghuni dan kelangsungan kegiatan belajar mengajar.

Penelitian ini menggunakan *Fire Risk Index* (FRI) sebagai model kuantitatif untuk menilai tingkat risiko kebakaran dan kinerja sistem keselamatan gedung. Nilai FRI yang diperoleh akan diinterpretasikan menjadi *Level of Service* (LOS), yaitu kategori tingkat pelayanan keselamatan kebakaran. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang tidak hanya menilai kepatuhan terhadap standar, tetapi juga menunjukkan tingkat pelayanan keselamatan gedung secara utuh. Hasil penelitian diharapkan mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap LOS keselamatan kebakaran serta memberikan rekomendasi teknis untuk peningkatan sistem proteksi aktif dan pasif di Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan ke dalam pertanyaan berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo?
2. Bagaimana hasil perhitungan *Fire Risk Index* (FRI) pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo?
3. Bagaimana penentuan nilai *Level of Service* (LOS) keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berdasarkan hasil perhitungan *Fire Risk Index* (FRI)?
4. Rekomendasi teknis apa yang dapat diberikan untuk meningkatkan sistem keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo.
2. Menghitung nilai *Fire Risk Index* (FRI) pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berdasarkan penilaian terhadap faktor-faktor keselamatan kebakaran bangunan.
3. Menentukan nilai *Level of Service* (LOS) keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berdasarkan hasil perhitungan *Fire Risk Index* (FRI).
4. Menyusun rekomendasi teknis peningkatan sistem keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting, nilai FRI, dan nilai LOS.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoretis maupun praktis, baik bagi dunia akademik maupun pihak-pihak terkait dalam pengelolaan bangunan gedung:

1. Manfaat akademis

Menambah khasanah keilmuan di bidang keselamatan kebakaran bangunan, khususnya melalui penerapan metode *Fire Risk Index* dalam evaluasi kinerja keselamatan gedung. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi peneliti atau akademisi lain yang mengkaji penilaian risiko kebakaran dan *Level of Service* keselamatan pada bangunan gedung, terutama bangunan fasilitas pendidikan.

2. Manfaat praktis

Memberikan masukan bagi pihak pengelola aset universitas secara umum mengenai kondisi aktual sistem proteksi kebakaran di lapangan. Rekomendasi teknis yang dihasilkan dapat dijadikan dasar perencanaan peningkatan sarana proteksi kebakaran (aktif maupun pasif) serta perbaikan prosedur pemeliharaan di gedung tersebut untuk ke depan. Dengan implementasi rekomendasi, tingkat keselamatan penghuni dan aset di lingkungan Fakultas Psikologi, FISB, dan FK diharapkan meningkat.

3. Manfaat regulasi dan keselamatan publik

Temuan terkait kesenjangan pemenuhan standar keselamatan kebakaran dapat menjadi masukan bagi regulator atau instansi terkait.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini terarah dan dapat dilakukan secara mendalam, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia dan tidak mencakup bangunan lain di lingkungan kampus.
2. Aspek yang dikaji meliputi kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran aktif, sistem proteksi kebakaran pasif, serta sarana evakuasi dan penyelamatan pada bangunan.
3. Penilaian risiko kebakaran dilakukan menggunakan *Risk Index Method* berdasarkan delapan *Fire Safety Factors* yang digunakan untuk menghitung nilai *Protective Measures (PM)*, *Fire Hazard Index (FHI)*, dan *Fire Risk Index (FRI)*.

4. Penelitian ini tidak melakukan simulasi kebakaran, simulasi evakuasi, maupun pemodelan numerik terhadap pergerakan api, asap, atau penghuni bangunan.
5. Nilai *FRI* dalam penelitian ini diinterpretasikan lebih lanjut ke dalam kategori *Level of Service (LOS)* sebagai kerangka analitis untuk menggambarkan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan.
6. Validasi dilakukan melalui *Expert Judgement* dengan melibatkan praktisi yang memiliki pengalaman pada bidang keselamatan bangunan. Validasi ini digunakan untuk memperoleh masukan terhadap kewajaran hasil evaluasi dan rekomendasi, bukan untuk menyusun metode penilaian baru.
7. Rekomendasi yang diberikan bersifat teknis konseptual dan tidak mencakup perencanaan detail, gambar desain teknis, spesifikasi pelaksanaan, maupun estimasi biaya.
8. Hasil penelitian menggambarkan kondisi bangunan pada saat pengambilan data dilakukan. Perubahan kondisi bangunan setelah periode penelitian tidak termasuk dalam cakupan analisis.

.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung

Keselamatan kebakaran pada bangunan gedung merupakan bagian dari kinerja dasar bangunan yang bertujuan melindungi jiwa, mengurangi kerusakan fisik, menjaga keberlangsungan fungsi bangunan, serta menekan kerugian sosial-ekonomi akibat kebakaran. Dalam kajian keselamatan bangunan, kebakaran tidak lagi dipahami semata sebagai peristiwa teknis yang berkaitan dengan nyala api, melainkan sebagai gangguan terhadap fungsi bangunan, keamanan penghuni, dan keandalan operasional aset. Oleh sebab itu, keselamatan kebakaran perlu dipahami secara menyeluruh, meliputi kemampuan bangunan untuk mencegah timbulnya api, memperlambat penyebaran api dan asap, menyediakan waktu evakuasi yang memadai, serta mendukung upaya pemadaman dan pemulihan setelah kejadian Rahardjo & Prihanton (2020). Pada bangunan publik, khususnya fasilitas pendidikan, aspek ini juga berkaitan erat dengan mutu pelayanan karena kegagalan sistem kebakaran dapat langsung menurunkan rasa aman, mengganggu keberlangsungan aktivitas, dan melemahkan kepercayaan pengguna terhadap pengelola bangunan.

Kodur dkk. (2020) menegaskan bahwa bahaya kebakaran pada bangunan dibentuk oleh interaksi antara beban kebakaran, karakteristik material, perilaku penghuni, sistem proteksi, dan strategi manajemen keselamatan. Hal ini sejalan dengan Rahardjo & Prihanton (2020) yang menunjukkan bahwa persoalan keselamatan kebakaran pada bangunan tinggi tidak hanya ditentukan oleh keberadaan komponen teknis, tetapi juga oleh kemudahan akses petugas, kondisi sarana pendukung, serta kinerja sistem aktif dan pasif yang kerap belum memenuhi standar. Di Indonesia, Ratnayanti dkk. (2019) dan Saugani dkk. (2020) memperlihatkan bahwa bangunan pendidikan dapat terlihat telah memiliki sarana proteksi, namun belum tentu memenuhi kecukupan, keandalan, maupun mutu pengelolaan yang diperlukan untuk menjamin keselamatan secara nyata. Temuan

tersebut menunjukkan bahwa keselamatan kebakaran harus dipandang sebagai kinerja sistem yang utuh, bukan sekadar daftar keberadaan komponen.

Pada bangunan pendidikan dan kampus, risiko kebakaran menjadi lebih kompleks karena kepadatan penghuni berubah mengikuti jam perkuliahan, kegiatan laboratorium, pertemuan, dan aktivitas administratif. Gao dkk. (2023) menunjukkan bahwa pola persebaran penghuni dan penggunaan ruang pada waktu yang berbeda dapat mengubah kebutuhan jalur evakuasi serta memperpanjang waktu evakuasi apabila tidak diantisipasi dalam skenario darurat. J. Wang dkk. (2025) juga menekankan bahwa bangunan pengajaran memiliki faktor-faktor khusus, terutama kepadatan tangga, konfigurasi ruang, dan pengaruh antrean, yang sangat menentukan keberhasilan evakuasi. Temuan tersebut penting bagi penelitian pada gedung universitas karena menegaskan bahwa keselamatan kebakaran merupakan hasil interaksi antara desain fisik, sistem proteksi, pola pemanfaatan ruang, dan kemampuan manajemen layanan darurat.

Selain itu, keselamatan kebakaran semakin dipahami sebagai bagian dari manajemen kinerja aset bangunan. K.-C. Wang dkk. (2022) menemukan adanya korelasi yang kuat antara tingkat pemeliharaan dan tingkat keselamatan pada fasilitas pendidikan maupun publik. Barua dkk. (2024) kemudian memperluas gagasan ini dengan menempatkan manajemen risiko kebakaran secara proaktif ke dalam siklus hidup konstruksi dan pengelolaan bangunan. Keselamatan kebakaran pada bangunan gedung tidak cukup dibahas pada tahap desain atau kepatuhan awal saja, melainkan harus dipandang sebagai kinerja berkelanjutan yang menuntut pemantauan, evaluasi, dan intervensi perbaikan secara terus-menerus. Perspektif ini menjadi landasan penting bagi penelitian ini untuk menilai mutu pelayanan keselamatan kebakaran sebagai bagian dari performa bangunan, bukan sekadar audit administratif.

2.2 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif

Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung pada dasarnya terdiri atas dua kelompok utama, yaitu proteksi aktif dan proteksi pasif, yang harus bekerja secara terpadu bersama elemen manajemen keselamatan kebakaran. Proteksi aktif

berfungsi mendeteksi, memperingatkan, mengendalikan, atau memadamkan kebakaran melalui perangkat yang memerlukan respons atau aktivasi tertentu. Sebaliknya, proteksi pasif berfungsi membatasi penjararan api dan asap, menjaga stabilitas bangunan, serta menyediakan kondisi evakuasi yang lebih aman tanpa selalu bergantung pada aktivasi mekanis. Kodur dkk. (2020) serta Rahardjo & Prihanton (2020) menekankan bahwa efektivitas keselamatan kebakaran tidak terletak pada salah satu subsistem saja, melainkan pada keterpaduan antarkomponen dalam melindungi penghuni dan menjaga keberlangsungan fungsi bangunan.

Dalam penerapannya, perbedaan antara proteksi aktif dan proteksi pasif terutama berguna untuk kepentingan analisis. Pada kenyataannya, kedua sistem tersebut harus saling melengkapi. Ratnayanti dkk. (2019) menunjukkan bahwa mutu perlindungan kebakaran pada bangunan sekolah tidak dapat dinilai hanya dari satu kelompok komponen, karena kecukupan sistem aktif harus dibaca bersama kualitas sistem pasifnya. Temuan serupa terlihat dalam kajian Saugani dkk. (2020) dan Refly et al. (2024), yang memperlihatkan bahwa rendahnya mutu pengelolaan, pengawasan, dan pemeliharaan dapat Refly dkk. (2024) menyebabkan sistem proteksi kehilangan fungsi pelayanannya, walaupun sebagian komponen secara fisik tersedia. Oleh karena itu, evaluasi sistem proteksi kebakaran dalam penelitian ini tidak cukup berhenti pada pemeriksaan ketersediaan komponen, tetapi juga harus mencerminkan kemampuan sistem tersebut dalam memberikan pelayanan keselamatan yang andal kepada pengguna bangunan.

Selain itu, literatur terbaru juga menunjukkan adanya pergeseran dari pendekatan inspeksi statis menuju pendekatan kinerja yang terintegrasi. K.-C. Wang dkk. (2022) mengembangkan kerangka yang menyatukan indikator pemeliharaan dan indikator keselamatan karena keduanya terbukti saling berkorelasi pada fasilitas publik dan pendidikan. Barua dkk. (2024) bahkan menempatkan proteksi kebakaran sebagai bagian dari manajemen risiko proaktif sejak tahap perencanaan, konstruksi, hingga operasi bangunan. Perkembangan ini penting bagi penelitian ini karena menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran seharusnya dipahami sebagai sistem pelayanan yang dinilai berdasarkan

ketersediaan, keandalan, kecukupan, pengelolaan, serta kemampuannya merespons profil risiko bangunan.

2.2.1 Proteksi Aktif

Proteksi aktif adalah sistem yang dirancang untuk memberikan respons langsung ketika muncul indikasi atau kejadian kebakaran. Komponen yang umumnya termasuk dalam proteksi aktif antara lain alat pemadam api ringan (APAR), *hydrant*, detektor panas atau asap, alarm kebakaran, *sprinkler*, dan perangkat lain yang membantu deteksi dini maupun pemadaman awal. Secara konseptual, fungsi proteksi aktif adalah mempercepat identifikasi bahaya, memberi sinyal kepada penghuni, dan menahan pertumbuhan kebakaran agar waktu evakuasi tetap tersedia dalam batas aman Kodur dkk. (2020). Karena bergantung pada kesiapan perangkat, pasokan energi, pemeliharaan, dan kedisiplinan pengelolaan, proteksi aktif sangat rentan mengalami penurunan kinerja apabila tidak diuji dan dirawat secara berkala.

Persoalan proteksi aktif sering kali tidak terletak pada keberadaan perangkat semata, tetapi pada kesiapan fungsinya saat dibutuhkan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran pada fasilitas pendidikan dan laboratorium masih menghadapi kelemahan dalam pemenuhan standar, pengelolaan, dan keandalan operasional Refly dkk. (2024). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan perangkat secara nominal belum otomatis menghasilkan tingkat perlindungan yang memadai bagi penghuni.

Saugani dkk. (2020) menegaskan bahwa gedung kampus dengan potensi bahan mudah terbakar tetap menghadapi risiko tinggi apabila pengelolaan, pengawasan, dan pengendalian proteksi kebakaran tidak dijalankan dengan baik. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa proteksi aktif perlu dipahami sebagai bagian dari sistem operasional yang melibatkan inspeksi, supervisi, pengujian, dan tindak lanjut perbaikan. Pendekatan ini juga sejalan dengan Brzezińska & Bryant (2021) yang menempatkan faktor-faktor proteksi dalam kerangka indeks risiko kebakaran, sehingga tiap komponen dapat dinilai kontribusinya terhadap tingkat keselamatan keseluruhan bangunan. Bagi penelitian ini, proteksi aktif bukan hanya

unsur check-list, tetapi salah satu penentu utama skor risiko dan kualitas layanan keselamatan yang diterima pengguna gedung.

2.2.2 Proteksi Pasif

Proteksi pasif adalah bagian dari bangunan yang berfungsi menahan penjarangan api dan asap, menjaga kestabilan struktur selama periode tertentu, serta mendukung proses penyelamatan jiwa tanpa bergantung pada aktivasi mekanis. Komponen proteksi pasif meliputi antara lain ketahanan api elemen struktur, kompartemenisasi ruang, pintu tahan api, pemisahan area berisiko, serta konfigurasi jalur evakuasi yang aman. Dalam perspektif keselamatan bangunan, proteksi pasif sangat penting karena menjadi lapisan pertahanan dasar ketika sistem aktif gagal, terlambat bekerja, atau tidak tersedia Rahardjo & Prihanton (2020). Oleh sebab itu, kualitas proteksi pasif tidak hanya memengaruhi laju rambat kebakaran, tetapi juga menentukan apakah penghuni memperoleh ruang dan waktu yang cukup untuk mengevakuasi diri.

Pada bangunan pendidikan, kecukupan proteksi pasif sering berkaitan dengan karakteristik penghuni yang beragam serta kebutuhan jalur evakuasi yang jelas dan fungsional. Ratnayanti dkk. (2019) menunjukkan bahwa sistem proteksi aktif dan pasif pada gedung sekolah harus dinilai secara bersamaan karena kelompok penghuni sekolah memiliki kerentanan lebih tinggi dibanding bangunan umum biasa. Saleh dkk. (2021) memperkuat hal ini melalui evaluasi pada beberapa gedung perkuliahan, yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan bangunan hanya berada pada kisaran sekitar 50–52%, sedangkan sarana penyelamatan beberapa gedung berada pada kategori baik tetapi satu gedung hanya berada pada kategori cukup baik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kualitas elemen fisik bangunan dan sarana penyelamatan masih dapat menjadi titik lemah, meskipun beberapa fasilitas evakuasi telah tersedia.

Sujatmiko dkk. (2020) menegaskan pentingnya peran proteksi pasif melalui pendekatan *performance-based fire safety* pada bangunan hunian bertingkat. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa ketika sistem aktif mengalami kerusakan, seperti pada kasus pompa *hydrant* yang rusak akibat korosi, evaluasi ASET dan

RSET menjadi sangat bergantung pada mutu perlindungan pasif serta konfigurasi evakuasi bangunan.

2.3 Penilaian Risiko Kebakaran

Penilaian risiko kebakaran merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi sumber bahaya kebakaran, menilai kecukupan tindakan pengendalian, dan memperkirakan tingkat risiko residual pada bangunan. Dalam konteks bangunan gedung, penilaian ini tidak cukup berhenti pada pemeriksaan ada atau tidaknya peralatan proteksi, tetapi perlu melihat keterkaitan antara karakteristik bangunan, perilaku penghuni, sistem proteksi aktif dan pasif, manajemen keselamatan, serta potensi konsekuensi apabila kebakaran terjadi. Kajian Cleef dkk. (2024) menunjukkan bahwa alat penilaian risiko kebakaran pada lingkungan binaan masih terfragmentasi dari 26 alat yang teridentifikasi, tidak ada satu pun yang mampu mencakup seluruh atribut keselamatan kebakaran, sehingga pemilihan metode harus disesuaikan dengan tujuan analisis dan jenis bangunan yang dikaji. Di sisi lain, Barua dkk. (2024) menekankan bahwa penilaian risiko sebaiknya ditempatkan dalam kerangka *proactive building fire risk management*, yaitu pengelolaan risiko yang berlangsung sepanjang siklus hidup bangunan dan dikaitkan dengan *aspek governance, resilience, sustainability*, dan *smartness*.

2.3.1 Pendekatan Berbasis Kepatuhan dan Deskriptif

Pendekatan berbasis kepatuhan dan deskriptif menilai kondisi keselamatan kebakaran bangunan dengan membandingkan keadaan eksisting terhadap persyaratan teknis, standar, atau daftar periksa pemeriksaan. Pendekatan ini lazim digunakan pada bangunan eksisting karena relatif mudah diterapkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan telaah dokumen, serta mampu menunjukkan secara langsung elemen mana yang belum memenuhi ketentuan. Ratnayanti dkk. (2019) menggunakan pendekatan ini untuk menilai sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, sarana penyelamatan jiwa, dan manajemen keselamatan kebakaran pada gedung pusat perbelanjaan. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar komponen berada pada tingkat kesesuaian yang cukup baik, meskipun masih terdapat kekurangan pada beberapa elemen tertentu. Temuan tersebut menunjukkan

bahwa pendekatan berbasis kepatuhan efektif untuk memotret kondisi eksisting serta mengidentifikasi kelemahan sistem secara langsung.

Gambaran serupa juga tampak pada studi Saleh dkk. (2021) terhadap beberapa gedung perkuliahan, yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan masing-masing bangunan hanya berada pada kisaran sekitar 50–52%, sedangkan sarana penyelamatan bervariasi dari 65,81% hingga 87,41%. Hal ini menegaskan bahwa walaupun bangunan berada dalam satu lingkungan kampus, tingkat kesiapan terhadap kebakaran belum tentu seragam. Oleh karena itu, pendekatan kepatuhan dan deskriptif sangat bermanfaat untuk evaluasi awal dan identifikasi kekurangan, tetapi kelemahannya adalah belum selalu menghasilkan ukuran risiko komposit yang dapat digunakan untuk membandingkan tingkat risiko antarbangunan secara lebih analitis.

2.3.2 Pendekatan Berbasis Indeks dan Semi-Kuantitatif

Berbeda dari pendekatan deskriptif, pendekatan indeks dan semi-kuantitatif berupaya menerjemahkan hasil observasi lapangan ke dalam skor, bobot, atau kategori risiko, sehingga hasil penilaian lebih mudah dibandingkan dan diprioritaskan. Pada kelompok metode ini, berbagai faktor kebakaran seperti bahaya potensial, sarana proteksi, pengelolaan keselamatan, karakter penghuni, dan peluang terjadinya penyalaan diberi bobot tertentu agar menghasilkan ukuran risiko yang lebih terstruktur. Sebagai contoh, Alfalah dkk. (2023) mengembangkan model penilaian keselamatan kebakaran berbasis *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan menunjukkan bahwa metode tersebut mampu menghasilkan hazard rating dan safety rating yang terdokumentasi, mudah ditelusuri, serta lebih mudah dikomunikasikan kepada pengambil keputusan. Sementara itu, Liao dkk. (2024) mengembangkan FRAME untuk konteks permukiman bersejarah yang padat, dan menunjukkan bahwa indikator lokal seperti kedekatan antargedung, kebiasaan penghuni, serta tata letak proteksi kebakaran dapat memengaruhi hasil penilaian secara signifikan. Kedua studi ini memperlihatkan bahwa metode semi-kuantitatif mempunyai keunggulan dalam mengubah data lapangan menjadi dasar prioritas intervensi.

Dalam kelompok pendekatan semi-kuantitatif tersebut, *Fire Risk Index* (FRI) menjadi salah satu pendekatan yang relevan karena mampu menggabungkan bahaya kebakaran dengan tindakan proteksi ke dalam satu indikator yang lebih ringkas. Brzezińska & Bryant (2021) menjelaskan bahwa penilaian dilakukan dengan membandingkan strategi kebakaran aktual dengan strategi dasar (*baseline*), kemudian menghitung *Protective Measures* (PM), *Fire Hazard Index* (FHI), dan *Fire Risk Index* (FRI). Secara konseptual, FRI merupakan hasil dari hubungan antara besarnya bahaya kebakaran yang belum direduksi dengan peluang terjadinya penyalan, sehingga metode ini tidak hanya mencatat ada atau tidaknya fasilitas, tetapi juga menilai apakah kombinasi sistem pengendalian yang ada menghasilkan tingkat risiko yang dapat diterima.

2.3.3 Pendekatan Simulasi dalam Penilaian Risiko Kebakaran

Pendekatan simulasi menilai risiko kebakaran dengan membangun skenario dinamika api, pergerakan asap, perilaku evakuasi, waktu tempuh, titik kemacetan, dan interaksi penghuni dengan sistem eksit. Kelebihan pendekatan ini adalah kemampuannya untuk memberikan gambaran yang rinci mengenai apa yang terjadi ketika kebakaran benar-benar berlangsung, terutama pada bangunan dengan okupansi tinggi dan konfigurasi sirkulasi yang kompleks. Gao dkk. (2023), misalnya, mensimulasikan evakuasi kebakaran pada kompleks bangunan universitas dengan BIM dan Pathfinder dan menunjukkan bahwa skema optimasi dapat menurunkan waktu evakuasi sekitar 15–20%; studi tersebut juga membuktikan bahwa waktu dan distribusi okupansi harian sangat memengaruhi kinerja evakuasi. Temuan ini menunjukkan bahwa penilaian risiko tidak cukup hanya berbasis atribut statis bangunan, tetapi juga perlu mempertimbangkan dinamika penggunaan ruang.

Selain simulasi berbasis model, data *drill* aktual juga sangat penting dalam memahami risiko. Zhang dkk. (2025) meneliti *drill* kebakaran pada bangunan universitas bertingkat tinggi dan menemukan bahwa hampir separuh partisipan terlambat merespons alarm, sebagian tetap berada di ruangan lebih dari empat menit, dan salah satu eksit bekerja melampaui 200% kapasitas desain. Hasil ini memperlihatkan bahwa aspek perilaku penghuni, keterbiasaan terhadap rute

tertentu, dan kualitas *drill* memengaruhi keselamatan secara nyata. Namun, dibandingkan metode indeks, pendekatan simulasi dan *drill* lapangan umumnya membutuhkan input geometri, distribusi penghuni, parameter perilaku, serta skenario operasional yang lebih rinci. Oleh karena itu, pendekatan ini sangat kuat untuk analisis mendalam, tetapi tidak selalu paling praktis untuk studi penilaian awal pada bangunan eksisting.

2.4 Konsep *Level of Service* (LOS) dalam Manajemen Aset Bangunan

Level of Service (LOS) merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai tingkat kinerja atau mutu pelayanan suatu sistem dalam memenuhi kebutuhan penggunanya. Pada mulanya, konsep LOS banyak diterapkan dalam bidang transportasi dan infrastruktur publik untuk menilai kapasitas, kenyamanan, aksesibilitas, dan efisiensi pelayanan suatu fasilitas Rupa-rata dkk. (2017). Dalam perkembangannya, konsep ini tidak lagi terbatas pada sistem transportasi, tetapi juga diadaptasi dalam manajemen aset bangunan untuk mengevaluasi seberapa baik suatu bangunan atau sistem di dalamnya mampu memberikan pelayanan yang sesuai dengan fungsi, kebutuhan pengguna, dan standar kinerja yang ditetapkan.

Dalam konteks manajemen aset bangunan, LOS dipahami sebagai bentuk penerjemahan kinerja teknis ke dalam tingkat pelayanan yang lebih mudah dipahami oleh pengelola maupun pengguna bangunan. Dengan demikian, LOS tidak hanya menilai apakah suatu komponen tersedia, tetapi juga menilai apakah komponen tersebut bekerja secara memadai untuk mendukung fungsi bangunan secara keseluruhan. Konsep ini menjadi penting karena pengelolaan aset bangunan pada dasarnya tidak hanya berorientasi pada keberadaan fisik komponen, tetapi juga pada kualitas pelayanan yang dihasilkan oleh komponen tersebut selama masa operasional bangunan.

Menurut Hwang & Lee (2018), LOS menggambarkan seberapa efektif suatu sistem memberikan pelayanan kepada penggunanya dengan mempertimbangkan empat dimensi utama, yaitu ekonomi, lingkungan, sosial, dan budaya. Penilaian LOS dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu *Delphi Method* dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Metode Delphi digunakan untuk memperoleh kesepakatan para ahli mengenai indikator-indikator yang paling relevan dalam

menilai suatu sistem, sedangkan AHP digunakan untuk memberikan bobot numerik pada indikator-indikator tersebut agar hasil penilaian dapat diukur secara kuantitatif dan objektif. Pendekatan ini menunjukkan bahwa LOS pada dasarnya merupakan konsep evaluatif yang tidak hanya bergantung pada satu variabel teknis, tetapi disusun melalui serangkaian indikator yang dianggap mewakili mutu pelayanan suatu aset.

Penerapan LOS dapat digunakan untuk menilai berbagai aspek kinerja, seperti kenyamanan termal, kualitas udara dalam ruang, keandalan sistem utilitas, aksesibilitas, hingga keselamatan. Pada aspek keselamatan kebakaran, LOS dapat dipahami sebagai ukuran tingkat pelayanan sistem proteksi kebakaran dalam melindungi penghuni, aset, dan keberlangsungan fungsi bangunan ketika terjadi keadaan darurat. Dengan pengertian tersebut, LOS tidak hanya mencerminkan ada atau tidaknya sistem proteksi kebakaran, tetapi juga menunjukkan sejauh mana sistem tersebut mampu memberikan perlindungan yang efektif sesuai dengan risiko kebakaran yang dimiliki bangunan.

Dalam kajian keselamatan kebakaran, penerapan LOS berfungsi untuk menerjemahkan hasil evaluasi teknis ke dalam kategori pelayanan yang lebih mudah dibaca. Nilai LOS yang tinggi menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran, seperti detektor, alarm, *hydrant*, *sprinkler*, jalur evakuasi, dan elemen proteksi pasif, bekerja secara memadai dan mampu memberikan perlindungan yang baik terhadap penghuni bangunan. Sebaliknya, nilai LOS yang rendah menunjukkan bahwa tingkat pelayanan sistem keselamatan kebakaran masih terbatas, baik karena ketersediaan komponen belum memadai, fungsi sistem belum optimal, maupun pengelolaan dan pemeliharaan belum berjalan secara efektif. Dengan demikian, LOS dapat membantu menjembatani hasil penilaian teknis dengan kebutuhan pengambilan keputusan dalam pengelolaan bangunan.

Konsep LOS memiliki relevansi dengan penelitian ini karena hasil evaluasi risiko kebakaran melalui *Fire Risk Index* (FRI) perlu diterjemahkan ke dalam bentuk yang lebih mudah diinterpretasikan sebagai tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan. Dalam penelitian ini, nilai FRI tidak hanya dibaca sebagai angka risiko, tetapi diinterpretasikan lebih lanjut ke dalam klasifikasi LOS untuk

menunjukkan posisi tingkat pelayanan keselamatan kebakaran Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo terhadap kondisi acuan. Pendekatan ini memungkinkan hasil evaluasi kuantitatif tidak berhenti pada penilaian risiko semata, tetapi juga memberikan makna praktis mengenai apakah tingkat perlindungan bangunan sudah sangat baik, baik, cukup, buruk, atau sangat buruk.

Dengan demikian, penggunaan konsep LOS dalam penelitian ini berfungsi sebagai kerangka interpretatif untuk membaca kinerja sistem keselamatan kebakaran secara lebih operasional. LOS membantu menjelaskan hasil penilaian risiko kebakaran dalam bahasa pelayanan bangunan, sehingga lebih mudah digunakan sebagai dasar penyusunan prioritas peningkatan sistem proteksi kebakaran. Melalui pendekatan ini, evaluasi keselamatan kebakaran tidak hanya menghasilkan ukuran risiko, tetapi juga memberikan gambaran mengenai kualitas pelayanan keselamatan yang diterima oleh pengguna bangunan.

2.5 Manajemen dan Pemeliharaan Sistem Proteksi di Lingkungan Kampus

Gedung universitas merupakan bangunan dengan intensitas aktivitas yang tinggi, pola hunian yang berubah sepanjang hari, serta fungsi ruang yang beragam. Kondisi ini menyebabkan keselamatan kebakaran pada bangunan kampus tidak cukup dipenuhi hanya melalui penyediaan sarana proteksi, tetapi juga memerlukan pengelolaan dan pemeliharaan yang berkelanjutan. Dalam konteks keselamatan bangunan, sistem proteksi kebakaran harus dipahami sebagai bagian dari kinerja bangunan yang terus dijaga agar tetap mampu melindungi penghuni, aset, dan keberlangsungan fungsi gedung ketika terjadi keadaan darurat Rahardjo & Prihanton (2020).

Manajemen sistem proteksi kebakaran di lingkungan kampus menjadi penting karena bangunan pendidikan memiliki karakter penggunaan yang dinamis. Aktivitas perkuliahan, administrasi, praktikum, dan kegiatan akademik lainnya menyebabkan jumlah penghuni dan pola pemanfaatan ruang terus berubah. Dalam kondisi seperti ini, sistem proteksi kebakaran harus selalu berada dalam kondisi siap pakai. Apabila pengelolaan hanya berfokus pada penyediaan fasilitas tanpa diikuti dengan pengawasan dan pemeliharaan yang memadai, maka mutu perlindungan

bangunan terhadap kebakaran akan menurun dan tingkat kesiapsiagaan gedung menjadi rendah Kodur dkk. (2020).

Dari sudut pandang manajemen aset, pemeliharaan merupakan faktor utama yang menentukan keandalan sistem proteksi kebakaran. Grącki & Plebankiewicz (2024) menegaskan bahwa bangunan universitas memerlukan strategi pemeliharaan yang terencana melalui pendekatan *preventive* dan *predictive maintenance*. Pendekatan ini menempatkan pemeliharaan sebagai tindakan pencegahan untuk menjaga fungsi sistem sebelum terjadi kerusakan atau kegagalan operasional. Dengan demikian, pemeliharaan bukan hanya aktivitas teknis yang bersifat reaktif, tetapi menjadi bagian dari strategi pengelolaan bangunan agar layanan keselamatan tetap terjaga secara konsisten.

Namun, pada praktiknya, kelemahan sistem proteksi kebakaran di lingkungan kampus sering kali justru terletak pada aspek pengelolaan. Saugani dkk. (2020) menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran pada bangunan perguruan tinggi belum selalu berfungsi optimal akibat tidak adanya inspeksi rutin, keterbatasan anggaran pemeliharaan, dan kurangnya pelatihan petugas dalam menghadapi keadaan darurat. Temuan ini memperlihatkan bahwa keberadaan perangkat proteksi secara fisik belum tentu mencerminkan kesiapan nyata bangunan terhadap kebakaran. Apabila pengawasan, pengendalian, dan pemeliharaan tidak dijalankan dengan baik, maka sistem proteksi dapat kehilangan fungsi pelayanannya meskipun komponennya tampak tersedia.

Berdasarkan uraian tersebut, manajemen dan pemeliharaan sistem proteksi kebakaran di lingkungan kampus perlu dipahami sebagai proses yang mencakup inspeksi berkala, pengujian fungsi, dokumentasi hasil pemeriksaan, perencanaan perawatan, dan penguatan kapasitas petugas. Dalam penelitian ini, aspek tersebut menjadi penting karena tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan tidak hanya ditentukan oleh kelengkapan sarana proteksi, tetapi juga oleh kemampuan pengelola dalam menjaga keandalan sistem secara terus-menerus.

2.6 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan Sekarang

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian terdahulu, adapun perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Ruparathna dkk. (2017)	<i>Developing a Level of Service (LOS) Index for Operational Management of Public Buildings</i>	Menyusun indeks LOS untuk pengelolaan bangunan publik.	<i>Fuzzy Synthetic Evaluation (FSE), expert judgment.</i>	LOS dapat digunakan untuk menilai kualitas operasional bangunan publik secara menyeluruh.
2.	Hwang & Lee (2018)	<i>Level of Service-based Performance Measurement of Asset Management of Public Office Buildings</i>	Mengembangkan model pengukuran kinerja aset publik berbasis LOS.	<i>Delphi Method dan Analytic Hierarchy Process (AHP).</i>	Model LOS mencakup empat aspek utama, yaitu ekonomi, sosial, lingkungan, dan budaya.
3.	Ratnayanti dkk. (2019)	Evaluasi Sistem Proteksi Aktif dan Pasif sebagai Upaya Penanggulangan Bahaya Kebakaran pada Gedung X Mall	Mengevaluasi kinerja sistem proteksi aktif dan pasif di gedung komersial.	Observasi lapangan, wawancara, analisis kesesuaian terhadap SNI.	Sistem proteksi aktif-pasif berada pada kategori baik dengan tingkat kesesuaian sekitar 80%, tetapi beberapa elemen masih belum memenuhi ketentuan.
4.	Rahardjo & Prihanton (2020)	<i>The Most Critical Issues and Challenges of Fire safety for Building Sustainability in Jakarta</i>	Mengevaluasi permasalahan dan tantangan sistem keselamatan kebakaran di gedung tinggi Jakarta.	Survei lapangan dan analisis kesesuaian terhadap SNI.	Hanya 42% gedung tinggi memenuhi standar proteksi aktif dan pasif; pemeliharaan dan akses pemadam masih menjadi kendala utama.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5.	Kodur dkk. (2020)	<i>Fire Hazard in Buildings: Review, Assessment, and Strategies for Improving Fire safety</i>	Meninjau faktor-faktor risiko kebakaran dan strategi peningkatan keselamatan bangunan.	Review literatur dan analisis peraturan keselamatan .	Keselamatan kebakaran ditentukan oleh integrasi sistem aktif, pasif, dan manajemen kebakaran.
6.	Saugani dkk. (2020)	Evaluasi Pengelolaan, Pengawasan, dan Pengendalian Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Menilai efektivitas sistem proteksi kebakaran di lingkungan kampus.	Observasi, survei, dan wawancara pengguna gedung.	Banyak alat proteksi tidak berfungsi optimal akibat kurangnya pemeliharaan, pengawasan, dan pengendalian rutin.
7.	Sujatmiko dkk. (2020)	<i>Performance-based fire safety in an Existing Residential Multi-Story Building in Surakarta</i>	Menilai keselamatan kebakaran bangunan hunian bertingkat dengan pendekatan berbasis kinerja.	Pendekatan <i>performance-based fire safety</i> , evaluasi ASET dan RSET.	Keandalan proteksi pasif dan konfigurasi evakuasi menjadi faktor penting ketika sistem aktif mengalami gangguan.
8.	Saleh dkk. (2021)	Evaluasi Kondisi Lingkungan dan Sarana Penyelamatan pada Gedung Perkuliahan terhadap Bahaya Kebakaran	Mengevaluasi kondisi lingkungan dan sarana penyelamatan pada gedung perkuliahan.	Observasi lapangan dan penilaian kondisi eksisting.	Kondisi lingkungan bangunan berada pada kisaran 50–52%, sedangkan sarana penyelamatan bervariasi antara 65,81%–87,41%.
9.	Brzezińska & Bryant (2021)	<i>Risk Index Method—A Tool for Building Fire safety Assessment</i>	Mengembangkan metode <i>Fire Risk Index</i> (FRI) untuk menilai tingkat risiko	<i>Risk Index Method</i> , pembobotan faktor keselamatan kebakaran.	PM, FHI, dan FRI dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat keselamatan bangunan secara kuantitatif.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			kebakaran bangunan.		
10.	K.-C. Wang dkk. (2022)	<i>Integrated Building Maintenance and Safety Framework: Educational and Public Facilities Case Study</i>	Menganalisis keterkaitan antara pemeliharaan bangunan dan keselamatan pada fasilitas pendidikan dan publik.	Kerangka terintegrasi pemeliharaan dan keselamatan bangunan.	Terdapat korelasi yang kuat antara tingkat pemeliharaan dan tingkat keselamatan fasilitas.
11.	Alfalah dkk. (2023)	<i>Fire safety Assessment Model using Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	Mengembangkan model penilaian keselamatan kebakaran berbasis AHP.	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .	Hazard rating dan safety rating dapat disusun secara lebih terstruktur, terdokumentasi, dan mudah dibandingkan.
12.	Gao dkk. (2023)	<i>Study on the Optimization for Emergency Evacuation Scheme under Fire in University Building Complex</i>	Menganalisis optimasi evakuasi darurat pada kompleks bangunan universitas.	BIM dan Pathfinder Simulation.	Skema optimasi mampu menurunkan waktu evakuasi sekitar 15–20% dan menunjukkan pengaruh kuat distribusi okupansi terhadap evakuasi.
13.	Barua dkk. (2024)	<i>Integration of Proactive Building Fire Risk Management in the Building Construction Sector: A Conceptual Framework to Understand the Existing Condition</i>	Menempatkan manajemen risiko kebakaran ke dalam kerangka proaktif sepanjang siklus hidup bangunan.	Kerangka konseptual <i>proactive building fire risk management</i> .	Manajemen risiko kebakaran perlu diintegrasikan dengan aspek <i>governance, resilience, sustainability, dan smartness</i> .
14.	Cleef dkk. (2024)	<i>Fire Risk Assessment Tools for the Built Environment: An Explorative Study through</i>	Mengkaji berbagai alat penilaian risiko kebakaran pada lingkungan binaan.	Telaah dan identifikasi alat penilaian risiko kebakaran.	Tidak ada satu alat pun yang mencakup seluruh atribut keselamatan kebakaran secara lengkap.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>a Developers' Survey</i>			
15.	Refly dkk. (2024)	Analisis Tingkat Pemenuhan Manajemen dan Sistem Proteksi Kebakaran di Gedung Laboratorium Teknik 2	Menilai tingkat pemenuhan manajemen dan sistem proteksi kebakaran pada gedung laboratorium pendidikan.	Observasi lapangan dan evaluasi pemenuhan sistem proteksi.	Pemenuhan manajemen dan sistem proteksi kebakaran masih belum optimal, meskipun sebagian komponen telah tersedia.
16.	Liao dkk. (2024)	<i>Fire Risk Assessment using Improved FRAME in Dense Historic Settlements</i>	Mengembangkan penilaian risiko kebakaran untuk konteks permukiman bersejarah yang padat.	<i>Improved FRAME.</i>	Kedekatan antargedung, kebiasaan penghuni, dan tata letak proteksi memengaruhi hasil penilaian secara signifikan.
17.	Gracki & Plebankiewicz (2024)	<i>Strategies of Public University Building Maintenance—A Bibliometric and Literature Review</i>	Menganalisis strategi pemeliharaan bangunan universitas publik.	Kajian literatur bibliometrik dan analisis tren.	<i>Preventive dan predictive maintenance</i> menjadi strategi penting dalam menjaga keandalan bangunan universitas.
18.	J. Wang dkk. (2025)	<i>Fire Evacuation Influence Factor Analysis and Optimization Research for Comprehensive Teaching Buildings</i>	Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi evakuasi kebakaran pada bangunan pengajaran.	Analisis faktor dan optimasi evakuasi.	Kepadatan tangga, konfigurasi ruang, dan antrean menjadi faktor utama yang memengaruhi keberhasilan evakuasi.
19.	Zhang dkk. (2025)	<i>Multi-scale Analysis of Fire and Evacuation Drill in a Multi-functional University High-rise Building</i>	Menganalisis hasil <i>fire drill</i> dan evakuasi pada bangunan universitas bertingkat tinggi.	<i>Analisis fire evacuation drill.</i>	Hampir separuh partisipan terlambat merespons alarm, sebagian bertahan di ruang lebih dari empat menit, dan satu eksit melampaui 200% kapasitas desain.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
20.	Pramesti (2026)	Penilaian Tingkat Pelayanan (<i>Level of Service</i>) Keselamatan Kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia	Menganalisis tingkat pelayanan keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia dengan <i>Fire Risk Index</i>	<i>Fire Risk Index Method</i> , serta <i>Expert Judgement</i> .	Menghasilkan penilaian tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan melalui interpretasi nilai FRI ke dalam LOS, sekaligus menunjukkan faktor-faktor yang paling memengaruhi hasil evaluasi dan rekomendasi teknis peningkatan sistem proteksi kebakaran.

2.7 Sintesa

Penelitian mengenai keselamatan kebakaran bangunan menunjukkan perkembangan yang cukup luas, baik dari sisi pengukuran tingkat pelayanan bangunan, evaluasi sistem proteksi kebakaran, penilaian risiko berbasis indeks, maupun pengelolaan pemeliharaan bangunan. Akan tetapi, arah perkembangan tersebut masih cenderung berjalan dalam jalur yang berbeda-beda. Sebagian penelitian berorientasi pada mutu pelayanan bangunan, sebagian menitikberatkan pada kesesuaian dan kondisi eksisting sistem proteksi, sedangkan sebagian lainnya berupaya mengembangkan pendekatan kuantitatif untuk menilai tingkat risiko kebakaran secara lebih terukur. Keadaan ini memperlihatkan bahwa keselamatan kebakaran masih sering dipahami melalui sudut pandang yang terpisah, padahal dalam operasional bangunan seluruh unsur tersebut saling memengaruhi dan menentukan kualitas perlindungan yang diterima oleh penghuni.

