

**PENERAPAN METODE *FIRE MODELING* UNTUK
MENGEVALUASI SARANA EVAKUASI JALAN KELUAR
GEDUNG M. SYAFE'I UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

FULKY FAZALLAH
5315117209



Skripsi Ini Ditulis Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan
Di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Aam Aminingsih J. S.T., M.T (Dosen Pembimbing II)
Himawan Hadi S, S.T.,M.T (Dosen Pembimbing II)

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Prof. Dr. Hj. Hartati M, M.Pd. (Ketua Penguji)
Dr.Catur Setyawan K, M.T. (Sekretaris)
Ja'far Amiruddin, S.T, M.T. (Dosen Ahli)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

Ahmad Kholil, S.T.,M.T
NIP. 197705012001121002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa:

Nama : Fulky Fazallah

No. Registrasi : 5315117209

Tempat, tanggal lahir : Bandung, 5 Juni 1993

Adalah benar penulisan skripsi ini dengan gagasan sendiri dan melakukan penelitian sesuai dengan arahan dosen pembimbing dengan skripsi yang berjudul “ **Penerapan Metode *Fire Modeling* Untuk Mengevaluasi Sarana Evakuasi Jalan Keluar Gedung M.Syafe’i Universitas Negeri Jakarta Menggunakan *Software Pathfinder 2012*”**. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh. Apabila kemudian ditemukan bukti kuat bahwa skripsi ini tidak asli seperti pernyataan diatas, maka penulis bersedia menerima hukuman yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Desember 2015
Yang Membuat Pernyataan

Fulky Fazallah
No. Reg. 5315 11 7209

ABSTRAK

Nama : Fulky Fazallah

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : Penerapan Metode *Fire Modeling* Untuk Mengevaluasi Sarana Evakuasi Jalan Keluar Gedung M.Syafe'i Universitas Negeri Jakarta Menggunakan *Software Pathfinder 2012*

Banyak korban terjadi dari musibah kebakaran dikarenakan sarana evakuasi jalan keluar yang tidak memenuhi standar yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sarana evakuasi gedung dengan melakukan simulasi evakuasi secara real dan pemodelan komputer menggunakan software PATHFINDER 2012 dengan jumlah sample okupansi 12 orang. Pemodelan komputer sendiri menjadi suatu pendekatan untuk studi kelayakan bangunan terhadap keamanan sarana evakuasi dari kebakaran dan faktor-faktor yang akan timbul pada saat terjadi kebakaran. input pemodelan komputer dipergunakan informasi geometri gedung/denah, jumlah okupansi dan density atau kepadatan gedung. Penelitian ini juga membandingkan kondisi sarana evakuasi dari tangga darurat, pintu darurat, koridor, tanda/petunjuk arah, pencahayaan darurat dan preseure fan di gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta dengan Peraturan Daerah DKI Jakarta No.8 tahun 2008, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/2008, Standar Nasional (SNI) dan Standar Internasional yaitu (NFPA). Hasil dari penelitian didapat kinerja evakuasi berupa total waktu evakuasi dari simulasi real didapat 3 menit 36 detik dan simulasi permodelan komputer didapat 3 menit 48 detik dan menunjukan kondisi sarana evakuasi di gedung M.Syafei ada beberapa elemen yang belum sesuai dengan peraturan yang berlaku seperti tangga darurat yang belum memiliki pengeras suara, untuk fungsi tangga darurat masih belum sesuai, peletakan dan bahan yang digunakan petunjuk arah jalan keluar masih belum sesuai dan untuk koridor di beberapa lantai masih terdapat properti yang dapat menghalangi jalannya evakuasi. Kata kunci : *evakuasi jalan keluar, simulasi, PATHFINDER 2012*

ABSTRACT

Nama : Fulky Fazallah

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : Penerapan Metode *Fire Modeling* Untuk Mengevaluasi Sarana Evakuasi Jalan Keluar Gedung M.Syafe'i Universitas Negeri Jakarta Menggunakan *Software Pathfinder 2012*

Fire accident caused a lot of victims due to the inadequate standard of emergency evacuation exit route which has been applied. The study aimed to evaluate the evacuation building tools by conducting the real simulation and the use of computer modelling software PATHFINDER 2012 with 12 people as a sample occupancy. Computer modelling, being an approach for the building feasibility study of evacuation security facilities from fire and cause that would emerge when it happened. The input of computer modelling used as the information of geometry building / floor, the total of occupancy, and density. The study also compared the condition of evacuation facilities such as emergency stairs, emergency doors, emergency lights, corridors, signs / directions, and a pressure fan in the M.Syafei building, Universitas Negeri Jakarta to *Peraturan Daerah DKI Jakarta No.8 tahun 2008*, the Regulation of Ministry of Public Works *No.26/PRT/2008*, both National Standards (SNI) and International Standard (NFPA). In conclusion, the result of the study shows the time of evacuation from the real simulation obtained 3 minutes 36 seconds and computer modelling simulation by 3 minutes and 48 seconds, and it showed that the evacuation tools condition at M.Syafei building has some elements which were inadequate to the applicable regulation such as no loudspeakers in emergency stairs, the inadequate functions of emergency stairs, also the evacuation signs or directions to the evacuation door not in the place where it was supposed to be, materials and properties in some corridors might cause obstacles to the way of evacuation. Keywords: *evacuation exit, simulation, PATHFINDER 2012*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih sayang-Nya, penulis masih diberikan nikmat sehat dan kelancaran dalam penulisan skripsi yang berjudul : **“Penerapan Metode Fire Modeling untuk Mengevaluasi Sarana Evakuasi Jalan Keluar Gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta”**.

Penulis Menyadari Sepenuhnya tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, khususnya dari Dosen Pembimbing yang telah memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ayahanda Endang Suryadi, S.H dan Ibunda Sri Suharyani, yang telah mendidik penulis sampai akhirnya bisa meraih gelar Sarjana Pendidikan. Dan juga atas doa dan dukungannya kepada penulis yang tidak pernah berhenti.
2. Kepada kedua adik penulis, Destiana Ratnasari dan Salsa Nabila, yang selalu memberikan dukungannya bagi penulis.
3. Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
4. Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Dr. Riza Wirawan, S.T., M.T. selaku Penasehat Akademik yang senantiasa memberikan bimbingan selama menempuh perkuliahan di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
6. Aam Aminingsih Jumhur, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

8. Ir. Adrianus Pangaribuan M.T., CFEL, selaku Dosen Ahli Fire Protection yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
9. Keluarga Kos Merpati, Lidya Rahmawati, Shaldila Rosari, Annisa Fathurrohmah yang telah memberikan semangat dan terus mengingatkan penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Teman seperjuangan Dabia Noorzana P, Fani Abdila Rizka dan Seluruh Mahasiswa Konsentrasi Fire Protection and Safety Engineering yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, Januari 2016

Fulky Fazallah

5315 11 7209

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x.
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	7
1.3 Pembatasan Masalah.....	8
1.4 Perumusan Masalah.....	8
1.5 Tujuan Penelitian.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II KAJIAN TEORI	
2.1 Definisi Kebakaran.....	10
2.2 Teori Api.....	10
2.2.1 Klasifikasi Bangunan Gedung.....	10
2.2.2 Tetrahedron Api.....	12
2.2.3 Cara Penjalaran Api.....	12
2.3 Klasifikasi Kebakaran.....	13
2.4 Klasifikasi Bahaya Kebakaran.....	14

2.5 Sarana Jalan Keluar.....	17
2.5.1 Tangga Darurat/Kebakaran.....	20
2.5.2 Pintu Darurat.....	24
2.5.3 Jalur Penyelamatan/Koridor.....	26
2.5.4 Petunjuk Jalan Keluar.....	27
2.5.5 Pencahayaan Darurat.....	28
2.5.6 Pengendali Asap.....	29
2.5.7 Tempat Berhimpun.....	29
2.6 Manajemen Keselamatan Kebakaran Gedung.....	30
2.6.1 Organisasi Tanggap Darurat.....	30
2.6.2 Prosedur Tanggap Darurat.....	31
2.7 Fire Modeling PATHFINDER.....	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	35
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.3 Jenis dan Teknik Pengambilan Data.....	36

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Fisik Bangunan.....	40
4.2 Analisis Hasil.....	42
4.2.1 Analisis Evakuasi Terhadap Pergerakan Waktu Okupansi	42
4.2.2 Analisis Perbandingan Waktu Pemodelan Komputer.....	44
4.2.3 Analisis Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	46
4.2.4 Analisis Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	50

4.2.4.1	Tangga Darurat Gedung M.Syafei Terhadap Standar...	50
4.2.4.2	Tanda Arah Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	54
4.2.4.3	Pintu Darurat Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	56
4.2.4.4	Koridor Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	57
4.2.4.5	Pencahayaan Darurat Gedung M.Syafei Terhadap Standar.....	62
4.2.4.6	Pengendali Asap Gedung M.Syafei Terhadap Standar..	63
4.3	Pembahasan.....	64
4.3.1	Pembahasan Analisis Waktu Terhadap Pergerakan Okupansi...	64
4.3.2	Pembahasan Perbandingan Waktu Evakuasi <i>real</i> dan Waktu Simulasi Komputer.....	64
4.3.3	Pembahasan Kesesuaian Sarana Evakuasi M.Syafei dengan Standar.....	67
BAB V KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN.....		71
RIWAYAT HIDUP.....		86

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Laporan Kejadian Kebakaran.....	3
Tabel 2.1 <i>exit & egress fundamental requitment of exiting system</i>	17
Tabel 4.1 Tabel Lantai Gedung M.Syafei UNJ.....	41
Tabel 4.2 Tabel Evaluasi Tangga Darurat Gedung M.Syafei UNJ.....	53
Tabel 4.3 Tabel Evaluasi Petunjuk Arah Gedung M.Syafei UNJ.....	55
Tabel 4.4 Tabel Evaluasi Pintu Darurat Gedung M.Syafei UNJ.....	57
Tabel 4.5 Tabel Evaluasi Koridor Gedung M.Syafei UNJ.....	60
Tabel 4.6 Tabel Evaluasi Pencahayaan Darurat Gedung M.Syafei UNJ.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teori Segitiga Api	10
Gambar 2.2 Rel Tangga Darurat.....	23
Gambar 2.3 Tangga Darurat.....	23
Gambar 2.4 Pintu Darurat.....	25
Gambar 2.5 Penggunaan <i>Software Pathfinder</i>	33
Gambar 2.6 Hasil 3D <i>Software Pathfinder</i>	33
Gambar 2.7 Parameter <i>Software Pathfinder</i>	34
Gambar 3.1 Alur Penelitian	39
Gambar 4.1 Jalur Evakuasi Lantai 4	40
Gambar 4.2 Grafik Lantai 8	42
Gambar 4.3 Simulasi <i>Fire Modeling</i>	43
Gambar 4.4 Hasil Simulasi <i>Fire Modeling</i>	44
Gambar 4.5 Hasil Perbandingan Waktu Simulalsi.....	45
Gambar 4.6 Grafik Lantai 8	46
Gambar 4.7 Grafik Lantai 7	47
Gambar 4.8 Grafik Lantai 6	47
Gambar 4.9 Grafik Lantai 5	48
Gambar 4.10 Grafik Lantai 4	48
Gambar 4.11 Grafik Lantai 3	49
Gambar 4.12 Grafik Lantai 2	49

Gambar 4.13 Hasil simulasi <i>fire modeling</i> 236 okupansi	50
Gambar 4.14 Tangga Darurat Gedung M.Syafei UNJ.....	51
Gambar 4.15 Denah Lantai 4 Tangga Darurat	52
Gambar 4.16 Tanda/Petunjuk Arah <i>Exit</i> Gedung M.Syafei UNJ	54
Gambar 4.17 Pintu Darurat Gedung M.Syafei UNJ	57
Gambar 4.18 Koridor Gedung M.Syafei UNJ	59
Gambar 4.19 <i>Pressure Fan</i>	64
Gambar 4.20 Simulasi Evauasi <i>Real</i>	65
Gambar 4.21 Pemodelan Komputer.....	65
Gambar 4.22 Pemodelan komputer 236 okupansi	66
Gambar 4.23 Pemodelan Komputer Sesuai Standar.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh api yang tidak dikehendaki yang dapat menimbulkan kerugian yang besar baik berupa harta benda maupun jiwa manusia. Kebakaran juga merupakan suatu proses pembakaran yang sangat kompleks. Pembakaran merupakan proses eksotermis atau proses pelepasan energi panas yaitu suatu reaksi katalistik yang melibatkan bahan bakar padat, bahan bakar gas ataupun kedua-duanya¹.

Paimin Napitupulu sebagai Kepala Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana Provinsi DKI Jakarta mengatakan berdasarkan data Dinas Damkar-PB DKI Jakarta tahun 2003-2011, objek-objek kebakaran pada kejadian kebakaran di DKI Jakarta adalah bangunan perumahan, bangunan umum, bangunan industri, kendaraan dan lain-lain. Diperkirakan penyebab kebakaran dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kompor, lampu, listrik, dan rokok. Kejadian kebakaran ini menyebabkan kerugian jiwa rata-rata pertahunnya sebanyak 27 kematian dan 101 luka. Rata-rata kerusakan pertahunnya adalah 3.462 bangunan perumahan, 1.232 bangunan umum, 37 bangunan industri, korban jiwa yang terkena dampak mencapai 2.988 kepala keluarga atau 18.846 jiwa dan ditaksir kerugian materi mencapai Rp. 183.227.769.120,00 (sekitar 183 miliar rupiah). Data yang didapat dari Suku Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana Jakarta Timur

¹ P.Napitupulu Dkk, *Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Perusahaan*, P.T Alumni, Bandung, 2015, hlm 1

melaporkan bahwa di tahun 2014 sendiri taksiran kerugian materi bencana akibat kebakaran di tabel berikut:

LAPORAN KEJADIAN KEBAKARAN JAKARTA TIMUR 2014

No	Bulan	Jenis Kejadian Bencana	Objek Bencana	Jumlah Kejadian	Penyebab Bencana	Korban Jiwa	Kerugian
1.	Januari	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 950.000.000.00
2.	Februari	Kebakaran	Bangunan Umum	5 Titik Kejadian	Listrik & lain-lain	-	Rp. 940.000.000.00
3.	Maret	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Lain-lain	-	Rp. 300.000.000.00
4.	April	Kebakaran	Bangunan Umum	5 Titik Kejadian	Listrik & lain-lain	3 orang tewas	Rp. 935.000.000.00
5.	Mei	-	-	-	-	-	-
6.	Juni	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 50.000.000.00
7.	Juli	Kebakaran	Bangunan Umum	4 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 2.581.000.000.00
8.	Agustus	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 26.330.000.000.00
9.	September	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 600.000.000.00
10.	Oktober	-	-	-	-	-	-
11.	November	Kebakaran	Bangunan Umum	1 Titik Kejadian	Listrik	-	Rp. 120.000.000.00
12.	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah				20 Titik Kejadian	Listrik & lain-lain	3 Orang Tewas	Rp. 32.806.000.000.00

Sumber 1.1 Suku Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana Jakarta Timur

Sedangkan untuk titik rawan kebakaran di Jakarta terdapat 56 titik rawan kebakaran yang justru memiliki tingkat kepadatan pemukiman. Titik rawan untuk di Jakarta Pusat terbagi menjadi 8 daerah titik rawan, untuk di Jakarta Utara ada 10 daerah titik rawan, Jakarta Selatan ada 13 daerah titik rawan, Jakarta Barat 14 daerah titik rawan, dan untuk di Jakarta Timur sendiri terdapat 11 daerah titik rawan.

Gedung bertingkat saat ini semakin banyak bermunculan di berbagai kota besar di Indonesia. Keterbatasan lahan, membuat masyarakat berlomba membangun gedung bertingkat baik untuk perkantoran maupun untuk pemukiman dalam bentuk apartemen. Gedung dibangun semakin tinggi dan terus menjulang. Bangunan tertinggi di dunia yang di bangun di Dubai, mencapai ketinggian 800 meter, dapat dibayangkan juga betapa sulitnya upaya penanggulangan kebakaran untuk gedung tersebut.

Berbagai kasus kebakaran yang menimpa gedung bertingkat, menurut dinas kebakaran penyebab utamanya adalah akibat listrik. Berdasarkan data Balai Sains Bangunan-Publikum pemukiman (1989-2002), tingginya penggunaan elektronik merupakan penyebab kebakaran karena hubungan singkat. Sekitar 40% musibah kebakaran di perkantoran akibat hubungan singkat listrik. Beberapa kebakaran gedung yang terjadi di Jakarta sebagai berikut. Gedung Sarinah, Gedung Pertamina, Gedung BI, Kantor Pusat PLN, Kantor KPK, Blok M Mal, Pasar Tanah Abang, Studio RCTI, dan lain-lain².

² S. Ramli, *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*, Dian Rakyat, Jakarta, 2010, hlm.179

Bangunan gedung sebagai sebuah aset/properti yang dimanfaatkan untuk tempat beraktivitas dan melakukan segala kegiatan, seharusnya memiliki keamanan khususnya terhadap bahaya kebakaran dan harus menjamin keamanan penghuni selama berada didalamnya. Untuk mengamankan bangunan gedung terhadap bahaya kebakaran, perlu adanya upaya melaksanakan ketentuan dan persyaratan teknis dalam mengatur bangunan gedung, termasuk izin, pelaksanaan, pemanfaatan, pemeliharaan bangunan gedung, pemeriksaan kelayakan fungsi dan antisipasi bangunan gedung terhadap bahaya kebakaran.

Salah satu bangunan yang memiliki okupansi didalamnya dianggap aman ialah dengan adanya sistem jalan keluar yang dapat menjamin adanya kemudahan evakuasi. Dalam hal ini evakuasi menjadi hal terpenting dalam sistem jalan keluar pada bangunan gedung dan faktor- faktor yang berkaitan dengan evakuasi yaitu: waktu evakuasi, prosedur evakuasi, okupansi, jarak perjalanan, jalur penyelamatan, rute keluar, tanda pencahayaan darurat, sarana deteksi, pemberian peringatan. Faktor-faktor tersebut digunakan untuk mengetahui seberapa cepat untuk mengevakuasi okupansi dari sebuah bangunan apabila terjadi kebakaran³.

Saat ini ada aplikasi yang dipakai untuk simulasi evakuasi okupansi bangunan saat terjadi kebakaran sudah dapat dilakukan dengan permodelan. Langkah ini dapat menguntungkan karena menghemat waktu dan biaya investigasi. Dengan adanya *fire modeling* ini dapat menjadi pendekatan

³ A. Furness dan M. Muckett, *Introduction to Fire Safety Management*, Elsevier Ltd, Burlington, 2007, hlm 191

engineering praktis untuk studi kelayakan bangunan terhadap bangunan dari kebakaran dan faktor bahaya yang ditimbulkan pada saat terjadi kebakaran.

Bangunan kantor merupakan salah satu sarana umum yang digunakan sebagai tempat untuk kegiatan bekerja, dengan jumlah *occupant* dapat mencapai lebih dari 500 orang. Gedung besar dan bertingkat tinggi yang dapat menampung banyak orang berpotensi menimbulkan korban apa bila terjadi bencana antara lain kebakaran. Pengelolaan proses evakuasi adalah salah satu upaya untuk memperkecil risiko timbulnya korban manusia, dan pada gedung bertingkat yang lebih dari 4 lantai memerlukan adanya simulasi evakuasi untuk mengantisipasi dalam keadaan darurat sebagai persiapan apabila terjadi kebakaran. Penelitian ini dilakukan dengan simulasi computer untuk memodelkan pergerakan evakuasi dan mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi seluruh okupansi di salah satu gedung yang berada di Universitas Negeri Jakarta.

Gedung M.Syafei merupakan salah satu gedung di wilayah Universitas Negeri Jakarta. Mengapa penelitian ini menggunakan gedung M.Syafei, karena gedung tersebut memiliki klasifikasi bangunan di kelas 5 yaitu bangunan gedung kantor adalah bangunan yang dipergunakan untuk tujuan usaha profesional, pengurusan administrasi, atau usaha komersial (PerMen PU 29/PRT/M/2006).

