

## Kajian Evakuasi dan Sarana Kebakaran Gedung Istora Senayan Berbasis Standar Nasional dan Simulasi *Pathfinder*

### ARCHITECTURAL MODELING OF SPECTATOR EGRESS PATHS AND EVACUATION TIME AT ISTORA SENAYAN USING PATHFINDER SIMULATION

Fajar A. Sumantri<sup>1)</sup> , Yoga Darmawan<sup>2)</sup> , Ditya A. Rahayu<sup>3)</sup> , Mona Anggiani<sup>4)</sup>\* 

<sup>1</sup> Arsitektur, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Indonesia, [fajarajisumantri@gmail.com](mailto:fajarajisumantri@gmail.com)

<sup>2</sup> Arsitektur, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Indonesia, [yogadarmawan4599@gmail.com](mailto:yogadarmawan4599@gmail.com)

<sup>3</sup> Arsitektur, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Indonesia, [dityaannar8@gmail.com](mailto:dityaannar8@gmail.com)

<sup>4</sup> Arsitektur, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Indonesia, [mona.anggiani@mercubuana.ac.id](mailto:mona.anggiani@mercubuana.ac.id)

\*email korespondensi: [mona.anggiani@mercubuana.ac.id](mailto:mona.anggiani@mercubuana.ac.id)

#### Abstrak

Istora Gelora Bung Karno (sebelumnya dikenal sebagai Istora Senayan) merupakan sebuah stadion indoor dengan kapasitas 7.180 kursi yang digunakan untuk berbagai acara olahraga dan kegiatan publik lainnya. Sebagai fasilitas dengan kapasitas besar, sistem evakuasi yang efektif sangat penting untuk memastikan keselamatan pengunjung, terutama dalam kondisi darurat. Tragedi yang terjadi di Stadion Kanjuruhan, Malang, yang menyebabkan banyaknya korban jiwa akibat kekacauan dalam proses evakuasi, menyoroti pentingnya perencanaan evakuasi yang tepat di fasilitas olahraga. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jalur dan waktu evakuasi penonton di Gedung Istora Senayan, Jakarta, dengan menggunakan metode observasi lapangan dan simulasi aplikasi Pathfinder. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar sarana evakuasi telah memenuhi standar yang berlaku, meskipun masih ada beberapa isu terkait perawatan material. Sementara itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu evakuasi di Gedung Istora belum memenuhi standar waktu evakuasi yang ditetapkan. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif naratif untuk menggambarkan hasil simulasi dan observasi. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi untuk perbaikan sistem evakuasi yang lebih efektif, guna mengurangi risiko korban jiwa dalam kondisi darurat pada fasilitas olahraga dan gedung publik lainnya.

**Kata kunci:** evakuasi bangunan; evakuasi stadion; jalur evakuasi; simulasi *Pathfinder* ; waktu evakuasi.

### **Abstract**

*Istora Gelora Bung Karno (formerly known as Istora Senayan) is an indoor stadium with a seating capacity of 7,180, used for various sports events and other public activities. As a large-capacity facility, an effective evacuation system is crucial to ensure the safety of visitors, particularly in emergency situations. The tragedy that occurred at Kanjuruhan Stadium in Malang, which resulted in numerous casualties due to the chaos during the evacuation process, highlights the importance of proper evacuation planning in sports facilities. This study aims to examine the egress routes and evacuation time for spectators at Istora Senayan in Jakarta, using field observation and Pathfinder simulation. The findings from the field observation indicate that most of the evacuation provisions meet the current standards, although there are some issues related to material maintenance. Meanwhile, the simulation results reveal that the evacuation time at Istora Senayan does not meet the established evacuation time standards. This study employs descriptive narrative analysis to present the simulation and observational results. The findings are expected to serve as an evaluation tool for improving the evacuation system, thereby reducing the risk of fatalities in emergency situations at sports facilities and other public buildings.*

**Keywords:** building evacuation; evacuation routes; evacuation stadium; evacuation time; Pathfinder simulation.

*Article history: Received 10 May 2025, Accepted 28 May 2025, Available online 31 May 2025*

## **1 PENDAHULUAN**

Sebagai Ibukota Negara Indonesia, Jakarta merupakan kota metropolitan yang menawarkan berbagai macam hiburan untuk wisatawan lokal maupun mancanegara. Banyak bangunan penting yang diwariskan oleh pemerintahan Republik Indonesia paska kemerdekaan yang hingga kini masih dapat digunakan (Anggiani & Ghassani, 2022). Masyarakat Indonesia, khususnya di Jakarta, terkenal dengan fanatisme-nya. Sebuah bangunan yang memiliki kapasitas besar memiliki berbagai risiko yang tidak dapat diprediksi seperti ancaman terorisme, bencana alam, dan terjadinya kebakaran (Rahardjo et al., 2019).

