

# Potensi Pengembangan Persyaratan Standar Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul pada Bangunan Sekolah di Indonesia

**MIA WIMALA\*, AXEL OKTARINO CANDRA,  
THERESITA HERNI SETIAWAN, ADRIAN FIRDAUS**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia  
Email: [miasoejoso@unpar.ac.id](mailto:miasoejoso@unpar.ac.id)

## ABSTRAK

*Jalur evakuasi dan titik kumpul merupakan bagian yang krusial keberadaannya dalam kegiatan evakuasi bencana. Hal ini berlaku terutama pada bangunan sekolah di mana mayoritas pengguna bangunan adalah siswa di bawah umur yang masih mengandalkan orang dewasa dalam berbagai aspek. Sampai saat ini, standar yang berlaku di Indonesia masih memerlukan pembaharuan untuk hasil yang lebih optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi pengembangannya berdasarkan Permen PUPR No. 14 tahun 2017 dan IBC 2018 edition. Penelitian kualitatif ini menyetengahkan kajian literatur yang sangat mendalam mengenai jalur evakuasi dan titik kumpul. Parameter yang dihasilkan dari langkah sebelumnya telah divalidasi oleh beberapa ahli yang terdiri dari akademisi, peneliti dan praktisi di bidang kebencanaan, serta BNPB Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini berhasil merumuskan tujuh aspek yang berpotensi digunakan untuk modifikasi standar yang sedia ada, dan enam aspek tambahan untuk menyempurnakannya.*

**Kata kunci:** jalur evakuasi, titik kumpul, bangunan sekolah

## ABSTRACT

*Evacuation routes and assembly points are crucial parts in disaster evacuation. It applies especially to school buildings where the majority of building users are underage who still rely on adults in various aspects. Improvement is still need to be made to the existing standards for more optimal results. Therefore, this research aims to identify the potential for development based on the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing No. 14 year 2017 and IBC 2018 edition. This qualitative research presents a very in-depth literature review on the requirements of evacuation routes and assembly points. The parameters generated from the previous step have been validated by several experts consisting of academics, researchers and practitioners in the field of disaster management, as well as the BNPB of West Java Province. This research succeeded in formulating seven aspects which potentially to be used for modification, and six additional aspects for the improvement of the existing standard.*

**Keywords:** evacuation route, assembly point, school building

## 1. PENDAHULUAN

Secara geologis, Indonesia dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang menjadikannya rawan gempa bumi (BMKG, 2017) (Bujung, 2019). Dosen Perencanaan Wilayah dan Kota dari University of Hawaii, Amerika Serikat, Dolores Foley, Ph.D., mengatakan terdapat 28 titik di wilayah Indonesia yang telah dinyatakan sebagai wilayah yang rawan gempa bumi (Gusti, 2014). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Indonesia mencatat dalam kurun waktu lima tahun (2017-2021) saja terjadi 246 kali gempa bumi di seluruh Indonesia dengan jumlah korban jiwa sebesar 768 orang meninggal, 15.340 orang mengalami luka-luka, dan 957.230 orang menderita dan mengungsi. Dari 514 Kabupaten kabupaten/kota di Indonesia terdapat 257 kabupaten kota yang berada pada kelas indeks risiko tinggi dan 257 yang berada pada kelas indeks risiko sedang (BNPB, 2015). Selain merusak ratusan ribu rumah, gempa bumi tersebut juga merusak 2.122 fasilitas pendidikan, yang didalamnya termasuk bangunan sekolah (BNPB, 2022). Banyaknya fasilitas pendidikan yang rusak disebabkan karena sejumlah 75% lokasi sekolah berada pada kawasan rawan bencana (BNPB, 2019). Sebagian masyarakat Indonesia masih belum mengetahui secara pasti apa yang harus dilakukan ketika bencana terjadi. Selain kepanikan massa, permasalahan paling mendasar yang dimiliki oleh masyarakat diantaranya ketidaktahuan masyarakat mengenai sistem peringatan dini, jalur evakuasi, titik kumpul, dan penanganan untuk kelompok rentan seperti lansia dan anak-anak (BNPB, 2018). Pendidikan mitigasi bencana di usia dini merupakan salah satu upaya yang diharapkan mampu memberikan pengetahuan yang bermanfaat tentang kesiapsiagaan gempa di masa depan (Tahir et al., 2020). Hal ini diharapkan dapat membantu siswa-siswi dalam penyelamatan hidup dan perlindungan anggota masyarakat pada saat terjadi bencana (Proulx & Aboud, 2019). Selain dari respon tanggap darurat masyarakat ketika menghadapi bencana, kesiapsiagaan sarana yang dibangunpun harus bisa mendukung kegiatan evakuasi ketika dibutuhkan. Dalam upaya menanggulangi permasalahan tersebut, pemerintah telah menetapkan regulasi dan mensyaratkan keberadaan jalur evakuasi dan titik kumpul pada bangunan, yaitu pada Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1746-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung, dan Peraturan Menteri (Permen) Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No. 14 tahun 2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung.

Penanganan evakuasi bencana akan lebih krusial pada bangunan sekolah. Anak-anak adalah kelompok yang paling rentan selama bencana dan setelah bencana, termasuk gangguan fisik, psikologis dan pendidikan (Peek, 2008). Sejak 2007, terdapat sedikitnya 12 regulasi di tingkat nasional; maupun lebih dari 500 regulasi di tingkat provinsi dan daerah kabupaten/kota terkait penanggulangan bencana. Walau demikian, untuk regulasi Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana (PPRB), hingga September 2020, hanya 6 dari 34 provinsi yang memiliki regulasi setingkat peraturan gubernur/peraturan daerah provinsi, dan tercatat kurang dari 10 kabupaten dan kota yang telah menginisiasi regulasi terkait Pendidikan Bencana dalam 12 tahun terakhir (RDI, 2020). Sampai saat ini, hanya 10% dari jumlah seluruh SD dan menengah di Indonesia yang telah melaksanakan atau mendapatkan sosialisasi mengenai Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) sejak 2008 (RDI, 2020). Pembaharuan regulasi senantiasa perlu dilakukan untuk memastikan manajemen bencana dapat diterapkan dengan lebih baik. Penelitian ini akan meninjau lebih lanjut tentang persyaratan jalur evakuasi dan titik kumpul di sekolah sebagai bagian yang sangat krusial keberadaannya di saat bencana gempa bumi datang dalam upaya meminimalisasi dampaknya.

