

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN DI RUANG  
RAWAT INAP DENGAN MENGGUNAKAN CFSES  
(*COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM*)  
PADA GEDUNG RUMAH SAKIT XYZ**



Disusun Oleh :

Nama : Sukron Makmun

No. Reg : 5315117226

Skripsi Ini Ditulis Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Pendidikan

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Universitas Negeri Jakarta

**PROGRAM STUDI SI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

TANGGAL

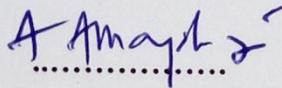
**Prof. Dr. Basuki Wibawa**  
NIP.195901101987031001  
(Dosen Pembimbing I)



.....

20/02-17  
.....

**Aam Amaningsih J. S.T., M.T**  
NIP.197110162008122001  
(Dosen Pembimbing II)

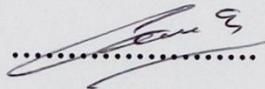


.....

24/02-2017  
.....

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

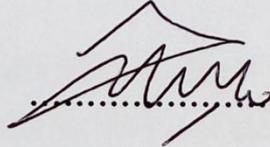
**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T**  
NIP.197102232006041001  
(Ketua Penguji)



.....

20/02-2017  
.....

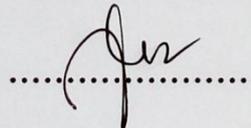
**Ir. Yunita Sari, S.T., M.T**  
NIP.196806062005012001  
(Sekretaris)



.....

2 Maret 2017  
.....

**Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T**  
NIP.198105052008121002  
(Dosen Ahli)



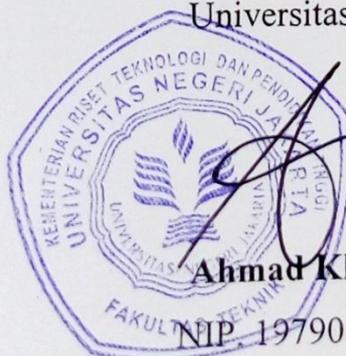
.....

20/02-2017  
.....

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Universitas Negeri Jakarta



**Ahmad Kholil, S.T., M.T**

NIP. 197908312005011001

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : sukron Makmun

NIM : 5315117226

Fakultas : Teknik

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Konsentrasi : Fire Protection and Safety Engineering

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan saya yang

berjudul

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN DI RUANG RAWAT  
INAP DENGAN MENGGUNAKAN CFSSES (*COMPUTERIZED FIRE  
SAFETY EVALUATION SYSTEM*) PADA GEDUNG RUMAH SAKIT XYZ**

Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap hasil karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Negeri Jakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, Januari 2017



Sukron Makmun

## ABSTRAK

**Sukron : Evaluasi Sistem Proteksi kebakaran di Ruang Rawat Inap Pada Gedung Rumah Sakit XYZ Dengan Menggunakan CFSES (*Computerized Fire Evaluation System*). Jakarta.**

Gedung bertingkat semakin banyak bermunculan di kota besar di Indonesia, Jika kita lihat beberapa waktu terakhir, telah terjadi kebakaran di beberapa rumah sakit . Metode dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan semi kuantitatif yang bersifat observasional dan dibantu dengan *software Computerized Fire Safety Evaluation System* (CFSES) yang mengukur 12 parameter keselamatan yang mengacu pada NFPA 101A *Guide on Alternative Approaches to Life Safety*. Penelitian ini mengevaluasi kesesuaian ruang rawat inap di gedung Rumah Sakit XYZ dengan standar NFPA 101 yang meliputi sistem proteksi kebakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gedung Rumah Sakit XYZ secara keseluruhan belum memenuhi persyaratan minimal yang ditetapkan oleh NFPA 101A melalui software CFSES. Variabel kontrol penyebaran api mendapatkan nilai 0 dari 7,5 yang dibutuhkan, untuk variabel kedua yaitu jalan keluar nilai yang didapatkan -5 dari 5 yang dibutuhkan kemudian untuk penilaian keselamatan kebakaran umum mendapatkan nilai -1 dari 6 yang dibutuhkan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh gedung Rumah Sakit XYZ masih berada di bawah nilai keselamatan kebakaran minimum yang telah ditetapkan oleh NFPA 101 dan NFPA 101A. Hasil evaluasi Ruang Rawat Inap yaitu kurangnya sistem deteksi, kelengkapan box hydrant serta aparatus pemadam yang sudah habis, sprinkler yang rusak, kemudian untuk saran penyelamatan jiwa pada koridor terdapat tumpukan barang . Maka dari itu diperlukan perbaikan terhadap sistem proteksi kebakaran aktif dan sistem proteksi kebakaran pasif pada Gedung Rumah Sakit XYZ.

**Kata kunci :CFSES, Keselamatan kebakaran gedung, Rumah Sakit, Ruang rawat inap**

## ABSTRACT

### ***Evaluation Fire Protection Systems in Inpatient Rooms In The Hospital Building XYZ by using CFSES (Computerized Fire Safety Evaluation System)***

**By :**

**Sukron Makmun**

**5315117226**

*Buildings are increasingly show up in big Indonesia, if we look at recent times, there was a fire at several Hospital. A method of the research is using design descriptive the quantitative spring is observational and assisted by Computerized Software Fire Safety Evaluation System (CFSES) that measures 12 parameter safety referring to NFPA 101 A Guide On Alternative Approaches to Life Safety. This research evaluate correspondence Inpatient Rooms in the Hospital Building XYZ with a standrt NFPA 101 which includes protection system the danger of fire result research show that the Hospital Building XYZ overall have not meet requirement at least set by NFPA 101A thourgh CFSES software. Control variables the spread of of a fire received a value of 0 than 7.5 required, for variables both the way out value or -5 than 5 required then for judgement of fire safety common received a value of -1 of 6 required. This showed that value obtained the Hospital Bulding XYZ are still under fire safety value the prescribed minimum by NFPA 101 and NFPA 101A. The evaluation results InpatientRooms at less his detection system, completeness box hydrant and apar the discharging which has been exhausted, sprinkler damaged, then to advise people by corridor there are a heap goods. There fore necessary repairs to fire protection systems active and fire systems passive in the Hospital Building XYZ.*

***Keywords: CFSES, Fire Safety Building, The Hospital, Inpatient Rooms.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia, rahmat serta hidayahnya penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran di Ruang Rawat Inap Dengan Menggunakan CFSES (*Computerized Fire Safety Evaluation System*) Pada Gedung Rumah Sakit XYZ ”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari proses penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat wal afiat sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada Ayah dan Ibu yang tercinta yang sudah memberikan doa dan semangat, untuk menyelesaikan penulisan serta dukungan baik moril maupun materil.
3. Kepada keluarga tercinta yang sudah memberikan penulis dukungan dan motivasi baik moril maupun materil untuk bisa menyelesaikan studi.
4. Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T selaku Pembimbing Akademik penulis.

6. Prof. Dr. Basuki Wibawa selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan bimbingan dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Aam Aminingsih J, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
8. Ir. Adrianus Pangaribuan M.T. yang telah memberikan berbagai masukan dan arahan mengenai aplikasi CFSES dan pengetahuan di bidang *fire protection*.
9. Seluruh dosen dan staff jurusan Teknik Mesin UNJ.
10. Seluruh staff Rumah Sakit XYZ yang telah membantu dalam pengambilan data skripsi.
11. Arif Jatmiko, Hamim Khairul Umam satu tempat penelitian yang sudah memberikan masukan dan membantu penulis menyelesaikan skripsi.
12. Lukman Abdillah, Jonathan Sihar, Mustopa, Adiansyah, Ridwan Ramadhan, Hamdan Arif, Irfan Hilmy, Desi Ambarwati yang sudah membantu bertukar pikiran selama penulis menyelesaikan skripsi.
13. Teman - teman yang tidak disebutkan satu persatu terima kasih sudah memberikan waktu untuk membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi.
14. Teman – teman satu pendopo yang sudah memberikan keceriaan disela – selah waktu penulisan dan bertukar pikiran selama penulis menyelesaikan skripsi.

15. Rekan – rekan S1 konsentrasi *Fire Protection and Safety Engineering* yang sudah memberikan warna dalam perkuliahan selama ini dan juga memberikan saya kesempatan untuk menyelesaikan studi sebagai angkatan pertama di konsentrasi *Fire Protection and Safety Engineering*. Semangat untuk yang sedang menyusun skripsi.

16. Rekan – rekan rumah yang sudah menjadi teman kumpul bareng disela-sela waktu penulis memberikan keceriaan hidup penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki segala kesalahan dan kekurangan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis, pembaca, serta bagi dunia pendidikan dan juga ilmu pengetahuan.

Jakarta, Januari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	6
1.3 Identifikasi Masalah .....	6
1.4 Pembatasan Masalah .....	7
1.5 Perumusan Masalah .....	7
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
1.5.1. Bagi Mahasiswa .....	7
1.5.2. Bagi Rumah Sakit .....	7

### **BAB II KAJIAN TEORI**

2.1 Teori Api .....	9
2.1.1. Definisi Api .....	9
2.1.2. Proses Penyalaan Api.....	11
2.1.3.Sifat Api.....	14

2.1.4. Sumber Bahan Bakar.....	15
2.2 Kebakaran.....	16
2.2.1. Definisi Kebakaran.....	16
2.2.2. Klasifikasi Bangunan Gedung .....	22
2.3 CFSES ( <i>Computerized Fire Safety Evaluation System</i> ) .....	28
2.3.1. Jumlah Lantai, Tinggi Gedung dan Klasifikasi Gedung .....	29
2.3.2. Kontruksi Gedung .....	30
2.3.3. Segregasi Bahaya .....	34
2.3.4. Bukaan Vertikal .....	36
2.3.5. Sprinkler .....	37
2.3.6. Sistem Alarm Kebakaran .....	38
2.3.7. Pendeteksi Asap .....	39
2.3.8. Barang Properti ( <i>Interior Finish</i> ) .....	40
2.3.9. Pengendali Asap .....	41
2.3.10. Akses Keluar .....	41
2.3.11. Jalur Penyelamatan Jiwa.....	42
2.3.12. Kompartemenisasi .....	43
2.3.13. Pelatihan Tanggap Darurat .....	44
2.5. Ruang Rawat Inap.....	45

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	47
3.2. Metode Penelitian .....	47
3.3. Teknik Pengumpulan Data .....	48
3.5.1. Sumber Data .....	48
3.4. Analisis Data .....	48

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Data Fisik Gedung Rumah Sakit XYZ .....	49
4.2. Analisis Data Penelitian Menggunakan CFSES .....	50
4.2.1. Kontruksi Gedung .....	53

4.2.2.	Segregasi Bahaya .....	54
4.2.3.	Bukaan Vertikal .....	56
4.2.4.	Sprinkler .....	58
4.2.5.	Fire Alarm System .....	60
4.2.6.	Pendeteksi Asap .....	61
4.2.7.	Barang Properti ( <i>Interior Finish</i> ) .....	62
4.2.8.	Pengendali Asap .....	64
4.2.9.	Akses Keluar .....	65
4.2.10.	Sistem Jalan Keluar .....	68
4.2.11.	Kompartemenisasi .....	72
4.2.12.	Pelatihan Tanggap Darurat .....	73
4.2.13.	Hasil Temuan .....	75
4.3.	Hasil Evaluasi .....	82
4.3.1.	Kontrol Penyebaran Api .....	83
4.3.2.	Keselamatan Kebakaran Umum .....	83
4.3.3.	Sistem Jalan Keluar .....	84
4.4.	Usulan Pemenuhan Ketidaksesuaian 12 Parameter CFSES .....	86
4.4.1.	Perubahan Nilai Setelah Perbaikan .....	91
4.5.	<i>Utilities</i> .....	95
4.5.1.	<i>Ceiling Jet Temperature Calculation</i> .....	95
4.5.2.	Sprinkler Activation .....	96
4.5.3.	<i>Egress Calculation</i> .....	97

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan .....	100
5.2.	Saran .....	104

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	106
-----------------------------	-----

<b>LAMPIRAN</b> .....	108
-----------------------	-----

<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	133
----------------------------	-----