Dalam kelompok penelitian yang membahas tingkat pelayanan bangunan, Ruparathna dkk. (2017) dan Hwang & Lee (2018) memberikan landasan penting melalui pengembangan *Level of Service* (LOS) sebagai alat ukur mutu pelayanan bangunan publik. Kedua penelitian tersebut menegaskan bahwa kinerja bangunan tidak cukup dinilai dari keberadaan komponen fisik semata, tetapi perlu diterjemahkan ke dalam ukuran pelayanan yang lebih mudah dipahami oleh pengelola. Namun demikian, penggunaan LOS pada penelitian-penelitian tersebut masih diarahkan pada manajemen aset bangunan secara umum dan belum secara spesifik dikembangkan untuk menilai pelayanan keselamatan kebakaran. Dengan demikian, kedua studi tersebut relevan sebagai dasar konseptual untuk memahami LOS, tetapi belum sepenuhnya menjawab kebutuhan pengukuran tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan.

Pada kelompok penelitian yang berfokus pada sistem proteksi kebakaran, Ratnayanti dkk. (2019), Rahardjo dan Prihanton (2020), Saugani dkk. (2020), Saleh dkk. (2021), Refly dkk. (2024), dan Sujatmiko dkk. (2020) menunjukkan bahwa persoalan utama keselamatan kebakaran pada bangunan masih berkisar pada kecukupan proteksi aktif, proteksi pasif, sarana penyelamatan, serta mutu pengelolaan dan pemeliharaannya. Hasil-hasil penelitian tersebut memperlihatkan

bahwa bangunan sering kali telah memiliki komponen proteksi kebakaran, namun keandalan fungsi dan mutu pengelolaannya belum selalu memadai. Kontribusi utama kelompok penelitian ini terletak pada kemampuannya menggambarkan kondisi nyata bangunan secara langsung dan menunjukkan letak kelemahan sistem proteksi di lapangan. Akan tetapi, pendekatan yang digunakan masih dominan bersifat deskriptif dan berbasis kepatuhan terhadap standar, sehingga hasilnya belum seluruhnya memberikan ukuran risiko yang terstruktur dan belum cukup kuat untuk membandingkan tingkat keselamatan antarbangunan secara kuantitatif.

Dari sisi pengembangan konsep, Kodur dkk. (2020) menegaskan bahwa keselamatan kebakaran ditentukan oleh hubungan antara bahaya kebakaran, karakteristik material, perilaku penghuni, sistem proteksi, dan strategi manajemen keselamatan. Pandangan ini diperkuat oleh K.-C. Wang dkk. (2022), Gracki dan Plebankiewicz (2024), serta Barua dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa keselamatan bangunan tidak dapat dilepaskan dari manajemen aset, strategi pemeliharaan, dan pengelolaan risiko secara berkelanjutan. Kelompok penelitian ini memperluas pemahaman bahwa keselamatan kebakaran bukan semata persoalan penyediaan perangkat proteksi atau pemenuhan standar pada awal penggunaan bangunan, tetapi merupakan kinerja bangunan yang harus dipertahankan melalui pengelolaan dan pemeliharaan yang konsisten. Implikasi dari temuan tersebut adalah bahwa penilaian keselamatan kebakaran seharusnya tidak berhenti pada audit komponen, melainkan perlu dihubungkan dengan bagaimana bangunan dikelola selama masa operasionalnya.

Perkembangan metode penilaian risiko kebakaran menunjukkan pergeseran dari pendekatan deskriptif menuju pendekatan semi-kuantitatif dan kuantitatif berbasis indeks. Cleef dkk. (2024), Alfalah dkk. (2023), Liao dkk. (2024), dan Brzezińska & Bryant (2021) memperlihatkan bahwa penilaian risiko kebakaran memerlukan kerangka yang mampu mengubah kondisi lapangan menjadi ukuran yang lebih terstruktur. Cleef dkk. menunjukkan bahwa alat penilaian risiko kebakaran yang tersedia masih terfragmentasi, sedangkan Alfalah dkk. dan Liao dkk. memperlihatkan potensi pendekatan berbasis pembobotan dan indeks dalam menghasilkan prioritas intervensi yang lebih jelas. Di antara penelitian-penelitian

tersebut, Brzezińska & Bryant (2021) memberikan pijakan metodologis yang paling relevan melalui pengembangan *Fire Risk Index* (FRI), karena metode tersebut memungkinkan hubungan antara kondisi aktual proteksi, tingkat bahaya kebakaran, dan risiko bangunan dinyatakan secara kuantitatif. Pada saat yang sama, Gao dkk. (2023) dan J. Wang dkk. (2025) menunjukkan bahwa bangunan pendidikan mempunyai karakter risiko yang khas, terutama berkaitan dengan distribusi penghuni, konfigurasi ruang, kepadatan tangga, dan proses evakuasi. Temuan tersebut mempertegas bahwa bangunan universitas memerlukan pembacaan keselamatan kebakaran yang tidak hanya teknis, tetapi juga sensitif terhadap pola penggunaan bangunan.

Berdasarkan keseluruhan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu telah memberikan landasan yang kuat, tetapi masih menyisakan ruang penelitian pada bangunan kampus di Indonesia. LOS telah berkembang sebagai ukuran mutu pelayanan bangunan, penelitian deskriptif telah menunjukkan berbagai kelemahan sistem proteksi kebakaran di lapangan, kajian konseptual telah menegaskan pentingnya integrasi antara proteksi dan pengelolaan bangunan, sedangkan pendekatan berbasis indeks telah membuka kemungkinan pengukuran risiko yang lebih sistematis. Namun, berdasarkan telaah yang dilakukan, belum banyak penelitian yang secara khusus menghubungkan evaluasi kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran pada bangunan universitas dengan *Fire Risk Index* (FRI), kemudian menerjemahkan hasilnya ke dalam *Level of Service* (LOS) sebagai ukuran tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan. Atas dasar itulah penelitian Pramesti (2026) ditempatkan, yaitu menilai tingkat risiko kebakaran Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia melalui FRI berdasarkan kondisi aktual proteksi aktif, proteksi pasif, dan sarana evakuasi, lalu menginterpretasikan hasilnya ke dalam LOS. Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi tidak hanya dalam bentuk ukuran risiko kebakaran yang terukur, tetapi juga dalam bentuk pembacaan mutu pelayanan keselamatan kebakaran yang lebih operasional dan relevan bagi pengelolaan bangunan kampus.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konsep Pelayanan Bangunan

Bangunan gedung tidak hanya dipahami sebagai objek fisik hasil pekerjaan konstruksi, tetapi juga sebagai aset yang harus mampu memberikan pelayanan selama masa pemanfaatannya. Pelayanan bangunan berkaitan dengan kemampuan gedung dalam mendukung aktivitas pengguna secara aman, sehat, nyaman, mudah digunakan, serta tetap berfungsi sesuai tujuan penyelenggaraannya. PP No. 16 Tahun 2021 menegaskan bahwa penyelenggaraan bangunan gedung mencakup tahapan perencanaan, pembangunan, pemanfaatan, pelestarian, dan pembongkaran, sehingga bangunan perlu dipandang sebagai sistem yang dikelola sepanjang masa layanannya.

Pelayanan bangunan pada tahap operasional tidak cukup dinilai dari keberadaan ruang atau kelengkapan fisik bangunan. Kualitas pelayanan juga ditentukan oleh keandalan sistem pendukung, kemudahan akses, kesiapan utilitas, keselamatan pengguna, serta kemampuan pengelola mempertahankan fungsi bangunan secara berkelanjutan. Bangunan yang secara visual masih layak digunakan belum tentu memberikan pelayanan yang memadai apabila sistem teknis di dalamnya tidak berfungsi, tidak terpelihara, atau tidak siap bekerja saat dibutuhkan.

Dalam pendekatan kinerja bangunan, pelayanan bangunan dapat dibaca sebagai hasil hubungan antara kondisi fisik gedung, sistem teknis, tata kelola operasional, dan kebutuhan pengguna. ISO 6241 1984 menjelaskan bahwa kinerja bangunan perlu dirumuskan berdasarkan kemampuan bangunan dalam memenuhi kebutuhan fungsional pengguna. Artinya, bangunan tidak hanya dinilai dari elemen struktural dan arsitektural, tetapi juga dari kemampuan ruang, sistem utilitas, sistem keselamatan, dan pengelolaannya dalam menunjang fungsi penggunaan.

Pada bangunan pendidikan, pelayanan bangunan memiliki karakter yang lebih kompleks dibandingkan bangunan dengan pola penggunaan yang relatif tetap.

Gedung pendidikan digunakan oleh mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, pengunjung, petugas kebersihan, petugas keamanan, dan pengelola fasilitas. Pola penggunaan ruang juga berubah mengikuti jadwal perkuliahan, praktikum, kegiatan administrasi, kegiatan akademik tambahan, serta aktivitas di luar jam kerja utama. Kondisi tersebut menuntut bangunan pendidikan memiliki pelayanan yang tidak hanya tersedia secara fisik, tetapi juga andal secara operasional.

Ruparathna dkk. (2017) menjelaskan bahwa pengelolaan bangunan publik memerlukan alat ukur yang dapat membantu pengambilan keputusan pada tingkat operasional, taktis, dan strategis. Gagasan ini penting untuk pelayanan bangunan karena mutu layanan tidak hanya berkaitan dengan kondisi hari ini, tetapi juga dengan kemampuan pengelola menentukan prioritas perbaikan, pemeliharaan, dan peningkatan kinerja bangunan dalam jangka panjang.

Hwang & Lee (2018) juga menegaskan bahwa pengelolaan gedung publik tidak cukup dilakukan melalui pengukuran kinerja fisik, tetapi perlu disertai pengukuran tingkat pelayanan atau *Level of Service*. Dalam kajian tersebut, LOS dipahami sebagai indeks untuk menilai tingkat layanan yang diberikan aset bangunan kepada pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa pelayanan bangunan perlu dipahami sebagai kualitas layanan yang diterima pengguna, bukan hanya sebagai kondisi fisik yang diamati oleh pengelola.

Pelayanan bangunan juga berkaitan dengan manajemen aset. Bangunan sebagai aset tidak hanya menghasilkan nilai ekonomi, tetapi juga nilai fungsional, nilai keselamatan, nilai sosial, dan nilai keberlanjutan kegiatan organisasi. Pada gedung pendidikan, nilai pelayanan bangunan tampak dari kemampuan gedung mendukung kegiatan akademik secara aman dan berkelanjutan. Apabila terjadi gangguan besar seperti kebakaran, kegagalan pelayanan bangunan tidak hanya menimbulkan kerusakan fisik, tetapi juga dapat mengganggu keselamatan jiwa, perlindungan aset, keberlangsungan pembelajaran, pelayanan administrasi, serta reputasi institusi.

Dalam aspek keselamatan, pelayanan bangunan sangat dipengaruhi oleh kesiapan sistem teknis dan kualitas pengelolaannya. Sistem keselamatan yang tersedia secara fisik belum tentu menghasilkan pelayanan yang baik apabila tidak

mudah diakses, tidak diuji, tidak dipelihara, atau tidak dipahami oleh pengguna. Misalnya, APAR yang tersedia tetapi tekanan tabungnya tidak sesuai, rambu evakuasi yang terpasang tetapi tidak terbaca jelas, jalur keluar yang ada tetapi terhalang barang, atau alarm yang terpasang tetapi tidak berfungsi, semuanya menunjukkan bahwa keberadaan komponen belum otomatis mencerminkan mutu pelayanan bangunan.

K.-C. Wang dkk. (2022) menunjukkan bahwa keselamatan fasilitas pada bangunan pendidikan dan bangunan publik berkaitan erat dengan tingkat pemeliharaan. Penelitian tersebut menemukan hubungan antara tingkat pemeliharaan dan tingkat keselamatan fasilitas, sehingga pemeliharaan perlu dibaca sebagai bagian dari pelayanan bangunan, bukan hanya pekerjaan teknis rutin. Artikel ini diterbitkan pada *Buildings*, jurnal Scopus yang dapat digunakan sebagai rujukan internasional pendukung untuk pembahasan hubungan antara pemeliharaan dan keselamatan bangunan.

3.1.1 *Facility Management*

Facility management merupakan fungsi pengelolaan fasilitas yang bertujuan memastikan bangunan, ruang, sistem pendukung, dan layanan operasional dapat berjalan sesuai kebutuhan pengguna serta mendukung kegiatan utama organisasi. Dalam pengertian luas, *facility management* tidak hanya berkaitan dengan pemeliharaan fisik bangunan, tetapi juga mencakup pengelolaan proses, manusia, ruang, risiko, layanan pendukung, dan keberlanjutan fungsi bangunan. Mesh Flinders & Ian Smalley (2026) menjelaskan bahwa *facility management* berperan memastikan fungsi, kenyamanan, keselamatan, keberlanjutan, dan efisiensi lingkungan binaan. Mesh Flinders & Ian Smalley (2026) juga mengacu pada definisi ISO yang menempatkan *facility management* sebagai fungsi organisasi yang mengintegrasikan manusia, tempat, dan proses dalam lingkungan binaan untuk meningkatkan kualitas hidup pengguna serta produktivitas kegiatan inti organisasi.

Dalam bangunan gedung, *facility management* berfungsi sebagai sistem pengelolaan yang menghubungkan kebutuhan pengguna dengan kinerja fasilitas. Bangunan yang telah selesai dibangun tetap memerlukan pengelolaan agar ruang,

utilitas, sarana keselamatan, dan sistem pendukungnya dapat berfungsi secara konsisten. Pengelolaan ini mencakup kegiatan operasional harian, pengendalian risiko, pemantauan kondisi fasilitas, pengaturan sumber daya, pengelolaan penyedia jasa, serta koordinasi pemeliharaan. Oleh karena itu, *facility management* dapat dipahami sebagai bagian penting dari pelayanan bangunan karena kualitas layanan gedung sangat dipengaruhi oleh cara fasilitas tersebut dikelola.

ISO 41001:2018 menempatkan *facility management* sebagai sistem manajemen yang digunakan organisasi untuk menunjukkan kemampuan dalam memberikan layanan fasilitas secara efektif dan efisien. Standar tersebut menunjukkan bahwa *facility management* tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memiliki dimensi manajerial karena berhubungan dengan sasaran organisasi, kebutuhan pihak berkepentingan, perencanaan layanan, pelaksanaan proses, evaluasi kinerja, dan peningkatan berkelanjutan.

Pada bangunan pendidikan, *facility management* memiliki peran yang semakin penting karena gedung digunakan untuk mendukung berbagai aktivitas, seperti perkuliahan, praktikum, penelitian, pelayanan administrasi, kegiatan kemahasiswaan, dan kegiatan kelembagaan lainnya. Karakter pengguna bangunan pendidikan juga beragam, mulai dari mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, pengunjung, petugas keamanan, petugas kebersihan, hingga pengelola fasilitas. Perbedaan karakter pengguna tersebut menuntut pengelolaan fasilitas yang mampu menjaga keteraturan penggunaan ruang, kenyamanan aktivitas, keselamatan pengguna, serta keberlanjutan layanan gedung.

Ruang lingkup *facility management* dalam bangunan pendidikan meliputi pengelolaan operasi gedung, pemeliharaan bangunan, pengelolaan utilitas, kebersihan, keamanan, pengaturan ruang, pengelolaan energi, koordinasi vendor, kesiapsiagaan darurat, pengendalian risiko, dan dokumentasi kinerja fasilitas. Pada gedung yang memiliki potensi risiko kebakaran, ruang lingkup tersebut juga mencakup pengelolaan sistem proteksi kebakaran aktif, proteksi pasif, sarana evakuasi, akses pemadam kebakaran, prosedur tanggap darurat, pelatihan penghuni, pemeriksaan berkala, serta tindak lanjut terhadap temuan kerusakan atau ketidaksesuaian.

Dalam kaitannya dengan keselamatan kebakaran, *facility management* berperan sebagai penghubung antara sistem teknis dan sistem organisasi. Sistem teknis mencakup APAR, *hydrant*, detektor, alarm, *sprinkler*, pintu tahan api, rambu evakuasi, pencahayaan darurat, dan jalur evakuasi. Sistem organisasi mencakup kebijakan pengelola, pembagian tanggung jawab, jadwal inspeksi, pengujian fungsi, pencatatan hasil pemeriksaan, pelaporan kerusakan, pelatihan personel, dan tindak lanjut perbaikan. Tanpa pengelolaan yang jelas, komponen proteksi kebakaran yang tersedia secara fisik belum tentu mampu memberikan perlindungan yang memadai saat terjadi keadaan darurat.

Hal tersebut sejalan dengan Permen PU No. 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. Peraturan tersebut menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran merupakan bagian dari persyaratan teknis bangunan yang harus dipenuhi untuk mendukung keselamatan penghuni, aset, dan lingkungan bangunan. Selain itu, Permen PU No. 20/PRT/M/2009 tentang Pedoman Teknis Manajemen Proteksi Kebakaran di Perkotaan menegaskan bahwa keselamatan kebakaran tidak hanya bergantung pada ketersediaan sarana proteksi, tetapi juga pada sistem manajemen yang mencakup pengorganisasian, pelaksanaan, pemeliharaan, pengawasan, dan pengendalian risiko kebakaran.

Dalam penelitian ini, *facility management* digunakan sebagai dasar untuk memahami bahwa tingkat pelayanan keselamatan kebakaran tidak hanya ditentukan oleh keberadaan sistem proteksi, tetapi juga oleh kualitas pengelolaan fasilitas. Sistem proteksi yang tersedia secara fisik belum tentu memberikan pelayanan keselamatan yang memadai apabila tidak didukung oleh pemeriksaan, pengujian, pemeliharaan, dan tindak lanjut yang teratur. APAR yang tersedia tetapi tidak diperiksa, *hydrant* yang terpasang tetapi tidak diuji, alarm yang tidak berfungsi, jalur evakuasi yang terhalang, atau rambu keselamatan yang tidak terbaca menunjukkan bahwa keberadaan komponen belum otomatis mencerminkan mutu pelayanan keselamatan bangunan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pengelolaan fasilitas berpengaruh langsung terhadap keandalan sistem keselamatan kebakaran.

K.-C. Wang dkk. (2022) menunjukkan bahwa pemeliharaan bangunan memiliki hubungan erat dengan keselamatan pada fasilitas pendidikan dan fasilitas publik. Temuan tersebut memperkuat pemahaman bahwa pengelolaan fasilitas tidak dapat dipisahkan dari aspek keselamatan, karena pemeliharaan, inspeksi, pengujian, dan evaluasi berkala berperan dalam menjaga kinerja sistem bangunan. Pada bangunan pendidikan, pengelolaan fasilitas yang baik membantu memastikan sistem keselamatan tetap berfungsi, mudah diakses, terdokumentasi, dan siap digunakan ketika terjadi keadaan darurat.

3.1.2 *Building Maintenance*

Building maintenance atau pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga agar bangunan gedung beserta seluruh sistem pendukungnya tetap berfungsi sesuai tujuan pemanfaatannya. Pemeliharaan tidak hanya dipahami sebagai tindakan perbaikan setelah terjadi kerusakan, tetapi juga sebagai proses terencana untuk mempertahankan kinerja bangunan, mencegah penurunan fungsi, memperpanjang umur layanan komponen, dan menjaga keselamatan pengguna. Permen PU No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung menempatkan pemeliharaan sebagai bagian dari upaya menjaga bangunan gedung agar tetap memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan selama masa pemanfaatannya.

Pemeliharaan bangunan diperlukan karena kinerja fisik dan sistem teknis bangunan dapat mengalami penurunan seiring waktu. Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh usia komponen, intensitas penggunaan, perubahan fungsi ruang, kelembapan, korosi, gangguan mekanis, kurangnya inspeksi, lemahnya pencatatan, atau tidak adanya tindak lanjut terhadap kerusakan. Pada bangunan pendidikan, kebutuhan pemeliharaan menjadi lebih penting karena bangunan digunakan oleh banyak pengguna dengan pola aktivitas yang berubah mengikuti jadwal perkuliahan, praktikum, administrasi, dan kegiatan akademik lainnya.

Secara umum, pemeliharaan bangunan dapat dibedakan menjadi pemeliharaan korektif, preventif, dan prediktif. Pemeliharaan korektif dilakukan setelah terjadi kerusakan atau gangguan fungsi, misalnya memperbaiki pompa

kebakaran yang tidak menyala, mengganti lampu darurat yang mati, atau memperbaiki pintu darurat yang sulit dibuka. Pemeliharaan preventif dilakukan secara terjadwal untuk mencegah kerusakan sebelum terjadi, seperti pemeriksaan APAR, pengujian alarm, pengecekan *hydrant*, pemeriksaan jalur evakuasi, dan servis berkala terhadap pompa kebakaran. Pemeliharaan prediktif dilakukan berdasarkan pemantauan kondisi komponen atau data kinerja sistem, sehingga potensi kerusakan dapat diidentifikasi sebelum berubah menjadi kegagalan fungsi.

Pärn dkk. (2017) menekankan bahwa pemanfaatan informasi bangunan dalam *facility management* dapat mendukung pengelolaan aset pada tahap operasional. Informasi yang terdokumentasi dengan baik, seperti data komponen, lokasi peralatan, riwayat kondisi, dan kebutuhan pemeliharaan, membantu pengelola bangunan mengambil keputusan yang lebih terarah. Pemeliharaan bangunan tidak hanya bergantung pada inspeksi visual, tetapi juga membutuhkan data yang lengkap dan dapat ditelusuri agar setiap kerusakan, pemeriksaan, dan tindakan perbaikan dapat dikelola secara sistematis.

Boje dkk. (2020) juga menunjukkan bahwa pendekatan digital dan integrasi informasi bangunan dapat mendukung pengelolaan siklus hidup bangunan, termasuk tahap operasi dan pemeliharaan. Gagasan tersebut relevan karena pemeliharaan bangunan membutuhkan kesinambungan informasi dari kondisi eksisting, hasil inspeksi, status komponen, hingga tindakan perbaikan. Semakin baik informasi bangunan dikelola, semakin mudah pula pengelola menentukan prioritas pemeliharaan dan mengurangi risiko kegagalan sistem.

Pada sistem keselamatan kebakaran, pemeliharaan memiliki peran langsung terhadap kesiapan bangunan menghadapi keadaan darurat. Detektor yang tidak berfungsi dapat memperlambat proses deteksi awal. Alarm yang tidak bekerja dapat menghambat penyampaian peringatan kepada penghuni. APAR yang tidak diperiksa dapat mengalami penurunan tekanan atau tidak siap digunakan. *Hydrant* yang tidak diuji dapat menimbulkan ketidakpastian terhadap tekanan dan debit air. Jalur evakuasi yang tidak dipantau dapat terhalang barang. Pintu darurat yang tidak diperiksa dapat terkunci, macet, atau sulit dibuka saat dibutuhkan. Kondisi-kondisi

tersebut menunjukkan bahwa keberadaan komponen proteksi belum cukup untuk menjamin pelayanan keselamatan apabila tidak disertai pemeliharaan yang teratur.

Pemeliharaan sistem proteksi kebakaran juga perlu disertai dokumentasi yang jelas. Setiap kegiatan pemeriksaan, pengujian, perbaikan, penggantian komponen, dan tindak lanjut terhadap temuan lapangan perlu dicatat agar pengelola memiliki riwayat kondisi sistem. Dokumentasi tersebut menjadi dasar untuk mengetahui apakah sistem keselamatan telah dikelola secara konsisten, apakah kerusakan telah ditindaklanjuti, dan apakah komponen proteksi berada dalam kondisi siap digunakan. Tanpa dokumentasi, keandalan sistem sulit dibuktikan secara objektif.

Pada bangunan pendidikan, pemeliharaan tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga berkaitan dengan keberlanjutan fungsi bangunan. Gangguan pada sistem keselamatan, sistem utilitas, atau sarana evakuasi dapat memengaruhi kegiatan perkuliahan, praktikum, pelayanan administrasi, dan aktivitas pengguna lainnya. Oleh karena itu, pemeliharaan bangunan perlu dipahami sebagai bagian dari pelayanan bangunan yang mendukung keselamatan, keandalan, dan keberlangsungan aktivitas akademik.

3.2 Sistem Proteksi Kebakaran Gedung

Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung merupakan suatu sistem rekayasa yang bersifat multidisiplin dan dirancang secara menyeluruh serta terintegrasi sesuai ketentuan teknis yang berlaku. Sistem ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kebakaran, melakukan deteksi dini terhadap indikasi bahaya, membatasi perkembangan dan penyebaran api, serta melaksanakan pemadaman secara efektif. Secara umum, penerapan sistem proteksi kebakaran diarahkan untuk menjamin keselamatan jiwa penghuni (*life safety*), mengurangi tingkat kerusakan terhadap bangunan dan aset (*property protection*), serta menjaga keberlangsungan fungsi operasional bangunan setelah insiden kebakaran (*business continuity*). Mengacu pada regulasi nasional, antara lain Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Bangunan Gedung, bangunan komersial, fasilitas publik, maupun hunian bertingkat

diwajibkan memenuhi persyaratan keandalan bangunan dari aspek keselamatan, termasuk ketahanan terhadap potensi bahaya kebakaran.

Keandalan sistem proteksi kebakaran tidak ditentukan oleh satu elemen tunggal, melainkan merupakan hasil integrasi beberapa subsistem yang saling melengkapi. Sinergi tersebut dikenal sebagai konsep *Fire Safety Triangle* yang mencakup kelengkapan tapak lingkungan, sistem proteksi kebakaran aktif, sistem proteksi kebakaran pasif, serta sarana evakuasi dan penyelamatan. Kegagalan salah satu subsistem dapat menyebabkan penurunan signifikan terhadap efektivitas keseluruhan sistem. Sebagai contoh, apabila kompartemenisasi sebagai bagian dari proteksi pasif tidak dirancang secara memadai, maka penyebaran panas dan api dapat berlangsung cepat melalui aliran konveksi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan fenomena *flashover*, yaitu penyalaan serentak seluruh material mudah terbakar dalam suatu ruang, sehingga kapasitas pemadaman awal dari sistem aktif seperti *sprinkler* menjadi tidak mencukupi. Oleh sebab itu, penerapan Manajemen Keselamatan Kebakaran Gedung (MKKG) menjadi komponen penting dalam menjaga keandalan seluruh sistem melalui kegiatan inspeksi, pengujian, dan pemeliharaan berkala (*Inspection, Testing, and Maintenance/ITM*) secara terencana dan berkelanjutan.

3.2.1 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

Sistem proteksi kebakaran aktif merupakan komponen proteksi yang bekerja secara dinamis melalui mekanisme mekanikal, elektrik, maupun hidrolis, sehingga membutuhkan suplai energi agar dapat beroperasi. Sistem ini dapat bekerja secara otomatis dengan dukungan sensor, maupun secara manual melalui intervensi penghuni atau petugas. Tujuan utama sistem proteksi aktif adalah mendeteksi indikasi kebakaran sedini mungkin, memberikan peringatan kepada penghuni, serta menyalurkan agen pemadam untuk menurunkan temperatur atau memutus reaksi kimia pembakaran. Komponen utama sistem proteksi kebakaran aktif meliputi:

1. Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran

Berdasarkan SNI 03-3985-2000, sistem deteksi dan alarm kebakaran dirancang untuk memberikan perlindungan terhadap penghuni maupun bangunan

melalui ketentuan perencanaan, instalasi, pengujian, serta pemeliharaan yang terstandarisasi. Sistem ini umumnya terdiri atas detektor asap, detektor panas, serta detektor nyala api yang terhubung dengan panel kontrol alarm. Ketika terdeteksi indikasi kebakaran, sistem akan mengaktifkan perangkat peringatan seperti sirene, bel, maupun lampu strobo. Detektor asap berfungsi sebagai indikator awal karena mampu mendeteksi partikel asap sebelum api berkembang besar. Selain sistem otomatis, perangkat manual seperti tombol darurat (*manual call point*) memungkinkan penghuni mengaktifkan alarm secara langsung. Pemeliharaan sistem alarm harus dilakukan secara berkala, termasuk pemeriksaan baterai cadangan dan pengujian fungsi sesuai standar *NFPA 72*. Gangguan yang umum terjadi antara lain sensor yang kotor, kerusakan perangkat, penurunan kapasitas baterai, atau gangguan instalasi kabel.

2. Sistem *Sprinkler* Otomatis

Sistem *sprinkler* otomatis berfungsi menyemprotkan air ke area kebakaran ketika temperatur ruangan mencapai ambang aktivasi tertentu. Ketentuan perencanaan dan pemasangan sistem *sprinkler* diatur dalam SNI 03-3989-2000, yang mencakup persyaratan desain, pemilihan material, instalasi, serta pemeliharaan. Sistem ini terdiri atas kepala *sprinkler* (misalnya tipe *pendent* atau *upright*), jaringan perpipaan, katup kontrol zona, serta sistem suplai air berupa tangki dan pompa apabila diperlukan. Keberadaan *sprinkler* bertujuan menekan pertumbuhan api pada tahap awal agar kebakaran tidak berkembang luas sebelum petugas pemadam tiba. Dalam perancangan, standar internasional seperti *NFPA 13* maupun *BS EN 12845* sering dijadikan rujukan, khususnya dalam penentuan densitas pancaran air dan luas area proteksi. Beberapa potensi kegagalan *sprinkler* meliputi korosi pada pipa atau kepala *sprinkler*, katup dalam kondisi tertutup, pipa tersumbat, atau kerusakan akibat kondisi lingkungan tertentu. Oleh karena itu, inspeksi dan pemeliharaan harus dilakukan mengacu pada *NFPA 25*, seperti uji aliran (*flow test*) tahunan, pemeriksaan internal pipa secara periodik, serta pengecekan fungsi katup kontrol.

3. Sistem Hidran dan Standpipe

Sistem hidran dan *standpipe* merupakan sistem distribusi air yang digunakan untuk pemadaman kebakaran oleh petugas pemadam maupun penghuni. SNI 03-1745-2000 mengatur persyaratan minimum pemasangan sistem pipa tegak dan hidran/slang pada bangunan gedung. Sistem Kelas I menyediakan sambungan slang berdiameter 2½ inci untuk petugas pemadam kebakaran, sedangkan sistem Kelas II menyediakan slang 1½ inci yang dapat digunakan oleh penghuni. Sistem Kelas III merupakan kombinasi keduanya. Sistem ini dilengkapi pompa hidran yang dipasang sesuai SNI 03-6570-2001 untuk memastikan tekanan dan debit air memenuhi standar operasional. Penempatan hidran dan distribusi pipa harus memungkinkan seluruh area bangunan dapat dijangkau dalam batas jarak tertentu, umumnya sekitar ≤ 30 m. Gangguan yang sering terjadi meliputi kebocoran katup, kondisi slang yang rusak, serta pompa yang tidak berfungsi. Inspeksi berkala perlu dilakukan sesuai ketentuan Permen PU No. 26/2008, termasuk pemeriksaan visual bulanan dan pengujian debit air tahunan.

4. Pompa Kebakaran

Pompa kebakaran berfungsi menjaga tekanan sistem air pemadam agar mampu melayani *sprinkler*, hidran, maupun *standpipe*. Ketentuan instalasi pompa tetap untuk proteksi kebakaran diatur dalam SNI 03-6570-2001. Ruang pompa dalam bangunan harus memiliki pemisahan khusus dengan ketahanan api minimal dua jam untuk menjamin pompa tetap dapat beroperasi saat terjadi kebakaran. Pompa dapat digerakkan oleh motor listrik maupun mesin diesel, dan wajib dilakukan pengujian rutin, misalnya menjalankan pompa secara periodik tanpa beban. Pemeliharaan sistem pompa mengacu pada *NFPA 20*. Kegagalan yang umum ditemukan antara lain gangguan mesin penggerak, kerusakan katup, atau habisnya bahan bakar pada pompa diesel.

5. Sistem Pemadaman Gas dan Busa

Pada area dengan risiko kebakaran khusus seperti ruang peralatan listrik, ruang server, atau area penyimpanan bahan bakar, sistem pemadaman dapat menggunakan media gas atau busa. Media gas seperti CO₂ maupun FM-200 (*HFC-227ea*) digunakan karena mampu memadamkan api tanpa merusak peralatan

sensitif. Ketentuan sistem FM-200 diatur dalam SNI 19-6772-2002. Namun demikian, sistem gas memerlukan ruangan tertutup rapat agar konsentrasi agen pemadam tercapai, serta membutuhkan ventilasi setelah proses pemadaman. Sistem busa digunakan pada area tangki bahan bakar atau area terbuka luas untuk membentuk lapisan penutup yang menghambat suplai oksigen. Sistem ini umumnya dirancang mengacu pada *NFPA 2001* untuk pemadaman gas dan *NFPA 11* untuk pemadaman busa. Pemeliharaan sistem mencakup pemeriksaan kebocoran, penggantian bahan konsentrat, serta pengujian sistem pelepasan (*discharge test*) secara berkala.

6. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

APAR merupakan alat pemadam portabel yang digunakan untuk menangani kebakaran pada tahap awal. Penempatan dan pemilihan jenis APAR harus disesuaikan dengan klasifikasi bahaya bangunan sesuai SNI 03-3987-1995. Jenis APAR meliputi media air untuk kebakaran kelas A, busa untuk kelas A/B, serbuk kimia untuk kelas A/B/C, CO₂ untuk kelas B/C, serta *wet chemical* untuk kebakaran minyak goreng pada kelas K. Pemeliharaan APAR dilakukan melalui inspeksi visual bulanan untuk memastikan kondisi tabung, indikator tekanan, serta segel pengaman. Selain itu, diperlukan pengisian ulang atau perawatan berkala setiap 1–2 tahun serta uji hidrostatis sesuai periode yang ditetapkan. Gangguan yang sering terjadi pada APAR antara lain penurunan tekanan, endapan media pemadam, atau kerusakan fisik tabung, sehingga pencatatan inspeksi melalui sistem tag pemeliharaan wajib dilakukan.

3.2.2 Sistem Proteksi Kebakaran Pasif

Sistem proteksi kebakaran pasif merupakan elemen bangunan yang berfungsi menghambat penyebaran api dan asap tanpa memerlukan aktivasi mekanis maupun suplai energi. Sistem ini dirancang melalui pemilihan material dan konfigurasi elemen struktur maupun arsitektural yang memiliki ketahanan terhadap api. SNI 03-1736-2000 mengatur tata cara perencanaan sistem proteksi pasif dengan tujuan melindungi keselamatan penghuni, mengurangi kerusakan aset, serta mempertahankan stabilitas struktur bangunan pada kondisi kebakaran. Komponen utama proteksi pasif meliputi:

1. Kompartemenisasi Kebakaran

Kompartemenisasi merupakan pembagian ruang dalam bangunan menggunakan dinding dan lantai tahan api untuk membatasi penyebaran api dari satu area ke area lainnya. SNI 03-1736-2000 menetapkan batasan luas maksimum kompartemen berdasarkan tipe konstruksi bangunan. Sebagai contoh, pada bangunan tipe tertentu dengan perlindungan *sprinkler*, luas kompartemen dapat mencapai batas tertentu. Fungsi utama kompartemen adalah memperlambat perkembangan kebakaran, memberikan tambahan waktu evakuasi, serta memudahkan pengendalian kebakaran agar tetap berada pada zona tertentu.

2. Dinding dan Lantai Tahan Api

Elemen struktur seperti dinding, kolom, dan pelat lantai harus dirancang menggunakan material yang mampu mempertahankan integritasnya pada temperatur tinggi. Material seperti beton bertulang, bata, maupun baja yang dilapisi pelindung tahan api dapat digunakan untuk memenuhi nilai ketahanan api yang dipersyaratkan. Ketahanan api dinilai melalui parameter integritas, isolasi, dan stabilitas struktur, serta diuji berdasarkan standar seperti SNI 03-1741-2008 atau ISO 834. Beton bertulang umumnya memiliki ketahanan api tinggi, sedangkan baja struktural memerlukan perlindungan tambahan seperti pelapis *intumescent* agar memenuhi standar durasi ketahanan api yang ditetapkan.

3. Pintu Tahan Api (*Fire Door*)

Pintu tahan api merupakan pintu khusus yang memiliki nilai ketahanan api tertentu dan dilengkapi mekanisme penutup otomatis. Pintu ini umumnya dipasang pada area kompartemen, akses tangga darurat, serta ruang lift. Pintu tahan api harus mampu menahan rambatan api dan asap dalam durasi tertentu, misalnya 60 menit, serta dilengkapi *door closer* dan segel asap. Permasalahan yang sering ditemukan adalah pintu dalam kondisi terbuka atau terkunci sehingga tidak dapat menutup saat terjadi kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan berkala terhadap fungsi penutupan otomatis dan kondisi komponen pintu.

4. Sistem *Firestopping*

Seluruh bukaan atau penetrasi instalasi seperti pipa, kabel, dan saluran ventilasi yang melewati elemen tahan api wajib ditutup menggunakan material *firestop*. Sistem ini bertujuan mencegah perambatan api melalui celah-celah kecil yang dapat menjadi jalur penyebaran kebakaran. Material *firestop* dapat berupa mortar tahan api atau sealant *intumescent*, dan pemasangannya harus memenuhi standar teknis yang berlaku.

5. Pengendalian Asap dan Ventilasi Darurat

Asap merupakan faktor utama yang mempercepat kondisi berbahaya dalam kebakaran, sehingga sistem pengendalian asap (*smoke control*) menjadi bagian penting dalam proteksi pasif. Sistem ini umumnya diterapkan pada bangunan bertingkat tinggi, atrium, atau ruang ber-volume besar. SNI 03-7012-2004 mengatur perencanaan sistem manajemen asap yang mengacu pada standar *NFPA 92B*. Sistem tersebut meliputi *exhaust fan*, saluran masuk udara segar, serta pembagian zona ventilasi untuk mencegah penumpukan asap. Selain itu, tangga darurat sering dilengkapi sistem *pressurization* untuk mempertahankan tekanan udara positif agar asap tidak masuk ke jalur evakuasi.

6. Material Bangunan Tahan Api

Pemilihan material bangunan turut menentukan efektivitas sistem proteksi pasif. Beberapa material yang umum digunakan antara lain beton bertulang, baja dengan pelapis tahan api, bata tahan api, papan gipsium tahan api (*fire-rated gypsum board*), serta insulasi mineral seperti *mineral wool*. Ketahanan api material tersebut umumnya dinilai melalui pengujian standar seperti SNI 03-1741-2008, *ISO 834*, *ASTM E119*, dan standar terkait lainnya.

Tabel 3.1 Karakteristik Material Tahan Api

Material / Elemen	TKA Tipikal (Integritas/Isolasi)	Standar Pengujian
Beton bertulang	≥ 2 jam (REI 120–240 menit)	SNI 03-1741-2008, ISO 834
Baja struktural (berlapis)	1–2 jam dengan lapisan intumescent	NFPA 220, ASTM E119
Bata tahan api	≥ 2 jam	SNI 03-1741-2008
Papan Gypsum tahan api	60–90 menit	ASTM E119, EN 1364
Pintu Baja tahan api	≥ 1 jam (integritas 60', isolasi 30') ²¹	SNI 03-1741-2008, NFPA 80
Segel Asap / Firestop	– (segel penetrasi)	ASTM E814

3.2.3 Sarana Evakuasi dan Penyelamatan

Perencanaan sarana evakuasi atau *means of egress* merupakan aspek penting dalam sistem keselamatan kebakaran, karena bertujuan memastikan seluruh penghuni dapat meninggalkan bangunan secara aman saat terjadi kondisi darurat. Sistem jalur evakuasi meliputi akses menuju jalan keluar (*exit access*), jalur keluar (*exit*), serta pelepasan keluar menuju area aman (*exit discharge*), yang seluruhnya harus dirancang agar tidak terhalang dan mampu menampung arus pergerakan penghuni secara efektif. Standar SNI 03-1746-2000 menetapkan ketentuan mengenai jumlah, dimensi lebar, penempatan, serta konstruksi tangga darurat dan akses keluar, sehingga proses evakuasi dapat berlangsung cepat dan aman. Beberapa persyaratan umum dalam perencanaan sarana evakuasi meliputi:

1. Beban Penghuni dan Lebar Pintu/Jalan Keluar

Besarnya beban penghuni (*occupant load*) ditentukan berdasarkan luas area dan fungsi bangunan. Sebagai contoh, bangunan perkantoran umumnya menggunakan faktor sekitar 9–12 m² per orang. Lebar total pintu maupun koridor evakuasi harus disesuaikan dengan jumlah penghuni agar tidak menimbulkan kemacetan. Berdasarkan ketentuan standar NFPA, kebutuhan lebar jalur keluar dapat dihitung menggunakan pendekatan sekitar 0,005 m per orang. Sebagai ilustrasi, gedung perkantoran seluas 2.000 m² dengan beban penghuni sekitar 223 orang (faktor 9 m²/orang) memerlukan lebar pintu total kurang lebih 1,12 m.

Dengan demikian, penggunaan dua pintu masing-masing selebar 0,8 m (total 1,6 m) dinilai telah memenuhi kebutuhan minimum. Lebar koridor maupun tangga darurat umumnya disyaratkan minimal 1–1,2 m untuk mendukung kelancaran arus evakuasi. Selain itu, tangga darurat harus memenuhi standar dimensi, yaitu tinggi anak tangga (*riser*) maksimal 180 mm dan lebar pijakan (*tread*) minimal 250 mm, serta dilengkapi pegangan tangan pada kedua sisi.

2. Tangga dan Ramp Evakuasi

Tangga darurat harus dirancang agar langsung mengarah ke luar bangunan atau menuju ruang aman, serta dilindungi dari asap dan api. Penempatan tangga evakuasi sebaiknya memperhatikan jarak tempuh penghuni, di mana jarak menuju tangga terdekat direkomendasikan tidak melebihi 30 m. Untuk mendukung aksesibilitas bagi penyandang disabilitas, perlu disediakan ramp evakuasi dengan kemiringan maksimum 1:12 dan/atau area penampungan aman (*refuge area*) yang memiliki ketahanan terhadap api minimal 60 menit. Selain itu, jalur evakuasi horizontal seperti koridor harus dirancang bebas hambatan dengan lebar yang memadai agar tidak menimbulkan titik kemacetan atau kondisi yang dapat menghambat proses evakuasi.

