

## **SIMULASI EVAKUASI PADA BANGUNAN AUDITORIUM DENGAN SOFTWARE PATHFINDER**

### **Studi Kasus Desain Balkon Gedung *Multipurpose* Universitas Teknologi Yogyakarta**

Alfianis Oktasari, S.Ars<sup>1</sup> dan Ir. Ahmad Saifudin Mutaqi, M.T.,IAI.,AA.,GP<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: [17515004@students.uii.ac.id](mailto:17515004@students.uii.ac.id)

**ABSTRAK:** *Desain Gedung Multipurpose Universitas Teknologi Yogyakarta terdapat auditorium dengan kapasitas 2980 orang. Tingginya kapasitas dan penggunaan bangunan di satu waktu menjadikan aspek keselamatan adalah prioritas utama dalam menentukan alternatif desain. Evakuasi merupakan sarana penyelamatan yang dapat diuji keberhasilan sistem keselamatan bangunan. Simulasi evakuasi dipilih untuk menguji 2 alternatif desain balkon yaitu 2 balkon dan 3 balkon untuk memberikan pertimbangan desain kepada Universitas Teknologi Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan software simulasi evakuasi Pathfinder dengan 3 parameter uji yaitu (1) evacuation time, (2) density dan (3) occupant path. Skenario buka tutup tangga darurat dari total 4 tangga darurat hingga 1 tangga darurat terbuka. Hasil simulasi pada parameter evacuation time menunjukkan desain 3 balkon memiliki resiko tinggi pada proses evakuasi. Desain 2 balkon memiliki density (kepadatan) yang merata pada tiap skenario. Pada parameter occupant path menunjukkan adanya kebingungan pengguna dalam mengakses tangga darurat pada desain 3 balkon. Rekomendasi desain pada proses perencanaan Gedung Multipurpose Universitas Teknologi Yogyakarta adalah desain 2 balkon.*

**Kata kunci:** Gedung *Multipurpose* Universitas Teknologi Yogyakarta, simulasi evakuasi desain balkon, *software Pathfinder*

### **PENDAHULUAN**

Perancangan bangunan auditorium membutuhkan perhatian lebih di tiap tahapannya seperti di dalam (Appleton,1996) menjelaskan bahwa desain dan pengembangan bangunan untuk seni pertunjukan telah menjadi semakin rumit. Peralannya melibatkan banyak masalah, niat dan minat, serta tanggapan terhadap teknologi kemajuan sehingga dapat dikategorikan bangunan auditorium memiliki kompleksitas yang tinggi. Bangunan auditorium merupakan bangunan dengan populasi pengguna yang besar dari ratusan hingga ribuan orang di satu tempat dan satu waktu. Keselamatan pengguna terhadap bahaya kebakaran atau bencana alam merupakan prioritas utama karena dapat menyangkut nyawa manusia. Atas dasar kapasitas besar dan keselamatan maka bangunan membutuhkan perhatian lebih pada sistem evakuasi.

