

OPTIMALISASI JALUR SIRKULASI DARURAT EVAKUASI KEBAKARAN: STUDI KASUS GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS NGURAH RAI

Miranda Yola¹, Nabila Citra Fatimah²

^{1,2} Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ngurah Rai

e-mail: mirandayola04@gmail.com¹, hi.articaliban@gmail.com²

INFORMASI ARTIKEL

Received : January, 2026
Accepted : February, 2026
Publish online : July, 2026

ABSTRACT

Fire protection systems are a vital component of safety requirements in multi-story buildings, including the Postgraduate Building of Universitas Ngurah Rai. This study aims to analyze the emergency evacuation circulation routes and evaluate the existing fire protection systems within the building. The methodology involves field surveys and qualitative as well as quantitative analyses, guided by standards such as the Regulation of the Minister of Public Works. The results indicate that, although the evacuation routes comply with applicable standards, the absence of a sprinkler system constitutes a critical gap in fire safety provisions. This study proposes recommendations including the installation of sprinklers, enhancement of evacuation routes, and improvements in fire safety management to optimize occupant safety and ensure compliance with established fire protection standards.

Key words : Fire Protection System, Evacuation Routes, Postgraduate Building, Universitas Ngurah Rai, Fire Protection Standards

ABSTRAK

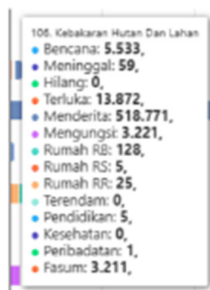
Proteksi kebakaran merupakan aspek krusial yang harus ada pada bangunan bertingkat, termasuk Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jalur sirkulasi darurat evakuasi kebakaran dan mengevaluasi sistem proteksi kebakaran yang diterapkan. Survei lapangan dilakukan, disertai analisis berdasarkan standar seperti Permen PU, dan SNI. Temuan menunjukkan bahwa meskipun jalur evakuasi sudah memadai, kurangnya sistem *sprinkler* menjadi kelemahan utama dalam upaya proteksi kebakaran. Rekomendasi yang diajukan meliputi instalasi *sprinkler*, perbaikan jalur evakuasi, dan penguatan manajemen kebakaran untuk meningkatkan keselamatan penghuni serta memenuhi standar proteksi kebakaran.

Kata kunci: Sistem Proteksi Kebakaran, Jalur Evakuasi, Gedung Pascasarjana, Universitas Ngurah Rai, Standar Proteksi Kebakaran

Alamat Korespondensi:
E-mail:
mirandayola04@gmail.com

PENDAHULUAN

Kebakaran adalah salah satu bencana yang memberikan dampak serius terhadap keselamatan manusia dan kerugian material, terutama pada bangunan bertingkat yang memiliki aktivitas tinggi dan jumlah penghuni yang besar. Perkembangan infrastruktur yang pesat di Indonesia telah meningkatkan jumlah gedung bertingkat untuk berbagai fungsi, seperti pendidikan, komersial, dan residensial. Namun, hal ini juga meningkatkan risiko kebakaran, terutama jika sistem proteksi kebakaran belum diterapkan secara optimal. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2024 tercatat 5.533 kasus kebakaran hutan dan lahan di seluruh Indonesia. Kebakaran ini menyebabkan 59 korban meninggal dunia, 13.872 orang terluka, dan berdampak pada 518.771 orang lainnya yang menderita akibat bencana tersebut. Selain itu, sebanyak 3.221 orang harus mengungsi, dengan kerusakan signifikan pada infrastruktur, termasuk 128 rumah rusak berat, 5 fasilitas pendidikan, dan 3.211 fasilitas umum [1]. Data ini menunjukkan bahwa kebakaran tidak hanya terjadi di area hutan dan lahan, tetapi juga berdampak luas pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk mengoptimalkan sistem proteksi kebakaran, baik di lingkungan alami maupun bangunan bertingkat, guna meminimalkan dampak bencana di masa mendatang.