Gedung M.Syafei digunakan sebagai kantor pusat keuangan UNJ dan juga digunakan oleh 2 bank yang apabila sistem proteksi gedung tersebut

kurang baik di khawatirkan dapat membahayakan karyawan yang bekerja di gedung tersebut apa bila terjadi kebakaran.

1.2 Identifikasi Masalah

Berbagai masalah yang muncul dari pembahasan judul di atas adalah diantaranya:

1. Apakah Sistem jalan keluar untuk mengevakuasi okupansi pada gedung M.Syafei sudah sesuai dengan prosedur?
2. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi semua okupansi pada gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta ?
3. Bagaimanakah perbandingan waktu evaluasi sarana jalan keluar menggunakan *fire modeling PATHFINDER 2012* ?
4. Apakah pintu darurat yang berada di gedung M.Syafei sudah sesuai dengan standar yang di acu?
5. Bagaimanakah keadaan fisik tangga darurat gedung M.Syafei
6. Apakah sistem jalan keluar dapat menjamin keselamatan penghuni?
7. Bagaimana faktor-faktor sarana jalan keluar yang berkaitan dengan evakuasi?
8. Apakah di gedung M.Syafei mempunyai tanda petunjuk arah evakuasi yang dapat dilihat dalam keadaan gelap?
9. Apakah gedung M.Syafei mempunyai lampu penerangan darurat di sarana evakuasi?

10. Apakah di sarana evakuasi gedung M.Syafei terdapat kelengkapan tambahan yaitu *Pressure fan*?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan ruang lingkup masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di salah satu gedung yang berada di Universitas Negeri Jakarta yaitu gedung M.Syafei
2. Penelitian ini menggunakan *software fire modeling PATHFINDER 2012* dengan permodelan simulasi evakuasi
3. Permodelan evakuasi dilakukan hanya menggambarkan sirkulasi okupansi gedung M.Syafei tanpa memberikan atau menggambarkan efek dari bahaya api (*fire hazard*) yang dapat mengurangi laju evakuasi.
4. penelitian ini difokuskan kepada penerapan metode *fire modeling* untuk mengevaluasi waktu sarana evakuasi dan tidak membahas active fire protection lebih dalam di gedung M.Syafei.
5. penelitian ini tidak membahas area parkir yang menyatu dengan gedung M.Syafei tidak terdapat okupansi tetap dan tidak ada akses langsung.

1.4 Perumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan dari pembatasan ruang lingkup masalah ini adalah:

1. Apakah waktu yang diperoleh untuk mengevaluasi okupansi di gedung M.Syafei dapat dikatakan aman?
2. Apakah sarana evakuasi yang berada di gedung M.Syafei sudah sesuai dengan standar yang berlaku?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya evaluasi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui waktu evakuasi yang sesuai dengan standar di gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta.
2. Memberikan rekomendasi sarana evakuasi sesuai dengan standar yang berlaku.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Memberikan tambahan pengetahuan tentang penggunaan *software fire modeling PATHFINDER* 2012 sebagai simulais evakuasi sistem jalan keluar pada bangunan gedung.
2. Mengetahui kesesuaian sarana jalan keluar yang ada di Gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta.
3. Sebagai bahan masukan pada gedung tersebut mengenai potensi bahaya kebakaran yang dapat terjadi, sehingga disa di antisipasi dengan baik.
4. Penelitian ini dapat diterapkan untuk perbaikan sistem proteksi kebakaran khususnya pada sistem jalan keluar gedung-gedung tinggi yang berada di Universitas Negeri Jakarta.
5. Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan Teknik Mesin.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Definisi Kebakaran

Kebakaran merupakan suatu fenomena yang timbul akibat adanya peningkatan suhu dari suatu bahan yang kemudian bereaksi secara kimia dengan oksigen sehingga menghasilkan panas dan pancaran api di mulai dari awal terjadinya api, ketika proses penjalaran api, sehingga asap dan gas yang ditimbulkan (Departemen Pekerjaan Umum, 2008). Selain itu kebakaran juga dapat diartikan sebagai suatu reaksi eksoterm di dalam proses oksidasi yang cepat, dimana bagian dari energi yang dikeluarkan akan mendukung berlangsungnya proses tersebut. Kebakaran dapat terjadi dimana saja bahkan di wilayah pemukiman penduduk, tempat umum, perkotaan, industri, maupun hutan (WHO,2010)

2.2 Teori Api

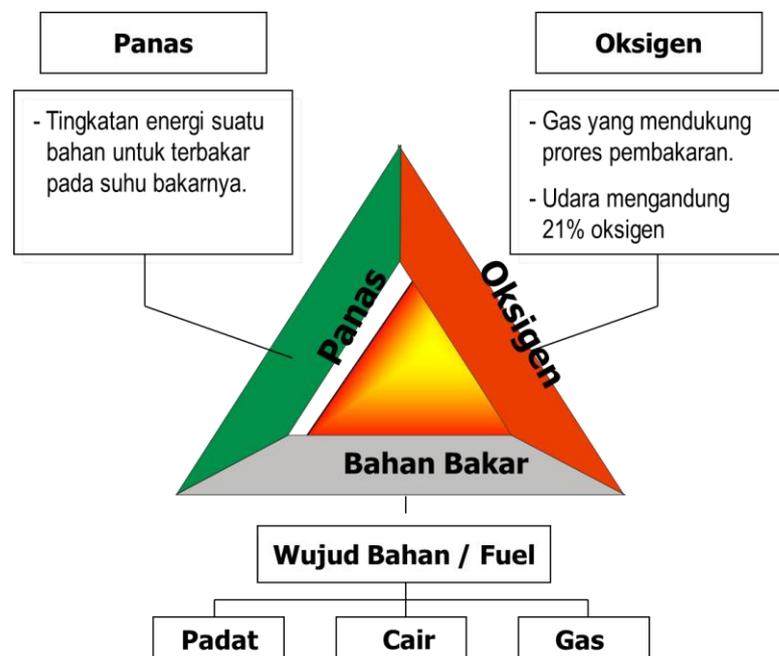
2.2.1 Definisi Segitiga Api

Definisi dari Api menurut *National Fire Protection Association* (NFPA) adalah suatu massa zat yang sedang berpijar yang hasilnya dalam proses kimia oksidasi yang berlangsung dengan cepat dan disertai pelepasan energi atau panas. Timbulnya api juga disebabkan oleh adanya sumber panas yang berasal dari berbagai bentuk energi yang menjadi sumber dari segitiga api

Contoh sumber panas adalah Sinar Matahari, Petir (*lightning*), Pembakaran spontan (*spontaneous combustion*), Pemadatan (*compression*), Gesekan (*friction*) dan Listrik statis.

Api tidak terjadi begitu saja tetapi merupakan proses kimiawi antara uap bahan bakar dengan oksigen dan bantuan panas. Teori ini dikenal dengan segitiga api (*fire triangle*). Menurut teori ini kebakaran terjadi karena adanya tiga faktor yang menjadi unsur api yaitu:

- Bahan bakar (*fuel*), adalah unsur bahan bakar padat, cair, atau gas yang dapat terbakar yang bercampur dengan oksigen di udara.
- Sumber panas (*heat*), adalah yang menjadi pemicu kebakaran dengan energi yang cukup untuk menyalakan campuran antara bahan bakar dan oksigen dari udara.
- Oksigen, terkandung dalam udara. Tanpa adanya udara atau oksigen, maka proses kebakaran tidak dapat terjadi¹.



Gambar 2.1 Teori Segitiga Api

¹ S. Ramli, *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*, Dian Rakyat, Jakarta, 2010, hlm.16-17

2.2.2 Tetrahedron Api

Teori Piramida bidang empat atau tetrahedron teori ini juga dikenal dengan teori *chain reaction*. Teori ini merupakan pengembangan lebih lanjut dari teori segitiga api, menurut teori ini selain segitiga api ditemukan bahwa dalam proses pembakaran dibutuhkan elemen keempat untuk mendukung proses pembakaran dan juga untuk bertambah besar. Elemen keempat itu adalah rantai reaksi kimia antara bahan bakar dengan bahan pengoksidasi atau oksidator. Rantai reaksi kimia merupakan peristiwa bahwa ketiga elemen yang ada (panas, oksigen dan bahan bakar) saling bereaksi secara kimiawi sehingga yang dihasilkan bukan hanya pijar tetapi berupa nyala api atau peristiwa pembakaran².

2.2.3 Cara Penjalaran Api

Biasanya fenomena kebakaran berawal dari penyalaan api yang kecil, kemudian membesar dan menyebar ke daerah sekitarnya. Perambatan api dapat terjadi melalui beberapa cara, yaitu :

a. Konduksi

Konduksi adalah proses perambatan api melalui benda padat, misalnya api merambat melalui kayu, tembok beton, dan besi. Apabila terjadi kebakaran di suatu ruangan, maka panas dapat merambat melalui tembok tersebut sehingga ruangan di sebelahnya akan mengalami pemanasan juga sehingga merambat dengan mudah

² P Napitupulu & B Dulbert , *Sistem Proteksi Kebakaran Kawasan Pemukiman Dan Perkantoran*, PT. Alumni, Bandung, 2015, hlm 36-38

b. Konveksi

Konveksi adalah perambatan api melalui media cairan ataupun uap air. Apabila terjadi kebakaran di suatu ruangan, maka panas juga dapat merambat melalui pergerakan atau aliran udara panas ke daerah sekitar ruangan tersebut. Aliran udara panas akan mengalir dari suatu ruangan yang lebih panas menuju ke ruangan yang lebih dingin.

c. Radiasi

Radiasi adalah proses perambatan api melalui media gelombang elektromagnetik dan pancaran cahaya yang keluar dari api yang menyala. Salah satu contoh perambatan panas melalui proses radiasi adalah panas matahari yang dapat dirasakan oleh manusia di bumi. Dalam proses radiasi, terjadi proses perpindahan panas (*heat transfer*), misalnya jika terjadi kebakaran di suatu bangunan dan ketika api mulai membesar, maka api akan menyebarkan energi panas dalam bentuk pancaran cahaya sehingga memungkinkan bangunan lain disekitarnya akan terbakar juga meskipun berada di jarak yang lumayan jauh³.

2.3 Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran menurut *National Fire Protection Association (NFPA)* kebakaran digolongkan menjadi:

- a. Kebakaran atau api yang terjadi pada bahan bakar padat, seperti kayu, kain, kertas, kapuk, karet, plastik dll (Golongan A)

³ S. Ramli, *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*, Dian Rakyat, Jakarta, 2010, hlm. 30-31

- b. Kebakaran atau api terjadi pada bahan bakar cair, seperti: bensin, minyak tanah, spirtus, solar, avtur. (Golongan B)
- c. Kebakaran atau api yang terjadi karena kegagalan fungsi peralatan listrik.(Golongan C)
- d. Kebakaran atau api yang terjadi pada bahan bakar logam atau metal, seperti: magnesium, titanium, alumunium, dll. (Golongan D).
Kebakaran yang diakibatkan peralatan atau aktivitas memasak (Golongan K)

2.4 Klasifikasi Bahaya Kebakaran

Menurut Perda DKI Jakarta No.8 Tahun 2008, potensi bhaaya kebakaran adalah tingkat kondisi atau keadaan bahaya kebakaran yang terdapat pada obyek tertentu di mana manusia beraktivitas. Berikut adalah uraian klasifikasi kebakaran.

1. Bahaya Kebakaran ringan : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai nilai dan kemudahan terbakar rendah, apabila kebakaran melepaskan panas rendah, sehingga penjalaran api lambat. Klasifikasi bangunan yaitu; Tempat ibadah, Perkantoran, Pendidikan, Ruang makan, ruang rawat inap, Penginapan, Hotel, Museum, Penjara, Perumahan
2. Bahaya Kebakaran Sedang I : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan kebakaran sedang; bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 (dua setengah) meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang,

sehingga penjaran api sedang. Klasifikasi bangunannya yaitu; tempat penjualan dan penampungan susu, restoran, pabrik gelas/kaca, pabrik asbestos, pabrik balok beton, pabrik es, pabrik kaca/cermin, pabrik garam, restoran/kafe, penyepuhan, pabrik pengalengan ikan, daging, buah-buahan dan tempat pembuatan perhiasan.

3. Bahaya Kebakaran Sedang II : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang; penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 4 (empat) meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga penjaran api sedang. Klasifikasi bangunannya yaitu; penggilingan produk biji-bijian, pabrik roti/kue, pabrik minuman, pabrik permen, pabrik destilasi/penyulingan minyak atsiri, pabrik makanan ternak, pabrik pengolahan bahan kulit, pabrik mesin, pabrik baterai, pabrik bir, pabrik susu kental manis, konveksi, pabrik bohlam dan neon, pabrik film/fotografi, pabrik kertas ampelas, laundry dan dry cleaning, penggilingan dan pemanggangan kopi, tempat parkir mobil dan motor, bengkel mobil, pabrik mobil dan motor, pabrik teh, toko bir/anggur dan spiritus, perdagangan retail, pelabuhan, kantor pos, tempat penerbitan dan percetakan, pabrik ban, pabrik rokok, pabrik perakitan kayu, teater dan auditorium, tempat hiburan /diskotik, karaoke, sauna, klab malam.
4. Bahaya Kebakaran Sedang III : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar agak tinggi,

menimbulkan panas agak tinggi serta penjaran api agak cepat apabila terjadi kebakaran. Klasifikasi bangunannya yaitu; : pabrik yang membuat barang dari karet, pabrik yang membuat barang dari plastik, pabrik karung, pabrik pesawat terbang, pabrik peleburan metal, pabrik sabun, pabrik gula, pabrik lilin, pabrik pakaian, toko dengan pramuniaga lebih dari 50 orang, pabrik tepung terigu, pabrik kertas, pabrik semir sepatu, pabrik sepatu, pabrik karpet, pabrik minyak ikan, pabrik dan perakitan elektronik, pabrik kayu lapis dan papan partikel, tempat penggergajian kayu.

5. Bahaya Kebakaran Berat I : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi, menimbulkan panas tinggi serta penjaran api cepat apabila terjadi kebakaran. Klasifikasi bangunannya yaitu; bangunan bawah tanah/ bismen, subway, hangar pesawat terbang, pabrik korek api gas, pabrik pengelasan, pabrik foam plastik, pabrik foam karet, pabrik resin dan terpentin, kilang minyak, pabrik woll kayu, tempat yang menggunakan fluida hidrolis yang mudah terbakar, pabrik pengecoran logam, pabrik yang menggunakan bahan baku yang mempunyai titik nyala 37,9°C (100°F), pabrik tekstil, pabrik benang, pabrik yang menggunakan bahan pelapis dengan foam plastic (*upholstering with plastic foams*).
6. Bahaya Kebakaran Berat II : adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sangat tinggi,

menimbulkan panas sangat tinggi serta penjalaran api sangat cepat apabila terjadi kebakaran. Klasifikasi bangunanya yaitu; pabrik selulosa nitrat, pabrik yang menggunakan dan/atau menyimpan bahan berbahaya dengan penjalaran api yang sangat cepat.

2.5 Sarana Jalan Keluar

Sarana jalan keluar merupakan hal yang penting dilakukan mengingat jiwa manusia tidak bisa di nilai dengan harta ataupun yang lainnya. Sarana jalan keluar adalah upaya penyelamatan jiwa untuk membimbing orang menuju jalan keluar, mengarah jauh dari daerah bahaya dan mencegah agar tidak terjadi panik. Rute sarana jalan keluar terbagi menjadi dua tipe yang dapat digunakan untuk melarikan diri dari bahaya kebakaran, yaitu:

1. Melalui koridor atau gang
2. Melalui terowongan atau tangga kedap asap/api.

Tabel 2.1 *exit & egress fundamental requitment of exiting system*

No.	Persyaratan sarana jalan keluar	Sistem Proteksi Pasif
	Setiap bangunan (baru maupun lama) harus dilengkapi dengan sarana jalan keluar dan kelempngkapan lainnya untuk menjamin penyelamatan segera dari penghuni atau sarana lain yang menjamin tingkat keselamatan yang tinggisaat terjadi kebakaran dan keadaan darurat lainnya	<ul style="list-style-type: none"> - Konstruksi jalan ke luar yang aman - Struktur tahan api

	<p>Bangunan harus dikonstruksi, diatur dan dioperasikan sedemikian rupa agar terhindar dari bahaya yang mengancam keselamatan jiwa penghuni akibat asap, nyala api dan rasa panik saat harus melakukan evakuasi atau bertahandi tempat bangunan bila terjadi kebakaran atau keadaan darurat (<i>emergency</i>) lainnya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur tahan api penerapan sistem kompartemenisasi
	<p>Setiap bangunan harus dilengkapi dengan eksit dan pengaman lainnya yang sesuai dalam jumlah cukup, terpasang dilokasi yang tepat, disesuaikan dengan sifat hunian dan kemampuan penghuni sehingga menjamin tingkat keamanan yang memenuhi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - konstruksi tahan api untuk sarana jalan keluar - <i>Exit signs</i>
	<p>Eksit harus diatur dan dipelihara untuk menjamin jalur evakuasi aman tanpa hambatan dari setiap bagian bangunan pada setiap saat. Pintu dalam keadaan tidak terkunci agar tidak menghalangi tindakan penyelamatan dari dalam.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - konstruksi tahan api - sistem kompartemenisasi - sistem kontrol asap
	<p>Setiap eksit harus dilihat atau setiap rute ke eksit harus mudah diketahui sedemikian rupa sehingga setiap penghuni yang secara fisik dan mental mampu akan segera mengetahui arah penyelamatan dari</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Exit signs</i> - travel distance

	setiap titik lokasi dalam bangunan.	
	Rancangan sistem pencahayaan buatan dalam bangunan harus pula memasukan fasilitas eksit sesuai ketentuan yang berlaku.	- Exit signs
	Apabila ukuran, pengaturan ataupun pemanfaatan bangunan tidak memungkinkan kebakaran dapat terdeteksi, maka bangunan perlu dilengkapi dengan fasilitas alarm kebakaran yang memenuhi syarat. Alarm tersebut selain memberi tahu penghuni juga sebagai tanda untuk memulai prosedur emergency.	- fire alarm sistem - <i>fire emergency response procedure</i>
	Sekurang-kurangnya 2 (dua) jalan ke luar harus disediakan dalam bangunan, setiap bagian bangunan atau area dimana karena ukuran, jenis penggunaan atau pengaturan akan membahayakan penghuni yang hanya memakai 1(satu) sarana jalan keluar, sementara asap dan api menghalangi jalan tersebut.	- penempatan dan jumlah eksit sesuai beban hunian - kompartemenisasi Sistem kontrol asap
	Jalur vertikal eksit dan bukaan-bukaan vertical lainnya antar lain bangunan harus dilindungi atau diproteksi sesuai ketentuan untuk menjamin keselamatan penghuni yang menggunakannya dan mencegah penjarangan api serta asap lewat bukaan vertical dari lantai sebelum penghuni masuk ke	- kompartemenisasi - Perlindungan bukaan

	dalamnya untuk evakuasi	
--	-------------------------	--

Sumber: (*NFPA 101, Chapter 2*)

Menurut Soehatman Ramli sarana jalan keluar termasuk ke dalam sarana struktural yang disediakan untuk manusia agar dapat menyelamatkan diri jika terjadi kebakaran. Dalam merancang sarana jalan keluar harus memperhatikan beberapa hal seperti: waktu evakuasi, jarak menuju tempat aman, jumlah penghuni, lebar jalur keluar, jumlah minimum pintu keluar. Beberapa fasilitas yang dapat digolongkan kedalam jenis sarana jalan keluar yaitu: tangga darurat, pintu darurat, koridor, pencahayaan darurat, petunjuk arah (Ramli, 2010)

2.5.1 Tangga Darurat/Kebakaran

Tangga kebakaran adalah suatu tempat yang menghubungkan ruangan bawah dengan ruangan di atasnya yang juga berfungsi sebagai tempat melarikan diri dari gangguan bahaya kebakaran.