## **2. TINJAUAN LITERATUR**

Manajemen bencana bertujuan untuk mengurangi atau menghindari potensi kerugian akibat bencana, menjamin bantuan yang cepat dan tepat kepada korban bencana, dan mencapai pemulihan yang cepat dan efektif [17]. Siklus manajemen bencana tersebut terdiri dari mitigasi dan kesiapsiagaan, tanggap darurat dan pemulihan [2] [16]. Upaya mitigasi dan kesiapsiagaan dilaksanakan sebelum bencana terjadi, sedangkan upaya tanggap darurat terjadi saat bencana terjadi dan upaya pemulihan terjadi setelah bencana. Evakuasi merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam tanggap darurat bencana [10], dimana pencapaian korban dan calon korban bencana ke daerah yang aman merupakan prioritas utama [9]. Jalur evakuasi sebagai suatu rute pergerakan yang menerus dan tidak terhalang dan dari titik manapun dalam suatu struktur gedung menuju jalan umum terdiri dari tiga bagian, yaitu akses eksit, eksit, dan eksit pelepasan [11]. Akses eksit merupakan rute pergerakan yang mengarah dari titik tempat seseorang berada menuju pintu masuk atau pintu keluar terdekat. Komponen eksit meliputi dinding, lantai, pintu, dan sarana lain yang menyediakan rute terlindungi bagi pengguna untuk bergerak dengan keamanan yang cukup ke eksterior bangunan. Sebuah eksit terdiri dari sarana untuk pergerakan horizontal maupun vertikal. Jenis eksit yang diizinkan untuk diakses adalah pintu yang langsung mengarah ke luar gedung atau melalui lorong terlindungi ke lorong gedung, ruang terlindungi kedap asap, tangga eksit eksterior dan interior, ram, dan tangga berjalan di gedung yang ada. Lift tidak termasuk sebagai eksit. Titik akhir dari jalur evakuasi adalah jalan umum atau titik kumpul atau area perlindungan di mana orang dapat berkumpul untuk sementara untuk menunggu instruksi atau bantuan selama situasi darurat.

Pemerintah Indonesia menyadari adanya kebutuhan untuk mengatur dan memberikan standar untuk jalur evakuasi dan titik kumpul. Karena itu, pemerintah saat ini sudah memiliki beberapa peraturan yang dipakai untuk mengatur jalur evakuasi dan titik kumpul, yaitu SNI 03-1746-2000 dan Permen PUPR No. 14 tahun 2017. SNI 03-1746-2000, yang didasari oleh *National Fire Protection Association* (NFPA) 101, terdiri dari 15 aspek, dan beberapa subaspek, dan parameter di dalamnya. SNI 03-1746-2000 membahas tata cara perencanaan dan pemasangan sarana jalan ke luar untuk penyelamatan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung. SNI ini menetapkan kriteria minimal untuk perancangan fasilitas jalan keluar yang aman, sehingga memungkinkan pengguna menyelamatkan diri dengan cepat dari dalam bangunan, atau bila dikehendaki ke dalam daerah aman di dalam bangunan. Sementara itu, Permen PUPR No. 14 tahun 2017 membahas mengenai persyaratan kemudahan bangunan gedung yang dijabarkan dalam tujuh bab, 59 pasal, dan empat lampiran.

## **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian kualitatif ini dilakukan dengan mengkaji secara mendalam beberapa literatur yang terkait dengan jalur evakuasi dan titik kumpul. SNI 03-1746-2000 dijadikan acuan peraturan yang akan dikembangkan karena penerapannya yang meluas di seluruh Indonesia. Parameter yang terdapat pada SNI ini telah mengulas banyak hal cukup mendetail. Namun demikian, beberapa yang tidak terdapat di dalamnya selanjutnya akan dikembangkan. Beberapa rujukan utama yang akan dikaji antara lain Permen PUPR No. 14 tahun 2017, dan *International Building Code* (IBC) 2018. IBC merupakan standar konstruksi yang telah diterapkan pada banyak yurisdiksi. IBC 2018 terdiri dari 35 bab dan 14 lampiran, dan salah satu bagiannya membahas tentang keselamatan pada bangunan. Sebagian besar peraturan dalam IBC berkaitan dengan pencegahan kebakaran yang sekaligus dapat digunakan untuk kepentingan bencana lainnya, antara lain tentang konstruksi dan perancangan gedung, seperti ketentuan kriteria jumlah, ukuran, dan lokasi eksit dalam perencanaan bangunan, dan akses untuk kaum difabel dan stabilitas struktur (termasuk terhadap gempa bumi).

**Tabel 1. Parameter Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul Berdasarkan SNI 03-1746-2000**

No	Aspek	Jumlah Parameter
1	Ruang Lingkup	3
2	Acuan	1
3	Istilah dan Definisi	15
4	Persyaratan Umum	16
5	Komponen-Komponen Sarana Jalan ke Luar	184
6	Kapasitas Sarana Jalan ke Luar	11
7	Jumlah	6
8	Susunan	25
9	Pengukuran Jarak Lintasan ke Eksit	5
10	Pelepasan dari Eksit	6
11	Iluminasi Sarana Jalan ke Luar	7
12	Pencahayaan Darurat	8
13	Penandaan Sarana jalan ke Luar	19
14	Ketentuan Khusus untuk Hunian dengan Kandungan Bahaya Berat	5
15	Ruangan Peralatan Mekanik, Ruang Ketel Uap dan Ruang Tunggu	2
<b>Total Parameter yang Dianalisis</b>		<b>313</b>

**Tabel 2. Persyaratan Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul Berdasarkan Permen PUPR 14/2017**

BAB	Aspek	Jumlah Parameter
I	Ketentuan Umum	19
II	Prinsip Pemenuhan Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung	6
III	Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung	105
IV	Pemberlakuan Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung	14
V	Pengaturan Pelaksanaan di Daerah	4
VI	Pembinaan	5
VI	Ketentuan Penutup	2
<b>Total Parameter yang Dianalisis</b>		<b>155</b>