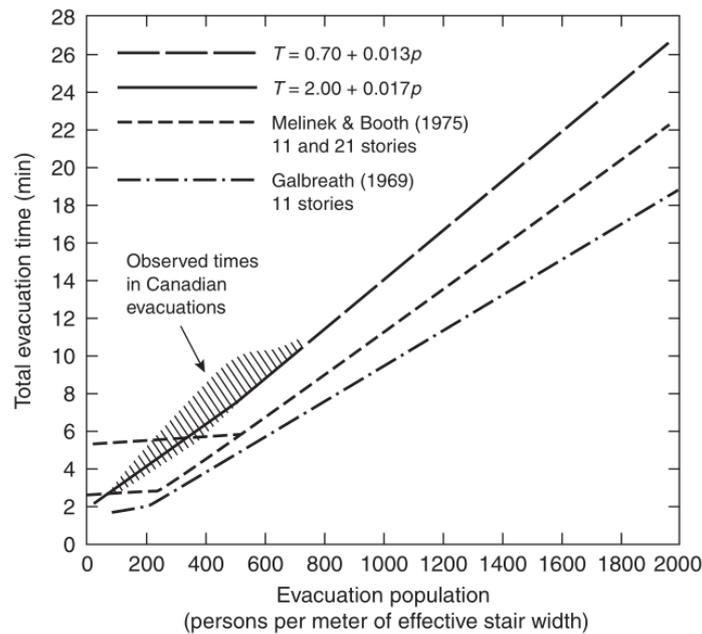
Peran seorang arsitek untuk mewujudkan desain sesuai standar terhadap keselamatan bangunan adalah mendesain bangunan dengan aspek arsitekturalnya dapat meminimalisir resiko ketidaksielamatan pengguna dalam bangunan. Desain Gedung Multipurpose Universitas Teknologi Yogyakarta telah menerapkan standar dari PERMEN PU RI Nomor 45/PRT/M/2007 khususnya pada persyaratan sarana penyelamatan. Langkah selanjutnya untuk memverifikasi desain dapat dilakukan dengan simulasi secara komputasi untuk mengetahui keberhasilan evakuasi terhadap standar waktu evakuasi. Software simulasi evakuasi pada penelitian ini adalah Pathfinder yang berbasis agen dengan memetakan

pengguna mengevakuasikan diri keluar bangunan dengan behavior tertentu secara 3 dimensi.

**STUDI PUSTAKA**

Penelitian ini akan menggunakan 2 aspek kalkulasi evakuasi yang telah disebutkan pada NFPA 101 (2006) yaitu (1) *evacuation time*, (2) *density* dan (3) *occupant path*. Standar evacuation time pada **Diagram 1** menunjukkan bahwa pengguna Gedung Multipurpose Universitas Teknologi Yogyakarta dengan kapasitas 3000 memiliki waktu maksimal evakuasi selama 28 menit. Mode *behaviour* yang digunakan adalah steering dengan pengguna tidak memiliki tekanan khusus akibat bahaya kebakaran.

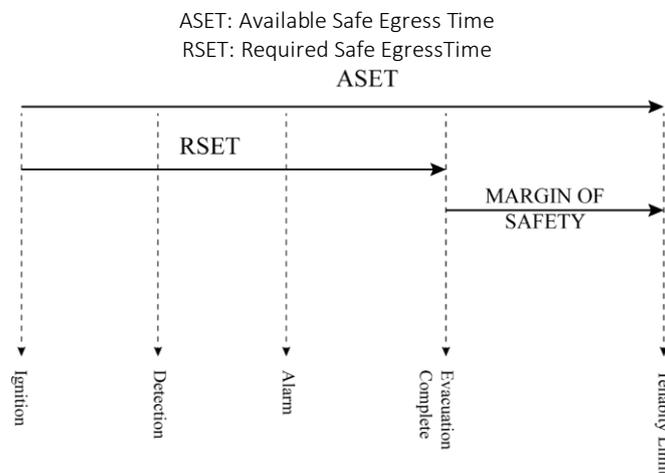
**Diagram 1** Diagram *Evacuation Time Standard*



Sumber: *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third Edition* tahun 2002

Pada Diagram 2 menjelaskan bahwa *Margin of Safety* merupakan sisa waktu antara waktu evakuasi pengguna keluar bangunan (RSET) dan standar (ASET) waktu maksimal evakuasi sehingga semakin besar waktu akan meminimalisir resiko pada evakuasi.

