

EVALUASI JALUR EVAKUASI RUMAH SAKIT PERMATA BUNDA MENGACU NFPA 101 BERBASIS BIM

Dimas Prima Galih Pamungkas

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220048@student.ums.ac.id

Qomarun

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
qomarun@ums.ac.id

ABSTRAK

Jalur evakuasi merupakan elemen keselamatan penting pada bangunan rumah sakit yang memiliki aktivitas tinggi serta pengguna dengan tingkat mobilitas yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja jalur evakuasi kebakaran pada Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi melalui pendekatan Building Information Modeling (BIM) menggunakan fitur Path of Travel. Analisis dilakukan terhadap 171 ruang dengan menghitung jarak tempuh lintasan evakuasi aktual menuju akses evakuasi terdekat berdasarkan konfigurasi spasial bangunan. Evaluasi kinerja jalur evakuasi mengacu pada batas jarak tempuh maksimum 200 ft (± 61 m) untuk bangunan fasilitas kesehatan tanpa sprinkler sesuai International Building Code (IBC) dan prinsip jalur evakuasi sesuai ketentuan National Fire Protection Association (NFPA) 101. Hasil analisis menunjukkan adanya variasi jarak tempuh yang signifikan antar ruang serta ketergantungan jalur evakuasi lantai dua terhadap satu tangga darurat. Selain itu, distribusi titik kumpul yang belum merata turut memengaruhi keterjangkauan jalur evakuasi bagi beberapa ruang. Temuan ini mengindikasikan bahwa kinerja jalur evakuasi tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan jalur keluar, tetapi juga oleh konfigurasi ruang, ketersediaan alternatif lintasan, dan keterpaduan jalur menuju titik kumpul, yang tercermin dari sebanyak 43,86% ruang dengan jarak tempuh evakuasi melebihi 200 ft (± 61 m). Penelitian ini menegaskan peran BIM sebagai alat evaluasi spasial yang efektif untuk mengidentifikasi potensi risiko evakuasi dan memberikan dasar perumusan rekomendasi peningkatan keselamatan pada bangunan rumah sakit.

KEYWORDS:

Jalur Evakuasi; BIM; Path of Travel; NFPA 101; Rumah Sakit; IBC

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bangunan rumah sakit merupakan fasilitas publik dengan tingkat aktivitas yang tinggi dan beroperasi selama 24 jam. Rumah sakit memiliki konfigurasi ruang yang kompleks dengan fungsi yang beragam, serta digunakan oleh penghuni dengan tingkat mobilitas yang berbeda-beda, mulai dari pasien rawat inap, tenaga medis, hingga pengunjung. Kondisi tersebut menjadikan rumah sakit sebagai

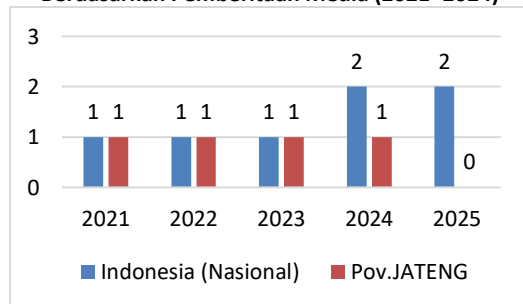
bangunan dengan tingkat risiko tinggi jika terjadi keadaan darurat, khususnya kebakaran.

Dalam beberapa tahun terakhir, kejadian kebakaran pada bangunan rumah sakit di Indonesia masih terus terjadi dan menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan penghuninya. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Dinas Pemadam Kebakaran di berbagai daerah menunjukkan bahwa kebakaran pada fasilitas kesehatan tidak hanya mengakibatkan kerugian material, tetapi juga berpotensi

menimbulkan korban jiwa akibat keterbatasan waktu dan kondisi evakuasi yang tidak ideal. Situasi ini menunjukkan bahwa sistem keselamatan kebakaran pada rumah sakit masih menjadi isu penting yang perlu mendapat perhatian khusus.

Untuk memberikan konteks empiris mengenai kejadian kebakaran pada bangunan rumah sakit, penelitian ini memanfaatkan data kasus kebakaran yang terdokumentasi dalam berbagai sumber pemberitaan media daring nasional dan daerah. Data tersebut tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan keseluruhan kejadian kebakaran rumah sakit di Indonesia, melainkan sebagai gambaran fenomena kejadian yang dicatat dan dapat diakses secara terbuka. Oleh karena itu, data ini digunakan sebagai dasar kontekstual untuk menunjukkan adanya kejadian kebakaran pada fasilitas pelayanan kesehatan yang berpotensi berkaitan dengan aspek keselamatan bangunan, khususnya sistem jalur evakuasi.