3. Tanda Arah dan Pencahayaan Darurat

Sistem pencahayaan darurat dan tanda arah evakuasi diatur dalam SNI 03-6574-2001 yang mencakup persyaratan pencahayaan pada jalur keluar, tanda *exit*, serta sistem peringatan bahaya. Lampu darurat berbasis baterai, baik jenis pijar maupun LED, harus dipasang pada jalur evakuasi dan area strategis untuk memastikan tingkat penerangan minimum (umumnya ≥ 1 lux). Tanda *exit* wajib tetap menyala meskipun sumber listrik utama terputus, sehingga harus dilengkapi dengan suplai daya cadangan. Sistem pencahayaan darurat juga harus memiliki respons cepat, yaitu mampu menyala dalam waktu kurang dari 1 detik setelah listrik utama padam. Untuk mencegah kegagalan fungsi akibat baterai lemah atau lampu rusak, diperlukan inspeksi berkala, termasuk pengujian bulanan dan penggantian komponen secara rutin.

4. Simulasi dan Latihan Evakuasi

Pemanfaatan perangkat lunak simulasi evakuasi seperti *Pathfinder* atau *EVAC* dapat digunakan untuk menganalisis waktu evakuasi berdasarkan konfigurasi bangunan dan jumlah penghuni. Hasil simulasi membantu menentukan estimasi waktu evakuasi terpanjang (*maximum evacuation time*) dan mengevaluasi apakah kapasitas jalur keluar telah memadai. Selain itu, penerapan prosedur evakuasi yang jelas harus didukung melalui pelaksanaan latihan evakuasi (*drill*) secara berkala. Beberapa kajian merekomendasikan latihan evakuasi minimal dua kali dalam setahun agar seluruh penghuni, termasuk kelompok rentan seperti penyandang disabilitas, memahami jalur keluar, titik kumpul, serta penggunaan sarana penyelamatan yang tersedia.

5. Sarana Penyelamatan Eksternal

Sarana penyelamatan eksternal meliputi penetapan titik kumpul (*assembly point*) di luar bangunan yang aman serta memiliki akses memadai bagi kendaraan darurat. Manajemen kedaruratan juga perlu mengatur koordinasi dengan pihak pemadam kebakaran dan menyediakan sistem komunikasi internal seperti interkom atau radio untuk mendukung pengendalian evakuasi. Jalur akses bagi tim penyelamat harus dipastikan tidak terhalang agar proses penyelamatan dapat dilakukan secara cepat dan efektif.

3.3 Penilaian Risiko Metode *Fire Risk Index* (FRI)

Dalam rangka menentukan *Level of Service* (LOS) secara objektif, diperlukan metode yang mampu mengkuantifikasi tingkat risiko kebakaran pada suatu bangunan. Penilaian risiko kebakaran (*Fire Risk Assessment*) merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya kebakaran serta mengevaluasi efektivitas sistem proteksi yang telah tersedia. Proses ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesiapan bangunan dalam menghadapi kondisi darurat kebakaran, sekaligus menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi peningkatan sistem keselamatan.

Salah satu metode evaluasi yang bersifat kuantitatif adalah metode *Fire Risk Index* (FRI). Metode FRI merupakan pendekatan berbasis skoring yang mengintegrasikan berbagai aspek keselamatan kebakaran menjadi satu nilai indeks numerik. Keunggulan metode ini adalah kemampuannya dalam memberikan gambaran risiko kebakaran secara menyeluruh (*holistic*), mempermudah proses perbandingan antar bangunan atau antar kondisi strategi proteksi, serta membantu menentukan prioritas perbaikan pada aspek yang dinilai paling kritis Brzezińska & Bryant (2021).

3.3.1 Kerangka Kerja FRI

Berbagai model FRI telah dikembangkan untuk mendukung evaluasi keselamatan kebakaran bangunan. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang diperkenalkan oleh Brzezińska & Bryant (2021), yang dirancang untuk mengevaluasi kinerja strategi keselamatan kebakaran bangunan dan menentukan LOS yang dihasilkan. Metode ini mengadopsi pendekatan semi-kuantitatif dengan membandingkan strategi keselamatan aktual bangunan terhadap strategi acuan (*baseline strategy*) berdasarkan profil risiko bangunan. Secara umum, kerangka kerja metode FRI terdiri atas beberapa tahapan utama sebagai berikut

1. Penentuan Profil Risiko Bangunan

Tahap awal dalam penerapan metode FRI adalah menetapkan profil risiko bangunan (*risk profile*). Profil risiko ditentukan berdasarkan kombinasi antara karakteristik penghuni (*occupancy characteristic*) dan laju pertumbuhan api (*fire growth rate*). Penentuan kategori ini mengacu pada British Standard BS 9999:2017 sebagaimana digunakan dalam Brzezińska & Bryant (2021). Klasifikasi profil risiko bangunan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Profil Risiko

Karakteristik Hunian	Laju Pertumbuhan Api	Profil Risiko
A (Penghuni yang terjaga dan mengenal bangunan)	1 Lambat	A1
	2 Sedang	A2
	3 Cepat	A3
	4 Sangat Cepat	A4 ^(A)
B (Penghuni yang terjaga namun tidak mengenal bangunan)	1 Lambat	B1
	2 Sedang	B2
	3 Cepat	B3
	4 Sangat Cepat	B4 ^(A)
C (Penghuni yang kemungkinan sedang tidur)	1 Lambat	C1 ^(B)
	2 Sedang	C2 ^(B)
	3 Cepat	C3 ^{(B),(C)}
	4 Sangat Cepat	C4 ^{(A),(B)}

(Brzezińska & Bryant, 2021)

Selain profil risiko bangunan, metode *Risk Index Method* juga menggunakan *baseline* strategy sebagai kondisi acuan untuk masing-masing profil risiko. *Baseline* strategy merupakan strategi dasar yang mewakili tingkat proteksi minimum yang masih dapat diterima sesuai karakteristik risiko bangunan. Nilai dasar ini dinyatakan dalam bentuk skor default untuk setiap faktor keselamatan kebakaran dan digunakan sebagai acuan dalam membandingkan kondisi aktual bangunan.

Tabel 3.3 Baseline Strategi Keselamatan Kebakaran berdasarkan Profil Risiko

<i>Objective</i>	<i>Life</i>											
<i>Risk Profile / Fire safety Factor</i>	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
E _{ORG}	3	3	10	20	6	8	12	17	4	3	9	16
E _{LIM}	21	19	13	9	21	19	13	9	21	19	13	9
E _{PAS}	8	9	17	19	9	11	18	24	10	12	19	24
E _{DET}	1	5	13	23	1	7	16	25	5	10	18	25
E _{SUP}	1	1	14	21	1	3	18	23	3	3	19	25
E _{SC}	2	2	10	19	2	8	12	19	14	14	18	19
E _{MAI}	1	7	13	19	1	7	13	19	3	7	13	19
E _{FB}	1	3	14	23	1	6	14	23	4	7	14	23

(Brzezińska & Bryant, 2021)

2. Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Metode FRI menggunakan delapan faktor keselamatan kebakaran (*Fire safety Factors/FSF*). Masing-masing faktor dinilai melalui pemberian skor (E_i)

berdasarkan hasil observasi. Penilaian dilakukan dengan sistem skoring 0–25 sesuai dengan format penilaian tiap faktor keselamatan ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
1. ORG – Organisasi & Manajemen	1. Strategi kebakaran: • belum ada (0) • ada tapi cuma sebagian (1) • sudah lengkap & terdokumentasi sesuai kebutuhan gedung (4)	4	
	2. Prosedur keselamatan: • ada prosedur tertulis (1) • prosedur dipakai dalam kegiatan sehari-hari (1) • rutin diperbarui (1) • ada rencana evakuasi untuk semua lantai (1)	4	
	3. Petugas keamanan & <i>fire warden</i> : • ada petugas keamanan di gedung (1) • ada <i>fire warden</i> terlatih di setiap lantai/zona (3) • latihan evakuasi rutin untuk staf tertentu (2) • atau latihan evakuasi untuk seluruh penghuni gedung (3)	7	
	4. Pelatihan keselamatan: • hanya untuk staf tertentu (2) • atau untuk seluruh staf (4)	4	
	5. Audit & sertifikasi: • hanya pengecekan wajib (1) • plus audit menyeluruh dari pihak profesional (1)	2	
	6. Komitmen manajemen: sejauh mana manajemen aktif dalam urusan keselamatan kebakaran, misalnya ikut rapat rutin, ikut training, paham sistem proteksi gedung, dan paham strategi evakuasi (0–4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM ORG	25	
2. LIM – Kontrol Sumber Api & Material Mudah Terbakar	1. Fire load density (beban api) + sumber api berbahaya: • >4000 MJ/m ² (0) • 2000–4000 (1) • 1000–2000 (2) • 500–1000 (4) • <500 (5)	7	
	2. Perkiraan laju pertumbuhan api (fire growth rate): • sangat cepat / ultrafast (0) • cepat / fast (1) • sedang / medium (4) • lambat / slow (5)	5	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
1. ORG – Organisasi & Manajemen	1. Strategi kebakaran: • belum ada (0) • ada tapi cuma sebagian (1) • sudah lengkap & terdokumentasi sesuai kebutuhan gedung (4)	4	
	2. Prosedur keselamatan: • ada prosedur tertulis (1) • prosedur dipakai dalam kegiatan sehari-hari (1) • rutin diperbarui (1) • ada rencana evakuasi untuk semua lantai (1)	4	
	3. Petugas keamanan & <i>fire warden</i> : • ada petugas keamanan di gedung (1) • ada <i>fire warden</i> terlatih di setiap lantai/zona (3) • latihan evakuasi rutin untuk staf tertentu (2) • atau latihan evakuasi untuk seluruh penghuni gedung (3)	7	
	4. Pelatihan keselamatan: • hanya untuk staf tertentu (2) • atau untuk seluruh staf (4)	4	
	5. Audit & sertifikasi: • hanya pengecekan wajib (1) • plus audit menyeluruh dari pihak profesional (1)	2	
	6. Komitmen manajemen: sejauh mana manajemen aktif dalam urusan keselamatan kebakaran, misalnya ikut rapat rutin, ikut training, paham sistem proteksi gedung, dan paham strategi evakuasi (0–4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM ORG	25	
2. LIM – Kontrol Sumber Api & Material Mudah Terbakar	1. Fire load density (beban api) + sumber api berbahaya: • >4000 MJ/m ² (0) • 2000–4000 (1) • 1000–2000 (2) • 500–1000 (4) • <500 (5)	7	
	2. Perkiraan laju pertumbuhan api (fire growth rate): • sangat cepat / ultrafast (0) • cepat / fast (1) • sedang / medium (4) • lambat / slow (5)	5	
	3. Area berisiko tinggi: • dipisahkan oleh konstruksi tahan api yang memadai? Ya (2) / Tidak (0) • ada banyak material mudah terbakar di dalam gedung? Ya (0) / Tidak (2)	4	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	4. Produksi asap dari material bangunan & peralatan tetap (kasus terburuk): • kelas s3 atau reaksi api $\leq E$ (0) • kelas s2 (1) • kelas s1 atau reaksi api A1 (2)	2	
	5. Kelas reaksi api material pelapis (cladding/covering): • $\leq E$ (0) • D atau C (1) • B (2) • $\geq A2$ (3)	3	
	6. Kelas reaksi api insulasi bangunan (dinding luar/atap): • $\leq E$ (0) • D atau C (1) • B (2) • $\geq A2$ (4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM LIM	25	
3. PAS – Proteksi Pasif	1. Ketahanan api struktur bangunan: • <15 menit (0) • 15 menit (1) • 30 menit (2) • 60 menit (3) • 90 menit (4) • ≥ 120 menit (6)	6	
	2. Ketahanan api dinding internal/partisi: • 30 menit (1) • 60 menit (2) • 120 menit (3) • 240 menit (4)	4	
	3. Ketahanan api pintu & fire shutter: • tidak ada rating (0) • 30 menit (1) • 60 menit (2) • 120 menit (3) • 240 menit (4)	4	
	4. Jarak antara bangunan & regulasi: • tidak sesuai regulasi (0) • sesuai regulasi (2) • atau didukung fire wall / heat flux rendah <12,5 kW/m ² (2)	2	
	5. Ukuran zona kompartemen kebakaran (fire zones): • >20.000 m ² (0) • 10.000–20.000 (1) • 5.000–10.000 (2) • 2.000–5.000 (3) • 1.000–2.000 (4) • ≤ 1.000 (5)	5	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	6. Sistem aktivasi pintu/pelindung api: • aktivasi manual dari panel (2) • otomatis setelah diverifikasi (3) • otomatis penuh (4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM PAS	25	
4. DET – Sistem Deteksi & Alarm	1. Cakupan deteksi kebakaran: • deteksi penuh di semua area berisiko (5) • deteksi sebagian (1) + deteksi penuh di jalur evakuasi (1) • sistem manual (1) • tidak ada deteksi (0)	5	
	2. Perkiraan waktu respons deteksi: • >420 detik (0) • 300–420 detik (2) • 180–300 detik (3) • <180 detik (5)	5	
	3. Kesesuaian tipe detektor untuk risiko ruangan, dinilai 0–4	4	
	4. Panel alarm & kelengkapan sistem: • panel kontrol & indikasi lengkap, suplai listrik & kabel sesuai (2) • + sistem sudah tersertifikasi (1)	3	
	5. Sistem kontrol alarm palsu: • tidak ada (0) • ada (4)	4	
	6. Sistem pemberitahuan alarm: • hanya sirine (1) • alarm suara (2) • alarm suara + public address (3) • + signage visual aktif (4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM DET	25	
5. SUP – Sistem Pemadaman	1. Cakupan sistem pemadaman otomatis (<i>sprinkler</i> / lainnya): • mencakup semua area risiko (3) • hanya mencakup sebagian area (2) • tidak ada sistem otomatis (0) • + ada <i>sprinkler</i> tipe <i>fast-response</i> (+1)	4	
	2. Kecepatan respons sistem pemadaman (Response Time Index – RTI): • standard B: >200, ≤300 (1) • standard A: >80, ≤200 (2) • special: >50, ≤80 (3) • fast: ≤50 (4)	4	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	3. Waktu aktivasi (detik): • >300 dtk (0) • >200 – ≤300 (1) • >150 – ≤200 (2) • >120 – ≤150 (3) • ≤120 dtk (4)	4	
	4. Kesesuaian sistem pemadaman dengan: • tinggi rak/penyimpanan (2) • jenis material mudah terbakar (2) • metode penyimpanan (2)	6	
	5. Keandalan instalasi pemadaman: • monitoring sistem (1) • suplai listrik mandiri + suplai air mandiri (1) • sistem dalam kondisi operasional (1) • suplai air ganda / double source water supply (1)	4	
	6. Penempatan hose reel & APAR: • hose reel menjangkau seluruh area gedung Ya (1) / Tidak (0) • ditambah APAR dengan efisiensi pemadaman sesuai standar (1) • APAR tersedia dalam kepadatan lebih lengkap (2)	3	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM SUP	25	
6. SC – Pengendalian Asap & Evakuasi	1. Pengendalian asap di inti tangga darurat: • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung operasi pemadam (1) • + dimonitor saat terjadi kegagalan sistem (1)	4	
	2. Pengendalian asap di jalur evakuasi horizontal (koridor): • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung pemadam (1) • + dimonitor saat kegagalan sistem (1)	4	
	3. Sistem enclosure control (misalnya lobby lift / ruang depan tangga): • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung pemadam (1) • + punya monitoring untuk kegagalan sistem (1)	4	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	4. Konstruksi jalur evakuasi: • dapat menyebabkan produksi asap tidak terkendali (0) • kontrol material mudah terbakar memadai di jalur evakuasi horizontal (1) • + kontrol memadai juga di jalur evakuasi vertikal (2)	3	
	5. Dimensi tangga darurat dan koridor evakuasi: • sesuai jumlah & karakteristik penghuni (0–2) • ada minimal dua inti tangga (2) • ada dua arah jalur evakuasi (2)	6	
	6. Signage Evakuasi: • signage pasif (stiker/papan) dipasang benar (1) • signage menyala (illuminated) (2) • sistem signage dinamis yang bisa berubah untuk mengarahkan orang saat darurat (4)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM SC	25	
7. MAI – Pemeliharaan Sistem Proteksi Kebakaran	1. Apakah desain, instalasi, dan commissioning sistem proteksi kebakaran sesuai standar & instruksi pabrik? • Ya (2) / Tidak (0) • + dikerjakan oleh kontraktor bersertifikat: Ya (2) / sebagian (1) / Tidak (0)	4	
	2. Apakah ada inventaris/perengkapan sistem proteksi kebakaran yang lengkap? • inventaris tersedia (1) • + ada dokumen operasi dan perawatan (2)	3	
	3. Prosedur perawatan & inspeksi: • sesuai regulasi nasional minimum (1) • sesuai instruksi pabrikan (2) • sesuai standar nasional yang lebih tinggi (2)	5	
	4. Functional testing (pengujian fungsi) di luar persyaratan minimum: • bertujuan memastikan ketersediaan & keandalan maksimal sistem • Ya (6) / sebagian (3) / Tidak (0)	6	
	5. Sistem monitoring real-time: • apakah ada sistem untuk memantau ketersediaan & keandalan proteksi kebakaran secara real-time? • Ya (3) / sebagian (1) / Tidak (0)	3	
	6. Perubahan/modifikasi sistem dicatat & dimonitor: • modifikasi tercatat (1) • audit dilakukan (2)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM MAI	25	

Lanjutan Tabel 3.4 Format Penilaian Faktor Keselamatan Kebakaran

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
8. FB – Intervensi Pemadam Kebakaran	1. Metode komunikasi dengan pemadam: • komunikasi manual (0) • manual saat <i>fire detection</i> aktif (1) • otomatis lewat <i>alarm receiving center</i> (2) • otomatis + konfirmasi eksternal (3) • otomatis + konfirmasi langsung oleh petugas di lokasi (4)	4	
	2. Ketersediaan personel keselamatan on-site: • ada petugas penuh (2) • sebagian waktu (1) • tidak ada (0)	2	
	3. Waktu kedatangan pemadam kebakaran: • >900 detik (0) • >600 – ≤900 (2) • >300 – ≤600 (4) • ≤300 detik (6)	6	
	4. Akses ke bangunan untuk pemadam: • tidak ada akses (0) • akses terbatas (1) • akses ke setidaknya 50% sisi bangunan atau 2 sisi (2) • akses penuh ke seluruh perimeter bangunan (3)	3	
	5. Komunikasi internal untuk tujuan pemadaman: • sulit (0) • mudah (1) • + akses mudah ke fire control panel (1) • + peta lokasi kebakaran (1) • + lampu evakuasi yang mendukung pemadam (1) • + minimal 2 tangga darurat (1) • + adanya lift pemadam (firefighter lift) (1)	6	
	6. Fasilitas untuk pemadam kebakaran: • tidak ada fasilitas pemadaman (0) • hose reel atau dry/wet riser di tiap lantai (2) • + kontrol ventilasi asap (1) • + penyediaan pompa pemadam di lokasi (1)	4	
	TOTAL SKOR MAKSIMUM FB	25	

(Brzezińska & Bryant, 2021)

3. Pembobotan Faktor (*Weighting Factors*, W_i)

Dalam metode *Fire Risk Index* (FRI), setiap faktor keselamatan kebakaran memiliki tingkat pengaruh yang berbeda terhadap pencapaian keselamatan bangunan. Oleh karena itu, digunakan pembobotan (*weighting factors*) untuk

merepresentasikan kontribusi relatif masing-masing faktor keselamatan terhadap keseluruhan strategi proteksi kebakaran.

Nilai bobot (W_i) ditentukan berdasarkan profil risiko bangunan (*risk profile*) dan mengacu pada tabel *Weighting Factors for Building Risk Profiles* yang dikembangkan oleh Brzezińska & Bryant (2021). Bobot tersebut digunakan untuk mempertahankan hierarki tingkat kepentingan antar faktor keselamatan kebakaran sesuai dengan kondisi minimum pada *baseline strategy*.

. Tabel 3.5 berikut menunjukkan nilai bobot tiap faktor.

Tabel 3.5 Bobot Faktor Keselamatan Kebakaran (W_i)

Risk Profile / Fire safety Factor	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
E _{ORG}	0,6	0,6	2,0	4,0	1,2	1,6	2,4	3,4	0,8	0,6	1,8	3,2
E _{LIM}	4,2	3,8	2,6	1,8	4,2	3,8	2,6	1,8	3,8	2,8	2,6	1,8
E _{PAS}	1,6	1,8	3,4	3,8	1,8	2,2	3,6	4,8	2,4	2,4	3,8	4,8
E _{DET}	0,2	1,0	2,6	4,6	0,2	1,4	3,2	5,0	2,0	2,0	2,6	5,0
E _{SUP}	0,2	0,2	2,8	4,2	0,2	0,6	3,6	4,6	0,6	0,6	2,8	5,0
E _{SC}	0,4	0,4	2,0	3,8	0,4	1,6	2,4	3,8	2,8	2,8	3,6	3,8
E _{MAI}	0,2	1,4	2,6	3,8	0,2	1,4	2,6	3,8	0,6	1,4	2,6	3,8
E _{FB}	0,2	0,6	2,8	4,6	0,2	1,2	2,8	4,6	0,8	1,4	2,8	4,6

(Brzezińska & Bryant, 2021)

1. Perhitungan *Fire Risk Index* (FRI)

Tahapan perhitungan metode FRI dilakukan dengan menghitung tingkat perlindungan kebakaran (*Protective Measures*), menentukan nilai indeks bahaya kebakaran (*Fire Hazard Index*), dan menghitung nilai akhir indeks risiko kebakaran (*fire risk index*). Tahapan perhitungan FRI meliputi:

a. Menghitung nilai *Protective Measures* (PM)

$$PM = \sum(W_i \times E_i)$$

Keterangan:

W_i = *Weight factor*, bobot kepentingan faktor keselamatan kebakaran ke-i.

E_i = *Evaluation score*, skor hasil penilaian kondisi eksisting faktor ke-*i* berdasarkan ketersediaan, fungsi, dan pemeliharaan.

- b. Menentukan nilai *Fire Hazard Index* (FHI)

$$FHI = \frac{PH}{PM} \times 100$$

Keterangan:

PH = *Potential Hazard Factor*, nilai potensi bahaya kebakaran sesuai profil risiko bangunan.

PM = *Protective Measures*, tingkat perlindungan kebakaran yang dimiliki oleh bangunan.

Bobot potensi bahaya yang diterapkan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 3.6 Bobot Penilaian Bahaya Kebakaran (PH)

Profil Risiko	Potensi Bahaya Kebakaran
A1	1,04
A2	1,08
A3	2,78
A4	6,13
B1	1,13
B2	1,51
B3	3,45
B4	6,70
C1	1,62
C2	1,83
C3	3,97
C4	6,83

(Brzezińska & Bryant, 2021)

c. Menghitung *Fire Risk Index* (FRI)

$$FRI = FHI \times Fi$$

Keterangan:

FHI = *Fire Hazard Index*, rasio antara potensi bahaya dan perlindungan kebakaran.

F_i = *Fire frequency factor*, faktor frekuensi kebakaran tahunan. Untuk jenis bangunan pendidikan

Bobot faktor frekuensi kebakaran tahunan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 3.7 Bobot Potensi Kebakaran Tahunan

Jenis Hunian / Fungsi Bangunan	Probabilitas Kebakaran (per tahun)
Industri	$0,9 \times 10^{-2}$
Perkantoran	$0,4 \times 10^{-2}$
Fasilitas hiburan dan pertemuan	$0,7 \times 10^{-2}$
Rumah sakit	$2,6 \times 10^{-2}$
Sekolah	$1,4 \times 10^{-2}$
Hunian (rumah tinggal)	$0,13 \times 10^{-2}$
Fasilitas makanan, minuman, hotel, asrama, dan hunian komunal	$4,6 \times 10^{-2}$
Bangunan dan layanan publik lainnya	$1,8 \times 10^{-2}$

(Brzezińska & Bryant, 2021)

3.4 *Level of Service* (LOS)

Level of Service merupakan pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan tingkat pelayanan suatu fasilitas terhadap kebutuhan penggunanya. Dalam pelayanan bangunan, LOS tidak hanya berkaitan dengan kondisi fisik gedung, tetapi juga dengan mutu layanan yang diterima pengguna selama bangunan tersebut dimanfaatkan. Pelayanan bangunan menjelaskan bentuk layanan yang diberikan oleh gedung, sedangkan LOS menjelaskan seberapa baik layanan tersebut diberikan. LOS dapat digunakan untuk menerjemahkan kondisi teknis, operasional, dan pengalaman pengguna ke dalam tingkat pelayanan tertentu.

Pada bangunan gedung, tingkat pelayanan tidak dapat dibaca hanya melalui satu aspek. Kualitas pelayanan dipengaruhi oleh kondisi ruang, keandalan sistem teknis, keselamatan, kenyamanan, aksesibilitas, kemudahan penggunaan, serta kemampuan pengelola menjaga fungsi bangunan selama masa operasional. Leaman & Bordass (2007) menekankan bahwa penilaian bangunan perlu memperhatikan pengalaman pengguna, karena bangunan yang secara desain atau sertifikasi terlihat baik belum tentu selalu menghasilkan kepuasan pengguna yang tinggi. Pandangan ini memperkuat bahwa pelayanan bangunan perlu dibaca sebagai hubungan antara performa teknis bangunan dan pengalaman aktual pengguna.

Pada bangunan pendidikan, LOS menjadi penting karena gedung digunakan oleh kelompok pengguna yang beragam, seperti mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, pengunjung, petugas keamanan, petugas kebersihan, dan pengelola fasilitas. Setiap kelompok pengguna memiliki kebutuhan yang berbeda terhadap ruang, akses, informasi, keselamatan, dan kenyamanan. Selain itu, pola penggunaan gedung pendidikan cenderung dinamis karena mengikuti jadwal perkuliahan, praktikum, kegiatan administrasi, kegiatan akademik tambahan, serta penggunaan ruang di luar jam utama. Keadaan tersebut menuntut bangunan pendidikan mampu memberikan pelayanan yang stabil, aman, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan aktivitas akademik.

LOS dalam pelayanan bangunan mencakup beberapa dimensi. Dimensi pertama adalah keselamatan, yaitu kemampuan bangunan melindungi pengguna dari bahaya yang dapat mengancam jiwa, aset, dan kelangsungan aktivitas. Dimensi kedua adalah keandalan, yaitu kemampuan sistem bangunan untuk bekerja secara konsisten ketika dibutuhkan. Dimensi ketiga adalah kenyamanan, yang berkaitan dengan kondisi termal, kualitas udara, pencahayaan, akustik, kepadatan ruang, dan pengalaman pengguna di dalam bangunan. Kim & De Dear (2012) menjelaskan bahwa kepuasan pengguna terhadap ruang dipengaruhi oleh berbagai aspek kualitas lingkungan dalam ruang, sehingga mutu pelayanan bangunan tidak dapat dilepaskan dari kondisi ruang yang dirasakan langsung oleh pengguna.

Dimensi berikutnya adalah **aksesibilitas**, yaitu kemudahan pengguna dalam menjangkau ruang, fasilitas, sarana layanan, dan jalur keluar. Aksesibilitas tidak

hanya berarti tersedianya akses fisik, tetapi juga kemudahan pengguna dalam menemukan dan menggunakan akses tersebut. menjelaskan bahwa rancangan bangunan yang baik perlu mempertimbangkan prinsip kemudahan akses dan penggunaan bagi berbagai kelompok pengguna. Gagasan ini relevan dalam penilaian LOS karena fasilitas bangunan yang tersedia secara fisik belum tentu memberikan pelayanan yang baik apabila sulit ditemukan, sulit dijangkau, atau sulit digunakan.

Selain aksesibilitas, LOS juga mencakup dimensi kemudahan penggunaan. Dimensi ini berkaitan dengan sejauh mana pengguna dapat memahami fungsi ruang, sistem informasi, rambu, alur sirkulasi, dan prosedur bangunan. Gedung yang memiliki fasilitas lengkap tetap dapat memiliki LOS yang rendah apabila pengguna sulit memahami letak fasilitas, jalur keluar, atau informasi keselamatan. Vischer (2008) menekankan bahwa kualitas lingkungan kerja tidak hanya dipengaruhi oleh aspek fisik, tetapi juga oleh kesesuaian lingkungan terhadap kebutuhan dan perilaku pengguna. Hal ini memperkuat bahwa pelayanan bangunan perlu dinilai dari hubungan antara sistem bangunan dan kemampuan pengguna untuk memahaminya.

LOS juga mencakup dimensi keberlanjutan fungsi, yaitu kemampuan bangunan mempertahankan layanan selama masa operasionalnya. Dimensi ini berkaitan dengan pemeliharaan, perbaikan, pengendalian gangguan, dan kesiapan sistem bangunan untuk tetap mendukung aktivitas utama. Pada gedung pendidikan, keberlanjutan fungsi menjadi penting karena gangguan pada sistem bangunan dapat berdampak pada kegiatan perkuliahan, praktikum, pelayanan administrasi, dan aktivitas pengguna lainnya. Al Horr dkk. (2016) menunjukkan bahwa kualitas lingkungan dalam ruang berpengaruh terhadap kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas pengguna, sehingga kualitas pelayanan bangunan perlu dipahami sebagai hasil dari hubungan antara kondisi teknis, kondisi ruang, dan pengalaman pengguna.

Dalam hubungan dengan keselamatan kebakaran, *Level of Service* tidak hanya berada pada dimensi keselamatan. Keselamatan memang menjadi dimensi utama karena kebakaran berhubungan langsung dengan perlindungan jiwa, aset,

dan fungsi bangunan. Namun, tingkat pelayanan keselamatan kebakaran juga dipengaruhi oleh dimensi keandalan, karena sistem proteksi seperti detektor, alarm, APAR, *hydrant*, pompa kebakaran, pencahayaan darurat, dan sarana evakuasi tidak cukup hanya tersedia secara fisik, tetapi harus berfungsi dan siap digunakan saat keadaan darurat.

Selain keandalan, *Level of Service* keselamatan kebakaran juga berkaitan dengan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan. Sarana keselamatan harus mudah dijangkau, tidak terhalang, dan dapat digunakan oleh penghuni maupun petugas saat dibutuhkan. APAR yang tertutup furnitur, *hydrant* yang sulit diakses, jalur keluar yang terhalang, atau titik kumpul yang tidak jelas menunjukkan bahwa pelayanan keselamatan belum optimal. Sistem keselamatan juga harus mudah dipahami melalui rambu evakuasi, denah jalur keluar, petunjuk titik kumpul, alarm, dan prosedur darurat yang dapat dikenali dengan cepat. Kobes dkk. (2010) menjelaskan bahwa keselamatan bangunan saat kebakaran dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik bangunan, karakteristik manusia, dan karakteristik peristiwa kebakaran, sehingga sistem keselamatan harus dapat dipahami dan digunakan oleh penghuni saat kondisi darurat.

Level of Service keselamatan kebakaran juga berkaitan dengan keberlanjutan fungsi dan pemeliharaan. Sistem proteksi kebakaran hanya dapat memberikan pelayanan yang baik apabila diperiksa, diuji, dipelihara, dan dicatat secara berkala. APAR yang tidak diperiksa, alarm yang tidak diuji, *hydrant* yang tidak pernah dilakukan pengujian aliran, atau jalur evakuasi yang tidak diawasi dapat menurunkan tingkat pelayanan keselamatan. Selain itu, kebakaran tidak hanya menimbulkan bahaya terhadap penghuni, tetapi juga dapat mengganggu kegiatan pendidikan, merusak aset, menghentikan aktivitas akademik, serta menurunkan kepercayaan pengguna terhadap pengelola bangunan. Altomonte & Schiavon (2013) menunjukkan bahwa kepuasan pengguna terhadap bangunan dipengaruhi oleh berbagai aspek, termasuk kualitas ruang, pencahayaan, kebersihan, dan kondisi operasional bangunan. Temuan tersebut memperkuat bahwa LOS tidak dapat dipersempit menjadi satu indikator, melainkan perlu dibaca sebagai gabungan

antara keselamatan, keandalan, aksesibilitas, kemudahan penggunaan, pemeliharaan, dan keberlanjutan fungsi bangunan.

3.4.1 Hubungan FRI dan tingkat pelayanan

Nilai *Fire Risk Index* (FRI) merupakan indikator kuantitatif yang menggambarkan tingkat risiko kebakaran suatu bangunan berdasarkan keseimbangan antara potensi bahaya kebakaran dan tingkat perlindungan sistem keselamatan kebakaran yang tersedia. Dalam metode Brzezińska & Bryant (2021), FRI digunakan sebagai parameter utama untuk mengevaluasi kinerja strategi keselamatan kebakaran pada bangunan secara terukur, sehingga hasil penilaian dapat dibandingkan secara objektif antar bangunan maupun antar kondisi strategi proteksi.

Hubungan antara FRI dan *Level of Service* (LOS) terletak pada fungsi FRI sebagai nilai dasar yang diterjemahkan ke dalam kategori tingkat pelayanan keselamatan kebakaran. LOS pada prinsipnya merupakan bentuk interpretasi dari nilai FRI untuk menunjukkan kualitas pelayanan sistem proteksi kebakaran bangunan terhadap penghuni. Nilai FRI yang lebih kecil menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran yang dimiliki bangunan relatif mampu mengendalikan risiko kebakaran sesuai profil bahaya yang ada, sehingga tingkat pelayanan keselamatan kebakaran dapat dikategorikan lebih baik. Sebaliknya, nilai FRI yang lebih besar menunjukkan bahwa tingkat perlindungan kebakaran belum memadai dibandingkan risiko yang dimiliki bangunan, sehingga tingkat pelayanan keselamatan kebakaran berada pada kategori yang lebih rendah.

Pada penelitian ini, penentuan LOS tidak hanya mempertimbangkan nilai FRI aktual secara absolut, tetapi juga menekankan perbandingan terhadap nilai acuan (*baseline strategy*). Strategi *baseline* merepresentasikan tingkat proteksi minimum yang masih dapat diterima sesuai profil risiko bangunan. Oleh karena itu, interpretasi LOS lebih bersifat relatif terhadap standar minimum yang dipersyaratkan, sehingga dapat menunjukkan apakah kondisi eksisting bangunan telah memenuhi, mendekati, atau berada di bawah tingkat perlindungan yang seharusnya Brzezińska & Bryant (2021).

Dengan demikian, FRI berperan sebagai parameter numerik untuk mengukur tingkat risiko kebakaran, sedangkan LOS merupakan klasifikasi tingkat pelayanan keselamatan kebakaran yang diperoleh dari hasil interpretasi perbandingan nilai FRI aktual terhadap *baseline*. Hubungan ini menjadikan LOS sebagai indikator yang lebih komunikatif dan aplikatif dalam menyampaikan kinerja sistem keselamatan kebakaran bangunan, sekaligus membantu menentukan urgensi perbaikan pada aspek keselamatan kebakaran tertentu.

3.4.2 Dasar interpretasi rasio FRI aktual terhadap FRI *baseline*

Agar nilai FRI dapat digunakan sebagai indikator yang objektif, metode ini menggunakan pembanding berupa nilai FRI *baseline*. *Baseline* merupakan strategi acuan minimum yang dianggap masih dapat diterima untuk suatu profil risiko tertentu. *Baseline* strategy ditetapkan berdasarkan karakteristik penghuni dan laju pertumbuhan api (*fire growth rate*), sehingga strategi *baseline* pada bangunan dengan profil risiko tinggi tentu akan lebih ketat dibandingkan bangunan dengan profil risiko rendah.

Dalam metode Brzezińska & Bryant (2021), nilai *Potential Hazard* (PH) ditentukan sedemikian rupa sehingga pada *baseline* strategy diperoleh nilai *Fire Hazard Index* sebesar 1 ($FHI_{baseline} = 1$). Dengan asumsi tersebut, maka FRI *baseline* dapat dinyatakan sebagai:

$$FRI_{baseline} = FHI_{baseline} \times F_i = 1 \times F_i$$

Dengan demikian, FRI *baseline* pada dasarnya hanya bergantung pada nilai frekuensi kebakaran tahunan (F_i) berdasarkan jenis okupansi bangunan.

Setelah nilai FRI *baseline* ditentukan, maka evaluasi kondisi aktual dilakukan dengan menghitung nilai FRI aktual dari kondisi eksisting bangunan. Selanjutnya, perbandingan kedua nilai tersebut dilakukan menggunakan rasio:

$$Rasio = \frac{FRI_{aktual}}{FRI_{baseline}}$$

Interpretasi rasio tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Rasio < 1

berarti FRI aktual lebih kecil dibanding FRI *baseline*. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat risiko kebakaran bangunan lebih rendah dibanding kondisi acuan minimum. Dengan kata lain, strategi proteksi kebakaran aktual lebih baik daripada *baseline*, sehingga tingkat pelayanan keselamatan kebakaran tergolong baik.

2. Rasio = 1

berarti FRI aktual sama dengan *baseline*. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat keselamatan kebakaran bangunan berada tepat pada batas minimum yang dapat diterima. Bangunan dapat dianggap memenuhi persyaratan minimum, namun belum menunjukkan margin keamanan tambahan.

3. Rasio > 1

berarti FRI aktual lebih besar daripada *baseline*. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat risiko kebakaran aktual lebih tinggi dibanding standar acuan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem proteksi kebakaran eksisting belum memadai untuk profil risiko bangunan tersebut, sehingga perlu dilakukan peningkatan atau perbaikan sistem proteksi.

Brzezińska & Bryant (2021) menekankan bahwa tujuan utama evaluasi ini adalah untuk menilai apakah strategi keselamatan kebakaran aktual mampu memberikan tingkat perlindungan setidaknya setara dengan strategi *baseline* yang dipersyaratkan untuk profil risiko tertentu. Oleh karena itu, penggunaan rasio FRI aktual terhadap FRI *baseline* menjadi pendekatan yang relevan karena mampu memberikan indikator yang bersifat relatif terhadap karakteristik bangunan, bukan hanya sekadar nilai absolut

3.4.3 Penentuan dan kategori *Level of Service* (LOS)

Nilai rasio antara FRI aktual dan FRI *baseline* kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan bangunan ke dalam kategori LOS. Kategori LOS memberikan interpretasi kinerja keselamatan kebakaran dalam bentuk level pelayanan yang lebih mudah dipahami, sekaligus dapat dijadikan dasar rekomendasi tindakan perbaikan.

Pada penelitian ini, LOS dibagi menjadi lima kategori, yaitu LOS A sampai LOS E. Kategori ini menggambarkan kondisi keselamatan kebakaran mulai dari

sangat aman hingga sangat buruk. Semakin kecil nilai rasio, maka semakin baik tingkat pelayanan keselamatan kebakaran.

Klasifikasi LOS berdasarkan nilai rasio ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 3.8 Klasifikasi Nilai Rasio

Rasio	LOS	Keterangan
≤ 0.85	A	Sangat aman
0.85–1.00	B	Aman
1.00–1.15	C	Cukup
1.15–1.30	D	Buruk
> 1.30	E	Sangat buruk

Makna dari masing-masing kategori dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. LOS A (Sangat Aman)

LOS A menunjukkan bahwa strategi proteksi kebakaran aktual memberikan tingkat perlindungan yang jauh lebih baik dibanding *baseline*. Rasio $\leq 0,85$ menandakan bahwa nilai risiko kebakaran aktual secara signifikan berada di bawah risiko acuan minimum. Kondisi ini umumnya terjadi apabila sistem proteksi kebakaran aktif, pasif, dan manajemen keselamatan kebakaran telah berjalan dengan sangat baik, termasuk pemeliharaan berkala dan kesiapsiagaan evakuasi.

b. LOS B (Aman)

LOS B menunjukkan bahwa kondisi keselamatan kebakaran bangunan telah memenuhi atau mendekati standar minimum *baseline*. Rasio 0,85–1,00 berarti tingkat perlindungan bangunan sudah memadai, meskipun margin keamanan tambahan masih terbatas. Pada kategori ini, bangunan umumnya telah memiliki sistem proteksi yang berfungsi, namun masih terdapat beberapa aspek minor yang dapat ditingkatkan.

c. LOS C (Cukup)

LOS C menunjukkan bahwa kondisi keselamatan kebakaran berada sedikit di atas ambang *baseline*. Rasio 1,00–1,15 mengindikasikan bahwa tingkat risiko kebakaran mulai meningkat dan strategi aktual belum sepenuhnya ideal. Bangunan pada kategori ini masih dapat

beroperasi, tetapi diperlukan perbaikan pada beberapa komponen keselamatan kebakaran yang memiliki skor rendah, seperti pemeliharaan, manajemen organisasi, atau peningkatan kelengkapan proteksi aktif.

d. LOS D (Buruk)

LOS D menunjukkan bahwa tingkat risiko kebakaran aktual sudah cukup jauh di atas *baseline*. Rasio 1,15–1,30 menandakan adanya kekurangan signifikan pada sistem keselamatan kebakaran. Kondisi ini dapat terjadi akibat ketidakberfungsian sistem proteksi aktif, minimnya proteksi pasif, jalur evakuasi yang tidak memadai, atau lemahnya sistem manajemen keselamatan kebakaran. Bangunan pada kategori ini memerlukan tindakan korektif segera karena berpotensi menimbulkan risiko tinggi terhadap penghuni.

e. LOS E (Sangat Buruk)

LOS E menunjukkan kondisi keselamatan kebakaran yang sangat tidak memadai. Rasio $> 1,30$ berarti nilai risiko kebakaran aktual jauh melebihi *baseline*. Kondisi ini menunjukkan bahwa strategi keselamatan kebakaran bangunan berada pada level yang tidak dapat diterima. Pada kategori ini, diperlukan tindakan perbaikan besar, termasuk evaluasi menyeluruh terhadap sistem proteksi aktif, pasif, serta prosedur manajemen keselamatan kebakaran. Pada kasus tertentu, bangunan dapat direkomendasikan untuk dilakukan pembatasan fungsi sementara sampai sistem proteksi ditingkatkan.

Hasil klasifikasi LOS bukan hanya berfungsi sebagai indikator kinerja keselamatan kebakaran, namun juga dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi peningkatan sistem proteksi kebakaran. Pada prinsipnya, kategori LOS menunjukkan tingkat urgensi perbaikan.

1. Bangunan dengan LOS A–B dapat diarahkan pada strategi pemeliharaan rutin dan peningkatan minor.
2. Bangunan dengan LOS C memerlukan peningkatan bertahap pada komponen keselamatan dengan skor rendah.

