

## **FIRE MITIGATION STUDY AND EVACUATION TIME PERFORMANCE IN EDUCATIONAL BUILDINGS IN BANDUNG CITY**

### **Article History:**

Received  
02 January 2026  
Revised  
21 January 2026  
Accepted  
04 February 2026

**MUHAMMAD FAQIH ABDURRAHMAN<sup>1</sup>, KATARINA RINI RATNAYANTI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Itenas, Indonesia

<sup>2</sup>Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Itenas, Indonesia

Email: [muhammadfaqih@mhs.itenas.ac.id](mailto:muhammadfaqih@mhs.itenas.ac.id)

### **ABSTRAK**

*Kebakaran berpotensi menimbulkan kerugian besar, terutama pada bangunan dengan tingkat hunian tinggi seperti sekolah. Kota Bandung memiliki tingkat kejadian kebakaran yang relatif tinggi, sehingga penerapan sistem mitigasi kebakaran sesuai standar menjadi penting. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kesesuaian sistem mitigasi kebakaran di Sekolah X Kota Bandung berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif melalui observasi lapangan, dokumentasi, dan wawancara. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting sistem proteksi aktif dan pasif, kelengkapan tapak, serta sarana penyelamatan terhadap ketentuan SNI, disertai perhitungan waktu evakuasi berdasarkan kepadatan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mitigasi kebakaran telah tersedia sebagian, namun masih terdapat ketidaksesuaian dengan SNI, khususnya pada proteksi aktif dan APAR. Waktu evakuasi terlama didapatkan sebesar 192.05 detik untuk per-ruangan dan 491.23 detik berdasarkan kinerja tangga.*

**Kata kunci:** Mitigasi kebakaran, Sekolah, Standar Nasional Indonesia, Waktu evakuasi

### **ABSTRACT**

*Fire has the potential to cause losses, particularly in buildings with high occupancy levels such as schools. Bandung City has a relatively high incidence of fire, making the implementation of fire mitigation systems in accordance with standards essential. This study aims to evaluate the compliance of fire mitigation systems at School X in Bandung City based on the Indonesian National Standards (SNI). A descriptive quantitative method was applied through field observations, documentation, and interviews. The analysis compared existing conditions of active and passive fire protection systems, site facilities, and means of egress with SNI requirements, supported by evacuation time calculations based on student density. The results indicate that fire mitigation systems are partially implemented; however, several nonconformities with SNI remain, particularly in active fire protection systems and fire extinguisher provisions. The longest evacuation time recorded was 192.05 seconds for room-level evacuation and 491.23 seconds based on stair performance.*

**Keywords:** Fire mitigation, School, Indonesian National Standard, Evacuation time

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



## **1. PENDAHULUAN**

Kebakaran merupakan proses reaksi fisik yang menghasilkan panas dan cahaya serta berpotensi menyebar apabila terdapat sumber yang dapat dipengaruhi oleh reaksi tersebut (NFPA, 2019). Peristiwa kebakaran dapat menimbulkan kerugian besar, baik dari segi keselamatan nyawa maupun kerugian material (Casban, dkk., 2020). Oleh karena itu, mitigasi kebakaran menjadi aspek penting dalam perencanaan dan pengelolaan bangunan, terutama pada bangunan publik seperti fasilitas pendidikan yang memiliki tingkat hunian dan aktivitas yang tinggi.

Mitigasi bencana didefinisikan sebagai serangkaian upaya yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi risiko dan dampak bencana, baik melalui pendekatan struktural maupun non-struktural. Mitigasi struktural meliputi pembangunan fisik yang dirancang untuk mengurangi risiko bencana, seperti penyediaan jalur evakuasi yang sesuai standar, sistem peringatan dini, serta desain bangunan yang tahan terhadap bencana. Sementara itu, mitigasi non-struktural mencakup upaya peningkatan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat, antara lain melalui sosialisasi dan tentang bencana alam (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007).

Dalam konteks kebakaran bangunan, upaya pengurangan risiko dilakukan sistem perlindungan kebakaran, jalur evakuasi, dan fasilitas penyelamatan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008. SNI mengatur bahwa sistem mitigasi kebakaran pada bangunan, termasuk bangunan pendidikan, harus memenuhi persyaratan perlindungan kebakaran aktif dan pasif, kelengkapan tapak, dan fasilitas penyelamatan. Namun, pada nyatanya penerapan ketentuan SNI pada bangunan pendidikan sering kali belum optimal.

Sistem perlindungan kebakaran aktif meliputi ketersediaan alat pemadam api ringan (APAR), sistem deteksi dan alarm kebakaran, serta fasilitas pemadaman lainnya. Sementara itu, perlindungan kebakaran pasif mencakup jalur evakuasi yang aman dan dilengkapi dengan rambu-rambu yang lengkap. Selain sistem di dalam bangunan, SNI juga menekankan pentingnya kelengkapan tapak, seperti akses bagi mobil pemadam kebakaran, serta perancangan fasilitas penyelamatan yang sesuai dengan kondisi dan persyaratan yang tercantum dalam SNI.

Aspek penting lainnya dalam mitigasi kebakaran adalah waktu evakuasi. Waktu evakuasi merupakan durasi yang dibutuhkan penghuni bangunan untuk berpindah dari area berbahaya menuju tempat yang aman setelah terjadi kebakaran. Waktu evakuasi yang efektif sangat dipengaruhi oleh desain jalur evakuasi, lebar dan jumlah pintu keluar, kejelasan rambu, serta tingkat kesiapsiagaan penghuni. Pada bangunan pendidikan, waktu evakuasi menjadi faktor krusial mengingat penghuni terdiri dari peserta didik dengan tingkat kemampuan dan respons yang beragam. Oleh karena itu, perencanaan dan evaluasi waktu evakuasi perlu dilakukan untuk memastikan seluruh penghuni dapat menyelamatkan diri sebelum kondisi bangunan menjadi tidak aman.