Tabel 1. Kebakaran Rumah Sakit di Indonesia Berdasarkan Pemberitaan Media (2021–2024)



(sumber: Diolah dari pemberitaan media, 2021-2025)

Jalur evakuasi merupakan elemen penting keselamatan kebakaran rumah sakit. Pada bangunan dengan konfigurasi ruang yang kompleks, jalur evakuasi kerap menghadapi kendala jarak tempuh, akses vertikal, dan keterhubungan jalur. Oleh karena itu, evaluasi jalur evakuasi mengacu pada prinsip keselamatan jalur berdasarkan NFPA 101 serta batas jarak tempuh evakuasi yang ditetapkan dalam *International Building Code* (IBC) untuk bangunan fasilitas kesehatan.

Kondisi tersebut juga relevan dengan konteks wilayah Jawa Tengah, termasuk Kabupaten Grobogan, yang mengalami perkembangan fasilitas pelayanan kesehatan seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan layanan medis. Rumah sakit di

wilayah ini dituntut tidak hanya mampu memberikan pelayanan kesehatan, tetapi juga menjamin aspek keselamatan bangunan bagi seluruh penggunanya. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem jalur evakuasi pada bangunan rumah sakit di Kabupaten Grobogan menjadi penting untuk dilakukan.

RS Permata Bunda merupakan bangunan rumah sakit yang jalur evakuasinya tidak dirancang secara terpadu sejak awal, karena mengalami perubahan fungsi, pembangunan, dan penambahan massa bangunan secara bertahap seiring perkembangan kebutuhan layanan. Evaluasi jalur evakuasi pada bangunan ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi eksisting serta menjadi dasar dalam upaya peningkatan keselamatan bangunan rumah sakit. Keberhasilan proses evakuasi tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan jalur keluar, tetapi juga oleh persepsi risiko penghuni terhadap kondisi darurat dan keterbacaan jalur evakuasi yang tersedia (Kinatender, 2014).

RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimanakah kelancaran jalur evakuasi kebakaran pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi ditinjau berdasarkan keterjangkauan jarak tempuh dan konfigurasi jalur evakuasi?
2. Apakah jalur pertolongan darurat pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi telah memenuhi prinsip jalur evakuasi berdasarkan NFPA 101 dan IBC?

TUJUAN PENELITIAN

1. Mengevaluasi kinerja jalur evakuasi kebakaran pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi berdasarkan analisis jarak tempuh dan konfigurasi jalur evakuasi.
2. Menilai jalur evakuasi darurat pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi terhadap standar keselamatan jalur evakuasi dalam NFPA 101 dan IBC

TINJAUAN PUSTAKA

Jalur Evakuasi pada Bangunan Publik

Evaluasi jalur evakuasi pada bangunan publik di Indonesia telah banyak dilakukan

dengan mengacu pada standar keselamatan kebakaran serta analisis kondisi spasial bangunan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberadaan jalur evakuasi secara fisik belum tentu menjamin kelancaran proses penyelamatan apabila tidak didukung oleh keterjangkauan jarak tempuh, ketersediaan alternatif jalur, serta konfigurasi ruang yang mampu dan mudah dipahami oleh pengguna bangunan.

Penelitian yang dilakukan oleh Fatahillah dkk. (Fatahillah, 2022) menyiarkan sarana evakuasi pada bangunan kantor pemerintahan di Kabupaten Gresik dan menunjukkan bahwa sebagian jalur evakuasi belum sepenuhnya memenuhi prinsip keselamatan kebakaran. Permasalahan utama yang ditemukan meliputi panjang jalur evakuasi yang melebihi batas aman serta keterbatasan akses menuju jalan keluar darurat. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa perencanaan jalur evakuasi pada bangunan yang ada sering kali belum mempertimbangkan distribusi risiko evakuasi secara menyeluruh, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan proses penyelamatan saat terjadi keadaan darurat.

Studi serupa dilakukan oleh Saika dkk. (Saika, 2024) pada bangunan asrama mahasiswa di Yogyakarta dengan fokus pada efektivitas jalur evakuasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas jalur evakuasi sangat dipengaruhi oleh jumlah alternatif rute evakuasi dan tingkat ketergantungan terhadap satu akses vertikal. Ketergantungan yang tinggi terhadap satu jalur utama dinilai dapat meningkatkan kerentanan sistem evakuasi, terutama pada bangunan bertingkat dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan prinsip redundansi jalur evakuasi dalam perencanaan dan evaluasi bangunan publik.

Dalam konteks penerapan standar keselamatan kebakaran di Indonesia, menyatakan bahwa penerapan standar penyelamatan darurat pada bangunan gedung masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya pada aspek penerapan spasial (Sujatmiko, 2016). Tantangan tersebut umumnya terjadi pada bangunan yang berkembang secara bertahap tanpa

perencanaan keselamatan yang terpadu sejak awal. Kondisi ini menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian antara ketentuan normatif yang berlaku dengan kondisi bangunan yang ada, terutama terkait jalur evakuasi dan sarana pendukung keselamatan lainnya. Keadaan ini sangat relevan dengan kondisi rumah sakit Permata Bunda Purwodadi.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan jalur evakuasi pada bangunan publik di Indonesia umumnya berkaitan dengan keterjangkauan jarak tempuh, keterbatasan alternatif jalur, dan ketergantungan terhadap akses evakuasi tertentu. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih didominasi oleh evaluasi berbasis observasi lapangan dan pengukuran manual, serta belum secara spesifik memanfaatkan analisis spasial kuantitatif berbasis model digital bangunan untuk memetakan kinerja jalur evakuasi secara menyeluruh.

Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) memungkinkan evaluasi jalur evakuasi dilakukan secara lebih presisi melalui representasi spasial bangunan secara tiga dimensi. BIM mampu mengintegrasikan geometri bangunan dan lintasan pergerakan sehingga analisis jarak tempuh evakuasi dapat dilakukan berdasarkan kondisi bangunan yang actual. Pendekatan *Building Information Modeling* memungkinkan analisis jalur evakuasi dilakukan secara lebih akurat karena lintasan pergerakan dihitung berdasarkan kondisi spasial aktual bangunan, bukan asumsi geometri sederhana (Zheng, 2022)

Pendekatan berbasis BIM juga digunakan untuk mengidentifikasi potensi kemacetan jalur, konsentrasi lintasan evakuasi, serta peluang optimasi desain menuju bangunan yang lebih aman dan berkelanjutan (Godes, 2024). Meskipun demikian, penerapan BIM untuk evaluasi jalur evakuasi pada bangunan rumah sakit di Indonesia masih relatif terbatas, terutama yang secara eksplisit mengaitkan hasil analisis spasial dengan batas jarak tempuh yang direkomendasikan oleh standar keselamatan kebakaran internasional.

Path of Travel

Fitur *Path of Travel* pada Autodesk Revit digunakan untuk menghitung lintasan evakuasi terpendek menuju jalan keluar berdasarkan kondisi spasial aktual bangunan. Jalur keluar didefinisikan sebagai jalur perjalanan yang berkelanjutan dan tidak terhalang dari titik mana pun di dalam bangunan menuju tempat yang aman (NFPA, 2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan BIM untuk mengevaluasi kinerja jalur evakuasi rumah sakit secara kuantitatif dengan mengklasifikasikan jarak tempuh ruang berdasarkan batas yang direkomendasikan *International Building Code* (IBC, 2018), serta menyajikan persentase ruang yang melebihi batas sebagai indikator kinerja spasial.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan evaluatif untuk menilai kinerja jalur evakuasi kebakaran pada bangunan rumah sakit. Penelitian diawali dengan pemodelan kondisi eksisting bangunan dan identifikasi jalur evakuasi, kemudian dilakukan analisis lintasan pergerakan penghuni untuk memperoleh data jarak tempuh menuju akses evakuasi. Hasil analisis tersebut selanjutnya dibandingkan dengan kriteria keselamatan sebagai dasar evaluasi kesesuaian jalur evakuasi terhadap kondisi bangunan. Selain itu, dilakukan peninjauan terhadap keterjangkauan, kontinuitas jalur, serta ketersediaan alternatif lintasan evakuasi guna memperoleh gambaran kinerja jalur evakuasi secara menyeluruh sesuai dengan kondisi spasial bangunan.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena evaluasi jalur evakuasi dilakukan berdasarkan analisis spasial menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit tanpa melibatkan simulasi perilaku penghuni atau dinamika pergerakan manusia pada kondisi darurat. Oleh karena itu, hasil penelitian ini merepresentasikan kinerja jalur evakuasi dari aspek keterjangkauan dan konfigurasi ruang, tetapi belum mempertimbangkan faktor perilaku pengguna,

kepadatan, dan respons psikologis saat evakuasi berlangsung.

Input Data

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data denah eksisting dan atribut bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi. Data ini menjadi dasar untuk membangun representasi spasial yang akurat, meliputi konfigurasi ruang, koridor, pintu, dan tangga darurat.

Pemodelan BIM

Data denah kemudian dimodelkan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) melalui perangkat lunak Autodesk Revit. Pemodelan ini menghasilkan model tiga dimensi yang merepresentasikan kondisi nyata bangunan, sehingga memudahkan analisis jalur evakuasi secara presisi.

Analisis Jalur Evakuasi

Fitur *Path of Travel* dalam Revit digunakan untuk memetakan lintasan aktual penghuni dari setiap ruang menuju akses evakuasi terdekat. Analisis ini menghasilkan data jarak tempuh dan visualisasi lintasan yang tidak terbatas pada garis ortogonal, melainkan mengikuti arah pergerakan alami sesuai konfigurasi ruang.