Gambar 1. Data Kebakaran Rutan dan Laban di Indonesia Tahun 2024

[Sumber: dibi.bnppb.go.id, 2025]

Provinsi Bali, sebagai wilayah dengan banyak gedung pendidikan dan fasilitas umum, juga menghadapi tantangan serupa. Salah satu contoh adalah kebakaran yang terjadi di Gedung Pusat Pelayanan Akademik dan Administrasi (PAA) Universitas Udayana pada tahun 2023. Insiden ini mengakibatkan kerusakan fasilitas akademik penting dan

terganggunya layanan informasi teknologi kampus. Penyebab utama kebakaran adalah hubungan arus pendek listrik, yang menunjukkan perlunya pemeliharaan sistem kelistrikan yang lebih baik dan penerapan sistem proteksi kebakaran yang lebih efektif [2]. Kasus serupa terjadi di Gedung F Universitas Trisakti pada tahun yang sama, di mana kebakaran juga disebabkan oleh faktor teknis. Insiden-insiden ini menunjukkan bahwa risiko kebakaran di gedung pendidikan perlu ditangani secara sistematis untuk melindungi penghuni dan infrastruktur [3].

Gedung UKM Universitas Brawijaya, meskipun telah dilengkapi alat pemadam api ringan (APAR), misalnya, gedung ini tidak memiliki jalur evakuasi yang sesuai standar, tangga darurat, atau sistem *sprinkler*. Kekurangan ini meningkatkan risiko keselamatan penghuni jika terjadi kebakaran [4]. Penelitian pada Gedung PPAG-2 Universitas Katolik Parahyangan juga menemukan bahwa meskipun sistem proteksi aktif seperti *sprinkler* telah mencapai tingkat pemenuhan 95%, jalur evakuasi masih memerlukan optimalisasi untuk mencapai standar keselamatan penuh [5].

Jalur evakuasi adalah salah satu elemen penting dalam sistem proteksi kebakaran. Penelitian di Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia menyoroti pentingnya jalur evakuasi yang dirancang sesuai standar, dilengkapi dengan tanda arah yang jelas, pencahayaan darurat, dan pintu keluar yang mudah diakses. Desain yang baik dapat mengurangi risiko kepanikan, yang sering kali menjadi penyebab utama tingginya angka korban jiwa dalam kebakaran [6]. Selain itu, penelitian di Universitas Kristen Petra menunjukkan bahwa kesadaran penghuni terhadap bahaya kebakaran memainkan peran penting dalam keberhasilan evakuasi. Simulasi dan pelatihan rutin menjadi langkah efektif untuk meningkatkan kesiapan penghuni dalam menghadapi situasi darurat [7].

Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, sebagai salah satu bangunan pendidikan bertingkat di Bali, menghadapi tantangan yang serupa dengan banyak gedung pendidikan lainnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem sirkulasi ruang evakuasi kebakaran dengan menggunakan standar keselamatan nasional dan internasional sebagai acuan. Berikut adalah langkah-langkah metodologi yang dilakukan:

1. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui dua metode utama:

- Observasi langsung di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi sirkulasi ruang evakuasi kebakaran, mencakup jalur horizontal (koridor), jalur vertikal (tangga darurat), dan penempatan alat proteksi kebakaran seperti APAR (alat pemadam api ringan), hydrant, alarm kebakaran, dan tanda arah keluar (EXIT). Selain itu, diamati juga aksesibilitas jalur evakuasi dan penerapan sistem pencahayaan darurat.
- Analisis literatur. Analisis ini menggunakan referensi dari standar keselamatan nasional dan internasional, seperti Permen PU No. 26 Tahun 2008 [8], NFPA 101: Life Safety Code [9], dan SNI 03-3989-2000 [10], serta sumber sekunder seperti artikel ilmiah, laporan kasus kebakaran di gedung pendidikan, dan regulasi terkait mitigasi kebakaran pada bangunan bertingkat.

2. Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk memahami kondisi sirkulasi ruang evakuasi kebakaran di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai. Analisis dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- Evaluasi jalur horizontal dan vertikal. Meliputi analisis dimensi, kondisi fisik, aksesibilitas jalur, dan keberadaan tanda arah evakuasi.
- Penilaian terhadap alat proteksi kebakaran. Penempatan dan efektivitas alat proteksi seperti APAR, *sprinkler*, alarm kebakaran, dan sistem pencahayaan darurat dianalisis untuk memastikan fungsinya mendukung proses evakuasi.
- Kesesuaian dengan standar keselamatan. Sistem sirkulasi ruang evakuasi

dievaluasi berdasarkan kepatuhan terhadap standar keselamatan nasional dan internasional.

3. Interpretasi Temuan

Hasil analisis data diinterpretasikan untuk mengevaluasi bagaimana desain dan implementasi sirkulasi ruang evakuasi kebakaran di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai dapat mendukung proses evakuasi yang aman dan efektif. Interpretasi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek desain jalur, kelengkapan alat proteksi kebakaran, dan kesiapan dalam menghadapi kondisi darurat. Temuan ini juga dibandingkan dengan regulasi yang berlaku untuk memberikan rekomendasi perbaikan.

Dengan metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang tingkat kesiapan Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai dalam menghadapi risiko kebakaran dan mendukung evakuasi penghuni secara aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dilakukan evaluasi terhadap sistem proteksi kebakaran di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, yang meliputi tiga aspek utama: sirkulasi jalur evakuasi, alat proteksi kebakaran, dan kesadaran serta kesiapan penghuni. Berdasarkan temuan yang ada, terdapat beberapa elemen yang sudah sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku, namun juga ditemukan kekurangan yang perlu diperbaiki agar sistem proteksi kebakaran lebih efektif.

1. Sirkulasi Jalur Evakuasi

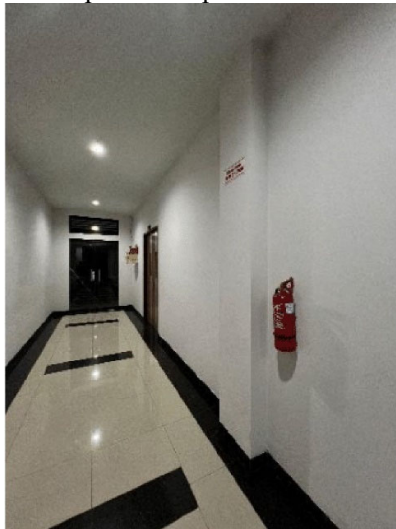
Jalur evakuasi yang optimal sangat penting untuk memastikan penghuni dapat melarikan diri dengan aman dan cepat saat terjadi kebakaran. SNI 03-1746-2000 [10] menetapkan bahwa jalur evakuasi harus memenuhi standar yang memungkinkan penghuni untuk keluar dari bangunan dalam waktu yang efisien, dengan lebar jalur yang cukup dan bebas hambatan. Lebar jalur yang memadai, terutama di gedung bertingkat, sangat penting untuk menghindari kepadatan yang berisiko memperlambat evakuasi penghuni. Selain itu, pencahayaan darurat dan tanda arah yang jelas akan memudahkan penghuni dalam kondisi darurat.

Menurut NFPA 101: *Life Safety Code* , setiap bangunan yang memiliki penghuni lebih dari sejumlah tertentu harus memiliki jalur evakuasi yang memadai dan berfungsi baik. NFPA 101 juga mengatur bahwa jalur evakuasi harus dapat diakses oleh semua penghuni, termasuk mereka yang mungkin memiliki kebutuhan khusus, seperti penyandang disabilitas [9].