Namun demikian, penerapan SNI terkait sistem proteksi kebakaran pada bangunan pendidikan di Indonesia masih sering ditemukan belum optimal. Ketidaksesuaian terhadap standar yang berlaku dapat meningkatkan risiko korban jiwa dan kerugian material apabila terjadi kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kesesuaian sistem proteksi kebakaran yang ada dengan ketentuan standar yang berlaku.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif, kelengkapan tapak, serta sarana penyelamatan pada Gedung Sekolah X di Kota Bandung berdasarkan ketentuan SNI. Selain itu, penelitian ini juga meninjau aspek waktu evakuasi sebagai indikator kesiapan bangunan dalam menjamin keselamatan penghuni saat terjadi kebakaran.

## 2. METODA PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif dengan membandingkan kondisi sistem proteksi kebakaran eksisting dengan persyaratan yang ditetapkan dalam SNI terkait proteksi kebakaran bangunan gedung. Kajian difokuskan pada sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif, kelengkapan tapak, serta sarana penyelamatan pada gedung sekolah.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan pihak sekolah, dan dokumentasi. Data primer yang dikumpulkan meliputi kondisi aktual sarana proteksi kebakaran dan jalur evakuasi. Selanjutnya, pengolahan data dilakukan dengan menganalisis kondisi eksisting dan menerapkan metode *gap analysis* untuk membandingkan kondisi aktual sistem proteksi kebakaran dengan ketentuan SNI dan peraturan yang berlaku.

Hasil analisis digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian sistem proteksi kebakaran terhadap standar yang berlaku serta sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi peningkatan keselamatan kebakaran pada bangunan sekolah. Selain itu, perhitungan waktu evakuasi dilakukan mengacu pada pedoman *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Fifth Edition* (2016) dengan menggunakan rumus perhitungan waktu evakuasi yang relevan. Yaitu sebagai berikut:

1. Lebar Efektif Jalur Evakuasi ( $W_e$ )

Lebar efektif jalur evakuasi adalah lebar bersih dikurangi dengan lapisan batas sesuai dengan ketentuan pada Tabel 1. Lapisan Batas. Perhitungan Lebar Efektif Jalur Evakuasi ( $W_e$ ) dapat menggunakan Persamaan (1).

$$W_e = \text{lebar jalur keluar} - \text{lapisan batas} \quad (1)$$

Dengan:

$W_e$  = Lebar Efektif (m)

**Tabel 1. Lapisan Batas (Sumber: *SFPE Handbook*, 1995)**

| <i>Escape Route Element</i>             | <b>Lebar Lapisan Batas (cm)</b> |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| Tangga, dinding atau sisi pijakan Pagar | 15                              |
| pegangan tangan                         | 9                               |
| Kursi teater, bangku stadion            | 0                               |
| Koridor, dinding landai                 | 20                              |
| Rintangan/halangan                      | 10                              |
| Lorong lebar, jalan setapak             | 46                              |
| Pintu, gapura                           | 15                              |

2. Kepadatan Penghuni ( $D_0$ )

Kepadatan penghuni merupakan pengukuran tingkat kepadatan pada jalur evakuasi. Perhitungan Kepadatan Penghuni ( $D_0$ ) dapat menggunakan Persamaan (2).

$$D_0 = \frac{N}{A} \quad (2)$$

Dengan:

$D_0$  = *Population density* (orang/ft<sup>2</sup> atau orang/m<sup>2</sup>)

N = jumlah orang

A = Luas

3. *Speed* (S)

Kecepatan berjalan efektif merupakan kecepatan pergerakan individu saat melakukan proses evakuasi keluar. Perhitungan *Speed* dapat menggunakan Persamaan (3).

$$S = C_5(1 - 0.266 \times D_0) \quad (3)$$

Dengan:

$S$  = Kecepatan (m/s)

$C_5$  = 1.4 (untuk koridor)

$C_5$  =  $0.86 \times \left(\frac{G}{R}\right)^{0.5}$  (untuk tangga)

4. *Specific flow of person* ( $F_s$ )

$F_s$  adalah laju aliran penghuni yang dievakuasi melewati suatu titik di jalur evakuasi per satuan waktu dan satuan lebar efektif. Perhitungan *Specific flow of person* ( $F_s$ ) dapat menggunakan persamaan (4).

$$f_s = D_0 \times S_t \quad (4)$$

5. *Calculated flow* ( $F_c$ )

*Calculated flow* merupakan perkiraan laju aliran penghuni (*flow rate*) yang melewati titik tertentu di jalur keluar. Perhitungan *Calculated flow* ( $f_c$ ) dapat menggunakan persamaan (5).

$$f_c = f_s \times w_e \quad (5)$$

6. *Time for passage* ( $T_p$ )

*Time for passage* ( $T_p$ ) merupakan waktu yang dibutuhkan bagi sekelompok penghuni untuk melewati suatu titik di jalur keluar. Perhitungan *Time for passage* ( $T_p$ ) dapat menggunakan persamaan (6).

$$T_{pas} = \frac{NP}{F_c} \quad (6)$$

7. Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi ( $t$ )

Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi ( $t$ ) diperuntukkan untuk mengetahui waktu tempuh pada suatu lokasi. Perhitungan waktu tempuh evakuasi ( $t$ ) dapat menggunakan persamaan (7).

$$t = \frac{L}{S_t} \quad (7)$$

8. Waktu Evakuasi Total

Waktu evakuasi total adalah waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk mencapai titik aman. Perhitungan waktu evakuasi total dapat menggunakan persamaan (8).

$$t_{eva} = t_r + t_{pas} \quad (8)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 IDENTIFIKASI BAHAYA KEBAKARAN

Identifikasi bahaya merupakan suatu metode yang dilakukan secara sistematis guna mengenali potensi bahaya serta menentukan tingkat risikonya, sehingga dapat ditetapkan bentuk pengendalian yang tepat guna mengurangi risiko yang ditimbulkan (Kusumatuti, dkk., 2024). Dalam penelitian ini, identifikasi potensi bahaya kebakaran dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan guru di lingkungan Sekolah X Kota Bandung. Kegiatan ini

bertujuan untuk mengetahui tingkat resiko kebakaran dan menentukan bentuk pengendaliannya guna meminimalkan dampak yang mungkin terjadi.