**Diagram 2** Diagram *Evacuation Time*



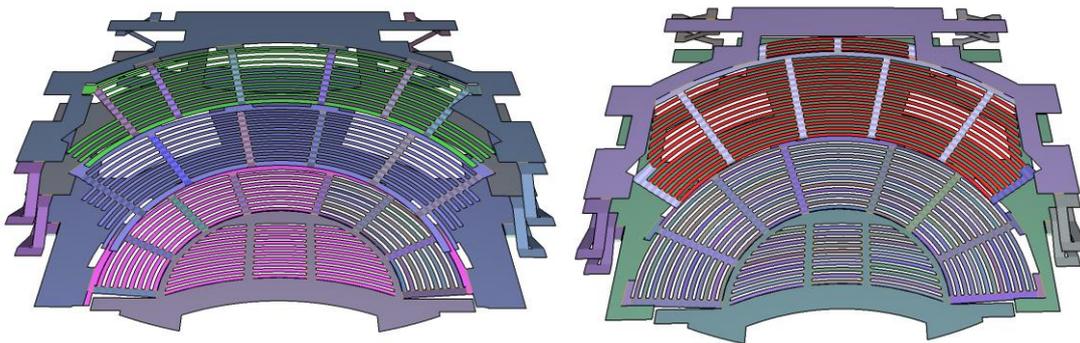
Sumber: *Evacuation Modeling Trends* tahun 2016

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berlatar belakang dari adanya kesulitan untuk mengambil keputusan antara 2 alternatif yang memiliki perbedaan pada jumlah balkonnnya yaitu 2 balkon dan 3 balkon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui resiko terhadap keberhasilan evakuasi pada tiap desain melalui simulasi evakuasi menggunakan Patfinder.

**Metode Pengumpulan Data**

- **Observasi**, yaitu untuk mendapatkan data 2 alternatif desain Gedung Multipurpose berupa denah, tampak dan potongan
- **Studi Literatur**, yaitu untuk mendapatkan teori dan standar terkait dengan evakuasi dan simulasi komputasi.



**Gambar 1** Kiri: Desain 3 Balkon dan Kanan: Desain 2 Balkon

Sumber: Penulis tahun 2018

**Metode Pengolahan dan Analisis Data**

Metode analisis yang digunakan adalah analisis kuantitatif untuk mengetahui keberhasilan tiap desain dalam proses evakuasi. Skenario buka tutup tangga darurat dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan bahaya sehingga tangga tidak dapat digunakan. Simulasi akan dilakukan dengan 8 skenario dari 4 tangga darurat terbuka hingga 1 tangga darurat terbuka. Maka akan didapat waktu evakuasi paling beresiko dengan kondisi 1 tangga darurat terbuka yang akan di cek dengan standar waktu evakuasi.

	1	2	3	4
	ABCD	BCD	ABC	BC
	5	6	7	8
	CD	AB	A	D

**Gambar 2** Skenario Pola Tangga Darurat Terbuka

Sumber: Penulis tahun 2018

Pada penelitian ini langkah pengujian model sebagai berikut

1. Mendefinisikan lantai layan yang dapat dilalui pengguna untuk evakuasi ke dalam model 3 dimensi
2. Model 3 dimensi yang telah dibuat dalam format Collada diimport ke dalam *software Pathfinder*
3. Mendefinisikan elemen evakuasi seperti lantai layan, tangga, pintu, pengguna dan mode *behaviour*
4. Disimulasikan
5. Didapatkan hasil berupa *evacuation time*, *density* dan *occupant path*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 1 Evacuation Time (Waktu Evakuasi) Desain 3 Balkon**

Skenario	RSET Awal (detik & menit)		Delay Time (menit)	RSET Akhir (RSET Awal + Delay Time)	ASET (menit)	Margin of Safety (ASET - RSET Akhir)
1	448,3	7,5		9,5		18,5
2	523,8	8,73		10,73		17,27
3	577	9,62		11,62		16,38
4	788,5	13,13		15,13		12,87
5	681,5	11,36	2	13,36	28	14,64
6	877,8	16,63		18,63		9,37
7	1.683,5	28,05		30,05		-2,05
8	1.259,5	20,99		22,99		5,01