3. Bangunan dengan LOS D–E memerlukan tindakan perbaikan segera dan audit keselamatan kebakaran secara menyeluruh.

3.5 Validasi Hasil Evaluasi melalui *Expert Judgement*

Dalam penelitian ini, hasil evaluasi keselamatan kebakaran tidak hanya dipahami sebagai keluaran analisis teknis, tetapi juga sebagai temuan yang perlu dikaji kembali melalui pertimbangan profesional. Hal ini penting karena keselamatan kebakaran bangunan bukan sekadar persoalan ada atau tidak adanya sistem proteksi, melainkan juga menyangkut kecukupan fungsi, keterpaduan antarkomponen, relevansi terhadap kondisi eksisting bangunan, serta kelayakan langkah perbaikan yang dapat diterapkan. Oleh sebab itu, validasi melalui *Expert Judgement* digunakan sebagai upaya untuk menguatkan hasil evaluasi yang telah diperoleh peneliti agar tidak hanya sah secara analitis, tetapi juga dapat diterima secara profesional. Literatur mengenai *expert elicitation* menjelaskan bahwa penilaian ahli digunakan ketika data atau model belum sepenuhnya dapat menjelaskan persoalan yang dihadapi, sehingga pertimbangan profesional dibutuhkan untuk memperkuat keputusan atau hasil kajian. Di sisi lain, kajian validitas isi menunjukkan bahwa penilaian ahli penting untuk memastikan bahwa isi, komponen, atau hasil yang disajikan benar-benar relevan dan mewakili konstruk yang hendak dijelaskan.

3.5.1 Definisi *Expert Judgement*

validasi hasil evaluasi melalui *Expert Judgement* dipahami sebagai proses penelaahan hasil penelitian oleh pihak yang memiliki kompetensi, pengalaman, dan pemahaman mendalam pada bidang keselamatan kebakaran bangunan. Penilaian ahli diperlukan karena hasil evaluasi keselamatan kebakaran tidak hanya berisi data observasi dan skor penilaian, tetapi juga memuat interpretasi atas kecukupan sistem proteksi, keterhubungan antarunsur keselamatan, serta makna teknis dari kondisi eksisting bangunan. Literatur validitas isi menjelaskan bahwa validasi digunakan untuk memastikan bahwa suatu hasil, instrumen, atau isi benar-benar relevan dan mewakili konstruk yang hendak dijelaskan. Yusoff (2019) menegaskan bahwa validitas isi merupakan bukti penting dalam mendukung mutu suatu alat ukur atau

hasil kajian, sehingga proses validasinya harus dilakukan secara sistematis. Sementara itu, Haynes dkk. (1995) yang dikutip dalam artikel *Frontiers* mendefinisikan validitas isi sebagai derajat sejauh mana elemen suatu instrumen relevan dan representatif terhadap konstruk yang dituju untuk tujuan penilaian tertentu. Dengan dasar tersebut, *Expert Judgement* dalam penelitian ini digunakan bukan sebagai formalitas, melainkan sebagai sarana untuk menguji apakah hasil evaluasi yang telah disusun benar-benar layak, tepat, dan sesuai dengan domain keselamatan kebakaran bangunan.

Penggunaan *Expert Judgement* juga didasarkan pada kenyataan bahwa penelitian terapan, khususnya yang berkaitan dengan bangunan dan keselamatan kebakaran, sering kali berhadapan dengan kondisi lapangan yang kompleks. Ketersediaan sistem proteksi kebakaran, misalnya, tidak selalu dapat dinilai hanya dari keberadaan fisiknya, sebab efektivitasnya juga dipengaruhi oleh fungsi, cakupan perlindungan, integrasi dengan sistem lain, dan kesiapan untuk bekerja saat keadaan darurat. Karena itu, peneliti membutuhkan pertimbangan dari ahli agar hasil evaluasi tidak berhenti pada pembacaan teknis yang sempit. Selain itu, *Expert Judgement* menekankan bahwa penilaian ahli lazim digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan isi yang dinilai, serta bahwa ahli berperan dalam memperjelas, menambah, atau memodifikasi bagian-bagian yang masih belum memadai Fernández-Gómez dkk. (2020). Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini, *Expert Judgement* berfungsi sebagai jembatan antara hasil analisis peneliti dan pertimbangan profesional yang lebih matang.

3.5.2 Kriteria Ahli dan Prosedur Pelaksanaan Validasi

Ahli yang dilibatkan dalam penelitian ini perlu dipilih berdasarkan kesesuaian kompetensi dengan topik penelitian, yaitu keselamatan kebakaran bangunan. Kriteria pemilihannya dapat mencakup latar belakang pendidikan atau sertifikasi yang relevan, pengalaman profesional dalam bidang proteksi kebakaran atau evaluasi bangunan, keterlibatan dalam praktik atau kebijakan keselamatan kebakaran, serta kemampuan memberikan pertimbangan profesional terhadap hasil evaluasi yang disusun peneliti. Zamanzadeh dkk. (2015) menjelaskan bahwa jumlah ahli dalam panel sering bersifat fleksibel, tetapi sekurang-kurangnya lima

orang kerap direkomendasikan untuk membantu mengendalikan kemungkinan kesepakatan yang terjadi secara kebetulan. Casallas-Vega dkk. (2025) juga menunjukkan contoh panel enam ahli yang dipandang memadai pada tahap awal validasi, dengan pemilihan secara purposif berdasarkan latar belakang profesional yang relevan, pengalaman kerja minimal lima tahun, dan kualifikasi pascasarjana.

Di sisi lain, Davis (1992) juga menyebutkan bahwa keputusan akhir tentang validitas isi dapat dilakukan oleh sedikitnya dua penelaah yang benar-benar ahli pada bidang yang diukur. Ini menunjukkan bahwa dalam pemilihan ahli, yang paling penting bukan semata jumlahnya, tetapi kesesuaian keahlian dan kualitas pertimbangan yang dapat mereka berikan.

Secara prosedural, validasi ahli dilakukan setelah peneliti menyelesaikan evaluasi kondisi keselamatan kebakaran bangunan. Hasil evaluasi tersebut kemudian diringkas dan disusun ke dalam bagian-bagian yang dapat ditelaah oleh ahli, misalnya uraian temuan, interpretasi hasil, serta simpulan sementara yang masih dapat disempurnakan. Yusoff (2019) menjelaskan bahwa validasi isi seharusnya dilakukan secara sistematis, dimulai dari penyusunan formulir validasi, penentuan panel ahli, proses penilaian terhadap domain atau komponen yang dinilai, pemberian skor oleh ahli, hingga analisis hasil validasi. Sejalan dengan itu, Fernández-Gómez dkk. (2020) menegaskan bahwa validasi melalui *Expert Judgement* tidak hanya bergantung pada skor kuantitatif, tetapi juga perlu memperhatikan komentar tertulis dan masukan verbal dari ahli karena bagian tersebut sangat membantu peneliti dalam mengidentifikasi kelemahan, kekuatan, dan bagian-bagian yang masih perlu diperbaiki.

3.5.3 Komponen Hasil Evaluasi yang Divalidasi

Dalam penelitian ini, validasi ahli diarahkan pada komponen hasil evaluasi yang memiliki pengaruh langsung terhadap penilaian tingkat keselamatan kebakaran bangunan. Yang ditelaah bukan hanya hasil akhirnya, tetapi juga hubungan antara data lapangan, cara peneliti menafsirkan data tersebut, dan simpulan yang ditarik. Literatur validitas isi menekankan bahwa penilaian ahli bertujuan memastikan relevansi, keterwakilan, dan kecukupan unsur yang dinilai terhadap domain yang hendak dijelaskan. Karena itu, yang perlu divalidasi dalam

penelitian ini mencakup kesesuaian hasil evaluasi dengan kondisi eksisting bangunan, ketepatan interpretasi terhadap komponen keselamatan kebakaran, kejelasan hubungan antara temuan dan pembahasan, serta keselarasan antara pembahasan dan simpulan penelitian. Pandangan ini sejalan dengan penjelasan Haynes dkk. (1995) yang menyatakan bahwa validitas isi mencakup relevansi, representativitas, kejelasan instruksi, aspek linguistik, keterwakilan kumpulan item, dan kecukupan format respons.

Validasi terhadap komponen hasil evaluasi keselamatan kebakaran merupakan sistem yang saling terkait. Kekurangan pada jalur evakuasi dapat mengurangi efektivitas perlindungan, meskipun sistem tertentu secara fisik tersedia. Begitu pula, keberadaan alat proteksi tanpa dukungan tata kelola yang baik belum tentu memberikan perlindungan optimal. Fernández-Gómez dkk. (2020) menjelaskan bahwa *Expert Judgement* berfungsi untuk mengevaluasi isi secara menyeluruh, termasuk memperjelas, menambah, dan memodifikasi bagian-bagian yang masih dirasa kurang tepat. Oleh karena itu, validasi komponen hasil evaluasi dalam penelitian ini diarahkan untuk memastikan bahwa seluruh unsur yang dibahas benar-benar membentuk gambaran utuh mengenai tingkat keselamatan kebakaran bangunan.

3.5.4 Analisis Hasil Validasi dan Penyempurnaan Hasil Evaluasi

Hasil validasi ahli dalam penelitian ini dapat dianalisis secara deskriptif kualitatif, dan bila peneliti menggunakan lembar penilaian, analisis tersebut dapat diperkuat dengan rekapitulasi kuantitatif sederhana. Yusoff (2019) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Content Validity Index* (CVI), yang dapat dihitung pada tingkat item maupun tingkat skala. Sejalan dengan itu, Zamanzadeh dkk. (2015) menunjukkan bahwa para ahli dapat diminta menilai relevansi, kejelasan, dan kesederhanaan komponen tertentu, kemudian hasil penilaian itu dianalisis untuk memperoleh gambaran validitas isi. Namun, dalam praktik penelitian tesis seperti ini, komentar kualitatif para ahli justru sering menjadi bagian yang sangat penting karena komentar tersebut menjelaskan alasan mengapa suatu bagian dinilai tepat, kurang jelas, terlalu lemah, atau memerlukan

revisi. Dengan demikian, analisis hasil validasi tidak cukup hanya berhenti pada angka, tetapi juga harus membaca substansi masukan yang diberikan ahli.

Masukan ahli yang telah dianalisis selanjutnya digunakan untuk menyempurnakan hasil evaluasi penelitian. Penyempurnaan ini dapat berupa perbaikan istilah teknis, penajaman interpretasi temuan, penambahan uraian yang sebelumnya masih dangkal, atau penyesuaian simpulan agar lebih sesuai dengan kondisi bangunan yang sebenarnya. Fernández-Gómez dkk. (2020) menegaskan bahwa peran ahli dalam validasi tidak hanya menilai, tetapi juga membantu menambah, memperjelas, dan memodifikasi isi yang ditelaah, sedangkan Yusoff (2019) menempatkan hasil validasi sebagai dasar untuk meninjau kembali kecukupan dan kejelasan unsur yang dinilai. Dalam penelitian ini, logika yang sama dapat diterapkan pada hasil evaluasi, yaitu bahwa bagian yang dinilai terlalu lemah, terlalu umum, atau kurang tepat dapat direvisi sehingga hasil akhir menjadi lebih kuat dan lebih konsisten. Langkah ini penting agar pembahasan yang tertulis dalam tesis tidak sekadar deskriptif, melainkan juga menunjukkan bahwa hasilnya telah melalui proses telaah profesional. Semakin baik peneliti mengolah masukan ahli, semakin tinggi pula kredibilitas hasil penelitian yang disajikan.

3.5.5 Penyusunan Rekomendasi Teknis

Rekomendasi teknis disusun setelah hasil evaluasi keselamatan kebakaran dianalisis dan divalidasi melalui *Expert Judgement*. Artinya, rekomendasi tidak dibangun hanya dari daftar temuan lapangan, tetapi dari sintesis antara hasil evaluasi peneliti dan pertimbangan profesional ahli. Cara seperti ini penting agar rekomendasi yang dihasilkan tidak bersifat normatif semata, melainkan benar-benar sesuai dengan kondisi bangunan, kebutuhan keselamatan, dan prioritas perbaikan yang paling relevan. Fernández-Gómez dkk. (2020) menekankan bahwa ahli dapat membantu mengklarifikasi, menambah, dan memodifikasi bagian yang dinilai belum memadai. Dalam hal ini, fungsi tersebut sangat penting karena rekomendasi teknis harus berdiri di atas pembacaan yang tepat terhadap tingkat urgensi setiap temuan.

Penyusunan rekomendasi teknis sebaiknya mempertimbangkan hubungan antara temuan lapangan, dampaknya terhadap keselamatan kebakaran, dan

kemungkinan penerapan perbaikan pada bangunan yang diteliti. Oleh karena itu, rekomendasi dapat diarahkan pada perbaikan komponen yang belum memadai, penguatan unsur yang sudah ada tetapi belum optimal, dan penentuan prioritas berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap perlindungan penghuni, efektivitas evakuasi, dan dukungan terhadap upaya pemadaman kebakaran. Zamanzadeh dkk. (2015) menunjukkan bahwa penilaian ahli dapat digunakan untuk menelaah komponen secara sistematis, sedangkan Yusoff (2019) menegaskan bahwa prosedur validasi perlu dijelaskan secara transparan sejak tahap penentuan ahli hingga analisis hasilnya. Dalam alur penelitian, hal ini menempatkan validasi ahli pada tahap setelah evaluasi selesai dan sebelum simpulan akhir serta rekomendasi teknis difinalkan. Posisi tersebut memungkinkan peneliti masih mempunyai ruang untuk memperbaiki pembahasan dan memastikan bahwa rekomendasi teknis yang dihasilkan benar-benar berakar pada temuan yang telah diverifikasi.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian evaluatif yang bertujuan menilai tingkat pelayanan keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilakukan dengan memadukan analisis kuantitatif dan kualitatif secara saling melengkapi. Analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung tingkat risiko kebakaran bangunan melalui metode *Fire Risk Index* (FRI), sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk memperkuat interpretasi hasil evaluasi melalui observasi lapangan, telaah dokumen, dan diskusi kelompok terarah (*focus group discussion* / FGD) dengan ahli.

Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini digunakan untuk menghasilkan ukuran yang terstruktur mengenai tingkat keselamatan kebakaran bangunan. Melalui metode *Fire Risk Index*, kondisi eksisting bangunan diterjemahkan ke dalam nilai *Protective Measures* (PM), *Fire Hazard Index* (FHI), dan *Fire Risk Index* (FRI), yang kemudian diinterpretasikan ke dalam *Level of Service* (LOS). Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran numerik mengenai posisi tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan yang diteliti.

Di sisi lain, pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami kondisi bangunan secara lebih mendalam dan memberikan penjelasan atas hasil perhitungan yang diperoleh. Data kualitatif diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap kondisi bangunan, dokumentasi lapangan, telaah denah bangunan, serta FGD dengan dua ahli yang memiliki latar belakang berbeda namun relevan dengan penelitian, yaitu ahli *fire safety* yang menjabat sebagai *Supervisor Occupational Health and Safety* dan ahli *green building* yang menjabat sebagai *Building Manager*. Melalui pendekatan ini, hasil evaluasi tidak hanya berhenti pada angka, tetapi juga dapat dijelaskan dalam konteks nyata bangunan.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo yang berada di kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Gedung ini dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan bangunan pendidikan yang digunakan secara aktif untuk kegiatan akademik dan administrasi, sehingga memerlukan tingkat keselamatan kebakaran yang memadai untuk melindungi penghuni, aset, dan keberlangsungan aktivitas di dalamnya.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo digunakan oleh beberapa unit, yaitu Fakultas Kedokteran, Fakultas Psikologi, serta Fakultas Ilmu Sosial dan Budaya. Karakter penggunaan gedung yang beragam tersebut menunjukkan bahwa bangunan memiliki intensitas aktivitas yang tinggi dengan jumlah pengguna yang berubah-ubah sesuai waktu operasional. Kondisi ini menjadikan evaluasi keselamatan kebakaran penting dilakukan, terutama untuk menilai apakah sistem proteksi yang tersedia masih mampu memberikan tingkat pelayanan keselamatan yang memadai.

Selain itu, gedung ini merupakan bangunan eksisting yang telah lama digunakan, sehingga perlu dikaji sejauh mana kondisi aktual sistem keselamatan kebakarannya sesuai dengan kebutuhan perlindungan bangunan saat ini. Penelitian pada lokasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai kondisi

keselamatan kebakaran pada bangunan pendidikan dan menjadi dasar penyusunan rekomendasi teknis yang relevan.

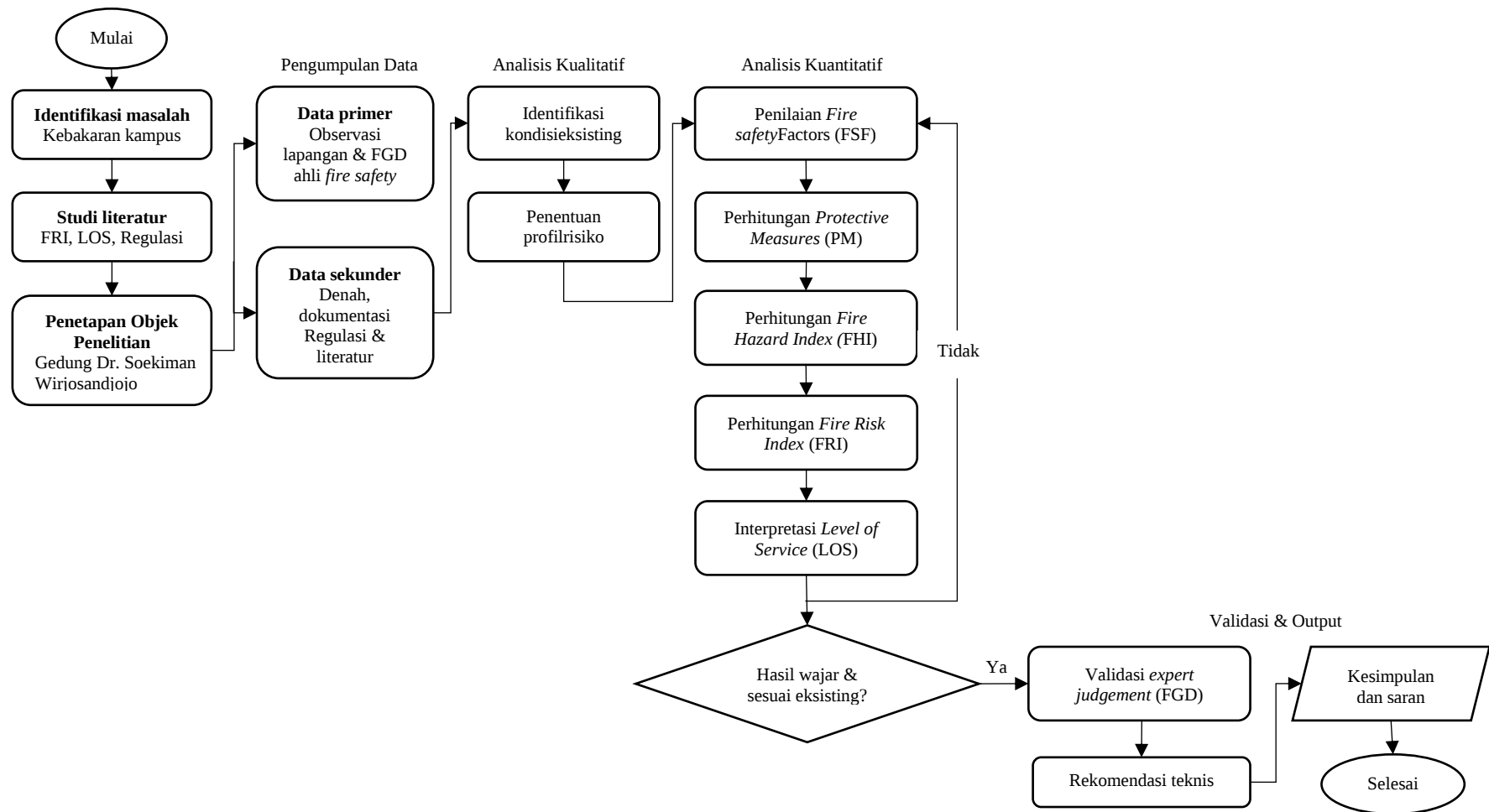
4.3 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis agar proses pengumpulan data, analisis, validasi, dan penyusunan rekomendasi dapat dilakukan secara terarah. Tahap awal penelitian dimulai dengan identifikasi permasalahan, penetapan objek penelitian, dan studi literatur untuk memahami konsep keselamatan kebakaran bangunan, metode *Fire Risk Index*, serta konsep *Level of Service* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan FGD dengan ahli, sedangkan data sekunder diperoleh melalui denah bangunan, dokumentasi lapangan, serta regulasi dan literatur yang relevan dengan sistem proteksi kebakaran. Data yang terkumpul kemudian digunakan untuk menilai kondisi eksisting bangunan dan menyusun parameter penilaian sesuai metode *Fire Risk Index*.

Setelah itu dilakukan analisis kuantitatif terhadap faktor-faktor keselamatan kebakaran untuk memperoleh nilai PM, FHI, dan FRI. Nilai FRI selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kategori *Level of Service* (LOS) untuk menggambarkan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan. Hasil analisis ini kemudian diperdalam melalui FGD dengan ahli untuk memperoleh masukan mengenai kesesuaian penerapan metode, kewajaran hasil evaluasi, dan arah rekomendasi teknis yang perlu diberikan.

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan pembahasan, validasi hasil evaluasi, dan perumusan rekomendasi teknis peningkatan sistem keselamatan kebakaran pada bangunan yang diteliti. Seluruh tahapan tersebut disusun dalam bentuk bagan alir penelitian yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

4.4 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat bantu pengumpulan data dan perangkat bantu pengolahan data. Perangkat bantu pengumpulan data meliputi telepon genggam yang digunakan untuk dokumentasi visual kondisi bangunan dan perekaman diskusi selama proses FGD. Dokumentasi lapangan diperlukan untuk merekam kondisi aktual sistem proteksi kebakaran, sarana evakuasi, dan elemen bangunan lain yang berkaitan dengan keselamatan kebakaran.

Perangkat bantu pengolahan data dalam penelitian ini meliputi *Microsoft Word* untuk penyusunan naskah penelitian dan *Microsoft Excel* untuk tabulasi data, pengorganisasian hasil observasi, penyusunan format penilaian, pembobotan faktor keselamatan kebakaran, serta perhitungan nilai PM, FHI, FRI, dan LOS. Penggunaan perangkat lunak tersebut memudahkan peneliti dalam menyusun data secara sistematis dan melakukan analisis secara terstruktur.

Selain alat bantu fisik dan perangkat lunak, penelitian ini juga menggunakan format analisis yang mengacu pada parameter dalam Bab III, yaitu format profil risiko bangunan, format penilaian *Fire safety Factors*, bobot faktor keselamatan kebakaran, parameter bahaya kebakaran, parameter potensi kebakaran tahunan, perhitungan *Fire Risk Index*, dan klasifikasi *Level of Service*. Format-format tersebut digunakan sebagai pedoman dalam melakukan analisis terhadap kondisi keselamatan kebakaran bangunan.

4.5 Sumber dan Jenis Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Kedua jenis data tersebut digunakan secara saling melengkapi agar evaluasi keselamatan kebakaran bangunan dapat dilakukan secara lebih komprehensif.

4.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui observasi lapangan terhadap kondisi eksisting sistem keselamatan kebakaran bangunan dan melalui

FGD dengan ahli yang memiliki kompetensi relevan pada bidang bangunan dan keselamatan.

Observasi lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran langsung mengenai kondisi sistem proteksi kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo. Pengamatan difokuskan pada komponen-komponen yang berkaitan dengan keselamatan kebakaran bangunan, meliputi proteksi kebakaran aktif, proteksi kebakaran pasif, serta sarana evakuasi dan penyelamatan. Data observasi ini digunakan untuk mendukung penilaian faktor-faktor keselamatan kebakaran dalam metode *Fire Risk Index*.

Proteksi kebakaran aktif yang diamati meliputi alat pemadam api ringan (APAR), *hydrant*, sistem deteksi dan alarm kebakaran, serta perangkat proteksi aktif lainnya yang tersedia pada bangunan. Proteksi kebakaran pasif meliputi elemen bangunan yang berfungsi menghambat penjarangan api dan asap, seperti pemisahan ruang, pintu tahan api, dan unsur perlindungan struktur bangunan. Sementara itu, sarana evakuasi dan penyelamatan mencakup jalur evakuasi, tangga darurat, pintu keluar, rambu evakuasi, lampu darurat, dan akses bagi kendaraan pemadam kebakaran. Selain observasi lapangan, data primer juga diperoleh melalui FGD dengan dua ahli, yaitu ahli *fire safety* yang menjabat sebagai *Supervisor Occupational Health and Safety* dan ahli *green building* yang menjabat sebagai *Building Manager*. FGD ini digunakan untuk memperoleh penilaian profesional mengenai hasil evaluasi yang dilakukan peneliti, interpretasi terhadap nilai risiko kebakaran yang diperoleh, serta masukan terhadap rekomendasi teknis yang dirumuskan. Melalui FGD ini, penelitian memperoleh sudut pandang yang lebih luas, tidak hanya dari aspek keselamatan kebakaran, tetapi juga dari sisi pengelolaan bangunan.

Informasi mengenai pemeriksaan rutin sistem keselamatan kebakaran dalam penelitian ini juga diperoleh melalui keterangan lisan pada saat diskusi dan wawancara, bukan dari dokumen pemeliharaan tertulis. Oleh karena itu, informasi tersebut digunakan sebagai data pendukung untuk memahami pengelolaan sistem proteksi kebakaran, namun tidak diposisikan sebagai bukti dokumenter pemeliharaan yang lengkap.

4.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari dokumen dan sumber tertulis yang relevan dengan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini digunakan untuk memperkuat hasil observasi lapangan dan mendukung proses analisis keselamatan kebakaran bangunan.

Data sekunder yang digunakan meliputi denah bangunan, dokumentasi foto lapangan, serta regulasi dan literatur yang berkaitan dengan sistem proteksi kebakaran bangunan. Denah bangunan digunakan untuk memahami konfigurasi ruang, pola sirkulasi, jalur evakuasi, dan hubungan antarbagian bangunan. Dokumentasi foto lapangan digunakan untuk memperkuat deskripsi kondisi eksisting komponen keselamatan kebakaran yang diamati selama penelitian.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan regulasi, standar teknis, dan literatur ilmiah sebagai bahan acuan dalam melakukan evaluasi. Dokumen-dokumen tersebut digunakan untuk memahami persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran dan sebagai dasar dalam menerapkan metode *Fire Risk Index*. Dengan demikian, data sekunder dalam penelitian ini berfungsi sebagai landasan normatif dan teoritis bagi proses evaluasi yang dilakukan.

4.6 Metode Analisis

Metode analisis dalam penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yang saling berkaitan, yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung tingkat risiko kebakaran bangunan melalui metode *Fire Risk Index*, sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk memperkuat interpretasi hasil evaluasi melalui observasi lapangan dan FGD dengan ahli.

Tahap awal analisis dimulai dengan pengumpulan, pengorganisasian, dan penelaahan data hasil observasi lapangan, dokumentasi, denah bangunan, dan hasil FGD. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap komponen-komponen keselamatan kebakaran yang terdapat pada bangunan, kemudian hasil identifikasi tersebut disesuaikan dengan parameter penilaian dalam metode *Fire Risk Index*.

Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan metode *Risk Index Method* yang dikembangkan oleh Brzezińska dan Bryant. Dalam penelitian ini,

metode tersebut digunakan untuk menilai tingkat keselamatan kebakaran bangunan berdasarkan delapan *Fire safety Factors*, yaitu organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran, pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar, proteksi pasif, sistem deteksi dan alarm kebakaran, sistem pemadaman kebakaran, pengendalian asap dan evakuasi, pemeliharaan sistem proteksi kebakaran, serta intervensi pemadam kebakaran. Setiap faktor diberi skor sesuai kondisi aktual bangunan dan kemudian diolah dengan pembobotan yang telah ditetapkan dalam metode.

Hasil penilaian terhadap faktor-faktor tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Protective Measures* (PM) sebagai gambaran tingkat perlindungan kebakaran bangunan. Selanjutnya dihitung *Fire Hazard Index* (FHI) dan *Fire Risk Index* (FRI) untuk menunjukkan tingkat bahaya dan tingkat risiko kebakaran bangunan. Nilai FRI yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam *Level of Service* (LOS) untuk memudahkan pembacaan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan.

Setelah hasil kuantitatif diperoleh, analisis dilanjutkan secara kualitatif untuk membaca hubungan antara hasil perhitungan dengan kondisi eksisting bangunan. Pada tahap ini, peneliti menelaah faktor-faktor yang paling memengaruhi hasil evaluasi, komponen keselamatan kebakaran yang masih lemah, dan bagian-bagian yang memerlukan perhatian lebih lanjut. Analisis ini dilakukan agar hasil perhitungan tidak hanya dipahami sebagai nilai numerik, tetapi juga sebagai gambaran kondisi nyata bangunan.

FGD dengan ahli digunakan sebagai bagian dari analisis kualitatif untuk memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan. Melalui FGD tersebut, ahli diminta memberikan pandangan mengenai kesesuaian penerapan metode *Fire Risk Index* pada bangunan yang diteliti, kewajaran interpretasi hasil yang diperoleh, serta saran teknis yang dapat dijadikan dasar penyusunan rekomendasi. Hasil FGD dianalisis secara deskriptif dengan menelaah tanggapan, koreksi, dan masukan dari para ahli.

Tahap akhir analisis adalah penyusunan rekomendasi teknis. Rekomendasi teknis dirumuskan berdasarkan sintesis antara hasil perhitungan FRI, kondisi

eksisting bangunan, dan masukan dari ahli. Dengan pendekatan tersebut, rekomendasi yang dihasilkan diharapkan tidak hanya sesuai secara konseptual, tetapi juga relevan dengan kondisi bangunan dan dapat menjadi dasar bagi upaya peningkatan keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo merupakan salah satu bangunan utama di lingkungan Universitas Islam Indonesia yang berfungsi sebagai fasilitas kegiatan akademik dan administrasi. . Dengan luas sekitar 12.856 m² yang terbagi dalam empat lantai, gedung ini menjadi pusat kegiatan akademik bagi tiga fakultas sekaligus: Fakultas Kedokteran (FK), Fakultas Psikologi (FP), dan Fakultas Ilmu Sosial dan Budaya (FISB). Setiap hari kerja, dari pagi hingga sore, koridor-koridor gedung ini dipenuhi mahasiswa yang bergerak dari satu ruang kuliah ke ruang lainnya, dosen yang menuju ruang kerja atau ruang rapat, serta staf administrasi yang melayani berbagai keperluan akademik. Intensitas aktivitas yang tinggi ini menjadikan gedung ini sebagai salah satu ruang paling dinamis di kampus.

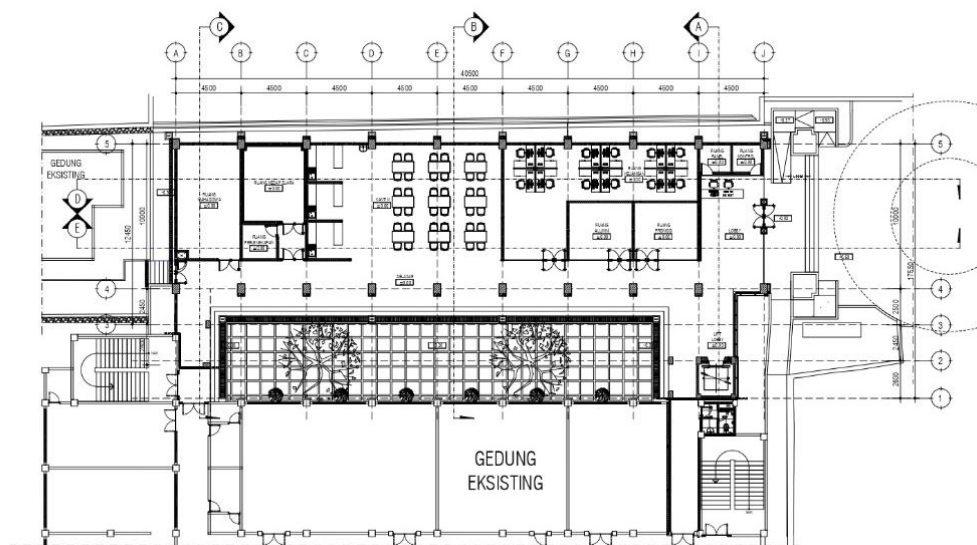


Gambar 5.1 Tampak depan Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

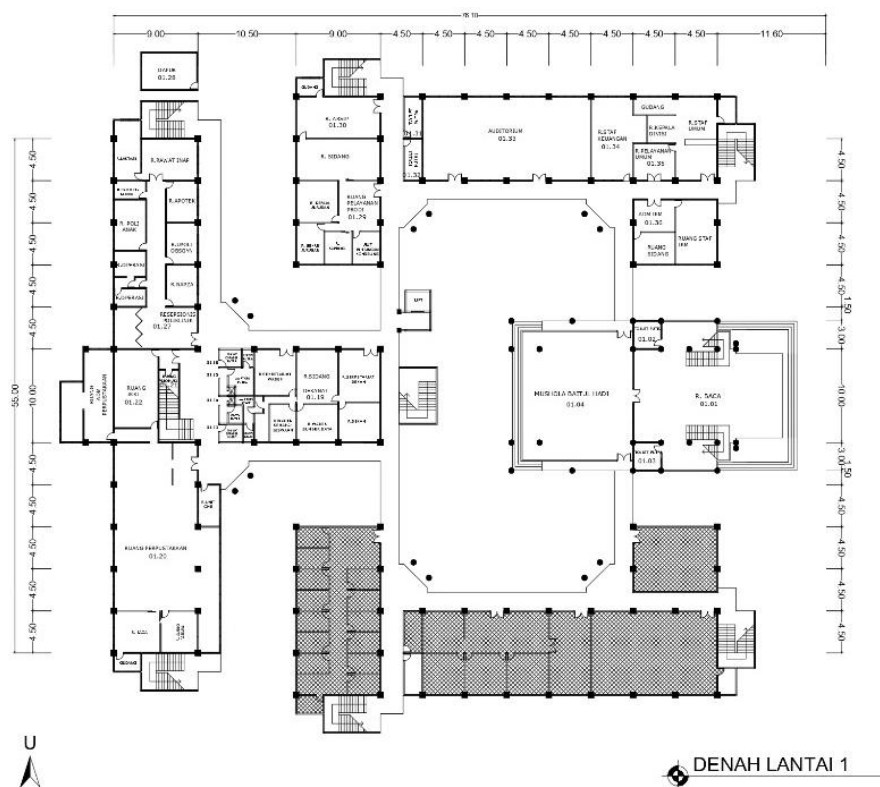
Secara arsitektural, gedung ini dirancang dengan sistem melingkar di mana bagian tengah gedung berupa halaman terbuka yang langsung terhubung dengan langit, berfungsi sebagai sumber ventilasi alami bagi seluruh area gedung. Desain ini menciptakan sirkulasi udara yang baik pada koridor dan area publik, meskipun sebagian besar ruang kuliah dan ruang kerja menggunakan pendingin udara. Pencahayaan alami juga cukup memadai karena banyaknya jendela dan bukaan

pada dinding luar bangunan, meskipun beberapa koridor dan ruang tertentu tetap memerlukan pencahayaan buatan untuk menjaga visibilitas yang optimal.

Gedung ini terdiri atas dua bagian utama yang berkembang dalam periode berbeda: gedung lama dan gedung baru. Gedung lama merupakan bagian yang telah beroperasi kurang lebih setengah abad dan menampung sebagian besar ruang kuliah, ruang dosen, serta ruang administrasi untuk ketiga fakultas. Pada lantai satu terdapat mushola yang digunakan bersama oleh seluruh civitas akademika. Sementara itu, gedung baru baru diresmikan sekitar dua tahun yang lalu sebagai perluasan fasilitas yang pada awalnya diperuntukkan bagi Fakultas Kedokteran, terutama untuk kegiatan OSCE (*Objective Structured Clinical Examination*), ruang kelas tambahan, serta ruang kantor. Perbedaan usia yang cukup signifikan dan membawa perbedaan yang mencolok dari segi desain, estetika, dan yang paling penting, kelengkapan sistem proteksi kebakaran.



Gambar 5.2 Denah Gedung Baru Dr. Soekirman Wirjosandjojo



Gambar 5.3 Denah Gedung Lama Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Dari segi tampilan visual, gedung baru terlihat jauh lebih modern dengan finishing yang lebih kontemporer, sedangkan gedung lama mempertahankan karakter arsitektur dari periode pembangunannya. Meskipun demikian, secara keseluruhan bangunan masih terawat dengan baik, menunjukkan upaya pemeliharaan yang konsisten dari pihak pengelola. Namun, perbedaan periode pembangunan antara kedua bagian gedung ini membawa konsekuensi yang lebih substansial pada tingkat kelengkapan sistem proteksi kebakaran. Gedung baru dilengkapi dengan sistem deteksi kebakaran yang lebih lengkap, termasuk *smoke detector*, *heat detector*, dan sistem alarm yang terhubung dengan panel kontrol. Sebaliknya, gedung lama belum sepenuhnya dilengkapi dengan perangkat deteksi dan alarm kebakaran pada seluruh area. Ketidakmerataan ini menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan dalam evaluasi keselamatan kebakaran, terutama mengingat gedung lama menampung area yang lebih luas dan jumlah penghuni yang lebih banyak pada jam-jam sibuk.

Dari sisi mobilitas vertikal, gedung ini memiliki sebelas tangga yang tersebar pada berbagai titik bangunan. Tangga-tangga tersebut umumnya berukuran cukup luas dan dapat diakses dari berbagai area gedung, sehingga memberikan fleksibilitas bagi penghuni dalam berpindah antar lantai.



Gambar 5.4 Tangga Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Namun, sebagian besar tangga ini masih berfungsi sebagai tangga umum yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari, dan belum dirancang secara khusus sebagai tangga darurat dengan perlindungan terhadap penyebaran asap dan api. Kondisi ini menjadi salah satu pertimbangan penting dalam menilai kesiapan jalur evakuasi bangunan ketika menghadapi kondisi darurat kebakaran.

Akses menuju gedung juga relatif mudah dari berbagai arah. Kendaraan dapat mencapai bangunan dari empat sisi, dan area parkir tersedia di beberapa titik di sekitar gedung. Kemudahan akses ini menjadi kelebihan tersendiri, terutama dalam konteks operasi pemadam kebakaran, karena kendaraan darurat dapat mencapai bangunan tanpa hambatan signifikan. Selain itu, struktur utama gedung menggunakan beton bertulang dengan pelapis lantai yang juga berupa beton, sehingga secara material bangunan memiliki tingkat ketahanan terhadap api yang relatif baik. Penggunaan material kayu pada bangunan juga tidak dominan, yang berarti potensi penyebaran api dari material bangunan itu sendiri relatif terbatas. Namun demikian, risiko kebakaran tetap ada terutama dari sumber-sumber lain seperti instalasi listrik, peralatan elektronik, serta bahan-bahan yang digunakan dalam aktivitas perkuliahan dan praktikum.

Salah satu kompleksitas tambahan pada gedung ini adalah keberadaan laboratorium yang digunakan untuk kegiatan praktikum Fakultas Kedokteran.

Aktivitas laboratorium melibatkan penggunaan berbagai peralatan listrik, bahan kimia, serta material praktikum yang dalam kondisi tertentu dapat meningkatkan potensi bahaya kebakaran. Keberadaan laboratorium ini menuntut perhatian khusus dalam pengelolaan keselamatan kebakaran, terutama dalam hal pengendalian sumber api, penyimpanan bahan berbahaya, serta penyediaan alat pemadam yang sesuai dengan karakteristik risiko ruang.

Pola penggunaan gedung juga menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan dalam evaluasi keselamatan kebakaran. Aktivitas akademik berlangsung secara intensif dari pagi hingga sore pada hari Senin sampai Jumat, dengan kepadatan penghuni yang berubah-ubah mengikuti jadwal perkuliahan dan praktikum. Pada jam-jam tertentu, jumlah mahasiswa, dosen, dan staf yang berada di dalam gedung dapat mencapai ratusan orang, yang sebagian besar tidak familiar secara mendetail dengan seluruh bagian bangunan. Kondisi ini menempatkan gedung pada kategori bangunan dengan tingkat hunian yang cukup tinggi dan dinamis, sehingga sistem keselamatan kebakaran tidak hanya perlu memadai dari sisi perangkat, tetapi juga harus didukung oleh pengelolaan yang terstruktur, prosedur yang jelas, serta kesiapsiagaan penghuni dalam menghadapi keadaan darurat.

Meskipun gedung ini memiliki sejumlah kelebihan dari sisi desain dan aksesibilitas, seperti sistem ventilasi alami yang baik, tangga yang luas, kemudahan akses dari berbagai arah, serta struktur beton yang relatif tahan api, namun beberapa keterbatasan tetap teridentifikasi. Ketidakmerataan distribusi sistem proteksi kebakaran aktif antara gedung lama dan gedung baru, belum adanya denah evakuasi yang terpasang di titik-titik strategis, serta belum terbentuknya tim tanggap darurat (*Emergency Response Team*) merupakan beberapa aspek yang masih memerlukan perhatian lebih lanjut. Kondisi-kondisi inilah yang kemudian menjadi dasar dalam penilaian tingkat keselamatan kebakaran bangunan melalui metode Fire Risk Index, dan pada akhirnya menentukan posisi tingkat pelayanan keselamatan kebakaran gedung dalam klasifikasi *Level of Service*.