Hasil observasi dan wawancara di Sekolah X Kota Bandung menunjukkan bahwa potensi kebakaran tergolong dalam kategori bahaya ringan. Hal ini disebabkan oleh dominasi ruang kelas yang mempunyai tingkat bahaya kebakaran ringan, serta keberadaan Laboratorium Komputer dan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang memiliki tingkat bahaya kebakaran ringan hingga sedang. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sabrina, dkk. (2025), yang menyatakan bahwa gedung sekolah umumnya diklasifikasikan sebagai bangunan dengan tingkat bahaya kebakaran ringan. Dengan demikian, Sekolah X Kota Bandung juga termasuk dalam klasifikasi kebakaran golongan A, karena lingkungan sekolah didominasi oleh material padat non-logam, seperti kayu dan kertas, yang memiliki tingkat bahaya kebakaran relatif ringan.

### 3.2 SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF

Berdasarkan hasil observasi dan identifikasi gedung Sekolah X Kota Bandung diklasifikasikan sebagai bangunan dengan tingkat bahaya kebakaran ringan dan sedang, bergantung pada fungsi ruang. Ruang kelas termasuk dalam kategori bahaya kebakaran ringan, sedangkan Laboratorium Komputer dan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) termasuk dalam kategori bahaya kebakaran ringan hingga sedang. Klasifikasi ini sejalan dengan penelitian Rosid, dkk. (2023) yang menyatakan bahwa pemilihan APAR harus disesuaikan dengan faktor bahaya dan disesuaikan dengan peraturan yang berlaku agar pemadamannya efektif dan efisien. Mengacu pada klasifikasi tersebut dan disesuaikan dengan peraturan yang berlaku yaitu SNI 180:2021, jenis APAR yang direkomendasikan adalah APAR tipe serbuk kimia kering (*dry chemical powder*) multifungsi.

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa APAR yang terpasang di lingkungan sekolah merupakan jenis *powder* dengan sistem *stored pressure*, sehingga dari aspek jenis media pemadam telah sesuai dengan potensi bahaya kebakaran dan peraturan yang berlaku. Namun demikian, masih terdapat *gap* dari segi kuantitas dan kondisi APAR. Jumlah APAR eksisting hanya sebanyak empat unit, dengan satu unit di antaranya tidak dalam kondisi layak pakai. Berdasarkan SNI 180:2021, jarak tempuh maksimum menuju APAR ditetapkan sebesar 25 m. Dengan jumlah APAR yang tersedia saat ini, tidak seluruh area bangunan sekolah berada dalam jangkauan efektif APAR, sehingga tingkat perlindungan kebakaran pada bangunan belum sepenuhnya memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI.

Selain aspek kuantitas, pemeliharaan APAR juga belum dilaksanakan sesuai ketentuan. SNI 180:2021 mensyaratkan bahwa APAR jenis *stored pressure* wajib dilakukan pemeriksaan rutin sekurang-kurangnya setiap enam bulan sekali, pengisian ulang setiap dua tahun sekali, serta uji tekan setiap lima tahun sekali. Seluruh kegiatan pemeriksaan dan pemeliharaan wajib didokumentasikan dalam lembar riwayat pemeliharaan APAR. Hal ini sejalan dengan penelitian Listiana (2022) yang menyatakan bahwa pemeliharaan APAR bertujuan untuk memastikan alat selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai saat terjadi kondisi darurat. Namun, hasil pemeriksaan di lapangan, menunjukkan tidak ditemukannya riwayat pemeliharaan pada APAR, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan APAR di Sekolah X belum sesuai dengan ketentuan SNI yang berlaku.

Ketentuan instalasi APAR diatur dalam SNI 03-3987-1995, yang menyatakan bahwa APAR harus dipasang menggunakan penggantung atau kotak penyimpanan yang sesuai dengan lokasi penempatannya. Selain itu, APAR harus memiliki tingkat visibilitas yang tinggi dan mudah diakses untuk menjamin efektivitas penggunaannya pada saat kondisi darurat. Hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa beberapa APAR di Sekolah X masih menggunakan penggantung yang tidak sesuai standar yang berlaku pada SNI dan sebagian penempatannya

terhalang oleh objek di sekitarnya. Kondisi tersebut mengurangi tingkat visibilitas dan aksesibilitas APAR, sehingga tidak memenuhi ketentuan instalasi yang dipersyaratkan dalam SNI 03-3987-1995.

Ketentuan mengenai sistem peringatan dan alarm kebakaran diatur dalam SNI SNI 03-3985-2000 dan SNI 03-6574-2001, yang mengatur ketersediaan dan jenis sistem peringatan kebakaran berdasarkan fungsi dan ukuran bangunan. Hasil observasi menunjukkan bahwa Sekolah X Kota Bandung belum dilengkapi dengan sistem alarm kebakaran, sehingga terdapat ketidaksesuaian dengan standar yang berlaku. Namun demikian, sistem peringatan kebakaran dapat dipertimbangkan menggunakan sistem pengeras dan komunikasi pada lingkungan yang telah tersedia sebagai bentuk substitusi sementara.

Sementara itu, ketentuan pemasangan hidran halaman diatur pada Pd-T-11-2005-C, yang mensyaratkan hidran harus mudah diakses, berfungsi secara normal, serta memiliki tekanan air yang sesuai standar. Berdasarkan hasil observasi, bahwa belum terdapat hidran lapangan yang terpasang pada lingkungan sekolah X Kota Bandung, sehingga aspek perlindungan kebakaran dari sisi sarana pemadaman eksternal belum terpenuhi.