Sumber: Penulis tahun 2018

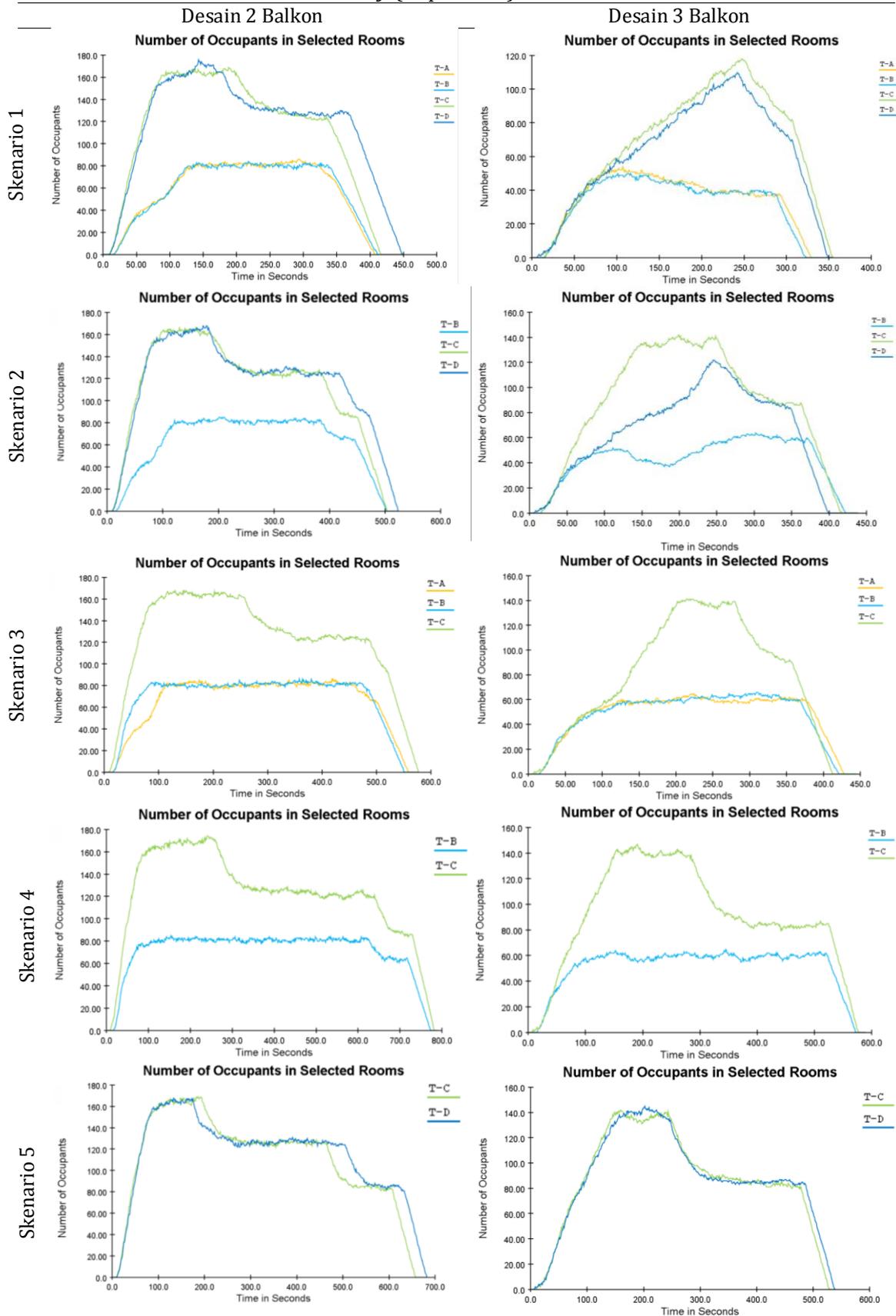
**Tabel 2 Evacuation Time (Waktu Evakuasi) Desain 2 Balkon**

