

EVALUASI KINERJA TANGGA DARURAT SEBAGAI JALUR EVAKUASI MENGUNAKAN APLIKASI THUNDERHEAD PATHFINDER Studi Kasus Desain Rumah Sakit Telkom Surabaya

Gema Haqqur Rizka¹, Syarifah Ismailiyah Al-Athas²

^{1,2}Program Profesi Arsitek, Universitas Islam Indonesia

²Surel: syarifah.alathas@uii.ac.id

ABSTRAK : Rumah sakit merupakan tempat yang selayaknya memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pasien maupun pengguna lain di dalamnya. Salah satu faktor yang menjadi tolok ukur keamanan dan keselamatan pengguna dalam bangunan rumah sakit adalah adanya sarana evakuasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari tangga darurat tersebut terhadap keselamatan jiwa pengguna di dalamnya ketika terjadi bencana. RS Telkom Surabaya memiliki sarana evakuasi berupa 4 tangga darurat yang tersebar di seluruh bangunan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode evaluatif menggunakan software Thunderhead Pathfinder dengan membagi menjadi 2 skenario, yakni *controlled wayfinding* dan *uncontrolled wayfinding*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengguna bangunan tidak dapat terevakuasi dalam kurun waktu 336 detik menurut standar waktu optimal SFPE. Pada skenario pertama, *uncontrolled wayfinding* pengguna dapat terevakuasi keseluruhannya dalam waktu 445,8 detik. Sedangkan menggunakan skenario kedua yakni *controlled wayfinding* dapat terevakuasi dalam waktu 353,3 detik. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dan sesuai dengan standar SFPE, dapat menggunakan alternatif berupa penggunaan lift darurat dan memperlebar akses tangga darurat timur.

Kata kunci: Rumah Sakit, Tangga Darurat, Evakuasi, *Pathfinder*

PENDAHULUAN

Menurut *Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit yang Aman dalam Situasi Darurat dan Bencana*, rumah sakit selayaknya mampu memberikan rasa aman dan nyaman bagi penggunaannya, khususnya pasien, ketika terjadi keadaan darurat. Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir telah terjadi bencana sebanyak 3 kali yang berkaitan dengan rumah sakit di kota Surabaya. Pada Desember tahun 2016, terjadi kebakaran pada gedung arsip di RSI Surabaya yang mengakibatkan dievakuasinya 20 dari 111 pasien yang berada di rawat inap (Detik.com, 2016). Pada November tahun 2018, terjadi kebakaran di RS Bhayangkara Surabaya, tepatnya di ruang gudang lantai 3. Kejadian tersebut tidak menyebabkan jatuhnya korban jiwa, hanya kerugian materiil berupa stok cat (Jawapos.com, 2018). Selanjutnya pada Oktober 2019, terjadi kebakaran di RS Soetomo Surabaya yang diakibatkan oleh meledaknya kapasitor bank atau penyeimbang arus listrik. Akibat dari kejadian ini, sebanyak 12 pasien ICU, 4 pasien biasa dan 2 pasien operasi dievakuasi (beritajatim.com, 2019). Dari ketiga kasus tersebut, tidak terdapat korban jiwa.

Pada rancangan rumah sakit RS Telkom Surabaya tidak memiliki ramp sebagai sarana evakuasi darurat, khususnya bagi orang berkebutuhan khusus seperti pengguna kursi roda atau tenaga medis yang membopong pasien dengan *stretcher*. Ketiadaan ramp pada rancangan bangunan ini karena biaya konstruksi yang mahal, serta membutuhkan lahan yang cukup besar sedangkan lahan yang ada terbatas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem keselamatan pasif bangunan, dalam kasus ini adalah penggunaan tangga darurat sebagai sarana evakuasi

pengguna ketika terjadi bencana. Proyek yang dijadikan penelitian adalah desain perancangan RS Telkom Surabaya. Untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien penggunaan tangga darurat sebagai sarana evakuasi pengguna ketika terjadi bencana, digunakan perangkat lunak *Thunderhead Pathfinder* untuk mengukur dan menganalisisnya. Parameter yang dimasukkan ke dalam aplikasi tersebut berupa jumlah pengguna bangunan di tiap ruangan, letak tangga darurat, titik *exit* dan jenis pengguna bangunan. Hasil yang didapatkan dari perangkat lunak tersebut akan dijadikan acuan penelitian, apabila telah sesuai dengan standar keselamatan dan evakuasi bangunan di Indonesia maka dapat dijadikan acuan penelitian ke depannya. Sedangkan apabila tidak sesuai, maka akan ditambahkan rancangan alternatif yang memenuhi standar.

KAJIAN TEORI

Elemen Bangunan Gedung yang Mempengaruhi Evakuasi

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI no 36 tahun 2005 pasal 59 ayat 1, menyebutkan bahwa setiap bangunan gedung kecuali bangunan hunian rumah dan hunian deret, harus memiliki sarana evakuasi, yang meliputi sistem peringatan, jalur evakuasi, dan pintu keluar darurat. Hal ini ditujukan untuk memberikan keamanan dan keselamatan pengguna ketika terjadi bencana atau situasi darurat.