**Tabel 3. Parameter Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul Berdasarkan IBC 2018 Edition**

Section	Aspek	Jumlah Parameter
1001	Administrasi	2
1002	Perencanaan dan Perawatan	2
1003	Jalur Evakuasi secara Umum	10
1004	Muatan Pengguna	12
1005	Ukuran Jalur Evakuasi	10
1006	Jumlah Eksit dan Lorong Akses Eksit	14
1007	Eksit dan Konfigurasi Lorong Akses Eksit	6
1008	Pencahayaan Jalur Evakuasi	11
1009	Jalur Evakuasi yang Aksesibel	28
1010	Pintu, Gerbang, dan Pintu Putar	45
1011	Tangga	34
1012	Ram	20
1013	Tanda Eksit	8
1014	Handrail	11
1015	Pagar Pengaman	10
1016	Akses Eksit	3
1017	Jarak Tempuh Akses Eksit	5
1018	Lorong	5
1019	Ram dan Tangga Akses Eksit	4
1020	Koridor	8
1021	Balkon	4
1022	Eksit	3
1023	Ram dan Tangga Eksit Interior	15
1024	Lorong Eksit	8
1025	Penandaan Rute Evakuasi	17
1026	Eksit Horizontal	7
1027	Ram dan Tangga Eksit Eksterior	6
1028	Eksit Pelepasan	6
<b>Total Parameter yang Dianalisis</b>		<b>314</b>

IBC juga banyak terintegrasi dengan kode-kode lain seperti NFPA, *International Mechanical Code*, *National Electric Code*, dan *International Plumbing Code*.. Oleh karena itu, IBC dinilai lebih komprehensif karena didukung oleh banyak peraturan lainnya yang sejalan. **Tabel 1**, **Tabel 2** dan **Tabel 3** menunjukkan parameter-parameter yang dikaji pada penelitian ini.

Penyempurnaan aspek ini dilakukan dengan menelaah dengan seksama setiap aspek, subaspek, dan parameter yang ada pada SNI dan referensi lain yang terkait. Potensi modifikasi dan penambahan parameter pada SNI selanjutnya dapat direkomendasikan berdasarkan hasil kajian literatur, dan hasil pengamatan di lapangan serta wawancara dengan para pihak terkait. Rekomendasi tersebut akan divalidasi oleh para ahli yang terdiri dari akademisi, praktisi, maupun pihak Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Barat.

#### **4. HASIL DAN DISKUSI**

Berdasarkan hasil kajian, beberapa aspek dalam SNI 03-1746-2000 yang berpotensi untuk dimodifikasi, meliputi:

##### **1. Aspek Persyaratan Umum**

- a. Subaspek Eksit. Penyempurnaan dapat diambil dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1022.1 terkait pencegahan penggunaan eksit sebagai ruangan lain yang berpotensi menghalangi aktivitas evakuasi. Penggunaan eksit sebagai ruangan lain akan menyebabkan eksit terisi dengan barang-barang yang tidak membantu evakuasi, dan akan menghalangi aktivitas evakuasi. Selain itu, tingkat perlindungan eksit terhadap reruntuhan maupun api harus tetap sampai eksterior gedung. Eksit juga tidak boleh terputus di tengah jalan karena akan membahayakan pengguna yang berevakuasi. Selain itu, penyempurnaan dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1006.3.3 juga dapat dipertimbangkan untuk menentukan jumlah eksit. Eksit tunggal berpotensi tidak dapat mengakomodasi seluruh muatan pengguna yang ada dalam gedung. Maka dari itu, IBC hanya memperbolehkan eksit tunggal untuk pengecualian di atas dan selain itu, semua bangunan harus mempunyai eksit lebih dari satu.
- b. Subaspek Bahan Finis Interior Pada Eksit. Material yang diregulasi oleh SNI 03-146-2000 masih bersifat rancu sehingga dapat dimodifikasi dengan menetapkan bahan yang tidak licin, anti selip dan tertahan dengan baik seperti yang dijelaskan di IBC 2018 Bab 10 *section* 1003.4 sehingga tidak ada pengguna sarana yang tergelincir selama proses evakuasi.
- c. Subaspek Pagar Pengaman. Masukan dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1014.9 dan 1015.2.1 dapat berguna untuk mencegah tidak terjangkaunya *handrail* oleh pengguna tangga yang dapat menyebabkan aktivitas evakuasi terhambat, serta mencegah pembuatan *handrail* tangga dari kaca yang tidak memenuhi syarat. *Handrail* hendaknya dibangun sedemikian rupa sehingga lebar minimum dan kapasitas perlu semua bagian tangga ada pada radius 76,2 cm, dan harus terbuat dari kaca yang memenuhi.

##### **2. Aspek Komponen-Komponen Sarana Jalan ke Luar**

- a. Subaspek Pintu. Penyempurnaan dapat diambil dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1010.1 dan Permen PUPR No. 14 tahun 2017 untuk mencegah bukaan pintu yang terhalang karena akan mengurangi lebar layan pintu dalam berevakuasi, dan tentu saja akan menghambat evakuasi. SNI 03-1746-2000 bagian 5.1.2.1 dapat dimodifikasi sesuai dengan parameter IBC *section* 1010.1.1 karena lebih komprehensif dan jelas. Sementara itu, masukan dari IBC dapat dipertimbangkan untuk mencegah penggunaan pintu yang harus dibedakan dari struktur sekitarnya dan dapat terlihat sebagai pintu, serta tidak boleh tertutup tirai, dekorasi atau bahan lain. Cermin dan bahan reflektif lainnya juga tidak boleh digunakan. Selain itu, bukaan pintu dan jarak antar pintu pun harus juga diatur agar tidak terjadi penumpukan pengguna pada koridor yang tidak mendukung kelancaran evakuasi. Masukan dari Permen PUPR juga dapat dipertimbangkan terkait kriteria pintu ayun dan pintu geser yang banyak digunakan oleh gedung sekolah yang tidak berpotensi menghambat evakuasi, perletakkan perabot, serta perlengkapan pintu dan bahan penutup lantai di depan pintu yang harus didesain seergonomis mungkin.