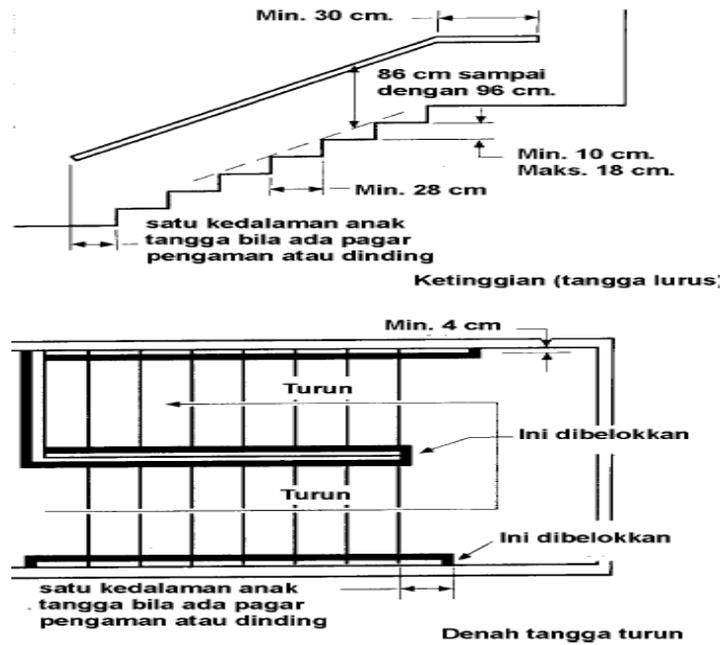
Tangga darurat adalah tangga yang direncanakan khusus untuk penyelamatan bila terjadi kebakaran. Tangga kebakaran dilindungi oleh saf tahan api dan termasuk didalamnya lantai dan atap atau ujung struktur penutup. Tangga darurat dibuat untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau luka-luka pada waktu melakukan evakuasi pada saat kebakaran (Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum No.10/KPTS/2000)

Dengan timbulnya kebakaran ada juga bahaya yang perlu diperhatikan seperti: Bahaya Kepanikan, Bahaya asap/gas beracun, Bahaya panas api. Untuk mengatasinya adalah dengan melewati tangga darurat. Koridor tiap jalan keluar menuju tangga darurat dilengkapi dengan pintu tahan api (kurang lebih selama 2 jam) dan *panic bar* sebagai pegangannya sehingga mudah dibuka dari dalam dan akan tetap mengunci kalau dibuka dari luar untuk mencegah masuknya asap kedalam tangga darurat. Tangga darurat dilengkapi dengan *pressure fan* kipas penekan/pendorong udara yang dipasang di atap. Udara yang akan keluar melalui *grill* di setiap lantai yang terdapat di dinding tangga darurat dekat pintu darurat. Rambu-rambu keluar (*exit sign*) di setiap lantainya di lengkapi dengan tenaga baterai darurat yang sewaktu-waktu diperlukan apabila sumber tenaga utama (PLN) mati.

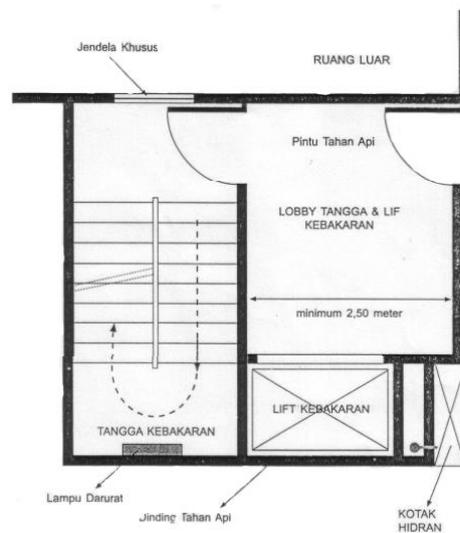
Fungsi sistem pintu keluar baik berupa tangga darurat maupun pintu darurat yaitu untuk memberikan akses bagi penghuni bangunan untuk dapat menuju tempat yang aman dengan selamat. Tempat yang aman adalah suatu ruangan di dalam bangunan yaitu dapat menahan bahaya api untuk jangka waktu tertentu. Pemasangan jalan keluar atau jalur penyelamatan berupa tangga darurat harus memperhatikan syarat-syarat seperti:

- a. Tangga terbuat dari konstruksi beton atau baja yang mempunyai ketahanan kebakaran selama 2 jam.

- b. Tangga dipisahkan dari ruangan-ruangan lain dengan dinding beton yang tebalnya minimum 15 cm atau tebal tembok 30 cm yang mempunyai ketahanan kebakaran selama 2 jam.
- c. Bahan-bahan *finishing*, seperti lantai dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tidak licin, pegangan tangan terbuat dari besi
- d. Harus dapat dilewati minimal 2 orang bersama-sama atau lebar tangga minimal 120 cm
- e. Untuk anak tangga, lebar minimum injakan 27,9 cm, tinggi minimum 10,5 cm, tinggi maksimum 17,8 cm
- f. Bordes antar tangga minimal 8 dan maksimal 18 hal ini dikarenakan jika tangga kurang dari 8 tangga akan menyebabkan kemiringan tangga menjadi curam dan apabila lebih dari 18 tangga akan jadi landai sehingga melelahkan saat naik maupun turun (SNI-1728-1989)
- g. Persyaratan tangga darurat, khususnya yang terkait dengan kemiringan tangga, jarak pinntu dengan anak angga, tinggi pegangan tangga dan lebar serta ketinggian anak tangga, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Rel Tangga Darurat, sumber: SNI 03-1746-200



Gambar 2.3 Tangga Darurat
Sumber : Jimmy S Juwana, 2005.

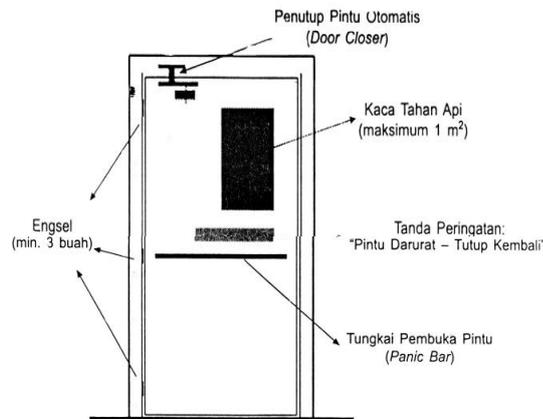
- h. Agar asap tidak memasuki ruangan tangga maka diperlukan:
1. *Exhaust fan* yang berfungsi menghisap asap yang ada di depan tangga. Penempatan *exhaust fan* berupa:

- i. Dipasang didepan tangga darurat yang berfungsi untuk menghisap asap yang akan masuk dalam tangga darurat saat pintu dibuka.
 - ii. Dipasang didalam tangga yang secara otomatis berfungsi memasukan udara untuk memberikan tekanan pada udara didalam tangga darurat yang berfungsi mengatur tekanan udara dalam tangga agar lebih besar dari pada udara dalam bangunan khususnya saat terjadi kebakaran sehingga saat pintu dibuka asap tidak masuk ke dalam tangga darurat
 - iii. Khusus untuk bangunan atrium, dipakai alat *exhaust vent* yang secara otomatis terbuka saat terjadi kebakaran sehingga asap dapat keluar melalui alat tersebut.
2. *Pressure fan* yang berfungsi menekan di dalam ruang tangga yang lebih besar daripada tekanan pada ruangan luar.
- i. Di dalam dan di depan tangga diberi alat penerangan sebagai petunjuk arah tangga dengan daya otomatis⁴.

2.5.2 Pintu Darurat

Pintu darurat adalah pintu yang langsung menuju tangga darurat dan hanya dipergunakan apabila terjadi keadaan darurat seperti kebakaran. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh pintu darurat yaitu:

⁴ Sunarno, *Kajian Terhadap "Emergency Exit" Pada Plaza Ambarukmo Yogyakarta*, 2010, hlm 34



Gambar 2.4 pintu darurat
Sumber : Jimmy S Juwana, 2005.

- a. Pintu harus tahan terhadap api minimal 2 jam
- b. Pintu harus dilengkapi minimal 3 engsel
- c. Pintu juga harus dilengkapi dengan alat penutup pintu otomatis (*door closer*) bila pintu dioperasikan dengan tenaga listrik maka harus dapat dibuka secara manual bila terjadi kerusakan, dapat membuka langsung kearah jalan umum dan harus dapat membuka otomatis bila terjadi kegagalan pada daya listrik atau saat aktivasi alarm kebakaran.
- d. Pintu dilengkapi dengan tuas atau tungkai pembuka pintu yang berada di luar ruang tangga (kecuali tangga yang berada dilantai dasar, berada didalam ruang tangga) dan sebaiknya menggunakan tuas yang memudahkan, terutama keadaan panik (*panic bar*)
- e. Pintu dilengkapi dengan tanda peringatan “ TANGGA DARURAT – TUTUP KEMBALI”.
- f. Pintu dapat dilengkapi dengan kaca tahan api.

2.5.3 Jalur Penyelamatan/Koridor

Jalur penyelamatan dapat berupa koridor. Koridor ini melayani jalan keluar dari 2 atau lebih unit hunian tunggal eksit di lantai tersebut atau bagian yang disediakan sebagai eksit dari suatu bagian dari setiap menuju jalan keluar. Menurut Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.10/KPTS/2000, sarana jalan keluar berfungsi pada setiap bangunan harus dilengkapi dengan sarana evakuasi yang dapat digunakan oleh penghuni pada setiap bangunan, sehingga memiliki waktu yang cukup untuk menyelamatkan diri dengan aman tanpa terhambat.

Koridor yang digunakan sebagai akses eksit dan melayani daerah yang memiliki suatu beban okupansi lebih dari 30 harus dipisahkan dari bagian lain bangunan gedung dengan dinding yang mempunyai tingkat ketahanan api 1 jam dan sesuai ketentuan tentang penghalang kebakaran (NFPA 101).

Pengertian koridor sendiri dapat diartikan sebagai berikut:

1. Lorong dalam rumah menghubungkan gedung satu dengan gedung lainnya.
2. Tanah (jalan) sempit yang menghubungkan daerah terkurung
3. Jalur lalu lintas yang dimiliki suatu negara yang melintasi negara lain,

4. Pada bangunan, koridor dapat berarti jalan penghubung berupa lorong, yang menghubungkan sebuah ruangan ke ruangan lainnya⁵.

Koridor harus memiliki lebar tidak kurang dari 2,6 meter area bebas hambatan untuk memungkinkan ruangan ini dilewati oleh dua kursi roda. Bangunan yang memiliki lebih dari satu pintu darurat atau pintu akses keluar bangunan, akses keluarnya disusun agar tidak terdapat titik mati pada koridor panjangnya lebih dari 6 meter, karena hal ini akan menyebabkan terjadinya penumpukan hunian pada saat terjadi kebakaran di bangunan tersebut⁶.

2.5.4 Petunjuk jalan Keluar

Menurut Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.10/KPTS/2000, tanda exit harus jelas terlihat bagi orang yang menghampiri exit dan harus dipasang pada, di atas atau berdekatan dengan setiap:

- a. Pintu yang memberikan jalan ke luar langsung dari satu lantai ke:
 1. Tangga, jalan terusan atau ramp yang dilindungi struktur tahan api, yang berfungsi sebagai *exit* yang memenuhi persyaratan; dan
 2. Tangga luar, jalan terusan atau ramp yang syarat sebagai *exit*; dan
 3. Serambi atau balkon luar yang memberikan akses menuju ke *exit*,
dan

⁵ R. Firmansyah, *Penerapan Koridor Pada Bangunan Pusat Perbelanjaan Dalam Mengantisipasi Bahaya Kebakaran*, hlm 10-11

⁶ R. Firmansyah, *Penerapan Koridor Pada Bangunan Pusat Perbelanjaan Dalam Mengantisipasi Bahaya Kebakaran*, hlm 16

- b. Pintu dari suatu tangga, jalan terusan atau ramp yang dilindungi struktur tahan api atau tiap level ke jalan umum atau ruang terbuka, dan
- c. Exit horizontal adalah pintu keluar yang menghubungkan 2 bagian bangunan yang terpisah dari bagian lainnya oleh dinding tahan api, dan
- d. Pintu yang disyaratkan pada lantai bangunan harus dilengkapi dengan pencahayaan darurat. Bila tanda *exit* tidak dapat terlihat secara langsung dengan jelas oleh penghuni atau pengguna bangunan, maka harus di pasang tanda petunjuk dengan tanda panah menunjukkan arah, dan dipasang di koridor, jalan menuju ruang besar (*hallways*), lobi dan sebagainya yang memberikan penunjuk arah ke exit yang disyaratkan.

2.5.5 Pencahayaan Darurat

Ketersediaan sumber energi cadangan untuk pencahayaan darurat (*emergency light*) sangat penting ketika terjadinya kebakaran yang menimbulkan asap yang sangat pekat yang dapat menyebabkan kesulitan untuk melihat. Mengoptimalkan fungsi dan pencahayaan darurat sangat diperlukan. PerMen PU No.26/PRT/M/2000, Menjelaskan tentang persyaratan pengujian sistem pencahayaan daraurat diantaranya adalah:

- a. Pengujian fungsi harus dilakukan dalam jangka waktu 36 hari untuk sekurang-kurangnya 30 detik.
- b. Pengujian fungsi harus dilakukan tahunan untuk dilakukan sekurang-kurangnya satu setengah jam jika sistem pencahayaan darurat menggunakan tenaga baterai.

- c. Peralatan pencahayaan darurat harus sepenuhnya beroperasi untuk jangka waktu pengujian yang disyaratkan.
- d. Catatan tertulis dari inspeksi visual dan pengujian harus disimpan oleh pemilik bangunan gedung.

2.5.6 Pengendali Asap

Pengendali asap merupakan suatu alat yang berguna untuk mengendalikan asap yang terdapat di dalam ruangan pada saat kebakaran terjadi untuk selanjutnya dibuang ke luar bangunan. Hal ini mengingat bahwa asap tersebut dapat membahayakan jiwa orang yang berada di dalam gedung. Alat ini merupakan kipas atau fan yang berputar setelah detektor asap yang ditempatkan dalam zona menjadi aktif⁷.

2.5.7 Tempat Berhimpun (*Assembly Point*)

Tempat berhimpun adalah tempat di are sekitar lokasi yang dijadikan sebagai tempat berhimpun setelah proses evakuasi dan penghitungan jumlah personal saat terjadi kebakaran. Tempat berhimpun harus aman dari bahaya kebakaran dan lainnya NFPA 101.

2.5.11 Akses Pemadam Kebakaran

Menurut Perda DKI No.8 Tahun 2008, akses pemadam kebakaran adalah jalan atau sarana yang terdapat pada bangunan gedung yang khusus disediakan untuk masuknya petugas atau unit kebakaran ke dalam bangunan gedung. Pada salah satu jendela bangunan gedung ada bagian

⁷ P.Napitupulu dan B.Dulbert, *Sistem Proteksi Kebakaran Kawasan Pemukiman dan Perkantora*, P.T Alumni, Bandung, 2015, hlm 92

khusus yang dapat dibuka oleh petugas pemadam kebakaran. Jendela tersebut diberi tanda segitiga di bagian sisi luarnya, dan sisi bagian dalamnya di beri tulisan “AKSES PEMADAM KEBAKARAN”. Tempat dimana terdapat tulisan tersebut jangan diberi barang yang dapat menghalangi akses masuk. Jalur akses (*access way*) mobil pemadam kebakaran menuju bangunan gedung juga dilengkapi dengan tanda tersebut.

2.6 Manajemen Keselamatan Kebakaran Gedung (MKKG)

Manajemen keselamatan kebakaran gedung (MKKG) adalah bagian dari manajemen gedung untuk mewujudkan keselamatan penghuni bangunan gedung dan kebakaran dengan mengupayakan kesiapan instalasi proteksi kebakaran agar kinerjanya selalu baik Perda DKI No.8 Tahun 2008.

2.6.1 Organisasi Tanggap Darurat

Tim penanggulangan kebakaran dibentuk oleh pengelola bangunan gedung dengan surat keputusan perusahaan yang tembusannya disampaikan kepada instansi pemadam kebakaran setempat. Serta diumumkan kepada seluruh penghuni bangunan. Jumlah minimal tim pemadam kebakaran didasarkan atas jumlah penghuni, jenis bahan berbahaya atau mudah terbakar atau meledak yang terdapat dalam gedung. Setiap 10 karyawan diwajibkan menunjuk 1 orang untuk dijadikan anggota kelompok dalam satu tim penanggulangan kebakaran. Bentuk struktur tim organisasi tim penanggulangan kebakaran tergantung pada klasifikasi

risiko bangunan terhadap bahaya kebakarannya Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.11/KPTS/2000.

2.6.2 Prosedur Tanggap Darurat

Prosedur tanggap darurat adalah minimal yang harus diikuti dalam rangka pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Dengan mengikuti ketentuan tersebut diharapkan tidak terjadi kebakaran atau kebakaran dapat diminimalkan. Adapun prosedur tanggap darurat adalah sebagai berikut:

- a. Prosedur tanggap darurat harus dimiliki oleh setiap gedung, khususnya bangunan gedung umum, perhotelan, perkantoran, pusat belanja dan rumah sakit.
- b. Setiap bangunan gedung harus memiliki kelengkapan prosedur tanggap darurat, antara lain mengenai: pemberitahuan awal, pemadam kebakaran manual, pelaksanaan evakuasi, pemeriksaan dan pemeliharaan peralatan proteksi kebakaran.
- c. Prosedur tanggap darurat dapat diganti atau disempurnakan sesuai dengan kondisi saat ini dan antisipasi untuk kondisi yang akan datang.
- d. Prosedur tanggap darurat harus dikoordinasikan dengan instansi pemadam kebakaran Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.11/KPTS/2000.

2.7 Fire Modeling PATHFINDER 2012

Pathfinder adalah simulator evakuasi baru, pathfinder menggunakan teknik dari penelitian ilmu komputer saat ini untuk model

perpindahan individu yang dibangun berdasarkan teknologi yang digunakan dalam game dan industri komputer grafis⁸.

Pathfinder menyediakan alat yang diperlukan untuk membuat keputusan yang tepat tentang tata letak bangunan dan desain sistem proteksi kebakaran. Mode simulasi ganda dan sifat penghuni disesuaikan agar memungkinkan pengguna untuk menjelajahi skenario yang berbeda, memungkinkan perhitungan batas konservatif dan sesuai dengan yang diharapkan pada saat evakuasi.

Pathfinder adalah simulator yang berbasis dimana para pengguna masing-masing menggunakan satu set parameter individu dan membuat keputusan secara independen sepanjang perjalanan simulasi yang mereka inginkan.

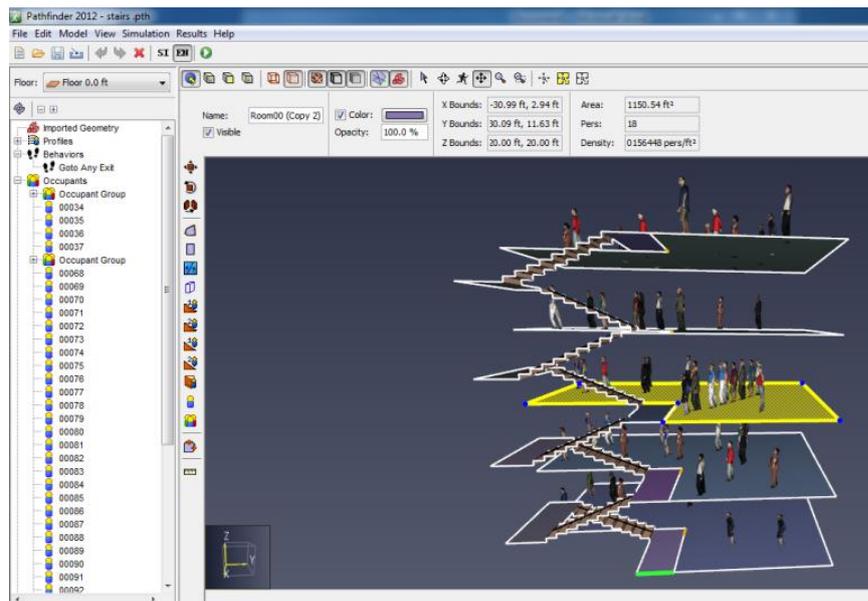
Sebagai tambahan untuk gerakan maju pejalan kaki pada pathfinder dapat tervisualisasi secara 3D. Pathfinder memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi model evakuasi lebih cepat dan menghasilkan grafik yang lebih realitas dibandingkan dengan simulator lain.