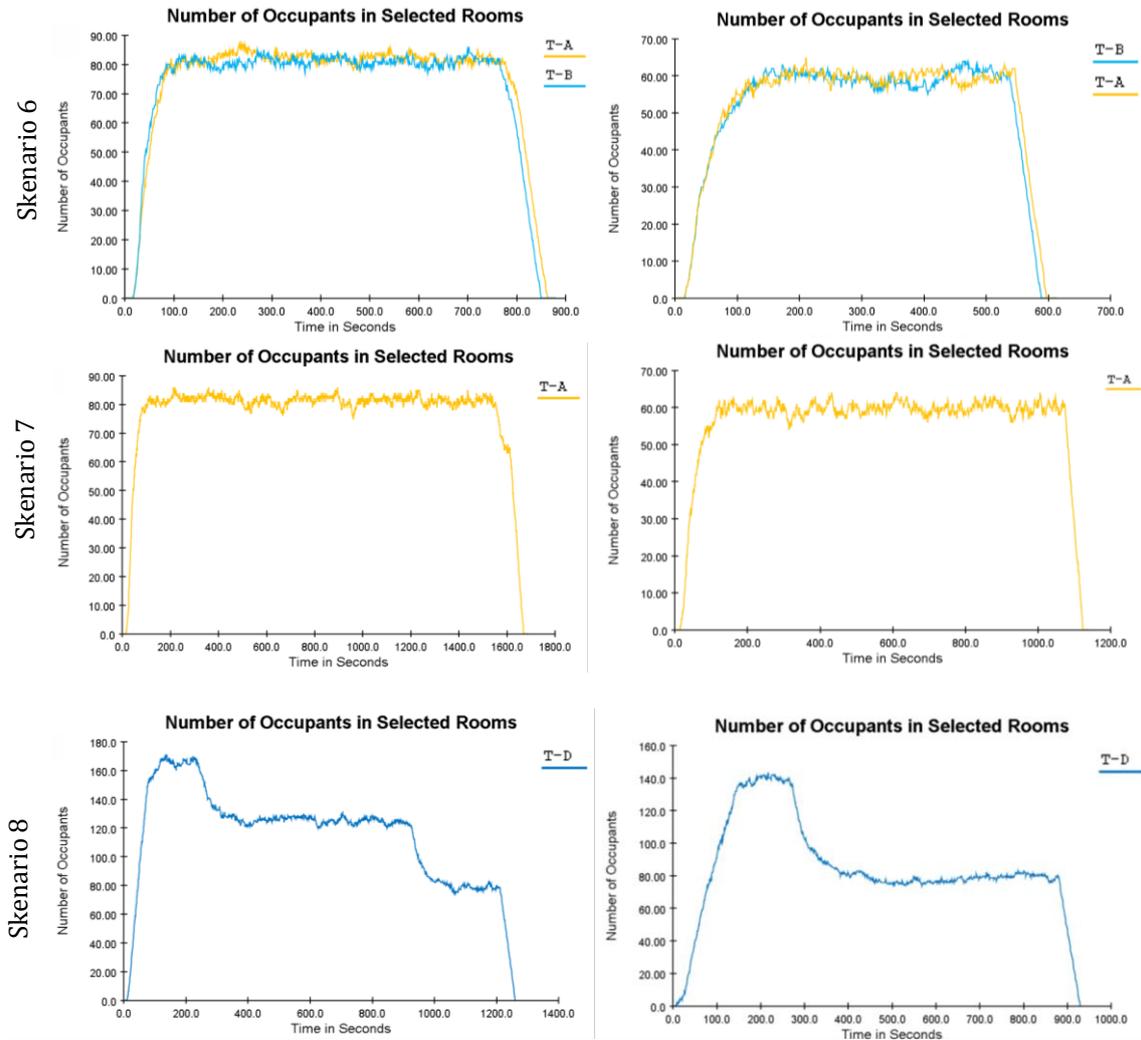
Skenario	RSET Awal (detik & menit)		Delay Time (menit)	RSET Akhir (RSET Awal + Delay Time)	ASET (menit)	Margin of Safety (ASET - RSET Akhir)
1	354,3	5,9		7,9		20,01
2	438	7,3		9,3		18,7
3	443,3	7,38		9,38		18,62
4	588	9,8		11,8		16,2
5	538	8,97	2	10,97	28	17,03
6	612	10,2		12,2		15,8
7	1.138,3	18,97		20,97		7,03
8	928,8	15,48		17,48		10,52