Terdapat beberapa elemen bangunan yang harus diperhatikan dalam merancang jalur evakuasi di dalam bangunan, antara lain:

1. Pintu : Lebar minimum 120 cm, kokoh dan memiliki TKA (Tingkat Ketahanan Api) minimum 20 menit. Selain itu Pintu darurat juga harus mudah dikenali dan terhindar dari halangan.
2. Selasar : Lebar minimum selasar 140 cm atau dapat dilalui 2 orang, bahan yang tidak licin, dilengkapi handrail pada kedua sisinya dan memiliki pencahayaan yang cukup.
3. Tangga : Bangunan dengan ketinggian sedang atau tinggi wajib dilengkapi tangga darurat. Tangga darurat yang tersedia harus terlindung dari api dan tertutup. Ukuran *optride/riser* antara 15-18cm, sedangkan *antride/tread* minimal 30cm, menggunakan bahan yang tidak licin, dilengkapi *stepnosing*, dan handrail ganda pada ketinggian 65 cm dan 80 cm.
4. Penanda : Penanda dan pengarah untuk jalur evakuasi, harus mengandung kata yang memiliki makna 'Eksit', 'Exit', 'Keluar', atau sejenisnya. Dengan ketentuan mudah dibaca, dengan tinggi huruf minimal 15 cm, dan lebar huruf minimal 1,875 cm. Penanda maupun pengarah berupa anak panah, harus diletakkan di dekat jalur evakuasi untuk memudahkan dan tidak menyesatkan pengguna bangunan dalam keadaan darurat. Selain itu, penanda Exit harus mudah dikenali dan kontras dengan sekelilingnya.

Acuan Prinsip Evakuasi pada Bangunan Gedung

Menurut buku pedoman *Society of Fire Protection Engineers 3rd Edition* (selanjutnya disebut SFPE), waktu optimal dan aman bagi pengguna bangunan untuk evakuasi adalah 2,5 menit. Hal ini mengacu pada kebakaran gedung *Empire Palace Theatre* tahun 1911 yang berhasil mengevakuasi seluruh penggunanya dalam kurun waktu 2,5 menit atau setara dengan 40 orang per menit per 530 mm dari lebar jalur exit. SFPE juga menyebutkan bahwa:

1. Kepanikan saat evakuasi sangat jarang terjadi, bahkan saat kebakaran.
2. Pengguna bangunan cenderung altruistic (peduli pada orang lain) dan berpikir secara wajar ketika mendengar alarm.
3. Orang - orang cenderung tidak menghiraukan alarm, atau mencari informasi mengenai bunyi alarm tersebut, daripada langsung evakuasi.

4. Apabila menghadapi situasi genting, orang – orang cenderung memilih mengevakuasi diri dengan jalur yang lebih familiar.
5. Pada saat evakuasi, orang – orang cenderung membuat grup dan bersama – sama ketika evakuasi berlangsung.
6. Beberapa hal yang memperburuk keadaan saat berlangsungnya evakuasi adalah miskomunikasi, kekacauan jalur sirkulasi dan tidak tahu jalur evakuasi yang benar.

Berdasarkan pernyataan di atas, dapat disimpulkan kembali bahwa saat terjadi situasi darurat, pengguna bangunan dianjurkan untuk tetap tenang, tidak panik atau terburu – buru, dan dapat membentuk kelompok kecil ketika terjadi situasi darurat. Namun, pada beberapa kasus darurat, justru banyak orang yang meninggal ketika proses evakuasi, bukan karena terbakar atau terjebak asap. Melainkan terjadi kepanikan massal dan banyak orang terinjak oleh orang lain.

Aplikasi Thunderhead Pathfinder

Thunderhead Pathfinder merupakan sebuah alat untuk mengukur, mengevaluasi, serta mensimulasikan keadaan darurat (*emergency*) pada bangunan. Keluaran atau hasil dari aplikasi ini berupa simulasi 3D yang menunjukkan bagaimana pengguna bangunan dalam menyelamatkan diri melalui jalur yang telah dirancang dan direncanakan sebelumnya.

Parameter yang akan dimasukkan dalam aplikasi ini antara lain :