Fitur pathfinder

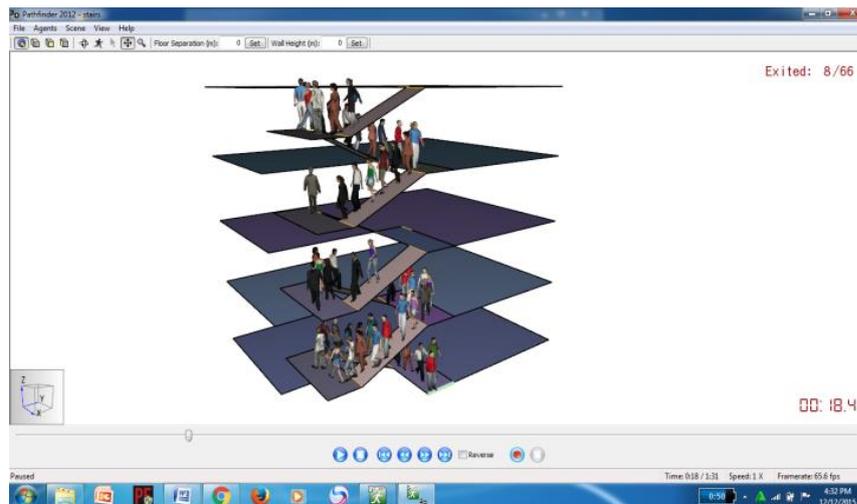
- 1) Pengguna dimudahkan karena pathfinder menggunakan teknik simulasi modern berbasis agen dimana pengguna dapat melihat hasilnya dalam bentuk 3D
- 2) Karakteristik penghuni gedung dapat disesuaikan sesuai dengan yang diinginkan.

⁸ C.Rathumahesa, *Analisis Kinerja Evakuasi Pada Sekolah Menengah Tingkat Atas*, 2011, hlm 35

- 3) Pathfinder menghasilkan hasil visual dalam bentuk 3D yang memiliki kualitas tinggi
- 4) Pengguna juga dapat melihat berapa waktu yang dibutuhkan hunian keluar dari gedung.

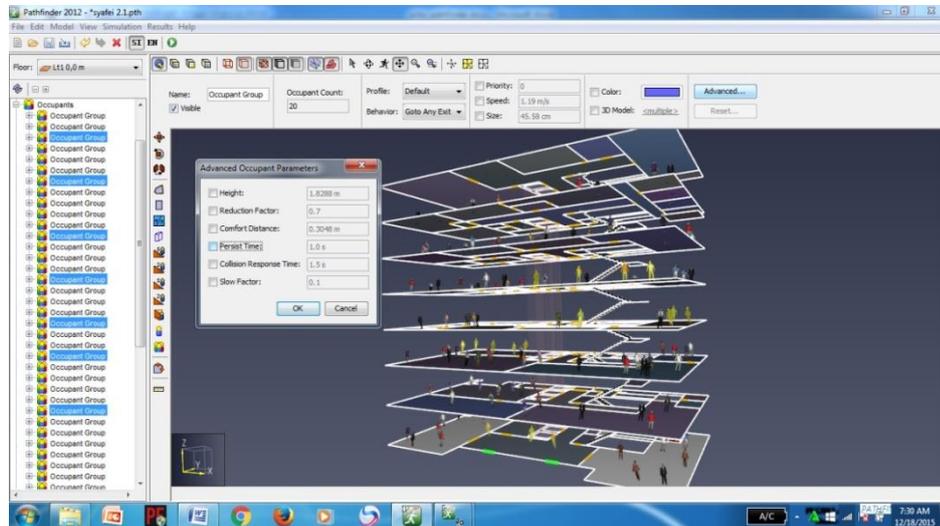


Gambar 2.5 penggunaan *Software Pathfinder*



Gambar 2.6 Hasil 3D *software pathfinder*

Parameter Pathfinder



Gambar 2.7 Parameter software pathfinder

- a. *Height* ketinggian silinder yang digunakan untuk tabrakan antar-penghuni. Hal ini berguna untuk membatasi tabrakan yang mungkin terjadi antara penghuni di lantai yang berbeda ketika lantai telah dimodelkan dekat bersama-sama.
- b. *Reduction Factor* Parameter mode Pengarah yang menentukan seberapa baik penghuni dapat menekan melewati orang lain di koridor yang ketat. Faktor ini harus ditentukan sebagai lebih besar dari 0 dan kurang dari atau sama dengan 1. Faktor ini langsung dikalikan dengan lebar bahu selama perhitungan, sehingga Factor Pengurangan 0,5 akan menyebabkan penghuni mampu menekan hingga setengah bahunya lebar.
- c. *Comfort Distance* menentukan jarak yang diinginkan satu penghuni akan mencoba untuk mempertahankan dengan orang lain di dekatnya seperti ketika menunggu dalam antrian.
- d. *Persist Time* Jumlah waktu penghuni yang akan mempertahankan prioritas tinggi ketika mencoba untuk menyelesaikan konflik gerakan.
- e. *Collision Response Time* ketika dikalikan dengan kecepatan penghuni saat ini, parameter ini mengontrol jarak di mana penghuni akan mulai merekam biaya untuk bertabrakan dengan penghuni lain ketika kemudi.
- f. *Slow Factor* menentukan sebagian kecil dari kecepatan penghuni di mana mereka dianggap lambat. Sebuah penghuni lambat akan mempertimbangkan arah belakang untuk memisahkan dengan orang lain, sementara bergerak penghuni cepat memiliki ketat, arah yang lebih terfokus.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah analisis kualitatif, penelitian kualitatif adalah tampilan yang berupa kata-kata lisan atau tertulis yang dicermati oleh peneliti, dan benda-benda yang diamati sampai detailnya agar dapat ditangkap maknanya yang tersirat dalam dokumen atau bendanya. dengan pendekatan observasional yang dilakukan dengan pengamatan langsung di gedung M.Syafei untuk mengetahui kelengkapan komponen sarana jalan keluar untuk mengevakuasi okupansi dan studi literatur bertujuan untuk memahami konsep yang berkaitan dengan proses evakuasi, dan waktu total evakuasi. Sarana evakuasi yang disesuaikan dengan acuan pada standar yang berlaku. Data hasil observasi kemudian di dibandingkan dengan data yang didapat di aplikasikan ke dalam *software fire modeling PATHFINDER*

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan langkah awal berupa observasi yang dilakukan di gedung M. SYAFEI Universitas Negeri Jakarta yang terletak di jalan Rawamangun Muka Jakarta Timur. Waktu yang digunakan pada penelitian ini di Bulan September- November 2015.

3.3 Jenis & Teknik Pengumpulan Data

Menurut teori penelitian kualitatif, agar penelitiannya dapat betul-betul berkualitas, maka data yang dikumpulkan harus lengkap yaitu berupa data primer dan sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dalam bentuk verbal atau kata-kata yang diucapkan secara lisan, gerak-gerik atau perilaku yang dilakukan oleh informan yang berkenaan dengan variabel yang diteliti.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data itu biasanya diperoleh dari laporan-laporan/dokumen grafis (tabel, catatan, dll) foto-foto, benda-benda, penelitian terdahulu dan perpustakaan dll yang dapat memperkaya data primer. Data sekunder disebut juga data tersedia.

Dalam penelitian ini jenis data yang dipergunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data dari hasil observasi dan melakukan wawancara dengan pihak pengelola gedung yang diteliti. Sedangkan data sekunder didapatkan dari hasil studi putaka dan studi online, serta dokumen-dokumen gedung M.Syafei yang berhubungan dengan sarana evakuasi di gedung tersebut.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara, observasi, simulasi evakuasi dan simulasi. Adapun penjelasan dari masing- masing metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Yaitu metode pengumpulan data dimana peneliti menggunakan instrumen berupa lembar observasi, meteran serta didukung oleh camera digital untuk mendokumentasikan hasil pengamatan. Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi dan mendapatkan keakuratan data dari setiap komponen sarana jalan keluar khususnya pada sarana evakuasi pada bangunan gedung M.Syafei.

b. Wawancara

Yaitu metode pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab langsung ke bagian yang berhubungan yaitu pengelola gedung tujuannya untuk mendapatkan informasi dari data- data sebelum memlai observasi atau pengamatan teradap sarana evakuasi pada bangunan gedung M.Syafei.

c. Simulasi

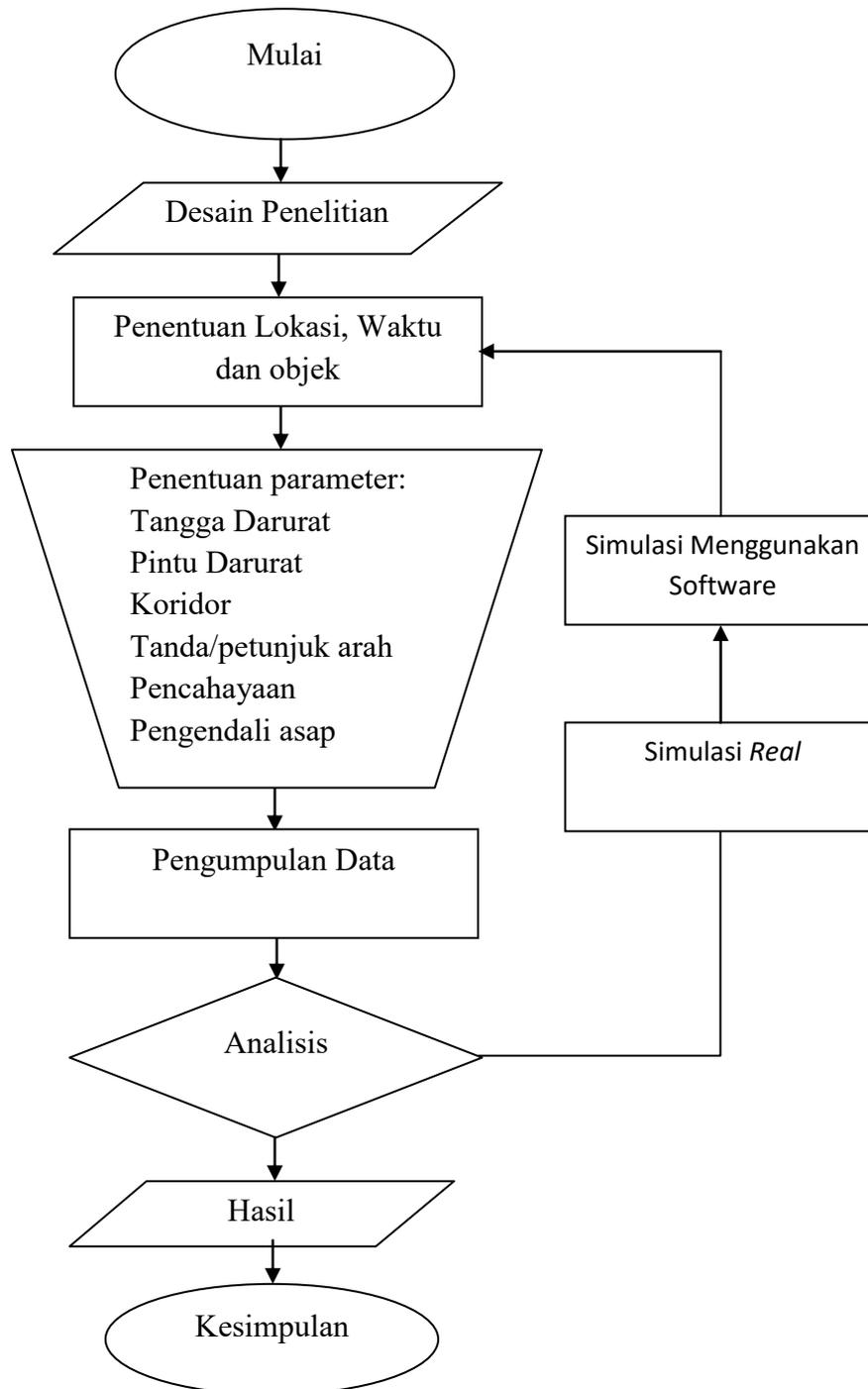
Yaitu metode pelatihan yang memperagakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya, simulasi juga yaitu penggambaran suatu sistem atau proses dengan peragaan memakai model statistik atau pemeran (Pusat Bahasa

Departemen Pendidikan Nasional. 2005). Peneliti menggunakan *software PATHFINDER* untuk melakukan simulasi evakuasi dengan pemodelan komputer dan simulasi secara real.

Alur Penelitian

Alur penelitian adalah bagian penelitian yang merupakan bagian penelitian yang menyajikan dalam bentuk diagram penelitian yang menjelaskan tentang tahapan yang akan di tempuh pada penelitian. Berdasarkan data yang sudah diambil akan dilakukan analisis data dengan mengevaluasi sarana evakuasi dan membandingkan waktu evakuasi dengan *software fire modeling PATHFINDER* di gedung M.Syafei UNJ dengan peraturan Peraturan Daerah DKI Jakarta No. 8 Tahun 2008, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008, Standar Nasional Indonesia dan *National Fire Protection Association* sesuai dengan bagan dibawah ini :

Dalam penelitian ini alur penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 alur penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dengan tetap mengacu pada Peraturan Menteri 26 tahun 2008 bahwa evakuasi merupakan sarana penyelamatan yang disiapkan untuk dipergunakan oleh okupansi maupun petugas pemadam kebakaran dalam upaya penyelamatan jiwa manusia maupun harta benda bila terjadi kebakaran pada suatu bangunan gedung. hal pertama yang dilakukan adalah memilih skenario berdasarkan analisa dari skripsi dengan judul “penerapan metode *fire modeling* untuk mengevaluasi sarana evakuasi jalan keluar gedung M.Syafei UNJ” pemodelan dibuat sesuai dengan denah gedung yang diteliti, dan menghitung waktu yang diperoleh okupansi untuk evakuasi.



Gambar 4.1 Jalur evakuasi Lantai 4

Waktu evakuasi yang diukur pada penelitian ini adalah waktu dari para okupansi gedung dari ruangan sampai dengan waktu okupansi terakhir melakukan evakuasi menuju keluar gedung.

4.1 Data Fisik Bangunan

Gedung M.Syafei UNJ terletak dalam kompleks Universitas Negeri Jakarta di jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Gedung M.Syafei lokasinya berbatasan dengan:

- Sebelah utara : Gedung Parkir
 Sebelah barat : Gedung Daksinapati
 Sebelah selatan : Jalan Rawamangun Muka
 Sebelah timur : Jalan Masuk UNJ

Gedung M.Syafei mempunyai 8 lantai yang masing-masing lantai berisi oleh:

Tabel 4.1 Lantai Gedung M.Syafei

No.	Lantai	Fungsi
1.	<i>Basement</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tempat water tank, • mesin pompa, • kantor engineering, • ruang travo dan kapasitor listrik
2.	Lantai 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bank BNI, Bank Mandiri dan Lobby gedung
3.	Lantai 2	<ul style="list-style-type: none"> • Koridor
4.	Lantai 3	<ul style="list-style-type: none"> • Keuangan
5.	Lantai 4	<ul style="list-style-type: none"> • P2T(Pengembangan Perguruan Tinggi)
6.	Lantai 5	Lembaga Penelitian
7.	Lantai 6	<ul style="list-style-type: none"> • Yayasan Pembina UNJ • Dewan Pengawas Yayasan Pembina UNJ • Lembaga Manajemen UNJ
8.	Lantai 7	<ul style="list-style-type: none"> • SDM • Satuan Pengawas <i>Intern</i> • Dewan Pengawas • Mushola
9.	Lantai 8	<ul style="list-style-type: none"> • Ruang Rapat Kecil • Auditorium

Sumber: data hasil observasi di gedung M.Syafei

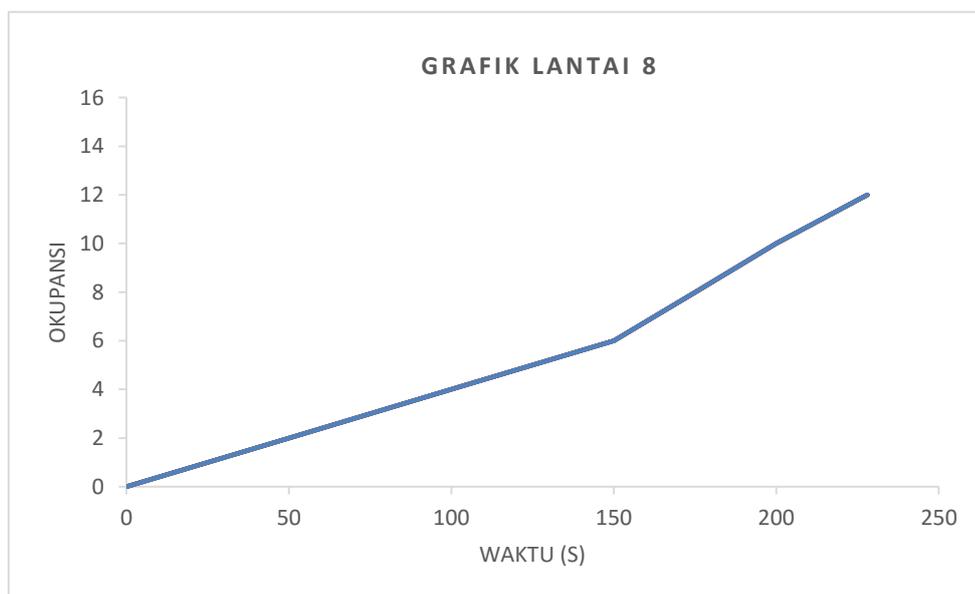
Gedung ini memiliki 1 tangga utama untuk mengevakuasi okupansi yang menghubungkan dari lantai delapan hingga lantai satu. Koridor yang ada pada gedung M.Syafei dari lantai delapan hingga lantai satu rata-rata memiliki lebar yang sama. Untuk menunjang kegiatan operasional di gedung M.Syafei di sediakan 2 unit lift, 1 unit *smoking room*, mushola, dan toilet yang terletak di setiap lantai.

4.2 Analisis Hasil

4.2.1 Analisis Evakuasi terhadap pergerakan Waktu Okupansi

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *software fire modeling PATHFINDER 2012* untuk mengetahui waktu evakuasi okupansi pada gedung M.Syafei dari lantai 8 dapat dilihat sebagai berikut :

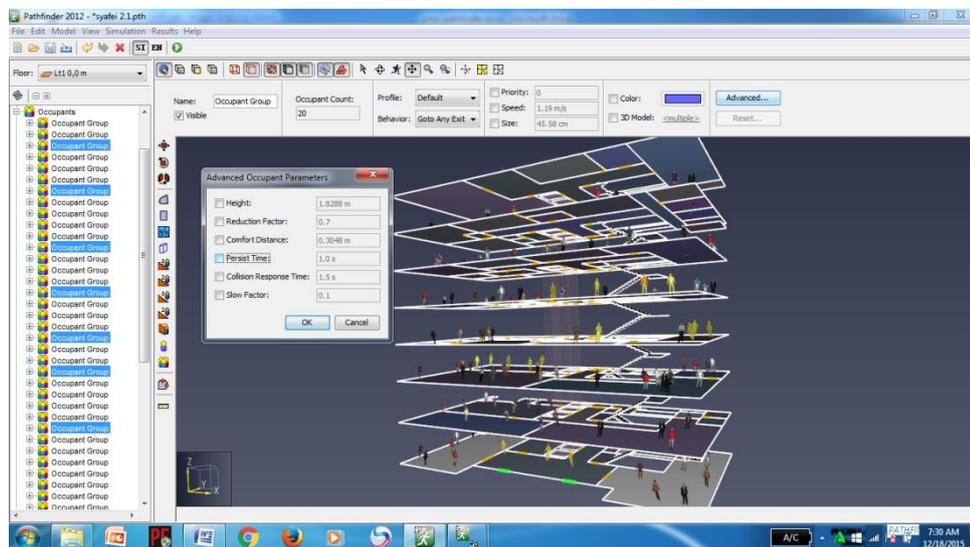
a. Grafik Lantai 8



Gambar 4.2 Grafik lantai 8

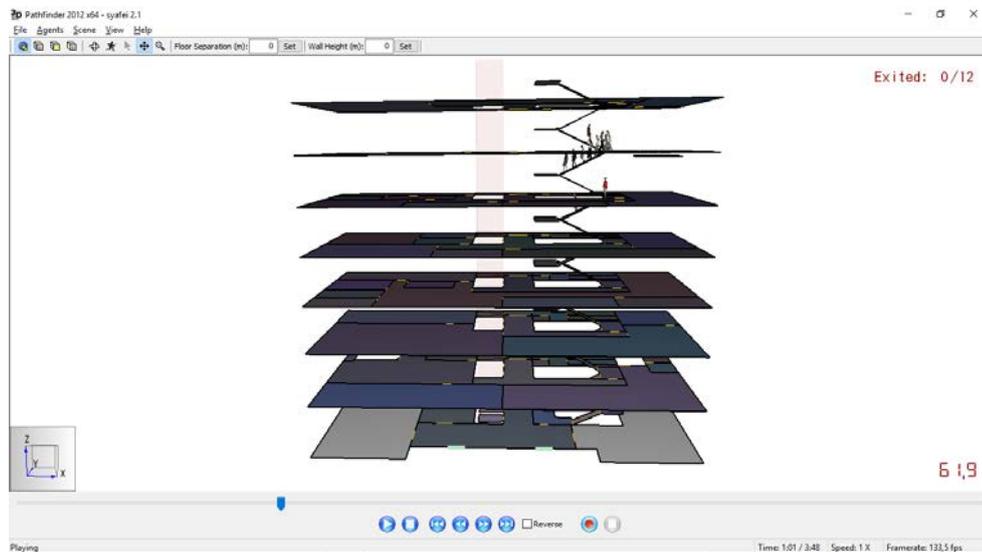
Grafik diatas menunjukkan awal pergerakan okupansi untuk evakuasi hingga keluar gedung memerlukan total waktu 228 detik atau 3 menit 48 detik dengan jumlah okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 8 adalah 12 orang.