### **3.3 SISTEM PROTEKSI PASIF**

Berdasarkan SNI 03-1746-2000, spesifikasi tangga pada bangunan diatur secara rinci, meliputi lebar tangga, tinggi anak tangga, lebar anak tangga, ketinggian antar bordes, serta ketinggian pegangan atau rel tangga. Afriliani, dkk. (2023) menyatakan bahwa tangga sangat berperan penting dalam selama proses evakuasi saat terjadi kebakaran, sehingga desain tangga harus disesuaikan dengan standar yang berlaku agar dapat berfungsi secara optimal sebagai jalur evakuasi ketika terjadi kebakaran. Berdasarkan hasil observasi di lingkungan sekolah dan uji kesesuaian kondisi eksisting di Sekolah X terhadap SNI SNI 03-1746-2000, ditemukan bahwa lebar bersih tangga eksisting belum memenuhi ketentuan lebar minimum tangga sebesar 110 cm. Namun demikian, parameter lainnya, seperti tinggi anak tangga, lebar anak tangga, ketinggian antar bordes, serta ketinggian pegangan atau rel tangga, kondisi eksisting telah memenuhi standar minimum yang dipersyaratkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar desain tangga telah sesuai dengan standar yang berlaku, meskipun masih terdapat ketidaksesuaian pada aspek lebar tangga.

Standar jalur evakuasi juga menekankan pentingnya lebar minimum jalur evakuasi sebagaimana diatur dalam SNI 03-1746-2000. Lebar jalur evakuasi berpengaruh terhadap efisiensi dan waktu evakuasi, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian *Sung-HoonYang* (2022) yang melakukan pemodelan jalur evakuasi menggunakan aplikasi *Pathfinder* dan menunjukkan bahwa peningkatan lebar jalur evakuasi dapat mempercepat waktu evakuasi. Oleh karena itu, lebar jalur evakuasi perlu dirancang sesuai standar yang berlaku untuk mendukung proses evakuasi menjadi lebih aman dan efisien. Berdasarkan hasil observasi di lingkungan Sekolah X, lebar jalur evakuasi eksisting dinilai telah memenuhi ketentuan standar minimum yang berlaku di Indonesia. Mengacu pada SNI 03-1746-2000, lebar jalur evakuasi yang tersedia berada di atas batas minimum 90 cm, sehingga secara umum telah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Ketentuan mengenai tanda dan rambu evakuasi diatur dalam SNI 03-6574-2001, yang mencakup persyaratan visibilitas, penempatan tanda eksit, serta penunjuk arah eksit. Pentingnya pemasangan rambu evakuasi yang tepat didukung oleh penelitian Huda (2017), yang menyimpulkan bahwa pemasangan rambu-rambu yang tepat dan jelas dapat mempermudah proses penyampaian informasi pada kondisi darurat. Namun, hasil observasi di lingkungan Sekolah X menunjukkan bahwa pemasangan rambu evakuasi masih terbatas dan umumnya hanya tersedia di area tangga. Kondisi tersebut belum memenuhi ketentuan



standar, karena rambu evakuasi seharusnya dipasang secara berkelanjutan di sepanjang jalur evakuasi dengan tingkat visibilitas yang memadai dan mudah dikenali pada kondisi darurat.

Ketentuan mengenai lebar bukaan pintu dan arah bukaan pintu pada jalur evakuasi diatur dalam SNI 03-1746-2000, yang mensyaratkan lebar bersih bukaan pintu minimum sebesar 80 cm serta arah bukaan pintu membuka ke arah luar searah dengan jalur evakuasi. Ketentuan ini bertujuan untuk menjamin kelancaran pergerakan penghuni pada kondisi darurat. Hal tersebut didukung oleh penelitian Forssberg, dkk. (2023) yang menyimpulkan bahwa bukaan pintu ke arah dalam cenderung lebih lambat jika dibandingkan dengan bukaan pintu ke arah luar akibat adanya interaksi tambahan saat membuka pintu sehingga mengakibatkan penundaan waktu evakuasi. Maka untuk bukaan pintu dianjurkan untuk didesain ke arah luar untuk mempermudah pada saat proses evakuasi. Untuk lebar pintu eksit juga perlu di desain sesuai dengan kebutuhan dan standar yang berlaku. Selain itu, Wei, dkk. (2023) melalui permodelan pada aplikasi *AnyLogic* menunjukkan bahwa lebar pintu yang menjadi titik *bottleneck* mempengaruhi durasi waktu evakuasi. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, lebar bersih bukaan pintu eksisting sebagian besar telah memenuhi ketentuan SNI. Namun, masih terdapat tiga ruang kelas yang memiliki arah bukaan pintu tidak sesuai dengan ketentuan SNI 03-1746-2000, sehingga berpotensi menimbulkan hambatan pada saat proses evakuasi.

### 3.4 KELENGKAPAN TAPAK

Dalam upaya mendukung efektivitas mitigasi kebakaran pada bangunan pendidikan, aspek kelengkapan tapak menjadi salah satu elemen penting yang perlu diperhatikan. Ketentuan mengenai kelengkapan tapak diatur dalam SNI 03-1736-2000, yang mencakup standar jalan masuk kendaraan, meliputi lebar bersih jalur kendaraan, kapasitas daya dukung perkerasan, tinggi bebas, serta ketersediaan akses kendaraan darurat dari jalan umum. Huang, dkk. (2022) menyatakan bahwa lebar jalan, tinggi bebas dan kondisi jalan yang tidak memadai dapat menjadi faktor penghambat bagi akses kendaraan pemadam kebakaran. Oleh karena itu, penting untuk merancang jalur kendaraan yang sesuai dengan standar yang berlaku.