- b. Subaspek Tangga. Masukan dapat diambil dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1011, 1019, 1023, 1024, dan 1027. IBC *section* 1011 penting untuk dilakukan agar pintu yang berada di sebelah bordes tangga tidak menyebabkan kurangnya kapasitas tangga. Bordes tangga adalah salah satu tempat yang akan ramai dengan pengguna yang berevakuasi. Lebar bordes tangga menjadi lebih krusial untuk akses kaum difabel yang menggunakan kursi roda. Selain itu, permukaan tangga tidak boleh terlalu landai ke arah manapun karena berpotensi untuk menyebabkan pengguna tangga tergelincir, ataupun terlalu curam. Selain itu, tangga harus menerus dari lantai dasar ke atap pada bangunan kurang dari empat lantai. Tangga yang menerus sampai ke atap akan membuat aktivitas evakuasi berjalan lebih mulus bagi pengguna di lantai atas karena mereka tidak perlu berganti-ganti tangga. Penggunaan ruang pada tangga eksterior juga harus diregulasi dengan baik supaya tidak ada pengguna yang terjebak pada ruang tertutup di tangga. Masukan dari IBC *section* 1019 juga penting terkait penggunaan saf pada tangga eksterior untuk melindungi pengguna tangga dari api dan benda reruntuhan lain. Sementara itu, masukan rinci terkait tangga interior juga dapat diambil dari IBC *section* 1023 dan 1024 untuk menyempurnakan persyaratan di SNI yang masih terlalu umum. Sementara itu, IBC telah membedakan persyaratan tangga interior dan eksterior. Penyempurnaan juga dapat diambil dari IBC *section* 1027 untuk memisahkan tangga dengan koridor guna menjamin alur kegiatan evakuasi yang memenuhi syarat.
- c. Subaspek Eksit Horizontal Masukan yang terkait dapat diambil dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Lampiran II mengenai Jembatan Penghubung Antarruang/Antarbangunan, serta dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1021. Permen PUPR No. 14 tahun 2017 telah menetapkan jembatan penghubung antarruang atau antarbangunan dengan cukup detail mencakup ukuran, kelandaian, penunjuk arah, pencahayaan, dan fungsi jembatan.
- d. Subaspek Ram. IBC 2018 Bab 10 *section* 1012.10.2 dan Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Lampiran II-Ram dapat digunakan untuk menyempurnakan SNI dalam menetapkan lebar ram termasuk *handrail*-nya agar kaki pengguna ram tergelincir keluar dari ram dan perletakkan *handrail* di bagian tengah yang akan berguna khususnya kaum difabel dan lansia yang kurang memiliki jangkauan terhadap *handrail* yang baik.
- e. Subaspek Daerah Tempat Perlindungan. Masukan diperoleh dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Pasal 33 dan Lampiran II-Area Tempat Berlindung dan Titik Berkumpul, dan dari BPBD. SNI 03-1746-2000 *section* 5.12.2.5 dan 5.12.2.6 masih mengatur sistem komunikasi dua arah hanya pada daerah tempat perlindungan, sehingga perlu ditambahkan pada bagian lif, dan lainnya. Selain itu, beberapa hal terkait dimensi, tingkat ketahanan api dinding daerah tempat perlindungan, fungsi daerah tempat perlindungan, mebel yang ditempatkan, ventilasi, lokasi, akses, dan bentuk daerah tempat perlindungan juga dapat dilihat di Permen terkait. Sementara itu, BPBD (baris biru) merekomendasikan adanya logistik dan pemenuhan kebutuhan setidaknya sampai tiga hari sehingga para korban dapat bertahan hidup di daerah perlindungan sampai bantuan datang.
- f. Subaspek Lif. Penyempurnaan ini diambil dari Permen PUPR, dan IBC 2018 Bab 10 *section* 1003 dan 1009. Masukan dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Lampiran II-Lif Penumpang dan Lobi Lif telah membahas tentang alat pendaratan darurat pada lif yang belum ada di SNI, selain juga tentang aksesibilitas lif yang ramah bagi kaum difabel, juga tentang perbedaan muka lantai banunan, muka lantai lif. Sementara itu, ketetapan dari IBC *section* 1003 dan 1009 tentang jenis bangunan yang diperbolehkan untuk menyediakan lif evakuasi dan aksesibilitasnya terhadap area perlindungannya juga perlu dipertimbangkan. Pada beberapa jenis gedung, keberadaan lif justru akan menghambat kegiatan evakuasi karena waktu tunggu yang panjang dan kapasitas lif

yang terbatas. Penting bagi pengguna untuk berada di tempat yang terlindungi dari api dan reruntuhan bangunan ketika keluar dari lif.

3. **Aspek Kapasitas Sarana Jalan ke Luar.** Kemampuan jalan sangat dipengaruhi oleh ukuran dan letak komponen sarana evakuasi. Penyempurnaan ini diambil dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1003, 1005, 1006, 1020, dan 1024. IBC *section* 1003 menetapkan tinggi ruangan dan *overhang* benda-benda yang ada pada sarana evakuasi sehubungan dengan aksesibilitas jalur evakuasi terhadap kaum difabel agar tidak terjadi benturan dan menghalangi pergerakan evakuasi. Selanjutnya, masukan IBC *section* 1005 lainnya adalah terkait kontinuitas kapasitas sarana evakuasi. Kapasitas sarana evakuasi tidak boleh berkurang seiring dengan mendekatnya sarana evakuasi terhadap suatu eksit. Semakin dekat sarana evakuasi dengan eksit, semakin banyak pula orang yang harus diakomodasi karena pada akhirnya akan bermuara pada suatu eksit. Selain itu, masukan dari IBC *section* 1006 untuk menetapkan jumlah eksit berdasarkan jarak evakuasi dan muatan pengguna juga perlu dipertimbangkan agar eksit pada gedung sekolah dan asrama tidak terlalu padat. IBC *section* 1020 dan 1024 dapat memberikan gagasan terkait kapasitas koridor, ventilasi udara koridor dan peralatannya, ketahanan api koridor, serta bukaan pada koridor. Saat ini, SNI 03-1746-2000 hanya menetapkan lebar minimum dan kapasitas perlu sarana evakuasi secara umum tanpa memberikan gambaran detail mengenai koridor.
4. **Aspek Susunan Sarana Jalan ke Luar.** Masukan dapat diperoleh dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1006, 1017, dan 1009. IBC *section* 1006 membahas tentang susunan jalur evakuasi dari tangga ke tangga. Bila pengguna harus melewati koridor pada lantai tertentu untuk berpindah dari satu tangga ke tangga lainnya, kegiatan evakuasi akan memakan waktu yang lama dan pengguna akan terpapar dengan risiko api dan reruntuhan bangunan sehingga susunan sarana eksit seperti itu harus dihindari. IBC *section* 1017 juga memberikan gagasan terkait jarak maksimal evakuasi karena semakin jauh jarak evakuasi, semakin tinggi risiko yang harus dihadapi saat evakuasi. Kedua hal ini belum diatur dalam SNI. Sementara itu, IBC *section* 1009 menetapkan komponen yang harus ada pada jalur evakuasi seperti rute yang aksesibel, tangga eksit interior dan eksterior, tangga akses eksit, lif, lift platform, eksit horizontal, ram, area perlindungan dan area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu, yang tidak diatur dalam SNI secara eksplisit.
5. **Aspek Pelepasan dari Eksit.** Penyempurnaan dapat dipertimbangkan dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1028 yang telah menetapkan ketentuan tentang lapangan evakuasi setelah eksit pelepasan dan lapangan evakuasi sebelum eksit pelepasan. Muatan dan dimensinya perlu diatur sehingga dapat mengakomodasi seluruh muatan pengguna.
6. **Aspek Penandaan Sarana Jalan ke Luar.** Masukan dari IBC *section* 1009 adalah terkait penanda pada titik kumpul atau daerah tempat perlindungan dan area eksterior tempat evakuasi. Sementara ini, SNI hanya mengatur penanda eksit. Sementara itu, penulisan penanda eksit dalam huruf braille seperti yang tertera pada IBC *section* 1013 juga dapat diterapkan demi keberlangsungan evakuasi bagi kaum difabel. Selanjutnya, identifikasi tangga seperti yang dijelaskan pada IBC *section* 1023 dapat juga menjadi masukan untuk memudahkan pengguna mengetahui lokasi tangga sebagai sarana eksit. Kemungkinan gangguan pasokan listrik dapat menyebabkan kesulitan bagi pengguna untuk mengidentifikasi letak tangga sehingga diperlukan penanda yang jelas dan dapat dilihat meskipun gelap seperti yang tertera pada IBC *section* 1025. Strip penanda bercahaya di seluruh penjuru jalur evakuasi diharapkan dapat memandu pengguna untuk berevakuasi ke arah yang benar.
7. **Aspek Ruang Peralatan Mekanik, Ruang Ketel Uap dan Ruang Tungku.** Mengatur tentang ketentuan jalur evakuasi dan titik kumpul di ruangan-ruangan yang berisiko tinggi untuk meledak saat bencana. Masukan dari IBC 2018 Bab 10 *section* 1006 dapat dipertimbangkan ketetapan eksit pada ruangan dengan mesin-mesin pemanas dan pendingin karena muatan pengguna dan risiko di ruangan tersebut saat bencana adalah