Berdasarkan dengan hasil yang didapat peneliti, dapat dilihat simulasi dengan menggunakan *software PATHFINDER 2012* untuk pemodelan komputer yang menjadi acuan untuk jalur evakuasi terbaik yang dipilih menghasilkan waktu yang lebih lama, dikarenakan adanya asumsi-asumsi yang di buat pada saat melakukan pemodelan pada simulasi evakuasi. Asumsi- asumsi yaitu *height, reduction factor, comfort distance, persist time, collision response time, slow factor* yang di digunakan pada permodelan simulasi evakuasi ini dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4.3 Simulasi *Fire Modeling*

4.2.2 Analisis Perbandingan Waktu Pemodelan Komputer



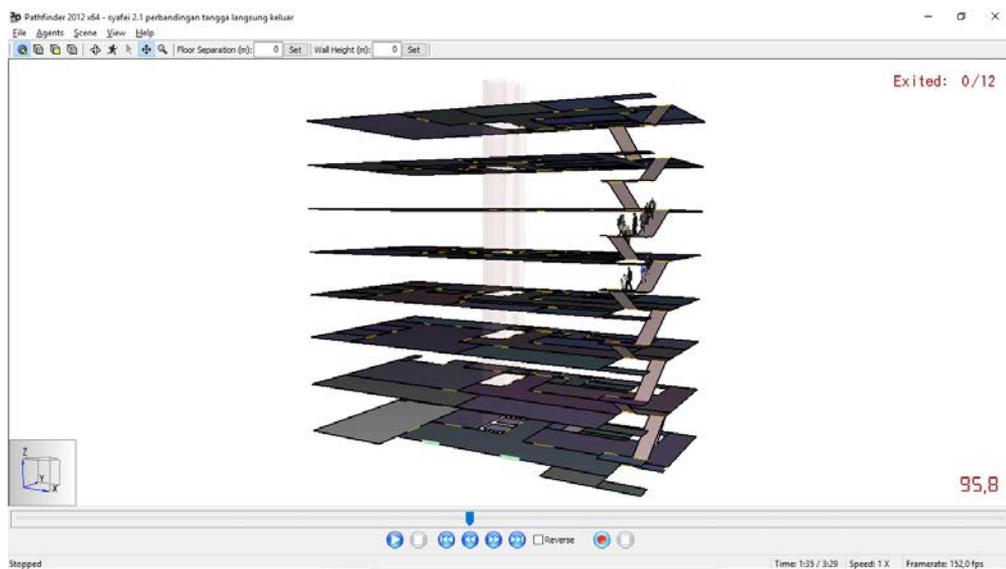
Gambar 4.4 hasil simulasi dengan *fire modeling*

Gambar diatas adalah hasil simulasi evakuasi yang didapat memakai permodelan komputer yang telah di sesuaikan dengan kondisi gedung aslinya dan jumlah okupansi yang disesuaikan dengan simulasi *real* yang dilakukan akan tetapi, sarana evakuasi gedung M.Syafei ini masih terdapat di dalam bangunan gedung tersebut untuk menjalankan evakuasi gedung ini masih belum dikatakan aman karena jalur untuk mengevakuasi okupansi gedung masih harus melewati lobby gedung untuk menuju keluar gedung dan menuju tempat yang dikatakan aman atau titik kumpul, untuk perolehan waktu simulasi evakuasi dengan menggunakan permodelan komputer ini bisa dikatakan aman setelah melakukan penelitian, peneliti mendapatkan hasil waktu yaitu **3 menit 48 detik** dengan diperolehnya waktu tersebut apabila terjadi kebakaran seluruh okupansi dapat keluar gedung dengan aman karena untuk penyalaan api pada tingkat flashover sendiri memerlukan waktu **8 sampai 10 menit**.

Peneliti juga melakukan simulasi evakuasi secara *real* dengan jumlah *sample* okupansi yang melakukan simulasi evakuasi tersebut yaitu 12 orang simulasi dilakukan dari lantai 8 hingga lantai dasar dan langsung menuju keluar gedung diperoleh waktu total evakuasi tersebut yaitu **3**

menit 36 detik. Terdapatlah selisih waktu dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu **12 detik.** Karena pemodelan komputer yang menggunakan beberapa asumsi dan *speed* okupansi yang disesuaikan dengan peraturan internasional NFPA jadi didapatkanlah total waktu yang lebih lama dari hasil simulasi evakuasi *real*.

Selain itu peneliti mencoba membandingkan waktu simulasi evakuasi gedung M.Syafei dengan memakai permodelan komputer yang sama yang telah di sesuaikan juga jumlah okupansi dan kondisi letak ruangan yang terdapat didalamnya, peneliti membuat perbandingan dengan membuat letak sarana evakuasi yang aman sesuai standar yaitu semua sarana evakuasi atau *exit* harus berakhir langsung pada jalan umum atau pada bagian luar lepas *exit*. Halaman, lapangan, tempat-tempat terbuka atau bagian-bagian lain dari lepas *exit* (SNI 03-1746-2000). Hasil pemodelan dan waktu yang dibutuhkan untuk keluar dengan sarana jalan keluar apabila langsung menuju tempat yang aman atau keluar gedung peneliti mendapatkan hasil waktu yaitu **3 menit 29 detik** dan untuk contoh desain tangga daruratnya dapat dilihat pada permodelan dibawah ini.



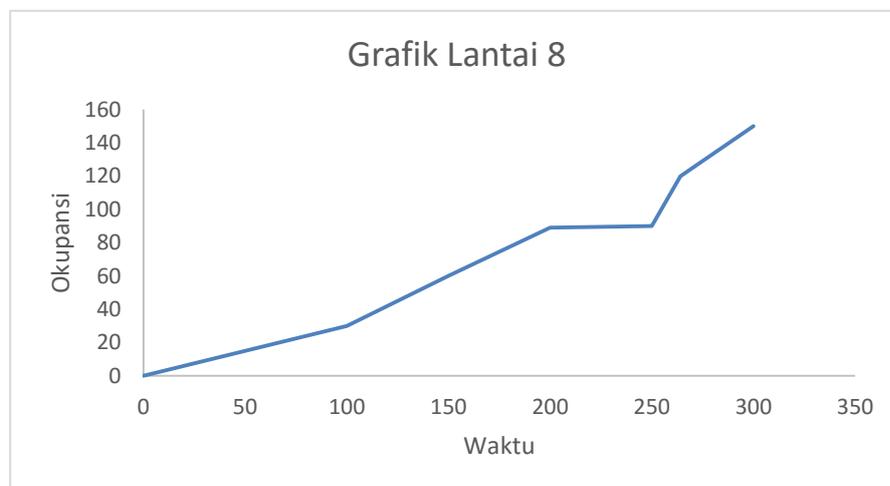
Gambar 4.5 hasil perbandingan waktu simulasi

Berdasarkan perbandingan waktu simulasi evakuasi menggunakan pemodelan komputer yang dilakukan dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk mengevakuasi okupansi di gedung M.Syafei lebih cepat hal ini dikarenakan okupansi yang melakukan simulasi tidak harus berjalan melewati lobby gedung tersebut untuk menambah waktu evakuasi langsung keluar gedung. waktu evakuasi yang menggunakan simulasi pemodelan pada gedung serupa yang sarana evakuasinya langsung menuju keluar gedung.

4.2.3 Analisis Sarana Evakuasi Sesuai Okupansi Gedung M.Syafei

Waktu evakuasi yang telah disesuaikan dengan jumlah okupansi gedung M.Syafei dengan jumlah okupansi 236 orang, pada setiap lantainya dapat dilihat sebagai berikut :

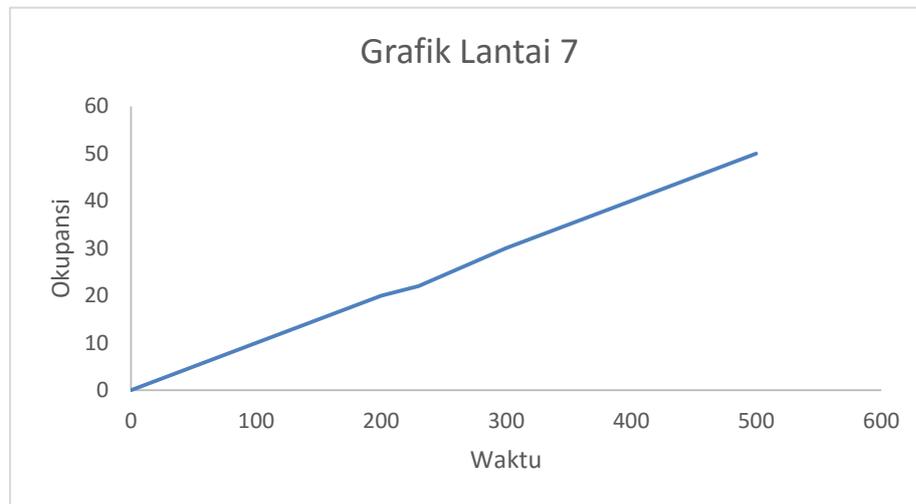
b. grafik lantai 8



Gambar 4.6 Grafik lantai 8

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 105 dengan total evakuasi 264 detik dan jumlah okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 8 adalah 89 orang.

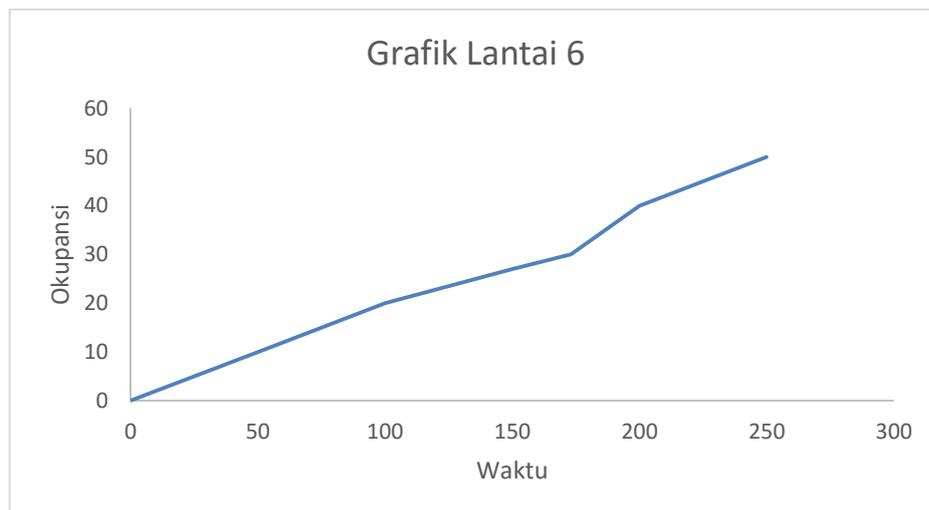
c. grafik lantai 7



Gambar 4.7 Grafik lantai 7

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 45 dengan total evakuasi 230 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 7 adalah 22 orang.

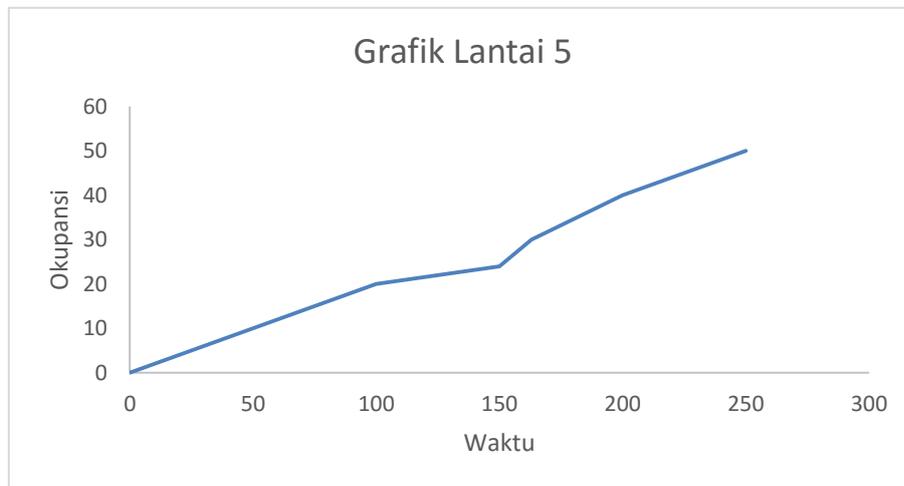
d. grafik lantai 6



Gambar 4.8 Grafik lantai 6

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 39 dengan total evakuasi 173 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 6 adalah 27 orang.

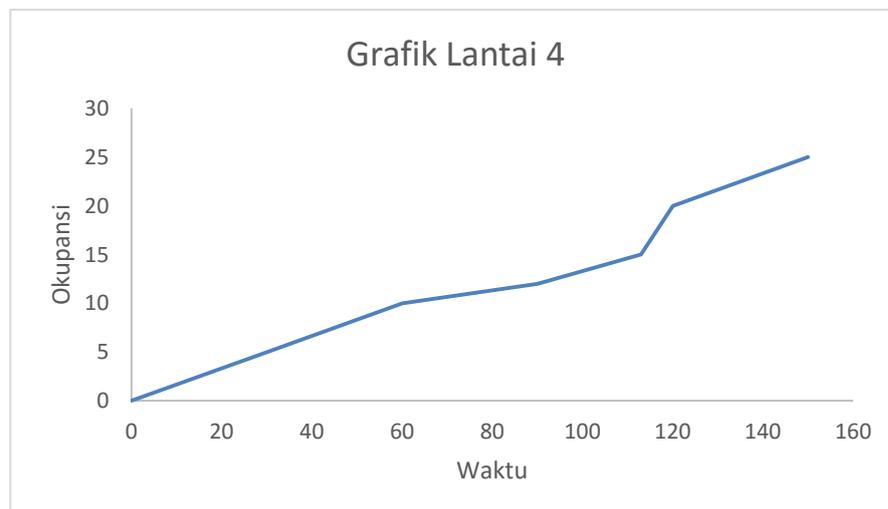
e. grafik lantai 5



Gambar 4.9 Grafik lantai 5

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 58 dengan total evakuasi 163 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 5 adalah 24 orang.

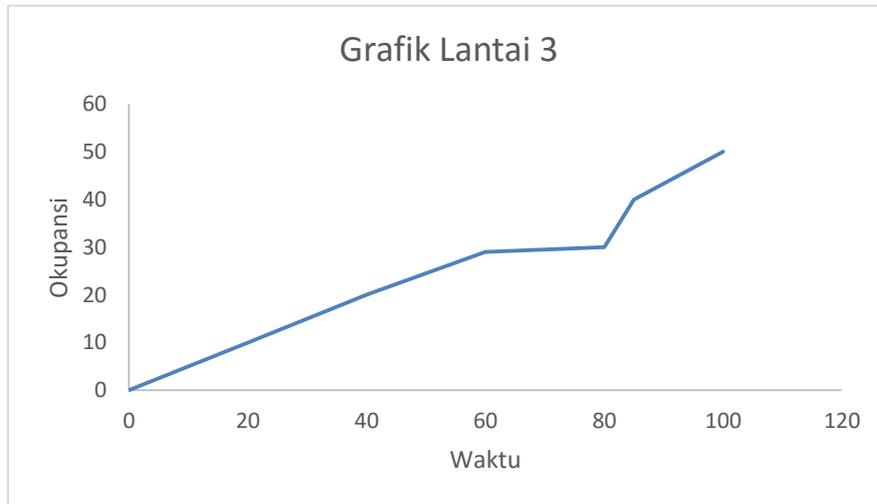
f. grafik lantai 4



Gambar 4.10 Grafik lantai 4

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 40 dengan total evakuasi 113 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 4 adalah 12 orang.

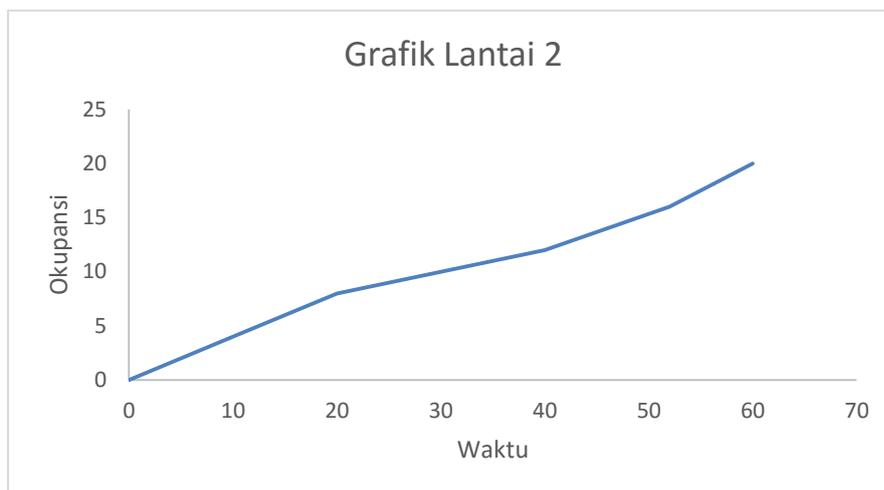
g. grafik lantai 3



Gambar 4.11 Grafik lantai 3

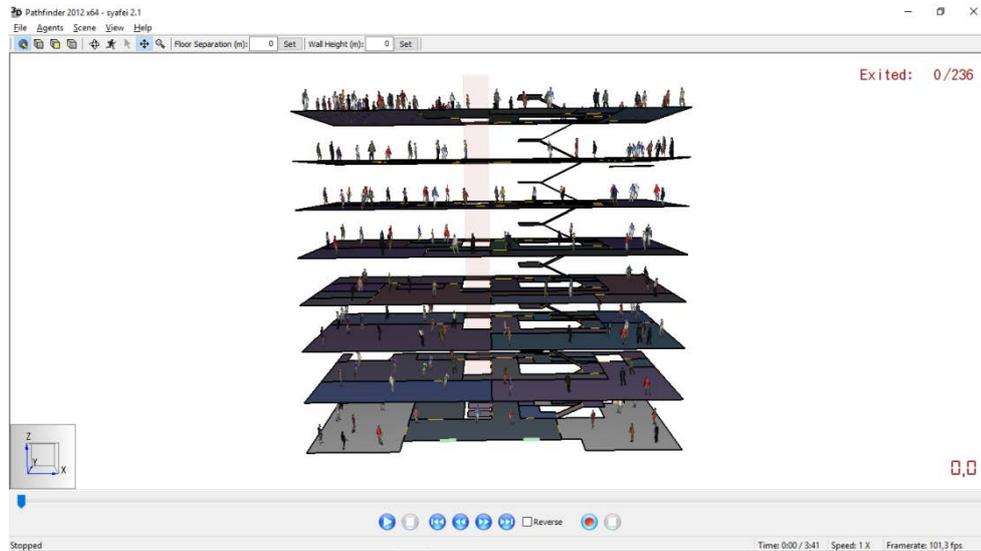
Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 32 dengan total evakuasi 85 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 3 adalah 29 orang.

h. grafik lantai 2



Gambar 4.12 Grafik lantai 2

Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 21 dengan total evakuasi 52 detik dan jumlah total okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 2 adalah 16 orang.