Data dan Temuan

- Jalur Horizontal (Koridor):

Berdasarkan observasi yang dilakukan, lebar koridor di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai adalah sekitar 2 meter, yang sudah memenuhi standar minimal SNI 03-1746-2000 [10] yang menetapkan lebar minimum jalur evakuasi horizontal sebesar 1,8 meter. Hal ini memastikan bahwa penghuni dapat bergerak dengan cukup cepat dan efisien menuju jalur keluar, terutama pada kondisi darurat. Lebar koridor ini juga memungkinkan penghuni untuk tidak terjebak dalam kerumunan yang bisa memperlambat proses evakuasi.



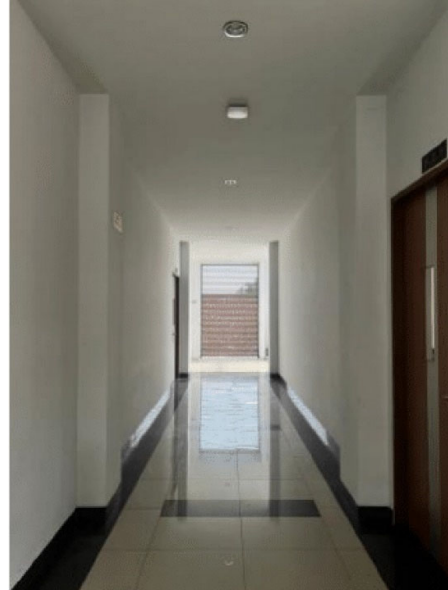
Gambar 2. Koridor Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai
[Sumber: data lapangan, 2024]

- Kondisi Fisik Koridor

Koridor yang luas dan bebas hambatan sangat mendukung kelancaran evakuasi. Tidak terdapat furnitur atau objek yang menghalangi jalur evakuasi, yang penting dalam situasi kebakaran untuk memungkinkan penghuni bergerak tanpa halangan.

- Pencahayaan

Pencahayaan yang memadai di koridor sangat penting untuk memastikan penghuni dapat melihat dengan jelas sepanjang jalur evakuasi, terutama saat terjadi pemadaman listrik. Di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, pencahayaan alami dari jendela dan pencahayaan buatan cukup memadai untuk mendukung proses evakuasi yang cepat dan aman.



Gambar 3. Pencahayaan yang Baik pada Koridor
[Sumber: data lapangan, 2024]

- Jalur Vertikal (Tangga Darurat):

Tangga darurat di gedung ini sudah dilengkapi dengan pintu, yang penting dalam membatasi penyebaran api ke area tangga darurat dan memberi waktu lebih bagi penghuni untuk meninggalkan gedung. Pintu ini merupakan elemen penting dalam sistem proteksi kebakaran, karena akan memperlambat penyebaran api dan memberi penghuni lebih banyak waktu untuk evakuasi.



- **Penandaan Jalur Evakuasi:**
Penandaan jalur menuju tangga darurat sudah cukup jelas pada denah, tetapi beberapa titik masih memerlukan tambahan tanda arah yang lebih besar dan mencolok, terutama di area yang lebih jauh dari pintu keluar. Dalam situasi darurat, penghuni sering kali terperangkap dalam kepanikan, sehingga penandaan yang jelas dan mudah dikenali akan sangat membantu.

- Tanda Arah Keluar (EXIT):
Tanda *EXIT* telah terpasang dengan jelas di beberapa titik penting di gedung, seperti dekat pintu keluar dan tangga darurat. Tanda *EXIT* ini berfungsi untuk memberi petunjuk penghuni menuju jalur keluar yang aman.

saat terjadi pemadaman listrik akibat kebakaran. Menurut NFPA 101: *Life Safety Code*, setiap tanda EXIT harus dilengkapi dengan pencahayaan mandiri yang dapat bertahan selama keadaan darurat untuk memastikan penghuni dapat menemukan jalan keluar meskipun tidak ada sumber cahaya dari listrik [8].