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Bangunan Gedung Menurut Permen PU No.26 .....	23
Tabel 2.2	Klasifikasi Bangunan Menurut NFPA.....	26
Tabel 2.3	Perbandingan Klasifikasi Kontruksi.....	31
Tabel 2.4	Ketebalan minimal beton menahan beban api .....	33
Tabel 2.5	Tempat kekurangan tempat berbahaya di gedung.....	35
Tabel 2.6	Standar sprinkler .....	38
Tabel 4.1	Hasil Temuan .....	75
Tabel 4.2	Usulan Pemenuhan Ketidaksesuaian 12 Parameter.....	86
Tabel 4.3	Usulan Perbaikan.....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Fire Tetrahedron .....	10
Gambar 4.1	Data umum Rumah Sakit XYZ .....	50
Gambar 4.2	Rumah Sakit XYZ .....	51
Gambar 4.3	Jumlah lantai.....	51
Gambar 4.4	Karakteristik gedung Rumah Sakit XYZ .....	52
Gambar 4.5	Nilai minimal berdasarkan NFPA 101 .....	53
Gambar 4.6	Nilai variabel konstruksi gedung Rumah Sakit XYZ.....	53
Gambar 4.7	Penilaian parameter konstruksi .....	54
Gambar 4.8	Penilaian parameter segregasi bahaya .....	55
Gambar 4.9	Penilaian parameter segregasi bahaya .....	55
Gambar 4.10	Gambar Bukaan Vertikal Kabel .....	56
Gambar 4.11	Gambar Bukaan Vertikal pipa .....	56
Gambar 4.12	Penilaian parameter bukaan vertikal.....	57
Gambar 4.13	Penilaian parameter bukaan vertikal.....	57
Gambar 4.14	sprinkler tersegel dan rusak .....	58
Gambar 4.15	Penilaian parameter <i>sprinkler</i> .....	58
Gambar 4.16	Penilaian parameter <i>sprinkler</i> .....	59
Gambar 4.17	Penilaian parameter <i>fire alarm system</i> .....	60
Gambar 4.18	Penilaian parameter <i>fire alarm system</i> .....	60
Gambar 4.19	Penilaian parameter pendeteksi asap .....	61
Gambar 4.20	Penilaian parameter pendeteksi asap .....	61

Gambar 4.21	Penilaian parameter <i>interior finish</i> .....	62
Gambar 4.22	Penilaian parameter <i>interior finish</i> .....	63
Gambar 4.23	Penilaian parameter pengendali asap .....	64
Gambar 4.24	Penilaian parameter pengendali asap .....	64
Gambar 4.25	koridor .....	65
Gambar 4.26	Penilaian parameter akses keluar .....	66
Gambar 4.27	Tanda exit dan peta .....	66
Gambar 4.28	sofa, kursi, dan meja .....	67
Gambar 4.29	Emergency Lamp manual.....	67
Gambar 4.30	Penilaian parameter akses keluar.....	68
Gambar 4.31	Tangga Darurat .....	69
Gambar 4.32	<i>Panic Door</i> .....	69
Gambar 4.33	Penilaian parameter sistem jalan keluar .....	70
Gambar 4.34	Tumpukan barang di tangga darurat .....	70
Gambar 4.35	Penilaian parameter sistem jalan keluar .....	71
Gambar 4.36	Penilaian parameter kompartemenisasi.....	72
Gambar 4.37	Penilaian parameter kompartemenisasi.....	73
Gambar 4.38	Penilaian parameter pelatihan tanggap darurat.....	74
Gambar 4.39	Penilaian parameter pelatihan tanggap darurat.....	75
Gambar 4.40	Hasil penilaian parameter 1 .....	84
Gambar 4.41	Hasil penilaian parameter 2 .....	85
Gambar 4.42	Nilai Hasil Evaluasi .....	85

Gambar 4.43 Evaluasi nilai parameter sebelum perbaikan .....	94
Gambar 4.44 evaluasi nilai setelah perbaikan .....	94
Gambar 4.45 <i>Celing Jet temperature calculation</i> .....	96
Gambar 4.46 <i>Sprinkler actuation calculation</i> .....	97
Gambar 4.47 <i>Egrees Calculation</i> .....	98

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1. Work Sheet.....</b>	<b>108</b>
<b>Lampiran 2. Usulan Pemenuhan ketidaksesuaian.....</b>	<b>111</b>
<b>Lampiran 4. Diagram Schematic.....</b>	<b>130</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada era globalisasi saat ini bencana sering terjadi disebabkan, baik oleh faktor alam atau non-alam, salah satunya adalah kebakaran. Menurut (Nurjanah, Dkk 2012 : 11) dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 1 angka 1, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa dan manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Maka dari penjelasan diatas, dapat diketahui beberapa bencana yang ada disekitar kita yaitu , banjir, tanah longsor, kekeringan, gempa bumi, angin badai, tsunami, kebakaran lahan dan hutan, kebakaran pemukiman dan gedung, dan lain sebagainya. Jika kita lihat saat ini, di sekitar kita sangat sering terjadi kebakaran di gedung ataupun pemukiman. Sehingga membuat masyarakat mengalami kerugian baik moral maupun materil.

Kebakaran pada gedung merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh perkotaan. Risiko kebakaran pada gedung masih merupakan ancaman yang cukup besar bagi masyarakat, karena akan mengganggu berbagai aktivitas serta perekonomian.

Kebakaran adalah suatu nyala api baik kecil ataupun besar pada tempat atau situasi, dan waktu yang tidak kita kehendaki, terjadinya api timbul sebagai

reaksi proses rantai antara bahan mudah terbakar (*fuel*), oksigen ( $O_2$ ), dan panas (*heat*) yang sering disebut segitiga api (*firetriangle*). Sampai salah satu elemen pembentuk api berakhir, rangkaian proses oksidasi akan terus berlangsung, dan untuk mencegah terjadinya api, maka salah satu komponen tersebut harus dihindari/diputus. Kebakaran sangat merugikan dan pada umumnya sulit untuk dikendalikan.

Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam Standar Nasional Indonesia mengenai perlindungan kebakaran pada bangunan bertingkat, sistem penanggulangan kebakaran harus direncanakan dari awal pembangunan konstruksi gedung, khususnya untuk sistem peroteksi kebakaran pasif yang meliputi jenis bahan bangunan yang digunakan, kompartemenisasi ruangan dan unsur lainnya seperti tata letak penempatan gedung, jalan lingkungan, konstruksi jalan keluar dan penempatan hydran.

Jika kita lihat saat ini, gedung bertingkat semakin banyak bermunculan di kota besar di Indonesia. Keterbataasan lahan membuat masyarakat berlomba untuk membangun gedung bertingkat baik untuk perkantoran maupun untuk pemukiman dalam bentuk apartemen.

Dapat dibayangkan betapa sulitnya upaya penanggulangan kebakaran misalnya untuk mengalirkan air ke puncak tertinggi. Di Jakarta, gedung bertingkat menduduki peringkat keempat sebagai kawasan dengan risiko musibah kebakaran ( Ramli, S : 2010).

Menurut (Ramli, S. 2010), Dari berbagai kasus kebakaran yang menimpa gedung bertingkat, menurut dinas kebakaran penyebab utamanya adalah akibat listrik. Berdasarkan data Balai Sains Bangunan-Puslitbang Pemukiman (1989-

2002), tingginya penggunaan elektronik merupakan penyebab kebakaran kerugian hubungan singkat. Sekitar 40 persen musibah kebakaran di perkantoran akibat hubungan singkat arus listrik.

Beberapa kebakaran gedung yang terjadi di Jakarta sebagai berikut:

- a. Gedung Sarinah
- b. Gedung Pertamina
- c. Gedung BI
- d. Kantor Pusat PLN
- e. Kantor KPK
- f. Mall Ramayana
- g. Blok M Mall
- h. Pasar Tanah Abang
- i. Studio RCTI dan lain-lain

Jika kita lihat beberapa waktu terakhir, telah terjadi kebakaran di beberapa rumah sakit di Jakarta. Kebakaran tersebut mengakibatkan risiko yang cukup besar untuk rumah sakit tersebut, salah satu kerugian terbesar adalah merenggut korban jiwa, kehilangan arsip dan aset.

Di kutip dari kompas.com tanggal 14-03-2016 terjadi kebakaran di Ruang tabung *chamber* Pulau Miangas di Gedung Ruang Udara Bertekanan Tinggi (RUBT) [RSAL Mintohardjo](#) meledak pada Senin sekitar pukul 13.00 WIB. Peristiwa ini berawal dari hubungan pendek arus listrik. Akibat ledakan itu, empat orang yang sedang menjalani perawatan tewas.

Rumah Sakit XYZ mempunyai 2 bangunan yang terdiri dari gedung baru berlantai 8 dengan luas 7.262 m<sup>2</sup> dan gedung baru berlantai 8 dengan luas 2.316

m<sup>2</sup>. Saat ini Rumah Sakit XYZ memiliki fasilitas layanan rawat inap sebanyak 156 tempat tidur dengan 36 produk jasa pelayanan kesehatan dan dalam pelayanannya pada tahun 2011 telah terakreditasi oleh DEPKES RI status akreditasi penuh untuk 16 pelayanan.

Dalam undang-undang Nomor 23 Tahun 1992 Tentang Kesehatan, pasal 23 di nyatakan bahwa upaya kesehatan dan keselamatan kerja (K3) harus di selenggarakan di semua tempat kerja, khususnya tempat kerja yang mempunyai risiko bahaya kesehatan, mudah terjangkau penyakit atau mempunyai karyawan paling sedikit 10 orang. Jika memperhatikan isi dari pasal diatas maka jelaslah bahwa rumah sakit (RS) termasuk dalam kriteria tempat kerja dengan berbagai ancaman bahaya yang dapat menimbulkan dampak kesehatan, tidak hanya terhadap para pelaku langsung yang bekerja di RS, tapi juga terhadap pasien maupun pengunjung RS. Sehingga suda seharusnya pihak pengelola RS menerapkan upaya-upaya K3.

Potensi bahaya di RS, selain penyakit-penyakit infeksi juga ada potensi bahaya-bahaya lain yang mempengaruhi situasi dan kondisi di RS, yaitu kecelakaan (peledakan, kebakaran, kecelakaan yang berhubungan dengan instalasi listrik, dan sumber-sumber cedera lainnya), radiasi, bahan-bahan kimia yang berbahaya, gas-gas anastesi, gangguan psikososial dan ergonomi. Semua potensi bahaya tersebut diatas, jelas mengancam jiwa dan kehidupan bagi para karyawan di RS, para pasien maupun para pengunjung yang ada di lingkungan RS.

Rumah Sakit XYZ mempunyai 2 bangunan yang terdiri dari gedung baru berlantai 8 dengan luas 7.262 m<sup>2</sup> dan gedung lama berlantai 5 dengan luas 2.316 m<sup>2</sup>. Saat ini Rumah Sakit XYZ memiliki fasilitas layanan rawat inap sebanyak

156 tempat tidur dengan 36 produk jasa pelayanan kesehatan. Sebab terjadinya kebakaran dalam gedung rumah sakit dapat berbagai macam hal yang tidak diinginkan baik terhadap kerugian harta benda maupun korban jiwa, bahkan kehilangan data-data penting, lalu terhentinya sebuah proses layanan kesehatan yang berada diwilayah Jakarta.

Dalam undang-undang No.44 Tahun 2009 Tentang Rumah sakit pasal 10 ayat (2) menyebutkan, bangunan rumah sakit sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit terdiri atas ruang: b. ruang rawat inap: Dalam Bagian ketiga tentang Bangunan, pasal 9 dengan fungsi, kenyamanan dan kemudahan dalam pemberian pelayanan serta perlindungan dan keselamatan bagi semua orang termasuk penyandang cacat, anak-anak, dan orang lanjut usia.

Dan menurut Undang-Undang R.I No. 44 Tahun 2009, tentang “Rumah Sakit”, mengamanatkan diperlukannya persyaratan teknis yang berkaitan dengan “pencegahan dan penanggulangan kebakaran”.

Maka dari itu gedung Rumah Sakit XYZ tentunya harus memiliki sistem proteksi dan keselamatan terhadap kebakaran yang sesuai dengan peraturan yang ada. Salah satu ruangan yang ada di Rumah Sakit XYZ adalah ruangan rawat inap karena ruangan ini melayani pasien yang memerlukan asuhan dan pelayanan keperawatan serta pengobatan secara berkesinambungan lebih dari 24 jam.

Oleh karena itu diperlukan suatu sistem kebakaran yang harus dimiliki agar dapat mencegah sedini mungkin apabila terjadinya kebakaran diruang rawat inap seperti sistem proteksi kebakaran aktif dan sistem proteksi kebakaran pasif yang sesuai dengan peraturan yang ada dan melakukan sebuah penilaian keselamatan kebakaran secara umum dapat dilakukan dengan *Computerized Fire*

*Safety Evaluation System* (CFSES) yang dikembangkan berdasarkan NFPA 101 : *Life Safety Code*.

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas, penulis melakukan penelitian tentang **“Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran DI Ruang Rawat Inap Dengan Menggunakan CFSES (*Computerized Fire Safety Evaluation System*) Pada Gedung Rumah Sakit XYZ ”**.