Gambar 4.13 hasil simulasi *fire modeling* 236 okupansi

Gambar diatas adalah hasil simulasi evakuasi yang didapat memakai permodelan komputer yang telah di sesuaikan dengan kondisi gedung aslinya dan jumlah okupansi yang terdapat di dalamnya akan tetapi, sarana evakuasi gedung M.Syafei ini masih terdapat di dalam bangunan gedung tersebut untuk menjalankan evakuasi gedung ini masih belum dikatakan aman karena jalur untuk mengevakuasi okupansi gedung masih harus melewati lobby gedung untuk menuju keluar gedung dan menuju tempat yang dikatakan aman atau titik kumpul, untuk perolehan waktu simulasi evakuasi dengan menggunakan pemodelan komputer ini bisa dikatakan aman setelah melakukan penelitian peneliti mendapatkan hasil waktu yaitu **4 menit 24 detik**.

4.2.4 Analisis Sarana Evakuasi Gedung M.Syafei terhadap Standar

4.2.4.1 Tangga Darurat di Gedung M.Syafei terhadap standar

Pemasangan tangga darurat ada 1, tangga darurat terbuat dari beton dan pada finishingnya di beri bahan anti licin yang berupa tegel bergaris. Berdasarkan pengukuran di lokasi diperoleh data:



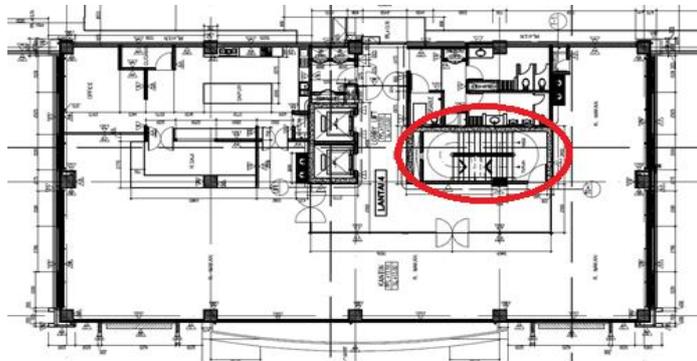
Gambar 4.14 Tangga Darurat Gedung M.Syafei

Geometri Tangga:

1. Lebar Tangga : 1,4 m (dihitung dari *hand rail* – dinding)
2. Jumlah anak tangga : 10- 11 buah
3. Tinggi anak tangga : 17 cm
4. Lebar pijakan : 30 cm
5. Tinggi *hand rail* : 90 cm

Tata letak:

tangga darurat yang terletak di sebelah utara



Gambar 4.15 Denah Lantai 4 Tangga Darurat

a. Perlengkapan tangga darurat

Tangga darurat pada gedung M.Syafei dilengkapi dengan satu lampu neon, *shaft pressure fan*, dan petunjuk arah *exit* (keluar) yang terdapat pada dinding tangga darurat.

Gedung M.Syafei memiliki Tangga Darurat sebagai sarana evakuasi yang di disain dan dibuat dengan bahan-bahan perlengkapan dan spesifikasi yang sesuai. Berikut adalah hasil kesesuaian pada pintu darurat di gedung M.Syafei dengan peraturan SNI -03-1746-2000.

Tabel 4.2 Evaluasi Tangga Darurat Gedung M.Syafei

No	Standar	Temuan Lapangan	Memenuhi Persyaratan/ Tidak	Saran
1.	Tangga dari bahan yang tidak mudah terbakar dengan konstruksi tahan api minimum 2 jam.	Gedung M.Syafei memiliki tangga darurat yang konstruksinya berbahan beton dan permanen.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tangga yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
2.	Dapat melayani semua lantai dari lantai bawah sampai lantai teratas bangunan dengan tanpa bukaan.	Tangga darurat yang berada di gedung M.Syafei dapat melayani semua lantai dari lantai bawah sampai lantai teratas dan tanpa adanya bukaan.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tangga yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
3.	Mudah dicapai, jarak maksimum dari sentral kegiatan 30 m atau antar tangga 60 m.	Jarak terjauh yang terdapat pada gedung M.Syafei antar tangga darurat 38,4 m	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tangga yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
4.	Pengeras suara harus disediakan pada setiap tangga darurat.(KepMen PU No. 10/KPTS/2000)	Pada gedung M.Syafei belum terdapat pengeras suara untuk di setiap lantainya	Tidak memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus mengadakan pengeras suara yang di tempatkan pada tangga darurat sebagai peralatan komunikasi yang digunakan petugas kendali keadaan bahaya untuk berupaya mengendalikan

				evakuasi/ penyelamatan semua okupansi bangunan gedung
	Pagar pengaman atau pegangan tangan pada tangga darurat lebih dari 75 cm diatas lantai, rel pagangan tangan terbuat dari besi.	Rel pegangan tangan terbuat dari black steel tingginya dari atas lantai 90 cm	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tangga yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.

Sumber: SNI -03-1746-2000 (telah diolah kembali)

4.2.4.2 Tanda/Petunjuk Arah Evakuasi di Gedung M.Syafei

1. Tanda/petunjuk arah *Exit*

Sarana menuju jalan keluar harus diberi tanda/petunjuk arah sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008. Petunjuk arah *exit* yang terdapat di gedung M.Syafei yang berada di setiap lantainya dapat terlihat dengan jelas, dan terdapat juga petunjuk arah pada di bagian dinding tangga darurat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.16 tanda/petunjuk arah *exit* Gedung M.Syafei

Tanda petunjuk arah sangat diperlukan untuk memudahkan para okupansi menemukan jalan keluar pada saat terjadi kebakaran. Oleh karena itu dalam pembuatan dan pemasangan tanda petunjuk arah harus berpedoman pada standar yang berlaku. Berikut adalah kesesuaian

petunjuk arah di gedung M.Syafei UNJ dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008.

Tabel 4.3 Evaluasi Petunjuk Arah Gedung M.Syafei

No	Standar	Temuan Lapangan	Memenuhi Persyaratan/ Tidak	Saran
1.	Terdapat petunjuk arah pada sarana evakuasi (PerMen PU No.26/M/2008)	Di gedung M.Syafei sudah dipasang petunjuk arah yang terdapat di sisi sarana jalan keluar.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap petunjuk arah yang tersedia dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
2.	Warna tanda petunjuk arah nyata dan kontras (PerMen PU No.26/M/2008)	Tanda petunjuk arah hijau dengan tulisan berwarna putih. Warna petunjuk arah kontras dengan berwarna hijau	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap petunjuk arah agar mudah terlihat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
3.	Tanda arah dengan iluminasi eksternal dan internal harus dapat dibaca pada kedua mode pencahayaan normal dan darurat (PerMen PU No.26/M/2008)	Tanda petunjuk arah di gedung M.Syafei yang terdapat pada sarana evakuasi tidak menggunakan cat fosfor yang dapat menyala dalam keadaan gelap, sehingga okupansi tidak dapat membacanya apabila mode pencahayaan darurat	Tidak memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus menambahkan iluminasi pada tanda arah yang bisa dibaca pada pencahayaan normal dan darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
4.	Tanda petunjuk arah terbaca	“EXIT” pada tanda petunjuk	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus

	“EXIT” atau kata lain yang tepat dan berukuran ≥ 10 cm. (PerMen PU No.26/M/2008)	arah yang dipasangkan pada sisi-sisi sarana evakuasi berukuran 12 cm, sedangkan untuk yang dipasang di depan pintu keluar berukuran 15 cm.		melakukan perawatan terhadap tanda petunjuk EXIT yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
5.	Lebar huruf pada kata “EXIT” ≥ 5 cm, kecuali huruf “I”. (PerMen PU No.26/M/2008)	Lebar pada kata “EXIT” yang dipasang pada sisi-sisi jalan keluar 6 cm, sedangkan yang dipasang di depan pintu keluar adalah 6,5 cm.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tanda petunjuk EXIT yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
6.	Spasi minimum antara huruf pada kata “EXIT” ≥ 1 cm. (PerMen PU No.26/M/2008)	Spasi antara huruf pada “EXIT” adalah 2 cm.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tanda petunjuk EXIT yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.

Sumber: PerMen PU Umum No.26/PRT/M/2008 (telah diolah kembali)

4.2.4.3 Pintu Darurat di Gedung M.Syafei terhadap standar

Bahan

Bahan dari besi tebal yang dilengkapi dengan kaca bening berbentuk persegi panjang yang dapat digunakan untuk melihat ke dalam tangga darurat.

Ukuran pintu

Tinggi pintu darurat : 211 cm

Lebar pintu darurat : 104 cm

Panic handle di ketinggian : 88 cm

Arah bukaan

Arah bukaan pintu darurat gedung M.Syafei semua mengarah dalam atau menuju ke arah ruang tangga darurat, kecuali untuk lantai 1 dan atap arah bukaan mengarah keluar bangunan.



Gambar 4.17 Pintu Darurat Gedung M.Syafei

Gedung M.Syafei memiliki pintu darurat di setiap lantai terdapat 1 buah pintu darurat pada tengah bangunan. Berikut adalah hasil kesesuaian pada pintu darurat di gedung M.Syafei dengan peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008.

Tabel 4.4 Evaluasi Pintu Darurat Gedung M.Syafei

No	Standar	Temuan Lapangan	Memenuhi Persyaratan/ Tidak	Saran
1.	Pintu pada sarana jalan keluar jenis engsel sisi pada pintu ayun. (PerMen PU No.26/M/2008)	Jenis pintu darurat adalah jenis pintu engsel atau pintu ayun.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.

2.	pintu darurat membuka ke arah jalan keluar.	Pintu darurat membuka ke arah jalan keluar.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
3.	Pintu darurat tidak membutuhkan anak kunci, alat atau upaya tindakan untuk membukanya dari dalam bangunan gedung	Pintu darurat menggunakan <i>panic bar</i>	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
4.	<i>Panic bar</i> di pintu darurat ditempatkan 87-120 cm di atas lantai.	<i>Panic bar</i> pintu darurat ditempatkan 89 cm di atas lantai.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
5.	Pintu darurat tidak dalam posisi terbuka setiap saat	Seluruh pintu darurat dalam posisi tertutup.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
6.	Pintu darurat menutup sendiri atau menutup otomatis	Seluruh pintu darurat selalu menutup otomatis	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.

7.	Tinggi pintu darurat minimal 210 cm dan lebar minimal pintu darurat 90 cm	Pintu darurat yang terdapat di gedung M.Syafei memiliki tinggi 211 cm dan lebar pintu darurat 104cm	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap pintu darurat dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
----	---	---	----------------------	---

Sumber: PerMen PU Umum No.26/PRT/M/2008 (telah diolah kembali)

4.2.4.4 Koridor di Gedung M.Syafei terhadap standar

Koridor di gedung M.Syafei ruang sirkulasi/ akses horizontal yang melewati atau melalui ruang-ruang yang terdapat di sepanjang koridor tersebut. Peran koridor di gedung M.Syafei sebagai akses horizontal adalah yang menghubungkan ruangan satu dengan lainnya yang didalamnya terdapat okupansi dan akses yang menuju bagian luar dari gedung M.Syafei, akses tersebut berupa *lift* dan tangga darurat.



Gambar 4.18 Koridor Gedung M.Syafei

Koridor yang terdapat di dalam gedung M.Syafei tidak memiliki lebar yang sama di setiap lantainya. Ukuran koridor yang adalah terkecil 1.8 m dan terbesar 3 m. rata- rata koridor yang digunakan dalam gedung M.Syafei ini adalah koridor dengan lebar 2.5 m. Pada setiap lantainya koridor di lengkapi Alat Pemadam Api Ringan (APAR) 2 buah dan 1 hidran box yang terdapat di dekat *lift*.

Gedung M.Syafei memiliki sarana evakuasi yang berbentuk koridor di setiap lantainya yang langsung menuju tangga darurat yang digunakan sebagai akses jalan menuju keluar pada saat terjadi kebakaran atau keadaan darurat lainnya. Berikut adalah hasil kesesuaian pada pintu darurat di gedung M.Syafei dengan peraturan *National Fire Protection Association NFPA 101 Life Safety Code 2006*.

Tabel 4.5 Evaluasi koridor Gedung M.Syafei

No	Standar	Temuan Lapangan	Memenuhi Persyaratan /Tidak	Saran
1.	Koridor memiliki lebar minimum 1,2 m. (<i>NFPA 101 Life Safety Code 2006</i>).	Lebar koridor yang terdapat di gedung M.Syafei mempunyai lebar 1,8- 3m dan tinggi koridor 3- 4,5 m.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap koridor agar tidak mengganggu ketika terjadi keadaan darurat.
2.	Dinding memiliki tingkat ketahanan api minimal 1 jam. (<i>NFPA 101 Life Safety Code 2006</i>).	Pada koridor yang terdapat di gedung M.Syafei tidak semua lantai memiliki ketahanan api selama 1 jam, karena ada beberapa lantai yang memakai kaca	Tidak Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus memberikan lapisan tahan api pada dinding bangunan dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.

		sebagai kompartemen/dinding pemisah.		
3.	Koridor terdapat sistem proteksi berupa sprinkler. (NFPA 101 Life Safety Code 2006)	Pada gedung M.Syafei di setiap koridornya terdapat sprinkler dengan jarak tidak kurang dari 2,5m	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap sprinkler yang terdapat pada koridor.
4.	Pada sarana jalan keluar untuk mengevakuasi okupansi yang berupa koridor harus memiliki sistem proteksi APAR dan hidran gedung. (NFPA 101 Life Safety Code 2006)	Gedung M.Syafei memiliki 2 buah apar dan 1 buah hidran yang terdapat di koridor di setiap lantainya.	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap APAR yang terdapat pada koridor jalan keluar.
5.	Sarana jalan keluar harus bebas dari segala hambatan atau rintangan untuk memaksimalkan penggunaan koridor pada saat kebakaran dan keadaan darurat lainnya. (NFPA 101 Life Safety Code 2006)	Gedung M.Syafei memiliki lebar koridor yang rata-rata di gunakan 2,5 m, di beberapa lantainya setiap koridor memiliki properti yang berfungsi sebagai ruang tunggu. Apabila terjadi keadaan darurat properti tersebut dapat menjadi	Tidak memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan pengecekan rutin koridor jalan keluar agar tidak terdapat benda-benda yang akan menghambat proses evakuasi.

		sebagai penghambat.		
--	--	---------------------	--	--

Sumber: *NFPA 101 Life Safety Code* (telah diolah kembali)

4.2.4.5 Pencahayaan Darurat di Gedung M.Syafei terhadap standar

Pencahayaan darurat sangat diperlukan sebagai sumber cahaya cadangan apabila sumber daya utama PLN mati. Gedung M.Syafei memiliki pencahayaan darurat apabila dalam keadaan darurat okupansi dapat menemukan sarana evakuasi dengan adanya bantuan pencahayaan darurat. Berikut ini adalah tabel kesesuaian pencahayaan darurat di gedung M.Syafei dengan peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008.

Tabel 4.6 Evaluasi Pencahayaan Darurat Gedung M.Syafei

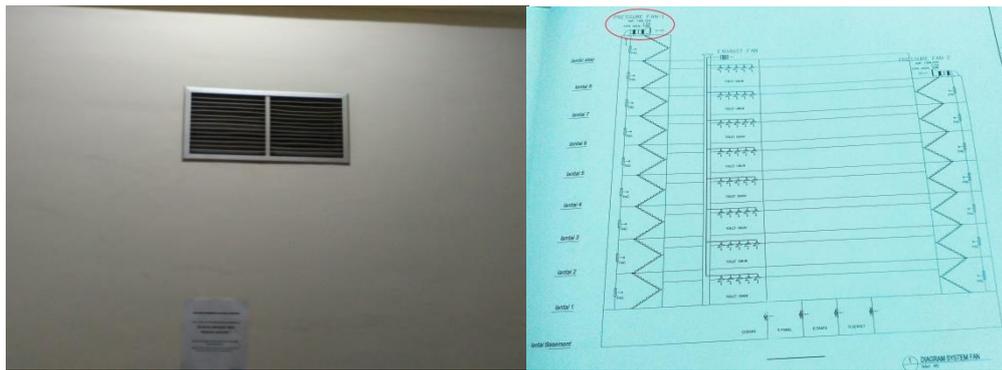
No	Standar	Temuan Lapangan	Memenuhi Persyaratan/Tidak	Saran
1.	Iluminasi jalan keluar utama bukan merupakan pencahayaan listrik yang dioperasikan dengan baterai dan jenis lain dari lampu jinjing atau lentera.	Sumber listrik iluminasi pada jalan keluar utama adalah PLN yang apabila terjadi mati listrik, bisa digantikan dengan generator atau diesel	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap iluminasi jalan keluar yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan kecil.
2.	Pencahayaan darurat harus selalu dalam kondisi baik dan siap dipakai	Gedung M.Syafei memiliki sistem pencahayaan dengan kondisi yang baik	Memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan perawatan terhadap tangga yang ada dan segera melakukan perbaikan ketika terjadi

				kerusakan kecil.
3.	Pengujian fungsi pencahayaan darurat harus dilakukan dalam jangka 30 hari untuk sekurang-kurangnya 30 detik.	Pengujian fungsi pencahayaan darurat belum pernah dilakukan oleh gedung M.Syafei, pihak pengelola hanya melakukan pengujian generator dalam jangka 30 hari minimal 30 menit.	Tidak memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan pengujian pencahayaan darurat secara rutin.
4.	Rekaman tertulis dari inspeksi visual dan pengujian disimpan oleh pemilik bangunan	Gedung M.Syafei belum pernah melakukan pengujian fungsi pencahayaan darurat.	Tidak memenuhi persyaratan	Pengelola gedung M.Syafei harus melakukan pencatatan terhadap setiap pengujian fungsi pencahayaan darurat yang digunakan sebagai arsip pengelola.

Sumber: PerMen PU Umum No.26/PRT/M/2008 (telah diolah kembali)

4.2.4.6 *Pressure Fan* (Pengendali Asap) di Gedung M.Syafei terhadap standar

pengendali asap yaitu dimana *shaft* tangga darurat secara mekanik diberikan tekanan, yang sangat berpengaruh pada saat terjadi kebakaran dengan udara luar yang di hisap oleh *pressure fan* untuk menjaga tangga darurat tidak terkontaminasi oleh asap selama kejadian kebakaran yang berada di gedung (SNI -03-6571-2001). Gedung M.Syafei sendiri memiliki *pressure fan* yang terdapat di tangga daruratnya dengan kapasitas 7.000 cubic feet of air per minute (CFM), dan untuk tipenya sendiri adalah Axial tube keterangan tersebut bisa di lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.19 *pressure fan*

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Analisis Waktu Evakuasi terhadap Pergerakan Okupansi

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan bahwa simulasi evakuasi untuk mengetahui waktu evakuasi okupansi berdasarkan pemodelan komputer didapatkan hasil sebagai berikut:

Lantai 8, Pergerakan okupansi mulai dari pintu darurat *start* pada detik ke 42 dengan total evakuasi 228 detik dan jumlah okupansi yang melakukan evakuasi dari lantai 8 adalah 12 orang.