Rekomendasi untuk Optimalisasi:
Penambahan Pencahayaan Mandiri pada Tanda EXIT
 Pencahayaan mandiri pada tanda EXIT akan memastikan visibilitas yang jelas selama kondisi darurat, terutama saat terjadi pemadaman listrik.

2. Alat Proteksi Kebakaran

Sistem proteksi kebakaran yang lengkap melibatkan proteksi aktif dan pasif. Proteksi kebakaran melibatkan dua sistem utama: proteksi aktif yang mencakup alat yang secara langsung terlibat dalam memadamkan api dan memberikan peringatan seperti APAR (Alat Pemadam Api Ringan) dan *sprinkler*, serta proteksi pasif yang melibatkan elemen-elemen seperti pintu tahan api yang membantu mengurangi penyebaran api.

Sistem proteksi aktif berfungsi untuk meminimalkan kerusakan lebih lanjut dan memberikan waktu yang lebih lama bagi penghuni untuk melakukan evakuasi. Sistem *sprinkler*, misalnya, sangat efektif dalam menahan laju penyebaran api, sedangkan APAR digunakan untuk memadamkan api yang masih dalam tahap awal.

Data dan Temuan

- APAR (Alat Pemadam Api Ringan):
Di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, APAR telah terpasang di setiap lantai. Penempatannya sudah optimal, sehingga penghuni dapat dengan mudah mengaksesnya secara cepat saat dibutuhkan. Namun, beberapa APAR tidak memiliki tanda inspeksi yang menunjukkan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik. Hal ini memerlukan perbaikan dalam hal pemeliharaan.



Gambar 8. Alat Pemadam Api Ringan
[Sumber: data lapangan, 2024]

Menurut Malhotra (1992), pemeliharaan dan pengawasan terhadap alat proteksi kebakaran seperti APAR harus dilakukan secara rutin untuk memastikan fungsionalitasnya saat diperlukan dalam

kondisi darurat [11]. Ketidakmampuan dalam melakukan pemeriksaan rutin dapat menyebabkan kegagalan sistem yang fatal saat kebakaran terjadi.

- Sistem *Sprinkler*:
Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai belum dilengkapi dengan sistem *sprinkler*, yang merupakan komponen vital dalam proteksi kebakaran aktif. Sistem ini berfungsi untuk membatasi penyebaran api sejak tahap awal kebakaran, memberikan waktu lebih bagi penghuni untuk melakukan evakuasi. Ketidadaan sistem *sprinkler* membuat gedung ini lebih rentan terhadap penyebaran api yang cepat, yang berpotensi menyebabkan kerusakan lebih parah dan meningkatkan risiko keselamatan penghuni.
- Alarm Kebakaran:
Tidak adanya sistem alarm kebakaran mengurangi efektivitas keseluruhan proteksi kebakaran. Alarm kebakaran memberikan peringatan dini kepada penghuni agar segera melakukan evakuasi sebelum api menyebar lebih luas. Hal ini menjadi sangat penting, terutama di gedung bertingkat yang memiliki banyak penghuni.

Rekomendasi untuk Optimalisasi:

Pemasangan Sistem *Sprinkler* di Seluruh Gedung

Sistem *sprinkler* sangat penting untuk mengurangi penyebaran api pada tahap awal dan memberikan penghuni lebih banyak waktu untuk evakuasi. Oleh karena itu, disarankan agar sistem *sprinkler* dipasang di seluruh gedung sesuai dengan standar SNI 03- 3989-2000 [10] untuk memastikan bahwa api dapat dikendalikan lebih cepat. Sistem ini tidak hanya melindungi penghuni tetapi juga dapat mengurangi kerusakan material akibat kebakaran yang lebih luas. Pemasangan sistem *sprinkler* juga akan menambah tingkat keamanan dan kenyamanan penghuni, serta memenuhi persyaratan keselamatan yang berlaku untuk gedung bertingkat.