berbeda dengan ruangan-ruangan lainnya. Kriteria jarak dan jumlah eksit tidak bisa disamakan dengan ruangan pada umumnya. Hal ini sama sekali tidak diregulasi oleh SNI sehingga berpotensi untuk disempurnakan.

Selain beberapa masukan di atas yang dapat digunakan untuk memodifikasi SNI 03-1746-2000 yang sedia ada, penambahan aspek juga diyakini perlu dilakukan agar penerapan jalur evakuasi dan titik kumpul lebih optimal di masa mendatang, antara lain:

1. **Aspek Rencana Evakuasi** menetapkan pembuatan dan pemasangan rencana dan rute evakuasi di seluruh penjuru gedung sekolah. Tambahan ini dapat diambil dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Pasal 29 dan Lampiran II-Rencana Evakuasi sebagai upaya kesiapsiagaan pihak manajemen gedung terkait evakuasi bencana (**Tabel 4**). Hal ini belum dijelaskan dalam SNI 03-1746-2000.
2. **Aspek Sistem Peringatan Bahaya** mengatur berbagai sistem yang digunakan untuk memperingatkan siswa terhadap bahaya bencana yang akan datang. Tambahan ini dapat diambil dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Pasal 30 dan Lampiran II-Sistem Peringatan Bahaya bagi Pengguna dan Eksit (**Tabel 5**). Semakin awal kegiatan evakuasi dimulai, semakin tinggi kesempatan pengguna untuk bertahan hidup.
3. **Aspek Sistem Komunikasi Dua Arah** mengatur penggunaan, fungsi, dan lokasi sistem komunikasi dua arah. Gagasan dari Permen PUPR No. 14 tahun 2017 Pasal 30 dan Lampiran II-Sistem Peringatan Bahaya bagi Pengguna dan Eksit (**Tabel 6**) dapat dipertimbangkan. Saat ini, SNI 03-1746-2000 hanya mewajibkannya di area perlindungan seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Penambahan sistem komunikasi dua arah pada *landing* lif di setiap lantai akan sangat berguna demi kemudahan akses saat bencana. Selain itu, IBC *section 1009* lebih komprehensif dalam menjelaskan fungsi minimal sistem komunikasi dua arah dan mengatur tanda petunjuk penggunaannya untuk mengurangi kebingungan dalam memanfaatkan sistem tersebut.
4. **Aspek Muatan Pengguna** mengatur perhitungan kapasitas maksimum ruangan dalam mengakomodasi jumlah pengguna. Masukan diambil dari IBC *section 1004* (**Tabel 7**).
5. **Aspek Pelatihan Evakuasi** mewajibkan sekolah untuk melakukan latihan evakuasi bencana pada komunitas sekolah secara rutin (**Tabel 8**). Tambahan masukan ini disarankan oleh pihak BPBD sebagai validator dan beberapa ahli yang terlibat dalam proses ini. Penambahan aspek pelatihan evakuasi perlu untuk dilakukan karena sebagian besar masalah yang muncul pada saat evakuasi adalah ketidaktahuan dan ketidakbiasaan pengguna Gedung untuk melakukan evakuasi yang tidak pernah peduli tentang evakuasi sampai bencana datang. Ketika pelatihan kerap dilakukan, para pengguna gedung diharapkan akan terbiasa dan tahu apa yang mereka lakukan. Hal ini akan mereduksi waktu evakuasi secara signifikan karena semua orang tahu lokasi yang harus dituju dengan tenang sehingga korban dapat diminimalisir. Pelatihan evakuasi yang rutin juga menjadi ajang bagi pemilik gedung untuk menilai kapasitas sarana evakuasi gedung sehingga dapat dievaluasi untuk perbaikan.
6. **Aspek Area Eksterior Untuk Penyelamatan Yang Dibantu** mengatur dimensi, fungsi, letak dan kelengkapan yang harus ada pada area eksterior yang akan menjadi area evakuasi. Penyempurnaan ini dapat diperoleh dari IBC *section 1009* (**Tabel 9**). Hal ini perlu ditambahkan karena dapat membolehkan pihak terkait untuk membantu pengguna gedung yang tidak dapat keluar sendiri dari area gedung.