Berdasarkan hasil observasi di lingkungan Sekolah X Kota Bandung, jalan masuk kendaraan telah dilengkapi dengan perkerasan yang memadai untuk mendukung pergerakan kendaraan. Namun, kelengkapan tapak eksisting belum sepenuhnya memenuhi standar minimum yang ditetapkan dalam SNI 03-1736-2000. dari aspek lebar jalur kendaraan, terdapat kesenjangan antara kondisi eksisting dan ketentuan standar, di mana lebar bersih jalur kendaraan diisyaratkan minimum 6m, sedangkan kondisi eksisting berada di bawah ketentuan tersebut. Selain itu, akses kendaraan darurat dari jalan umum juga terbatas karena lebar bersih gerbang utama sekolah hanya sebesar 4 m. Dengan demikian, kelengkapan tapak pada Sekolah X masih belum sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 03-1736-2000.

### 3.5 SARANA PENYELAMATAN

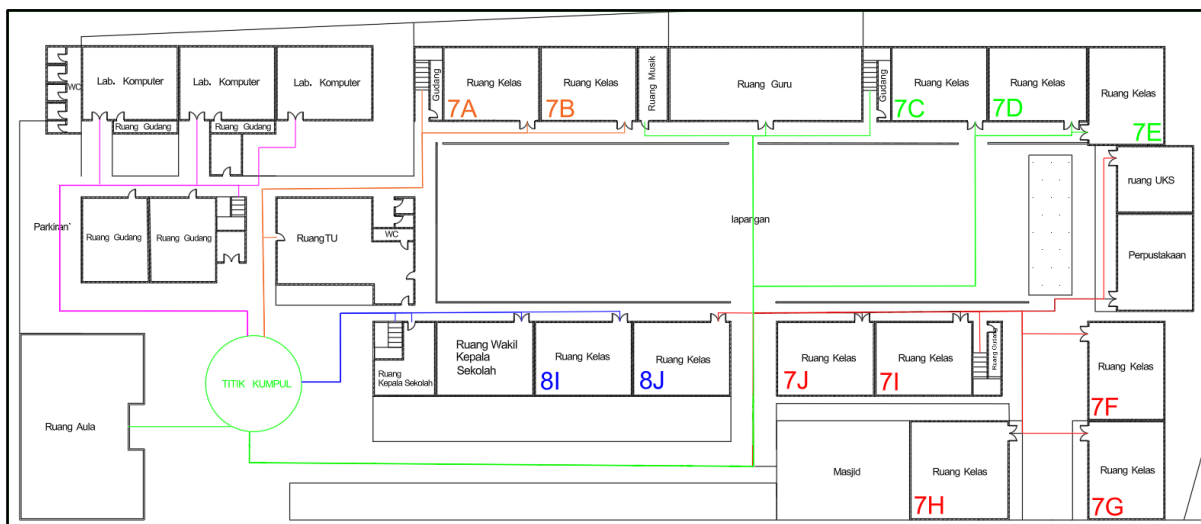
Ketentuan mengenai tangga darurat diatur dalam SNI 03-1746-2000, yang mencakup persyaratan pemasangan tangga darurat pada bangunan serta klasifikasi bangunan yang diwajibkan memiliki tangga darurat. Berdasarkan ketentuan tersebut, bangunan Sekolah X Kota Bandung yang termasuk dalam klasifikasi bangunan kelas 9b tidak diwajibkan untuk memasang tangga darurat karena tangga luar eksisting telah memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dalam standar. Dalam konteks bangunan pendidikan, perancangan jalur evakuasi dan fasilitas keselamatan termasuk tangga darurat merupakan elemen krusial dalam keselamatan kebakaran sekolah, karena waktu evakuasi aman sangat bergantung pada desain rute evakuasi dan penyediaan jalur keselamatan yang memadai, penyediaan jalur evakuasi yang sesuai standar sangat penting agar penghuni dapat mencapai area aman sebelum kondisi

lingkungan menjadi tidak aman (Safari, dkk., 2025). Namun demikian, pemasangan tangga darurat menjadi wajib apabila tangga luar eksisting tidak memenuhi standar, terdapat rekomendasi dari instansi berwenang, atau kondisi jalur evakuasi kurang dari 50% dari standar yang dipersyaratkan, sehingga tidak ada kesenjangan *gap* pada aspek sarana penyelamatan.

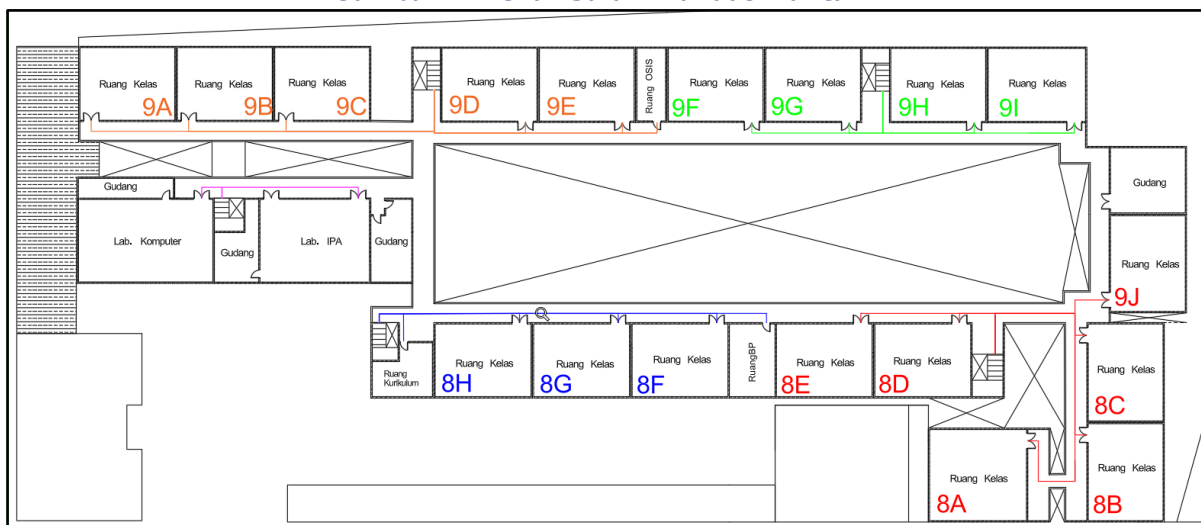
### 3.6 WAKTU EVAKUASI

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Deng, dkk. (2022), perhitungan waktu evakuasi yang akurat merupakan aspek penting dalam upaya untuk memperkirakan waktu evakuasi yang dibutuhkan guna meningkatkan tingkat keselamatan penghuni bangunan. Oleh karena itu, penentuan jalur evakuasi dan titik kumpul menjadi bagian integral dalam perencanaan keselamatan kebakaran. Pada Sekolah X Kota Bandung, telah ditetapkan jalur evakuasi dan titik kumpul yang jelas sebagai bagian dari sistem evakuasi bangunan.