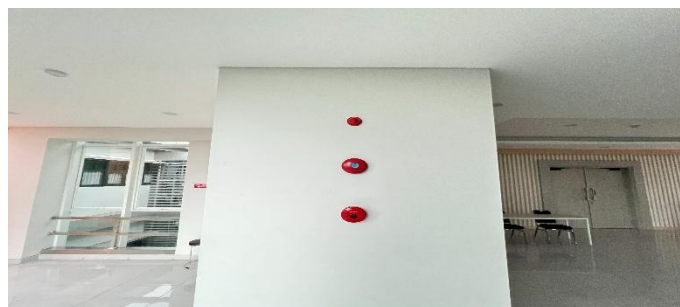
5.2 Kondisi Eksisting Sistem Proteksi Kebakaran

Evaluasi terhadap sistem proteksi kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo diawali dengan identifikasi kondisi eksisting berbagai komponen proteksi kebakaran yang tersedia pada bangunan. Sistem proteksi kebakaran pada gedung ini terdiri atas beberapa elemen proteksi aktif, elemen proteksi pasif, serta sarana penyelamatan yang berfungsi untuk mendukung proses evakuasi penghuni apabila terjadi keadaan darurat kebakaran.

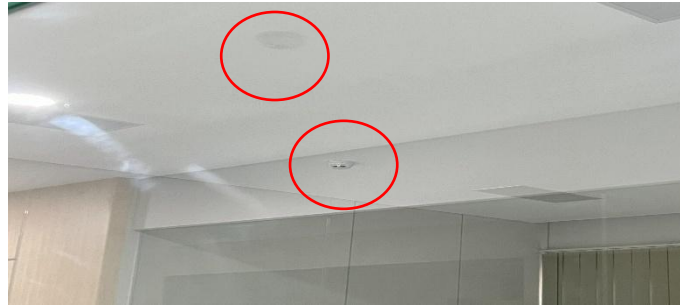
Identifikasi kondisi eksisting menjadi dasar dalam penilaian Fire Risk Index. Setiap nilai yang diperoleh harus dapat menggambarkan kondisi aktual bangunan di lapangan. Ketersediaan dan fungsi sistem keselamatan kebakaran menunjukkan kapasitas bangunan dalam menurunkan risiko kebakaran, sedangkan keterbatasan atau ketidaksesuaian pada komponen tertentu menunjukkan aspek yang masih melemahkan tingkat keselamatan bangunan.

5.2.1 Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

Sistem proteksi kebakaran aktif merupakan sistem yang bekerja secara mekanis atau manual untuk mendeteksi serta memadamkan kebakaran pada tahap awal. Berdasarkan hasil observasi lapangan, Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo telah dilengkapi dengan beberapa perangkat proteksi kebakaran aktif, antara lain alat pemadam api ringan (APAR), sistem *hydrant* gedung, pompa kebakaran, serta sistem deteksi kebakaran berupa *smoke detector* dan *manual call point* (MCP).

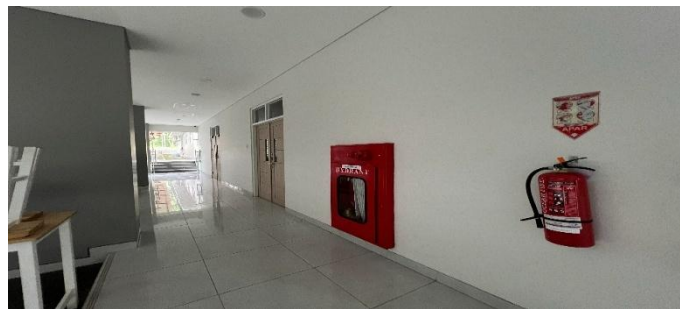


Gambar 5.5 Manual Call Point (MCP) dan Alarm Bell



Gambar 5.6 *Smoke Detector* dan *Heat Detector*

Sebagian besar alat pemadam api ringan yang tersedia pada bangunan ini menggunakan jenis Dry Chemical Powder (DCP). Jenis APAR ini umum digunakan pada bangunan perkantoran dan fasilitas pendidikan karena mampu memadamkan beberapa jenis kebakaran sekaligus, termasuk kebakaran bahan padat, cairan mudah terbakar, serta kebakaran yang disebabkan oleh instalasi listrik.



Gambar 5.7 Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan *Hydrant*

Selain itu, bangunan juga dilengkapi dengan sistem hydrant yang tersebar pada beberapa titik di dalam maupun di luar bangunan. Sistem *hydrant* tersebut didukung oleh pompa kebakaran yang berfungsi untuk menjaga tekanan air pada sistem distribusi *hydrant* agar dapat digunakan secara efektif dalam proses pemadaman kebakaran.



Gambar 5.8 Pompa Jockey

Berdasarkan hasil pengamatan dan informasi dari pengelola gedung, sebagian besar perangkat proteksi kebakaran aktif tersebut telah menjalani pemeliharaan secara berkala dengan interval pemeriksaan sekitar dua hingga tiga bulan sekali. Kegiatan pemeliharaan ini meliputi pemeriksaan kondisi APAR, pengecekan sistem *hydrant*, serta pengujian fungsi perangkat deteksi kebakaran untuk memastikan bahwa seluruh sistem berada dalam kondisi operasional yang baik.

Namun demikian, distribusi perangkat proteksi kebakaran aktif pada bangunan belum sepenuhnya merata. Beberapa perangkat deteksi kebakaran, seperti *smoke detector*, lebih banyak terpasang pada bagian gedung yang relatif baru, sementara pada beberapa area bangunan yang lebih lama sistem deteksi kebakaran belum tersedia secara optimal. Kondisi ini berpotensi mempengaruhi kemampuan sistem dalam memberikan peringatan dini apabila terjadi kebakaran pada area yang tidak dilengkapi dengan perangkat deteksi yang memadai.

5.2.2 Sistem Proteksi Kebakaran Pasif

Proteksi kebakaran pasif merupakan elemen perlindungan kebakaran yang melekat pada struktur dan desain bangunan. Sistem ini berfungsi untuk memperlambat penyebaran api dan asap sehingga memberikan waktu yang lebih cukup bagi penghuni bangunan untuk melakukan evakuasi.

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo memiliki struktur utama berupa beton bertulang yang secara umum memiliki ketahanan terhadap api yang relatif baik. Struktur beton bertulang mampu mempertahankan stabilitas bangunan dalam jangka waktu tertentu ketika terjadi kebakaran sehingga dapat membantu mengurangi risiko keruntuhan struktur pada tahap awal kebakaran.

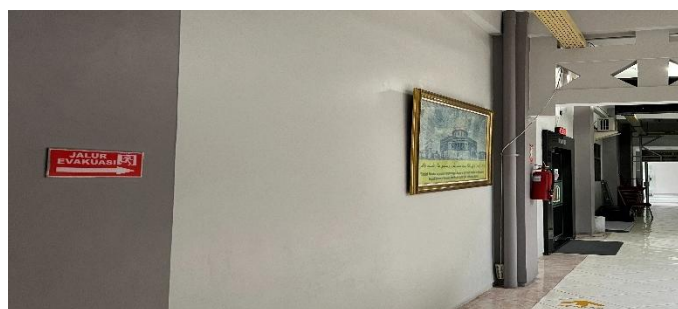
Namun demikian, berdasarkan hasil observasi lapangan, bangunan ini belum sepenuhnya dilengkapi dengan elemen proteksi pasif yang memadai. Beberapa jalur sirkulasi dalam bangunan belum dilengkapi dengan pintu tahan api yang berfungsi untuk membatasi penyebaran api dan asap antar ruang. Selain itu, sistem kompartemenisasi ruang yang jelas untuk memisahkan zona kebakaran juga belum terlihat secara optimal pada beberapa bagian bangunan.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa meskipun struktur utama bangunan memiliki ketahanan terhadap api yang cukup baik, perlindungan terhadap penyebaran api dan asap di dalam bangunan masih dapat ditingkatkan melalui penerapan elemen proteksi pasif tambahan.

5.2.3 Sarana Evakuasi dan Penyelamatan

Sarana evakuasi merupakan komponen penting dalam sistem keselamatan kebakaran karena berfungsi untuk memfasilitasi proses penyelamatan diri penghuni bangunan ketika terjadi keadaan darurat. Ketersediaan jalur evakuasi yang memadai sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan keselamatan penghuni dalam meninggalkan bangunan saat terjadi kebakaran.

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo memiliki beberapa tangga yang tersebar pada berbagai bagian bangunan. Tangga-tangga tersebut berfungsi sebagai sarana sirkulasi vertikal sekaligus jalur evakuasi bagi penghuni untuk mencapai lantai dasar dan keluar dari bangunan.



Gambar 5.9 Rambu Jalur Evakuasi

Selain tangga, jalur evakuasi horizontal pada bangunan berupa koridor yang menghubungkan berbagai ruang aktivitas di dalam gedung. Pada beberapa bagian

bangunan juga telah dipasang rambu jalur evakuasi yang berfungsi untuk membantu penghuni dalam mengidentifikasi arah jalur keluar ketika terjadi keadaan darurat.

Meskipun rambu evakuasi telah tersedia, jenis rambu yang digunakan masih berupa stiker pasif. Dalam kondisi darurat kebakaran yang berpotensi menyebabkan gangguan pencahayaan, visibilitas rambu jenis ini dapat berkurang. Oleh karena itu, penggunaan rambu evakuasi photoluminescent (glow in the dark) atau rambu evakuasi dengan pencahayaan aktif dapat menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kejelasan arah jalur evakuasi. Jenis rambu tersebut mampu tetap terlihat dalam kondisi pencahayaan rendah sehingga dapat membantu penghuni menemukan jalur evakuasi dengan lebih cepat pada saat keadaan darurat.

5.3 Penilaian *Level Of Service* dengan *Fire Risk Index*

Evaluasi tingkat keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dilakukan menggunakan pendekatan *Risk Index Method* yang dikembangkan oleh Brzezińska dan Bryant (2021). Metode ini digunakan untuk menilai tingkat risiko kebakaran suatu bangunan secara kuantitatif dengan mempertimbangkan hubungan antara kapasitas sistem proteksi kebakaran yang tersedia dan tingkat potensi bahaya kebakaran yang dimiliki bangunan.

Pendekatan *Risk Index Method* menilai keselamatan kebakaran melalui beberapa tahapan analisis yang saling berkaitan. Tahapan tersebut meliputi penentuan profil risiko bangunan, penilaian berbagai faktor keselamatan kebakaran atau *Fire safety Factors* (FSF), perhitungan kapasitas sistem proteksi kebakaran melalui parameter *Protective Measures* (PM), penentuan *Fire Hazard Index* (FHI), serta perhitungan *Fire Risk Index* (FRI) yang menggambarkan tingkat risiko kebakaran tahunan pada bangunan yang diteliti.

Dalam metode ini, penilaian terhadap sistem keselamatan kebakaran dilakukan dengan mempertimbangkan delapan elemen strategi keselamatan kebakaran, yaitu organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran, pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar, proteksi pasif terhadap penyebaran api, sistem deteksi dan alarm kebakaran, sistem pemadaman kebakaran, pengendalian

asap dan kondisi evakuasi, pemeliharaan sistem proteksi kebakaran, serta dukungan intervensi pemadam kebakaran eksternal.

Data yang digunakan dalam proses penilaian diperoleh dari hasil wawancara dan observasi lapangan terhadap kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo serta informasi yang diperoleh dari pengelola fasilitas bangunan. Hasil penilaian tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai *Fire Risk Index* yang selanjutnya diinterpretasikan untuk menentukan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran atau *Level of Service* (LOS) bangunan.

5.3.1 Penentuan Profil Risiko Bangunan

Langkah pertama dalam *Risk Index Method* adalah menentukan profil risiko bangunan yang mencerminkan karakteristik hunian serta laju pertumbuhan api yang mungkin terjadi pada bangunan tersebut. Profil risiko digunakan sebagai dasar dalam menentukan faktor pembobot pada setiap elemen strategi keselamatan kebakaran dalam proses perhitungan selanjutnya.

Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo diklasifikasikan sebagai bangunan pendidikan yang digunakan untuk kegiatan akademik oleh mahasiswa, dosen, serta tenaga kependidikan. Aktivitas yang berlangsung di dalam bangunan meliputi kegiatan perkuliahan, kegiatan administrasi akademik, serta aktivitas akademik lainnya yang melibatkan jumlah penghuni relatif besar pada waktu tertentu.

Dalam pendekatan *Risk Index Method*, bangunan pendidikan umumnya dikategorikan dalam kelompok hunian B, yaitu bangunan dengan penghuni yang pada umumnya sadar terhadap kondisi sekitarnya dan mampu melakukan evakuasi secara mandiri, namun tidak selalu mengenal secara baik konfigurasi ruang dalam bangunan.

Berdasarkan karakteristik hunian tersebut serta potensi laju pertumbuhan api yang dikategorikan sedang, Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo diklasifikasikan ke dalam profil risiko B2 sesuai dengan klasifikasi profil risiko pada *Risk Index Method* (lihat Tabel 3.1).

Profil risiko B2 merepresentasikan bangunan pendidikan dengan tingkat hunian yang cukup tinggi pada periode tertentu, di mana penghuni berada dalam kondisi terjaga namun tidak selalu familiar dengan tata ruang bangunan. Oleh

karena itu, penerapan sistem proteksi kebakaran yang memadai menjadi sangat penting untuk memastikan proses deteksi kebakaran, pengendalian api, serta evakuasi penghuni dapat berlangsung secara efektif. Profil risiko ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penentuan faktor pembobot pada setiap elemen strategi keselamatan kebakaran dalam perhitungan *Protective Measures* pada subbab berikutnya.

5.3.2 *Fire safety Factors* (FSF)

Fire safety Factors (FSF) merupakan komponen evaluasi yang digunakan dalam metode *Risk Index Method* untuk menilai tingkat keselamatan kebakaran suatu bangunan secara sistematis. Pendekatan ini dikembangkan untuk mengidentifikasi berbagai aspek yang mempengaruhi kemampuan bangunan dalam mencegah, mendeteksi, serta mengendalikan kebakaran. Melalui penilaian terhadap beberapa faktor keselamatan kebakaran, metode ini memungkinkan evaluasi kondisi proteksi kebakaran dilakukan secara lebih terstruktur dan terukur.

Dalam pendekatan FSF, keselamatan kebakaran suatu bangunan tidak hanya ditentukan oleh keberadaan sistem pemadam kebakaran saja, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain seperti sistem manajemen keselamatan, ketersediaan perangkat deteksi kebakaran, karakteristik desain bangunan, serta dukungan layanan pemadam kebakaran eksternal. Oleh karena itu, penilaian FSF mencakup berbagai aspek yang secara bersama-sama membentuk sistem keselamatan kebakaran yang terpadu.

Metode ini mengelompokkan faktor keselamatan kebakaran ke dalam delapan komponen utama, yaitu *Organization* (ORG), *Detection* (DET), *Suppression* (SUP), *Maintenance* (MAI), *Fire Brigade* (FB), *Smoke Control* (SC), *Passive Protection* (PAS), dan *Limitation of Fire Spread* (LIM). Skor setiap komponen ditentukan berdasarkan hasil wawancara dengan staf fakultas terkait pengelolaan fasilitas serta observasi langsung terhadap kondisi sistem proteksi kebakaran di lokasi penelitian. Hasil penilaian *Fire Safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman
Wirjosandjojo**

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
1. ORG – Organisasi & Manajemen	1. Strategi kebakaran: • belum ada (0) • ada tapi cuma sebagian (1) • sudah lengkap & terdokumentasi sesuai kebutuhan gedung (4)	4	1
	2. Prosedur keselamatan: • ada prosedur tertulis (1) • prosedur dipakai dalam kegiatan sehari-hari (1) • rutin diperbarui (1) • ada rencana evakuasi untuk semua lantai (1)	4	3
	3. Petugas keamanan & <i>fire warden</i> : • ada petugas keamanan di gedung (1) • ada <i>fire warden</i> terlatih di setiap lantai/zona (3) • latihan evakuasi rutin untuk staf tertentu (2) • atau latihan evakuasi untuk seluruh penghuni gedung (3)	7	3
	4. Pelatihan keselamatan: • hanya untuk staf tertentu (2) • atau untuk seluruh staf (4)	4	2
	5. Audit & sertifikasi: • hanya pengecekan wajib (1) • plus audit menyeluruh dari pihak profesional (1)	2	1
	6. Komitmen manajemen: sejauh mana manajemen aktif dalam urusan keselamatan kebakaran, misalnya ikut rapat rutin, ikut training, paham sistem proteksi gedung, dan paham strategi evakuasi (0–4)	4	2
	TOTAL SKOR MAKSIMUM ORG	25	13
2. LIM – Kontrol Sumber Api & Material Mudah Terbakar	1. Fire load density (beban api) + sumber api berbahaya: • >4000 MJ/m ² (0) • 2000–4000 (1) • 1000–2000 (2) • 500–1000 (4) • <500 (5)	7	0
	2. Perkiraan laju pertumbuhan api (fire growth rate): • sangat cepat / ultrafast (0) • cepat / fast (1) • sedang / medium (4) • lambat / slow (5)	5	4
	3. Area berisiko tinggi: • dipisahkan oleh konstruksi tahan api yang memadai? Ya (2) / Tidak (0) • ada banyak material mudah terbakar di dalam gedung? Ya (0) / Tidak (2)	4	2

**Lanjutan Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman
Wirjosandjojo**

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	4. Produksi asap dari material bangunan & peralatan tetap (kasus terburuk): • kelas s3 atau reaksi api $\leq E$ (0) • kelas s2 (1) • kelas s1 atau reaksi api A1 (2)	2	1
	5. Kelas reaksi api material pelapis (cladding/covering): • $\leq E$ (0) • D atau C (1) • B (2) • $\geq A2$ (3)	3	1
	6. Kelas reaksi api insulasi bangunan (dinding luar/atap): • $\leq E$ (0) • D atau C (1) • B (2) • $\geq A2$ (4)	4	1
	TOTAL SKOR MAKSIMUM LIM	25	9
3. PAS – Proteksi Pasif	1. Ketahanan api struktur bangunan: • <15 menit (0) • 15 menit (1) • 30 menit (2) • 60 menit (3) • 90 menit (4) • ≥ 120 menit (6)	6	4
	2. Ketahanan api dinding internal/partisi: • 30 menit (1) • 60 menit (2) • 120 menit (3) • 240 menit (4)	4	2
	3. Ketahanan api pintu & fire shutter: • tidak ada rating (0) • 30 menit (1) • 60 menit (2) • 120 menit (3) • 240 menit (4)	4	0
	4. Jarak antara bangunan & regulasi: • tidak sesuai regulasi (0) • sesuai regulasi (2) • atau didukung fire wall / heat flux rendah <12,5 kW/m ² (2)	2	2
	5. Ukuran zona kompartemen kebakaran (fire zones): • >20.000 m ² (0) • 10.000–20.000 (1) • 5.000–10.000 (2) • 2.000–5.000 (3) • 1.000–2.000 (4) • ≤ 1.000 (5)	5	3

Lanjutan Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	6. Sistem aktivasi pintu/pelindung api: • aktivasi manual dari panel (2) • otomatis setelah diverifikasi (3) • otomatis penuh (4)	4	0
	TOTAL SKOR MAKSIMUM PAS	25	11
4. DET – Sistem Deteksi & Alarm	1. Cakupan deteksi kebakaran: • deteksi penuh di semua area berisiko (5) • deteksi sebagian (1) • deteksi penuh di jalur evakuasi (1) • sistem manual (1) • tidak ada deteksi (0)	5	2
	2. Perkiraan waktu respons deteksi: • >420 detik (0) • 300–420 detik (2) • 180–300 detik (3) • <180 detik (5)	5	2
	3. Kesesuaian tipe detektor untuk risiko ruangan, dinilai 0–4	4	3
	4. Panel alarm & kelengkapan sistem: • panel kontrol & indikasi lengkap, suplai listrik & kabel sesuai (2) • + sistem sudah tersertifikasi (1)	3	2
	5. Sistem kontrol alarm palsu: • tidak ada (0) • ada (4)	4	0
	6. Sistem pemberitahuan alarm: • hanya sirine (1) • alarm suara (2) • alarm suara + public address (3) • + signage visual aktif (4)	4	1
	TOTAL SKOR MAKSIMUM DET	25	10
5. SUP – Sistem Pemadaman	1. Cakupan sistem pemadaman otomatis (<i>sprinkler</i> / lainnya): • mencakup semua area risiko (3) • hanya mencakup sebagian area (2) • tidak ada sistem otomatis (0) • + ada <i>sprinkler</i> tipe fast-response (+1)	4	0
	2. Kecepatan respons sistem pemadaman (Response Time Index – RTI): • standard B: >200, ≤300 (1) • standard A: >80, ≤200 (2) • special: >50, ≤80 (3) • fast: ≤50 (4)	4	0

**Lanjutan Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman
Wirjosandjojo**

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	3. Waktu aktivasi (detik): • >300 dtk (0) • >200 – ≤300 (1) • >150 – ≤200 (2) • >120 – ≤150 (3) • ≤120 dtk (4)	4	0
	4. Kesesuaian sistem pemadaman dengan: • tinggi rak/penyimpanan (2) • jenis material mudah terbakar (2) • metode penyimpanan (2)	6	0
	5. Keandalan instalasi pemadaman: • monitoring sistem (1) • suplai listrik mandiri + suplai air mandiri (1) • sistem dalam kondisi operasional (1) • suplai air ganda / double source water supply (1)	4	4
	6. Penempatan hose reel & APAR: • hose reel menjangkau seluruh area gedung Ya (1) / Tidak (0) • ditambah APAR dengan efisiensi pemadaman sesuai standar (1) • APAR tersedia dalam kepadatan lebih lengkap (2)	3	2
	TOTAL SKOR MAKSIMUM SUP	25	6
6. SC – Pengendalian Asap & Evakuasi	1. Pengendalian asap di inti tangga darurat: • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung operasi pemadam (1) • + dimonitor saat terjadi kegagalan sistem (1)	4	0
	2. Pengendalian asap di jalur evakuasi horizontal (koridor): • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung pemadam (1) • + dimonitor saat kegagalan sistem (1)	4	0
	3. Sistem enclosure control (misalnya lobby lift / ruang depan tangga): • tidak ada (0) • ada tapi efektivitas belum jelas (1) • menjamin perlindungan jalur evakuasi (2) • mendukung pemadam (1) • + punya monitoring untuk kegagalan sistem (1)	4	0

Lanjutan Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
	4. Konstruksi jalur evakuasi: • dapat menyebabkan produksi asap tidak terkendali (0) • kontrol material mudah terbakar memadai di jalur evakuasi horizontal (1) • + kontrol memadai juga di jalur evakuasi vertikal (2)	3	3
	5. Dimensi tangga darurat dan koridor evakuasi: • sesuai jumlah & karakteristik penghuni (0–2) • ada minimal dua inti tangga (2) • ada dua arah jalur evakuasi (2)	6	4
	6. Signage Evakuasi: • signage pasif (stiker/papan) dipasang benar (1) • signage menyala (illuminated) (2) • sistem signage dinamis yang bisa berubah untuk mengarahkan orang saat darurat (4)	4	1
	TOTAL SKOR MAKSIMUM SC	25	8
7. MAI – Pemeliharaan Sistem Proteksi Kebakaran	1. Apakah desain, instalasi, dan commissioning sistem proteksi kebakaran sesuai standar & instruksi pabrik? • Ya (2) / Tidak (0) • + dikerjakan oleh kontraktor bersertifikat: Ya (2) / sebagian (1) / Tidak (0)	4	3
	2. Apakah ada inventaris/perengkapan sistem proteksi kebakaran yang lengkap? • inventaris tersedia (1) • + ada dokumen operasi dan perawatan (2)	3	3
	3. Prosedur perawatan & inspeksi: • sesuai regulasi nasional minimum (1) • sesuai instruksi pabrikan (2) • sesuai standar nasional yang lebih tinggi (2)	5	3
	4. Functional testing (pengujian fungsi) di luar persyaratan minimum: • bertujuan memastikan ketersediaan & keandalan maksimal sistem • Ya (6) / sebagian (3) / Tidak (0)	6	3
	5. Sistem monitoring real-time: • apakah ada sistem untuk memantau ketersediaan & keandalan proteksi kebakaran secara real-time? • Ya (3) / sebagian (1) / Tidak (0)	3	1
	6. Perubahan/modifikasi sistem dicatat & dimonitor: • modifikasi tercatat (1) • audit dilakukan (3)	4	4
	TOTAL SKOR MAKSIMUM MAI	25	17

Lanjutan Tabel 5.1 Penilaian *Fire safety Factors* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Komponen FSF	Penjelasan	Skor Maksimal	Skor Aktual
8. FB – Intervensi Pemadam Kebakaran	1. Metode komunikasi dengan pemadam: • komunikasi manual (0) • manual saat <i>fire detection</i> aktif (1) • otomatis lewat <i>alarm receiving center</i> (2) • otomatis + konfirmasi eksternal (3) • otomatis + konfirmasi langsung oleh petugas di lokasi (4)	4	0
	2. Ketersediaan personel keselamatan on-site: • ada petugas penuh (2) • sebagian waktu (1) • tidak ada (0)	2	2
	3. Waktu kedatangan pemadam kebakaran: • >900 detik (0) • >600 – ≤900 (2) • >300 – ≤600 (4) • ≤300 detik (6)	6	2
	4. Akses ke bangunan untuk pemadam: • tidak ada akses (0) • akses terbatas (1) • akses ke setidaknya 50% sisi bangunan atau 2 sisi (2) • akses penuh ke seluruh perimeter bangunan (3)	3	3
	5. Komunikasi internal untuk tujuan pemadaman: • sulit (0) • mudah (1) • + akses mudah ke <i>fire control panel</i> (1) • + peta lokasi kebakaran (1) • + lampu evakuasi yang mendukung pemadam (1) • + minimal 2 tangga darurat (1) • + adanya lift pemadam (<i>firefighter lift</i>) (1)	6	3
	6. Fasilitas untuk pemadam kebakaran: • tidak ada fasilitas pemadaman (0) • hose reel atau dry/wet riser di tiap lantai (2) • + kontrol ventilasi asap (1) • + penyediaan pompa pemadam di lokasi (1)	4	4
	TOTAL SKOR MAKSIMUM FB	25	14

*komponen yang dicetak tebal merupakan komponen yang digunakan sebagai dasar penilaian dalam analisis ini.

Berdasarkan hasil penilaian tersebut diperoleh skor aktual untuk masing-masing faktor keselamatan kebakaran yaitu *Organization* (ORG) sebesar 13, *Limitation of Fire Spread* (LIM) sebesar 9, *Passive Protection* (PAS) sebesar 11, *Detection* (DET) sebesar 10, *Suppression* (SUP) sebesar 6, *Smoke Control* (SC) sebesar 8, *Maintenance* (MAI) sebesar 17, dan *Fire Brigade* (FB) sebesar 14.

Secara umum hasil penilaian menunjukkan bahwa beberapa elemen strategi keselamatan kebakaran pada bangunan memiliki kondisi yang cukup baik, terutama pada aspek pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI) yang memperoleh nilai tertinggi sebesar 17. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pemeliharaan terhadap peralatan proteksi kebakaran seperti APAR, *hydrant*, dan perangkat deteksi telah dilakukan secara berkala oleh pengelola gedung.

Selain itu, faktor intervensi pemadam kebakaran (FB) dan organisasi manajemen keselamatan kebakaran (ORG) juga menunjukkan nilai yang relatif baik, yaitu masing-masing sebesar 14 dan 13. Nilai tersebut mencerminkan bahwa dukungan layanan pemadam kebakaran eksternal serta pengelolaan keselamatan kebakaran secara manajerial telah memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap sistem keselamatan kebakaran bangunan.

Di sisi lain, beberapa faktor masih menunjukkan nilai yang relatif rendah, terutama pada aspek sistem pemadaman kebakaran (SUP) dengan nilai 6 dan pengendalian asap (SC) dengan nilai 8. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan bangunan dalam mengendalikan kebakaran pada tahap awal serta melindungi jalur evakuasi dari paparan asap masih memiliki keterbatasan yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut.

Selain itu, pada beberapa indikator penilaian terdapat skor 0. Nilai tersebut tidak selalu menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran pada bangunan tidak tersedia. Dalam beberapa kasus, indikator dalam *Risk Index Method* kurang sepenuhnya relevan dengan kondisi penerapan sistem proteksi kebakaran pada bangunan di Indonesia. Beberapa indikator dalam metode ini dikembangkan berdasarkan standar dan praktik keselamatan kebakaran yang umum diterapkan di negara asal metode tersebut sehingga tidak seluruhnya dapat diterapkan secara langsung pada konteks bangunan yang diteliti.

Analisis lebih rinci terhadap masing-masing faktor keselamatan kebakaran dijelaskan sebagai berikut.

1. *Organization* (ORG)

Faktor organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran memperoleh nilai 13 dari skor maksimum 25. Nilai ini mencerminkan bahwa pengelolaan

keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo sudah memiliki sejumlah elemen yang cukup baik, meskipun belum sepenuhnya komprehensif.

Dari enam indikator penilaian, skor tertinggi diperoleh pada indikator prosedur keselamatan (skor 3 dari 4), yang menunjukkan bahwa prosedur keselamatan kebakaran sebagian besar telah tersedia secara tertulis, digunakan dalam kegiatan sehari-hari, serta terdapat rencana evakuasi untuk seluruh lantai, meskipun belum diperbarui secara rutin. Indikator petugas keamanan dan *fire warden* memperoleh skor 3 dari 7, yang mencerminkan bahwa terdapat petugas keamanan yang berjaga di gedung dan kegiatan simulasi evakuasi atau pelatihan kebakaran telah mulai dilaksanakan satu kali dalam setahun, meskipun baru menjangkau sebagian staf pendukung dan belum melibatkan seluruh penghuni bangunan secara menyeluruh.

Indikator komitmen manajemen memperoleh skor 3 dari 4, yang menunjukkan bahwa pihak manajemen sudah cukup aktif terlibat dalam urusan keselamatan kebakaran, seperti mengikuti rapat rutin, memahami sistem proteksi gedung, serta memahami strategi evakuasi, meskipun belum sepenuhnya optimal pada semua aspek. Pelatihan keselamatan memperoleh skor 2 dari 4, yang mengindikasikan bahwa pelatihan baru diberikan kepada staf tertentu dan belum mencakup seluruh staf. Audit dan sertifikasi memperoleh skor 1 dari 2, yang menunjukkan bahwa evaluasi yang dilakukan baru sebatas pengecekan wajib tanpa audit menyeluruh dari pihak profesional independen. Indikator strategi kebakaran memperoleh skor 1 dari 4, yang menunjukkan bahwa strategi keselamatan kebakaran yang dimiliki baru ada sebagian dan belum terdokumentasi secara menyeluruh sesuai kebutuhan gedung.

Salah satu kelemahan utama yang turut memengaruhi nilai pada faktor ini adalah belum terbentuknya Emergency Response Team (ERT) di gedung. ERT merupakan tim tanggap darurat internal yang memiliki pembagian peran jelas, mulai dari koordinator keselamatan kebakaran, petugas evakuasi, hingga personel komunikasi darurat. Ketiadaan ERT menyebabkan

penanganan kondisi darurat kebakaran masih bergantung pada inisiatif individual dan belum terkoordinasi secara sistematis, sehingga menjadi faktor yang secara signifikan membatasi perolehan skor optimal pada faktor ORG.

2. *Limitation of Fire Spread (LIM)*

Faktor pembatasan penyebaran api memperoleh nilai 9 dari skor maksimum 25. Nilai ini lebih rendah dibandingkan beberapa faktor lain dan sebagian besar disebabkan oleh ketidakmampuan mengukur indikator utama yaitu *fire load density*, yang memperoleh skor 0 dari 7.

Indikator *fire load density* mengukur kepadatan beban api dalam suatu ruang, yaitu jumlah energi panas yang dapat dilepaskan per satuan luas lantai (MJ/m^2) dari seluruh material yang mudah terbakar di dalamnya. Pengukuran ini memerlukan identifikasi dan inventarisasi detail seluruh material di dalam ruang beserta nilai kalornya, yang dalam praktiknya memerlukan metode khusus atau simulasi kebakaran dengan data yang sangat rinci. Berdasarkan masukan dari pakar yang diperoleh dalam proses validasi, indikator *fire load density* dinilai tidak relevan untuk diterapkan secara langsung pada bangunan di Indonesia karena data dan metode pengukurannya belum tersedia dalam praktik evaluasi keselamatan kebakaran yang umum dilakukan. Oleh karena itu, skor 0 diberikan bukan karena kondisi bangunan yang buruk, melainkan karena indikator ini tidak dapat diukur dalam konteks lokal. Ke depannya, apabila metode ini ingin diterapkan secara lebih luas di Indonesia, indikator *fire load density* sebaiknya direduksi atau disubstitusi dengan parameter yang lebih mudah diukur dan relevan dengan kondisi bangunan di Indonesia.

Indikator produksi asap dari material bangunan dan peralatan tetap memperoleh skor 1 dari 2. Dalam metode ini, klasifikasi produksi asap material dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas s1 yang menunjukkan produksi asap rendah, kelas s2 yang menunjukkan produksi asap sedang, dan kelas s3 yang menunjukkan produksi asap tinggi. Skor 1 yang diperoleh mencerminkan bahwa material bangunan pada kondisi terburuk berada pada kelas s2, yaitu menghasilkan asap dalam jumlah sedang apabila terjadi kebakaran.

Indikator kelas reaksi api material pelapis dinding dan langit-langit memperoleh skor 1 dari 3, sedangkan kelas reaksi api insulasi bangunan memperoleh skor 1 dari 4. Klasifikasi kelas reaksi api material dalam metode ini menggunakan skala dari kelas $\leq E$ hingga $\geq A2$. Kelas E merupakan kelas terendah yang menunjukkan material mudah terbakar dengan kontribusi nyata terhadap penyebaran api, sedangkan kelas A2 hingga A1 merupakan kelas tertinggi yang menunjukkan material tidak mudah terbakar dan hampir tidak berkontribusi terhadap penyebaran api. Kelas B, C, dan D berada di antara kedua ekstrem tersebut dengan tingkat ketahanan api yang semakin menurun. Skor 1 yang diperoleh pada kedua indikator tersebut mengindikasikan bahwa material pelapis dan insulasi yang digunakan pada bangunan berada pada kelas D atau C, yaitu material yang masih dapat terbakar dan berpotensi berkontribusi terhadap penyebaran api meskipun tidak secepat material kelas E.

Di luar indikator-indikator tersebut, laju pertumbuhan api memperoleh skor 4 dari 5 yang mencerminkan bahwa karakteristik fungsi ruang di gedung ini menghasilkan laju pertumbuhan api pada kategori sedang. Area berisiko tinggi memperoleh skor 2 dari 4, yang menunjukkan bahwa area berbahaya telah dipisahkan oleh konstruksi yang cukup memadai namun masih terdapat material mudah terbakar seperti furnitur, dokumen, dan perlengkapan interior di dalam gedung.

3. *Passive Protection (PAS)*

Faktor proteksi pasif memperoleh nilai 11 dari skor maksimum 25. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian elemen proteksi pasif pada bangunan sudah cukup baik, terutama pada aspek struktur utama, namun beberapa elemen penting lainnya masih belum tersedia.

Skor tertinggi pada faktor ini diperoleh dari indikator ketahanan api struktur bangunan (skor 4 dari 6), yang menunjukkan bahwa struktur beton bertulang gedung mampu mempertahankan kestabilan struktur setidaknya selama 90 menit dalam kondisi kebakaran. Hal ini memberikan waktu yang cukup bagi penghuni untuk melakukan evakuasi sebelum terjadi keruntuhan struktural.

Indikator jarak antarbangunan juga memperoleh skor penuh (2 dari 2) karena jarak bangunan telah sesuai dengan regulasi yang berlaku. Ukuran zona kompartemen kebakaran mendapat skor 3 dari 5, yang menandakan luas zona berada pada rentang 2.000–5.000 m².

Skor 0 diperoleh pada indikator ketahanan api pintu dan *fire shutter* karena gedung memang tidak memiliki pintu penahan api. Tidak tersedianya elemen ini menjadi kelemahan nyata pada aspek proteksi pasif bangunan karena pintu tahan api berfungsi penting dalam mencegah perambatan api dan asap antar ruang ketika terjadi kebakaran, sehingga ketiadaannya berpotensi mempercepat penyebaran api ke seluruh area bangunan.

Indikator sistem aktivasi pintu atau pelindung api juga memperoleh skor 0. Kondisi ini selain disebabkan oleh tidak tersedianya pintu tahan api, juga mencerminkan bahwa indikator ini kurang relevan dengan kondisi perencanaan bangunan di Indonesia. Sistem aktivasi otomatis yang terintegrasi dengan deteksi kebakaran untuk menutup pintu tahan api secara otomatis merupakan teknologi yang umumnya belum diterapkan pada bangunan pendidikan di Indonesia. Pada praktiknya, apabila terjadi kebakaran, seluruh penghuni diharapkan membuka dan keluar melalui pintu yang tersedia, sehingga konsep aktivasi penutup api otomatis belum menjadi bagian dari sistem keselamatan yang umum direncanakan dalam konteks lokal. Ketahanan api dinding internal memperoleh skor 2 dari 4, yang mencerminkan bahwa partisi dinding mampu bertahan selama 60 menit namun belum memenuhi standar tertinggi.

4. *Detection* (DET)

Faktor sistem deteksi dan alarm kebakaran memperoleh nilai 10 dari skor maksimum 25. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem deteksi kebakaran sudah tersedia di sebagian bangunan, namun belum merata dan belum sepenuhnya terintegrasi.

Skor pada indikator cakupan deteksi kebakaran (2 dari 5) mencerminkan bahwa deteksi baru tersedia sebagian, ditambah dengan deteksi penuh di jalur evakuasi. Perangkat seperti *smoke detector*, *manual call point* (MCP), dan

alarm kebakaran telah terpasang pada area gedung yang lebih baru, sementara beberapa bagian gedung lainnya belum dilengkapi secara optimal. Indikator waktu respons deteksi memperoleh skor 2 dari 5, yang menunjukkan perkiraan waktu respons berada pada rentang 300–420 detik. Kesesuaian tipe detektor untuk risiko ruangan mendapat skor 3 dari 4, yang mengindikasikan bahwa jenis detektor yang terpasang pada umumnya sesuai dengan karakteristik ruang. Panel alarm dan kelengkapan sistem memperoleh skor 2 dari 3 karena panel kontrol dan suplai listrik telah sesuai, namun sistem belum tersertifikasi secara resmi. Sistem pemberitahuan alarm memperoleh skor 1 dari 4, yang berarti baru menggunakan sirine saja tanpa alarm suara yang lebih informatif maupun sistem public address.

Skor 0 pada indikator sistem kontrol alarm palsu bukan semata-mata mencerminkan kondisi buruk pada bangunan ini, melainkan karena indikator tersebut memang belum relevan dengan kondisi di Indonesia. Sistem kontrol alarm palsu merupakan mekanisme canggih yang secara otomatis dapat membedakan antara alarm kebakaran nyata dan alarm palsu sebelum meneruskan notifikasi ke pihak terkait. Sistem semacam ini umumnya belum diterapkan pada bangunan di Indonesia, sehingga nilai 0 pada indikator ini lebih mencerminkan keterbatasan relevansi metode pada konteks lokal daripada gambaran kondisi aktual keselamatan bangunan.

5. *Suppression* (SUP)

Faktor sistem pemadaman kebakaran memperoleh nilai 6 dari skor maksimum 25. Nilai ini masih tergolong rendah dan mencerminkan keterbatasan signifikan pada kemampuan pemadaman kebakaran aktif di gedung ini.

Indikator cakupan sistem pemadaman otomatis memperoleh skor 0 karena tidak tersedianya sistem *sprinkler* otomatis sama sekali pada bangunan. Tanpa sistem pemadaman otomatis, pengendalian kebakaran pada tahap awal sepenuhnya bergantung pada respons manusia menggunakan APAR dan *hydrant*, yang secara signifikan mengurangi kemampuan bangunan dalam mengendalikan kebakaran sebelum berkembang menjadi lebih besar.

Indikator kecepatan respons sistem pemadaman (RTI) memperoleh skor 0 karena tidak ada sistem otomatis yang dapat diukur waktu responsnya. Indikator waktu aktivasi juga memperoleh skor 0 karena aspek ini pada dasarnya sudah terwakili oleh indikator kecepatan respons sistem pemadaman, sehingga keduanya berkaitan erat dan tidak dapat dipisahkan penilaiannya apabila sistem otomatis tidak tersedia. Indikator kesesuaian sistem pemadaman dengan karakteristik penyimpanan memperoleh skor 0 karena tanpa sistem otomatis, penilaian kesesuaian sistem dengan tinggi rak, jenis material mudah terbakar, dan metode penyimpanan tidak dapat dilakukan.

Namun demikian, keandalan instalasi pemadaman memperoleh skor penuh (4 dari 4), yang menunjukkan bahwa sistem monitoring, suplai listrik mandiri, suplai air mandiri, dan suplai air ganda telah tersedia dan dalam kondisi operasional yang baik. Penempatan hose reel dan APAR juga memperoleh skor 2 dari 3, yang mencerminkan bahwa hose reel menjangkau seluruh area gedung dan APAR tersedia dalam kepadatan yang lebih lengkap dari standar minimum. Kedua indikator inilah yang menjadi penopang utama skor pada faktor SUP.

6. *Smoke Control (SC)*

Faktor pengendalian asap dan kondisi evakuasi memperoleh nilai 8 dari skor maksimum 25. Nilai ini mencerminkan bahwa sistem pengendalian asap secara aktif belum tersedia, namun beberapa aspek fisik jalur evakuasi sudah cukup memadai.

Indikator pengendalian asap di inti tangga darurat dan di jalur evakuasi horizontal keduanya memperoleh skor 0 karena tangga yang tersedia pada gedung merupakan tangga umum yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari dan tidak dirancang khusus sebagai tangga darurat yang terlindung dari paparan asap. Gedung juga tidak dilengkapi dengan sistem pengendalian asap mekanis maupun pintu tahan api yang dapat mencegah perambatan asap ke jalur evakuasi. Indikator sistem enclosure control pada lobby lift atau ruang depan tangga juga memperoleh skor 0. Kondisi ini selain disebabkan oleh

ketiadaan sistem tersebut pada bangunan, juga mencerminkan bahwa indikator ini kurang relevan dengan perencanaan bangunan yang umum di Indonesia. Sistem enclosure control merupakan bagian dari desain bangunan bertingkat tinggi dengan kompleksitas yang lebih besar, sedangkan pada bangunan pendidikan dengan ketinggian sedang di Indonesia, sistem ini umumnya belum direncanakan sebagai bagian dari sistem keselamatan kebakaran.