1. Denah Bangunan dan 3D
2. Jumlah Pengguna Bangunan
Dibutuhkan untuk mengetahui jumlah pengguna bangunan pada tiap ruang dalam denah yang dimasukkan. Sehingga menciptakan simulasi yang akurat sesuai dengan keadaan aslinya.
3. Letak Tangga Darurat
Posisi tangga darurat dalam bangunan juga digambarkan sesuai dengan rancangan atau letak pada hasil bangunan aslinya.
4. Titik Keluar / *Exit*
Posisi titik dimana pengguna dapat mencapai *exit* juga dimasukkan dalam parameter aplikasi ini. Apabila tidak dimasukkan, maka pengguna akan *stuck* dan simulasi tidak berjalan.
5. Jenis Pengguna
Jenis dari pengguna bangunan juga dibedakan berdasarkan tipenya seperti tim medis, pasien, maupun pasien yang menggunakan bed. Karena tiap jenis pengguna memiliki ciri dan kecepatan tempuh serta ukuran yang berbeda.
6. Perilaku Pengguna
Perilaku setiap pengguna juga dapat diatur menurut standar SFPE (terdapat dalam aplikasinya), seperti pasien dengan bed perlu menunggu tim medis untuk mendorong bed / stretcher, hingga mengatur titik keluar bangunan tiap penggunanya.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian secara Keseluruhan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode evaluatif. Evaluasi yang dimaksudkan adalah dengan melakukan evaluasi desain RS Telkom Surabaya yang telah dirancang dengan menggunakan aplikasi *Thunderhead Pathfinder*. Data yang digunakan sebagai input aplikasi tersebut berasal dari desain denah dan 3D RS Telkom Surabaya.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi jalur evakuasi yang telah dirancang, sehingga dapat diketahui tingkat keselamatan penggunaannya.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian ini berasal dari dokumen rancangan RS Telkom Surabaya, berupa dokumen utama Denah dan 3D, serta dokumen penunjang lain yang diperlukan.

Spesifikasi Proyek



Gambar 1. Visualisasi 3D RS Telkom Surabaya

Klien dari proyek RS Telkom Surabaya adalah anak perusahaan dari PT. Telkom, yakni Telkom Property. Konsultan perencana yang ditunjuk untuk merancang proyek ini adalah PT. Rimasyada, dengan kepala arsitek Ir. Handoyotomo. Lokasi tapak ini berada di sisi barat jalan Ahmad Yani, Surabaya. Jenis rumah sakit ini adalah rumah sakit tipe B dengan luas lahan sebesar 17.350 m², dan luas bangunan sebesar 18.444,64 m².

Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui bantuan aplikasi *Thunderhead Pathfinder*. Aplikasi tersebut memang dikhususkan untuk mengevaluasi kinerja jalur evakuasi suatu bangunan ketika terjadi kebakaran. Oleh karena itu, penggunaan aplikasi *Thunderhead Pathfinder* sebagai alat evaluasi hasil rancangan jalur evakuasi RS Telkom Surabaya ini dirasa relevan untuk digunakan.

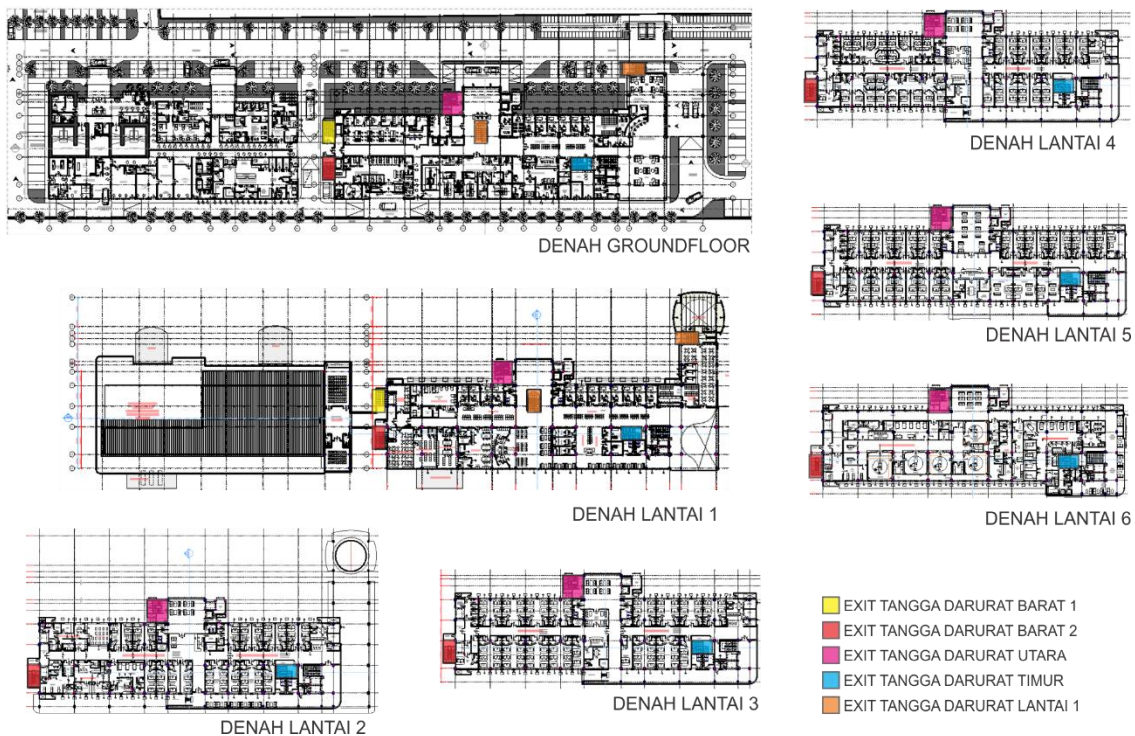
Untuk mendapatkan hasil simulasi yang optimal, maka dalam melakukan penelitian ini, akan dibuat beberapa skenario simulasi evakuasi ketika terjadi bencana pada bangunan RS Telkom Surabaya, antara lain :

A. **Skenario 1 – Hanya Tangga Darurat saja dan tidak diarahkan (Uncontrolled Wayfinding)**

Pada skenario evakuasi ini, diasumsikan seluruh pengguna bangunan hanya dapat mengakses tangga darurat saja. Kondisi lift tangga darurat tidak dapat digunakan, dan tangga publik tidak dapat diakses. Selain itu, para pengguna bangunan juga dalam kondisi yang belum terlatih dan mencari jalan secara mandiri.