Berdasarkan hasil observasi, terdapat lima unit tangga yang berfungsi sebagai akses evakuasi dari lantai dua menuju lantai satu. Jumlah tangga tersebut telah memenuhi ketentuan SNI 03-1746-2000, yang menyatakan bahwa bangunan dengan beban hunian antara 500-1000 orang pada satu lantai wajib memiliki minimal tiga buah tangga. Dengan demikian berdasarkan jumlah tangga yang tersedia, Sekolah X Kota Bandung telah memenuhi persyaratan standar pada aspek jumlah sarana evakuasi vertikal.



**Gambar 1. Denah Jalur Evakuasi Lantai 1**

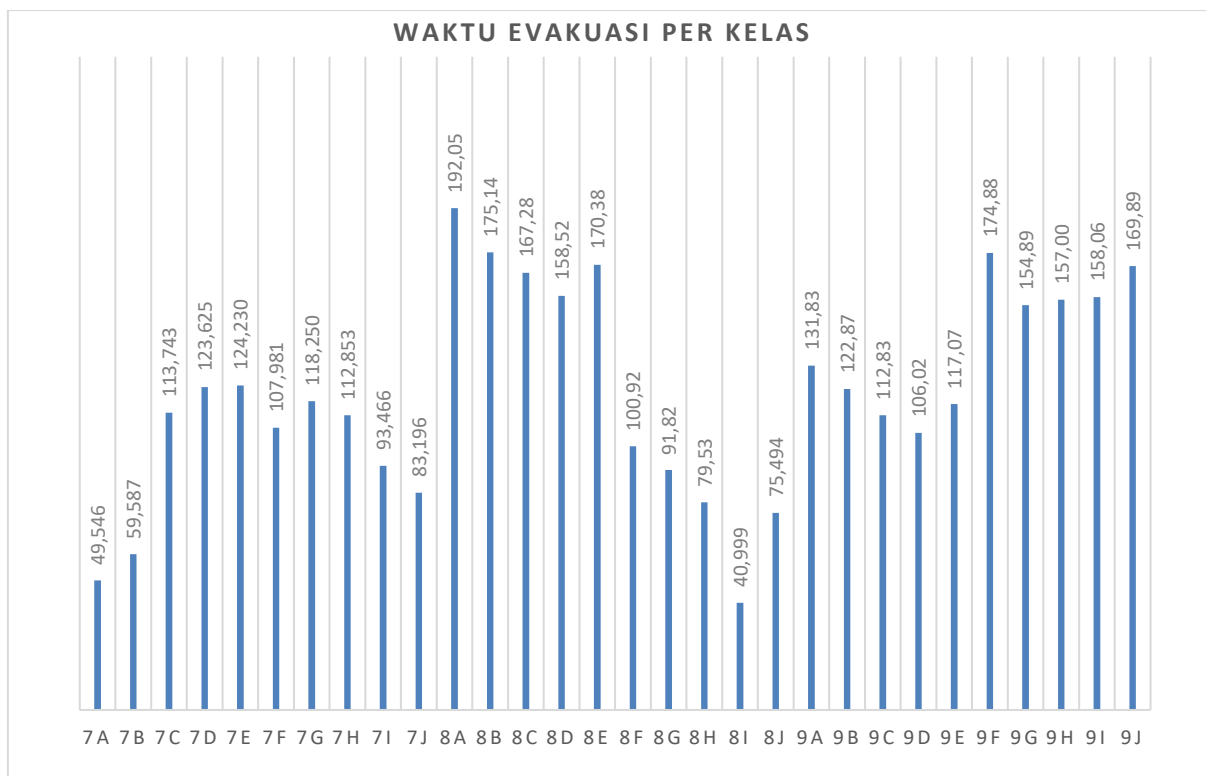


**Gambar 2. Denah Jalur Evakuasi Lantai 2**

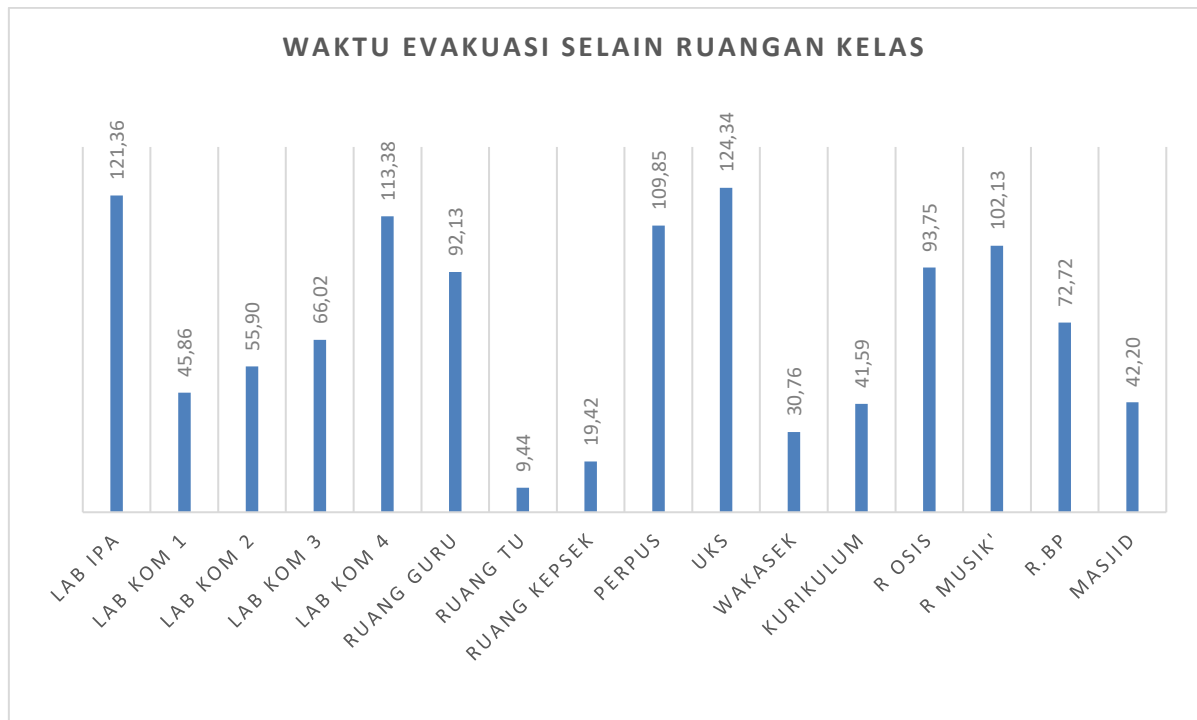


Berdasarkan Gambar 1 Denah Jalur Evakuasi Lantai 1 dan Gambar 2 Denah Jalur Evakuasi Lantai 2, jalur evakuasi direncanakan menuju titik kumpul yang terletak di depan gerbang utama sekolah. Pemilihan lokasi titik kumpul tersebut didasarkan pada pertimbangan keselamatan, karena area tersebut dinilai sebagai lokasi yang relatif aman saat terjadi kebakaran serta memiliki area langsung menuju pintu keluar kawasan sekolah. Pembagian jalur evakuasi dilakukan berdasarkan kode warna untuk memudahkan identifikasi rute evakuasi dari masing-masing ruang.