Fasilitas olahraga berskala besar seperti Istora Gelora Bung Karno merupakan ruang publik yang digunakan untuk berbagai kegiatan, mulai dari pertandingan olahraga hingga acara hiburan. Dengan kapasitas mencapai ribuan penonton, aspek keselamatan menjadi isu yang sangat penting untuk diperhatikan. Terutama dalam kondisi darurat, keberadaan jalur evakuasi yang jelas dan sistematis menjadi krusial. Kegagalan dalam manajemen evakuasi dapat berakibat fatal, sebagaimana terlihat pada sejumlah insiden di stadion yang menelan banyak korban jiwa akibat kepanikan massal (Wiyono et al., 2023; Yogadhita & Agustin, 2023). Untuk mengantisipasi risiko tersebut dan mengevaluasi efektivitas sistem evakuasi, berbagai pendekatan analisis kini digunakan, salah satunya adalah pemodelan komputer.

Pemodelan komputer menjadi suatu pendekatan untuk studi kelayakan bangunan terhadap keamanan sarana evakuasi dari kebakaran (M. Choi & Chi, 2019; Ronchi, 2021). Dalam hal ini, kemudahan akses evakuasi pada bangunan yang memiliki kapasitas besar sangat penting. Berbagai bencana bisa terjadi kapan saja dan dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar. Dengan konsep meminimalisir pergerakan manusia, tanpa disadari bangunan dapat menimbulkan risiko baru yang jarang disadari, yaitu kebakaran (Soewarno,

2015). Aset harus dikelola untuk menghadapi berbagai risiko yang bisa terjadi, di antaranya risiko kebakaran (Suprayitno & Aryani, 2018; Vatsa, 2004).

Istora Senayan sebagai bagian dari Kompleks Gelora Bung Karno memiliki peran penting dalam penyelenggaraan berbagai kegiatan berskala nasional maupun internasional. Dengan kapasitas 7.180 kursi, gedung ini harus mampu menjamin keselamatan setiap pengunjung dalam berbagai situasi. Meskipun secara fisik telah dilengkapi dengan fasilitas evakuasi, belum banyak studi yang secara khusus meninjau efektivitas jalur dan waktu evakuasi di gedung ini menggunakan pendekatan berbasis simulasi komputer, yang mampu merepresentasikan pergerakan massa secara lebih realistis.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sejauh mana efektivitas jalur dan waktu evakuasi penonton di Istora Senayan dalam kondisi darurat. Apakah infrastruktur evakuasi yang ada telah memadai dan apakah waktu evakuasi yang dibutuhkan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku? Selain itu, bagaimana simulasi evakuasi berbasis komputer seperti *Pathfinder* dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi hambatan dan membantu merancang skenario evakuasi yang lebih aman?

## 2 KAJIAN LITERATUR

Dalam penelitian ini, kajian teori SNI 03-1746-2000 akan difokuskan pada dua aspek utama, yaitu sarana dan prasarana kebakaran serta ketersediaan jalur evakuasi. Aspek pertama mencakup pemasangan sistem pemadam kebakaran, jalur evakuasi, pintu keluar darurat, dan sistem alarm kebakaran. Aspek kedua berkaitan dengan penataan jalur evakuasi yang jelas dan mudah diakses oleh penghuni gedung dalam situasi darurat. Penggunaan teori ini bertujuan untuk memastikan penerapan standar yang sesuai guna meningkatkan keselamatan evakuasi dan pengurangan risiko kebakaran di Gedung Istora Senayan.

Sarana dan prasarana kebakaran merupakan elemen krusial dalam memastikan keselamatan bangunan dari ancaman kebakaran. Pemasangan sistem pemadam kebakaran, jalur evakuasi yang jelas, pintu keluar darurat, dan sistem alarm kebakaran harus dirancang sesuai dengan standar yang berlaku untuk meminimalkan risiko korban jiwa (Lestari et al., 2021; Pontan & Maxsi, 2021). Sesuai dengan SNI 03-1746-2000, sistem ini harus terintegrasi dalam perencanaan bangunan, memperhitungkan kapasitas dan aksesibilitas untuk seluruh penghuni dalam situasi darurat. tidak terhalang dan mudah dijangkau oleh semua orang.

Dalam konteks keselamatan kebakaran bangunan, SNI 03-1746-2000 menekankan pentingnya keberadaan sistem proteksi kebakaran yang terencana dan terintegrasi, baik secara aktif maupun pasif. Sistem proteksi aktif, seperti detektor dan alarm kebakaran, alat

pemadam api ringan (APAR), *hydrant*, dan *sprinkler*, berfungsi sebagai alat respon awal terhadap insiden kebakaran. Namun, banyak bangunan di Indonesia belum memenuhi standar terkait jumlah, penempatan, dan pemeliharaan fasilitas tersebut, yang berdampak langsung pada penurunan efektivitas sistem (Hesna et al., 2009; Zulfiar & Gunawan, 2018).