B. **Skenario 2 – Hanya Tangga Darurat dan diarahkan (Controlled Wayfinding)**

Pada skenario evakuasi ini, diasumsikan seluruh pengguna bangunan hanya dapat mengakses tangga darurat saja. Kondisi lift tangga darurat tidak dapat digunakan, dan tangga publik tidak dapat diakses. Selain itu, para pengguna bangunan telah mengetahui jalur evakuasi dan telah mendapat pengalaman pelatihan *fire drill* sebelumnya.



Gambar 2 Letak dan Penamaan Tangga Darurat pada Denah RS Telkom Surabaya

HASIL DAN PEMBAHASAN Asumsi Jumlah Pengguna

Untuk mengetahui jumlah pengguna bangunan RS Telkom Surabaya, diasumsikan bahwa setiap ruangan di dalam bangunan berada pada keadaan *full load capacity* atau penuh oleh pengguna. Untuk memudahkan, maka penentuan jumlah pengguna akan dibagi menjadi 3 blok, yakni :

Table 1 Asumsi Jumlah Pengguna RS Telkom Surabaya

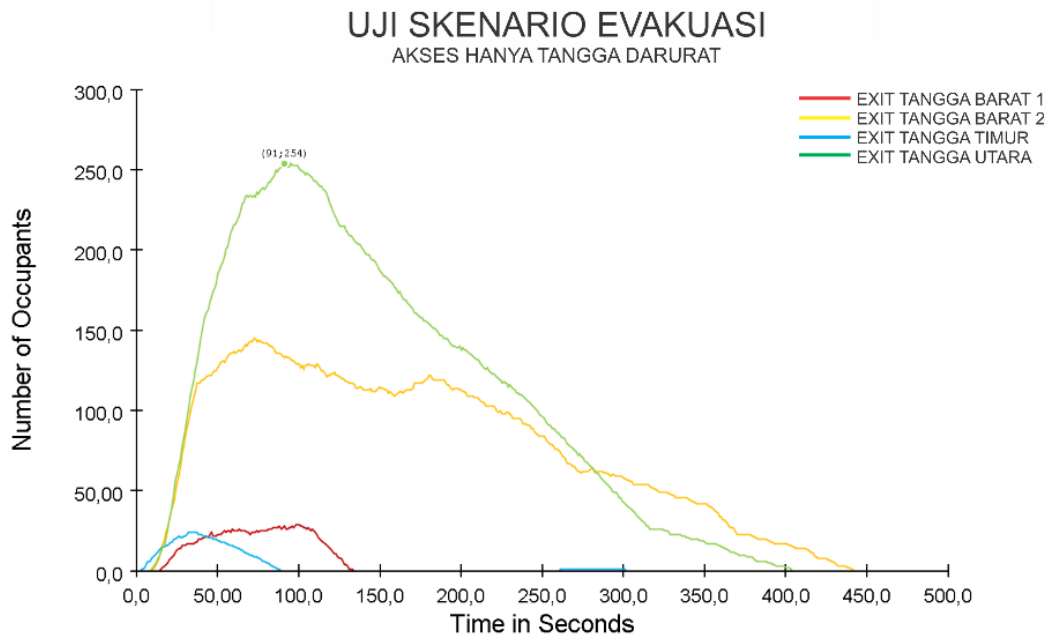
LEVEL BANGUNAN	LUAS BANGUNAN (m ²)	PENGGUNA (ORANG)
GROUND FLOOR	4756.41	413
1 ST FLOOR	3016.44	360
2 ND FLOOR	2178.37	108
3 RD FLOOR	2177.32	98
4 TH FLOOR	2177.32	83
5 TH FLOOR	2069.39	67
6 TH FLOOR	2069.39	107
TOTAL	18444.64 m ²	1.236 orang

Total asumsi pengguna bangunan dalam keadaan penuh atau *full load capacity* mencapai 1.236 orang. Dengan pengguna pada lantai Groundfloor sebanyak 413 orang, lantai 1 sebanyak 360 orang, lantai 2 sebanyak 108 orang, lantai 3 sebanyak 98 orang, lantai 4 sebanyak 83 orang, lantai 5 sebanyak 67 orang, dan lantai 6 sebanyak 107 orang. Pada

lantai groundfloor cukup padat karena menampung fungsi rawat jalan dan fasilitas blok medis yang membutuhkan akses dan sirkulasi cepat. Sedangkan pada lantai 1 juga cukup padat karena menampung fungsi poliklinik serta gedung pertemuan.