Konstruksi jalur evakuasi memperoleh skor penuh (3 dari 3), yang menunjukkan bahwa material di sepanjang jalur evakuasi baik horizontal maupun vertikal telah dikendalikan dengan baik sehingga tidak berpotensi menghasilkan asap tidak terkendali. Dimensi tangga darurat dan koridor evakuasi mendapat skor 4 dari 6, yang mencerminkan bahwa gedung memiliki minimal dua inti tangga dan dua arah jalur evakuasi, namun dimensinya belum sepenuhnya memenuhi standar untuk jumlah dan karakteristik penghuni gedung. Signage evakuasi memperoleh skor 1 dari 4, yang menunjukkan bahwa baru tersedia signage pasif berupa stiker atau papan yang dipasang dengan benar, tanpa signage yang menyala atau sistem signage dinamis.

7. *Maintenance (MAI)*

Faktor pemeliharaan sistem proteksi kebakaran memperoleh nilai 17 dari skor maksimum 25, menjadikannya faktor dengan skor tertinggi dalam penilaian ini. Nilai tersebut mencerminkan bahwa pengelola gedung telah menerapkan praktik pemeliharaan sistem proteksi kebakaran yang cukup konsisten dan terstruktur dengan jadwal yang berbeda untuk setiap komponen.

Kegiatan pemeliharaan dilaksanakan secara berjenjang sesuai dengan jenis komponen dan tingkat prioritasnya. APAR diperiksa setiap minggu oleh petugas keamanan (satpam) menggunakan sistem kartu pemeriksaan, sehingga kondisi APAR dapat dipantau secara rutin dan potensi kerusakan dapat terdeteksi lebih awal. Pemeriksaan keseluruhan sistem proteksi kebakaran dilakukan oleh tim engineering setiap dua hingga tiga bulan sekali, mencakup pemeriksaan kondisi seluruh perangkat proteksi aktif termasuk

hydrant, *smoke detector*, dan panel alarm. Sementara itu, pengujian kehilangan tekanan (*nozzle loss test*) pada sistem *hydrant* dilakukan satu kali dalam setahun untuk memastikan sistem distribusi air pemadam tetap bekerja secara optimal.

Indikator inventaris dan dokumentasi sistem memperoleh skor penuh (3 dari 3), yang menunjukkan bahwa inventaris perangkat proteksi kebakaran tersedia lengkap disertai dokumen operasi dan perawatan. Indikator perubahan dan modifikasi sistem juga memperoleh skor penuh (4 dari 4), yang mengindikasikan bahwa setiap modifikasi pada sistem telah tercatat dengan baik dan audit telah dilakukan secara rutin. Desain, instalasi, dan commissioning memperoleh skor 3 dari 4, yang menunjukkan bahwa sistem dirancang sesuai standar dan dikerjakan oleh kontraktor yang sebagian telah bersertifikat. Prosedur perawatan dan inspeksi mendapat skor 3 dari 5, yang mencerminkan bahwa prosedur yang diterapkan telah memenuhi regulasi nasional minimum dan instruksi pabrikan. Functional testing memperoleh skor 3 dari 6, yang menunjukkan bahwa pengujian fungsi sistem dilakukan hanya sebagian. Sistem monitoring real-time memperoleh skor 1 dari 3, yang mengindikasikan bahwa pemantauan kondisi sistem proteksi kebakaran baru dilakukan sebagian.

8. *Fire Brigade (FB)*

Faktor intervensi pemadam kebakaran memperoleh nilai 14 dari skor maksimum 25, menjadikannya salah satu faktor dengan skor tertinggi kedua. Nilai ini mencerminkan bahwa dukungan operasional dari layanan pemadam kebakaran eksternal terhadap bangunan berada pada kondisi yang relatif baik. Fasilitas untuk pemadam kebakaran memperoleh skor penuh (4 dari 4), yang menunjukkan bahwa gedung telah dilengkapi dengan hose reel atau dry/wet riser di tiap lantai, kontrol ventilasi asap, serta pompa pemadam di lokasi. Akses ke bangunan untuk pemadam kebakaran juga memperoleh skor penuh (3 dari 3), yang mengindikasikan bahwa seluruh perimeter bangunan dapat dijangkau oleh kendaraan pemadam kebakaran. Ketersediaan personel keselamatan on-site mendapat skor penuh (2 dari 2), yang menunjukkan

adanya petugas yang bertugas penuh di gedung. Komunikasi internal untuk pemadaman mendapat skor 3 dari 6, yang mencerminkan bahwa akses ke lokasi kebakaran tergolong mudah, terdapat akses ke *fire control panel*, peta lokasi kebakaran, serta lampu evakuasi yang mendukung operasi pemadam, meskipun beberapa fasilitas tambahan seperti lift pemadam belum tersedia. Waktu kedatangan pemadam kebakaran mendapat skor 2 dari 6, yang mengindikasikan perkiraan waktu kedatangan berada pada rentang 600–900 detik.

Skor 0 diperoleh pada indikator metode komunikasi dengan pemadam kebakaran. Kondisi ini mencerminkan kenyataan bahwa di Indonesia, pemberitahuan kepada dinas pemadam kebakaran pada saat terjadi kebakaran masih sepenuhnya dilakukan secara manual melalui komunikasi telepon. Sistem alarm yang terintegrasi secara otomatis dengan pusat layanan pemadam kebakaran setempat belum diterapkan di Indonesia secara umum, sehingga nilai 0 pada indikator ini bukan merupakan gambaran kondisi yang tidak lazim, melainkan mencerminkan keterbatasan relevansi indikator tersebut pada konteks sistem pemadam kebakaran yang berlaku di Indonesia.

5.3.3 *Protective Measures (PM)*

Setelah nilai evaluasi aktual dari masing-masing *Fire safety Factors (FSF)* diperoleh, tahap selanjutnya dalam *Risk Index Method* adalah menghitung nilai *Protective Measures (PM)*. Parameter ini digunakan untuk menggambarkan kapasitas keseluruhan sistem proteksi kebakaran yang dimiliki oleh bangunan berdasarkan kombinasi berbagai elemen strategi keselamatan kebakaran.

Protective Measures merepresentasikan tingkat kemampuan sistem proteksi kebakaran dalam mencegah terjadinya kebakaran, mendeteksi kebakaran pada tahap awal, mengendalikan perkembangan api, serta mendukung proses evakuasi dan penanggulangan kebakaran. Nilai PM diperoleh dari penjumlahan skor setiap elemen strategi keselamatan kebakaran yang telah dikalikan dengan faktor pembobot sesuai profil risiko bangunan. Secara matematis nilai PM dinyatakan sebagai:

$$PM = \sum(W_i \times E_i)$$

di mana E_i merupakan skor aktual dari masing-masing elemen strategi proteksi kebakaran yang diperoleh dari hasil observasi dan asesmen kondisi eksisting bangunan, sedangkan W_i merupakan faktor pembobot (*weighting factor*) yang mencerminkan tingkat pengaruh setiap elemen terhadap keselamatan kebakaran pada profil risiko tertentu.

Dalam penelitian ini, Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo diklasifikasikan ke dalam profil risiko B2, yaitu kategori bangunan pendidikan dengan karakteristik penghuni yang pada umumnya sadar dan mampu melakukan evakuasi secara mandiri, tetapi tidak selalu familiar dengan konfigurasi ruang bangunan. Profil risiko ini lazim digunakan untuk bangunan sekolah atau fasilitas pendidikan dengan tingkat okupansi yang relatif tinggi pada periode tertentu.

Berdasarkan metode *Risk Index Method*, terdapat delapan elemen strategi keselamatan kebakaran yang dinilai, yaitu organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran (ORG), pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar (LIM), proteksi pasif terhadap penyebaran api (PAS), sistem deteksi dan alarm kebakaran (DET), sistem pemadaman kebakaran (SUP), pengendalian asap dan kondisi evakuasi (SC), pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI), serta intervensi pemadam kebakaran (FB). Setiap elemen diberikan skor aktual berdasarkan kondisi yang ditemukan pada bangunan, kemudian dikalikan dengan faktor pembobot sesuai profil risiko B2.

Tabel 5.2 Bobot Faktor Keselamatan Kebakaran (W_i) dengan Profil B2

<i>Risk Profile / Fire safety Factor</i>	B2
E_{ORG}	1.6
E_{LIM}	3.8
E_{PAS}	2.2
E_{DET}	1.4
E_{SUP}	0.6
E_{SC}	1.6
E_{MAI}	1.4
E_{FB}	1.2

(Brzezińska & Bryant, 2021)

Hasil perhitungan *Protective Measures* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 5.3 Perhitungan *Protective Measures* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

No	<i>Fire safety Factor</i>	Skor Aktual (Ei)	Bobot B2 (Wi)	Wi × Ei
1.	Organisasi dan manajemen keselamatan (ORG)	13	1,6	20,8
2.	Pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar (LIM)	9	3,8	34,2
3.	Proteksi pasif terhadap penyebaran api (PAS)	11	2,2	24,2
4.	Sistem deteksi dan alarm kebakaran (DET)	10	1,4	14,0
5.	Sistem pemadaman kebakaran (SUP)	6	0,6	3,6
6.	Pengendalian asap dan kondisi evakuasi (SC)	8	1,6	12,8
7.	Pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI)	17	1,4	23,8
8.	Intervensi pemadam kebakaran (FB)	14	1,2	16,8
Total <i>Protective Measures</i>				150,2

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.3 diperoleh nilai *Protective Measures* (PM) pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo sebesar 150,2. Nilai ini menggambarkan kapasitas keseluruhan sistem proteksi kebakaran bangunan berdasarkan kombinasi berbagai elemen strategi keselamatan kebakaran yang dinilai dalam *Risk Index Method*.

Kontribusi terbesar terhadap nilai PM berasal dari faktor *limitation of fire spread* (LIM) dengan nilai 34,2, yang menunjukkan bahwa aspek pengendalian sumber penyalaan serta pengelolaan material mudah terbakar memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap kapasitas proteksi kebakaran bangunan. Selain itu, faktor *passive protection* (PAS) dan *maintenance* (MAI) juga memberikan kontribusi yang cukup signifikan dengan nilai masing-masing 24,2 dan 23,8. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik struktur bangunan serta

kegiatan pemeliharaan sistem proteksi kebakaran memiliki peran penting dalam mendukung keandalan sistem keselamatan kebakaran.

Di sisi lain, kontribusi yang relatif rendah terhadap nilai *Protective Measures* berasal dari faktor *suppression* (SUP) yang memperoleh nilai 3,6. Nilai yang rendah ini dipengaruhi oleh tidak tersedianya sistem pemadaman kebakaran otomatis seperti *sprinkler system*, sehingga pengendalian kebakaran pada tahap awal masih bergantung pada perangkat pemadaman manual seperti APAR dan *hydrant*.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa faktor *smoke control* (SC) memberikan kontribusi yang relatif kecil dengan nilai 12,8. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian asap serta perlindungan jalur evakuasi pada bangunan masih terbatas dan belum dirancang secara optimal untuk mengurangi paparan asap ketika terjadi kebakaran.

Secara keseluruhan, nilai *Protective Measures* sebesar 150,2 menunjukkan bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo telah memiliki beberapa elemen strategi keselamatan kebakaran yang berfungsi dalam mendukung perlindungan bangunan dari risiko kebakaran. Peningkatan masih diperlukan pada beberapa elemen, khususnya sistem pemadaman kebakaran otomatis (SUP), sistem pengendalian asap dan perlindungan jalur evakuasi (SC), pengendalian sumber api dan material mudah terbakar (LIM), sistem deteksi dan alarm kebakaran (DET), serta penguatan elemen proteksi pasif bangunan (PAS), agar kapasitas proteksi kebakaran bangunan dapat meningkat secara lebih optimal.

5.3.4 *Fire Hazard Index* (FHI)

Setelah nilai kapasitas sistem proteksi kebakaran bangunan dihitung melalui parameter *Protective Measures* (PM), tahap selanjutnya dalam *Risk Index Method* adalah menentukan *Fire Hazard Index* (FHI). Indeks ini digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara kapasitas proteksi kebakaran yang dimiliki bangunan dengan tingkat potensi bahaya kebakaran yang melekat pada karakteristik bangunan tersebut.

Fire Hazard Index dihitung dengan membandingkan nilai potensi bahaya kebakaran bangunan (Potential Hazard – PH) dengan nilai kapasitas proteksi

kebakaran (*Protective Measures* – PM). Secara matematis, hubungan antara kedua parameter tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$FHI = \frac{PH}{PM} \times 100$$

Nilai PH merupakan parameter yang telah ditetapkan dalam metode *Risk Index Method* berdasarkan klasifikasi profil risiko bangunan. Untuk profil risiko B2, yang merepresentasikan bangunan pendidikan seperti sekolah atau fasilitas akademik, nilai potensi bahaya kebakaran ditetapkan sebesar PH = 1,51 (lihat Tabel 3.6).

Dalam metode ini, interpretasi nilai FHI dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual bangunan terhadap *baseline* strategy sesuai profil risiko bangunan. *Baseline* strategy merupakan strategi dasar yang mewakili tingkat proteksi minimum yang masih dapat diterima untuk profil risiko tertentu. Untuk *risk profile* B2, nilai *Protective Measures baseline* diperoleh dari hasil perkalian skor dasar tiap faktor keselamatan kebakaran dengan bobot B2. Skor *baseline* B2 diambil dari tabel *baseline fire strategy*, sedangkan bobot B2 diambil dari tabel *weighting factors*.

Tabel 5.4 Perhitungan *Protective Measures Baseline* untuk *Risk Profile* B2

Faktor	Ei <i>Baseline</i>	Wi B2	Ei × Wi
ORG – Organisasi dan Manajemen	8	1,6	12,8
LIM – Kontrol Sumber Api dan Material Mudah Terbakar	19	3,8	72,2
PAS – Proteksi Pasif	11	2,2	24,2
DET – Sistem Deteksi dan Alarm	7	1,4	9,8
SUP – Sistem Pemadaman	3	0,6	1,8
SC – Pengendalian Asap dan Evakuasi	8	1,6	12,8
MAI – Pemeliharaan Sistem Proteksi Kebakaran	7	1,4	9,8
FB – Intervensi Pemadam Kebakaran	6	1,2	7,2
Total PM <i>Baseline</i>			150,6

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai *Protective Measures baseline* untuk *risk profile* B2 sebesar 150,6. Nilai ini digunakan sebagai kondisi

acuan dalam metode penilaian, yaitu kondisi ketika kapasitas proteksi kebakaran minimum yang dipersyaratkan telah terpenuhi. Karena nilai PH untuk profil B2 ditetapkan agar menghasilkan $FHI = 1$ pada strategi dasar, maka nilai PM *baseline* 150,6 menjadi pembanding langsung terhadap nilai PM aktual bangunan.

Sementara itu, nilai PM aktual yang diperoleh dari hasil evaluasi sistem proteksi kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo adalah sebesar 150,2. Nilai ini berasal dari akumulasi kontribusi delapan faktor keselamatan kebakaran, dengan kontribusi terbesar berasal dari kontrol sumber api dan material mudah terbakar (LIM) sebesar 34,2, diikuti oleh proteksi pasif (PAS) sebesar 24,2, pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI) sebesar 23,8, dan organisasi serta manajemen keselamatan kebakaran (ORG) sebesar 20,8. Sebaliknya, kontribusi terendah berasal dari sistem pemadaman kebakaran (SUP) sebesar 3,6.

Berdasarkan parameter tersebut, nilai *Fire Hazard Index* untuk Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dihitung sebagai berikut:

$$FHI = \frac{1,51}{150,2} \times 100$$

$$FHI = 1,01$$

Sebagai pembanding, nilai FHI *baseline* untuk profil risiko B2 dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$FHI \text{ baseline} = \frac{1,51}{150,6} \times 100$$

$$FHI = 1,00$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *Fire Hazard Index* (FHI) pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo adalah sebesar 1,01, sedangkan nilai FHI *baseline* untuk profil risiko B2 adalah 1,00. Dalam *Risk Index Method*, nilai FHI digunakan sebagai indikator utama untuk menilai apakah kapasitas proteksi kebakaran suatu bangunan mampu mengimbangi tingkat potensi bahaya kebakaran yang dimilikinya. Interpretasi nilai FHI didasarkan pada batas ambang tertentu, di mana $FHI \leq 1$ menunjukkan bahwa kapasitas proteksi kebakaran bangunan masih berada pada tingkat yang dapat diterima atau telah mampu mengimbangi tingkat bahaya kebakaran, sedangkan $FHI > 1$ menunjukkan bahwa sistem proteksi

kebakaran belum sepenuhnya mampu mengimbangi tingkat bahaya kebakaran bangunan. Pada metode ini, nilai FHI = 1 juga merepresentasikan kondisi *baseline* atau kondisi minimum yang dipersyaratkan sesuai profil risiko bangunan.

Berdasarkan kriteria tersebut, nilai FHI sebesar 1,01 menunjukkan bahwa kapasitas sistem proteksi kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berada sedikit di atas batas ambang yang direkomendasikan dalam metode penilaian. Selisih yang relatif kecil ini mengindikasikan bahwa kapasitas proteksi kebakaran bangunan hampir mampu mengimbangi tingkat potensi bahaya kebakaran yang dimiliki, namun secara teknis masih belum sepenuhnya memenuhi ambang batas yang ditetapkan. Dengan kata lain, jika dibandingkan dengan kondisi acuan, nilai PM aktual sebesar 150,2 masih sedikit lebih rendah daripada PM *baseline* sebesar 150,6, sehingga nilai FHI aktual belum dapat ditekan hingga sama dengan atau lebih kecil dari 1.

Jika dikaitkan dengan hasil analisis *Protective Measures* pada subbab sebelumnya, kondisi tersebut menunjukkan bahwa struktur sistem keselamatan kebakaran bangunan sudah memiliki beberapa kekuatan yang cukup baik, terutama pada aspek pencegahan, proteksi pasif, pemeliharaan sistem, dan manajemen keselamatan kebakaran. Besarnya kontribusi faktor LIM, PAS, MAI, dan ORG menunjukkan bahwa bangunan relatif kuat dalam pengendalian sumber bahaya, pembatasan penyaluran api secara pasif, keberlanjutan pemeliharaan sistem, serta pengelolaan keselamatan kebakaran secara organisatoris.

Di sisi lain, beberapa elemen proteksi kebakaran masih menunjukkan kontribusi yang relatif rendah, terutama pada sistem pemadaman kebakaran (SUP) dengan nilai 3,6, kemudian pengendalian asap dan evakuasi (SC) sebesar 12,8, serta sistem deteksi dan alarm (DET) sebesar 14,0. Rendahnya kontribusi pada elemen-elemen tersebut menunjukkan bahwa kemampuan bangunan dalam merespons kebakaran secara aktif masih belum optimal, khususnya dalam hal pemadaman awal kebakaran, pengendalian asap pada saat proses evakuasi, dan deteksi kebakaran secara dini. Kondisi ini secara kumulatif memengaruhi kemampuan bangunan dalam membatasi perkembangan api dan melindungi penghuni apabila terjadi insiden kebakaran.

Nilai FHI yang sedikit melebihi angka 1 menunjukkan bahwa peningkatan pada beberapa elemen proteksi kebakaran masih diperlukan untuk memperbaiki keseimbangan antara kapasitas proteksi kebakaran bangunan dan tingkat potensi bahaya kebakaran yang dimiliki. Peningkatan tersebut dapat diarahkan pada penguatan sistem pemadaman kebakaran, peningkatan cakupan dan keandalan sistem deteksi dan alarm, serta perbaikan sistem pengendalian asap dan perlindungan jalur evakuasi. Dengan adanya peningkatan pada elemen-elemen tersebut, kapasitas proteksi kebakaran bangunan diharapkan dapat meningkat sehingga nilai FHI dapat ditekan hingga berada pada kondisi $FHI \leq 1$, yang berarti tingkat perlindungan kebakaran bangunan telah mampu mengimbangi tingkat potensi bahaya kebakaran secara lebih memadai.

5.3.5 *Fire Risk Index (FRI)*

Dalam *Risk Index Method*, *Fire Risk Index (FRI)* digunakan untuk menggambarkan tingkat risiko kebakaran suatu bangunan dengan mempertimbangkan tiga komponen utama, yaitu tingkat bahaya kebakaran, kapasitas proteksi kebakaran, dan frekuensi kejadian kebakaran berdasarkan jenis okupansi bangunan. Dengan demikian, nilai FRI tidak hanya menunjukkan hubungan antara potensi bahaya dan sistem proteksi kebakaran, tetapi juga memperhitungkan kemungkinan terjadinya kebakaran pada bangunan dengan fungsi yang sejenis. Secara matematis, nilai *Fire Risk Index* dinyatakan sebagai berikut:

$$FRI = FHI \times Fi$$

Nilai *fire frequency factor (Fi)* dalam metode ini ditentukan berdasarkan jenis okupansi bangunan. Untuk bangunan pendidikan, nilai Fi yang digunakan adalah sebesar $1,4 \times 10^{-2}$ per tahun (lihat Tabel 3.7). Nilai tersebut merepresentasikan probabilitas kejadian kebakaran tahunan pada bangunan sekolah atau fasilitas pendidikan.

Berdasarkan hasil perhitungan pada subbab sebelumnya, nilai *Fire Hazard Index (FHI)* pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo adalah sebesar 1,01.

Dengan menggunakan nilai F_i untuk bangunan pendidikan sebesar $1,4 \times 10^{-2}$, maka nilai *Fire Risk Index* (FRI) dihitung sebagai berikut:

$$FRI = 1,01 \times 1,4 \times 10^{-2}$$

$$FRI = 0,0141$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai *Fire Risk Index* (FRI) pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo sebesar 0,0141. Nilai ini merepresentasikan tingkat risiko kebakaran tahunan bangunan yang telah mempertimbangkan hubungan antara kapasitas proteksi kebakaran, potensi bahaya kebakaran, dan kemungkinan terjadinya kebakaran pada bangunan pendidikan. Dalam metode ini, semakin besar nilai FRI, maka semakin tinggi pula tingkat risiko kebakaran bangunan yang dinilai.

Apabila dibandingkan dengan nilai FRI *baseline*, maka kondisi acuan pada metode ini dapat dinyatakan sebesar:

$$FRI \text{ baseline} = 1 \times 1,4 \times 10^{-2} = 0,014$$

Dengan demikian, nilai FRI aktual sebesar 0,0141 terlihat sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai FRI *baseline* sebesar 0,014. Selisih yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa tingkat risiko kebakaran aktual pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo masih sedikit berada di atas kondisi acuan yang dipersyaratkan dalam metode penilaian. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil analisis pada subbab *Fire Hazard Index*, yang menunjukkan bahwa kapasitas proteksi kebakaran bangunan hampir mampu mengimbangi tingkat potensi bahaya kebakaran, namun secara teknis masih belum sepenuhnya mencapai kondisi ideal.

Jika dikaitkan dengan hasil analisis *Protective Measures* pada subbab sebelumnya, nilai FRI aktual yang sedikit lebih tinggi dari nilai *baseline* menunjukkan bahwa sistem keselamatan kebakaran bangunan secara umum telah mendekati tingkat perlindungan yang dipersyaratkan, tetapi masih terdapat beberapa elemen yang membatasi kinerja perlindungan bangunan secara menyeluruh. Kondisi ini terutama dipengaruhi oleh belum optimalnya kontribusi

beberapa elemen proteksi aktif, seperti sistem pemadaman kebakaran (SUP), pengendalian asap dan evakuasi (SC), serta sistem deteksi dan alarm (DET). Keterbatasan pada elemen-elemen tersebut berpengaruh terhadap kemampuan bangunan dalam mendeteksi kebakaran secara dini, mengendalikan perkembangan api, membatasi penyebaran asap, dan mendukung proses evakuasi penghuni secara aman. Oleh karena itu, nilai FRI sebesar 0,0141 menunjukkan bahwa risiko kebakaran tahunan pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo masih sedikit lebih tinggi dibandingkan kondisi acuan dalam *Risk Index Method*. Meskipun selisihnya relatif kecil, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan pada beberapa elemen strategi keselamatan kebakaran masih diperlukan untuk menurunkan tingkat risiko kebakaran bangunan.

5.3.6 Penentuan *Level of Service* (LOS)

Penentuan *Level of Service* (LOS) digunakan untuk menginterpretasikan tingkat pelayanan sistem keselamatan kebakaran bangunan secara kuantitatif melalui perbandingan antara kondisi aktual sistem proteksi kebakaran dengan kondisi acuan (*baseline*) dalam metode penilaian. Dalam penelitian ini, penentuan LOS dilakukan dengan membandingkan nilai *Fire Risk Index* (FRI) aktual dengan nilai FRI *baseline*. Perbandingan tersebut dinyatakan dalam bentuk rasio, sehingga dapat menunjukkan sejauh mana tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan pada kondisi aktual mendekati kondisi acuan yang dipersyaratkan.

Dalam *Risk Index Method*, *baseline* strategy merupakan strategi dasar yang mewakili tingkat proteksi minimum yang masih dapat diterima sesuai dengan profil risiko bangunan, sedangkan *actual* strategy menggambarkan kondisi nyata sistem keselamatan kebakaran pada bangunan yang diteliti. Dengan demikian, perbandingan antara nilai FRI aktual dan FRI *baseline* dapat digunakan untuk menilai apakah tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan telah memenuhi, mendekati, atau masih berada di bawah kondisi acuan. *Baseline* strategy pada metode ini juga merepresentasikan kondisi ketika nilai *Fire Hazard Index* (FHI) = 1, sehingga strategi aktual dinilai lebih baik apabila nilai FRI aktual < FRI *baseline*.

Perbandingan antara kedua nilai tersebut dinyatakan dalam bentuk rasio sebagai berikut:

$$Rasio = \frac{FRI_{aktual}}{FRI_{baseline}}$$

Nilai rasio ini menunjukkan posisi tingkat pelayanan sistem keselamatan kebakaran bangunan terhadap kondisi acuan. Semakin kecil nilai rasio yang diperoleh, maka semakin baik tingkat pelayanan sistem keselamatan kebakaran yang dimiliki bangunan. Sebaliknya, apabila nilai rasio melebihi 1, maka kondisi aktual masih berada di atas kondisi acuan, yang berarti kapasitas proteksi kebakaran bangunan belum sepenuhnya mampu mengimbangi tingkat risiko kebakaran sesuai dengan yang dipersyaratkan.

Berdasarkan hasil analisis pada subbab sebelumnya, nilai *Fire Risk Index* (FRI) aktual pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo adalah sebesar 0,0141. Sementara itu, nilai *FRI baseline* diperoleh dari kondisi acuan pada *Risk Index Method*, yaitu kondisi ketika nilai *FHI baseline* = 1. Karena bangunan yang diteliti termasuk dalam kategori bangunan pendidikan, maka nilai *fire frequency factor* (*Fi*) yang digunakan adalah sebesar $1,4 \times 10^{-2}$ per tahun. Nilai *FRI baseline* dihitung sebagai berikut:

$$FRI_{baseline} = FHI_{baseline} \times Fi$$

$$FRI_{baseline} = 1 \times 1,4 \times 10^{-2}$$

$$FRI_{baseline} = 0,014$$

Setelah nilai FRI aktual dan *FRI baseline* diperoleh, selanjutnya dihitung rasio antara keduanya untuk menentukan tingkat *Level of Service* (LOS) bangunan. Perhitungan rasio dilakukan sebagai berikut:

$$Rasio = \frac{0,0141}{0,014}$$

$$Rasio = 1,007 \approx 1,01$$

Nilai rasio sebesar 1,01 kemudian digunakan untuk menentukan klasifikasi *Level of Service* (LOS) berdasarkan kriteria yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai rasio sebesar 1,01 menunjukkan bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berada pada kategori LOS C (lihat Tabel 3.8), yang berarti tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan berada pada kondisi cukup. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran yang tersedia pada bangunan telah memberikan tingkat perlindungan terhadap potensi bahaya kebakaran, namun tingkat pelayanan tersebut masih belum sepenuhnya mencapai kondisi acuan yang diharapkan.

Jika dikaitkan dengan hasil analisis pada subbab sebelumnya, nilai LOS C yang diperoleh sejalan dengan hasil evaluasi FHI dan FRI, di mana nilai FHI aktual sebesar 1,01 masih sedikit di atas nilai acuan, dan nilai FRI aktual sebesar 0,0141 juga sedikit lebih tinggi dibandingkan FRI *baseline* sebesar 0,014. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem keselamatan kebakaran bangunan sebenarnya telah mendekati tingkat perlindungan minimum yang dipersyaratkan, tetapi masih terdapat beberapa elemen strategi keselamatan kebakaran yang membatasi kinerja perlindungan bangunan secara menyeluruh.

Secara lebih rinci, nilai LOS tersebut dipengaruhi oleh keterbatasan pada beberapa elemen strategi keselamatan kebakaran, khususnya pada sistem pemadaman kebakaran (SUP), pengendalian asap dan evakuasi (SC), serta sistem deteksi dan alarm (DET), yang pada analisis *Protective Measures* sebelumnya menunjukkan kontribusi yang relatif lebih rendah dibandingkan elemen lainnya. Keterbatasan pada elemen-elemen tersebut berdampak pada kemampuan bangunan dalam merespons kebakaran secara aktif, baik dalam mendeteksi kebakaran sejak dini, mengendalikan perkembangan api, maupun menjaga keamanan jalur evakuasi saat terjadi kebakaran.

5.4 Pembahasan Hasil Evaluasi Keselamatan Kebakaran

5.4.1 Interpretasi Tingkat Risiko Kebakaran Bangunan

Hasil evaluasi keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo menunjukkan bahwa nilai *Protective Measures* (PM) aktual yang diperoleh adalah sebesar 150,2. Sementara itu, untuk bangunan dengan profil risiko B2, nilai PM *baseline* sebagai kondisi acuan dalam *Risk Index Method* adalah

sebesar 150,6. Berdasarkan nilai tersebut, diperoleh *Fire Hazard Index* (FHI) sebesar 1,01, *Fire Risk Index* (FRI) sebesar 0,0141, serta rasio antara FRI aktual dan FRI *baseline* sebesar 1,01, yang menempatkan bangunan pada kategori *Level of Service* (LOS) C.

Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat keselamatan kebakaran Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berada pada kondisi mendekati acuan, tetapi masih belum sepenuhnya setara dengan tingkat proteksi minimum yang dipersyaratkan dalam metode penilaian. Kedekatan antara PM aktual 150,2 dan PM *baseline* 150,6 memperlihatkan bahwa kapasitas proteksi kebakaran yang dimiliki bangunan sebenarnya sudah hampir mencapai kondisi acuan. Namun, karena nilai aktual masih sedikit berada di bawah *baseline*, maka hasil evaluasi tetap menunjukkan bahwa perlindungan kebakaran bangunan belum sepenuhnya berada pada posisi yang seimbang terhadap potensi bahaya kebakaran yang dimiliki.

Makna tersebut terlihat jelas dari nilai FHI sebesar 1,01. Dalam *Risk Index Method*, FHI digunakan untuk menunjukkan hubungan antara potensi bahaya kebakaran dan kapasitas proteksi kebakaran bangunan. Nilai $FHI \leq 1$ menunjukkan bahwa kapasitas proteksi kebakaran masih berada pada tingkat yang dapat diterima, sedangkan $FHI > 1$ menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran belum sepenuhnya mampu mengimbangi tingkat bahaya kebakaran. Dengan demikian, nilai 1,01 menandakan bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo berada pada kondisi yang sangat dekat dengan batas acuan, tetapi secara teknis masih sedikit melampauinya. Posisi ini dapat dipahami sebagai kondisi marginal, yaitu kondisi ketika bangunan telah memiliki perlindungan yang cukup nyata, namun belum mempunyai margin keselamatan yang benar-benar kuat.

Interpretasi yang sama juga tercermin pada nilai FRI sebesar 0,0141, yang sedikit lebih tinggi dibandingkan FRI *baseline* sebesar 0,014. Karena nilai F_i untuk bangunan pendidikan bersifat tetap, maka selisih ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat risiko kebakaran tahunan antara kondisi aktual dan kondisi acuan terutama berasal dari kapasitas proteksi kebakaran bangunan yang belum sepenuhnya mencapai *baseline*. Dengan kata lain, hasil evaluasi ini tidak

menunjukkan bahwa bangunan berada pada tingkat risiko yang tinggi, melainkan menunjukkan bahwa risiko kebakaran pada bangunan masih relatif terkendali, tetapi belum sepenuhnya ditekan hingga setara dengan kondisi acuan metode.

Rasio 1,01 yang menempatkan bangunan pada kategori LOS C memperkuat interpretasi tersebut. Kategori cukup menunjukkan bahwa sistem keselamatan kebakaran bangunan telah mampu memberikan perlindungan dasar terhadap penghuni dan aset bangunan, tetapi kualitas pelayanannya masih belum sepenuhnya berada pada tingkat yang dapat dikategorikan aman. Dalam konteks ini, kategori LOS C tidak berarti bahwa bangunan berada pada kondisi buruk, melainkan menunjukkan bahwa bangunan masih berada pada zona transisi antara kondisi yang hampir memenuhi acuan dan kondisi yang benar-benar aman menurut parameter metode. Hal ini penting, karena bangunan yang berada sangat dekat dengan batas acuan cenderung sensitif terhadap perubahan kecil pada kinerja sistem proteksi kebakaran.

Dari sudut pandang interpretasi risiko, hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo telah memiliki sistem keselamatan kebakaran yang cukup terbentuk dan berfungsi, namun perlindungan yang tersedia masih belum memberikan safety margin yang memadai. Artinya, bangunan masih memiliki risiko residual, yaitu risiko yang tersisa setelah kapasitas proteksi kebakaran diperhitungkan. Risiko residual tersebut memang tidak besar, tetapi tetap penting untuk diperhatikan karena menunjukkan bahwa apabila terjadi penurunan fungsi pada salah satu komponen proteksi kebakaran, peningkatan beban kebakaran, atau kondisi darurat yang berkembang lebih cepat, maka tingkat risiko kebakaran bangunan dapat meningkat ke kondisi yang lebih tidak menguntungkan.

Berdasarkan hasil tersebut, tingkat risiko kebakaran Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dapat diinterpretasikan sebagai risiko yang relatif terkendali tetapi belum sepenuhnya optimum. Bangunan tidak berada pada kondisi proteksi yang rendah, karena seluruh indikator menunjukkan bahwa tingkat keselamatan kebakaran telah mendekati kondisi acuan. Namun demikian, bangunan juga belum dapat dinyatakan sepenuhnya memenuhi tingkat perlindungan yang diharapkan menurut *Risk Index Method*, karena nilai PM aktual masih sedikit di bawah PM

baseline, lalu diikuti oleh nilai FHI, FRI, dan LOS yang secara konsisten menunjukkan posisi sedikit di atas kondisi acuan.

5.4.2 Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Hasil Evaluasi

Nilai *Fire Hazard Index* (FHI) dan *Fire Risk Index* (FRI) yang diperoleh pada dasarnya merupakan hasil akhir dari susunan nilai *Protective Measures* (PM) bangunan. Nilai PM aktual sebesar 150,2 tidak terbentuk secara seragam dari seluruh elemen *Fire safety Factors* (FSF), melainkan merupakan hasil akumulasi dari delapan faktor keselamatan kebakaran yang masing-masing memiliki skor aktual dan bobot pengaruh yang berbeda. Oleh sebab itu, faktor-faktor yang memengaruhi hasil evaluasi perlu dibaca tidak hanya dari besar kecilnya skor aktual suatu elemen, tetapi juga dari besarnya bobot elemen tersebut dalam profil risiko B2 yang digunakan pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil penilaian, kontribusi terbesar terhadap nilai PM aktual berasal dari faktor pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar (LIM) sebesar 34,2, diikuti oleh proteksi pasif (PAS) sebesar 24,2, pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI) sebesar 23,8, dan organisasi serta manajemen keselamatan kebakaran (ORG) sebesar 20,8. Sementara itu, kontribusi berikutnya berasal dari intervensi pemadam kebakaran (FB) sebesar 16,8, sistem deteksi dan alarm (DET) sebesar 14,0, pengendalian asap dan evakuasi (SC) sebesar 12,8, dan yang paling rendah adalah sistem pemadaman kebakaran (SUP) sebesar 3,6. Susunan kontribusi ini menunjukkan bahwa hasil evaluasi keseluruhan pada bangunan sangat dipengaruhi oleh kombinasi antara aspek pencegahan, pembatasan penjarangan api, keandalan pemeliharaan, manajemen keselamatan, serta proteksi aktif ketika kebakaran terjadi.

Kontribusi tertinggi pada faktor LIM perlu dicermati lebih mendalam. Nilai kontribusi yang besar pada faktor ini tidak serta-merta menunjukkan bahwa kondisi pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar sudah sangat baik. Dalam kasus penelitian ini, skor aktual LIM hanya sebesar 9, namun karena bobot faktor ini untuk profil risiko B2 adalah 3,8, maka pengaruhnya terhadap nilai PM menjadi paling dominan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam *Risk Index Method*, pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar diposisikan sebagai faktor

yang sangat menentukan bagi bangunan dengan karakteristik penghuni seperti Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo. Dengan kata lain, kekurangan pada faktor ini akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap hasil evaluasi dibandingkan kekurangan pada faktor lain yang bobotnya lebih rendah. Dalam kerangka analisis, kondisi ini menjelaskan bahwa LIM merupakan salah satu penentu utama mengapa hasil akhir evaluasi belum sepenuhnya mencapai kondisi acuan.

Hal yang berbeda terlihat pada faktor PAS. Nilai kontribusi sebesar 24,2 pada proteksi pasif menunjukkan bahwa elemen ini tetap memiliki peranan penting dalam membentuk kapasitas proteksi kebakaran bangunan. Pada bangunan pendidikan, proteksi pasif merupakan komponen yang mendasar karena berkaitan dengan kemampuan bangunan dalam membatasi penyebaran api serta mempertahankan integritas ruang ketika terjadi kebakaran. Nilai kontribusi yang relatif tinggi pada faktor ini menunjukkan bahwa secara umum bangunan masih memiliki lapisan perlindungan dasar yang cukup memadai dari sisi elemen pasif. Selain itu, faktor ini turut memberikan pengaruh terhadap kestabilan hasil evaluasi, sehingga meskipun beberapa elemen proteksi aktif belum berfungsi secara optimal, nilai *Protective Measures* (PM) bangunan tidak mengalami penurunan yang terlalu signifikan.

Faktor MAI juga menjadi salah satu penentu penting dalam hasil evaluasi. Kontribusi 23,8 pada aspek pemeliharaan menunjukkan bahwa kegiatan pemeliharaan, pemeriksaan berkala, dan upaya menjaga kesiapan operasional perangkat proteksi kebakaran memberikan pengaruh yang nyata terhadap kapasitas proteksi bangunan. Dalam perspektif keselamatan kebakaran, pemeliharaan memiliki fungsi strategis karena efektivitas sistem proteksi tidak hanya ditentukan oleh keberadaannya, tetapi juga oleh keberlanjutan kinerja sistem tersebut dalam jangka waktu pemakaian bangunan. Nilai MAI yang cukup tinggi pada penelitian ini menunjukkan bahwa bangunan memperoleh dukungan yang cukup kuat dari sisi keberlangsungan operasional sistem, sehingga aspek pemeliharaan menjadi salah satu faktor yang menahan hasil evaluasi agar tetap mendekati kondisi acuan.

Kontribusi ORG sebesar 20,8 juga menunjukkan bahwa aspek organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran berperan cukup penting dalam membentuk

hasil evaluasi. Faktor ini mencerminkan keberadaan unsur-unsur manajerial seperti pengaturan keselamatan, koordinasi, prosedur, dan pengelolaan keselamatan kebakaran secara umum. Dalam bangunan pendidikan, aspek organisasi menjadi penting karena bangunan digunakan oleh banyak penghuni dengan tingkat pemahaman yang beragam terhadap tata ruang dan prosedur darurat. Nilai ORG yang cukup tinggi mengindikasikan bahwa dari sisi kelembagaan dan tata kelola, bangunan telah memiliki modal awal yang cukup baik untuk mendukung sistem keselamatan kebakaran secara keseluruhan. Dengan demikian, hasil evaluasi tidak hanya dibentuk oleh aspek teknis fisik bangunan, tetapi juga oleh kualitas pengelolaan keselamatan yang menyertainya.

Di sisi lain, hasil evaluasi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang kontribusinya masih relatif rendah. Faktor yang paling menonjol adalah SUP, dengan kontribusi hanya 3,6. Rendahnya nilai ini menunjukkan bahwa aspek pemadaman kebakaran masih menjadi titik lemah utama dalam sistem keselamatan kebakaran bangunan. Dalam strategi keselamatan kebakaran, sistem pemadaman memiliki fungsi yang sangat penting karena berperan langsung dalam mengendalikan api pada fase awal sebelum kebakaran berkembang lebih luas. Nilai kontribusi yang rendah pada faktor ini menunjukkan bahwa kemampuan bangunan untuk melakukan intervensi dini terhadap api masih terbatas, sehingga hasil evaluasi keseluruhan ikut tertahan. Dari sisi analisis, faktor SUP merupakan salah satu elemen yang paling nyata menurunkan daya tekan bangunan terhadap risiko kebakaran aktual.

Faktor SC dan DET juga turut memengaruhi hasil evaluasi secara signifikan. Meskipun kontribusinya tidak serendah SUP, nilai SC sebesar 12,8 dan DET sebesar 14,0 menunjukkan bahwa kemampuan bangunan dalam mendukung evakuasi aman dan memberikan respons dini terhadap kebakaran masih belum dominan dalam susunan PM. Kedua faktor ini sesungguhnya sangat penting pada bangunan pendidikan, karena keselamatan penghuni saat kebakaran sangat ditentukan oleh kecepatan deteksi, kejelasan peringatan, dan perlindungan jalur evakuasi dari paparan asap. Apabila aspek deteksi dan pengendalian asap belum memberikan kontribusi yang tinggi, maka kemampuan bangunan dalam melindungi

penghuni pada saat kejadian kebakaran juga belum sepenuhnya kuat, meskipun dari sisi pencegahan dan manajemen bangunan telah memiliki kondisi yang relatif lebih baik.