Lebih lanjut, jalur evakuasi dan fasilitas penyelamatan seperti tangga darurat, pintu keluar darurat, serta pencahayaan darurat, harus dirancang dengan akses yang jelas, bebas hambatan, dan sesuai kapasitas pengguna di bangunan tersebut. Banyak kasus menunjukkan bahwa jalur evakuasi tidak sesuai standar, baik dari segi lebar, keberlanjutan lintasan, maupun keberadaan tanda dan pencahayaan darurat, yang secara signifikan menurunkan tingkat keselamatan penghuni dalam kondisi darurat (D. C. Choi et al., 2020; Fole & Mujaddid, 2023).

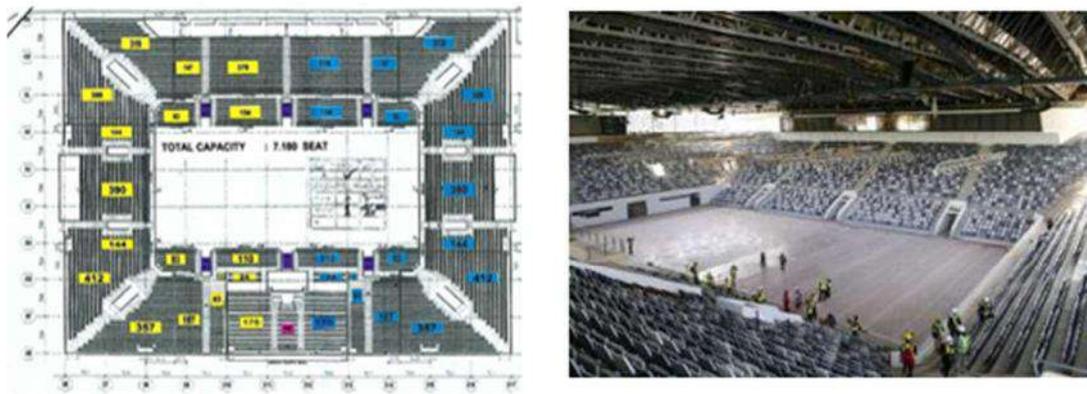
Simulasi evakuasi dengan perangkat lunak *Pathfinder* menjadi salah satu pendekatan modern yang banyak digunakan untuk menganalisis perilaku manusia dalam situasi darurat, seperti kebakaran di bangunan publik (Rostami & Alaghmandan, 2021; Zhang & Long, 2021). *Pathfinder* memungkinkan perancang dan peneliti untuk memvisualisasikan proses evakuasi berdasarkan data spasial dan perilaku penghuni secara dinamis. Dengan dukungan model berbasis agen (*agent-based modeling*), perangkat ini mampu merepresentasikan pergerakan individu secara realistis, termasuk faktor kecepatan, hambatan fisik, serta pengaruh lingkungan terhadap keputusan saat evakuasi.

Manfaat utama dari penggunaan *Pathfinder* adalah kemampuannya dalam menguji berbagai skenario evakuasi tanpa harus melakukan uji coba langsung di lapangan (Kuligowski et al., 2023; Shcholokov et al., 2023). Hal ini sangat berguna untuk bangunan berkapasitas besar seperti Gedung Istora Senayan, yang memiliki kompleksitas jalur keluar dan volume pengguna tinggi. Melalui simulasi, titik-titik potensi kemacetan, keterlambatan evakuasi, atau kekurangan jalur darurat dapat diidentifikasi lebih awal dan diperbaiki melalui desain ulang atau penambahan fasilitas keselamatan. Selain itu, *Pathfinder* mendukung analisis waktu evakuasi secara kuantitatif, yang penting dalam menilai apakah sistem keselamatan bangunan sudah memenuhi standar.

Sebagai alat bantu simulasi, *Pathfinder* cukup berguna dalam mengevaluasi kinerja evakuasi bangunan. Namun, akurasi sangat dipengaruhi oleh kualitas data arsitektural dan asumsi perilaku pengguna. Dalam konteks bangunan publik seperti Istora Senayan, tantangan muncul ketika simulasi tidak sepenuhnya menangkap situasi nyata—misalnya saat kepanikan atau visibilitas rendah akibat asap. Karena itu, hasil simulasi sebaiknya dilihat sebagai pendukung analisis desain, bukan satu-satunya acuan. Pada studi ini, *Pathfinder* dimanfaatkan untuk menilai kesesuaian jalur evakuasi dengan standar, sekaligus mengidentifikasi ruang perbaikannya.