Evaluasi Kualitatif

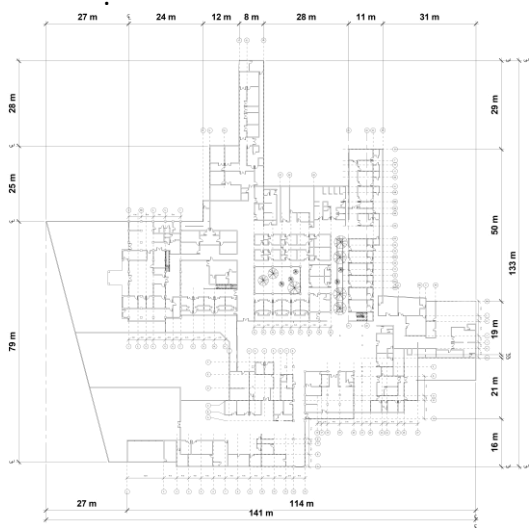
Selain pengukuran jarak tempuh, dilakukan evaluasi kualitatif terhadap aspek keterjangkauan, kontinuitas jalur, ketersediaan alternatif lintasan, serta potensi titik penyempitan. Tahap ini bertujuan untuk menilai kelancaran evakuasi secara lebih realistis berdasarkan kondisi spasial bangunan.

Perbandingan dengan Standar

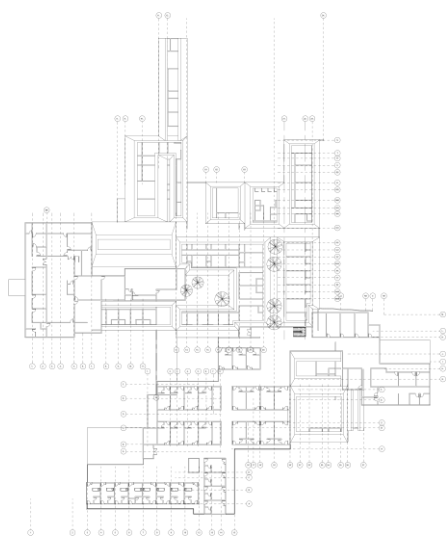
Hasil analisis dibandingkan dengan prinsip keselamatan jalur evakuasi berdasarkan NFPA 101 serta batas jarak tempuh maksimum 200 ft (± 61 m) untuk bangunan fasilitas kesehatan tanpa sprinkler sesuai *International Building Code* (IBC) sebagai dasar evaluasi dan perumusan rekomendasi keselamatan.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan metode analisis yang telah dijelaskan sebelumnya, pemodelan bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi yang terdiri dari lantai satu dan lantai dua menggunakan *Building Information Modeling* menghasilkan representasi spasial yang menggambarkan konfigurasi ruang, koridor, bukaan pintu, dan hubungan antar ruang secara detail.



Gambar 2. Denah Lantai 1
(sumber: Olahan penulis berdasarkan data eksisting, 2025)



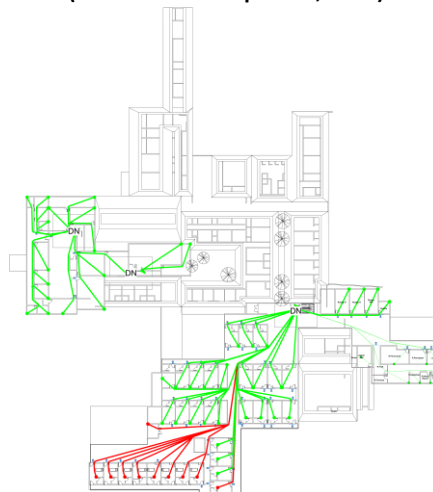
Gambar 2. Denah Lantai 2
(sumber: Olahan penulis berdasarkan data eksisting, 2025)

Analisis jalur evakuasi dilakukan menggunakan fitur *path of travel* pada model

BIM untuk memetakan lintasan pergerakan dari setiap ruang yang ada di rumah sakit menuju tangga darurat dan pintu keluar. Visualisasi pada Gambar 3 dan 4 menunjukkan lintasan pergerakan sebagai penghuni yang mengikuti rute terpendek berdasarkan kondisi spasial bangunan, dengan bentuk lintasan yang tidak selalu ortogonal, melainkan juga bisa berbentuk diagonal sesuai konfigurasi ruang dan bukaan yang tersedia.



Gambar 3. Jalur Evakuasi Lantai 1 Berdasarkan Jarak Tempuh Terdekat
(sumber: Analisis penulis, 2025)



Gambar 4. Jalur Evakuasi Lantai 2 Berdasarkan Jarak Tempuh Terdekat
(sumber: Analisis penulis, 2025)

Berdasarkan visualisasi jalur pengungsian menggunakan fitur *Path of Travel* pada model *Building Information Modeling*, diperoleh data kuantitatif berupa jarak pengangkutan dari setiap ruang menuju akses pengangkutan terdekat. Lintasan

divisualisasikan dengan kode warna, di mana jalur berwarna hijau menunjukkan jarak tempuh ≤ 60 m sebagai batas acuan aman untuk bangunan fasilitas kesehatan yang tidak dilengkapi dengan sprinkler, sedangkan jalur berwarna merah menunjukkan jarak tempuh > 60 m yang berpotensi meningkatkan risiko penyelamatan. Analisis dilakukan terhadap 171 ruang, namun hanya menyajikan ruang-ruang terpilih yang mewakili kategori-kategori penting, seperti jarak ekstrem, fungsi ruang kritis, dan keterbatasan akses evakuasi, sebagai dasar evaluasi distribusi risiko evakuasi secara spasial.