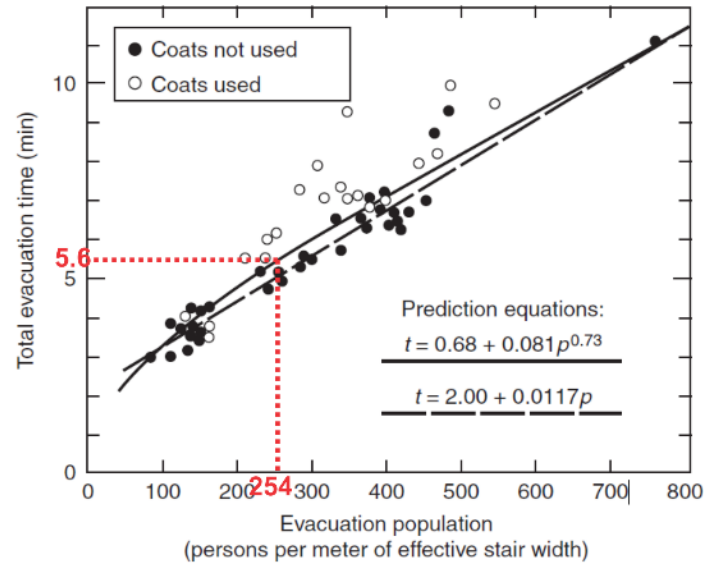
Hasil Pengujian Menggunakan Thunderhead Pathfinder

Uji Skenario 1 - Uncontrolled Wayfinding



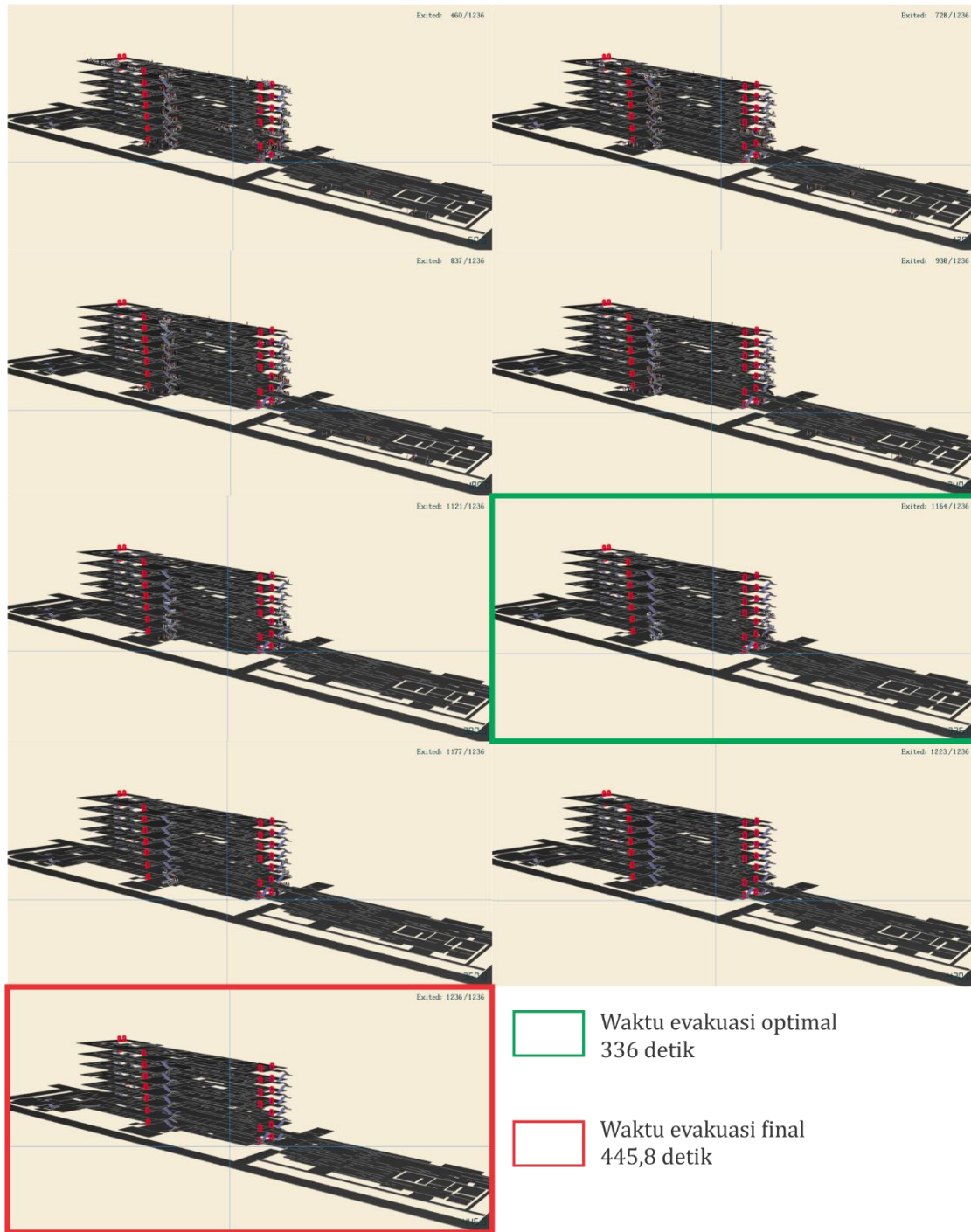
Gambar 3 Hasil Uji Skenario Kepadatan pada Tangga Darurat pada Skenario Pertama