*Potensi Pengembangan Persyaratan Standar Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul pada Bangunan Sekolah di Indonesia*

**Tabel 4. Penambahan Aspek Rencana Evakuasi**

Section	Parameter	Sumber
<b>Pasal 29</b>	<p>(1) Rencana evakuasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 ayat (1) huruf a merupakan panduan evakuasi ke luar Bangunan Gedung yang digunakan oleh Pengguna dan Pengunjung Bangunan Gedung serta petugas evakuasi pada saat bencana atau keadaan darurat lainnya.</p> <p>(2) Rencana evakuasi harus memperhatikan:</p> <p>a. penempatan pada lokasi yang banyak diakses dan mudah terlihat oleh Pengguna Bangunan Gedung dan Pengunjung Bangunan Gedung; dan</p> <p>b. kemudahan dan kejelasan informasi yang disampaikan.</p>	Permen PUPR no. 14 tahun 2017
<b>Lampiran II - Rencana Evakuasi</b>	<p>a) Gambar dan tulisan harus dapat terbaca dengan jelas.</p> <p>b) Harus menunjukkan tata letak lantai terhadap orientasi bangunan yang benar dan menekankan pada jalur penyelamatan (dalam kaitannya dengan lokasi pembaca), koridor penyelamatan dan eksit menggunakan kata, warna, dan tanda arah yang tepat.</p> <p>c) Informasi lain yang dapat dilengkapi pada rencana penyelamatan kebakaran meliputi:</p> <p>(1) lif kebakaran;</p> <p>(2) slang kebakaran;</p> <p>(3) alat pemadam api ringan (APAR);</p> <p>(4) pipa tegak kering dan/atau pipa tegak basah;</p> <p>(5) papan indikator api/kebakaran; dan</p> <p>(6) titik panggil alarm manual.</p>	

**Tabel 5. Penambahan Aspek Sistem Peringatan Bahaya**

Section	Parameter	Sumber
<b>Pasal 30</b>	<p>(1) Sistem peringatan bahaya bagi pengguna sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 ayat (1) huruf b merupakan peringatan dini bagi Pengguna Bangunan Gedung dan Pengunjung Bangunan Gedung terhadap bencana atau situasi darurat lainnya.</p> <p>(2) Sistem peringatan bahaya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit terdiri atas:</p> <p>a. sistem audio; dan/atau</p> <p>b. sistem visual.</p> <p>(3) Perancangan dan penyediaan sistem peringatan harus memperhatikan:</p> <p>a. kemampuan berfungsi secara otomatis dalam kondisi darurat;</p> <p>b. kemampuan untuk diaktifkan secara manual sesuai dengan prosedur pengamanan bangunan pada zona tertentu; dan</p> <p>c. kemudahan pencapaian dan penempatan pada lokasi yang mudah terlihat.</p>	Permen PUPR no. 14 tahun 2017
<b>Lampiran II - Sistem Peringatan Bahaya bagi Pengguna</b>	<p>a) Sistem peringatan bahaya pada Bangunan Gedung berupa sistem alarm bencana (kebakaran, gempa, tsunami) dan/atau sistem peringatan menggunakan audio/tata suara dan visual (cahaya berpendar dalam gelap dan waktu berpendar paling sedikit 2 jam dapat menyala tanpa sumber daya cadangan).</p> <p>b) Sistem alarm bencana (kebakaran, gempa, tsunami) dan/atau sistem peringatan bahaya dipasang sesuai SNI 0225: 2011 atau edisi terbaru tentang "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)", dan SNI 3985: 2000 atau edisi terbaru tentang "Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung".</p> <p>c) Sistem pencahayaan darurat dipasang sesuai SNI 6574: 2001 tentang "Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat".</p> <p>d) Sarana jalan keluar dipasang sesuai SNI 1746: 2000 tentang "Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung".</p> <p>e) Jalur evakuasi pada saat terjadi tsunami dipasang sesuai SNI 7766: 2012 tentang "Jalur Evakuasi Tsunami".</p> <p>f) Jenis-jenis sensor yang dapat digunakan pada alarm kebakaran antara lain:</p> <p>(1) Sensor asap (Smoke Detector) Sensor asap akan mendeteksi intensitas asap pada suatu ruangan.</p> <p>(2) Sensor panas (Heat Detector) Sensor panas akan mendeteksi perubahan panas di suatu ruangan dengan perubahan bentuk atau konduktivitas benda pada sensor karena perubahan panas tersebut.</p> <p>(3) Sensor percikan api (Flame Detector) Sensor percikan api akan bekerja untuk mendeteksi bila terjadi percikan api di suatu area pantauannya.</p> <p>(4) Sensor gas (Gas Detector) Sensor gas akan untuk mendeteksi kehadiran sebuah gas dalam area tertentu yang berpotensi menimbulkan kebakaran atau pun menyebabkan gangguan keselamatan bagi manusia.</p> <p>(5) Sensor warna/citra (Images sensor) Sensor warna menganalisa spektrum warna yang dihasilkan dari suatu objek yang berpotensi menghasilkan ledakan kebakaran.</p>	

**Tabel 5. Penambahan Aspek Sistem Peringatan Bahaya lanjutan**

<i>Section</i>	<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
<b>Lampiran II - Eksit</b>	25) Beberapa perangkat deteksi seperti alarm dapat dipasang untuk membatasi penyalahgunaan eksit yang dapat mengakibatkan kegagalan fungsi eksit, menghambat atau menghalangi proses evakuasi Pengguna Bangunan Gedung dan Pengunjung Bangunan Gedung.	

**Tabel 6. Penambahan Aspek Sistem Komunikasi Dua Arah**

<i>Section</i>	<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
<b>1009.8</b>	Sistem komunikasi dua arah harus disediakan pada landing yang melayani setiap lif pada setiap lantai yang aksesibel, yang terletak satu lantai di atas atau di bawah tingkat eksit pelepasan. Pengecualian pada: 1. Landing yang melayani setiap lif di mana sistem komunikasi dua-arah tersedia pada area perlindungan, sesuai <i>section</i> 1009.6.5 2. Lantai dengan ram sesuai dengan <i>section</i> 1012. 3. Landing yang melayani lif barang yang tidak dirancang sebagai bagian dari sarana evakuasi atau rute aksesibel yang diperlukan ke suatu fasilitas.	IBC 2018 Bab 10
<b>1009.8.1</b>	Sistem komunikasi dua arah harus mengakomodasi komunikasi antara setiap lokasi yang diperlukan dan pusat kendali kebakaran, atau lokasi titik kendali pusat yang disetujui oleh pemdam kebakaran. Ketika titik kendali pusat tidak terletak pada lokasi yang dihuni, sistem komunikasi dua-arah harus memiliki telepon otomatis yang dapat menghubungi lokasi <i>monitoring</i> atau kontak darurat nasional. Komunikasi dua-arah harus memiliki penanda suara dan visual.	
<b>1009.2</b>	Petunjuk pakai sistem komunikasi dua-arah, panggilan bantuan, dan identifikasi tertulis dari lokasi harus terdapat di sebelah sistem komunikasi dua-arah tersebut. Penanda tersebut harus memenuhi syarat ICC A117.1 untuk karakter visual.	