Tabel 2. Ringkasan Data Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan Ruang Terpilih

Kategori Ruang	Nama Ruang	Lantai	Panjang Jalur (m)
.Jarak Terpanjang – Tangga Darurat Tunggal	- Rawat Inap Rama 27	2	- 81
	- Rawat Inap Rama 28	2	- 85
	- Rawat Inap Rama 26	2	- 78
Jarak Terpanjang	- R. CS & IPSRS	1	- 137
	- Laundry	1	- 129
	- R. Gas	1	- 126
	- R. Nakula Sadewa 5	1	- 124
	- R. Nakula Sadewa 4	1	- 123
Ruang Medis Kritis	- R. Isolasi 4	1	- 118
	- OK 1	1	- 112
	- R. Bayi	2	- 64
Ruang Publik dengan Intensitas Hunian Tinggi	- Ruang Tunggu IGD	1	- 39
	- Pendaftaran	1	- 48
	- Farmasi/A potek	1	- 61
Ruang Penunjang Operasional	- Ruang Tunggu Poli	1	- 56
	- Mushola	2	- 64
	- Ruang Panel / ME	1	- 98
Jarak Terpendek	- Rawat Inap Rama 31	2	- 20
	- Inst. Farmasi Rajal	1	- 25
	- IGD	1	- 27

(sumber: Olahan penulis , 2025)

Berdasarkan data jarak tempuh yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan evaluasi kinerja jalur evakuasi secara kualitatif dengan meninjau aspek keterjangkauan, kontinuitas jalur, ketersediaan alternatif lintasan, serta potensi titik penyempitan yang dapat memengaruhi kelancaran evakuasi. Hasil evaluasi tersebut dibandingkan dengan prinsip keselamatan jalur evakuasi dalam NFPA 101 dan IBC dan dirangkum dalam tabel evaluasi jalur evakuasi untuk menilai tingkat kinerja dan risiko evakuasi pada bangunan rumah sakit.

Tabel 3. Evaluasi Jalur Evakuasi

Aspek Evaluasi Jalur Evakuasi	Hasil Analisis BIM (<i>Path of Travel</i>)	Kesesuaian terhadap NFPA 101 & IBC
Keterjangkauan jalur evakuasi dari ruang ke tangga darurat	Jarak tempuh evakuasi bervariasi, dengan beberapa lintasan menunjukkan jarak yang relatif lebih panjang, terutama pada ruang-ruang yang berada di ujung koridor	Sebagian jalur belum memenuhi prinsip keterjangkauan jalur evakuasi dengan jarak tempuh maksimum 200 ft (± 61 m) untuk bangunan fasilitas kesehatan tanpa sprinkler (IBC)
Kontinuitas jalur evakuasi	Jalur evakuasi bersifat kontinu tanpa terputus, namun sebagian besar mengarah pada satu akses tangga darurat	Jalur kontinu, tetapi kurang optimal karena minim alternatif yang seharusnya lebih dari satu eksit (NFPA 101)
Alternatif jalur evakuasi	Mayoritas ruang hanya memiliki satu jalur utama menuju tangga darurat	Tidak sesuai prinsip jalur evakuasi yang seharusnya lebih dari satu eksit (NFPA 101)
Potensi titik penyempitan (bottleneck)	Terdapat penyempitan pada beberapa bagian koridor yang dilalui lintasan evakuasi	Berpotensi menghambat kelancaran evakuasi (NFPA 101 & IBC)

(sumber: Olahan penulis , 2025)