Berdasarkan hasil analisa menggunakan aplikasi *Pathfinder* (Gambar 2), diketahui bahwa kepadatan tertinggi terjadi di tangga darurat utara pada detik ke 91, dengan jumlah pengguna 254 orang. Lalu pada tangga darurat barat 2 dengan kepadatan tertinggi 148 orang. Tangga darurat timur dengan kepadatan 32 orang dan tangga darurat barat 1 dengan kepadatan 30 orang. Dari kepadatan tertinggi pada tangga darurat utara, lalu dimasukkan ke dalam chart waktu evakuasi yang optimal pada bangunan RS Telkom Surabaya.



Gambar 4 Perbandingan Kepadatan Evakuasi dengan Waktu Evakuasi yang Optimal pada RS Telkom Surabaya

Pada grafik diatas (Gambar 3), parameter bagian bawah menunjukkan jumlah kepadatan populasi orang yang sedang evakuasi dalam satu *stairwell*, dan di sebelah kiri merupakan waktu total evakuasi yang dibutuhkan berdasarkan jumlah populasi terbanyak dalam satu tangga darurat. Titik hitam (*Coats not used*) menunjukkan bahwa pengguna bangunan tidak menggunakan pakaian tebal sehingga pergerakan lebih leluasa, sedangkan titik putih (*Coats used*), menunjukkan bahwa pengguna menggunakan pakaian tebal. Setelah memasukkan data kepadatan pengguna tertinggi pada chart (Gambar 3), didapatkan hasil waktu evakuasi yang optimal adalah 5,6 menit atau 336 detik. Jadi, untuk memperoleh waktu yang optimal bagi para pengguna bangunan agar selamat dan aman saat evakuasi memerlukan waktu sekurang – kurangnya 336 detik. Selanjutnya, hasil ini dijadikan acuan untuk simulasi evakuasi dengan hasil sebagai berikut :



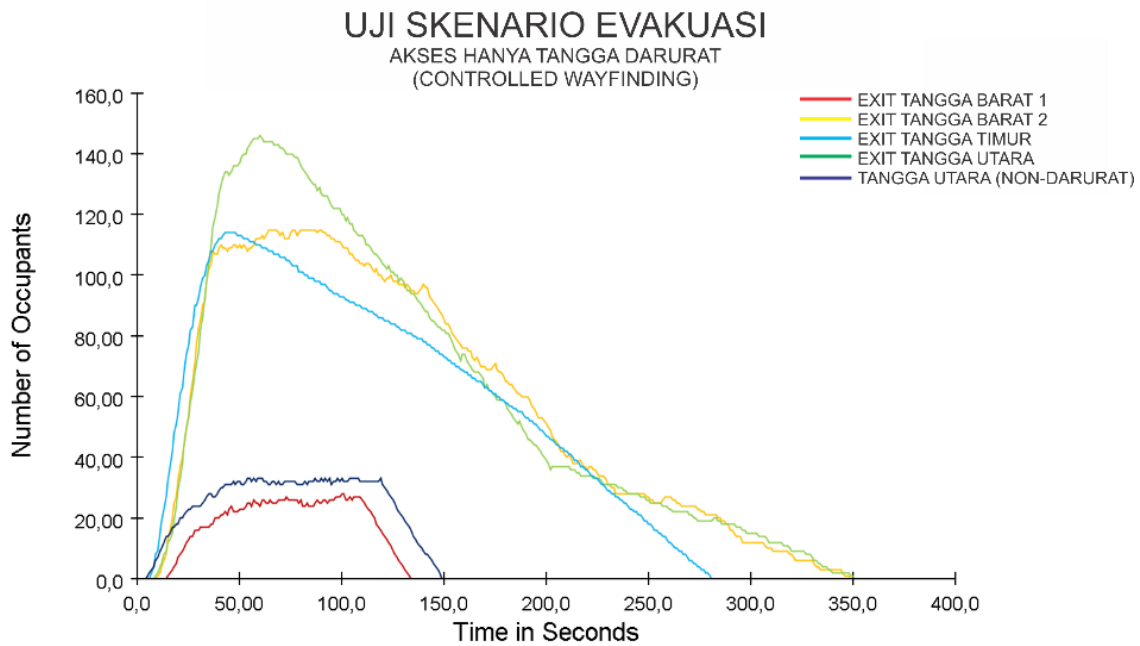
Gambar 5 Hasil Simulasi Pathfinder tiap Interval 60 detik (kiri-kanan) pada scenario pertama

Setelah dilakukan simulasi menggunakan skenario evakuasi dengan menggunakan tangga darurat saja, didapatkan hasil yang tidak memenuhi standar SFPE yakni total waktu evakuasi seluruh pengguna bangunan sebanyak 445,8 detik. Pada detik ke 336, sebanyak 1161 orang telah terevakuasi, sedangkan 75 orang masih berada di dalam bangunan. Berdasarkan simulasi tersebut, tiap pengguna bangunan langsung mencari titik exit terdekat (*uncontrollable wayfinding*), sehingga terjadi penumpukan pada tangga darurat utara, sedangkan tangga darurat timur sangat jarang digunakan.