### **1.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kesesuaian sistem proteksi dan keselamatan kebakaran pada ruang rawat inap digedung Rumah Sakit XYZ sesuai dengan standart NFPA 101 : *Life Safety Code* dengan menggunakan CFSES.
2. Usulan pemenuhan ketidaksesuaian hasil analisis sistem proteksi dan keselamatan kebakaran gedung Rumah Sakit XYZ dengan standar NFPA 101 : *life safety code*.

### **1.2 Identifikasi Masalah**

1. Bagaimanakah sistem proteksi dan keselamatan kebakaran pada Gedung Rumah Sakit XYZ ?
2. Bagaimana hasil evaluasi terhadap penerapan keselamatan kebakaran di Gedung Rumah Sakit XYZ dengan menggunakan CFSES ?
3. Bagaimana sistem proteksi keselamatan dan kebakaran di ruang rawat inap pada Gedung Rumah Sakit XYZ ?

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka peneliti membatasi penelitian ini pada:

1. Gedung yang diteliti adalah Gedung Rumah Sakit XYZ Jakarta.
2. Aplikasi yang digunakan adalah CFSES
3. Masalah yang akan diteliti adalah mengenai Ruang Rawat Inap pada rumah sakit XYZ
4. Peraturan NFPA 101 : *Life Safety Code*.

### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang, identifikasi masalah dan pembatasan masalah, maka rumusan masalah yang diajukan oleh peneliti adalah apakah sistem proteksi kebakaran di Gedung Rumah Sakit XYZ dan Ruang Rawat Inap pada Gedung Rumah Sakit XYZ sesuai dengan NFPA 101 : *Life Safety Code*, dan aplikasi CFSES.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

#### **1.5.1. Bagi mahasiswa**

1. Dapat mengembangkan dan mengaplikasikan keilmuan dalam bidang teknik proteksi dan pemadam kebakaran pada gedung.
2. Dapat menambah kesadaran dan sikap peduli akan pentingnya pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran.

### 1.5.2. Bagi Rumah Sakit

1. Mengetahui kesesuaian sistem proteksi kebakaran yang ada di gedung Rumah Sakit XYZ.
2. Sebagai bahan masukan bagi Rumah Sakit XYZ mengenai sistem proteksi kebakaran.



## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### 2.1 Teori Api

##### 2.1.1. Definisi Api

Api adalah suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu: panas, udara dan bahan bakar yang menimbulkan atau menghasilkan panas dan cahaya (Ramli, S. 2010).

Bila ketiga unsur tersebut berada dalam satu konsentrasi yang memenuhi syarat maka akan timbul suatu reaksi oksidasi yang dikenal dengan proses pembakaran. Kehadiran ketiga unsur tadi (dalam konsentrasi yang seimbang) akan mengakibatkan reaksi kimia sebagai proses pembakaran yang akan menimbulkan terjadinya api awal.

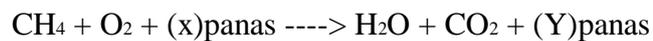
Ketiga unsur sebagai penunjang terjadinya api awal tersebut, dikenal dengan sebutan segitiga api (*Fire Triangle*). Sekali proses pembakaran dimulai dan bahan bakar tersedia dalam jumlah yang besar maka panas yang timbul juga semakin besar. Dengan adanya panas akan meningkatkan jumlah bahan/benda sekaligus kebutuhan oksigen juga meningkat.

Pada saat oksidasi dipercepat pada tahap pembakaran, maka proses lain yang membantu terjadinya kebakaran adalah materi/bahan bakar yang terbakar mengalami pyrolysis (peristiwa dekomposisi kimiawi karena pengaruh panas) sehingga materi tersebut menimbulkan uap dan gas yang pada suhu tertentu akan membentuk campuran dengan udara dan mudah menyala (*flammable*), demikian

seterusnya. Reaksi ini terus berlangsung hingga semua bahan/benda habis sehingga suhu bakar berkurang di bawah titik nyalanya dan proses pembakaran secara berangsur-angsur akan berhenti.

Jadi disamping adanya unsur-unsur penunjang terjadinya api awal tersebut, untuk mempertahankan api tetap berlangsung, unsur lainnya adalah unsur yang ke empat yaitu rantai reaksi kimia (*chemical chain reaction*). Segitiga terjadinya api (*fire triangle*) berkembang lebih sempurna menjadi fire tetrahedron. Inilah yang akan menimbulkan terjadinya nyala api yang berkelanjutan, kebakaran semakin membesar.

Gambar 2.1 Fire Tetrahedron



Kebakaran adalah suatu kondisi dimana api berada di luar kemampuan dan keinginan manusia sehingga menimbulkan kerugian baik secara fisik, ekonomi, atau properti. Api berasal dari suatu proses kimiawi antara bahan bakar (*fuel*), oksigen, dan juga panas (*heat*). Teori ini dikenal dengan sebutan teori segitiga api (*fire triangle*). Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, diketahui ada unsur keempat yang disebut rantai reaksi. Jika tidak ada reaksi pembakaran, maka api tidak akan dapat menyala. Seluruh peristiwa kebakaran selalu melibatkan unsur-unsur api ini (Ramli S, 2010: 18).

Kebakaran hanya bisa terjadi apabila ketiga unsur pembentuk tersebut

ada Ketidakberadaan salah satu unsur tersebut dapat mencegah munculnya api. Hal inilah yang menjadi salah satu acuan dalam proses pemadaman api, yaitu dengan cara menghilangkan salah satu unsur, baik bahan bakar, panas, oksigen, maupun memutus rantai reaksi yang terjadi dalam pembakaran tersebut (Furnes A. & Mucket M. 2007: 116)

### **2.1.2. Proses Penyalaan Api**

Secara umum sumber penyalaan juga menghasilkan panas yang dapat menyalakan bahan bakar yang telah bercampur dengan oksigen. Sumber panas ini bisa berasal dari kimia (*chemical*), listrik (*electrical*), dan mekanik (*mechanical*) serta panas (*thermal*).

Contoh sumber panas dari bahan kimia menurut Ramli adalah rekasi kimia, *incompatible chemicals* dan juga penyalaan sendiri (*spontane combustion*). Contoh reaksi kimia yang dapat menyebabkan penyalaan adalah reaksi antara *phosphoric sulfide* dengan udara atau oksigen. Besi sulfida ini dapat timbul pada kerak tangki yang bekas berisi minyak tanah atau dari karat karat yang menempel di dinding tangki (Ramli S, 2010: 20).

Sementara menurut Ramli contoh sumber panas dari listrik adalah energy listrik, listrik statis, dan petir. Panas dan listrik dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu hubungan singkat dan beban lebih (*over load*). Hubungan singkat adalah peristiwa tidak normal ketika penghantar (kabel) yang bertegangan tersambung langsung ke penghantar netral. Karena tidak melalui tahanan berupa alat listrik atau lampu, maka arus listrik hubung singkat yang mengalir sangat besar. Arus listrik yang besar ini akan melewati kemampuan bahan penghantar

atau alat listrik sehingga harus segera diputus. Beban lebih (*over load*) terjadi ketika arus yang mengalir dalam suatu sistem melebihi dari biasanya(50% - 100% lebih tinggi).

Over load tidak terjadi secara tiba-tiba, tetapi bertahap. Jika masalah ini gagal diselesaikan, kabel penghantar akan menjadi panas dan meleleh, sehingga memungkinkan kabel penghantar menjadi terbuka. Kondisi panas pada penghantar inilah yang sangat memungkinkan terjadinya api. Peralatan listrik bisa menimbulkan percikan api karena adanya loncatan arus listrik karena pemasangan tidak baik atau rusak. Sementara listrik statis adalah energy yang timbul karena adanya beda potensial antara dua benda yang mengandung muatan listrik positif dan negatif yang mengakibatkan terjadinya loncatan bunga api listrik.

Listrik statis dapat timbul karena adanya fenomena benda-benda yang memiliki aliran listrik saling berpautan tanpa adanya sumber daya listrik atau dengan kata lain benda tersebut dapat menghasilkan proton maupun elektron tanpa menggunakan elemen pembangkit listrik. Sebagai contoh timbulnya listrik statis yaitu penggaris plastik yang digosok-gosokkan pada rambut kering, lalu didekatkan pada kertas yang sudah dirobek kecil-kecil maka kertas tersebut akan tertarik ke penggaris seolah-olah penggaris tersebut seperti magnet yang dapat menarik benda padahal itu melupakan adanya listrik statis. Petir yang bersumber dari adanya perbedaan potensial di udara juga dapat mengakibatkan kebakaran (Ramli S, 2010: 20).

Menurut Furness dan Muckett, contoh sumber panas secara thermal adalah api terbuka yang berupa panas langsung dan permukaan panas, seperti rokok, setrika, alat pemanas, api dapur, tungku pembakaran, proses produksi dan

bentuk api terbuka lainnya. Contoh lainnya dari sumber panas thermal adalah laser dan pengelasan yang berpotensi untuk menyalakan bahan mudah terbakar lainnya (Furness A. & Mucket M. 2007: 118).

Terakhir Ramli menyebutkan sumber panas secara mekanik dapat berasal dari gesekan panas (*frictional heating*), bunga api mekanik, proses pengelasan dan gerinda, peralatan listrik, percikan logam dan benda padat. Percikan juga dapat timbul dari benda jatuh yang menimpa batu atau beton. Kendaraan bermotor yang menggunakan busi atau listrik, serta pipa buangan atau knalpot kendaraan bermotor dapat menjadi sumber api yang dapat menyalakan bahan bakar (ibid, h: 20).

Menurut Irfan Iswara, kebakaran tidak dapat terjadi begitu saja, namun membutuhkan proses penyalan api yang cukup panjang. Pada proses penyalan, api mengalami empat tahapan, mulai dari tahap pemulaan hingga menjadi besar, berikut adalah penjelasan dari setiap prosesnya:

a. *Ignition Stage* (Tahap Pemulaan)

Pada tahap pemulaan ini belum terlihat adanya asap, lidah api, atau panas, namun sudah terbentuknya partikel pembakaran dalam jumlah yang signifikan selama satu periode tertentu

b. *Smoldering Stage* (Tahap Membara)

Semakin bertambahnya partikel pembakaran sehingga membentuk asap. Dalam tahap ini belum ada nyala api atau panas yang signifikan.

c. *Flame Stage*

Tercapainya titik nyala dan mulai terbentuknya lidah api. Tahap ini ditandai pula dengan berkurangnya jumlah asap namun mengalami peningkatan suhu.

d. *Heat Stage*

Pada tahap ini, terbentuk panas, lidah api, asap, dan gas beracun dalam jumlah yang besar. Transisi dari *flame stage* ke *heat stage* berjalan dalam waktu yang singkat, seolah-olah menjadi satu dalam fase sendiri (Irfan, 2010: 10).

### 2.1.3. Sifat Api

Menurut Soehatman Ramli, kebakaran biasanya dimuali dari api kecil, kemudian membesar dan menjalar ke setiap daerah disekitarnya. Penjalaran api dapat melalui beberapa tahap, yaitu konveksi, konduksi, radiasi (Ramli S, 2010: 30).

a. Konveksi

Pada proses ini, api menjalar melalui benda padat. Misalnya adalah besi, beton, dinding atau kayu. Dalam aplikasi kebakaran pada gedung, panas akan merambat melalui dinding ke ruang sebelah sehingga akan mengalami pemanasan yang menyebabkan api merambat dengan mudah ke ruang sebelah.

b. Konduksi

Pada proses ini, api menjalar melalui fluida. Misalnya adalah air, udara atau benda cair lainnya. Dalam aplikasi kebakaran, hembusan angin akan membawa udara panas ke lingkungan sekitarnya dan berpotensi menambah sumber api ke tempat lain.

c. Radiasi

Pada proses ini, api mengeluarkan pancaran cahaya atau gelombang elektro-magnetik. Dan melalui gelombang itulah panas merambat ke

bangunan sebelahnya.

#### **2.1.4. Sumber Bahan Bakar**

Bahan bakar adalah segala sesuatu material baik dalam bentuk gas, cair dan padat yang dapat menghasilkan penyalaan atau menyala. Setiap bahan menghasilkan jenis api yang berbeda karakteristiknya. Bila kita mengenal bahan apa saja yang mudah terbakar di sekitar kita, tentu kita akan mudah menentukan jenis tindakan pemadaman apa yang bisa kita lakukan( Ramli S, 2010:38 ).