### 3 OBJEK PENELITIAN dan METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah Gedung Istora Senayan, Jakarta Pusat. Gedung ini kerap kali digunakan sebagai tempat pertandingan olahraga, namun tidak jarang juga digunakan untuk acara lainnya, seperti konser musik atau pameran (Gambar 1.). Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif, guna melihat lebih terukur perilaku penonton saat harus melakukan evakuasi dari Gedung Istora Senayan dalam situasi darurat. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran numerik yang jelas dan bisa dianalisis, terutama dalam mengevaluasi seberapa efektif jalur evakuasi yang tersedia. Mengingat kapasitas gedung yang besar dan kerumunan yang sering terjadi, keselamatan menjadi perhatian utama. Karena itu, diperlukan cara yang dapat memetakan pergerakan orang secara realistis dan menghitung berapa lama proses evakuasi berlangsung dalam berbagai kondisi.



**GAMBAR 1. (KIRI) DENAH TEMPAT DUDUK DI GEDUNG OLAHRAGA ISTORA DAN (KANAN) RUANG DALAM GEDUNG OLAHRAGA ISTORA, SENAYAN.**

Pengumpulan data dilakukan melalui dua cara, yaitu observasi lapangan dan simulasi berbasis perangkat lunak. Observasi dilakukan secara langsung di lokasi untuk mengidentifikasi tata letak ruang dalam gedung, posisi jalur evakuasi, penempatan peralatan keselamatan, serta arah petunjuk evakuasi. Selain itu, diamati pula aspek instalasi teknis yang berperan dalam mendukung proses evakuasi, seperti sistem pencahayaan darurat dan alarm. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam menyusun model simulasi yang mencerminkan kondisi aktual gedung.

Simulasi evakuasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Pathfinder*, yang mampu memvisualisasikan pergerakan individu dalam situasi darurat melalui model tiga dimensi. Aplikasi ini memungkinkan analisis skenario evakuasi secara dinamis dengan mempertimbangkan kecepatan gerak, kapasitas ruang, dan kepadatan pengguna. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, simulasi ini

dimaksudkan untuk menguji keandalan desain jalur evakuasi serta mengestimasi waktu tempuh evakuasi menuju titik kumpul yang aman.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menafsirkan hasil simulasi berupa durasi evakuasi dan distribusi pergerakan penonton. Hasil ini dibandingkan dengan standar keselamatan untuk menilai apakah jalur yang tersedia sudah memadai atau perlu perbaikan. Selain itu, simulasi juga digunakan untuk menguji alternatif desain evakuasi, seperti penambahan pintu keluar atau pengaturan ulang alur sirkulasi.

## **4 HASIL dan PEMBAHASAN**

### **4.1 Evaluasi Fasilitas Keselamatan dan Jalur Evakuasi**

#### **Aksesibilitas Jalur Keluar**

Koridor jalur keluar pengunjung di Istora Senayan memiliki lebar 165 cm dengan tinggi bersih 2,1 meter. Jarak tempuh menuju akses evakuasi terdekat adalah sekitar 8 meter. Denah bangunan relatif sederhana, dan terdapat lebih dari satu jalur keluar, sehingga jalur evakuasi dapat terlihat dengan jelas dari berbagai titik. Material penutup lantai yang digunakan adalah epoxy, yang memiliki permukaan tidak licin. Sementara itu, sistem sirkulasi bagi pejalan kaki di area tribun belum dilengkapi dengan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas. Kondisi fisik tersebut menunjukkan bahwa bangunan telah memenuhi sebagian besar aspek keselamatan evakuasi, namun masih terdapat kekurangan dalam hal inklusivitas akses bagi semua pengguna.

#### **Rambu dan Penunjuk Arah Keluar Bangunan**

Pada area koridor bangunan yaitu area pintu masuk tribun, terdapat rambu atau petunjuk arah yang menunjukkan jalur evakuasi. Petunjuk tersebut dilengkapi dengan pencahayaan darurat menuju akses evakuasi serta penandaan yang mudah terlihat, sehingga telah sesuai dengan SNI 03-1746-2000 sebagai acuan standar keselamatan dalam perencanaan evakuasi bangunan publik yang melibatkan kerumunan besar.

#### **Tangga Kebakaran**

Tangga kebakaran di Gedung Istora Senayan berukuran; tinggi setiap anak tangga 165 mm, panjang kedalaman setiap pijakan 31 cm, dan lebar sirkulasi pada tangga sepanjang 180 cm. Tangga tersebut tidak dilengkapi dengan *step nosing* dan lapisan *finishing* material ialah epoxy kasar. Pada tangga kebakaran, bordes tersedia setiap sejumlah 26 anak tangga. Kondisi ini dapat memengaruhi kenyamanan dan keamanan pengguna saat evakuasi dalam situasi darurat.