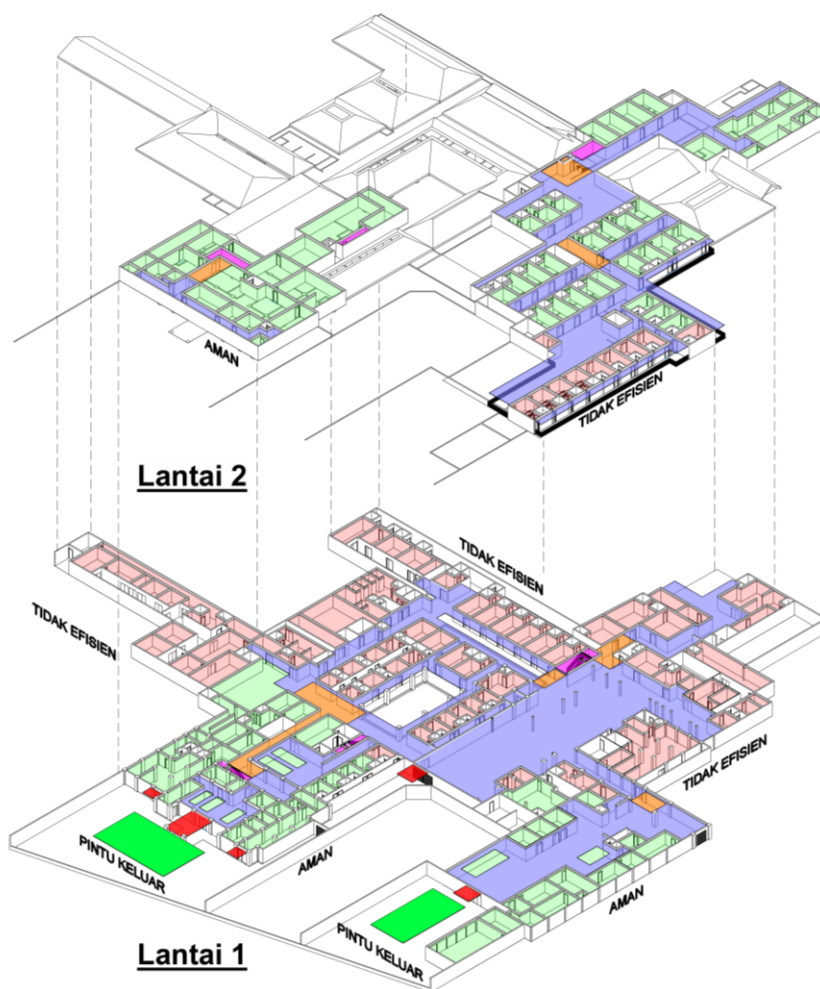
Tabel 4. Evaluasi Kelayakan Jalur Evakuasi

Aspek Evaluasi Jalur Evakuasi	Kriteria Penilaian	Jumlah Ruang	Persentase (%)	Sesuai	Tidak Sesuai
		(n = 171) Lt.1 = 107 Lt.2 = 65			
Panjang jalur evakuasi	≤ 60 m (sesuai IBC, bangunan bersprinkler)	96	56,14%		V
	> 60 m	75	43,86%		
Akses ke tangga darurat Lantai 2	Lebih dari satu alternatif jalur	0	0 %		V
	Bergantung pada satu tangga darurat	65	100 %		
Memiliki alternatif jalur/tidak	Ruang memiliki ≥ 2 rute evakuasi berbeda menuju akses keluar	33	19,29 %		V
	Ruang hanya bergantung pada 1 rute evakuasi	138	80,71 %		

(sumber: Olahan penulis , 2025)

Untuk memperoleh gambaran umum mengenai kinerja jalur evakuasi pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi, dilakukan pengolahan data hasil analisis *Path of Travel* yang mencakup seluruh ruang yang dianalisis dalam model BIM. Data jarak tempuh dari masing-masing ruang menuju akses evakuasi terdekat dihimpun dan diklasifikasikan berdasarkan pemenuhan terhadap batas jarak tempuh yang direkomendasikan dalam standar keselamatan kebakaran. Pengelompokan ini menghasilkan rekapitulasi kuantitatif yang menunjukkan proporsi ruang dengan jalur evakuasi yang berada dalam kategori relatif aman serta ruang dengan jarak tempuh lebih panjang. Penyajian data dalam bentuk persentase memungkinkan pembacaan kecenderungan umum kinerja jalur evakuasi secara lebih sistematis, sekaligus memperlihatkan distribusi jarak tempuh antar ruang tanpa masuk pada interpretasi kausal. Dengan demikian, tabel rekapitulasi ini berfungsi sebagai dasar numerik untuk membaca pola keterjangkauan jalur evakuasi sebelum dilakukan pembacaan spasial secara visual.

Untuk melengkapi penyajian data kuantitatif tersebut, hasil evaluasi jalur evakuasi kemudian divisualisasikan dalam bentuk denah aksonometri sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Visualisasi ini merepresentasikan distribusi zona jalur evakuasi berdasarkan hasil analisis *Path of Travel* yang telah diklasifikasikan ke dalam kategori area relatif aman dan area dengan jarak tempuh lebih panjang. Penggunaan legenda warna pada denah aksonometri dimaksudkan untuk memperlihatkan variasi kinerja jalur evakuasi secara spasial dan tiga dimensi, sehingga hubungan antar ruang, arah pergerakan evakuasi, serta konsentrasi lintasan dengan jarak tempuh tertentu dapat terbaca secara lebih intuitif. Penyajian visual ini berperan sebagai penguatan terhadap data tabel dengan menunjukkan bagaimana hasil kuantitatif tersebut terdistribusi dalam konfigurasi ruang bangunan, sekaligus memberikan gambaran menyeluruh mengenai pola jalur evakuasi yang terbentuk pada objek penelitian.