Resiko terjadinya kebakaran dan juga peledakan dapat terjadi akibat kurangnya kompetensi dan pengetahuan dalam menggunakan bahan kimia yang mudah terbakar, penyusunan bahan kimia yang tidak sesuai, desain tempat penyimpanan yang buruk, ventilasi tidak diperhatikan, atau pembuangan sisa bahan kimia yang tidak diperhatikan. Selain itu, kegiatan konstruksi seperti pembangunan gedung sampai penghancuran gedung yang tidak memerhatikan unsure yang mudah terbakar akan meningkatkan resiko terjadinya kebakaran.

Menurut Ramli bahan bakar diklasifikasikan menjadi:

a. Bahan bakar padat

Yaitu bahan yang bersifat padat seperti kayu, kertas, kain, rumput, plastik, dan kapas.

b. Bahan bakar cair

Yaitu bahan yang bersifat cairan seperti minyak, bahan kimia seperti aceton, spirtus, bahan cat.

c. Bahan bakar gas

Jenis bahan bakar yang berbentuk gas seperti gas LPG, gas alam, acetylene, gas karbit, dan lainnya.

Secara umum, bahan- bahan ini diklasifikasikan menjadi bahan dapat terbakar (*combustable material*) yang memiliki suhu penyalaan diatas 37,8°C dan bahan mudah terbakar (*flamable material*) yang memiliki suhu penyalaan dibawah 37,8°C (ibid, h: 38).

## **2.2 Kebakaran**

### **2.2.1. Definisi Kebakaran**

Kebakaran merupakan sebuah bencana yang sangat sering terjadi di sekitar kita, terutama bagi masyarakat yang berada di daerah perkotaan. Padatnya rumah penduduk, kontruksi bangunan yang apa adanya, penataan perumahan yang tidak teratur, instalasi kabel listrik yang tidak tertata, merupakan beberapa penyebab terjadinya kebakaran. Kebakaran dapat mengakibatkan bencana, hal ini dikarenakan dapat memusnahkan segala harta benda bahkan dapat menimbulkan korban jiwa dalam jumlah yang besar. Bencana adalah kejadian dimana sumber daya, personal atau material yang tersedia tidak dapat mengendalikan kejadian luar biasa tersebut yang dapat mengancam nyawa, sumber daya fisik dan lingkungan (Ramli S, 2010: 11).

Kebakaran adalah peristiwa atau timbulnya kejadian yang tidak terkendali yang dapat membahayakan keselamatan jiwa maupun harta benda. Sedangkan menurut Permen PU No.26/PRT/M/2008, bahaya kebakaran adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan deraja terkena pancaran api sejak awal kebakaran hingga penjalaran api yang menimbulkan asap

dan gas. Kebakaran menurut NFPA adalah sebagai suatu peristiwa oksidasi yang melibatkan tiga unsur, yaitu bahan bakar, oksigen, dan sumber energi atau panas yang berakibat menimbulkan kerugian harta benda, cedera, bahkan kematian (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008).

Kebakaran dapat diklasifikasikan kedalam beberapa kelompok. Tujuan dari klasifikasi ini adalah untuk memudahkan usaha pencegahan dan pemadaman kebakaran. Setiap bahan bakar memiliki karakteristiknya sendiri dan media (bahan) pemadam, sarana proteksi kebakaran, dan juga cara pemadaman untuk setiap bahan bakar juga ada pasangannya.

Pengetahuan tentang tipe kebakaran juga dapat membantu untuk mencegah semakin banyaknya korban, terutama tim pemadam kebakaran. Memadamkan kebakaran akibat listrik dengan air tentu akan berdampak semakin buruk pada orang yang berusaha memadamkan kebakaran tersebut. Begitu pula dengan beberapa bahan yang justru akan meledak bila bereaksi dengan air, misalnya natrium (Ramli S, 2010: 56).

#### 1. Penyebab Kebakaran

Kebakaran disebabkan oleh berbagai faktor, namun secara umum dapat dikelompokkan menjadi faktor manusia dan faktor teknis (Ramli S, 2010: 6).

##### a. Faktor Manusia

Kebakaran yang disebabkan oleh faktor manusia yang memiliki kepedulian rendah terhadap keselamatan dan bahaya kebakaran.

##### b. Faktor Teknis

Kebakaran yang disebabkan oleh faktor teknis yang memiliki kondisi tidak aman dan membahayakan.

**a. Proses Pengembangan Api**

Kebakaran tidak terjadi begitu saja, tetapi melalui tahapan atau tingkat pengembangan api. Setiap kebakaran selalu dimulai dengan adanya percikan api atau penyalaan. Api dapat membesar dengan cepat atau secara perlahan-lahan tergantung situasi dan kondisi yang mendukung, seperti jenis bahan yang terbakar, suplai oksigen yang cukup dan panas yang tinggi. Fase ini disebut pertumbuhan api (*growth stage*).

Api dengan singkat berkobar besar, tetapi dapat juga berkembang perlahan 1 sampai 10 menit. Pada saat ini api menuju tahap sempurna dengan temperatur mencapai 100°F (537°C). Selanjutnya jika kondisi mendukung, maka api akan berkembang menuju puncaknya. Semua bahan bakar yang ada akan dilalap dan kobaran api akan membumbung tinggi (Ibid 2010 : 32-33).

Penjalaran api karena konveksi ibarat efek domino yang membakar semua bahan yang ada dengan cepat. Terjadi sambaran-sambaran atau penyalaan (*flash over*) dan temperatur mencapai puncaknya sekitar 700-1000°C.

Setelah mencapai puncaknya dan bahan bakar mulai menipis, api akan menurun intensitasnya yang disebut fase pelapukan api (*decay*). Api mulai membentuk bara-bara jika api terjadi dalam ruangan. Produksi asap semakin meningkat karena kebakaran tidak lagi sempurna.

Temperatur kebakaran mulai menurun. Jika kebakaran terjadi dalam ruangan, maka ruangan akan mulai dipenuhi oleh gas-gas hasil kebakaran yang siap meledak atau tersambar ulang yang disebut *back draft*. Terjadi letupan-letupan kecil di beberapa tempat.

Udara panas di dalam juga mendorong aliran oksigen masuk ke daerah kebakaran karena tekanan udara lebih rendah dibanding tekanan luar. Namun secara perlahan dan pasti, api akan berhenti total setelah semua bahan yang terbakar musnah.

#### 1. Bentuk Kebakaran

Menurut Soehatman Ramli, bentuk kebakaran atau api bermacam-macam sesuai dengan kondisi dan bentuk sumber bahan bakar dan faktor lingkungannya.

##### a. *Flash fire*

Api jenis ini terjadi jika suatu uap bahan bakar di udara atau disebut *vapour could* tiba-tiba menyala sekilas seperti kilat menuju pusat apinya dan biasanya berlangsung dalam waktu singkat. Jenis api ini akan mengeluarkan energi panas yang tinggi mencapai 0,1 – 0,3 psi sehingga dapat menghanguskan benda atau orang di dekatnya. Api terjadi jika uap bahan bakar yang bocor atau menguap dari sumbernya tersebut bercampur dengan oksigen dari udara dan kemudian mencapai titik nyala.

##### b. Bola api (*Ball fire*)

Bola api (*Ball fire*) biasanya terjadi akibat gas bertekanan dalam suatu wadah yang tiba-tiba bocor akibat pecah. Misalnya tangki LPG yang tiba-tiba bocor, mengakibatkan gas mengembang dengan cepat ke udara dan tiba-tiba terbakar salah. Salah satu penyebab terjadinya fenomena bola api adalah peristiwa BLEVE (*Bailing Liquid Expantion Vapor Explosion*). Seperti *flash fire* kebakaran jenis bola api juga berlangsung singkat, biasanya 5 – 20 detik. Namun demikian dampaknya dapat menghancurkan dalam area yang cukup luas.

##### c. Kolam api

Jenis kebakaran yang disebut kolam api (*pool fire*) biasanya menyangkut bahan bakar cair seperti minyak atau bahan kimia. Kebakaran terjadi jika suatu cairan tumpah dan mengenai suatu tempat atau wadah terbuka seperti tangki timbun. Besarnya api ditentukan oleh jumlah bahan yang terbakar, sifat kimiawi dan fisis bahan, serta kondisi lingkungan misalnya arah angin dan cuaca.

d. Api jet

Kebakaran jenis api jet terjadi jika bahan bakar keluar dalam lubang yang kecil dengan tekanan yang tinggi. Biasanya bahan bakar dalam bentuk gas misalnya dari suatu pipa yang bocor atau peralatan produksi lainnya. Api jenis ini biasanya mengeluarkan suara desis yang tinggi dan menimbulkan energi panas yang sangat besar.

2. Proses Terjadinya Penyalaan

Berdasarkan teori kebakaran yang diuraikan diatas, penyalaan adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen dan adanya sumber panas. Penyalaan dapat terjadi ada tiga unsur yang disebut segitiga api, yaitu bahan bakar, sumber panas dan oksigen. Tanpa ketiga unsur tersebut suatu bahan tidak akan dapat menyala.

Proses penyalaan suatu bahan bakar ditentukan oleh berbagai faktor, yang penting untuk diketahui adalah sebagai berikut.

a. Titik Nyala Api

Titik nyala adalah temperatur terendah dimana suatu bahan mengeluarkan uap yang cukup untuk menyala sesaat jika terdapat sumber panas. Semakin rendah titik nyala, maka bahan tersebut semakin mudah terbakar atau menyala. Sebagai contoh titik nyala minyak tanah antara 30

– 70°C, premium -43°C, propane -104°C. Titik nyala ini perlu diperhatikan dalam kegiatan pengolahan, penyimpanan atau pengangkutan bahan kimia khususnya yang mudah terbakar atau meledak.

b. Batas nyala (*flammable range*)

Batas nyala (*flammable range*) atau sering juga disebut batas ledak (*explosive range*) adalah konsentrasi atau campuran uap bahan bakar dengan oksigen dari udara yang dapat nyala atau meledak jika terdapat sumber panas. Semakin tinggi kadar bahan bakar di udara semakin sulit menyala dan sebaliknya jika kadar bahan bakar terlalu kecil juga sulit menyala. Batas konsentrasi terendah dan tertinggi tersebut disebut batas nyala atau batas ledak yang terdiri atas batas nyala atau ledak atas (*Upper Explosive Limit – UEL*) dan batas nyala atau ledak rendah (*Lower Explosive Limit – LEL*).

Batas nyala atau ledak yaitu batas antara LEL dan UEL dimana bahan bakar dan oksigen berada pada batasan konsentrasi yang cukup untuk menyala.

a. Batas ledak bawah (*Lower Explosive Limit*)

yaitu batas konsentrasi terendah uap bahan bakar dengan oksigen yang dapat menyala.

b. Batas ledak atas (*Upper Explosive Limit*)

yaitu konsentrasi tertinggi uap bahan bakar dengan oksigen yang dapat menyala.

c. Titik nyala sendiri (*auto ignition*)

Pada temperatur tertentu bahan bakar atau bahan kimia bisa terbakar dengan sendirinya tanpa adanya sumber api (*source of ignition*). Sebagai contoh, jika bahan kimia tumpah mengenai permukaan panas seperti bagian mesin atau knalpot maka dapat nyala dengan sendirinya.

### 2.2.3. Klasifikasi Bangunan Gedung

Bangunan harus diklasifikasikan agar mempermudah menganalisis risiko kebakaran yang akan terjadi dan juga melakukan tindakan penanggulangan kebakaran.