## Lokasi Titik Kumpul (*Assembly Point*)

Lokasi titik kumpul (*assembly point*) di Gedung Istora Senayan yang terletak di area terbuka tepat di depan pintu masuk utama, dengan jarak tempuh sekitar 25 meter dari bagian dalam gedung. Lokasi ini dipilih karena mudah diakses dan memiliki visibilitas tinggi dari berbagai arah keluar gedung. Di setiap pintu masuk, tersedia denah petunjuk evakuasi yang menunjukkan arah menuju titik kumpul, lengkap dengan simbol keselamatan. Keberadaan titik ini berperan penting dalam meminimalkan kepanikan saat kondisi darurat serta mempercepat proses evakuasi massal secara terkendali.



**GAMBAR 2. FASILITAS KESELAMATAN DAN JALUR EVALUASI GEDUNG**

## Pintu Darurat

Terdapat dua jenis pintu yang berfungsi sebagai akses keluar di Gedung Istora Senayan, yakni pintu ayun (*swinging door*) dengan material besi plat dan pintu kaca *tempered*. Pintu ayun memiliki lebar 150 cm dan pegangan 90 cm yang memenuhi standar keselamatan sesuai SNI 03-1746-2000 dan Permen PUPR No. 14/PRT/M/2017. Sementara pintu kaca *tempered* dengan lebar yang sama memiliki pegangan setinggi 60 cm, memberikan kesan visual terbuka meskipun kurang jelas terkait standar materialnya.

Perbedaan desain dan material ini mempengaruhi fungsi dan kenyamanan pengguna. Pintu dengan lebar 150 cm memungkinkan akses yang luas, namun pegangan yang lebih tinggi pada pintu besi berukuran 90 cm mungkin lebih nyaman untuk penggunaan sehari-hari dibandingkan dengan pegangan pintu kaca yang lebih rendah dengan ukuran 60 cm (Gambar 5 kanan). Secara keseluruhan, kedua pintu memenuhi kebutuhan aksesibilitas, meskipun pilihan material dan desain dapat mempengaruhi pengalaman pengguna dalam ruang sosial.

### Sistem Proteksi Aktif

Gedung ini dilengkapi dengan alat-alat proteksi kebakaran aktif, seperti alat pemadam api ringan (APAR) serta *hydrant* dan *sprinkler* yang terpasang di dalam gedung ini. Keberadaan sistem proteksi ini menunjukkan bahwa gedung telah memenuhi aspek dasar keselamatan kebakaran. Namun, dari hasil observasi tidak dapat dipastikan apakah seluruh alat tersebut berada dalam kondisi berfungsi dengan baik atau telah melalui pemeriksaan berkala sesuai standar keamanan dari instansi terkait.

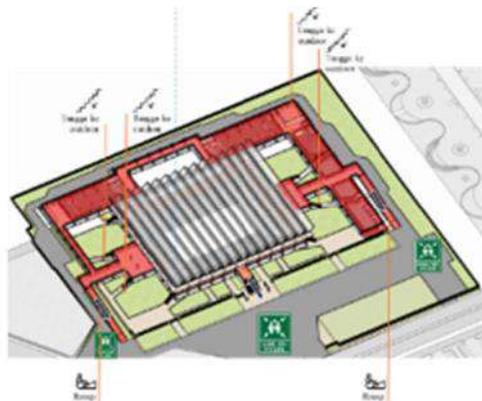
Berdasarkan hasil observasi, sistem keselamatan evakuasi di Gedung Istora Senayan telah memenuhi sebagian besar standar yang ditetapkan, seperti jalur keluar yang jelas, keberadaan rambu evakuasi, tangga darurat, pintu akses yang memadai, serta titik kumpul yang mudah diakses. Namun, masih terdapat beberapa kekurangan, antara lain belum tersedianya fasilitas aksesibilitas bagi penyandang disabilitas di area tribun dan ketidakpastian fungsi alat proteksi kebakaran aktif. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun gedung cukup siap menghadapi kondisi darurat, aspek inklusivitas dan perawatan sistem masih perlu ditingkatkan. Rangkuman hasil observasi pada Tabel 1.