Instalasi Alarm Kebakaran

Sistem alarm kebakaran sangat penting untuk memberikan peringatan dini kepada penghuni saat terjadi kebakaran. Oleh karena itu, perlu dilakukan instalasi alarm kebakaran di setiap lantai gedung. Alarm ini harus terhubung dengan sistem pencahayaan darurat untuk

memastikan penghuni dapat mendengar dan melihat peringatan, bahkan saat pemadaman listrik terjadi. Alarm kebakaran yang berfungsi dengan baik dapat meningkatkan keselamatan penghuni dengan memberi mereka waktu yang cukup untuk melakukan evakuasi secara teratur dan aman. Selain itu, sistem alarm ini akan membantu penghuni untuk tetap tenang dan terorganisir dalam situasi darurat.

3. Kesadaran dan Kesiapan Penghuni

Salah satu komponen yang sangat penting dalam menghadapi keadaan darurat adalah kesadaran penghuni terhadap prosedur evakuasi yang benar. Seperti yang tercantum dalam petunjuk evakuasi yang dipasang di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, prosedur evakuasi kebakaran mencakup langkah-langkah jelas untuk memastikan bahwa penghuni tahu apa yang harus dilakukan dalam situasi darurat, seperti:

- Menghindari sumber api dan langsung menuju jalur evakuasi yang aman.
- Menggunakan alat pemadam api ringan (APAR) jika memungkinkan untuk memadamkan api kecil sebelum menyebar.
- Menjaga ketenangan saat evakuasi untuk mencegah kepanikan.



Gambar 9. Petunjuk Evakuasi
[Sumber: data lapangan, 2024]

Namun, meskipun petunjuk ini sudah dipasang, penghuni Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai belum sepenuhnya memahami prosedur evakuasi yang ada. Beberapa penghuni bahkan tidak mengetahui lokasi jalur evakuasi atau cara menggunakan alat pemadam api ringan (APAR) dengan benar. Hal ini mengindikasikan pentingnya pelatihan keselamatan kebakaran yang rutin, yang dapat mengurangi waktu evakuasi dan meningkatkan

kesiapan penghuni untuk merespons situasi darurat dengan lebih efektif.

Rekomendasi untuk Optimalisasi:

Pelatihan dan Simulasi Evakuasi Secara Rutin

Adakan pelatihan keselamatan kebakaran dan simulasi evakuasi secara berkala untuk seluruh penghuni gedung. Pelatihan ini akan membantu penghuni untuk lebih siap menghadapi kebakaran dan merespons dengan cepat.

Sosialisasi Penggunaan APAR

Selain pelatihan evakuasi, pengguna perlu diberi pemahaman tentang cara menggunakan APAR dengan benar. Dengan pengetahuan yang cukup, penghuni dapat lebih efektif menggunakan alat ini untuk memadamkan api pada tahap awal sebelum api menyebar lebih luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan terhadap sistem proteksi kebakaran di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai, dapat disimpulkan bahwa meskipun terdapat beberapa elemen yang telah memenuhi standar keselamatan yang berlaku, masih ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan efektivitas sistem proteksi kebakaran di gedung tersebut.

a) Sirkulasi Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi di gedung ini sudah memadai dengan lebar koridor yang memenuhi standar, serta bebas hambatan. Pencahayaan yang cukup dan penandaan jalur evakuasi juga sudah baik, namun penambahan pencahayaan mandiri pada tanda EXIT dan peningkatan ukuran serta visibilitas tanda arah sangat diperlukan untuk memastikan penghuni dapat melarikan diri dengan aman, terutama dalam kondisi darurat. Penambahan tanda arah yang lebih besar dan jelas pada persimpangan jalur evakuasi dapat mempercepat proses evakuasi.