Menurut Permen PU No.26/PRT/M/2008 Secara lebih detil mengenai klasifikasi bangunan gedung dijelaskan dalam Permen PU No.26/PRT/M/2008 berdasarkan penggunaannya:

**Tabel 2.1. : Klasifikasi Bangunan Gedung Menurut Permen PU  
No.26/PRT/M/2008**

No	Klasifikasi	Keterangan
1	Kelas 1	Bangunan merupakan bangunan hunian biasa
	Kelas 1a	Bangunan hunian tunggal yang berupa satu rumah tunggal atau sastu atau lebih bangunan gandeng, yang masing-masing bangunannya dipisahkan dengan dinding tahan api, termasuk rumah deret, rumah taman, unit town, house, villa.
	Kelas 1b	Rumah asrama/kost, rumah tamu, hotel, atau sejenisnya dengan luas total lantai kurang dari 300m <sup>2</sup> dan tidak

		ditinggali lebih dari 12 orang secara tetap, dan tidak terletak di atas atau bawah bangunan hunian lain atau bangunan kelas lain selain tempat garasi pribadi.
2	Kelas 2	Bangunan hunian terdiri atas dua atau lebih unit hunian yang masing-masing merupakan tempat tinggal terpisah.
	Kelas 3	Bangunan hunian di luar bangunan kelas 1 dan 2 yang umum digunakan sebagai tempat tinggal lama atau sementara oleh sejenis orang yang tidak berhubungan termasuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumah asrama, rumah tamu, losmen</li> <li>• Bagian untuk tempat tinggal dari suatu hotel atau motel.</li> <li>• Bagian untuk tempat tinggal dari suatu sekolah.</li> <li>• Panti untuk orang berumur, cacat, atau untuk anak-anak.</li> <li>• Bangunan untuk tempat tinggal dari suatu bangunan perawatan kesehatan yang menampung karyawan-karyawannya.</li> </ul>
	Kelas 4	Bangunan hunian campuran, adalah tempat tinggal yang berada di dalam suatu bangunan kelas 5,6,7,8,9 dan merupakan tempat tinggal yang ada dalam bangunan tersebut.
	Kelas 5	Bangunan kantor, bangunan gedung yang dipergunakan untuk tujuan-tujuan usaha profesional, penggunaan

		administrasi, atau usaha komersial di luar bangunan kelas 6,7,8, dan 9.
	Kelas 6	<p>Bangunan perdagangan adalah bangunan yang dipergunakan untuk tempat penjualan barang-barang secara eceran atau pelayanan kebutuhan langsung kepada masyarakat, termasuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang makan, kafe, restoran.</li> <li>• Ruang makan malam, bar, kios bagian dari hotel.</li> <li>• Tepat potong rambut, tempat cuci umum.</li> <li>• Pasar, ruang penjualan, ruang pameran, bengkel.</li> </ul>
	Kelas 7	Bangunan penyimpanan/gudang adalah bangunan gedung yang dipergunakan untuk penyimpanan termasuk tempat parkir umum dan gudang atau tempat pameran barang-barang produksi.
	Kelas 8	Bangunan laboratoriu industri atau pabrik adalah bangunan yang di pergunakan untuk tempat pemrosesan suatu produksi, perakitan, pengepakan, finishing dalam rangka perdagangan atau penjualan.
	Kelas 9	Bangunan umum adalah bangunan gedung yang dipergunakan untuk melayani kebutuhan masyarakat umum.
	Kelas 9a	Bangunan perawatan kesehatan, termasuk bagian-bagian dari bangunan tersebut yang berupa laboratorium.
	Kelas 9b	Bangunan pertemuan termasuk bengkel kerja,

		laboratorium atau sejenisnya di sekolah dasar atau lanjutan, hall, bangunan peribadatan, bangunan budaya.
	Kelas 10	Bangunan atas stuktur yang bukan hunian.
	Kelas 10a	Bangunan bukan hunian yang merupakan garasi pribadi, carport, atau sejenisnya.
	Kelas 10b	Struktur yang berupa pagar, antenna, dinding penyangga atau dinding yang berdiri bebas, kolam renang, atau sejenisnya.
	Bangunan yang tidak diklasifikasikan khusus	Bangunan atau bagian dari bangunan yang tidak termasuk dalam klasifikasi bangunan 1 sampai dengan 10 tersebut, dalam pedoman teknis ini dimaksudkan dengan klasifikasi yang mendekati sesuai peruntukannya.
	Bangunan yang penggunaannya insidentil	Bagian bangunan yang penggunaannya insidentil dan sepanjang tidak mengakibatkan gangguan pada bagian bangunan lainnya, dianggap memiliki klasifikasi yang sama dengan bangunan utamanya.

Menurut NFPA 101 *Life Safety Code* yang dikutip oleh Ifan Iswara menyebutkan:

**Tabel 2.2:** Klasifikasi Bangunan Gedung Menurut NFPA

No	Klasifikasi	Keterangan
1	<i>Assembly</i>	Gedung yang digunakan untuk berkumpul sebanyak 50 orang atau lebih yang di dalamnya terdapat kegiatan rapat,

		workshop, makan, minum, tempat hiburan, atau tempat menunggu kendaraan. Yang termasuk dalam bangunan ini adalah gudang, auditorium, kelsa kampus atau universitas yang mempunyai kapasitas 50 orang atau lebih.
2	<i>Educational</i>	Gudang yang fungsinya sebagai pendidikan yang digunakan selama 4 jam atau lebih dalam seminggunya. Diantaranya adalah academies, nurse school, kindergartens.
3	<i>Helt Care</i>	Gedung yang digunakan sebagai tempat pengobatan atau digunakan sebagai tempat pengobatan atau penyembuhan bagi orang yang menderita sakit, baik fisik maupun jiwa. Diantaranya adalah hospital, limited care facilities, dan nursing home.
4	<i>Detention and Correctional</i>	Gedung yang digunakan dan difungsikan sebagai tempat atau penginapan. Diantaranya adalah pusat rehabilitasi obat dan lain-lain.
5	<i>Residential</i>	Gedung yang digunakan dan difungsikan sebagai tempat tinggal atau penginapan, diantaranya adalah hotel, motel, asrama

		dan apartemen.
6	<i>Mercantile</i>	Gedung atau bangunan yang digunakan dan difungsikan sebagai pertokoan atau tempat menjual barang-barang dagangan. Diantaranya adalah departemen store, supermarket, shopping centre.
7	<i>Business</i>	Gudang atau bangunan yang digunakan dan difungsikan sebagai tempat transaksi bisnis, misalnya penyimpanan dokumen penjualan. Diantaranya adalah city hall, collage and university yang mempunyai ruangan berkapasitas kurang dari 50 orang, dentist office, doctor office, dan lain-lain.
8	<i>Industry</i>	Gedung atau bangunan yang digunakan dan difungsikan sebagai pabrik pembuatan tertentu seperti assembling, mixing, packagung, finishing, decorating, dan repairing.
9	<i>Storage</i>	Gedung atau bangunan yang digunakan dan difungsikan untuk penyimpanan utama dari barang-barang dagangan, produk, kendaraan dan binatang.
10	<i>Mixed occupancies</i>	Gedung yang merupakan dua atau lebih campuran fungsi bangunan.

### 2.3 *Computerized Fire Safety Evaluation System (CFSES)*

*Computerized Fire Safety Evaluation System (CFSES)* merupakan suatu perangkat lunak yang dikembangkan oleh Hughes Associates, Inc. Dan disiapkan untuk badan NIST (National Institute of Standards and Technology). CFSES dikembangkan berdasarkan NFPA 101A: *Guide on alternative approaches to life safety*. NFPA 101A memuat kode dan standar mengenai keselamatan kebakaran yang berbeda berdasarkan tempatnya. Standar untuk gedung perkantoran akan berbeda dengan bangunan pendidikan, bangunan pelayanan kesehatan, ruang pertemuan, maupun tempat lainnya.

CFSES merupakan pengembangan dari NFPA 101A yang berfokus pada standar terhadap bahaya kebakaran di gedung. Pada awalnya, NFPA 101A dikembangkan menjadi *Fire Safety Evaluation System (FSES)* Versi 1.0, yang kemudian berkembang menjadi *Enhanced Fire Safety Evaluation System (EFSES)* Versi 1.2, CFSES adalah perkomputerisasian EFSES dan CFSES yang terbaru adalah CFSES versi 1.2.03 yang dikeluarkan pada tahun 2000. Metodologi yang digunakan pada CFSES adalah dengan membandingkan nilai yang didapat berdasarkan hasil penilaian dengan nilai standar yang harus dipenuhi oleh sebuah gedung.

CFSES adalah sebuah metodologi yang menyediakan pendekatan multi atribut untuk mengevaluasi performa atau kinerja keselamatan kebakaran di gedung secara semi-kuantitatif. Metode ini bertujuan untuk mempermudah pembuat kebijakan untuk menilai dan menentukan kesesuaian dan pemenuhan keselamatan kebakaran gedung terhadap standar yang berlaku yaitu, NFPA 101 *Life Safety Code*. Selain itu karena disusun dari berbagai standar NFPA, maka

program ini memang di desain untuk memberikan informasi secara efektif dan efisien kepada penggunanya.

Ada 12 variabel utama pada CFSES, yaitu konstruksi, sergregasi bahaya, bukaan vertikal, sprinkler, sistem alarm kebakaran, pendeteksi asap, barang properti, pengendalian asap, akses keluar, jalur penyelamatan, kompartemenisasi dan pelatihan tanggap darurat. Versi manual dari CFSES (NFPA 101A: *Guide on alternative approaches to life safety*).

### **2.3.1. Jumlah Lantai, Tinggi Gedung dan Klasifikasi Gedung**

Keselamatan kebakaran gedung dipengaruhi oleh tinggi gedung, luas lantai, dan volume dari setiap kompartemen digedung tersebut. Jumlah lantai dan tinggi sebuah gedung ditentukan berdasarkan tipe konstruksi dan kepentingan gedung itu sendiri. Menurut NFPA 5000 *Building Construction and Safety Code*, 2012 (3.3.65.10) sebuah gedung dapat dikategorikan kedalam bangunan bertingkat tinggi apabila lantai paling atas yang dioperasikan di gedung tersebut berada lebih dari 23 m (75ft) dari lantai terbawah dimana tim pemadam kebakaran memiliki sebuah akses bebas untuk mobil dan peralatan lainnya.

Menurut CFSES dan NFPA 101 *Life Safety Code*®, 2012 (3.3.28.5) sebuah gedung dapat di klasifikasikan kedalam dua kelompok besar berdasarkan kebaruannya yaitu gedung baru (*new building*) dan gedung yang sudah ada (*existing building*). Gedung baru adalah gedung yang masih dalam tahap proses perencanaan (cetak biru) hingga gedung yang belum dioperasikan saat evaluasi terhadap keselamatan kebakaran dilakukan. Sementara gedung yang sudah ada adalah gedung yang sudah ada digunakan pada saat analisis terhadap keselamatan

kebakaran dilakukan.

### 2.3.2. Konstruksi Gedung

Konstruksi gedung terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi untuk menambah ketahanan bangunan terhadap kebakaran. Komponen tersebut adalah balok dan kolom, dinding pembatas, serta lantai. Struktur atap tidak dimasukkan ke dalam komponen struktur bangunan kecuali atap tersebut dapat menahan beban api atau memiliki fungsi sebagai lantai di atasnya. Pada bagian atap ada sambungan (*joint*) yang harus diperhatikan karena sambungan ini lemah terhadap api.

Penentuan konstruksi gedung berbeda-beda menurut standar, namun pada dasarnya terdapat lima klasifikasi besar untuk setiap konstruksi. Perbandingan klasifikasi konstruksi menurut beberapa standar dapat dilihat pada tabel 2.9.

**Tabel 2.3 Perbandingan klasifikasi konstruksi**

<b>NFPA</b>	<b>IBC/IFC</b>	<b>Istilah Umum</b>
I (442)	-	<i>Fire Resistive, Non-combustible</i>
I (332)	IA	
II (222)	IB	
II (111)	IIA	<i>Protected Non-combustible</i>
II (000)	IIB	<i>Unprotected Non-combustible</i>
III (211)	IIIA	<i>Protected Ordinary</i>
III (200)	IIIB	<i>Unprotected Ordinary</i>
IV (2HH)	IV	<i>Heavy Timber</i>

V (111)	VA	<i>Protected Combustible</i>
V (000)	VB	<i>Unprotected Combustible</i>

NFPA : National Fire Protection Association

IBC/IFC : International Building Code/International Fire Code

Sumber : Construction Type Comparison

Menurut NFPA 220 pada tahun 2013, ada lima klasifikasi besar untuk setiap konstruksi yaitu :

**a) Tipe I (433 dan 322)**

Tipe ini adalah tipe konstruksi yang tahan api dan terdapat pada gedung bertingkat tinggi. Struktur bangunan tersebut berupa dinding, kolom, bentangan, lengkungan, lantai, dan atap yang terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar. Tipe konstruksi ini memiliki ketahanan api mencapai dua jam baik dinding, lantai, lengkungan, bentangan, maupun kolomnya. Atapnya dapat menahan api sekitar satu jam setengah.

Tipe ini menjadi dua tipe yang dibedakan dengan seberapa lama gedung dapat bertahan dari api, tipe tersebut adalah 433 dan 322. Tipe 433 adalah tipe bangunan tingkat tinggi dengan dinding bertahan selama 3 jam, lantai dan langit-langit menahan selama 2 jam dan atap 1.5 jam. Tipe 322 adalah ketahanan gedung menahan api di gedung bertingkat sedang. Bangunan dikelompokkan dengan dinding menahan api 2 jam, lantai dan langit-langit selama 2 jam dan atap

mampu menahan api 1 jam. Kontruksi tipe 1 ini menggunakan beberapa bahan dalam kontruksinya yaitu beton, baja dan *mansory*.