**TABEL 1. HASIL OBSERVASI AKSES dan SARANA KEBARAKARAN**

Elemen Observasi	Sudah Sesuai	Hampir Sesuai	Tidak Sesuai
Akses Exit		✓	
Signage	✓		
Tangga Kebakaran		✓	
Lokasi Tempat berkumpul	✓		
Pintu Darurat	✓		
Sistem Proteksi Aktif		✓	

### 4.2 Simulasi *Pathfinder* pada Jalur Evakuasi

#### Skema Evakuasi



**GAMBAR 3. JALUR EVAKUASI**

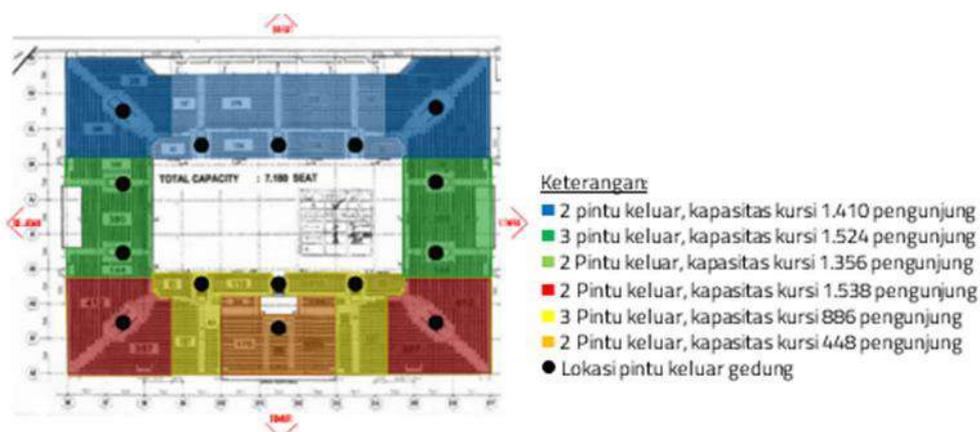
Skema kasus dibuat berdasarkan denah jalur evakuasi pada Gambar 3, yang mengacu pada data hasil observasi lapangan. Jumlah penghuni sebanyak 7.180 orang dibagi ke dalam 15 pintu keluar (exit). Pada Gambar 8 terlihat peta jalur evakuasi Gedung Istora Senayan, yang menunjukkan adanya 3 titik kumpul, 4 tangga menuju area luar (outdoor), dan 2 ramp. Gedung ini memiliki 6 zonasi tempat duduk penonton sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7, dan masing-masing zona dilengkapi dengan pintu keluar. Jumlah total pintu keluar adalah 15, dengan kapasitas maksimal penonton sebanyak 7.180 orang. Pintu keluar pada gedung ini terbagi menjadi empat sisi, yaitu sisi utara sebanyak 2 pintu, sisi selatan 2 pintu, sisi timur 6 pintu, dan sisi barat 5 pintu, sebagaimana terlihat pada Gambar 8.

## Pemodelan Jalur Evakuasi dengan *Pathfinder*

Pemodelan dalam simulasi aplikasi merupakan representasi dari kecepatan berlari individu, mengacu pada penelitian Saikhu yang berjudul Simulasi Evakuasi Keadaan Darurat: Studi Kasus Apartemen XYZ, Surabaya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, rata-rata kecepatan individu dalam model simulasi aplikasi *Pathfinder* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 2,28 m/s. Langkah awal dalam melakukan simulasi menggunakan aplikasi *Pathfinder* adalah membuat model 3D yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Selanjutnya, dilakukan input data manusia ke dalam aplikasi sesuai dengan kapasitas maksimum gedung ini, yaitu sebanyak 7.180 orang.

## Simulasi

Hasil simulasi menggunakan *Pathfinder* dapat dilihat melalui indikator bar pada sisi kanan. Seperti terlihat pada Gambar 4 (kiri), indikator tersebut menunjukkan bahwa semakin merah warnanya, maka semakin tinggi tingkat penumpukan manusia di area tersebut. Sebaliknya, warna biru tua mengindikasikan area tanpa penumpukan.



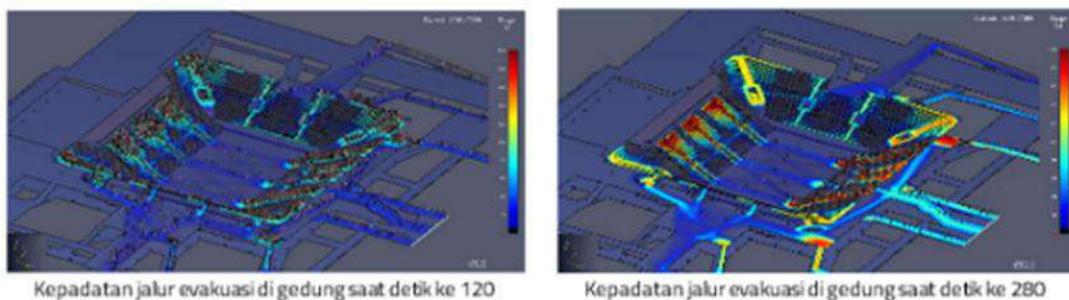
GAMBAR 4. ZONA TEMPAT DUDUK DI DALAM GEDUNG ISTORA SENAYAN

Pada Gambar 5 (kanan) terlihat bahwa saat simulasi evakuasi dimulai, jumlah orang yang berhasil keluar dari dalam gedung sebanyak 76 orang dari total 7.280 orang. Selanjutnya, pada Gambar 6 (kiri) menunjukkan kondisi pada detik ke-120, belum tampak adanya penumpukan manusia di jalur keluar. Pada kondisi ini, jumlah orang yang berhasil keluar mencapai 2.280 dari 7.280 orang. Kondisi pada detik ke-280 dapat dilihat pada Gambar 6 (kanan), terjadi penumpukan manusia di tribun sisi barat dan timur yang mencapai 160–200 pengguna. Jumlah pengguna yang berhasil keluar sebanyak 6.498 dari total 7.280 orang.