Sumber: Penulis tahun 2018

Hasil simulasi pada Skenario 1 pada kedua desain dengan 4 tangga darurat terbuka menunjukkan angka aman dengan Margin of Safety 18 menit dan 20 menit. Desain 3 balkon membutuhkan waktu evakuasi pada skenario 1 yang hampir mendekati waktu evakuasi desain 2 balkon pada skenario 2, hal ini menunjukkan bahwa perbedaan waktu evakuasi selisih 1 tangga. Skenario 2,3,4,5,6 memiliki perbedaan signifikan pada skenario 6 pada desain 3 balkon yaitu memiliki *Margin of Safety* paling rendah yaitu 9,37 menit diantara rata - rata 12,87 hingga 18,7. Hal ini menunjukkan bahwa tangga A dan tangga B tidak lebih efektif dalam proses evakuasi dibanding tangga C dan D. Hasil simulasi evakuasi akhir dengan 1 tangga darurat terbuka menunjukkan bahwa skenario 7 pada desain 3 balkon memiliki resiko lebih daripada desain 2 balkon terlihat pada **Tabel 1** lebih waktu 2,05 menit.

**Tabel 3 Density (Kepadatan) 2 Desain Balkon**

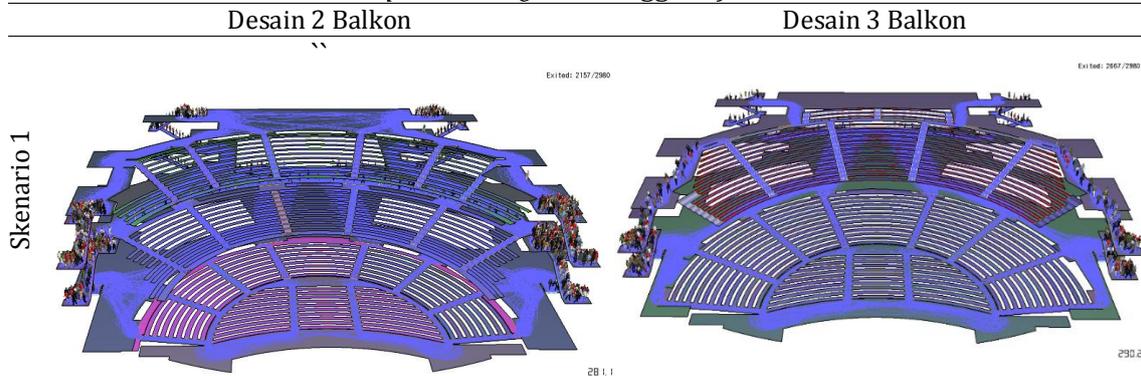


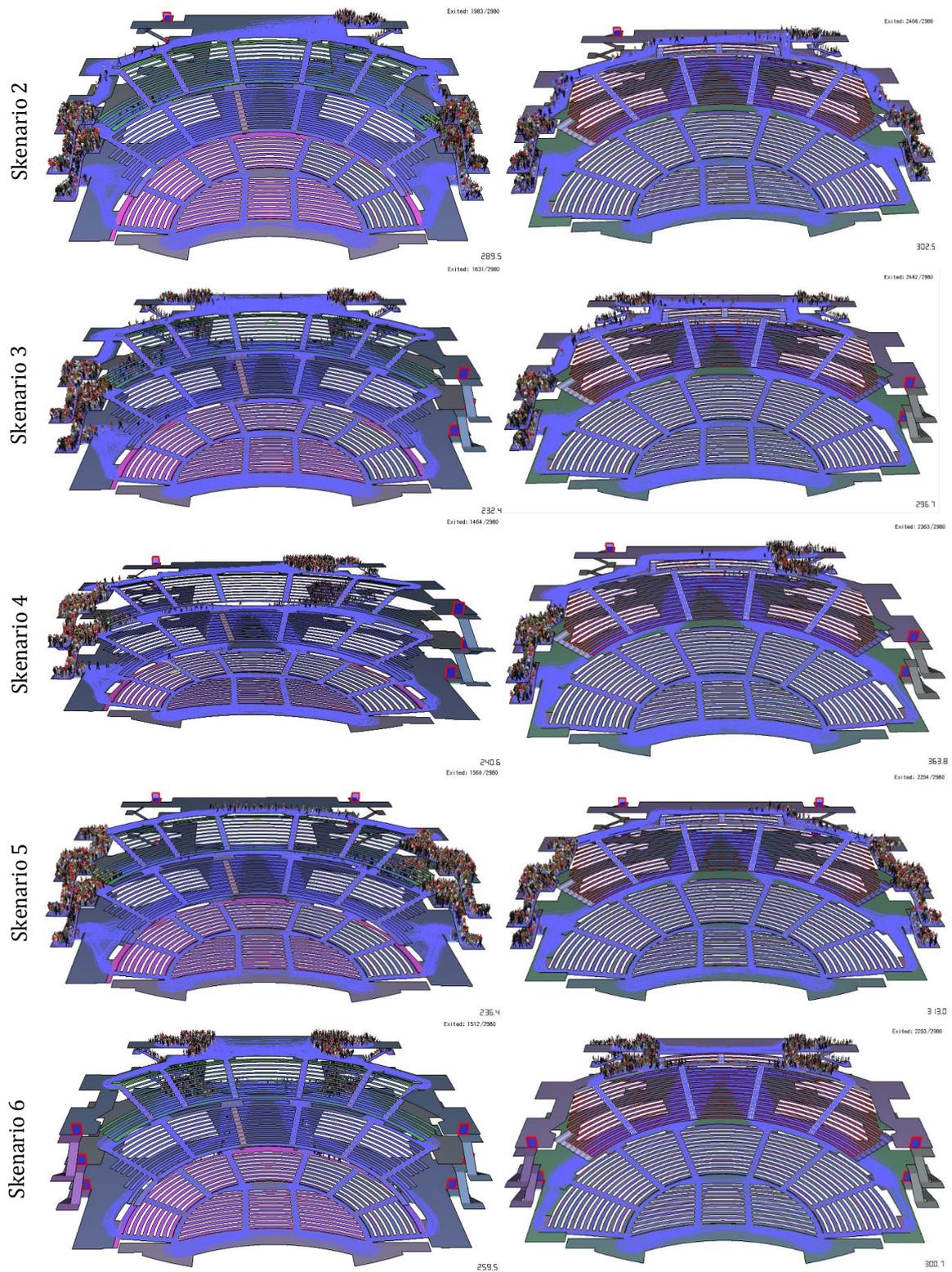


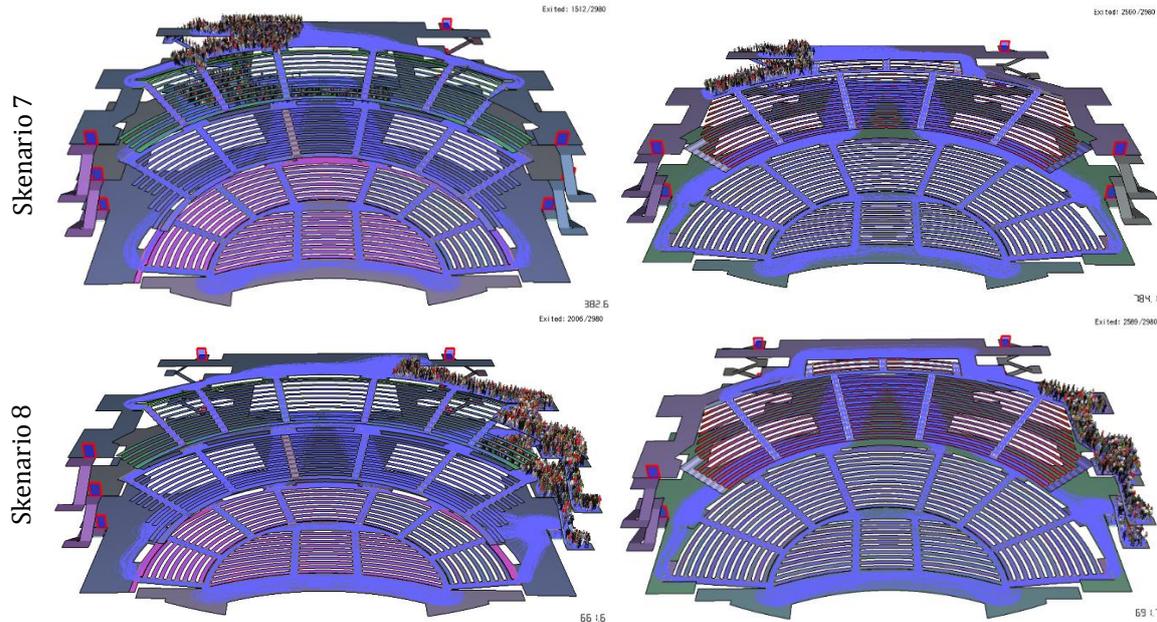
Sumber: Penulis tahun 2018

Desain 2 balkon cenderung lebih stabil angka kepadatannya di tiap tahap skenario, hal ini menunjukkan bahwa pengguna merata. Pada desain 3 balkon memiliki dinamika tertentu, artinya pengguna mengalami