**Tabel 2.4 Ketebalan minimal beton untuk menahan beban api**

Tipe Beton	Ketebalan minimal (inci) untuk menahan beban api selama				
	1 Jam	1,5 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam
<i>Siliceous</i>	3,5	4,3	5,0	6,2	7,0
<i>Carbonate</i>	3,2	4,0	4,6	5,7	6,6
<i>Sand</i>	2,7	3,3	3,8	4,6	5,4
<i>Lightweight</i>					
<i>Lightweight</i>	2,5	3,1	3,6	4,4	5,1

Sumber : IBC

**b) Tipe II (222,111,000)**

Tipe kontruksi ini memiliki struktur material yang tidak mudah terbakar dari material yang mudah terbakar. Kontruksi tipe II ini menggunakan bingkai logam berlapis, baja, *mansory*, aluminium, kaca dan serat mineral. Kontruksi tipe II ini dibagi menjadi tiga tipe yaitu 222, 111, 000. Kontruksi tipe II (222) adalah kontruksi dengan ketahanan api mencapai 2 jam. Kontruksi tipe III (111) adalah kontruksi dengan tingkat ketahanan api selama 1 jam. Sedangkan kontruksi tipe II (000) adalah kontruksi yang mampu mencegah penyebaran namun tidak tahan terhadap api.

**c) Tipe III (211, 200)**

Tipe kontruksi ini terbuat dari material mudah terbakar seperti

batu bata atau kayu. Tipe konstruksi ini biasa disebut *Ordinary construction*. Jenis konstruksi ini biasanya menggunakan bantalan eksterior dari batu bata atau semacamnya dan dapat bertahan dari api satu jam. Bagian interior pada tipe ini terbuat dari material yang mudah terbakar.

Konstruksi tipe III (211) adalah konstruksi tipe III yang terbuat dari bilah, plester, atau gypsum yang tahan terhadap api selama satu jam. Sedangkan konstruksi tipe III (200) adalah konstruksi yang tidak tahan terhadap api.

**d) Tipe IV (2HH)**

Konstruksi tipe ini biasa disebut dengan *mill construction*. Konstruksi ini memiliki struktural yang terbuat dari kayu yang luas penampang besar. Karakteristik tipe ini adalah pembakaran dengan konduksi panas lambat sehingga kadang lebih unggul dari konstruksi baja.

**e) Tipe V (111, 000)**

Konstruksi tipe ini terbuat dari kayu dan bahan mudah terbakar lainnya, dalam tipe ini proteksi kebakaran yang kurang baik. konstruksi V (111) memiliki satu jam ketahanan api, sedangkan tipe V (000) tidak memiliki ketahanan terhadap api.

### 2.3.3. Segregasi Bahaya

Segregasi bahaya adalah pemisahan tempat yang memiliki potensi tinggi terhadap kejadian kebakaran dari jalur penyelamatan dan ruang kerja. Tempat yang memiliki potensi tinggi maksudnya adalah tempat atau ruangan didalam gedung yang penggunaannya berbeda dengan kegunaan gedung pada umumnya dan berpotensi menimbulkan api yang akan menyebabkan kebakaran.( NFPA 101A: Hughes Associates, Inc.. 2000)

Berdasarkan *NFPA 101A Life Safety code (54.2)*, ada empat langkah untuk mengetahui apakah tempat yang memiliki potensi bahaya tinggi sudah dipisahkan atau belum.

1. Tahap pertama adalah dengan melakukan identifikasi tempat mana saja yang memiliki potensi bahaya tinggi.
2. Tahap kedua adalah menentukan tingkat keparahan bahaya di tempat berbahaya yang telah teridentifikasi bila terjadi kebakaran, apakah akan merusak struktur bangunan atau tidak.
3. Tahap ketiga adalah penentuan apakah ada sistem proteksi kebakaran di tempat tersebut. Sistem proteksi ini dapat berupa pemisahan tempat berbahaya ini dari tempat yang memiliki banyak pekerja atau dari jalur penyelamatan, lalu ada partisi yang memisahkan dengan bagian gedung yang lain, dan keberadaan pintu tahan api untuk mencegah penyebaran api dari sana. *Sprinkler* dapat digunakan sebagai sistem proteksi kebakaran, namun hanya jika tempat berbahaya ini diletakkan jauh dari area kerja.

4. Tahap terakhir adalah menentukan tingkat *deficiency* (kekurangan) pada tempat berbahaya tersebut. Tingkatannya adalah tidak memiliki kekurangan bila dapat menyebabkan kerusakan struktural namun perlindungannya bagus, atau tidak menyebabkan kerusakan struktural dan ada sistem proteksi. Ada yang disebut hanya memiliki kekurangan tunggal, bisa jadi menyebabkan kerusakan struktural namun tidak terdapat sistem proteksi disana. Dan yang disebut memiliki kekurangan ganda adalah bila dapat menyebabkan kerusakan struktural dan juga tidak memiliki sistem proteksi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.11

**Tabel 2.5 Tingkat kekurangan tempat berbahaya di gedung**

	Tidak ada proteksi	Sprinkler	Pelapis tahan api	Sprinkler dan lapisan tahan api
Struktur tidak rusak	Defisiensi Tunggal	Tidak terdapat Defisiensi		
Struktur Rusak	Defisiensi ganda	Defisiensi tunggal	Tidak ada defisiensi	

Sumber : NFPA 101, 2006(5.4.2.2)

#### **2.3.4. Bukaannya Vertikal (*Vertical Opening*)**

Menurut NFPA 101 (2012) *Life Safety Code* Bukaannya vertikal adalah suatu penghubung antara satu lantai dengan lantai lain di bawah atau di atasnya secara vertikal. Penghubung yang dimaksud bisa berupa tangga atau jalur landai yang tidak memiliki pintu, bolongan pada atap, lift orang, lift barang, saluran binatu, saluran pembuangan, salur jalur pipa, atau jalur ventilasi. Bukaannya vertikal

dapat menyebabkan perpindahan api ke lantai atas dan juga menyebabkan asap dapat bergerak lebih cepat.

Pada bangunan yang terdapat sistem saluran pipa, ventilasi, maupun cerobong asap pada dinding kompartemen, maka pada bangunan tersebut harus dilengkapi dengan material yang dapat menahan laju api (*fire stopping material*). Pada beberapa kasus, rongga - rongga pada kompartemen dapat juga diberikan semen atau material pelapis yang bersifat *noncombustible*. Akan tetapi hal yang tepat dalam mengurangi sebaran api ialah dengan memasang sistem penutup yang tahan api. Contohnya dengan menggunakan pelapis seperti *intumescents* (sejenis cat bahan pelapis yang tahan terhadap api) (Ferguson & Janicak 2005: Furness & Muckett, 2007).

### **2.3.5. Sprinkler**

Setiap gedung biasanya memiliki sistem proteksi aktif yang bersifat mudah dibawa dan yang sudah tetap berada ditempatnya. Untuk sistem proteksi aktif yang tetap berada di tempatnya, atau disebut juga *Fixed Fire Fighting System* (FFS) terdiri dari empat jenis yaitu *sprinkler* otomatis, sistem *drencher*, sistem *flooding* dan *inerting*, dan sistem *water mist* (Furness A. & Muckett M., op.cit., 2007)

*Sprinkler* dapat berfungsi untuk memadamkan api pada tahap awal kebakaran, mencegah api agar tidak semakin meluas atau membesar dan menyebar, member tanda ke ruang kontrol sehingga bisa mengaktifkan alarm, dan jika memungkinkan bisa memberi sinyal langsung kepada petugas pemadam kebakaran (ibid, 2007).

Sistem sprinkler memiliki beberapa bagian utama yang harus diperhatikan pada saat instalasi. Pertama adalah ketersediaan air apakah cukup untuk luas gedung tersebut atau tidak. Ada dua jenis tempat penyediaan air untuk sprinkler yaitu bak yang berada di atas tanah, atau kolam penampungan yang berada di bawah tanah. Sebaiknya bangunan bertingkat menggunakan tempat penyediaan air yang berada di atas tanah (seperti menggunakan tandon atau tangki air yang tidak ditanam) sehingga tidak memerlukan energi lagi untuk menyedot air dari bawah tanah.

Kemudian ada pipa untuk mengalirkan air dari tempat persediaan sampai ke ruangan. Lalu ada katup pengendali, untuk mengendalikan tekanan air didalam pipa yang terhubung juga dengan sistem alarm dan pemantau di bagian luar katup ini. Alarm ini akan aktif apabila terjadi aliran air di dalam katup yang bisa berarti air di dalam ruangan mulai keluar (terjadi kebakaran) atau bila persediaan air berkurang karena terjadi kebocoran di suatu tempat.

Bagian terakhir adalah kepala sprinkler yang terdiri dari dua komponen yaitu bagian kepalanya yang berfungsi untuk memancarkan air dan juga tautan yang dapat melebur. Tautan yang dapat melebur ini biasanya adalah tipe bola kaca, dimana di dalam bola kaca ini terdapat gelembung udara yang tetap ada saat suhu normal. Namun ketika terjadi kebakaran yang mengakibatkan suhu lingkungan naik, maka gelembung ini akan memuai dan pecah. Pecahnya gelembung ini akan mengakibatkan sistem aktif dan air mengalir. Ada beberapa tipe bola kaca yang pada umumnya digunakan (Tabel 2.12), dan bagian kepala ini tidak boleh diubah ataupun dicat karena akan mengganggu efektivitas dari gelembung udara di dalamnya.

**Tabel 2.6 Standar sprinkler**

Warna	Suhu akan aktif (°C)
Oranye	57
Merah	68
Kuning	79

Sumber : Furness & Muckett, 2007

### 2.3.6. Sistem Alarm Kebakaran

Alarm kebakaran berfungsi untuk memberikan isyarat adanya kebakaran pada tingkat awal. Alarm kebakaran dipasang di setiap ruangan dalam bangunan, termasuk ruangan khusus dimana suara-suara dari luar tidak dapat terdengar.

Ada berbagai macam alarm kebakaran, yaitu :

#### 1. Bel

Bel merupakan alarm yang digerakkan secara manual atau dihubungkan dengan sistem deteksi kebakaran. Bel akan berdering jika terjadi kebakaran, namun suara bel agak terbatas sehingga sesuai digunakan dalam ruangan terbatas, seperti kantor.

#### 2. Sirine

Sirene merupakan alarm yang digerakkan secara manual dan juga otomatis. Memiliki fungsi yang sama dengan bel, tetapi jenis suara yang dikeluarkan berupa sirine. Sirine mengeluarkan suara yang lebih keras sehingga sesuai ditempatkan di tempat kerja yang luas, seperti pabrik.

#### 3. *Horn*

*Horn* mengeluarkan suara yang cukup keras namun lebih rendah dibanding suara sirine.

#### 4. Pengeras suara (*public address*)

Pengeras suara digunakan untuk bangunan gedung yang luas dimana penghuni yang berada di dalamnya tidak dapat mengetahui keadaan darurat secara cepat, jaringan pengeras suara perlu dipasang sebagai pengganti dari alarm jenis bel maupun jenis *horn*. Pengeras suara diterapkan dengan tujuan untuk menyampaikan informasi searah kepada penghuni bangunan gedung, seperti menyampaikan panduan evakuasi atau rute evakuasi (ibid , 2010).

### **2.3.7. Pendeteksi Asap**

Detektor kebakaran adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi secara dini sebuah kebakaran, agar kebakaran tidak berkembang menjadi lebih besar. Salah satu detektor kebakaran adalah detektor asap (*smoke detector*). Detektor asap adalah sistem deteksi kebakaran yang bekerja ketika ada asap. Detektor akan mengirimkan sinyal yang terintegrasi dengan *fire alarm*, sehingga ketika detektor mendeteksi adanya asap *fire alarm* akan berbunyi (Furness dan Muckett, 2007:227).

Menurut (Soehtman R, 2010) Detektor kebakaran adalah alat yang dirancang untuk mendeteksi adanya kebakaran dan mengawali suatu tindakan. Detektor dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

#### **a. Alat Deteksi Asap**

Detektor asap adalah sistem deteksi kebakaran yang mendeteksi adanya asap. Menurut sifat fisiknya, asap merupakan partikel-partikel karbon hasil pembakaran yang tidak sempurna. Keberadaan ini digunakan untuk membuat suatu alat

#### **b. Alat deteksi panas**

Detektor panas adalah peralatan dari detector kebakaran yang dilengkapi dengan suatu rangkaian listrik atau pneumatic yang secara otomatis akan meneteksi kebakaran melalui panas yang diterimanya.