**GAMBAR 5. (KIRI) NILAI DAN WARNA KEPADATAN PENGUNJUNG DI GEDUNG; (KANAN) KEPADATAN JALUR EVAKUASI**

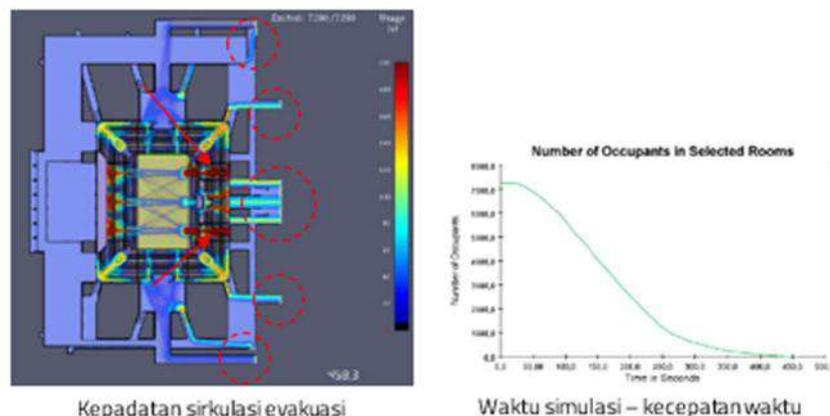
Berdasarkan simulasi menggunakan aplikasi *Pathfinder* pada Gedung Istora Senayan, diperoleh hasil berupa total waktu evakuasi selama 458,3 detik atau 7 menit 38 detik, sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Kepadatan manusia terjadi di area menuju titik kumpul, yaitu di sisi timur tribun (ditandai dengan panah berwarna merah). Hal ini disebabkan oleh ketidaksesuaian jumlah anak tangga menuju bordes, yang mencapai 26 anak tangga atau sekitar 4,3 meter. Padahal, menurut SNI 03-1746-2000, standar jarak maksimum menuju bordes adalah 3,7 meter. Dapat dilihat pada gambar 7, yaitu menjelaskan antara waktu dan jumlah pengguna pada saat evakuasi dilakukan.



**GAMBAR 6. KEPADATAN JALUR EVAKUASI**

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan aplikasi *Pathfinder*, proses evakuasi di Gedung Istora Senayan memerlukan waktu total 458,3 detik (7 menit 38 detik) untuk mengosongkan

gedung dari 7.180 orang. Simulasi menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi terjadi di area tribun timur dan barat, khususnya pada jalur menuju titik kumpul. Kondisi ini dipengaruhi oleh ketidaksesuaian dimensi tangga dengan standar SNI, khususnya pada ketinggian anak tangga menuju bordes. Temuan ini menegaskan pentingnya kesesuaian geometrik jalur evakuasi terhadap standar keselamatan untuk menghindari penumpukan massa saat kondisi darurat.



**GAMBAR 7. (KIRI) TINGKAT KEPADATAN SIRKULASI EVAKUASI DAN (KANAN) WAKTU EVAKUASI PENGUNJUNG**

## 5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan, kami menyimpulkan bahwa aspek-aspek evakuasi pada Gedung Istora Senayan sebagian besar telah memenuhi standar dan peraturan yang berlaku. Namun, terdapat beberapa temuan yang belum sesuai, seperti ketinggian atau jarak menuju bordes yang mencapai 4,3 meter, sementara menurut SNI 03-1746-2000 standar maksimum adalah 3,7 meter. Selain itu, pintu keluar yang menggunakan material kaca, tidak tersedianya lampu darurat pada jalur keluar, akses jalur evakuasi yang memutar, serta lokasi area berkumpul yang relatif jauh dari bangunan utama, menjadi catatan penting. Sementara itu, berdasarkan simulasi menggunakan aplikasi *Pathfinder*, diperoleh hasil waktu total evakuasi selama 7 menit 38 detik. Durasi ini tidak memenuhi ketentuan dalam Peraturan Menteri Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 tentang Gedung Olahraga, yang menetapkan bahwa seluruh penonton di dalam gedung harus dapat keluar secara aman dalam waktu maksimal 6 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

Anggiani, M., & Ghassani, D. P. (2022). Hubungan Keterikatan Tempat Terhadap Minat Kedatangan Pengunjung Di Bangunan Alih Fungsi Komersial. *Review of Urbanism and*

*Architectural Studies*, 20(2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.ruas.2022.020.02.1>

Choi, D. C., Kim, H. K., Ko, M. H., Kim, I. T., & Hwang, H. S. (2020). Survey on Existing High-Rise Building Fire Safety Assessment Based on Fire Compartment and Fire Protection System Maintenance. *Fire Science and Engineering*, 34(6).