Selain itu, faktor yang membuat pengguna bangunan cukup lama dalam melakukan evakuasi adalah adanya faktor lain yakni pengguna yang menggunakan *bed*/stretcher dan *baby box* / bayi. Karena kedua jenis pengguna bangunan tersebut membutuhkan bantuan orang lain, yakni tim perawat dan paramedic dalam bangunan untuk mencapai titik evakuasi. Disamping itu, kecepatan tempuh di dalam bangunan dan di tangga juga lebih lambat daripada pengguna bangunan yang lain.

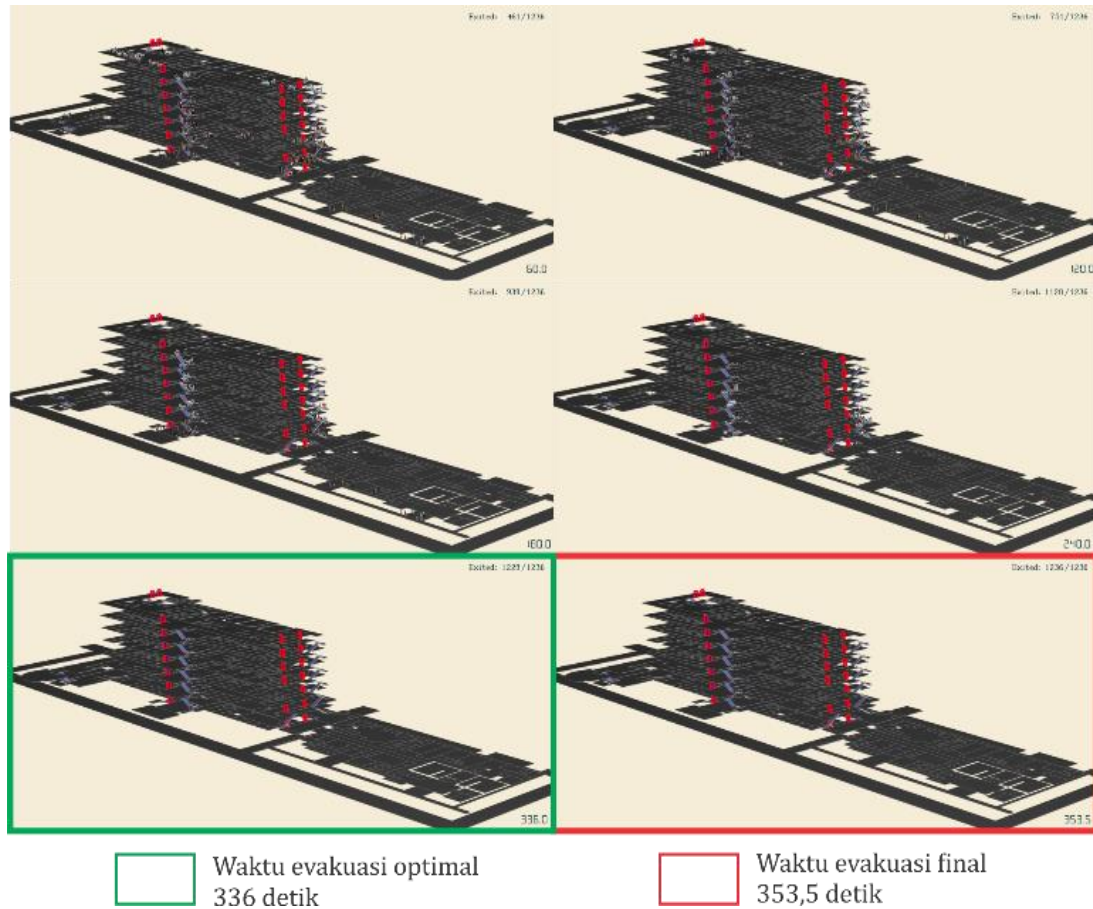
Uji Skenario 2 - Controlled Wayfinding

Setelah melakukan simulasi aplikasi *Thunderhead Pathfinder* menggunakan skenario ke-2, yakni *controlled wayfinding* dengan jalur akses tangga darurat dan tangga publik antara lantai 1 dan lantai groundfloor, didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 6 Hasil Uji Skenario Kepadatan pada Tangga Darurat pada Skenario Ke-2

Berdasarkan hasil analisa menggunakan aplikasi *Pathfinder* (Gambar 2), diketahui bahwa kepadatan tertinggi terjadi di tangga darurat utara, dengan kepadatan sebanyak 151 orang pada detik ke 75. Lalu dengan dimanfaatkannya tangga utara (non-darurat) yang menghubungkan lobby utara groundfloor dengan poliklinik lantai 1, kepadatan dapat diuraikan lebih merata. Selain itu, pada scenario ini juga dilakukan simulasi dengan kriteria tiap pengguna bangunan sudah diarahkan dan menuju tangga darurat yang telah ditentukan.