Pembahasan terhadap faktor-faktor yang memengaruhi hasil evaluasi menjadi lebih jelas apabila dibandingkan dengan *baseline* strategy untuk profil risiko B2. Pada kondisi *baseline*, nilai PM yang diharapkan adalah 150,6. Apabila kontribusi aktual dibandingkan dengan kontribusi *baseline*, terlihat bahwa beberapa faktor sebenarnya telah berada pada posisi yang sama atau bahkan lebih tinggi dari *baseline*, seperti ORG, DET, SUP, MAI, dan FB, sedangkan PAS dan SC berada pada nilai yang setara. Namun, faktor LIM menunjukkan selisih yang paling besar terhadap *baseline*. Pada *baseline*, kontribusi LIM seharusnya mencapai 72,2, sedangkan pada kondisi aktual hanya 34,2. Selisih yang sangat besar pada faktor inilah yang menjadi penjelasan utama mengapa total PM aktual tetap sedikit berada di bawah PM *baseline*, meskipun beberapa faktor lain telah menunjukkan hasil yang relatif baik. Analisis ini memperlihatkan bahwa dalam metode berbobot seperti *Risk Index Method*, satu faktor yang memiliki bobot tinggi dapat menjadi penentu utama arah hasil evaluasi secara keseluruhan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi keselamatan kebakaran bangunan tidak semata-mata ditentukan oleh banyaknya elemen yang dinilai baik, tetapi lebih dipengaruhi oleh faktor mana yang dinilai baik serta seberapa besar bobot faktor tersebut dalam profil risiko bangunan. Oleh karena itu, Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dapat memiliki sejumlah elemen dengan kontribusi yang cukup kuat, namun tetap menghasilkan FHI sebesar 1,01, FRI sebesar 0,0141, dan LOS C. Beberapa faktor telah menopang nilai *Protective Measures* (PM) secara cukup signifikan, tetapi faktor-faktor tertentu yang memiliki tingkat pengaruh paling besar terhadap hasil penilaian masih belum mencapai kondisi yang diharapkan, sehingga hasil evaluasi secara keseluruhan belum sepenuhnya mengarah pada kondisi acuan.

Secara keseluruhan, faktor-faktor yang memengaruhi hasil evaluasi pada penelitian ini dapat dikelompokkan ke dalam dua peran utama. Kelompok pertama adalah faktor-faktor yang menopang hasil evaluasi, yaitu PAS, MAI, ORG, dan FB,

yang berperan menjaga nilai PM aktual tetap mendekati *baseline*. Kelompok kedua adalah faktor-faktor yang membatasi peningkatan hasil evaluasi, yaitu terutama LIM, SUP, DET, dan SC, yang menyebabkan kapasitas proteksi kebakaran bangunan belum sepenuhnya melampaui kondisi acuan. Susunan pengaruh tersebut menjelaskan mengapa hasil evaluasi bangunan berada pada posisi mendekati memadai, tetapi belum sepenuhnya optimal. Hubungan faktor-faktor tersebut dengan kondisi eksisting fisik dan operasional bangunan dibahas lebih lanjut pada subbab berikutnya.

5.4.3 Keterkaitan Hasil Evaluasi dengan Kondisi Eksisting Bangunan

Hasil evaluasi keselamatan kebakaran pada penelitian ini menunjukkan keterkaitan yang kuat dengan kondisi eksisting Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo sebagaimana teridentifikasi melalui observasi lapangan. Bangunan ini merupakan gedung pendidikan empat lantai yang digunakan secara bersama oleh Fakultas Kedokteran, Fakultas Psikologi, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Budaya, sehingga aktivitas di dalamnya berlangsung secara intensif setiap hari kerja. Karakter penggunaan bangunan yang melibatkan kegiatan perkuliahan, administrasi, dan aktivitas akademik lainnya menyebabkan tingkat hunian bangunan bersifat dinamis dan cenderung meningkat pada jam-jam perkuliahan aktif. Kondisi ini selaras dengan penetapan profil risiko B2, yaitu bangunan dengan penghuni dalam keadaan sadar tetapi tidak sepenuhnya familiar dengan bangunan, serta memiliki laju pertumbuhan api sedang.

Keterkaitan pertama tampak pada kenyataan bahwa hasil evaluasi menempatkan bangunan pada kondisi mendekati acuan, namun belum sepenuhnya optimum, sebagaimana tercermin dari PM aktual sebesar 150,2, PM *baseline* 150,6, FHI 1,01, FRI 0,0141, dan LOS C. Posisi ini masuk akal apabila dikaitkan dengan kondisi bangunan yang pada satu sisi telah memiliki sejumlah sistem keselamatan kebakaran yang nyata dan berfungsi, tetapi pada sisi lain masih menunjukkan ketidakmerataan kualitas perlindungan antarbagian gedung. Dengan kata lain, hasil indeks yang hanya sedikit melampaui *baseline* bukan merupakan temuan yang berdiri sendiri, melainkan cerminan dari kondisi lapangan yang memperlihatkan

adanya kombinasi antara elemen-elemen yang sudah cukup memadai dan elemen-elemen yang masih memerlukan penguatan.

Kondisi eksisting bangunan yang terdiri atas bagian gedung lama dan gedung baru menjadi salah satu penjas penting terhadap susunan hasil evaluasi. Berdasarkan observasi, distribusi sistem proteksi kebakaran aktif belum sepenuhnya merata pada seluruh bagian bangunan. Perangkat deteksi kebakaran, seperti *smoke detector*, lebih banyak ditemukan pada bagian gedung yang relatif baru, sedangkan pada beberapa area bangunan yang lebih lama sistem deteksi kebakaran belum tersedia secara optimal. Kondisi ini sangat relevan dengan hasil penilaian pada faktor sistem deteksi dan alarm (DET), yang walaupun memberikan kontribusi terhadap nilai PM, tetapi belum menjadi salah satu faktor dominan. Secara substantif, ketidakmerataan distribusi perangkat deteksi menunjukkan bahwa kemampuan bangunan dalam memberikan peringatan dini masih belum seragam pada seluruh area, sehingga hasil evaluasi yang menempatkan bangunan pada tingkat keselamatan cukup lebih mencerminkan kondisi riil daripada kondisi yang telah sepenuhnya aman.

Keterkaitan berikutnya terlihat pada faktor sistem pemadaman kebakaran (SUP). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa faktor ini memberikan kontribusi terendah terhadap nilai *Protective Measures*, yaitu 3,6. Nilai tersebut sejalan dengan kondisi eksisting bangunan yang belum dilengkapi dengan sistem pemadaman otomatis seperti *sprinkler*. Pada kondisi lapangan, pengendalian kebakaran pada tahap awal lebih mengandalkan perangkat pemadaman manual, yaitu APAR dan *hydrant*, serta kecepatan respons pengguna atau petugas dalam mengoperasikan peralatan tersebut. Situasi ini menjelaskan mengapa kontribusi faktor SUP menjadi rendah. Pada bangunan dengan hunian padat dan aktivitas akademik yang berlangsung simultan, ketiadaan sistem pemadaman otomatis membuat kemampuan bangunan dalam menekan kebakaran secara dini sangat tergantung pada intervensi manual, sehingga tingkat perlindungan aktifnya belum cukup kuat untuk mengangkat hasil evaluasi ke kondisi yang lebih baik.

Aspek pengendalian asap dan evakuasi (SC) juga memperlihatkan hubungan yang jelas dengan kondisi bangunan. Berdasarkan observasi, jalur sirkulasi vertikal

pada bangunan sebagian besar masih berupa tangga umum yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari, dan belum sepenuhnya dirancang sebagai tangga darurat dengan perlindungan khusus terhadap penyebaran asap. Selain itu, penanda jalur evakuasi yang tersedia pada beberapa bagian bangunan masih berupa rambu pasif berbentuk stiker, sehingga efektivitasnya sangat bergantung pada kondisi pencahayaan. Keterbatasan tersebut menjelaskan mengapa faktor SC belum memberikan kontribusi yang tinggi dalam hasil evaluasi. Dalam kejadian kebakaran, asap merupakan salah satu elemen paling berbahaya karena dapat menurunkan visibilitas, mengganggu orientasi penghuni, dan mempercepat kepanikan saat evakuasi. Oleh sebab itu, ketika jalur evakuasi belum memiliki perlindungan asap yang kuat dan dukungan penunjuk arah yang lebih andal, maka hasil evaluasi yang menunjukkan FHI sedikit di atas 1 menjadi selaras dengan kondisi nyata bangunan.

Pada sisi lain, hasil evaluasi juga memperlihatkan adanya faktor-faktor yang menahan tingkat risiko agar tidak jatuh pada kategori yang lebih buruk, dan hal tersebut juga sesuai dengan temuan lapangan. Kontribusi yang relatif tinggi pada faktor proteksi pasif (PAS) memiliki keterkaitan dengan struktur utama bangunan yang menggunakan beton bertulang, yang secara umum memiliki ketahanan api yang lebih baik dan mampu mempertahankan stabilitas struktur dalam jangka waktu tertentu ketika terjadi kebakaran. Keberadaan struktur utama yang relatif tahan api ini menjadi salah satu alasan mengapa bangunan masih memiliki kapasitas perlindungan dasar yang cukup berarti, sehingga hasil evaluasi tidak menunjukkan kondisi yang buruk. Namun demikian, observasi juga menunjukkan bahwa proteksi pasif internal belum sepenuhnya lengkap, karena bangunan belum secara menyeluruh dilengkapi dengan pintu tahan api dan kompartemenisasi ruang yang optimal. Keadaan ini menjelaskan mengapa kontribusi PAS cukup kuat, tetapi belum cukup untuk mendorong hasil evaluasi melampaui kondisi acuan.

Nilai yang cukup tinggi pada faktor pemeliharaan sistem proteksi kebakaran (MAI) juga memiliki hubungan langsung dengan kondisi lapangan. Berdasarkan hasil observasi dan informasi dari pengelola, perangkat proteksi kebakaran aktif seperti APAR, *hydrant*, dan perangkat deteksi kebakaran telah menjalani

pemeliharaan berkala dengan interval sekitar dua sampai tiga bulan sekali. Praktik pemeliharaan ini memberikan dukungan penting terhadap keandalan operasional sistem proteksi yang tersedia. Dalam konteks hasil evaluasi, kondisi tersebut menjelaskan mengapa bangunan tetap mampu mencapai PM aktual yang sangat dekat dengan *baseline*, meskipun masih memiliki beberapa keterbatasan pada aspek deteksi, pemadaman otomatis, dan perlindungan jalur evakuasi. Artinya, kegiatan pemeliharaan berperan sebagai salah satu faktor yang menjaga agar tingkat keselamatan kebakaran bangunan tetap berada pada kondisi yang mendekati memadai.

Keterkaitan lain juga muncul pada fungsi ruang dan aktivitas di dalam bangunan, khususnya keberadaan laboratorium pada beberapa bagian gedung. Aktivitas laboratorium yang melibatkan penggunaan peralatan listrik, bahan kimia, serta material praktikum menambah kompleksitas risiko kebakaran pada bangunan. Hal ini berkaitan erat dengan pentingnya faktor pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar (LIM) dalam hasil evaluasi. Dalam penelitian ini, faktor LIM menjadi faktor dengan kontribusi terbesar terhadap nilai PM, yang menunjukkan bahwa pengelolaan sumber bahaya pada bangunan pendidikan seperti Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo memegang peran sangat sentral. Kondisi eksisting yang memperlihatkan adanya aktivitas laboratorium menjelaskan mengapa faktor ini menjadi sangat sensitif dalam penilaian. Bangunan pendidikan dengan fungsi laboratorium pada dasarnya menuntut pengendalian yang lebih ketat terhadap sumber api, peralatan, dan material berpotensi terbakar agar tingkat risiko dapat ditekan secara konsisten.

Berdasarkan keseluruhan temuan lapangan, hasil evaluasi yang diperoleh menunjukkan kesesuaian dengan kondisi eksisting bangunan. Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo bukan merupakan bangunan yang sama sekali tidak memiliki sistem keselamatan kebakaran, karena secara nyata telah tersedia APAR, *hydrant*, pompa kebakaran, perangkat deteksi pada sebagian area, struktur beton bertulang, rambu evakuasi, serta praktik pemeliharaan berkala. Kondisi tersebut menjelaskan mengapa bangunan masih mampu menghasilkan nilai *Protective Measures* (PM) yang tinggi dan berada sangat dekat dengan *baseline*. Namun, di

sisi lain, keberadaan bagian gedung lama dan baru, ketidakmerataan sistem deteksi, tidak tersedianya *sprinkler*, penggunaan tangga umum sebagai jalur evakuasi vertikal, serta keterbatasan perlindungan asap dan proteksi pasif internal menjelaskan mengapa hasil akhir evaluasi tetap menghasilkan FHI 1,01, FRI 0,0141, dan LOS C, bukan kategori yang lebih baik.

Pembahasan ini memperlihatkan bahwa hasil evaluasi kuantitatif dalam penelitian tidak dapat dilepaskan dari kondisi bangunan yang diamati secara langsung di lapangan. Nilai-nilai yang diperoleh bukan sekadar hasil perhitungan abstrak, tetapi mencerminkan realitas proteksi kebakaran Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo yang menunjukkan kombinasi antara aspek-aspek yang telah cukup mendukung keselamatan dan aspek-aspek yang masih membatasi peningkatan tingkat perlindungan. Pembacaan seperti ini penting karena menegaskan bahwa upaya peningkatan keselamatan kebakaran pada bangunan seharusnya tidak dilakukan secara umum dan merata, melainkan berdasarkan hubungan nyata antara hasil evaluasi indeks dan kondisi eksisting yang menyebabkannya.

5.4.4 Keterbatasan Penerapan *Risk Index Method* pada Konteks Lokal

Penerapan *Risk Index Method* dalam penelitian ini memberikan kerangka evaluasi yang sistematis untuk menilai tingkat keselamatan kebakaran bangunan secara kuantitatif. Metode ini memungkinkan penilaian dilakukan secara terstruktur melalui penentuan profil risiko, penilaian *Fire safety Factors*, perhitungan *Protective Measures*, hingga penentuan nilai *Fire Hazard Index* dan *Fire Risk Index*. Dalam penelitian ini, hasil FRI selanjutnya diinterpretasikan ke dalam klasifikasi *Level of Service* (LOS) untuk memudahkan pembacaan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran bangunan. Meskipun demikian, selama proses penerapannya ditemukan bahwa penggunaan metode ini pada konteks bangunan gedung di Indonesia masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam membaca hasil penelitian maupun dalam pelaksanaan penelitian serupa pada masa mendatang. *Risk Index Method* sendiri pada paper aslinya berfokus pada perbandingan antara strategi aktual dan *baseline strategy* melalui parameter PM, FHI, dan FRI, sedangkan klasifikasi LOS dalam penelitian ini merupakan bentuk interpretasi lanjutan untuk kepentingan analisis tingkat pelayanan.

Keterbatasan pertama berkaitan dengan asal pengembangan metode. *Risk Index Method* dikembangkan dari pendekatan evaluasi strategi kebakaran yang berangkat dari standar dan praktik bangunan di luar Indonesia, sehingga sebagian indikator di dalamnya merefleksikan tingkat integrasi sistem proteksi, budaya pengelolaan bangunan, dan ketersediaan data teknis yang tidak selalu sama dengan kondisi bangunan gedung di Indonesia. Dalam praktiknya, bangunan eksisting di Indonesia sering berkembang secara bertahap sesuai usia bangunan, kebutuhan ruang, dan kemampuan pengelolaan fasilitas. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa indikator dalam metode tidak selalu dapat diterapkan secara langsung tanpa interpretasi tambahan. Oleh sebab itu, hasil evaluasi tetap berguna sebagai dasar analisis, tetapi pembacaannya perlu mempertimbangkan perbedaan konteks antara lingkungan asal metode dan kondisi bangunan gedung pada konteks lokal.

Keterbatasan kedua berhubungan dengan proses pengambilan data di lapangan. Tidak semua indikator dalam metode dapat dinilai hanya melalui observasi visual. Beberapa indikator memerlukan informasi teknis yang lebih rinci, dokumen pemeliharaan, catatan pengujian, atau konfirmasi dari pengelola bangunan. Pada kondisi bangunan gedung di Indonesia, data semacam ini tidak selalu tersedia secara lengkap, terdokumentasi dengan rapi, atau mudah diakses oleh peneliti. Akibatnya, suatu indikator dapat memperoleh nilai rendah atau nol bukan semata-mata karena sistem tersebut tidak tersedia, melainkan karena bukti operasional dan administratif yang diperlukan untuk mendukung penilaian tidak ditemukan pada saat penelitian dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa hasil evaluasi tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi riil bangunan, tetapi juga oleh ketersediaan data lapangan yang mendukung pembuktian indikator-indikator dalam metode.

Keterbatasan berikutnya muncul pada indikator yang mengasumsikan adanya sistem proteksi dengan tingkat otomatisasi dan integrasi yang relatif tinggi. Salah satunya adalah indikator yang berkaitan dengan aktivasi otomatis pintu, pelindung api, atau komponen proteksi pasif tertentu yang terhubung dengan sistem deteksi kebakaran. Dalam praktik bangunan gedung di Indonesia, sistem seperti ini masih relatif terbatas. Banyak bangunan masih menggunakan pendekatan yang lebih

sederhana atau manual, sehingga indikator tersebut menjadi sulit dipenuhi secara penuh. Kondisi ini tidak selalu berarti bahwa bangunan sama sekali tidak memiliki bentuk perlindungan, tetapi menunjukkan bahwa bentuk penerapannya belum sesuai dengan asumsi integrasi sistem yang digunakan dalam metode. Dengan demikian, nilai rendah pada indikator tersebut perlu dibaca secara hati-hati agar tidak langsung disamakan dengan ketiadaan perlindungan secara absolut.

Persoalan yang sama juga terlihat pada indikator pengendalian alarm palsu (*false alarm control*). Dalam metode, indikator ini diasumsikan sebagai bagian dari sistem alarm kebakaran yang telah dikelola secara matang dan terintegrasi. Pada bangunan gedung di Indonesia, sistem alarm yang tersedia masih berfungsi pada tingkat dasar sebagai alat peringatan, dan belum selalu didukung oleh prosedur maupun teknologi khusus untuk mengelola alarm palsu secara sistematis. Karena itu, apabila indikator ini dinilai secara literal mengikuti metode, hasilnya cenderung rendah. Nilai rendah tersebut tidak selalu menunjukkan bahwa sistem alarm yang ada tidak berguna, tetapi lebih menggambarkan bahwa tingkat kematangan pengelolaan alarm yang diasumsikan metode belum menjadi praktik yang umum pada konteks lokal.

Keterbatasan lain tampak pada indikator yang berkaitan dengan pengendalian asap, termasuk *smoke control* dan *smoke enclosure control*. Dalam metode ini, perlindungan terhadap asap diasumsikan didukung oleh sistem pengendalian asap yang cukup maju, termasuk kemungkinan penggunaan sistem mekanis dan pemantauan kegagalan sistem. Pada konteks bangunan gedung di Indonesia, sistem pengendalian asap sebenarnya telah diterapkan, terutama pada gedung-gedung besar atau bangunan dengan tingkat proteksi kebakaran yang lebih tinggi. Namun, penerapan sistem tersebut belum merata pada seluruh jenis bangunan gedung. Pada banyak bangunan eksisting, perlindungan terhadap asap masih lebih banyak bergantung pada konfigurasi ruang, ventilasi alami, dan kondisi jalur sirkulasi. Dengan demikian, rendahnya penilaian pada aspek ini perlu dipahami bukan semata-mata sebagai ketiadaan sistem pengendalian asap di Indonesia, melainkan sebagai ketidaksesuaian antara asumsi metode dan tingkat penerapan yang umum pada konteks lokal.

Indikator yang berkaitan dengan komunikasi otomatis dengan layanan pemadam kebakaran juga menunjukkan keterbatasan serupa. Metode mengasumsikan adanya mekanisme pemberitahuan kebakaran yang dapat diteruskan secara otomatis atau melalui *alarm receiving center* kepada pihak pemadam kebakaran. Dalam praktik lokal, pola komunikasi tersebut belum menjadi prosedur standar pada bangunan gedung di Indonesia, karena pemberitahuan kejadian kebakaran masih dilakukan secara manual melalui telepon atau pelaporan langsung oleh penghuni maupun petugas gedung. Akibatnya, apabila indikator dinilai secara literal sesuai metode, hasilnya akan cenderung rendah, meskipun bangunan masih memiliki prosedur pelaporan darurat yang berfungsi secara praktis. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian indikator dalam metode lebih menggambarkan tingkat kematangan integrasi sistem daripada sekadar keberadaan fungsi darurat di lapangan.

Selain persoalan indikator, keterbatasan metode juga berkaitan dengan parameter dasar yang bersifat empiris dan kontekstual. Penulis metode menyebutkan bahwa masih terdapat keterbatasan pada *baseline fire strategy default scores*, nilai *potential hazard*, *weighting factors*, serta penentuan *frequency of ignition*, karena parameter-parameter tersebut pada dasarnya dibentuk dari validasi dan konteks tertentu. Dalam konteks Indonesia, hal ini menjadi penting karena angka-angka dasar tersebut belum dikalibrasi secara khusus untuk bangunan gedung pada konteks lokal. Dengan demikian, hasil perhitungan yang diperoleh tetap bermanfaat untuk menunjukkan posisi relatif bangunan terhadap kondisi acuan, tetapi belum dapat dianggap sepenuhnya merepresentasikan kondisi lokal secara absolut. Bagi peneliti selanjutnya, hal ini berarti bahwa penggunaan metode akan menjadi lebih kuat apabila disertai upaya adaptasi atau validasi lokal terhadap parameter-parameter dasar tersebut.

Keterbatasan lainnya menyangkut potensi subjektivitas dalam pemberian skor. Meskipun metode telah menyediakan struktur penilaian yang cukup rinci, penerapan di lapangan tetap memerlukan penafsiran peneliti terhadap kondisi bangunan yang diamati. Semakin banyak indikator yang harus dinilai melalui interpretasi karena keterbatasan data atau perbedaan praktik lokal, semakin besar

pula kemungkinan variasi hasil apabila penilaian dilakukan oleh peneliti yang berbeda. Dalam konteks penelitian terapan, hal ini menunjukkan bahwa hasil evaluasi tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi bangunan, tetapi juga oleh sejauh mana peneliti dapat memperoleh data pendukung dan menafsirkan indikator secara konsisten.

Bagi proses pengambilan data maupun bagi peneliti selanjutnya, implikasi dari keterbatasan tersebut cukup penting. Penggunaan *Risk Index Method* pada konteks lokal sebaiknya tidak hanya mengandalkan observasi lapangan, tetapi juga didukung oleh wawancara dengan pengelola gedung, pemeriksaan dokumen pemeliharaan, rekaman pengujian sistem, dan bila memungkinkan validasi teknis oleh praktisi. Pendekatan ini diperlukan agar nilai rendah pada suatu indikator benar-benar mencerminkan kelemahan sistem, bukan sekadar keterbatasan bukti saat pengambilan data. Selain itu, peneliti berikutnya perlu mengembangkan indikator penilaian yang lebih sesuai dengan kondisi penerapan sistem proteksi kebakaran di Indonesia, khususnya pada indikator-indikator yang sulit dinilai secara langsung atau yang mengasumsikan sistem proteksi dengan tingkat integrasi lebih tinggi dibandingkan praktik lokal.

Secara keseluruhan, keterbatasan penerapan *Risk Index Method* pada konteks lokal tidak meniadakan manfaat metode sebagai alat evaluasi. Metode ini tetap berguna untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai posisi keselamatan kebakaran bangunan dan membantu mengidentifikasi area prioritas perbaikan. Namun, penggunaan metode pada bangunan gedung di Indonesia memerlukan pembacaan yang kontekstual, terutama ketika berhadapan dengan indikator yang mengasumsikan sistem proteksi yang lebih otomatis, lebih terintegrasi, dan lebih terdokumentasi dibandingkan kondisi lokal. Karena itu, validasi melalui *Expert Judgement* menjadi langkah yang penting, agar hasil evaluasi yang diperoleh tidak hanya benar secara perhitungan, tetapi juga relevan secara praktis terhadap konteks bangunan yang diteliti.

5.5 Validasi Hasil Evaluasi melalui *Expert Judgement*

Untuk memperkuat interpretasi hasil evaluasi kuantitatif yang diperoleh melalui *Risk Index Method*, penelitian ini dilengkapi dengan proses validasi melalui *Expert Judgement*. Validasi ini dilakukan melalui *focus group discussion* (FGD) secara tatap muka pada tanggal 6 Maret 2026 di Head Office Gedung Bakrie Tower dengan durasi sekitar dua jam. Kegiatan ini melibatkan dua orang praktisi yang memiliki pengalaman dalam pengelolaan keselamatan bangunan dari sudut pandang yang saling melengkapi. Narasumber pertama adalah Yasmin, selaku Supervisor Occupational Health and Safety di Provinces Indonesia, yang memiliki pengalaman dalam perencanaan dan penerapan sistem keselamatan kebakaran, analisis risiko kebakaran, implementasi sistem proteksi aktif dan pasif, serta manajemen keselamatan kebakaran pada bangunan. Narasumber kedua adalah Sukandar, selaku Building Manager di Provinces Indonesia, yang memiliki pengalaman dalam perencanaan dan penerapan konsep *green building*, efisiensi energi, konservasi sumber daya, penerapan standar bangunan berkelanjutan, serta audit dan evaluasi kinerja lingkungan bangunan. Dari kedua narasumber tersebut, salah satunya juga memiliki pengalaman pada konteks bangunan di lingkungan Universitas Islam Indonesia, sehingga masukan yang diberikan memiliki relevansi terhadap objek penelitian.

Dalam FGD tersebut, peneliti memaparkan seluruh komponen hasil evaluasi, mulai dari profil risiko B2, hasil penilaian *Fire safety Factors*, nilai *Protective Measures* (PM) sebesar 150,2, nilai *Fire Hazard Index* (FHI) sebesar 1,01, nilai *Fire Risk Index* (FRI) sebesar 0,0141, hingga interpretasi akhir dalam bentuk *Level of Service* (LOS) C. Selain memaparkan hasil, peneliti juga meminta pandangan ahli mengenai kesesuaian penerapan *Risk Index Method* pada konteks bangunan gedung di Indonesia, tingkat kewajaran hasil evaluasi yang diperoleh pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo, serta rekomendasi teknis yang dipandang paling penting untuk peningkatan keselamatan kebakaran bangunan.

Secara umum, kedua narasumber menyatakan bahwa *Risk Index Method* relevan untuk digunakan pada konteks bangunan gedung di Indonesia dan sangat bermanfaat sebagai alat *screening* awal atau gambaran umum untuk menilai posisi

keselamatan kebakaran bangunan. Menurut kedua ahli, metode ini cukup membantu karena memberikan kerangka penilaian yang sistematis, rinci, dan mampu menunjukkan area-area yang memerlukan perhatian lebih lanjut. Dalam pandangan mereka, metode ini tidak perlu ditolak atau ditinggalkan, melainkan dapat tetap digunakan dengan beberapa penyesuaian pada indikator-indikator tertentu agar lebih sesuai dengan praktik penerapan sistem proteksi kebakaran di Indonesia. Pandangan ini menunjukkan bahwa hasil penelitian memiliki landasan yang cukup kuat secara praktis, karena metode yang digunakan dinilai masih relevan oleh praktisi, meskipun belum seluruh indikatornya dapat diterapkan secara langsung tanpa adaptasi.

Validasi ahli juga menunjukkan bahwa hasil evaluasi pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dinilai relatif masuk akal. Kedua narasumber pada dasarnya menyetujui interpretasi bahwa nilai FHI sebesar 1,01 menunjukkan kondisi bangunan yang masih sedikit berada di atas acuan, nilai FRI sebesar 0,0141 masih sedikit lebih tinggi dari kondisi *baseline*, dan nilai LOS C tepat dibaca sebagai kondisi cukup yang masih memerlukan peningkatan. Menurut mereka, hasil tersebut konsisten dengan kenyataan bahwa sistem penilaian dalam metode ini sangat lengkap, sehingga kondisi bangunan yang secara umum sudah memiliki sejumlah elemen keselamatan kebakaran masih dapat tetap menghasilkan hasil yang belum sepenuhnya optimum apabila beberapa elemen kunci masih lemah. Dengan kata lain, hasil evaluasi pada penelitian ini tidak dipandang berlebihan ataupun terlalu rendah, tetapi cukup merepresentasikan kondisi bangunan yang memang sudah memiliki dasar proteksi kebakaran, namun belum sepenuhnya kuat pada seluruh aspek.

Meskipun demikian, kedua narasumber juga menekankan bahwa ada beberapa indikator dalam metode yang perlu direduksi, disubstitusi, atau ditafsirkan ulang ketika diterapkan pada konteks bangunan gedung di Indonesia. Salah satu indikator yang disoroti adalah *fire load density* atau beban api pada faktor LIM, yang menurut mereka memerlukan penyesuaian dalam cara pengambilan data dan interpretasinya karena tidak selalu mudah diukur secara praktis pada bangunan eksisting. Selain itu, pada faktor PAS, indikator yang berkaitan dengan sistem

aktivasi pintu atau pelindung api secara otomatis dinilai kurang sesuai dengan praktik umum di Indonesia, karena pintu penahan api pada banyak bangunan umumnya masih dioperasikan secara manual. Indikator *false alarm control* juga dinilai belum cukup relevan untuk banyak bangunan di Indonesia karena sistem pengendalian alarm palsu belum menjadi praktik yang umum diterapkan secara formal. Pada faktor SUP, kedua ahli menilai bahwa indikator mengenai waktu aktivasi sistem cenderung beririsan dengan indikator kecepatan respons sistem pemadaman (RTI), sehingga berpotensi menimbulkan pengulangan penilaian. Sementara itu, pada faktor FB, indikator mengenai komunikasi otomatis dengan layanan pemadam kebakaran dipandang kurang sesuai dengan praktik umum di Indonesia, karena pada banyak bangunan proses pelaporan kebakaran masih dilakukan secara manual melalui telepon.

Selain indikator-indikator tersebut, kedua narasumber juga menyoroti bahwa aspek organisasi dan manajemen keselamatan kebakaran (ORG) sering kali dipandang kurang menonjol dalam praktik pengelolaan bangunan, padahal justru sangat menentukan keberhasilan sistem keselamatan kebakaran secara keseluruhan. Menurut pandangan mereka, banyak bangunan terlalu menitikberatkan pada keberadaan proteksi aktif dan pasif, sementara aspek organisasi, strategi kebakaran, tim tanggap darurat, dan prosedur operasional belum selalu dibangun secara memadai. Komentar ini penting karena memperkuat salah satu temuan penelitian, yaitu bahwa hasil evaluasi keselamatan kebakaran tidak dapat dilepaskan dari aspek nonfisik bangunan. Dengan kata lain, validasi ahli menegaskan bahwa keselamatan kebakaran bukan semata-mata persoalan ketersediaan alat, tetapi juga menyangkut sistem pengelolaan, pembagian tanggung jawab, dan kesiapsiagaan pengguna bangunan.

Terkait dengan proses pengambilan data, kedua narasumber juga mengakui bahwa beberapa komponen dalam metode cukup sulit dinilai secara langsung karena membutuhkan unsur perkiraan atau penilaian profesional. Mereka menyampaikan bahwa pada beberapa indikator, peneliti memang perlu membuat estimasi, sedangkan hasil estimasi tersebut dapat berbeda antara satu penilai dan penilai lainnya. Oleh sebab itu, mereka menilai bahwa penggunaan metode ini akan

lebih kuat apabila tidak hanya mengandalkan observasi lapangan, tetapi juga didukung oleh wawancara dengan pengelola, gambar teknis bangunan, dan, bila tersedia, dokumen pemeliharaan. Menurut mereka, log pengujian tidak selalu menjadi prasyarat utama, karena dalam beberapa kasus informasi pemeliharaan juga dapat diperoleh melalui wawancara pengelola yang memahami operasional bangunan. Namun, semakin lengkap data pendukung yang dapat dihimpun, maka semakin kecil ruang subjektivitas dalam pemberian skor.

Dari sisi penilaian terhadap kondisi bangunan, kedua narasumber menilai bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo masih memiliki beberapa kelemahan yang cukup mendasar. Kelemahan tersebut antara lain belum adanya strategi kebakaran yang jelas, belum terbentuknya *Emergency Response Team* (ERT), tidak tersedianya *sprinkler*, tidak adanya pompa diesel, belum tersedianya peta denah evakuasi, arah evakuasi yang pada beberapa bagian gedung lama masih terbatas pada stiker, perangkat *heat detector* dan *smoke detector* yang baru tersedia pada gedung baru, serta belum adanya lampu evakuasi yang memadai untuk mendukung operasi pemadam pada gedung lama. Menurut pandangan ahli, kondisi-kondisi tersebut menjelaskan mengapa hasil evaluasi menunjukkan bahwa bangunan masih perlu peningkatan, terutama pada aspek proteksi aktif, sistem evakuasi, dan kejelasan organisasi keselamatan kebakaran.

Pada saat yang sama, kedua narasumber juga melihat bahwa bangunan memiliki sejumlah kekuatan yang menjelaskan mengapa hasil evaluasinya tidak jatuh pada kategori buruk. Menurut mereka, karakter bangunan yang relatif terbuka membantu mengurangi akumulasi asap pada beberapa area sehingga dalam kondisi tertentu dapat mendukung evakuasi penghuni. Selain itu, tangga yang relatif lebar, keberadaan detektor pada gedung baru, penyesuaian jenis APAR dengan karakteristik ruang, serta akses kendaraan pemadam yang dapat mencapai empat sisi bangunan merupakan kondisi positif yang memberikan dukungan terhadap sistem keselamatan kebakaran. Jika dikaitkan dengan temuan observasi sebelumnya, penilaian ini juga sejalan dengan fakta bahwa bangunan telah memiliki *hydrant*, pompa kebakaran, perangkat deteksi pada sebagian area, serta praktik pemeliharaan berkala. Keseluruhan aspek tersebut menjelaskan mengapa hasil

evaluasi bangunan berada pada kondisi cukup dan mendekati *baseline*, bukan pada tingkat yang lebih buruk.

Dari seluruh pembahasan FGD, isu yang paling ditekankan oleh kedua narasumber adalah ketidakmerataan sistem deteksi, belum adanya *sprinkler*, jalur evakuasi vertikal yang masih berupa tangga umum, serta pentingnya mempertahankan dan memperkuat aspek manajemen dan pemeliharaan yang sudah relatif baik. Penekanan ini sejalan dengan hasil evaluasi kuantitatif sebelumnya, di mana faktor SUP, DET, dan SC menjadi elemen yang menahan peningkatan hasil evaluasi, sedangkan ORG dan MAI justru menjadi faktor yang cukup mendukung kapasitas proteksi bangunan.

Rekomendasi yang disampaikan kedua narasumber juga relatif konsisten satu sama lain. Rekomendasi tersebut antara lain meliputi penyediaan kursi evakuasi, pemasangan *sprinkler*, pelaksanaan pelatihan rutin yang bersifat praktik langsung, memastikan *hydrant* berfungsi dan mencukupi, menjaga jalur evakuasi dan titik kumpul agar bebas hambatan serta dilengkapi petunjuk yang jelas beserta denah, pembentukan tim tanggap darurat, memastikan sistem alarm dapat terdengar jelas di seluruh area bangunan, menghindari penyimpanan barang di bawah tangga, serta memastikan adanya petugas K3 baik pada tingkat gedung maupun laboratorium. Secara substantif, rekomendasi ini menunjukkan bahwa para ahli memandang perbaikan jangka pendek dapat diarahkan pada penataan jalur evakuasi, pelatihan, alarm, dan manajemen darurat, sedangkan perbaikan jangka menengah hingga panjang dapat diarahkan pada penguatan sistem proteksi aktif dan organisasi keselamatan kebakaran yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, hasil validasi melalui *Expert Judgement* menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini dinilai cukup tepat sebagai alat evaluasi awal pada konteks bangunan gedung di Indonesia, namun tetap memerlukan penyesuaian pada beberapa indikator agar lebih sesuai dengan praktik lokal. Pada saat yang sama, kedua narasumber menilai bahwa hasil evaluasi pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo dapat diterima secara logis dan konsisten dengan kondisi bangunan yang diamati. Inti penting yang dapat ditarik dari proses validasi ini adalah bahwa hasil kuantitatif penelitian tidak berdiri sendiri, melainkan

memperoleh penguatan dari pandangan praktisi yang menilai bahwa bangunan memang telah memiliki dasar sistem keselamatan kebakaran, tetapi masih memerlukan peningkatan yang terarah agar tingkat perlindungannya menjadi lebih memadai.

5.6 Rekomendasi Teknis Peningkatan Sistem Keselamatan Kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo

Rekomendasi teknis dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil evaluasi kuantitatif menggunakan *Risk Index Method*, temuan kondisi eksisting bangunan, serta validasi melalui *Expert Judgement*. Hasil analisis menunjukkan bahwa Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo memiliki nilai *Protective Measures* (PM) sebesar 150,2, yang berada sangat dekat dengan PM *baseline* 150,6, namun masih menghasilkan *Fire Hazard Index* (FHI) sebesar 1,01, *Fire Risk Index* (FRI) sebesar 0,0141, dan *Level of Service* (LOS) pada kategori C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bangunan telah memiliki kapasitas proteksi kebakaran yang cukup nyata, tetapi masih terdapat beberapa kelemahan pada elemen-elemen tertentu yang menyebabkan tingkat perlindungan bangunan belum sepenuhnya setara dengan kondisi acuan.

Dalam konteks tersebut, rekomendasi teknis tidak diarahkan pada perubahan menyeluruh terhadap seluruh elemen sistem keselamatan kebakaran, melainkan difokuskan pada aspek-aspek yang paling memengaruhi hasil evaluasi dan paling relevan dengan kondisi bangunan di lapangan. Pendekatan ini penting karena peningkatan keselamatan kebakaran akan lebih efektif apabila diarahkan pada elemen-elemen yang secara kuantitatif menahan kenaikan nilai PM dan secara praktis berpotensi memengaruhi keselamatan penghuni saat kejadian kebakaran berlangsung. Berdasarkan hasil analisis pada subbab sebelumnya, kebutuhan peningkatan terutama berkaitan dengan kejelasan strategi kebakaran bangunan, penguatan proteksi aktif, peningkatan kualitas jalur evakuasi dan perlindungan asap, pengendalian risiko pada area laboratorium, serta penyediaan fasilitas evakuasi yang lebih inklusif bagi seluruh pengguna bangunan.

Rekomendasi yang disusun dalam penelitian ini juga perlu dipahami sebagai rekomendasi bertahap. Tidak seluruh tindakan harus dilaksanakan sekaligus dalam satu waktu, karena beberapa rekomendasi dapat dilakukan dalam jangka pendek melalui penataan operasional dan manajemen, sedangkan sebagian lainnya memerlukan perencanaan teknis, penganggaran, dan integrasi dengan kebijakan pengelolaan gedung dalam jangka menengah hingga panjang. Dengan cara pandang seperti ini, rekomendasi teknis tidak hanya menjadi hasil akhir penelitian, tetapi dapat berfungsi sebagai dasar penyusunan prioritas peningkatan keselamatan kebakaran yang lebih realistis dan berkelanjutan.

5.6.1 Penguatan Manajemen Keselamatan Kebakaran

Penguatan manajemen keselamatan kebakaran perlu menjadi titik awal dalam upaya peningkatan keselamatan bangunan, karena hasil evaluasi dan validasi ahli menunjukkan bahwa sistem keselamatan kebakaran tidak dapat bergantung hanya pada keberadaan alat. Ketersediaan proteksi aktif dan pasif tetap memerlukan dukungan pengelolaan yang jelas, pembagian tanggung jawab yang tegas, dan kesiapan personel dalam menghadapi keadaan darurat. Pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo, salah satu kelemahan yang masih terlihat adalah belum adanya strategi kebakaran gedung yang disusun dan dipahami secara komprehensif sebagai pedoman operasional saat terjadi keadaan darurat.

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah penyusunan strategi kebakaran bangunan secara tertulis dan terdokumentasi. Strategi ini tidak cukup hanya memuat prosedur umum, tetapi perlu menjelaskan secara rinci jalur pelaporan kejadian, pembagian zona bangunan, alur evakuasi, titik kumpul, tanggung jawab personel, penanganan awal kebakaran, dan mekanisme koordinasi dengan pihak eksternal. Strategi kebakaran yang terdokumentasi penting karena gedung ini digunakan oleh banyak unit dan banyak penghuni dengan tingkat pemahaman yang berbeda terhadap bangunan. Dokumen tersebut juga akan menjadi dasar dalam menyatukan pengelolaan keselamatan antara area gedung lama dan gedung baru yang saat ini masih menunjukkan perbedaan tingkat perlindungan.

Di samping strategi kebakaran, gedung perlu membentuk tim tanggap darurat atau *Emergency Response Team* (ERT) yang bekerja secara nyata, bukan sekadar

formalitas administratif. Tim ini perlu memiliki susunan personel yang jelas, tugas operasional yang terdefinisi, dan rantai komando yang dapat dijalankan ketika keadaan darurat terjadi. Dalam bangunan pendidikan dengan jumlah pengguna yang besar, keberadaan ERT menjadi sangat penting karena kondisi darurat tidak dapat hanya mengandalkan inisiatif spontan dari penghuni. Tim ini dapat diarahkan untuk menangani fungsi-fungsi spesifik, seperti pengendalian awal, pemantauan jalur evakuasi, pendampingan penghuni berkebutuhan khusus, pemeriksaan ruang, serta komunikasi dengan petugas pemadam kebakaran dan pengelola kampus.

Penguatan manajemen juga harus diwujudkan melalui pelatihan keselamatan kebakaran secara berkala. Pelatihan tersebut sebaiknya tidak berhenti pada penyampaian materi melalui presentasi, tetapi perlu dikembangkan menjadi latihan praktis yang melibatkan penggunaan APAR, simulasi evakuasi, pengenalan rute keluar, prosedur pelaporan, dan latihan koordinasi pada kondisi darurat. Latihan seperti ini sangat penting karena dalam banyak kasus, keberadaan sarana keselamatan tidak akan efektif apabila penghuni tidak memahami cara merespons alarm, memilih jalur evakuasi, atau menggunakan alat pemadam awal. Dengan latihan yang konsisten, budaya keselamatan kebakaran di dalam bangunan juga dapat dibangun secara lebih nyata.