**Tabel 7. Penambahan Aspek Muatan Pengguna**

<i>Section</i>	<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
<b>1004.2-1004.3</b>	Muatan penghuni adalah jumlah kumulatif orang yang melintas pada sarana evakuasi. Sarana evakuasi harus kasat mata dan jelas. Pada sarana evakuasi tersebut, hanya sejumlah pengguna yang diperbolehkan untuk menggunakan sarana evakuasi tersebut. Bila pengguna yang melintas melebihi muatan pengguna maksimal, maka perlu dibuat sarana evakuasi kedua. Ketentuan ini berlaku untuk evakuasi horizontal maupun vertikal. Karena itu, pembuatan sarana evakuasi vertikal tidak berdasarkan pada muatan pengguna kumulatif, namun kapasitas yang diperlukan pada eksit setiap lantai. Sepanjang rute perjalanan evakuasi, kapasitas sarana evakuasi tidak boleh menurun.	IBC 2018 Bab 10
<b>1004.4</b>	Pada penempatan tunggal ( <i>individual occupancy</i> ), sarana evakuasi perlu memenuhi syarat untuk penempatan tersebut. Pada penempatan jamak ( <i>multiple occupancies</i> ), terdapat persyaratan yang lebih ketat yang harus dipenuhi.	
<b>1004.5</b>	Pada gedung yang tidak memiliki pengaturan tempat duduk yang tetap, pengurus gedung memiliki hak untuk menentukan muatan pengguna pada gedungnya sesuai dengan kebijakan dan standar yang berlaku. Untuk ruang kelas, patokan muatan pengguna yang bisa dipakai minimal adalah 1.86 meter persegi area netto per orang. Untuk menentukan muatan pengguna, perlu diasumsikan bahwa semua ruangan dalam gedung akan memiliki muatan yang sama pada saat yang bersamaan.	
<b>1004.5.1</b>	Angka muatan pengguna yang dihitung pada poin 1004.5 adalah angka muatan pengguna minimal untuk merancang sarana evakuasi. Peraturan ini mengatur bahwa muatan pengguna bisa ditingkatkan bila seluruh sistem sarana evakuasi juga ditingkatkan kapasitasnya, asalkan semua peraturan yang mengatur muatan tersebut terpenuhi. Tetapi, muatan pengguna tidak diperbolehkan berada di bawah 0.65 meter persegi per orang.	
<b>1004.6</b>	Untuk gedung dengan pengaturan tempat duduk yang tetap, muatan pengguna dihitung berdasarkan jumlah tempat duduk yang tersedia. Pengaturan tempat duduk yang tetap didefinisikan sebagai tempat duduk permanen, tidak mudah dipindahkan, dan permanen. Lorong pada gedung ini dianggap sebagai sarana evakuasi sehingga tidak boleh terhambat. Itulah sebabnya kapasitas lorong tidak boleh dihitung dalam muatan pengguna maksimal. Dalam rangka menemukan hasil perhitungan muatan pengguna maksimal yang lebih akurat, ada beberapa area yang bisa dihitung sebagai tempat yang mengakomodasi muatan pengguna, contohnya akses kursi roda, area menunggu, dan lain-lain. Bila ada ruangan yang menggunakan tempat duduk memanjang (menerus), harus diasumsikan bahwa ada satu orang yang menempati area tersebut per 457mm panjang bangku. Ketika ada ruangan yang menggunakan tempat duduk <i>booth</i> , harus diasumsikan bahwa ada satu orang yang menempati area tersebut per 610mm panjang <i>booth</i> .	
<b>1004.7</b>	Area luar ruangan harus disediakan sarana evakuasi berdasarkan parameter yang berlaku untuk area dalam ruangan. Area luar ruangan tersebut akan masuk dalam pertimbangan perhitungan keseluruhan sistem sarana evakuasi. Kebijakan pengurus gedung menjadi krusial dalam penentuan kapasitas muatan pengguna dan penentuan seberapa aksesibel suatu jalur evakuasi oleh pengguna dalam penentuan syarat jalur evakuasi.	

**Tabel 7. Penambahan Aspek Muatan Pengguna Lanjutan**

<i>Section</i>	<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
<b>1004.9</b>	Setiap ruangan yang digunakan untuk berkumpul harus memiliki tanda yang menyatakan besarnya kapasitas muatan pengguna ruangan tersebut. Penanda tersebut harus terletak pada pintu keluar utama pada ruangan dan dirawat secara permanen.	

**Tabel 8. Penambahan Aspek Pelatihan Evakuasi**

<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
Setiap sekolah wajib mengadakan latihan evakuasi bencana pada siswa-siswa di sekolah	
Latihan evakuasi bencana menjadi simulasi pengujian jalur evakuasi dan hasil dari pelatihan tersebut menjadi penilaian tambahan untuk kelayakan jalur evakuasi eksisting dan titik kumpul existing	Usulan Validator

**Tabel 9. Penambahan Aspek Area Eksterior untuk Penyelamatan yang Dibantu**

<i>Section</i>	<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>
<b>1009.7</b>	Area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu harus bisa diakses oleh rute yang aksesibel dari area yang dilayani. Ketika eksit pelepasan tidak memiliki rute yang aksesibel dari eksit yang terletak pada tingkat eksit pelepasan ke jalan umum, area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu harus disediakan pada landing eksterior sesuai <i>section</i> 1009.7.1 sampai 1009.7.4.	
<b>1009.7.1</b>	Setiap area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu harus berukuran cukup untuk mengakomodasi ruang kursi roda sesuai dengan <i>section</i> 1009.6.3	
	Dinding eksterior yang memisahkan area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu dari interior bangunan harus memiliki nilai tahan-api sebesar satu jam, dinilai berdasarkan paparan api dari dalam bangunan. Konstruksi dinding eksterior tersebut harus terbentang horizontal sepanjang setidaknya 3 m lebih panjang dari landing setiap sisi, atau memanjang tegak lurus terhadap dinding eksterior setidaknya 1.22 m pada sisi landing. Konstruksi dinding eksterior tersebut harus memanjang vertikal dari tanah sampai setidaknya setinggi 3 m di atas permukaan lantai area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu, atau ke garis atap, manapun yang lebih rendah. Bukaan pada dinding eksterior tersebut harus terlindungi. Pengecualian: Penilaian tahan api dan perlindungan bukaan tidak diperlukan pada dinding eksterior ketika bangunan dilengkapi sistem springkler otomatis.	IBC 2018 Bab 10
<b>1009.7.3</b>	Area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu harus terbuka ke daerah luar-ruangan. Sisi selain tembok pemisah harus terbuka setidaknya 50%, dan area terbuka tersebut harus didistribusikan untuk meminimasi akumulasi asap atau gas beracun.	
<b>1009.7.4</b>	Tangga yang menjadi bagian sistem evakuasi untuk area eksterior untuk penyelamatan yang dibantu harus memiliki lebar minimum 1.22 meter di antara <i>handrail</i> , kecuali pada tangga yang melayani bangunan yang dilengkapi sistem springkler otomatis, sesuai dengan <i>section</i> 903.3.1.1 atau 903.3.1.2.	