Gambar 7 Hasil Simulasi dengan Skenario ke-2

Pada simulasi menggunakan scenario ke-2, waktu total yang dibutuhkan pengguna bangunan untuk mengevakuasi diri adalah 353,3 detik atau setara dengan 5.8 menit. Saat detik ke 336 (waktu keluar optimal), sebanyak 1.229 orang telah berhasil menyelamatkan diri, dan menyisakan 7 orang dengan komposisi 1 pasien bed, 2 orang tim pembantu, dan 4 orang pasien rawat inap. Ketika detik ke 353,3 seluruh pengguna sudah dapat keluar bangunan.

Pada simulasi ini, kepadatan lebih merata dengan difungsikannya tangga publik utara dan timur, namun hanya dapat diakses oleh pengguna lantai 1 saja (turun 1 lantai saja) dengan asumsi aman untuk digunakan. Setelah melakukan simulasi ke-2, didapatkan hasil bahwa pasien lantai 6 yang menggunakan stretcher tidak menggunakan akses tangga timur, karena akses dan maneuver yang tidak memadai. Hal ini menyebabkan pengalihan akses pasien lantai 6 ke tangga darurat utara dan barat yang menambah beban kerja tangga itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan simulasi evakuasi bangunan RS Telkom Surabaya yang telah dilakukan menggunakan aplikasi *Thunderhead Pathfinder*, didapatkan kesimpulan bahwa jalur evakuasi darurat pada RS Telkom Surabaya dengan menggunakan tangga darurat saja tidak memenuhi standar waktu evakuasi yang optimal menurut SFPE.

Table 2 Perbandingan Waktu Evakuasi antar Skenario

UJI SKENARIO	AKSESIBILITAS	STANDAR WAKTU SFPE	TOTAL WAKTU EVAKUASI	JUMLAH PENGGUNA SELAMAT PADA WAKTU OPTIMAL	JUMLAH PENGGUNA DI DALAM BANGUNAN PADA WAKTU OPTIMAL
Skenario 1 – Uncontrolled Wayfinding	Tangga Darurat Saja	336 Detik (5,6 menit)	445,8 Detik (7,43 menit)	1.164 Orang	72 Orang
Skenario 2 – Controlled Wayfinding	Tangga Darurat + Tangga Publik 2 Lantai		353,3 Detik (5,8 menit)	1.229 Orang	7 Orang

Setelah melalui tahap analisis dan simulasi menggunakan aplikasi *Thunderhead Pathfinder*, didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan skenario pertama para pengguna bangunan membutuhkan waktu sebanyak 445,8 detik atau 7,43 menit, hasil ini tidak sesuai dengan standar waktu SFPE yang membutuhkan waktu 336 detik atau 5,6 menit. Pada saat detik ke-336 di skenario pertama, masih terdapat 72 orang di dalam bangunan. Sedangkan pada skenario ke-2, waktu tempuh pengguna yang telah diarahkan cukup berkurang dibandingkan skenario pertama, namun tetap tidak sesuai dengan standar waktu SFPE, yakni membutuhkan waktu sebanyak 353,3 detik atau setara dengan 5,8 menit. Pada saat detik ke-336 di skenario ke-2, masih terdapat sebanyak 7 orang di dalam bangunan.

Saran yang diperlukan untuk kedepannya adalah dengan dilakukan penelitian lebih lanjut terkait jalur yang lebih optimal dan pemilihan akses darurat bagi pengguna bangunan, khususnya pada bangunan rumah sakit mengingat terdapat pengguna / pasien yang membutuhkan bantuan orang lain dalam bergerak. Selain itu, perlu dibuat dan ditambahkan standar mengenai waktu evakuasi pada bangunan rumah sakit yang lebih terinci, serta adanya prosedur dan penyuluhan berkala khususnya untuk masyarakat awam agar tahu apa yang harus dilakukan ketika terjadi keadaan darurat di rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN 2000. SNI 03-1735-2000. Tentang Tata Cara Akses Bangunan dan Lingkungan.
- Cahyono, Sofyan. 2018. RS Bhayangkara Surabaya Terbakar. www.jawapos.com . Diakses 07 Januari 2020.
- Jajeli, Rois. 2016. Dirut RSI Surabaya: Yang Terbakar Gudang Arsip, Evakuasi Pasien Sesuai Protap. <https://news.detik.com> . Diakses 07 Januari 2020.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI no 56 tahun 2014. Tentang Klasifikasi dan Perijinan Rumah Sakit. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI no 24 tahun 2016. Tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit. Jakarta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no 26/PRT/M tahun 2008. Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan. Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat NOMOR 14/PRT/M/2017 (Lampiran 2). Tentang Persyaratan Kemudahan bangunan Gedung. Jakarta.
- Prabowo, Priyo Manik. 2017. RSUD Soetomo Terbakar, Pasien dan Petugas Medis Dievakuasi. <https://beritajatim.com> .Diakses 07 Januari 2020.
- Proulx, Guylene. 2002. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition : Chapter 13.

Suprpto. 2007. Sistem Proteksi Kebakaran Pasif Kaitannya Dengan Aspek Keselamatan Jiwa. Jurnal Pusat Litbang Permukiman.