Detektor panas ini sangat sesuai ditempatkan di area dengan kelas kebakaran B atau cairan dan gas mudah terbakar.

c. Alat deteksi nyala

Api juga mengeluarkan nyala (*flame*) yang akan menyebar keseiktarnya. Api mengeluarkan radisasi sinar infra merah dan ultra violet. Keberadaan sinar ini dapat dideteksi oleh sensor yang terpasang dala detektor. Sesuai dengan fungsinya, detektor ini ada beberapa jenis yaitu:

- 1) Detektor infra merah
- 2) Detektor UV
- 3) Detektor foto elektrik

### **2.3.8. Barang Properti**

Barang properti merupakan material yang menutupi permukaan dinding dan atap dalam bangunan. Contoh bahan interior finish seperti kayu, panel kayu, papan gypsum, plastic, plafon fiber dan wallpaper. Jenis-jenis bahan yang dipakai untuk permukaan interior pada bangunan seperti penggunaan pada lantai, plafon dan dinding memiliki pengaruh yang besar pada asap, timbulnya gas beracun dan penyebaran api.

Interior pada bangunan terlibat dalam mempengaruhi kecepatan penyebaran api setelah terjadi penyalaan pada sebuah tempat. Interior finish juga

sangat penting karena berkontribusi dalam timbulnya asap. Hal ini penting tidak hanya untuk memahami bagaimana asap yang ditimbulkan, tetapi juga untuk menentukan apakah asap yang ditimbulkan mengandung gas beracun. Interior finish dapat meningkatkan beban bahan mudah terbakar pada gedung dan dengan demikian dapat meningkatkan intensitas api (Ferguson dan Janicak, 2005:130).

*Interior finish* dapat meningkatkan beban bahan mudah terbakar pada gedung dan dengan demikian dapat meningkatkan intensitas api (Ferguson dan Janicak, 2005:130). Berdasarkan ASTM E-84 *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*, material *interior finish* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu kelas A, B dan C.

### **2.3.9. Pengendalian Asap**

Sistem pengendali asap adalah sebuah sistem alami atau mekanis yang berfungsi untuk mengeluarkan asap dari bangunan atau bagian bangunan gedung sampai batas aman jika terjadi kebakaran ( Peraturan Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No. 8 Tahun 2008).

### **2.3.10. Akses jalan keluar**

Menurut NFPA 5000 sistem jalan keluar terdiri dari akses keluar, jalur penyelamatan dan pintu darurat. Akses keluar adalah jalur dimana seseorang dapat menuju ke pintu keluar dan mengarah ke jalur penyelamatan. Jalur penyelamatan dipastikan tidak terhalang oleh benda apapun. Pada sebuah bangunan harus disediakan minimal dua sarana jalan keluar untuk meminimalkan kemungkinan

salah satu sarana akan terblokir pada saat terjadi kebakaran (Ferguson dan Janicak, 2005:147).

Menurut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008), sarana jalan keluar dari bangunan gedung harus disesuaikan agar penghuni bangunan gedung dapat menggunakannya untuk penyelamatan diri dengan jumlah, lokasi, dan dimensi yang sesuai dengan:

- a. Jarak tempuh
- b. Jumlah, mobilitas dan karakter dari penghuni bangunan gedung
- c. Tinggi bangunan gedung
- d. Arah sarana jalan keluar apakah dari atas bangunan gedung atau dari bawah permukaan tanah.

Jalan keluar harus ditempatkan terpisah dengan memperhitungkan:

- a. Jumlah lantai bangunan gedung yang dibutuhkan oleh jalan keluar
- b. Sistem proteksi kebakaran yang terpasang pada bangunan gedung
- c. Fungsi atau penggunaan bangunan gedung
- d. Jumlah lantai yang dilalui
- e. Tindakan petugas pemadam kebakaran.

### **2.3.11. Jalur Penyelamatan Jiwa**

Menurut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008) Tujuan dari penyediaan sarana penyelamatan adalah untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau luka pada waktu melakukan evakuasi pada saat keadaan darurat terjadi. Setiap bangunan gedung harus dilengkapi dengan sarana penyelamatan yang dapat digunakan oleh penghuni bangunan gedung, sehingga memiliki waktu

yang cukup untuk menyelamatkan diri dengan aman tanpa teahambat yang disebabkan oleh keadaan darurat.

Jalur penyelamatan merupakan jalur aman yang disediakan untuk penghuni gedung agar dapat menyelamatkan diri jika terjadi keadaan darurat misalnya kebakaran. Penghuni gedung dapat menyelamatkan diri dari titik manapun di dalam gedung ke tempat aman yang berada di luar gedung tanpa bantuan dari pihak manapun (Furness dan Muckett, 2007).

### **2.3.12. Kompartemenisasi**

Kompartemensi dan pemisah adalah usaha untuk mencegah penjararan keakaran dengan cara membatasi api dengan dinding, lantai, kolom, tembok, balok yang tahan terhadap api untuk waktu yang sesuai dengan kelas bangunan gedung.

Kompartemenisasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu kompartemen api dan kompartemen asap. Kompartemen api adalah sebuah ruangan dalam gedung yang dilapisi oleh pelindung api disemua sisinya, sedangkan kompartemen asap adalah sebuah ruangan dalam gedung yang dilapisi asap disemua sisinya, termasuk bagian atas dan bawahnya (NFPA 5000 *Building Contrusction and safety code (3.3.1071)*).

### **2.3.13. Pelatihan Tanggap Darurat**

Ketika terjadi kebakaran proses evakuasi harus dilakukan dengan cepat, tidak hanya mengandalkan desain bangunan, sarana yang memadai untuk menyelamatkan diri, sistem alarm kebakaran, pencahayaan darurat, dan lainnya.

Diperlukan personil yang terlatih untuk membantu proses evakuasi. Personil harus diberi pelatihan seperti bagaimana mengambil tindakan yang tepat saat keadaan darurat, cara evakuasi penghuni gedung dan tahu apa yang harus dilakukan ketika tidak terdapat fasilitas pemadam kebakaran (Furness dan Muckett, 2007:240).

Manajemen keselamatan kebakaran gedung (MKKG) adalah bagian dari manajemen gedung untuk mewujudkan keselamatan penghuni bangunan gedung dan kebakaran dengan mengupayakan kesiapan instalasi protensi kebakaran agar kinerjanya selalu baik.( Peraturan Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No. 8 Tahun 2008).

Ada tiga macam manajemen keselamatan kebakaran gedung, yaitu:

- a. Operasi Tanggap Darurat
- b. Prosedur Tanggap Darurat
- c. Simulasi Kebakaran

## **2.4 Rawat Inap**

Menurut (Yel Mahesa, 2009) definisi *American Hospital Association* di tahun 1978 menyatakan bahwa rumah sakit adalah suatu institusi yang fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan kepada pasien-diagnostik dan terapeutik-untuk berbagai penyakit dan masalah kesehatan, baik yang bersifat bedah maupun non bedah. Rumah sakit harus dibangun dilengkapi dan dipelihara dengan baik untuk menjamin kesehatan dan keselamatan pasiennya dan harus menyediakan fasilitas yang lapang, tidak berdesak-desakkan dan terjamin sanitasinya bagi kesembuhan pasiennya.

Menurut Kementrian Kesehatan RI (1992) dalam Hestningsih (2004), pelayanan rawat inap adalah pelayanan kepada pasien masuk rumah sakit yang menempati tempat tidur untuk keperluan observasi, diagnosa, terapi, rehab medis, dan atau pelayanan medis lainnya.

Menurut Eli (2010), pelayanan rawat inap di rumah sakit meliputi :

- a. Pelayanan bagian penerimaan pasien (adminstrasi)
- b. Pelayanan tenaga medis (dokter)
- c. Pelayanan tenaga paramedic perawatan
- d. Pelayanan penunjang medis
- e. Lingkungan rawat inap
- f. Pelayanan makanan dan menu
- g. Pelayanan bagian adminstrasi.

Sedangkan menurut ( Erni irawati, DKK ) pengertian rawat inap adalah pelayanan medis kepada seorang pasien untuk tujuan pengangamatan, diagnosis, pengobatan, rehabilitasi, dan pelayanan kesehatan lainnya, dengan mengharuskan pasien tersebut dirawat inap. Dan pasien perlu mengeluarkan biaya untuk menginap (opname).

Pelayanan Rawat Inap adalah kegiatan fungsional yang dilakukan petugas medis, perawat yang melayani berbagai jenis pelayanan kesehatan yang dilaksanakan di Instalasi Rwat Inap, baik klinik, rumah sakit maupun puskesmas.

Menurut (Yulia Ana Sari Rawat) Inap adalah pemeliharaan kesehatan rumah sakit dimana penderita tinggal / mondok sedikitnya satu hari berdasarkan rujukan dari pelaksana pelayanan kesehatan atau rumah sakit pelaksana pelayanan kesehatan.

Menurut (Yel Mahesa 2009) Rawat Inap adalah pemeliharaan kesehatan rumah sakit dimana penderita tinggal / mondok sedikitnya satu hari berdasarkan rujukan dari pelaksana pelayanan kesehatan atau rumah sakit pelaksana pelayanan kesehatan lain. Rawat inap adalah pelayanan kesehatan perorangan yang meliputi pelayanan kesehatan perorangan, yang meliputi observasi, diagnosa, pengobatan, keperawatan, rehabilitasi medic, dengan menginap di ruang rawat inap pada sarana kesehatan rumah sakit pemerintah dan swasta serta puskesmas perawatan dan rumah bersalin, yang oleh penyakitnya penderita harus menginap.

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu penelitian**

Penelitian dilakukan di gedung Rumah Sakit XYZ, di Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14/Maret - 14/April 2016 .

#### **3.2. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian observasional dengan menilai sistem penanggulangan kebakaran yang diterapkan di gedung Rumah Sakit XYZ dan Ruang rawat inap kemudian membandingkan dengan standar yang ada. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif data yang digunakan terdiri atas data primer dan data skunder, yang diambil dari hasil observasi lapangan. Data tersebut kemudian akan dikelola dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak (*Computerized Fire Safety Evaluation System*)CFSES objek dari penelitian yaitu keselamatan kebakaran di gedung Rumah Sakit XYZ yang menurut NFPA 101A: *Guide on Alternative Approaches to Life Safety* terdiri dari kontrol penyebaran api, sistem jalan keluar, keselamatan kebakaran secara umum, serta persyaratan tambahan dan keselamatan kebakaran gedung mempunyai elemen-elemen lainnya seperti jumlah lantai, tinggi gedung, klasifikasi gedung, konstruksi gedung, segregasi bahaya, bukaan vertikal, sprinklers, sistem alarm kebakaran, pendeteksi asap, barang properti, pengendalian asap, akses jalan keluar, jalur penyelamatan, kompartemenisasi, dan pelatihan tanggap darurat. Dan juga mengambil sebuah studi kasus sistem proteksi keselamatan dan kebakaran di Ruang Rawat Inap .

### 3.3. Teknik dan prosedur Pengumpulan Data

#### 1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini dihasilkan oleh hasil observasi peneliti, pengukuran dan pemeriksaan langsung terhadap komponen-komponen sistem proteksi kebakaran sesuai dengan NFPA 101A: *Guide on Alternative Approaches to Life Safety* terhadap Ruang Rawat Inap menggunakan meteran dan kamera, serta PEDOMAN TEKNIS INSTALASI RAWAT INAP untuk mengatur standard di Ruang Rawat Inap .

#### 2. Data Skunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data itu biasanya diperoleh dari perpustakaan atau laporan-laporan/dokumen peneliti terdahulu. Data sekunder disebut juga data tersedia.seperti data tinggi gedung, jenis barang property yang digunakan, dan juga laporan pelatihan kebakaran setiap tahunnya.