b) Alat Proteksi Kebakaran

Meskipun alat pemadam api ringan (APAR) telah terpasang di setiap lantai, beberapa APAR tidak memiliki tanda inspeksi, yang menunjukkan pentingnya pemeliharaan rutin. Selain itu, sistem *sprinkler* yang belum dipasang sangat disarankan untuk meningkatkan proteksi

kebakaran. Sistem *sprinkler* sangat penting untuk mengurangi penyebaran api pada tahap awal dan memberikan penghuni lebih banyak waktu untuk evakuasi. Selain itu, sistem alarm kebakaran yang belum ada juga sangat diperlukan untuk memberikan peringatan dini kepada penghuni, sehingga mereka dapat segera melakukan evakuasi.

- c) Kesadaran dan Kesiapan Penghuni. Petunjuk evakuasi yang ada sudah terpasang dengan jelas, namun kesadaran penghuni terhadap prosedur evakuasi dan penggunaan APAR masih perlu ditingkatkan. Diperlukan pelatihan keselamatan kebakaran yang rutin dan simulasi evakuasi agar penghuni lebih siap menghadapi kebakaran dan dapat merespons situasi darurat dengan cepat dan efektif. Selain itu, sosialisasi mengenai penggunaan APAR juga harus dilakukan untuk memastikan penghuni tahu cara menggunakan alat pemadaman api dengan benar.

Secara keseluruhan, meskipun beberapa elemen sistem proteksi kebakaran di Gedung Pascasarjana Universitas Ngurah Rai sudah memadai, perbaikan dalam hal penambahan sistem *sprinkler*, sistem alarm kebakaran, serta pelatihan evakuasi rutin sangat diperlukan untuk meningkatkan keselamatan penghuni dan mengurangi risiko kerugian akibat kebakaran. Implementasi rekomendasi yang telah disebutkan akan membuat gedung ini lebih siap menghadapi keadaan darurat dan memastikan penghuni dapat melarikan diri dengan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2024). Data Kebakaran Hutan dan Lahan Tahun 2024. Diakses dari <https://dibi.bnpb.go.id/baru/grl> by hen , diakses Januari 2025.
- [2] Universitas Udayana. (2023). Gedung PAA Universitas Udayana Terbakar Akibat Layanan TIK Terganggu. Diakses dari <https://www.unud.ac.id> , diakses Desember 2024.
- [3] Liputan6. (2023). Gedung Kampus F Universitas Trisakti di Jakpus Kebakaran, 5 Unit Damkar Dikerahkan. Diakses dari <https://www.liputan6.com> , diakses Desember 2024.
- [4] Neliti. (2019). Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung UKM Universitas Brawijaya, Malang. Diakses dari <https://www.neliti.com/id/publications/470968> , diakses Desember 2024.
- [5] Zulfardi, K. L., & Roy, A. F. V. (2023). Penilaian Sistem Proteksi dan Kesesuaian Jalur Evakuasi Kebakaran pada Gedung PPAG-2 Universitas Katolik Parahyangan. *Journal of Sustainable Construction*, Vol. 2, No. 2, 22-37.
- [6] Pole, A., & Mujaddid. (2023). Identifikasi Jalur Evakuasi Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia. *Journal of Industrial Engineering Innovation*, Vol. 01, No. 01, 10-17.
- [7] Setyawan, A., & Kartika, E. W. (2023). Studi Eksploratif Tingkat Kesadaran Penghuni Gedung Bertingkat terhadap Bahaya Kebakaran: Studi Kasus di Universitas Kristen Petra Surabaya..
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2008). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan..
- [9] National Fire Protection Association (NFPA). (2021). NFPA 101: Life Safety Code. Diakses dari <https://www.nfpa.org/> , diakses Januari 2025.
- [10] SNI 03-3989-2000. (2000). Tata Cara Perancangan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan.
- [11] Malhotra, L.M, 1982, *Design of Fire-Resisting Structures, Head of building and structures division fire reseach station*, Surrey University Press, New York.