Aspek manajemen lain yang perlu diperkuat adalah penetapan petugas K3 gedung dan, bila diperlukan, petugas khusus pada area laboratorium. Keberadaan petugas ini dibutuhkan untuk memastikan bahwa pengawasan keselamatan kebakaran tidak dilakukan secara insidental, melainkan berjalan secara terus-menerus. Petugas tersebut dapat bertanggung jawab terhadap pemantauan jalur evakuasi, pemeriksaan hambatan, pengendalian penyimpanan material, koordinasi pelatihan, dan pengawasan pemeliharaan. Dari sudut pandang peningkatan jangka panjang, penguatan manajemen merupakan fondasi yang akan membuat perbaikan teknis lainnya dapat bekerja secara lebih efektif.

5.6.2 Peningkatan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kelemahan utama bangunan terdapat pada aspek proteksi aktif, khususnya pada sistem pemadaman kebakaran (SUP), sistem deteksi dan alarm (DET), serta secara tidak langsung pada aspek yang

berkaitan dengan kemampuan bangunan merespons kejadian kebakaran sejak fase awal. Karena itu, peningkatan sistem proteksi aktif harus dipandang sebagai prioritas teknis yang paling penting apabila tujuan peningkatan adalah menurunkan nilai FHI dan FRI secara lebih signifikan.

Rekomendasi utama pada aspek ini adalah penyediaan sistem *sprinkler* otomatis. Ketiadaan *sprinkler* menjadi salah satu penyebab utama rendahnya kontribusi faktor SUP dalam hasil evaluasi. Pada kondisi saat ini, pengendalian kebakaran awal masih sangat bergantung pada perangkat manual seperti APAR dan *hydrant*, serta pada kecepatan respons manusia dalam menggunakannya. Pendekatan seperti ini tentu masih dapat berfungsi pada situasi tertentu, tetapi pada bangunan dengan kepadatan penghuni tinggi dan distribusi ruang yang luas, ketergantungan hanya pada sistem manual membuat kemampuan intervensi dini terhadap api menjadi terbatas. Pemasangan *sprinkler* akan meningkatkan kemampuan bangunan dalam mengendalikan kebakaran sejak fase awal tanpa harus menunggu respons manusia sepenuhnya. Mengingat bangunan terdiri atas bagian lama dan baru, pemasangan *sprinkler* dapat direncanakan secara bertahap, dengan prioritas pada area berisiko lebih tinggi, ruang dengan kepadatan penghuni besar, dan area yang berdekatan dengan laboratorium.

Peningkatan berikutnya perlu diarahkan pada pemerataan sistem deteksi kebakaran pada seluruh area bangunan. Temuan lapangan menunjukkan bahwa perangkat deteksi lebih banyak terpasang pada bagian gedung yang lebih baru, sedangkan beberapa area lain belum memperoleh cakupan yang setara. Ketidakmerataan ini berpotensi menyebabkan keterlambatan peringatan dini dan membuat respons terhadap kebakaran tidak seragam antarzona bangunan. Dalam bangunan dengan fungsi pendidikan, kecepatan deteksi merupakan faktor yang sangat menentukan karena penghuni tidak selalu mengenal bangunan secara detail dan sangat bergantung pada alarm untuk memulai evakuasi. Dalam hal ini, peningkatan tidak hanya perlu dilakukan melalui penambahan detektor, tetapi juga melalui evaluasi cakupan area, pemilihan jenis detektor yang sesuai dengan karakter ruang, dan integrasi alarm yang mampu menjangkau seluruh bagian bangunan secara jelas.

Keandalan sistem alarm juga harus diperhatikan secara khusus. Alarm kebakaran perlu dipastikan dapat terdengar dengan jelas pada seluruh area gedung, termasuk di area dengan kebisingan tinggi, ruang-ruang yang lebih tertutup, dan area dengan aktivitas padat. Pada tahap lanjutan, gedung juga perlu mempertimbangkan penyediaan sistem alarm yang tidak hanya mengandalkan bunyi, tetapi dapat dipadukan dengan penunjuk visual pada area tertentu untuk membantu proses evakuasi secara lebih efektif. Penguatan sistem alarm menjadi penting karena keberhasilan deteksi tidak akan maksimal apabila tidak diikuti oleh sistem peringatan yang benar-benar dapat diterima oleh seluruh penghuni secara cepat.

Sistem *hydrant* dan dukungan pasokan air pemadaman juga perlu diperkuat. Pemeliharaan berkala yang selama ini telah dilakukan perlu tetap dipertahankan, tetapi perlu dilengkapi dengan evaluasi kecukupan kapasitas, kemudahan akses, dan kesiapan pemakaian pada seluruh area yang memerlukan perlindungan. Dalam jangka menengah, gedung juga perlu mempertimbangkan penguatan sistem cadangan pasokan air dan penyediaan pompa diesel agar operasi sistem pemadaman tidak sepenuhnya bergantung pada ketersediaan daya listrik. Dengan demikian, peningkatan proteksi aktif tidak berhenti pada penambahan alat, tetapi benar-benar diarahkan pada peningkatan keandalan sistem pemadaman dan deteksi sebagai satu kesatuan.

5.6.3 Peningkatan Proteksi Pasif dan Sistem Evakuasi

Meskipun hasil evaluasi menunjukkan bahwa proteksi pasif masih memberikan kontribusi yang cukup baik, kondisi eksisting bangunan memperlihatkan bahwa aspek ini masih dapat diperkuat, terutama pada bagian-bagian yang berkaitan dengan perlindungan jalur evakuasi dan pembatasan penyebaran api serta asap antarruang. Pada bangunan dengan konfigurasi ruang yang kompleks dan pengguna dalam jumlah besar, proteksi pasif tidak hanya berfungsi menjaga stabilitas struktur, tetapi juga memberi waktu aman bagi penghuni untuk melakukan evakuasi.

Langkah yang perlu diprioritaskan adalah penguatan jalur evakuasi vertikal. Saat ini, sebagian besar tangga pada bangunan masih berfungsi sebagai tangga

umum dan belum sepenuhnya dirancang sebagai tangga darurat yang memiliki perlindungan khusus terhadap penyebaran asap. Pada kondisi darurat kebakaran, tangga yang tidak terlindungi dengan baik berpotensi menjadi jalur yang justru terpapar asap, sehingga mengurangi efektivitas evakuasi. Karena itu, gedung perlu melakukan penataan ulang pada area tangga agar bebas dari hambatan, mencegah penyimpanan barang di bawah tangga, dan mempertimbangkan peningkatan perlindungan asap pada area tangga yang menjadi rute utama evakuasi.

Penguatan proteksi pasif juga dapat dilakukan melalui pemasangan pintu tahan api pada titik-titik strategis dan peningkatan kompartemenisasi ruang pada area tertentu. Tindakan ini akan membantu menahan penjararan api dan asap, terutama pada zona-zona yang memiliki perbedaan tingkat risiko atau yang menghubungkan area lama dan area baru bangunan. Pada bangunan pendidikan yang berkembang bertahap, perbedaan kualitas ruang antarzona sering kali menyebabkan perlindungan pasif tidak merata. Oleh karena itu, penambahan elemen proteksi pasif internal menjadi penting untuk meningkatkan kualitas perlindungan secara lebih menyeluruh.

Aspek sistem evakuasi juga perlu diperbaiki secara lebih serius. Penanda arah evakuasi yang masih berupa stiker pasif pada beberapa bagian gedung lama perlu ditingkatkan menjadi sistem penunjuk yang lebih jelas, lebih mudah terlihat, dan lebih andal dalam kondisi pencahayaan terbatas. Pemasangan lampu evakuasi, penunjuk arah bercahaya, dan denah jalur evakuasi di titik-titik strategis sangat diperlukan agar penghuni dapat mengenali arah keluar dan titik kumpul dengan lebih baik. Selain itu, jalur menuju titik kumpul harus dipastikan bebas hambatan, jelas penandanya, dan dapat diakses dari berbagai area bangunan secara efektif.

Titik kumpul sendiri juga perlu diperjelas dan dikelola sebagai bagian dari strategi kebakaran bangunan. Banyak bangunan memiliki jalur keluar, tetapi belum seluruhnya mengelola titik kumpul sebagai komponen integral dari proses evakuasi. Pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo, penetapan titik kumpul yang aman, mudah dijangkau, dan memiliki penanda yang jelas akan memperbaiki kualitas evakuasi secara keseluruhan. Bila proteksi pasif dan sistem evakuasi diperkuat

secara bersamaan, maka keselamatan penghuni pada fase kejadian kebakaran akan meningkat secara signifikan.

5.6.4 Peningkatan Keselamatan pada Fasilitas Laboratorium

Fasilitas laboratorium pada bangunan ini memerlukan perhatian khusus karena menambah kompleksitas risiko kebakaran dibandingkan ruang kuliah atau ruang administrasi biasa. Aktivitas laboratorium berkaitan dengan penggunaan peralatan listrik, bahan kimia, material praktikum, dan prosedur kerja yang dalam kondisi tertentu dapat meningkatkan potensi bahaya kebakaran. Karena itu, pendekatan keselamatan kebakaran pada laboratorium tidak dapat disamakan sepenuhnya dengan ruang-ruang akademik lain yang risikonya lebih rendah.

Rekomendasi pertama adalah penataan manajemen risiko laboratorium yang lebih spesifik. Hal ini mencakup pengaturan penyimpanan bahan kimia, pemisahan material yang berpotensi bereaksi, pembatasan penempatan bahan berbahaya di area sirkulasi, serta pemantauan penggunaan peralatan yang menjadi sumber panas atau sumber nyala. Dengan pengendalian yang lebih tertib, faktor pengendalian sumber api dan bahan mudah terbakar dapat diperkuat secara nyata, terutama pada area yang memang memiliki risiko lebih tinggi dibanding ruang non-laboratorium.

Setiap laboratorium juga perlu memiliki penanggung jawab keselamatan atau petugas yang memahami karakter bahaya pada ruang tersebut. Tugasnya tidak hanya memastikan kepatuhan terhadap prosedur kerja praktikum, tetapi juga mengawasi penggunaan alat, penempatan bahan, jalur keluar, dan kesiapan alat pemadam. Dari sisi keselamatan kebakaran, laboratorium tidak cukup hanya dilengkapi peralatan, tetapi harus diawasi oleh personel yang memahami bagaimana risiko kebakaran dapat muncul dan berkembang di dalam ruang tersebut.

Ketersediaan APAR di area laboratorium perlu dipastikan tetap sesuai dengan karakter risiko ruang. Temuan lapangan menunjukkan bahwa jenis APAR pada bangunan telah mulai disesuaikan dengan tipe ruang, dan kondisi ini merupakan praktik yang baik. Namun, penyesuaian tersebut perlu dievaluasi kembali secara periodik agar benar-benar sesuai dengan perkembangan fungsi ruang, bahan yang digunakan, dan pola praktikum. Pada tahap berikutnya, laboratorium juga perlu menjadi prioritas dalam pemerataan deteksi dini dan integrasi alarm, karena

kebakaran pada ruang dengan risiko lebih tinggi memerlukan respons yang lebih cepat dan lebih terukur.

Selain itu, pelatihan keselamatan pada laboratorium sebaiknya tidak disatukan sepenuhnya dengan pelatihan umum bangunan. Pengguna laboratorium memerlukan pemahaman yang lebih spesifik tentang cara merespons kebakaran bahan kimia, penggunaan alat pemadam awal yang sesuai, prosedur penghentian sumber energi, dan langkah-langkah evakuasi yang aman untuk ruang praktikum. Dengan demikian, keselamatan laboratorium dapat dikelola sebagai bagian khusus dari strategi keselamatan kebakaran gedung secara keseluruhan.

5.6.5 Peningkatan Fasilitas Evakuasi bagi Pengguna Berkebutuhan Khusus

Bangunan pendidikan seharusnya menyediakan sistem evakuasi yang tidak hanya berfungsi untuk penghuni pada umumnya, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan pengguna berkebutuhan khusus. Pendekatan keselamatan kebakaran yang inklusif menjadi penting karena dalam kondisi darurat, hambatan mobilitas dapat meningkatkan risiko keterlambatan evakuasi secara signifikan. Oleh sebab itu, fasilitas dan prosedur evakuasi perlu dirancang agar seluruh pengguna memiliki kesempatan yang sama untuk mencapai tempat aman.

Salah satu rekomendasi utama adalah penyediaan kursi evakuasi pada titik-titik yang terhubung dengan jalur vertikal. Peralatan ini sangat penting untuk membantu proses evakuasi pengguna yang mengalami keterbatasan mobilitas ketika lift tidak dapat digunakan saat kebakaran. Keberadaan kursi evakuasi akan memberikan pilihan penanganan yang lebih aman dan terstruktur dibandingkan evakuasi manual tanpa alat bantu. Namun, pengadaan alat saja tidak cukup. Penggunaannya harus diikuti dengan pelatihan bagi petugas atau tim tanggap darurat agar alat benar-benar dapat dioperasikan secara tepat dalam situasi nyata.

Selain fasilitas fisik, strategi kebakaran bangunan perlu memuat prosedur evakuasi khusus bagi pengguna berkebutuhan khusus. Prosedur ini dapat mencakup identifikasi titik-titik yang memerlukan perhatian khusus, penunjukan petugas pendamping, serta pengaturan prioritas penyelamatan pada situasi tertentu. Pendekatan seperti ini penting karena keselamatan pengguna berkebutuhan khusus tidak dapat hanya diserahkan pada situasi spontan saat keadaan darurat terjadi.

Bangunan juga perlu memastikan bahwa jalur evakuasi, area transisi, dan titik kumpul tetap dapat diakses secara wajar oleh seluruh pengguna. Dalam perspektif pelayanan keselamatan bangunan, aspek inklusivitas merupakan bagian dari kualitas sistem proteksi secara keseluruhan. Ketika fasilitas evakuasi bagi pengguna berkebutuhan khusus diperkuat, peningkatan tersebut tidak hanya memberi manfaat pada kelompok tertentu, tetapi juga memperbaiki kesiapsiagaan bangunan secara umum.

Secara keseluruhan, rekomendasi teknis yang disusun dalam penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo perlu dilakukan melalui kombinasi antara penguatan manajemen, peningkatan proteksi aktif, perbaikan proteksi pasif dan sistem evakuasi, pengendalian risiko pada laboratorium, serta penyediaan fasilitas yang lebih inklusif. Pendekatan yang bertahap, terarah, dan berbasis prioritas akan lebih realistis untuk diterapkan, sekaligus lebih efektif dalam mendorong peningkatan nilai *Protective Measures* dan menurunkan tingkat risiko kebakaran bangunan pada masa mendatang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi keselamatan kebakaran pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo menunjukkan bahwa bangunan pendidikan eksisting umumnya telah memiliki beberapa sarana dasar proteksi kebakaran, tetapi keberadaan sarana tersebut belum selalu mencerminkan tingkat keselamatan yang optimal. Keselamatan kebakaran tidak hanya ditentukan oleh ada atau tidaknya APAR, *hydrant*, alarm, detektor, tangga, atau rambu evakuasi, tetapi juga oleh pemerataan sistem, kesiapan fungsi, kemudahan akses, pemeliharaan, serta kemampuan seluruh komponen untuk bekerja secara terpadu saat terjadi keadaan darurat.
2. Hasil penilaian menggunakan metode *Fire Risk Index* menunjukkan bahwa risiko kebakaran pada bangunan tidak dapat dilihat hanya dari satu aspek tertentu, melainkan dari hubungan antara potensi bahaya, sistem proteksi yang tersedia, dan kondisi pengelolaan keselamatan bangunan. Pada gedung ini, sistem perlindungan kebakaran sudah memberikan kontribusi terhadap keselamatan, namun masih terdapat beberapa aspek yang membatasi kinerja keseluruhan, terutama pada sistem pemadaman otomatis, pemerataan deteksi, pengendalian asap, dan perlindungan jalur evakuasi.
3. Penentuan *Level of Service* menunjukkan bahwa tingkat pelayanan keselamatan kebakaran pada gedung berada pada kondisi cukup. Hal ini berarti bangunan telah memiliki perlindungan dasar, tetapi belum sepenuhnya mampu memberikan pelayanan keselamatan kebakaran yang lebih andal dan menyeluruh. Temuan ini memberikan pemahaman bahwa pada bangunan pendidikan sejenis, tingkat keselamatan kebakaran tidak cukup dinilai dari kelengkapan fasilitas secara fisik, tetapi perlu dilihat dari kemampuan sistem

dalam mendeteksi bahaya, mendukung evakuasi, mengendalikan penyebaran api dan asap, serta melindungi pengguna bangunan secara efektif.

4. Peningkatan keselamatan kebakaran pada bangunan pendidikan eksisting perlu dilakukan secara terpadu dan berbasis prioritas risiko. Rekomendasi teknis tidak hanya diarahkan pada penambahan peralatan, tetapi juga pada penguatan manajemen keselamatan, peningkatan pemeliharaan, perbaikan sistem proteksi aktif dan pasif, pengamanan jalur evakuasi, serta perhatian terhadap kelompok pengguna yang memiliki kebutuhan khusus. Dengan demikian, peningkatan keselamatan kebakaran perlu dipahami sebagai proses pengelolaan bangunan secara berkelanjutan, bukan hanya sebagai pemenuhan fasilitas secara administratif.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi pengelola Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo, peningkatan keselamatan kebakaran sebaiknya dilakukan secara bertahap dengan memprioritaskan aspek yang paling berpengaruh terhadap keselamatan penghuni. Perbaikan tidak hanya difokuskan pada penambahan peralatan, tetapi juga pada pemerataan sistem deteksi, kesiapan sistem pemadaman, penguatan jalur evakuasi, pengendalian asap, serta pemeliharaan rutin agar seluruh komponen dapat berfungsi secara andal saat terjadi keadaan darurat.
2. Bagi pengelola universitas, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar awal untuk menyusun kebijakan keselamatan kebakaran yang lebih terpadu pada bangunan-bangunan kampus. Keselamatan kebakaran sebaiknya tidak dipandang sebagai tanggung jawab masing-masing gedung secara terpisah, tetapi sebagai bagian dari manajemen aset dan keselamatan kampus secara menyeluruh, terutama pada bangunan pendidikan yang memiliki aktivitas padat dan karakter pengguna yang beragam.
3. Bagi pelaksanaan operasional di lapangan, diperlukan penguatan sistem manajemen keselamatan kebakaran melalui pembentukan tim tanggap

darurat, penyusunan prosedur evakuasi, pelatihan berkala, pemeriksaan rutin, serta pengawasan terhadap ruang-ruang yang memiliki potensi risiko lebih tinggi seperti laboratorium, ruang panel, dan area penyimpanan. Upaya ini penting agar sistem proteksi kebakaran tidak hanya tersedia secara fisik, tetapi juga dapat digunakan secara efektif oleh pengelola dan pengguna bangunan.

4. Bagi penelitian selanjutnya, kajian mengenai keselamatan kebakaran pada bangunan pendidikan dapat dikembangkan dengan melibatkan lebih banyak objek penelitian agar hasilnya dapat dibandingkan antarbangunan. Selain itu, penggunaan metode Risk Index Method sebaiknya disertai dengan penyesuaian terhadap konteks bangunan di Indonesia, baik dari sisi indikator, bobot penilaian, maupun karakter sistem proteksi yang umum diterapkan pada bangunan eksisting. Penelitian selanjutnya juga dapat menggabungkan penilaian indeks dengan simulasi evakuasi atau kajian perilaku pengguna untuk memperoleh gambaran keselamatan kebakaran yang lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Horr, Y., Arif, M., Kaushik, A., Mazroei, A., Katafygiotou, M., & Elsarrag, E. (2016). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. *Building and environment*, 105, 369–389.
- Alfalah, G., Al-Shalwi, M., Elshaboury, N., Al-Sakkaf, A., Alshamrani, O., & Qassim, A. (2023). Development of Fire Safety Assessment Model for Buildings Using Analytic Hierarchy Process. *Applied Sciences*, 13(13), 7740.
- Altomonte, S., & Schiavon, S. (2013). Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. *Building and environment*, 68, 66–76.
- Barua, U., Han, H., Mojtahedi, M., & Ansary, M. A. (2024). Integration of Proactive Building Fire Risk Management in the Building Construction Sector: A Conceptual Framework to Understand the Existing Condition. *Buildings*, 14(11), 3372.
- Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in construction*, 114, 103179.
- Brzezińska, D., & Bryant, P. (2021). Risk index method—A tool for building fire safety assessments. *Applied Sciences*, 11(8), 3566.
- Casallas-Vega, A., Aya-Roa, K. J., Ortiz Mayorga, J. L., Vargas-Escobar, L. M., Quiñonez Mora, M. A., & Fuentes Bermudez, G. P. (2025). Development and Face/Content Validation of the Care Load Scale Based on Hospitalized Patients' Care Needs. *Nursing Reports*, 15(11), 380.
- Cleef, L., Yang, M., Bouchaut, B., & Reniers, G. (2024). Fire risk assessment tools for the built environment-An explorative study through a developers' survey. *Fire Safety Journal*, 146, 104169.
- Davis, L. L. (1992). Instrument Review: Getting the Most from a Panel of Experts. *Applied nursing research*, 5(4), 194–197.
- Fernández-Gómez, E., Martín-Salvador, A., Luque-Vara, T., Sánchez-Ojeda, M. A., Navarro-Prado, S., & Enrique-Mirón, C. (2020). Content Validation

- Through Expert Judgement of an Instrument on the Nutritional Knowledge, Beliefs, and Habits of Pregnant Women. *Nutrients*, 12(4), 1136.
- Gao, S., Chang, C., Liu, Q., Zhang, M., & Yu, F. (2023). Study on the Optimization for Emergency Evacuation Scheme under Fire in University Building Complex. *Heliyon*, 9(3).
- Gracki, J., & Plebankiewicz, E. (2024). Strategies of Public University Building Maintenance—A Literature Survey. *Sustainability*, 16(10), 4284.
- Haynes, S. N., Richard, D., & Kubany, E. S. (1995). Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychological assessment*, 7(3), 238.
- Hwang, J., & Lee, C. (2018). Level of service-based performance measurement of asset management of public office buildings. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(12), 4732–4738.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*.
- Kim, J., & De Dear, R. (2012). Nonlinear relationships between individual IEQ factors and overall workspace satisfaction. *Building and Environment*, 49, 33–40.
- Kobes, M., Helsloot, I., De Vries, B., & Post, J. G. (2010). Building safety and human behaviour in fire: A literature review. *Fire Safety Journal*, 45(1), 1–11.
- Kodur, V., Kumar, P., & Rafi, M. M. (2020). Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety. *PSU research review*, 4(1), 1–23.
- Leaman, A., & Bordass, B. (2007). Are users more tolerant of ‘green’ buildings? *Building Research & Information*, 35(6), 662–673.
- Liao, D., Zhuo, X., & Tao, J. (2024). Dynamic Fire Risk Assessment Method for Compact Historic Villages Based on the Improved FRAME. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 114, 104935.
- Mesh Flinders, & Ian Smalley. (2026, Januari 14). *What is facilities management?* IBM.

- Pärn, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: A review. *Automation in construction*, 75, 45–55.
- Rahardjo, H. A., & Prihanton, M. (2020). The most critical issues and challenges of fire safety for building sustainability in Jakarta. *Journal of Building Engineering*, 29, 101133.
- Ratnayanti, K. R., Hajati, N. L., & Utama, M. I. R. (2019). Evaluasi Sistem Proteksi Aktif dan Pasif sebagai Upaya Penanggulangan Bahaya Kebakaran pada Gedung X Mall. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 3(1).
- Razak, A. H. (2024, Desember 30). Gedung di Kampus UIN Terbakar, Kerugian Ditaksir Rp200 Juta. *HarianJogja*.
- Refly, A., Miswari, N., & Wahyudi, R. (2024). Analisis Tingkat Pemenuhan Manajemen dan Sistem Proteksi Kebakaran di Gedung Laboratorium Teknik 2. *Teknoin*, 29(1).
- Ruparathna, R., Hewage, K., & Sadiq, R. (2017). Developing a level of service (LOS) index for operational management of public buildings. *Sustainable cities and society*, 34, 159–173.
- Saleh, F., Amalia, S. R., Prayuda, H., Tiyani, L., & Al Zakina, B. L. (2021). Evaluasi Kondisi Lingkungan dan Sarana Penyelamatan pada Gedung Perkuliahan terhadap Bahaya Kebakaran. *Teknisia*, 31–39.
- Saugani, M. S., Saleh, F., Prayuda, H., Tiyani, L., & Al Zakina, B. L. (2020). Evaluasi Pengelolaan, Pengawasan dan Pengendalian Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. *Semesta Teknika*, 23(2), 175–181.
- Sujatmiko, W., Rahmawati, Y., & Gumilar, R. P. (2020). Performance-Based Fire Safety in an Existing Residential Multi-Story Building in Surakarta. *Journal of Architectural Research and Design Studies*, 4(2), 77–85.
- Vischer, J. C. (2008). Towards an environmental psychology of workspace: how people are affected by environments for work. *Architectural science review*, 51(2), 97–108.

- Wang, J., Ke, X., Chen, Y., Zhu, M., & Sun, J. (2025). Fire Evacuation Influence Factor Analysis and Optimization Research for Comprehensive Teaching Buildings. *Buildings*, 15(5), 796.
- Wang, K.-C., Almassy, R., Wei, H.-H., & Shohet, I. M. (2022). Integrated Building Maintenance and Safety Framework: Educational and Public Facilities Case Study. *Buildings*, 12(6), 770.
- Yusoff, M. S. B. (2019). ABC of Content Validation and Content Validity Index Calculation. *Education in medicine journal*, 11(2), 49–54.
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A.-R. (2015). Design and Implementation Content Validity Study: Development of an Instrument for Measuring Patient-Centered Communication. *Journal of caring sciences*, 4(2), 165.
- Zhang, Y., Ding, Y., Chraibi, M., & Huang, X. (2025). Multi-Scale Analysis of Fire and Evacuation Drill in a Multi-Functional University High-Rise Building. *Developments in the Built Environment*, 21, 100626.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Catatan Observasi Komponen Proteksi Kebakaran Gedung

No	Komponen Proteksi	Ketersediaan	Pemeliharaan	Keterangan
1	Detektor Asap	± 60 unit	Tidak ada pemeliharaan rutin yang terdokumentasi	Banyak terpasang di gedung baru; gedung lama belum merata. Perlu pemeriksaan fungsi secara berkala.
2	APAR	31 unit	Pemeriksaan rutin dilakukan setiap minggu oleh petugas security, kemudian dilakukan pengecekan lanjutan oleh tim engineering setiap 2–3 bulan.	Pemeriksaan mingguan dilakukan untuk memastikan APAR tidak terhalang, tekanan normal, segel dan pin masih utuh, serta kondisi fisik tabung baik. Pengecekan oleh tim engineering dilakukan untuk memastikan fungsi, kelayakan, dan kebutuhan servis atau isi ulang APAR.
3	Hydrant Gedung	± 21 titik	Pemeriksaan kondisi <i>hydrant</i> dilakukan secara berkala, sedangkan pengujian aliran air atau <i>flush hydrant</i> dilakukan setiap 1 tahun sekali.	Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan <i>box hydrant</i> , selang, <i>nozzle</i> , <i>valve</i> , dan akses <i>hydrant</i> dalam kondisi baik serta tidak terhalang. Pengujian tahunan dilakukan dengan membuka aliran air untuk memastikan <i>hydrant</i> tetap berfungsi dan tekanan air

No	Komponen Proteksi	Ketersediaan	Pemeliharaan	Keterangan
				mencukupi saat keadaan darurat.
4	Pompa Kebakaran	Tersedia (main & jockey)	Pemeriksaan dilakukan secara berkala oleh tim engineering, meliputi pengecekan kondisi main pump dan <i>jockey pump</i> , tekanan air, panel kontrol, valve, serta uji running pompa setiap 2-3 bulan.	emeriksaan dilakukan untuk memastikan pompa dapat menyala secara otomatis maupun manual, tekanan air mencukupi, tidak terdapat kebocoran, dan sistem siap mendukung <i>hydrant</i> saat terjadi kebakaran.
5	Jalur Evakuasi	Tersedia	-	Rambu jalur evakuasi di gedung lama hanya sebatas stiker dan tidak tampak apabila kurang pencahayaan. Perlu pembaruan rambu evakuasi
6.	<i>Manual Call Point</i> (MCP)	4	Pemeriksaan dilakukan secara berkala oleh tim engineering untuk memastikan tombol MCP, indikator, koneksi ke panel alarm kebakaran, serta bunyi alarm berfungsi dengan baik.	MCP tersedia sebanyak 4 unit di dekat lift dan hanya terdapat pada gedung baru. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan MCP mudah dijangkau, tidak tertutup barang, kondisi fisik baik, kaca/tombol tidak rusak, serta dapat mengaktifkan alarm kebakaran saat keadaan darurat.

Lampiran 2 Surat Pernyataan Verifikasi Data

SURAT PERNYATAAN VERIFIKASI DATA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyudi
Jabatan : Koordinator Engineering
Instansi : PT. Provinces Indonesia Unit Kawasan Kampus Terpadu UII Yogyakarta

Dengan ini menyatakan bahwa:

Saya telah melakukan verifikasi terhadap data penilaian **Fire Safety Factors (FSF)** yang digunakan dalam penelitian tesis dengan judul:

“Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran pada Gedung Dr. Sockiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia”

Verifikasi yang dilakukan meliputi:

1. Kesesuaian kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran di lapangan
2. Kesesuaian pemberian skor (E_i) pada setiap faktor keselamatan kebakaran berdasarkan hasil observasi peneliti

Berdasarkan hasil verifikasi, dapat disimpulkan bahwa:

- Skor Fire Safety Factors (FSF) yang diberikan oleh peneliti telah sesuai dengan kondisi aktual bangunan secara umum
- Penilaian yang dilakukan peneliti telah mencerminkan kondisi eksisting sistem proteksi kebakaran pada objek penelitian

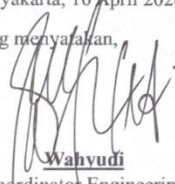
Verifikasi ini terbatas pada aspek penilaian kondisi dan pemberian skor FSF, dan tidak mencakup analisis lanjutan seperti perhitungan Fire Risk Index (FRI) maupun penentuan Level of Service (LOS).

Rincian hasil verifikasi skor Fire Safety Factors (FSF) disajikan pada Lampiran.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 April 2026

Yang menyatakan,



Wahyudi
Koordinator Engineering

**Lampiran 3 Surat Keterangan Status Narasumber sebagai Karyawan PT.
Provinces Indonesia**



SURAT KETERANGAN

No. 003.1604/KCY-PV/IV-2026

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Muh. Khairuddin**
Jabatan : Branch Manager

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa yang bersangkutan dibawah ini :

Nama : **Wahyudi**
Alamat Rumah : Candi Dukuh I Turen RT 004/RW 002, Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman, DIY 55581
Alamat Kerja : Jl. Kaliurang km 14.5, Umbulmartani, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584
Jabatan : Koordinator Engineering

Adalah benar merupakan karyawan PT. Provinces Indonesia yang kami tempatkan di **Yayasan Badan Wakaf UII** dan yang bersangkutan telah bekerja pada perusahaan kami sejak tanggal **05 Januari 2026** sampai dengan surat keterangan ini dibuat.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 April 2026


PT. PROVINCES INDONESIA

Muh. Khairuddin
Branch Manager

Integrated Property Services

PT. Provinces Indonesia • PT. Provinces Total Mandiri • PT. Provinces Prima Mandiri • PT. Provinces Lintas Mandiri • PT. Provinces Karya Mandiri
Bakrie Tower 80th Floor | Rasuna Epicentrum I Jl. HR. Rasuna Said | Jakarta 12940 | T 021-2991 2411 | F 021-2991 2412 | E www.provinces.co.id

Lampiran 4 Surat Keterangan Keahlian Narasumber FGD di Bidang Keselamatan Kebakaran



SURAT KETERANGAN

Nomor: 123.14/PVI-SK-FSM-GB/IV.2026

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Mareta
Jabatan : HC Div Head

Dengan ini menerangkan bahwa:

1. Bapak Yasmin

Adalah benar merupakan ahli/praktisi di bidang Fire Safety, yang memiliki kompetensi serta pengalaman dalam:

- Perencanaan dan penerapan sistem keselamatan kebakaran (fire safety)
- Analisis risiko kebakaran
- Implementasi sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif
- Manajemen keselamatan kebakaran pada bangunan

2. Bapak Sukandar

Adalah benar merupakan ahli/praktisi di bidang Green Building, yang memiliki kompetensi serta pengalaman dalam:

- Perencanaan dan penerapan konsep bangunan ramah lingkungan (green building)
- Efisiensi energi dan konservasi sumber daya
- Penerapan standar bangunan berkelanjutan
- Audit dan evaluasi kinerja lingkungan bangunan

Surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Hormat Kami,

PT.Provices Indonesia

PT. PROVICES INDONESIA

Yudha Mareta
HC Div Head

Integrated Property Services

PT. Provices Indonesia • PT. Provices Total Mandiri • PT. Provices Prima Mandiri • PT. Provices Lintas Mandiri • PT. Provices Karya Mandiri
Bakrie Tower 80th Floor | Rasuna Epicentrum | Jl. HR. Rasuna Said | Jakarta 12940 | ☎ 021-2991 2411 | 📠 021-2991 2412 | 🌐 www.provices.co.id

Lampiran 5 Sertifikat Kompetensi Narasumber 1

13774162




BADAN NASIONAL
SERTIFIKASI PROFESI
INDONESIAN PROFESSIONAL
CERTIFICATION AUTHORITY

SERTIFIKAT KOMPETENSI
CERTIFICATE OF COMPETENCE

No. 78000 1349 0033754 2025

Dengan ini menyatakan bahwa,
This is to certify that,

Yasmin Darmin

No. Reg. TTI. 102.001199 2025

Telah kompeten pada bidang :
Is competent in the area of :

Keselamatan Dan Kesehatan Kerja
Occupational Safety and Health

Dengan Kualifikasi / Kompetensi :
With Qualification / Competency :

MANAJER KESELAMATAN KEBAKARAN BANGUNAN GEDUNG
BUILDING FIRE SAFETY MANAGER

Sertifikat ini berlaku untuk: 3 (tiga) Tahun
This certificate is valid for: 3 (three) Years

Bandung, 12 Juni 2025
Atas Nama BNSP
On behalf BNSP

Lembaga Sertifikasi Profesi Teknik Tambang Indonesia
Indonesian Mining Engineering Professional Certification Institute


LSP 
Tb. Edie Trisna Rustama, SE.,MM.,MBA
Ketua
Chairman





 Dipindai dengan CamScanner

Daftar Unit Kompetensi
List of Unit(s) of Competency

NO	Kode Unit Unit Code	Judul Unit Unit Title
1	IFSMA.0.842300.01.01	Menyusun Rencana Kegiatan Keselamatan Kebakaran Pada Bangunan Gedung <i>Compiling Fire Safety Activity Plans for Buildings</i>
2	IFSMA.0.842300.02.01	Menetapkan Semua Kegiatan Unit Manajemen Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung <i>Setting All Activities of the Fire Safety Management Unit for Buildings</i>
3	IFSMA.0.842300.03.01	Mengimplementasikan Kebijakan Operasional Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung <i>Implementing Operational Fire Safety Policies for Buildings</i>
4	IFSMA.0.842300.04.01	Melaksanakan Aktivitas Unit Manajemen Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung <i>Performing Activities of the Fire Safety Management Unit for Buildings</i>
5	IFSMA.0.842300.05.01	Mengendalikan Aktivitas Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran <i>Controlling Fire Prevention and Mitigation Activities</i>
6	IFSMA.0.842300.06.01	Lainnya <i>Conducting with the Fire Department and Other Related Agencies</i>



Yasmin Darmin
Tanda tangan pemilik
(Signature of holder)

Bandung, 12 Juni 2025

Lembaga Sertifikasi Profesi Teknik Tambang Indonesia
Indonesian Mining Engineering Professional Certification Institute

Ir. Eric Octavian Fujio Jusuf, S.T.
Kepala Bagian Sertifikasi
(Head Of Certification)

Lampiran 6 Sertifikat Kompetensi Narasumber 2

Lampiran 7 Lembar Konsultasi



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia
 Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
5 September 2025	Mahasiswa mengajukan rencana awal topik penelitian terkait evaluasi keselamatan kebakaran pada bangunan gedung. Dosen menyarankan agar objek penelitian dipersempit pada satu gedung studi kasus agar analisis lebih fokus. Mahasiswa juga diminta mencari metode penilaian yang sesuai untuk mengevaluasi tingkat risiko dan kinerja keselamatan kebakaran bangunan.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM
 (Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 5 September 2025
 Mahasiswa,

Merisa Ayu Pramesti



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
19 September 2025	Mahasiswa memaparkan rencana penggunaan metode Fire Risk Index untuk menilai keselamatan kebakaran gedung. Dosen menyarankan agar latar belakang diperkuat dengan isu kebakaran pada bangunan pendidikan, pentingnya sistem proteksi aktif dan pasif, serta alasan pemilihan Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo sebagai objek penelitian.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 19 September 2025
 Mahasiswa,

Merisa Ayu Pramesti

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia
 Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
10 Oktober 2025	Mahasiswa diminta memperbaiki rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan batasan penelitian agar lebih selaras dengan metode Fire Risk Index. Dosen juga menyarankan agar kajian pustaka memuat keselamatan kebakaran bangunan, sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif, konsep risiko kebakaran, serta Level of Service sebagai bentuk interpretasi hasil penilaian.

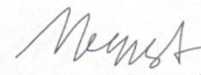
*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 10 Oktober 2025
Mahasiswa,



Merisa Ayu Pramesti

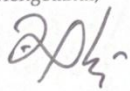
LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia
 Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
24 Oktober 2025	Mahasiswa melakukan konsultasi final sebelum seminar proposal. Dosen meminta mahasiswa merapikan proposal, memperjelas alur metodologi, menyesuaikan bagan alir penelitian, serta memastikan tabel penilaian Fire Risk Index sudah sesuai dengan kebutuhan penelitian. Proposal dinilai dapat dilanjutkan ke seminar proposal setelah revisi akhir diselesaikan.

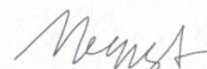
*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 24 Oktober 2025
Mahasiswa,



Merisa Ayu Pramesti

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia
 Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
14 November 2025	Mahasiswa melaporkan hasil seminar proposal dan catatan masukan dari penguji. Dosen menyarankan agar mahasiswa mulai menyesuaikan Bab I sampai Bab IV berdasarkan masukan tersebut, terutama pada bagian batasan penelitian, dasar penggunaan metode Fire Risk Index, dan rencana pengumpulan data lapangan.

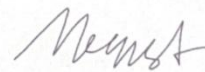
*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta 14 November 2025
Mahasiswa,



Merisa Ayu Pramesti

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
12 Desember 2025	Mahasiswa berkonsultasi mengenai rencana observasi lapangan dan kebutuhan data penelitian. Dosen meminta mahasiswa menyiapkan instrumen observasi untuk sistem proteksi kebakaran aktif, proteksi pasif, sarana evakuasi, serta dokumentasi pendukung. Mahasiswa juga diarahkan untuk memastikan data sekunder seperti denah bangunan dan dokumen pendukung dapat diperoleh.

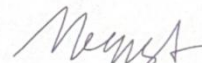
*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 12 Desember 2025
Mahasiswa,



Merisa Ayu Pramesti

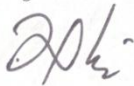
LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
 NIM : 24914011
 Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
 Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
 Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
 pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia
 Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
16 Januari 2026	Mahasiswa menyampaikan hasil awal pengumpulan data dan dokumentasi kondisi eksisting gedung. Dosen memberi arahan agar data lapangan disusun berdasarkan kelompok sistem proteksi kebakaran, yaitu proteksi aktif, proteksi pasif, serta sarana evakuasi dan penyelamatan. Mahasiswa juga diminta mulai menyiapkan tabel penilaian untuk kebutuhan perhitungan Protective Measures, Fire Hazard Index, dan Fire Risk Index.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 16 Januari 2026
Mahasiswa,



Merisa Ayu Pramesti



PROGRAM
MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Merisa Ayu Pramesti
NIM : 24914011
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : Semester 3 tahun ajaran 2025/2026
Topik Tesis : Penilaian Tingkat Pelayanan (Level of Service) Keselamatan Kebakaran
pada Gedung Dr. Soekiman Wirjosandjojo Universitas Islam Indonesia

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
13 Februari 2026	Mahasiswa mengonsultasikan hasil awal perhitungan Fire Risk Index dan interpretasi Level of Service. Dosen meminta mahasiswa memeriksa kembali konsistensi rumus, skor, bobot, serta hubungan antara hasil perhitungan dan kondisi eksisting bangunan. Pembahasan diminta tidak hanya menampilkan angka, tetapi juga menjelaskan faktor yang menyebabkan tingkat pelayanan keselamatan kebakaran berada pada kategori tertentu.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Yogyakarta, 13 Februari 2026
Mahasiswa,

Merisa Ayu Pramesti

		YAYASAN BADAN WAKAF UI Akta No. 10 Tahun 2000 tentang Gedung Samsat 	
NAMA PROYEK	TAHLUN PROYEK		
INVENTARISASI RUANG			2023
NAMA GEDUNG			
GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA			
DISETUIJI OLEH			
KETUA UMUM PYBW UI			
Dr. Suparman Marzuki, S.H., M.S.			
DISETUIJI OLEH			
KEPALA PFK YBW UI			
Iv. Falisak AM, MS			
TIM PELAKSANA:			
KEPALA DIVISI PERAWATAN BANGUNAN			
Anggita Arsoni Savitri, ST			
DIVISI PERAWATAN BANGUNAN			
Ratna Fatmawati, ST			
SURVEYOR			
M. Ady Wicaksana, Ar,S.Ars			
SURVEYOR			
Bimo Khoesni Fuadi, Ar,S.Ars			
JUDUL GAMBAR			
GEDUNG FK			
SUB JUDUL GAMBAR			
DENAH LANTAI 1			
SKALA GAMBAR	TANGGAL		
1 : 350	31 AGUSTUS 2023		
NO.	CATATAN		
STEMPEL PENGESAHAN	JUMLAH HALAMAN		
	145		
	HALAMAN		
	75		

Lampiran 9 Denah Gedung Baru Dr. Soekiman Wirjosandjojo