kebingungan pada saat memilih tangga darurat yang berakibat pada lama waktu evakuasi. Perbedaan signifikan skenario 2 yaitu pengguna yang seharusnya melalui tangga A lebih memilih tangga C dan tangga D secara merata pada desain 2 balkon namun pada desain 3 balkon pengguna tangga A lebih memilih tangga C.

**Tabel 4** Occupant Path (Jalur Pengguna) 2 Desain Balkon







Sumber: Penulis tahun 2018

Pada skenario 1 desain 2 balkon menunjukkan pengguna langsung memilih tangga terdekat tanpa ada kebingungan yang terlihat pada desain 3 balkon. Presentase kebingungan pengguna lebih banyak terlihat pada desain 3 balkon, hal ini dikarenakan pada jarak antara ointu keluar auditorium hampir sama antara menuju tangga AC dan menuju tangga BD. Desain 2 balkon dapat memiliki sedikit resiko kebingungan pengguna terlihat pada skenario 3 dan 6 dibandingkan dengan desain3 balkon.

### **KESIMPULAN**

Kedua alternatif desain memiliki waktu maksimum evakuasi yang memenuhi standar dengan 4 tangga terbuka. Namun pada desain 3 balkon memiliki resiko tinggi dengan tidak memiliki waktu *Margin of Safety* jika hanya tangga A yang terbuka. Kepadatan (*density*) terbanyak pada tangga C dan tangga D sehingga tangga tersebut membutuhkan desain khusus untuk mendukung kondisi tersebut. Pemilihan jalur oleh pengguna dengan mode behavior steering lebih mengalami kebingungan pada desain 3 balkon terlihat pada skenario 1,3 dan 6. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil simulasi menunjukkan bahwa desain 2 balkon merupakan alternatif sesuai standar sehingga diajukan sebagai pertimbangan keputusan desain untuk perencanaan Gedung *Multipurpose* Universitas Teknologi Yogyakarta.

### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **Buku**

- Appleton, Ian. 1996. *Buildings for the Performing Arts*. Italia: Elsevier.
- Cuesta, A., Abreu, O., Alvear, D. 2016. *Evacuation Modeling Trends*. Spanyol: Springer.
- Kuligowski, ED., Peacock, RD., Hoskins, BL. 2010. *A review of building evacuation models, Second edn*. Maryland: National Institute of Standards and Technology.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 45/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Gedung Negara*. Jakarta: KEMENPU Republik Indonesia.
- Nelson, H. E., Mowrer, F.W. 2002. *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third edn*. Bethesda: Society of Fire Protection Engineers.
- NFPA. 2006. *NFPA 101: Life Safety Code. First edn*. Quincy: National Fire Protection Association.
- Thunderhead Engineering. 2009. *Pathfinder Technical Reference*. Manhattan: Thunderhead Engineering Consultants, Inc.