Sebagai catatan, upaya penyempurnaan SNI 03-1746-200 ini juga disambut baik oleh banyak pihak yang diketahui dari tanggapan semua validator yang terlibat dalam penelitian ini, khususnya pihak BPBD. Hal ini mengingat BPBD belum memiliki parameter yang mendetail untuk mengatur ukuran, jumlah, dan lokasi sarana evakuasi dalam pembangunan gedung, terutama pada bangunan sekolah sampa saat ini. Dalam pelaksanaannya, diperlukan sebuah sistem informasi yang dapat menunjang informasi terjadi bencana alam, serta upaya evakuasi [1].

## 5. KESIMPULAN

Sebagai upaya penyempurnaan SNI 03-1746-200, penelitian ini berhasil mengidentifikasi tujuh aspek yang dapat digunakan untuk pertimbangan modifikasi yaitu Persyaratan Umum, Komponen-Komponen Sarana Jalan ke Luar, Kapasitas Sarana Jalan ke Luar, Susunan Saranan Jalan ke Luar, Pelepasan Eksit, Penandaan Sarana Jalan ke Luar, Ruang Peralatan Mekanik, Ruang Ketel Uap dan Ruang Tungku. Selain itu, enam aspek lainnya yang juga dapat ditambahkan meliputi Rencana Evakuasi, Sistem Peringatan Bahaya, Sistem Komunikasi Dua Arah, Muatan Pengguna, Pelatihan Evakuasi, dan Area Eksterior Untuk Penyelamatan Yang Dibantu. Hasil penelitian awal ini diharapkan dapat menjadikan SNI yang sedia ada untuk lebih

lebih komprehensif dan terintegrasi dalam menentukan, menganalisis serta membangun jalur evakuasi dan titik kumpul terutama di bangunan sekolah yang lebih baik di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abadi Nugroho, A. N. (2020). Penerapan Metode Haversine Formula Untuk Penentuan Titik Kumpul pada Aplikasi Tanggap Bencana. *Metik Jurnal*, 4(2), 69–75. <https://doi.org/10.47002/metik.v4i2.190>
- [2] Alrehaili, N. R., Almutairi, Y. N., Alghamdi, H. M., & Musaad, S. (2022). *A Structural Review on Disaster Management Models and Their Contributions*. 93–108.
- [3] BMKG. (2017). *Gempa Bumi*. <http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang-gempa>
- [4] BNPB. (2015). Indeks Risiko Bencana. In *Bnpb*. <http://inarisk.bnpb.go.id/irbi>
- [5] BNPB. (2019). *BNPB Kenalkan Integrasi Data Sekolah dan Kebencanaan Melalui InaRISK di ASEAN*. <https://www.bnpb.go.id/berita/bnpb-kenalkan-integrasi-data-sekolah-dan-kebencanaan-melalui-inarisk-di-asean>
- [6] BNPB. (2022). *Korban dan Kerusakan Menurut Bencana*. <https://dibi.bnpb.go.id/kbencana>
- [7] Bujung, C. A. N. (2019). Pelatihan “Mitigasi Bencana Gempa Bumi” Sebagai Upaya Minimalisir Resiko Bencana Bagi Wanita/Kaum Ibu Lingkungan Vi Malalayang Satu Timur. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 11(2), 147–154. <https://doi.org/10.36412/abdimas.v11i2.887>
- [8] Gusti. (2014). *28 Wilayah Rawan Gempa dan Tsunami*. <https://www.ugm.ac.id/id/berita/9278-28-wilayah-rawan-gempa-dan-tsunami>
- [9] Lekkas, A. M., & Fossen, T. I. (2014). Integral LOS Path Following for Curved Paths Based on a Monotone Cubic Hermite Spline Parametrization. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 22(6), 2287–2301. <https://doi.org/10.1109/TCST.2014.2306774>
- [10] Liu, L., Jin, H., Liu, Y., & Zhang, X. (2022). Intelligent Evacuation Route Planning Algorithm Based on Maximum Flow. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph19137865>
- [11] NFPA, N. F. P. A. (2021). *NFPA 101 Life Safety Code 2021*.
- [12] Peek, L. (2008). Children and disasters: Understanding vulnerability, developing capacities, and promoting resilience—an introduction. *Children Youth and Environments*, 18(1), 1–29. <http://www.jstor.org/stable/10.7721/chilyoutenvi.18.1.0001>
- [13] Proulx, K., & Aboud, F. (2019). Disaster risk reduction in early childhood education: Effects on preschool quality and child outcomes. *International Journal of Educational Development*, 66, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2019.01.007>
- [14] RDI. (2020). *Evaluasi Nasional Program Satuan Pendidikan Aman Bencana*. <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://spab.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2021/08/INA-Evaluasi-Nasional-SPAB-FINAL.pdf>
- [15] Tahir, M., Safruddin, S., Radiusman, R., & Nursaptini, N. (2020). Pendidikan Mitigasi Bencana Gempa Bumi Di Sdn 1 Dan Sdn 2 Ganti Praya Timur Lombok Tengah. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 290. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.2868>
- [16] Tay, H. L., Banomyong, R., Varadejsatitwong, P., & Julagasigorn, P. (2022). Mitigating Risks in the Disaster Management Cycle. *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7454760>
- [17] Wisdom Girigiri, B., & Wisdom, B. (2022). Organizational Effectiveness in Disaster Management: a Critical Review of Disaster Management Cycle. *Print) International Journal of Social Science and Humanities Research*, 7(March), 142–149. [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)