<https://doi.org/10.7731/kifse.4366d164>

Choi, M., & Chi, S. (2019). Optimal Route Selection Model for Fire Evacuations Based on Hazard Prediction Data. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 94.

<https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.04.002>

Fole, A., & Mujaddid. (2023). Identifikasi Jalur Evakuasi Institut Teknologi Dan Bisnis Nobel Indonesia. *Journal of Industrial Engineering Innovation*, 1(1).

<https://doi.org/10.58227/jiei.v1i1.56>

Hesna, Y., Hidayat, B., & Suwanda, S. (2009). Evaluasi Penerapan Sistem Keselamatan Kebakaran Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 5(2). <https://doi.org/10.25077/jrs.5.2.65-76.2009>

Kuligowski, E. D., Gwynne, S. M. V., Xie, H., Westbury, A., Antonellis, D., & Pongratz, C. (2023). Simulating Evacuation of Humanitarian Settlements. *Fire Technology*.

<https://doi.org/10.1007/s10694-023-01431-6>

Lestari, F., Hastiti, L. R., Pujiriani, I., & Andrias, D. (2021). *Keselamatan Kebakaran (Fire Safety)* (Vol. 1). Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Pontan, D., & Maxi, A. (2021). The Important Factors of the Safety System on Fire Hazard Pd Pasar Jaya Building for Sustainable Infrastructure in Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 780(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/780/1/012039>

Rahardjo, H. A., Hafizh, N., & Prihanton, M. (2019). Manajemen Resiko Kebakaran Untuk Keberlangsungan Fungsi Bangunan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*.

Ronchi, E. (2021). Developing And Validating Evacuation Models For Fire Safety Engineering. *Fire Safety Journal*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103020>

Rostami, R., & Alaghmandan, M. (2021). Performance-based Design in Emergency Evacuation: From Maneuver to Simulation in School Design. *Journal of Building Engineering*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101598>

Shcholokov, E., Otrosh, Yu., Rashkevich, N., & Melezhyk, R. (2023). Simulation of Human Evacuation in Case of Fire Using *Pathfinder* Software. *Mechanics and Mathematical Methods*, 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.31650/2618-0650-2023-5-2-60-71>

Soewarno, S. (2015). *Pemahaman Teknis Sarana Evakuasi Pada Bangunan Gedung* (Vol. 1). Persatuan Insinyur Indonesia.

- Suprayitno, H., & Aryani, R. A. S. (2018). Preliminary Reflexion on Basic Principle of Infrastructure Asset Management. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/j26151847.v2i1.3763>
- Vatsa, K. S. (2004). Risk, Vulnerability, and Asset-based Approach to Disaster Risk Management. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 24(10–11). <https://doi.org/10.1108/01443330410791055>
- Wiyono, L., Kresnadi, I., Munir, A. S., Tannuardi, M., & Mirtha, L. T. (2023). Improving Public Safety in Events of Mass Gathering: the 2022 Kanjuruhan Stadium Disaster in Indonesia. *Public Health Challenges*, 2(4). <https://doi.org/10.1002/puh2.139>
- Yogadhita, G., & Agustin, W. (2023). Football Stampede in Kanjuruhan Stadium from the Perspective of Disaster Preparedness on Mass Casualty Incident: A Case Study of Mass Gathering Event. *Prehospital and Disaster Medicine*, 38(51). <https://doi.org/10.1017/s1049023x23002273>
- Zhang, H., & Long, H. C. (2021). Simulation of Evacuation in Crowded Places Based on BIM and Pathfinder . *Journal of Physics: Conference Series*, 1880(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1880/1/012010>
- Zulfiar, M. H., & Gunawan, A. (2018). Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Hotel UNY 5 Lantai Di Yogyakarta. *Semesta Teknika*, 21(1). <https://doi.org/10.18196/st.211212>

## Kutipan Artikel

Fajar A. Sumantri, Yoga Darmawan, Ditya A. Rahayu, Mona Anggiani (2025), *Kajian Evakuasi dan Sarana Kebakaran Gedung Istora Senayan Berbasis Standar Nasional dan Simulasi Pathfinder*, JTD, Vol: 01, No: 01, Hal: 01-13: Mei. DOI: <http://doi.org/10.51170/jtd.v1i1.92>