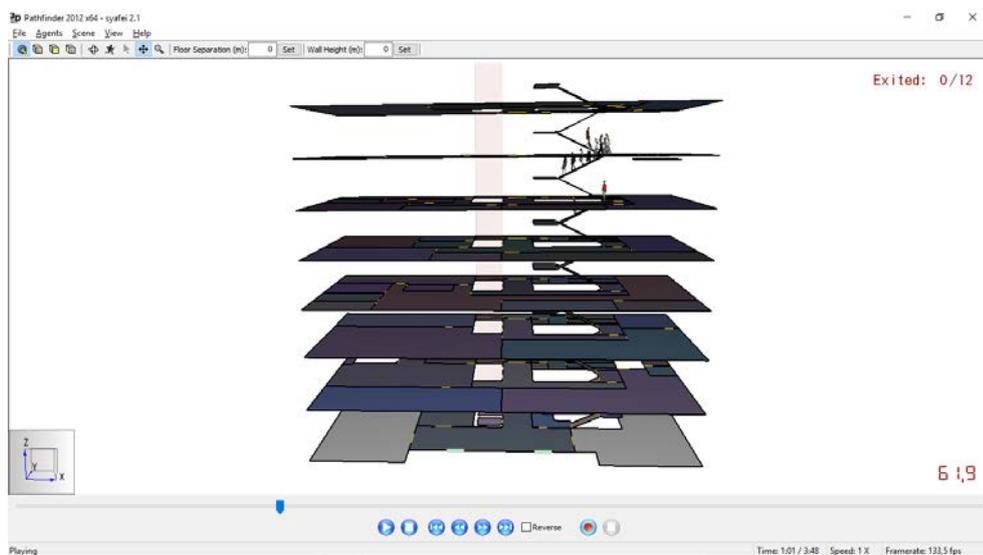
4.3.2 Pembahasan Perbandingan Waktu Evakuasi *real* dan Waktu Simulasi Komputer

Berdasarkan hasil analisis data yang didapat, diperoleh waktu simulasi yang dilakukan secara *real*, yang dilakukan pengambilan sample untuk melakukan simulasi dengan jumlah okupansi sebanyak 12 orang dan didapatkan perolehan waktu evakuasi dari lantai delapan sampai dengan para okupansi yang melakukan simulasi keluar gedung yaitu **3 menit 34 detik**.



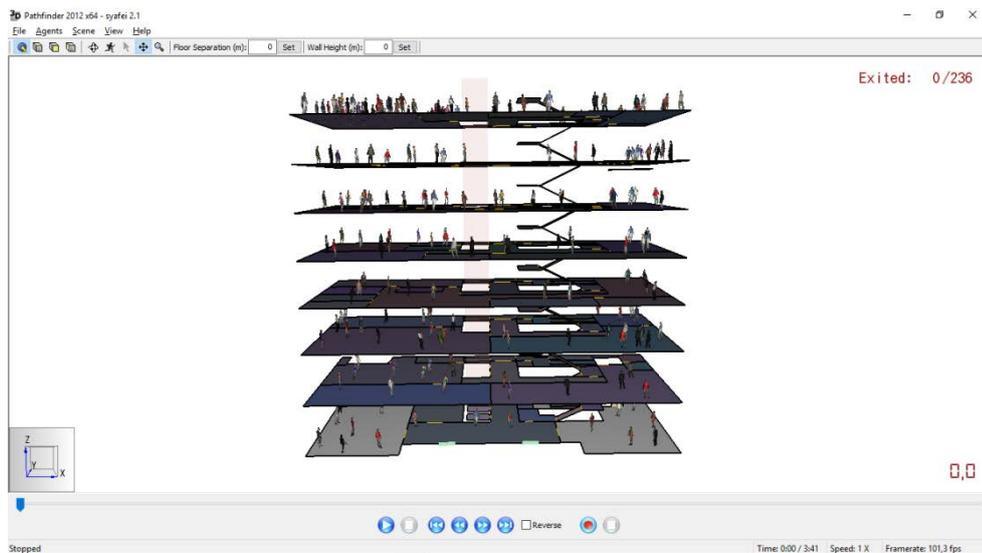
Gambar 4.20 Simulasi evakuasi

peneliti juga melakukan simulasi evakuasi menggunakan pemodelan komputer dengan menggunakan *software PATHFINDER* yang telah disesuaikan dengan bentuk bangunan aslinya dan jumlah okupansi yang disesuaikan dengan simulasi *real* yang dilakukan oleh peneliti yaitu 12 orang, dengan yang banyak menggunakan asumsi yang terdapat pada *software* tersebut dalam melakukan pemodelannya diperoleh waktu yaitu **3 menit 48 detik**.



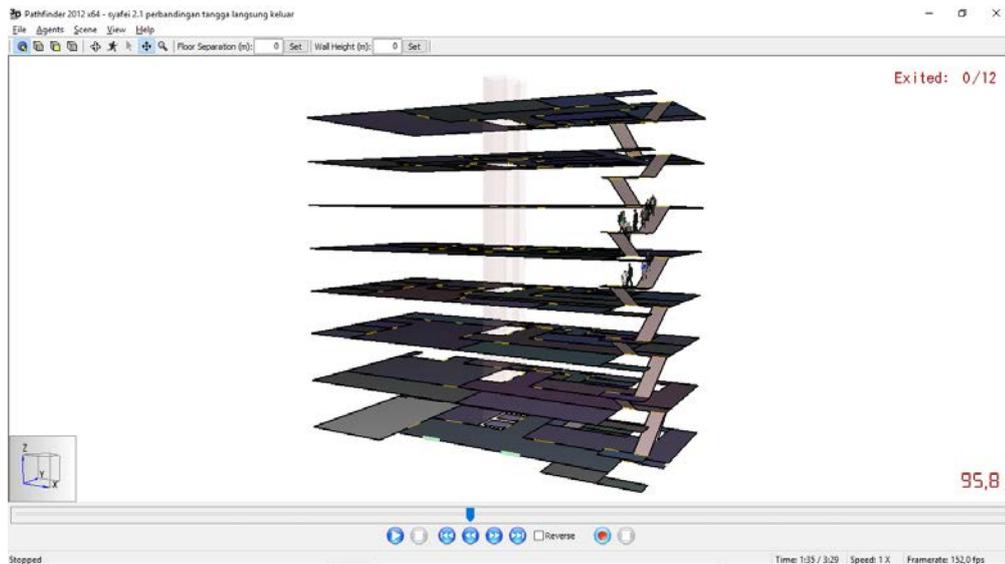
Gambar 4.21 Pemodelan komputer

simulasi evakuasi yang didapat memakai permodelan komputer yang dilakukan peneliti yang telah di sesuaikan dengan kondisi gedung aslinya dan jumlah okupansi yang terdapat di dalamnya pada gedung M.Syafei yaitu dengan jumlah okupansi 236, untuk perolehan waktu simulasi evakuasi dengan menggunakan pemodelan komputer ini peneliti mendapatkan hasil waktu yaitu **4 menit 24 detik**.



Gambar 4.22 Pemodelan komputer 236 okupansi

Selain membandingkan waktu simulasi evakuasi pemodelan komputer dan simulasi evakuasi yang dilakukan secara *real*, peneliti juga membandingkan waktu simulasi evakuasi menggunakan pemodelan komputer dengan *software* yang sama yaitu *PATHFINDER* dengan membuat gedung serupa dan jumlah okupansi yang disesuaikan dengan simulasi pada gedung M.Syafei, tetapi untuk sarana tangga daruratnya peneliti mendesain sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu semua sarana jalan keluar yang berada di bangunan tinggi harus menuju langsung keluar gedung atau menuju halaman terbuka di luar gedung yang memperoleh waktu **3 menit 29 detik**.



Gambar 4.22 Pemodelan Komputer Sesuai Standar

4.3.3 Pembahasan Kesesuaian Sarana Evakuasi Gedung M.Syafei dengan Standar

Berdasarkan hasil analisis data yang didapat untuk kesesuaian sarana evakuasi yang berada di gedung M.Syafei terhadap standar yang berlaku didapatkan bahwa elemen-elemen yang berada pada sarana jalan keluar sudah banyak yang memenuhi persyaratan dan ada beberapa elemen yang belum memenuhi persyaratan, untuk kelengkapan sarana evakuasi gedung M.Syafei beberapa yang sudah memenuhi persyaratan antara lain :

- a. Tangga darurat ada 1 buah yang terletak di sebelah utara yaitu di tengah bangunan, sudah memenuhi standar untuk mengevakuasi okupansi di dalamnya, jarak terjauh untuk mencapai tangga darurat adalah 38 meter
- b. Dimensi pintu darurat, tinggi pegangan tangga, lampu penerangan dan *shaft pressure fan* tersedia dan memenuhi syarat
- c. Petunjuk/tanda arah evakuasi pada gedung M.Syafei sudah tersedia pada sarana evakuasi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pembahasan data yang ada dilapangan terkait sarana evakuasi yang terdapat di gedung M.Syafei dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan waktu yang didapat dari hasil simulasi evakuasi di gedung M.Syafei dengan pemodelan komputer menggunakan *software PATHFINDER 2012* dan pelaksanaan simulasi evakuasi secara *real* memperoleh kinerja evakuasi yaitu berupa waktu evakuasi **3 menit 36 detik** yang berbeda antara pemodelan komputer dengan hasil total evakuasi yaitu **3 menit 48 detik** untuk selisih waktu yang didapat dari hasil penelitian didapat **12 detik** lebih lama untuk waktu pemodelan komputer dikarenakan beberapa asumsi yang digunakan.
2. Simulasi evakuasi yang dilakukan pada gedung M.Syafei Universitas Negeri Jakarta peneliti dapat memberikan rekomendasi terkait kesesuaian sarana evakuasi dengan standar yang berlaku sebagai berikut :
 - a. Tangga darurat yang terdapat di tengah bagian utara gedung sebaiknya memiliki pengeras suara dan karena tangga darurat yang terdapat di gedung M.Syafei masih harus melewati lobby gedung untuk keluar mencari tempat yang aman saat terjadi kebakaran, maka tangga darurat sebaiknya dari awal pembangunan gedung sebaiknya di desain langsung menuju keluar gedung di karenakan gedung M.Syafei sudah memiliki desain tangga darurat tersebut maka peneliti merekomendasikan untuk jalan keluar gedung sebaiknya dari pintu darurat lantai pertama di pasang *fire curtain*.

- b. Petunjuk/tanda arah evakuasi ditempatkan dimana okupansi dapat melihatnya secara jelas tidak terlalu tinggi, dan bahan yang digunakan untuk tanda arah evakuasi memakai cat fosfor yang dapat menyala dalam keadaan gelap.
- c. Gedung M.Syafei belum pernah melakukan simulasi evakuasi terhadap keadaan darurat pada saat terjadi kebakaran dengan adanya penelitian ini pihak pengelola gedung sebaiknya membuat struktur organisasi tanggap darurat dan melakukan simulasi evakuasi yang terjadwal.

5.2 Saran

1. Pihak pengelola gedung sebaiknya membentuk management struktur penyelamatan darurat.
2. Perlunya dilakukan penyesuaian tanda/petunjuk arah sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008.
3. Perlu adanya kegiatan simulasi evakuasi tanggap darurat yang diikuti oleh semua okupansi yang terdapat di gedung M.Syafei
4. Perlu adanya pengeras suara yang terletak di sarana evakuasi.
5. Untuk penggunaan dan fungsi di tangga darurat terdapat penyimpangan fungsi dengan menyimpan barang- barang yang sudah tidak digunakan dan sebaiknya tidak digunakan sebagai area merokok yang dapat membahayakan dan menghambat terjadinya proses evakuasi.

Menurut penulis penelitian ini sangat penting untuk dilanjutkan dengan mengadakan simulasi evakuasi secara *real* dan dengan mengadakan simulasi keadaan darurat secara rutin dengan skenario yang telah dibuat dan telah dibuktikan berhasil, dilakukannya simulasi evakuasi dengan *software PATHFINDER* yang memakai parameter tertentu.

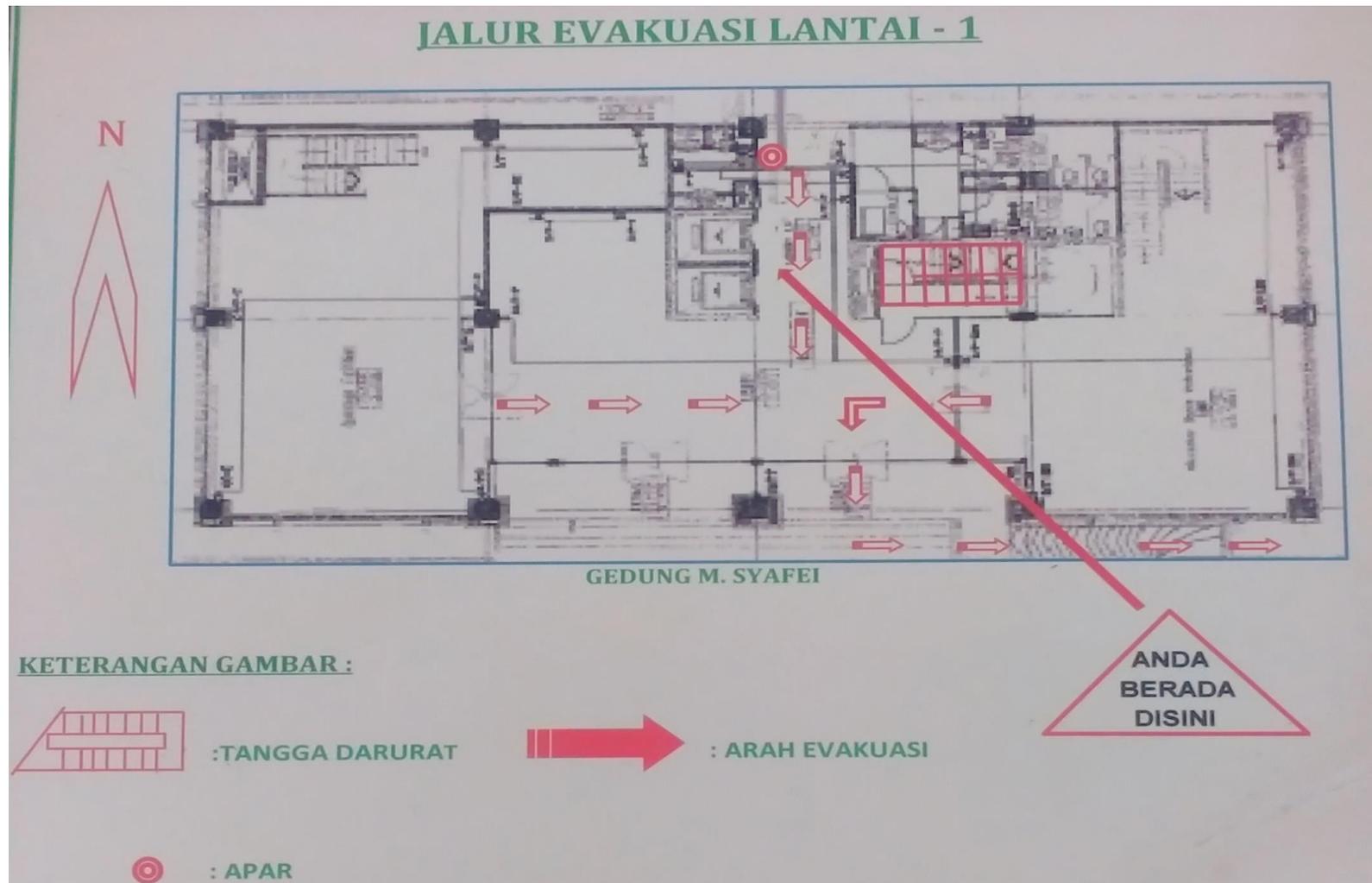
DAFTAR PUSTAKA

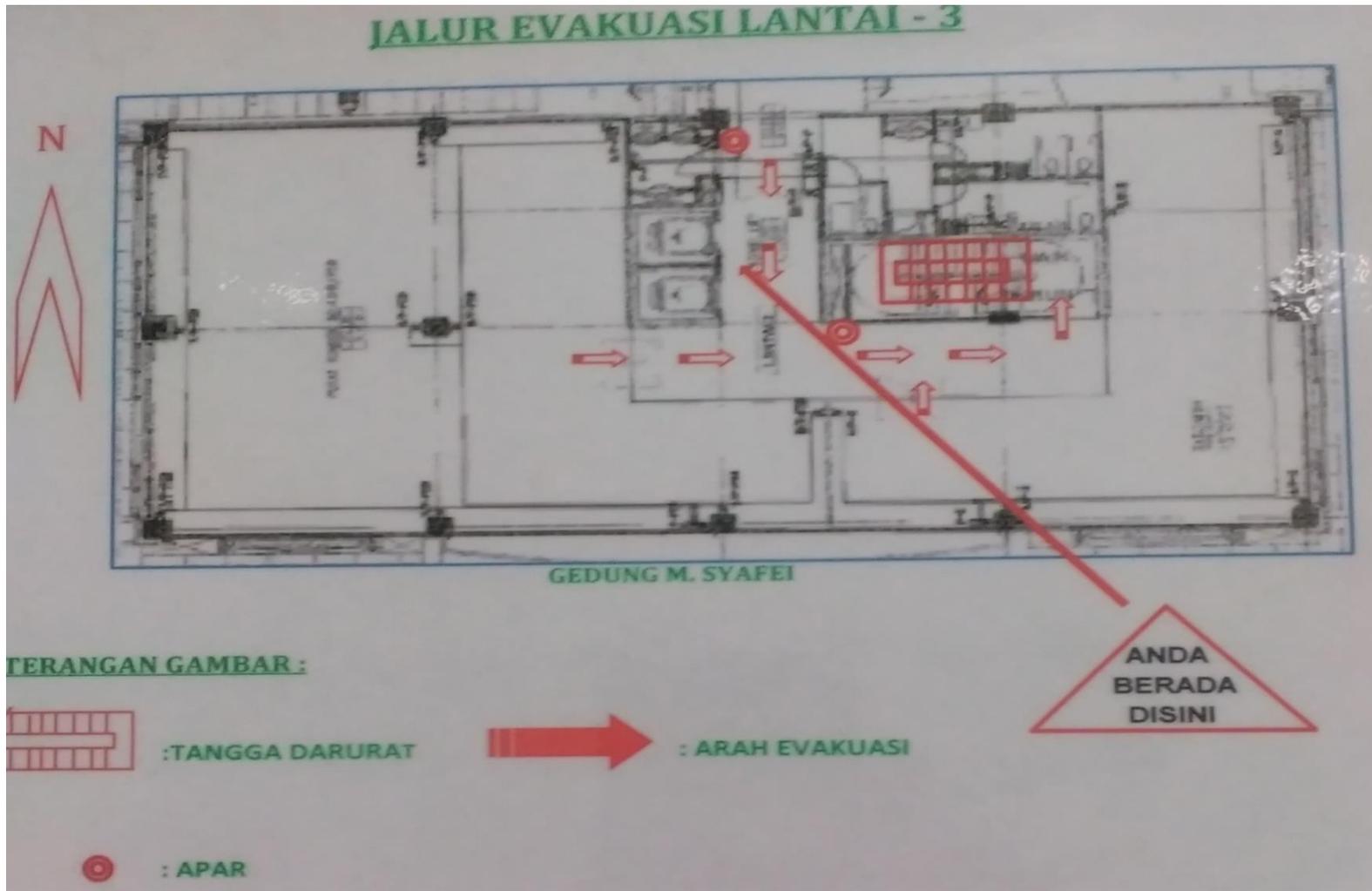
- Andrew Furness dan Martin Muckett. 2007. *Introduction to Fire Safety Management*, Elsevier Ltd. Burlington
- Cakra Rahtumahesa. 2011. *Analisis Kinerja Evakuasi Pada Gedung Sekolah Menengah Tingkat Atas*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Juwana, Jimmy S. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*. Erlangga. Jakarta.
- National Fire Protection Association 101 *Tentang Live Safety Code*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 26/PRT/M/2008 *Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. 2008. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Poerbo, Hartono. 2005. *Utilitas Bangunan*. Djambatan. Jakarta
- Soehatman Ramli. (2010). *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Fire Management)*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Standar Nasional Indonesia 03-1746-2000 tentang Tata Cara Penerangan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan Terdapat Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung. 2000. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sularso, Kiyokatsu. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta

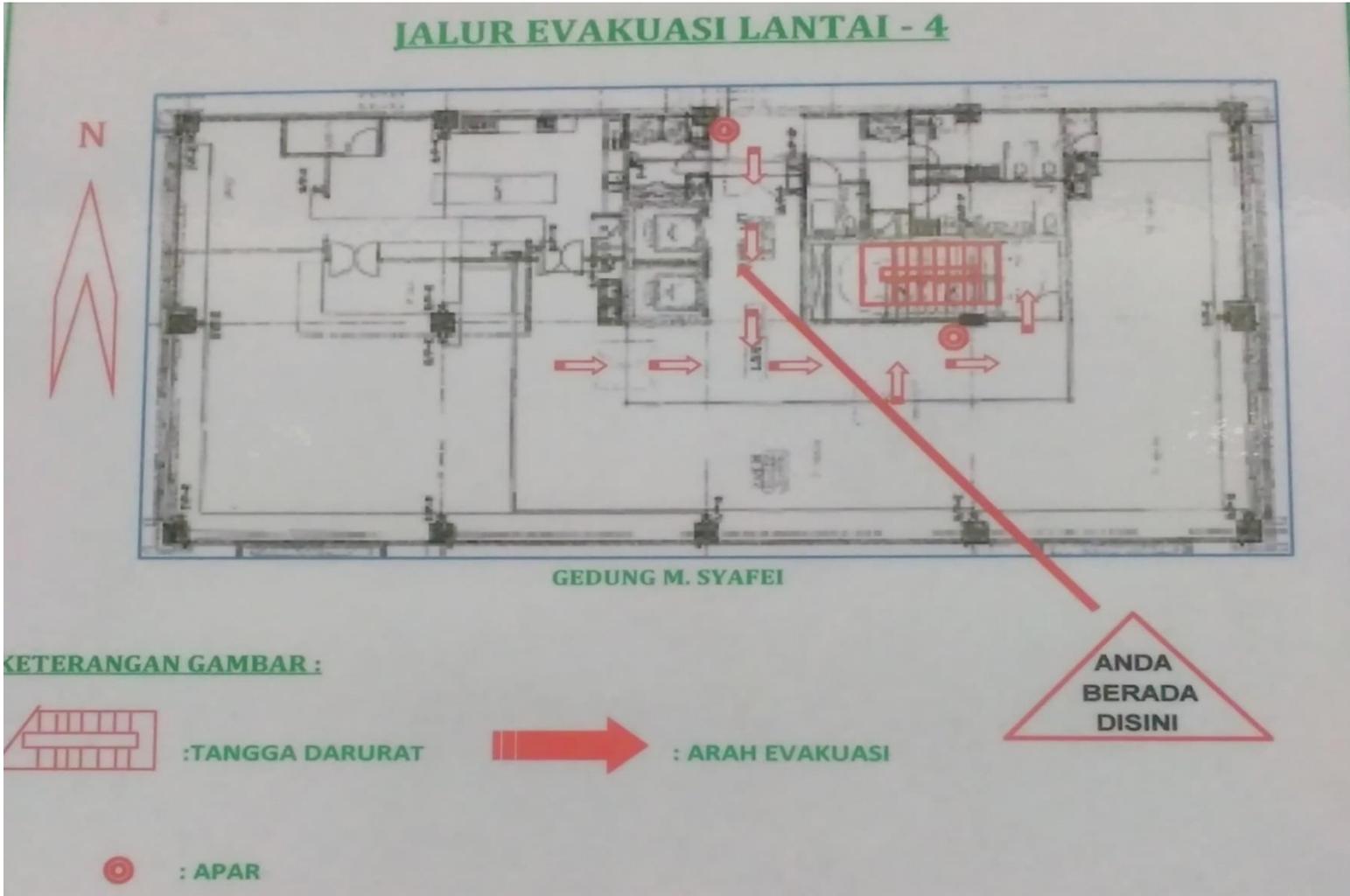
Sumardjiti. 2010. *Kajian Terhadap Kelayakan “Emergency Exit” pada Bangunan-bangunan Pusat Perbelanjaan di Yogyakarta.*

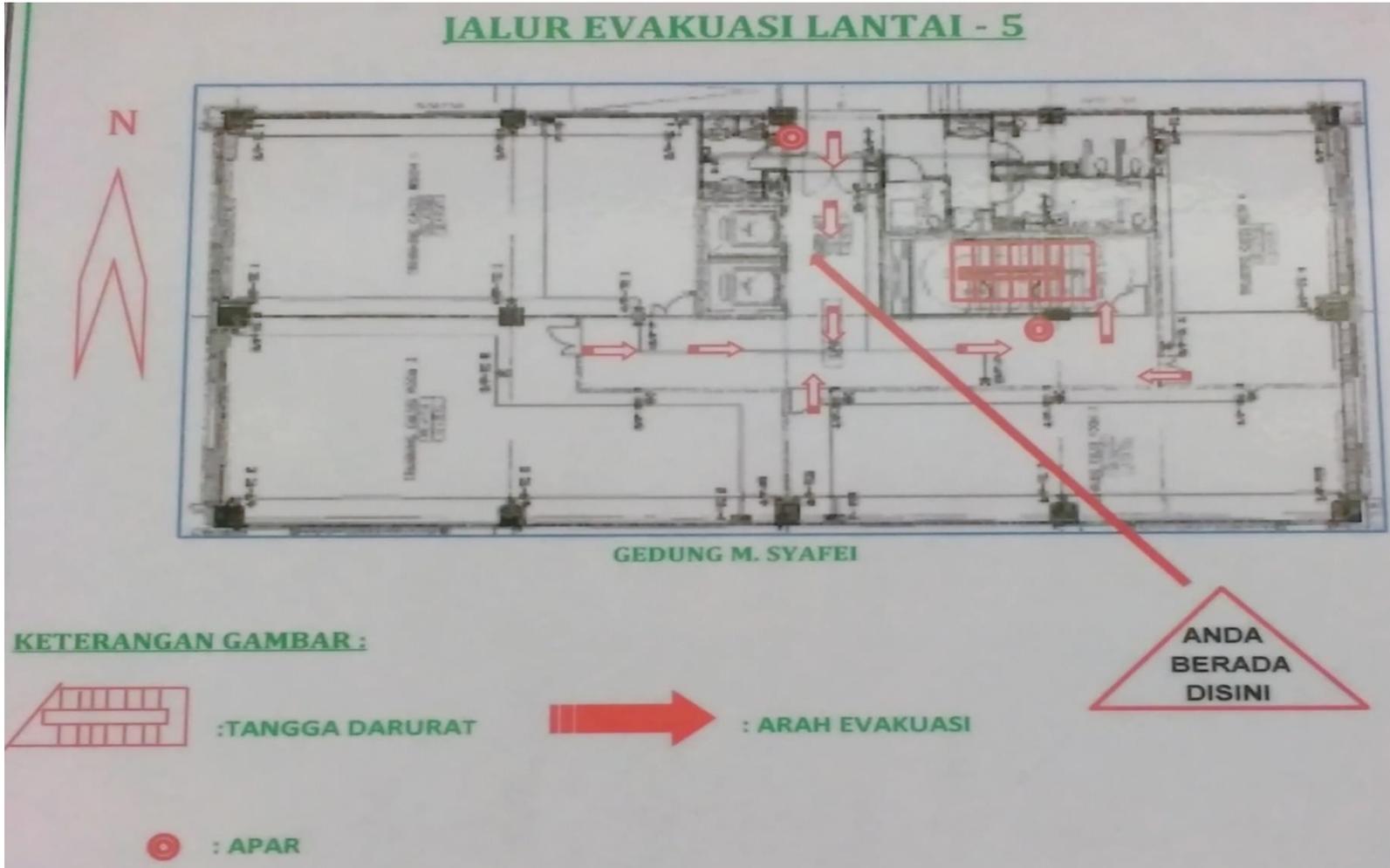
Sunarno. 2010. *Kajian Terhadap Sarana “Emergency Exit” Pada Plasa Ambarukmo Yogyakarta.* Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

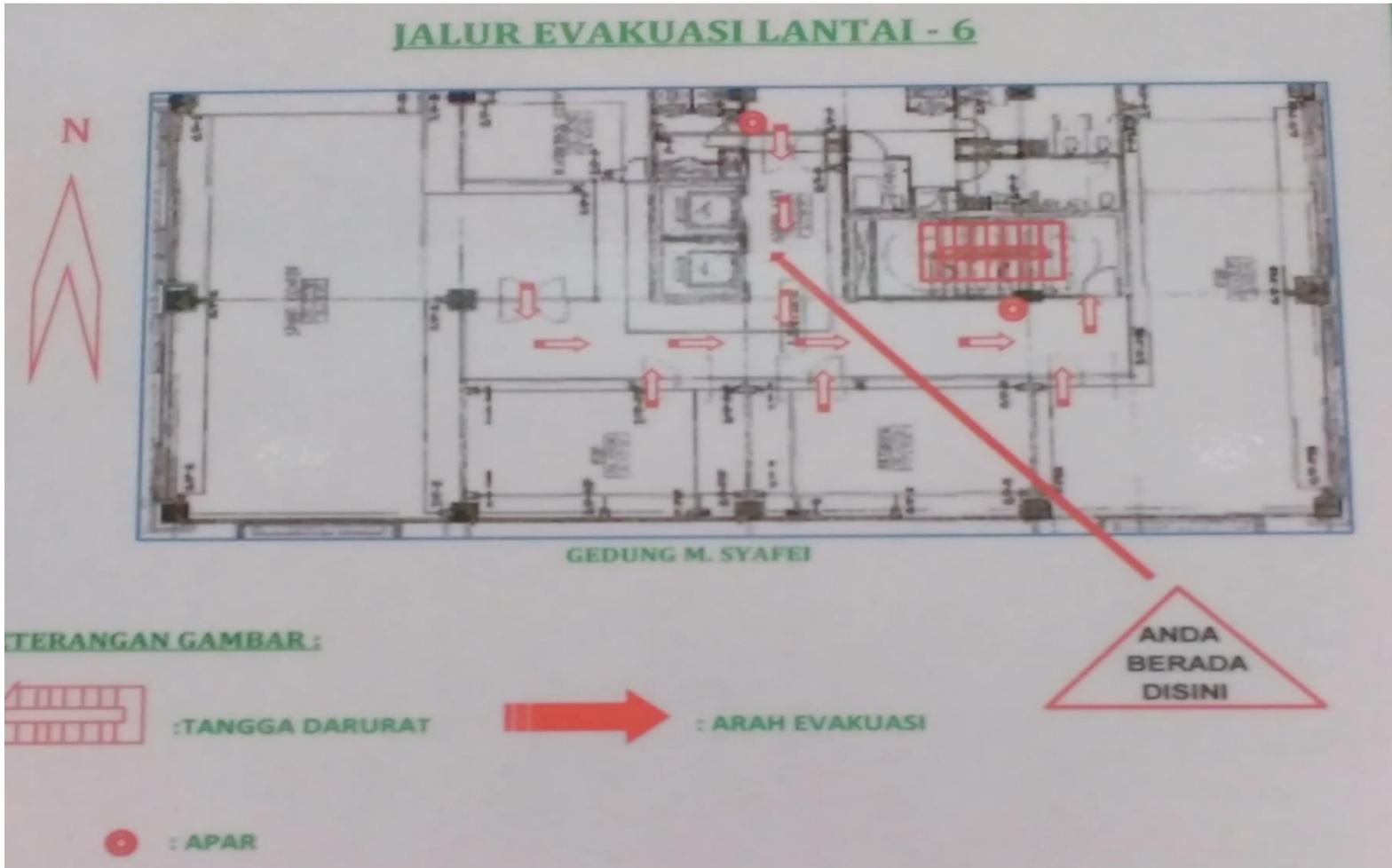
<http://Bestananda.blogspot.co.id/2015/02/Tangga-DaruratTangga-Kebakaran.html> diakses pada 20 Desember 2015 pukul 22.59

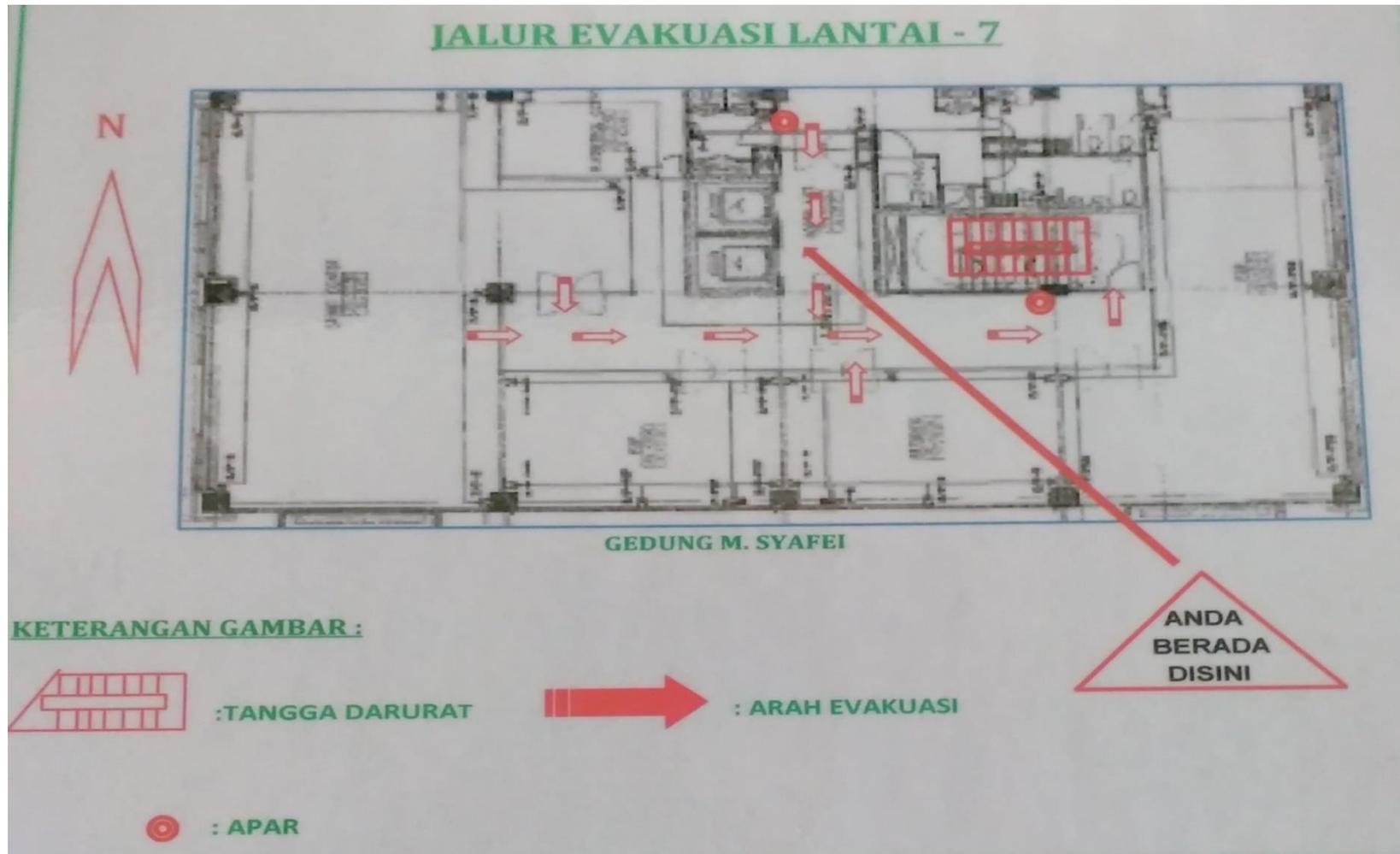


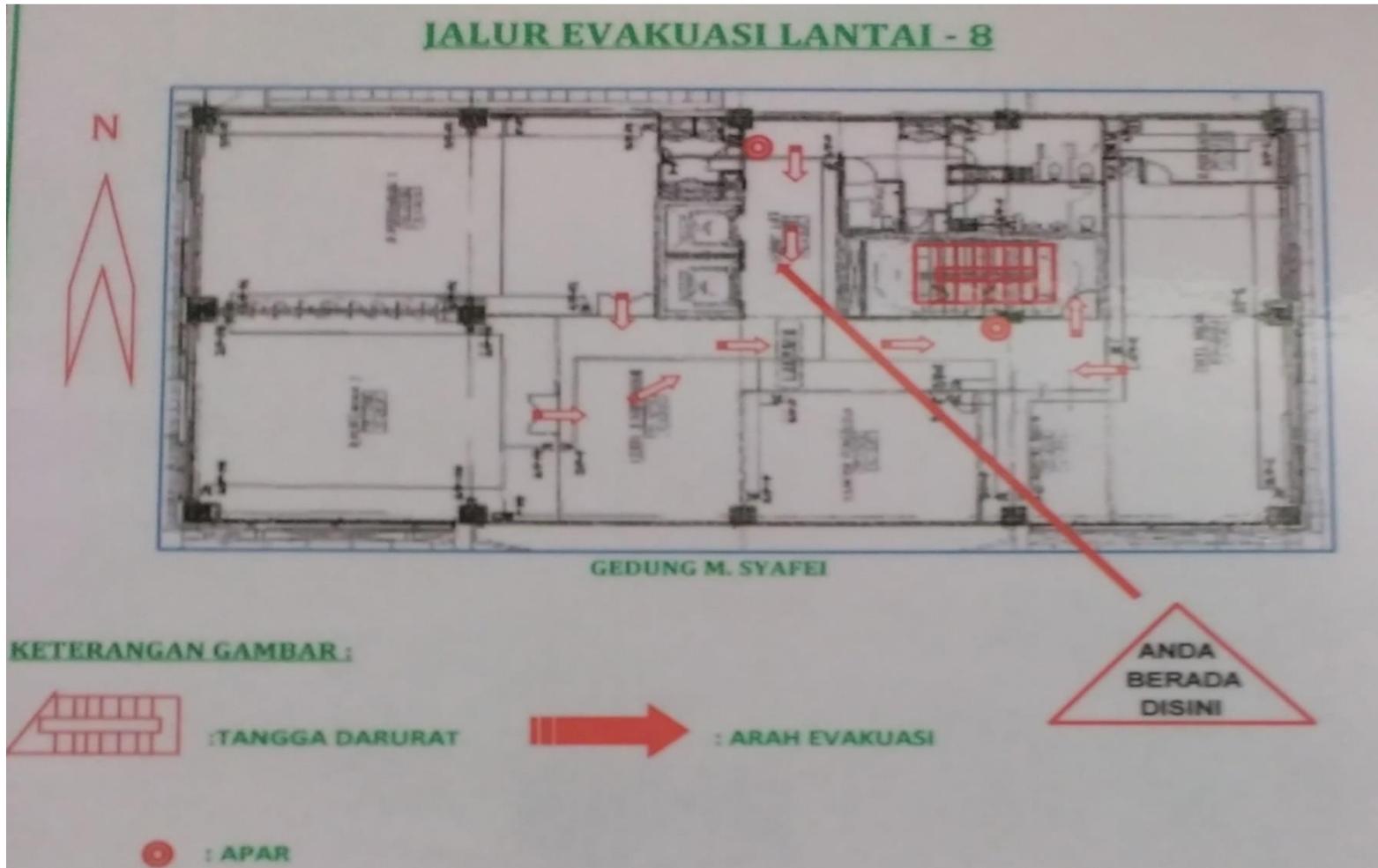












Daftar Riwayat Hidup



Penulis dilahirkan di Bandung pada tanggal 5 Juni 1993 dari ayah bernama Endang Suryadi S.H dan ibu bernama Sri Suharyani. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Kota Serang pada tahun 1999 dan tamat pada tahun 2005. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 9 Kota Serang dan tamat pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMA PRISMA Serang dan tamat pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2011. Semasa kuliah penulis melakukan PKL (Praktek Kerja Lapangan) di PT. Asuransi Central Asia yaitu di bagian Departement Risk Management pada september 2014 dan melakukan PKM (Praktek Kegiatan Mengajar) di SMK Perguruan Cikini pada september 2015. Selama kuliah di Universitas Negeri Jakarta penulis aktif di organisasi. Yaitu BEM Jurusan Teknik Mesin 2012 sebagai staff Bendahara.