Gambar 5. Aksonometri Zona Aman dan Berisiko Jalur Evakuasi
Sumber: Analisis Penulis, 2025

01. Aman

Menunjukkan rute evakuasi dengan panjang < 60 meter, memenuhi standar IBC untuk bangunan fasilitas kesehatan tanpa sprinkler

02. Berisiko

Menunjukkan rute evakuasi dengan panjang > 60 meter, tidak memenuhi standar, berpotensi memperlambat proses evakuasi.

03. Koridor

Area pergerakan utama antar ruang yang menjadi rute distribusi evakuasi.

04. Tangga

Tangga eksisting berfungsi ganda, selain untuk tangga sirkulasi biasa, juga digunakan untuk tangga darurat

05. Hambatan

Area penyempitan atau pertemuhan arus yang menyebabkan potensi penumpukan dan penurunan kecepatan evakuasi.

06. Pintu Keluar

Merupakan akses utama untuk meninggalkan bangunan saat keadaan darurat, menjadi tujuan akhir

07. Titik Kumpul

Area aman di luar bangunan yang digunakan sebagai tempat berkumpul penghuni setelah evakuasi.

PEMBAHASAN

Variasi Jarak Tempuh dan Distribusi Risiko Evakuasi

Hasil analisis jarak tempuh jalur evakuasi menunjukkan adanya variasi yang signifikan antar ruang dalam bangunan rumah sakit. Variasi jarak tempuh jalur evakuasi yang ditemukan dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Rahmawati dkk. yang menyatakan bahwa konfigurasi koridor dan akses keluar berpengaruh signifikan terhadap panjang jalur evakuasi pada bangunan (Rahmawati, 2025). Perbedaan ini mencerminkan distribusi risiko evakuasi yang tidak merata, di mana beberapa ruang memiliki lintasan yang relatif pendek, sementara ruang lainnya menunjukkan jarak

tempuh yang jauh lebih panjang. Variasi tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh posisi ruang terhadap tangga darurat, tetapi juga oleh letak titik kumpul evakuasi yang menjadi tujuan akhir pergerakan. Pada bangunan ini terdapat dua titik kumpul, namun lokasinya belum sepenuhnya mudah dijangkau oleh seluruh ruang, sehingga sejumlah ruang harus menempuh lintasan yang lebih panjang dan berputar. Temuan ini mengindikasikan bahwa kinerja jalur evakuasi tidak hanya ditentukan oleh luas atau jumlah lantai bangunan, tetapi juga oleh keterpaduan antara konfigurasi koridor, posisi akses evakuasi, dan distribusi titik kumpul dalam kawasan.

Ketergantungan Jalur terhadap Akses Evakuasi Tunggal

Salah satu temuan utama penelitian ini adalah tingginya ketergantungan jalur evakuasi di lantai dua terhadap satu tangga darurat. Ruang rawat inap Rama dan dapur gizi menunjukkan jarak tempuh yang panjang serta keterbatasan alternatif lintasan evakuasi. Kondisi ini meningkatkan tingkat kerentanan jalur evakuasi apabila terjadi gangguan pada akses vertikal tersebut. Dalam konteks keselamatan kebakaran, keterbatasan jalur alternatif berpotensi menghambat proses evakuasi, terutama pada bangunan dengan tingkat hunian tinggi dan fungsi pelayanan berkelanjutan seperti rumah sakit.

Implikasi Fungsi Ruang terhadap Kinerja Evakuasi

Karakteristik fungsi ruang berperan penting dalam menentukan tingkat risiko evakuasi. Ruang rawat inap memiliki penghuni dengan keterbatasan mobilitas, sementara dapur gizi merupakan ruang operasional dengan potensi kepadatan staf dan aktivitas yang intensif. Kombinasi antara jarak tempuh yang panjang dan karakteristik fungsi ruang tersebut memperkuat potensi risiko evakuasi, meskipun secara geometris jalur masih terhubung menuju akses keluar. Hal ini menunjukkan bahwa evaluasi jalur evakuasi perlu mempertimbangkan fungsi ruang sebagai faktor yang tidak terpisahkan dari analisis spasial.

Kualitas Jalur Evakuasi di Lantai Dasar sebagai Pembanding

Sebagai pembanding, jalur evakuasi di lantai satu menunjukkan kinerja yang relatif lebih baik dari sisi keterjangkauan dan kontinuitas jalur. Beberapa ruang memiliki akses yang lebih langsung menuju titik keluar, sehingga jarak tempuh yang dihasilkan lebih pendek. Namun demikian, masih terdapat ruang-ruang tertentu di lantai satu dengan jarak tempuh yang relatif panjang, yang dipengaruhi oleh orientasi koridor dan posisi ruang terhadap akses evakuasi. Temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan jalur evakuasi tidak hanya bersifat vertikal, tetapi juga terkait dengan tata letak horizontal bangunan.