Berdasarkan perencanaan jalur evakuasi tersebut, diperoleh waktu evakuasi dari masing-masing ruangan sebagai berikut:



**Gambar 3. Grafik Hasil Waktu Evakuasi Per Kelas**



**Gambar 4. Grafik Hasil Waktu Evakuasi Selain Ruang Kelas**

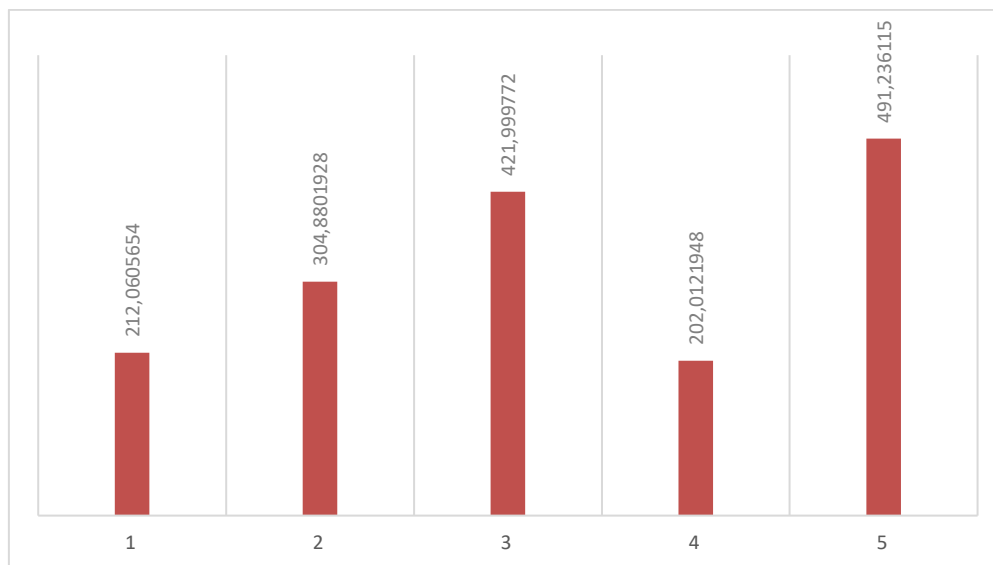
Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu evakuasi terlama pada lantai dua berasal dari ruang kelas 8A dengan waktu evakuasi sebesar 192,05 detik. Sementara itu, waktu evakuasi terlama pada lantai satu terjadi pada ruang UKS dengan waktu evakuasi sebesar 124,34 detik.

Selanjutnya, perhitungan waktu evakuasi lantai dua dianalisis berdasarkan area kerja tangga. Penamaan masing-masing tangga yang digunakan dalam analisis dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 5. Denah Penamaan Tangga**

Dengan menggunakan rute evakuasi yang dibedakan berdasarkan kode warna sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, diperoleh waktu evakuasi berdasarkan cakupan kinerja masing-masing tangga sebagai berikut:



**Gambar 6. Grafik Hasil Waktu Evakuasi Berdasarkan Cakupan Kinerja Tangga**

Berdasarkan hasil penelitian, kinerja tangga 5 menunjukkan waktu evakuasi terlama, yaitu sebesar 491,236 detik. Hasil perhitungan tersebut bahwa waktu evakuasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah penghuni yang menggunakan rute evakuasi, lebar jalur evakuasi, panjang rute evakuasi, jumlah jalur eksit, dan ukuran pintu eksit.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri, dkk. (2023), yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi waktu evakuasi mencakup jumlah penghuni, lebar pintu keluar, serta panjang rute menuju titik kumpul. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah penghuni dapat menyebabkan terjadinya penyempitan efektif pada pintu keluar, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi menjadi lebih lama.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi potensi kebakaran di Sekolah X Kota Bandung, tingkat bahaya kebakaran secara umum tergolong ringan hingga sedang. Kondisi ini disebabkan oleh dominasi oleh ruang kelas serta terdapat laboratorium komputer dan laboratorium IPA, sehingga diklasifikasikan sebagai kebakaran kelas A. Pada aspek sistem proteksi kebakaran aktif, jenis APAR yang digunakan telah sesuai dengan ketentuan standar. Namun, masih ditemukan ketidaksesuaian pada aspek jumlah APAR, jangkauan pelayanan, kondisi kelayakan, pemeliharaan, serta instalasi dan visibilitas APAR, sehingga sistem proteksi aktif belum sepenuhnya memenuhi persyaratan SNI yang berlaku. Pada sistem proteksi pasif, sebagian besar elemen seperti dimensi anak tangga, lebar jalur evakuasi, serta lebar dan arah bukaan pintu telah memenuhi standar. Meskipun demikian, masih terdapat ketidaksesuaian pada lebar bersih tangga, arah bukaan beberapa pintu, serta keterbatasan pemasangan jalur tanda evakuasi dan kurangnya kejelasan rambu evakuasi yang terpasang.

Berdasarkan aspek kelengkapan tapak, meskipun jalan masuk kendaraan telah memiliki perkerasan yang memadai, masih terdapat kesenjangan terhadap standar lebar jalur kendaraan dan akses kendaraan darurat dari jalan umum. Pada aspek sarana penyelamatan, bangunan sekolah tidak diwajibkan memiliki tangga darurat tambahan karena kondisi tangga eksisting telah memenuhi standar, sehingga tidak ditemukan kesenjangan pada aspek tersebut. Berdasarkan jalur dan dimensi eksisting, hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu evakuasi terlama tercatat sebesar 194,05 detik untuk evakuasi per ruang kelas dan 491,23 detik berdasarkan cakupan kinerja tangga. Secara keseluruhan, hasil evaluasi

menunjukkan bahwa masih diperlukan peningkatan dan penyesuaian terhadap beberapa elemen keselamatan kebakaran guna meningkatkan tingkat perlindungan dan kesiapsiagaan bangunan sekolah agar memenuhi standar yang berlaku secara optimal.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan bimbingan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini.

Penulis menyadari bahwa artikel ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan artikel ini, sehingga dapat memberikan manfaat yang lebih baik bagi penulis maupun bagi pembaca

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Afriliani, A., Khaliq, I., Faridwadji, A., & Poltak, H. (2023). *Analisa Komparatif Ukuran Desain Tangga Kebakaran Studi Kasus: Apartemen Gading Nias Residences*. 3(1), 3–6.
- Azizah, F. N., & Devi, K. S. (2024). *Fire Risk Management in Libraries: A Literature Review*. 1(2), 89–100. <https://doi.org/10.33830/alexa.v1i2.9559>
- Deng, Q., Zhang, B., Zhou, Z., Deng, H., Zhou, L., Zhou, Z., & Jiang, H. (2022). *Evacuation Time Estimation Model in Large Buildings Based on Individual Characteristics and Real-Time Congestion Situation of Evacuation Exit*.
- Faqih Abdurrahman, M. (2026). *Kajian mitigasi kebakaran pada sekolah x di kota bandung berdasarkan standar sni*.
- Forssberg, M., Frantzich, H., Elias, A., & Lundin, J. (2023). *Evacuation through inward opening doors Literature*.
- Huang, H., Li, L., & Gu, Y. (2022). *ScienceDirect Assessing the accessibility to fire hazards in preserving historical towns: Case studies in suburban Shanghai , China*. 11. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2022.03.001>
- Huda, Saeful; Kamasturyani, Yani; Erawan, sodikin panji. (2017). *Hubungan Rambu-Rambu Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Karyawan Departemen Produksi Di Pt Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Palimanan Cirebon*.
- Kusumastuti, T., Eliza, C. P., Hanifah, A. N., Choirala, Z. M. (2024). *Identifikasi bahaya dan metode identifikasi bahaya pada proses industri dan manajemen risiko*. 1(1), 37–50.
- Listiana, S. W. (2022). *Evaluasi Penerapan Itm (Inspection, Test, And Maintenance) Pada Apar Di Rig T Area PT XYZ Tahun 2022 Skripsi Evaluasi Penerapan Itm (Inspection, Test, And Maintenance) Pada Apar Di Rig T Area PT XYZ Tahun 2022*.
- Marfuah, U., Sunardi, D., & Dewi, A. P. (2020). *Evaluasi Pelatihan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran di Lingkungan Rumah Tangga*. 3, 470–478.
- Putri, F. N., Ashari, M. L., Khairansyah, M. D., & Raharjo, M. S. P. (2023). *Evaluasi Jalur Evakuasi dengan Mempertimbangkan Waktu Evakuasi pada Dinas Tenaga Kerja Kabupaten Gresik*. 1(1), 40–46.
- Rosid, A. (2023). *Identifikasi Faktor Bahaya Dalam Pemilihan Tipe Alat Pemadam Api Ringan Di Pt Xyz*. 1(6).
- Sabrina, D. S., Ahmad, E. F., & Nasution, M. I. (2025). *Analisis Penilaian Risiko Kebakaran sebagai Upaya Pengendalian pada Gedung SMAN 1 Cisarua Kabupaten Bogor*.

3 September, 50–56.

- Safari, M., Afkhami, R., Amerzadeh, M., Zaroushani, V., Safari, M., Afkhami, R., Amerzadeh, M., & Zaroushani, V. (2024). *Simulation of Fire Emergency Evacuation in a Primary School Based on Pathfinder Software Simulation of Fire Emergency Evacuation in a Primary School*.
- Wei, X., Lou, Z., Song, H., Qin, H., & Yao, H. (2023). *Exploring the Impacts of Exit Structures on Evacuation Efficiency*. 1–13.
- Yang, S. H. (2022). *피난계단 출입구 유효너비가 수용인원의 피난시간에 미치는 영향 분석 Analysis of the Effect of the Effective width of the Exit of the Evacuation Stairs on the Evacuation Time of the Occupants*. 2208.