Keterbatasan Evaluasi Berbasis Spasial

Evaluasi jalur evakuasi dalam penelitian ini difokuskan pada aspek spasial dan geometris menggunakan fitur *Path of Travel* dalam BIM. Pendekatan ini efektif untuk mengidentifikasi variasi jarak tempuh, konfigurasi jalur, dan keterbatasan akses evakuasi, namun belum mempertimbangkan dinamika kebakaran, kepadatan penghuni, serta perilaku evakuasi secara detail. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diposisikan sebagai evaluasi awal yang dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang mengintegrasikan simulasi kebakaran dan perilaku penghuni untuk memperoleh gambaran risiko evakuasi yang lebih komprehensif. (Sumantri, 2024)

KESIMPULAN & SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis jalur evakuasi menggunakan pendekatan *Building Information Modeling* melalui fitur *Path of Travel*, berikut dirangkum kesimpulan utama terkait kinerja dan potensi risiko jalur evakuasi pada bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi.

- Evaluasi jalur evakuasi berbasis BIM menggunakan fitur *Path of Travel* menunjukkan bahwa kinerja jalur evakuasi pada Bangunan Rumah Sakit Permata Bunda Purwodadi belum merata antar ruang.
- Analisis terhadap 171 ruang mengidentifikasi variasi jarak tempuh evakuasi, dengan sebagian ruang melebihi batas aman 60 meter sesuai ketentuan IBC untuk bangunan bersprinkler.
- Jalur evakuasi lantai dua menunjukkan ketergantungan tinggi terhadap satu tangga darurat, sehingga alternatif jalur evakuasi masih terbatas
- Konfigurasi ruang dan distribusi akses keluar berpengaruh terhadap efektivitas jalur evakuasi dan perlu mendukung keterjangkauan serta keseimbangan akses.

Saran

- Penambahan akses keluar di lantai dua disarankan untuk mengurangi ketergantungan terhadap satu jalur evakuasi vertikal.
- Penataan ulang koridor dan distribusi akses keluar guna meningkatkan keterjangkauan serta keseimbangan jalur evakuasi.
- Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan evaluasi jalur evakuasi ini dengan mengintegrasikan pendekatan simulasi untuk melengkapi analisis spasial yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- National Fire Protection Association. (2024). NFPA 101: Life Safety Code. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-101-standard-development/101>
- International Code Council. (2018). *International Building Code 2018*. International Code Council. https://aiadetroit.com/wp-content/uploads/2022/10/2018-IBC-Means-of-Egress_presentation.pdf
- Zheng, H., Zhang, S., Zhu, J., Zhu, Z., & Fang, X. (2022). *Evacuation in buildings based on BIM: Taking a fire in a university library as an example*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 16254. <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/16254>
- Kinateder, M., Kuligowski, E. D., Reneke, P. A., & Peacock, R. (2014). *A review of risk perception in building fire evacuation (NIST Technical Note 1840)*. *National Institute of Standards and Technology*. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.1840.pdf>
- Godes, C. R., Rodrigazo, S. A., Cho, J., Song, Y., & Yeon, J. (2024). *Optimizing evacuation efficiency in buildings: A BIM-based automated approach to sustainable design*. *Sustainability*, 16(21), 9240. <https://doi.org/10.3390/su16219240>
- Fatahillah, A., Sahri, M., Sunaryo, M., & Rhomandoni, M. (2022). Evaluasi sarana evakuasi bangunan gedung di Kantor Dinas Tenaga Kerja Kabupaten Gresik . *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 14–23. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/IWIP/article/download/2313/1730/>
- Saika, RM, Idham, NC, & Arkan, ME (2024). Analisis efektivitas jalur evakuasi pada gedung asrama (studi kasus: Rusunawa Putri UII, Yogyakarta) . *Jurnal Internasional Arsitektur dan Urbanisme*, 8(3), 393–400.
- Rahmawati, F., Idham, NC, & Ababssi, R. (2025). Analisis jalur evakuasi dan keselamatan kebakaran di gedung perpustakaan utama universitas . *Arsitektura: Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan*. <https://jurnal.uns.ac.id/Arsitektura/article/view/109839>
- Sujatmiko, W. (2016). Penerapan standar penyelamatan darurat pada bangunan gedung di Indonesia . *Jurnal Permukiman*, 116–127. <https://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/46>
- Sumantri, FA, Darmawan, Y., Rahayu, DA, & Anggiani, M. (2024). *Kajian evakuasi dan sarana kebakaran gedung Istora Senayan berbasis standar nasional dan simulasi Pathfinder* . *Jurnal Teknologi dan Desain*. <https://jurnal.pradita.ac.id/index.php/jtd/article/view/92>