### 3.4. Analisis Data

Setelah mendapatkan data dari hasil penelitian, maka data tersebut akan di analisis dengan menggunakan perangkat lunak CFSES sesuai dengan standar NFPA 101: *to life safety*.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

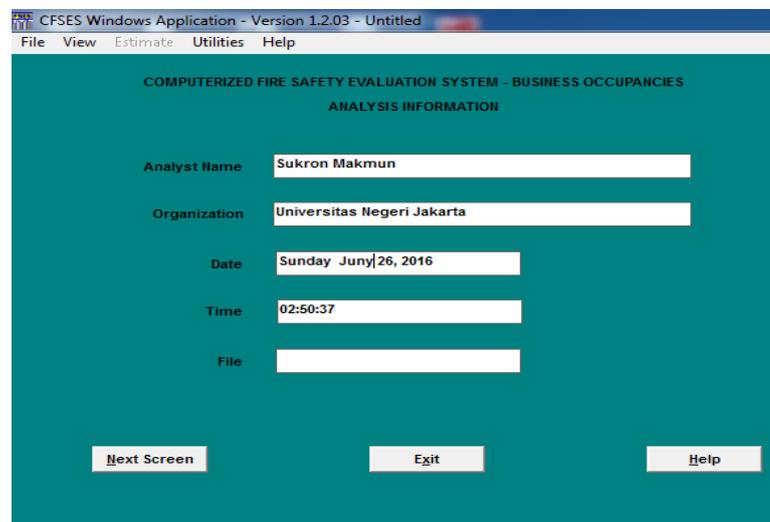
#### **4.1. Data Fisik Gedung Rumah Sakit XYZ**

Gedung Rumah Sakit XYZ adalah suatu institusi yang fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan kepada pasien diagnostik dan terapeutik untuk berbagai penyakit dan masalah kesehatan, baik yang bersifat bedah maupun non-bedah. Rumah Sakit XYZ berlokasi di Jakarta. Rumah Sakit ini didirikan pada tahun 13 Oktober 1980. Rumah Sakit ini didirikan diatas lahan seluas  $\pm 3500 \text{ m}^2 / 11482.9 \text{ ft}^2$  dan memiliki 8 lantai dengan tinggi 32 m / 104.9 ft.

Gedung Rumah Sakit XYZ ini tiap lantai di gunakan berbagai aktifitas seperti Basement: Cafeteria, dapur, ruang makan, laundry, medical record, teknisi, logistic farmasi, K3, gudang umum, IPAL, TPS dan parkir. Lantai 1: laboratorium, radiologi, IGD, instalasi farmasi, poliklinik, kasir, piñata rekening, pengambilan hasil, FO. Lantai 2: endoscopy, ICU, OK, apotik, ruang perinatal, ruang bayi, NICU, CSSD, ruang isolasi, perawatan kelas 1, perawatan kelas 2, perawatan kelas 3. Lantai 3: hemodialisa, perawatan kelas 1, perawatan kelas 2, perawatan kelas 3, perawatan eksekutif, ruang isolasi. Lantai 4: perawatan kelas 1, perawatan kelas 2, perawatan kelas 3, instalasi farmasi. Lantai 5: office, rehabilitasi medic/fisioterapi, perawatan SVIP, perawatan VIP, perawatan eksekutif. Lantai 6: MCU, poliklinik. Lantai 7: perawatan kelas VIP, perawatan SVIP. Lantai 8: ruang aula, ruang rapat.

## 4.2 Analisis Data Penelitian

Setelah mendapatkan data, tahap Pertama dalam melakukan evaluasi suatu gedung menggunakan CFSES adalah mengisi data umum tentang penganalisis (Gambar 4.1) mulai dari nama peneliti, organisasi peneliti, tanggal serta waktu menginput data CFSES. Kemudian data umum tentang gedung yang akan dinilai seperti nama gedung, alamat gedung yang akan diteliti, building ID.

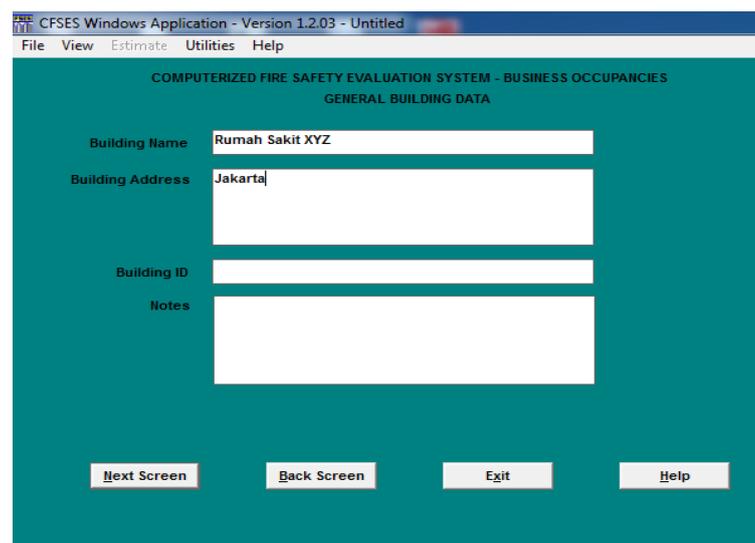


The screenshot shows a Windows application window titled "CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - Untitled". The menu bar includes "File", "View", "Estimate", "Utilities", and "Help". The main window has a teal background and is titled "COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES". Below this, it says "ANALYSIS INFORMATION". The form contains the following fields:

Analyst Name	Sukron Makmun
Organization	Universitas Negeri Jakarta
Date	Sunday Juny 26, 2016
Time	02:50:37
File	

At the bottom of the form, there are three buttons: "Next Screen", "Exit", and "Help".

**Gambar 4.1 Data Umum Penganalisis Rumah Sakit**



The screenshot shows the same Windows application window as in Gambar 4.1. The main window is titled "COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES" and is labeled "GENERAL BUILDING DATA". The form contains the following fields:

Building Name	Rumah Sakit XYZ
Building Address	Jakarta
Building ID	
Notes	

At the bottom of the form, there are four buttons: "Next Screen", "Back Screen", "Exit", and "Help".

**Gambar 4.2 Data Umum Rumah Sakit**

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - Untitled

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

GENERAL BUILDING CHARACTERISTICS - SHEET 1

This screen is used to determine the building height. The building height is either the number of occupied stories above the lowest level of exit discharge or the number of occupied stories above the lowest level that is at least fifty percent above grade.

Number of Stories

1  2  3  4-5  Over 5

Next Screen Back Screen Exit Help

**Gambar 4.3 Jumlah Lantai**

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - Untitled

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

GENERAL BUILDING CHARACTERISTICS - SHEET 2

An existing building is defined in NFPA 101 (2000) as a building erected or officially authorized prior to the effective dated of the adoption of this edition of the Code by the agency or jurisdiction.

Building Height (Feet)

Less than 75  75 to 150  Greater than 150

Building is Classified as:

Existing  New

Gross Floor Area (Square Feet):

Enter Gross Building Floor Area: 114829.9

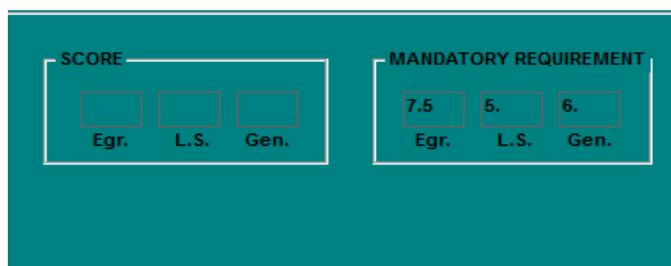
Next Screen Back Screen Exit Help

**Gambar 4.4 Karakteristik Gedung Rumah Sakit**

Setelah memasukkan data umum dan data karakteristik gedung yaitu gedung terdiri dari 8 lantai dengan ketinggian lebih dari 104.9 *feet* (32 m) dan

dikategorikan sebagai gedung lama, pada perhitungan CFSES yang mengacu pada NFPA 101 didapat nilai standar keselamatan minimum, yaitu:

- a. Variabel kontrol penyebaran api adalah 7.5
- b. Variabel sistem jalan keluar adalah 5
- c. Variabel keselamatan kebakaran umum adalah 6

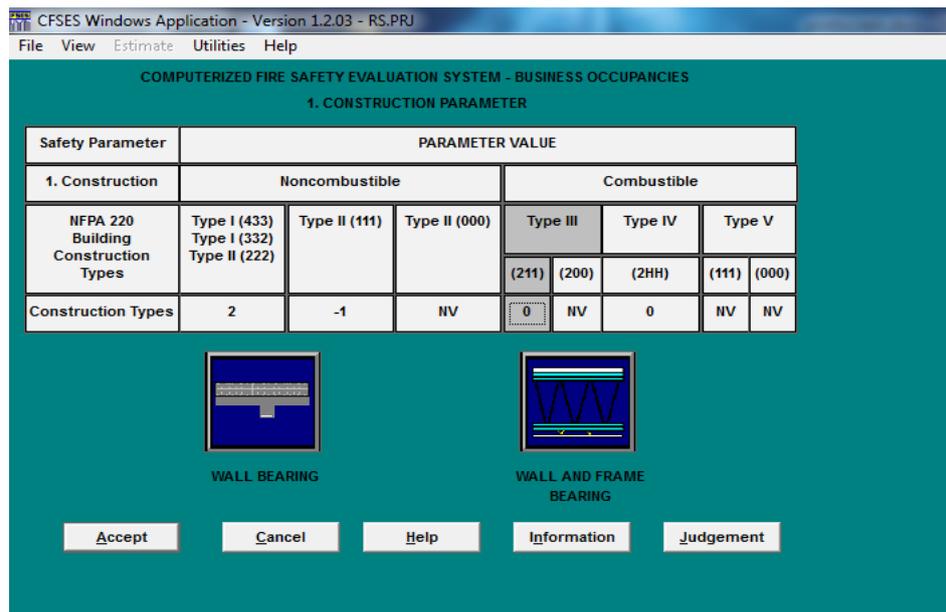


**Gambar 4.5 Nilai Standar Minimum Gedung**

#### 4.2.1. Konstruksi Gedung

Konstruksi dasar gedung Rumah Sakit XYZ ini adalah berpondasi beton bertulang yang merupakan material konstruksi tipe 1 dan dinding pada gedung ini batu bata ditambah plester semen sehingga tergolong konstruksi tipe III (211). Maka dari itu, variable dari konstruksi mendapatkan nilai awal 0. ( Gambar 4.6 ).

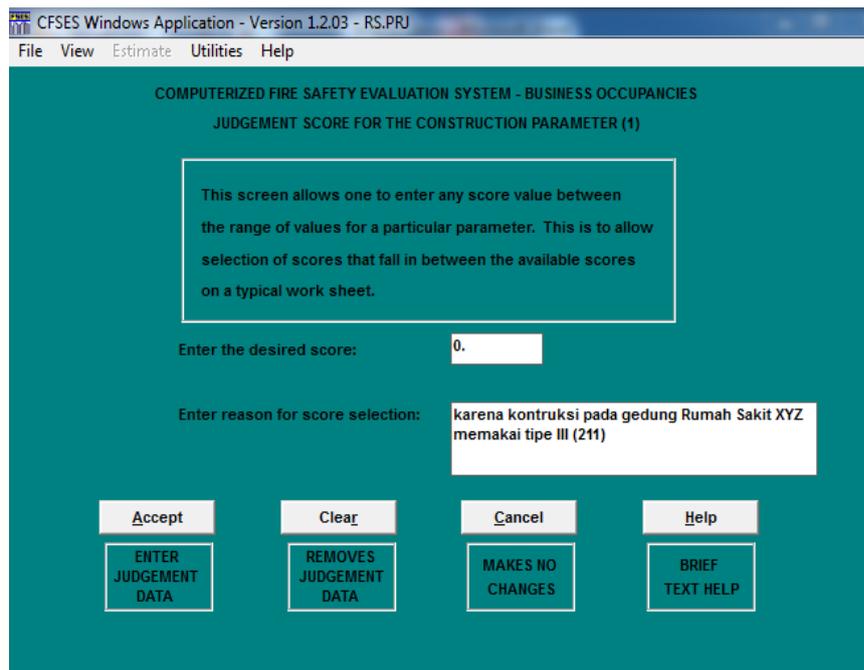
Konstruksi gedung diklasifikasikan menurut bahan dasar dan tingkat ketahanan apinya , menurut Permen PU No. 26 tahun 2008 dibagi menjadi lima kategori, yaitu tipe I (beton dan baja struktural), tipe II (baja ringan, alumunium, dan kaca), tipe III (material campur *combustible* dan *non combustible* termasuk kayu, beton dan batu bata), tipe IV (kayu padat/kayu tebal), dan tipe V (rangka kayu).



**Gambar 4.6 Nilai Variabel Konstruksi Gedung**

Pada gedung Rumah Sakit XYZ konstruksi gedung memakai Tipe konstruksi ini terbuat dari material mudah terbakar seperti batu bata atau kayu. Tipe konstruksi ini biasa disebut *Ordinary construction*. Jenis konstruksi ini biasanya menggunakan bantalan eksterior dari batu bata atau semacamnya dan dapat bertahan dari api satu jam. Bagian interior pada tipe ini terbuat dari material yang mudah terbakar.

Konstruksi tipe III (211) adalah konstruksi tipe III yang terbuat dari bilah, plester, atau gypsum yang tahan terhadap api selama satu jam. Sedangkan konstruksi tipe III (200) adalah konstruksi yang tidak tahan terhadap api.



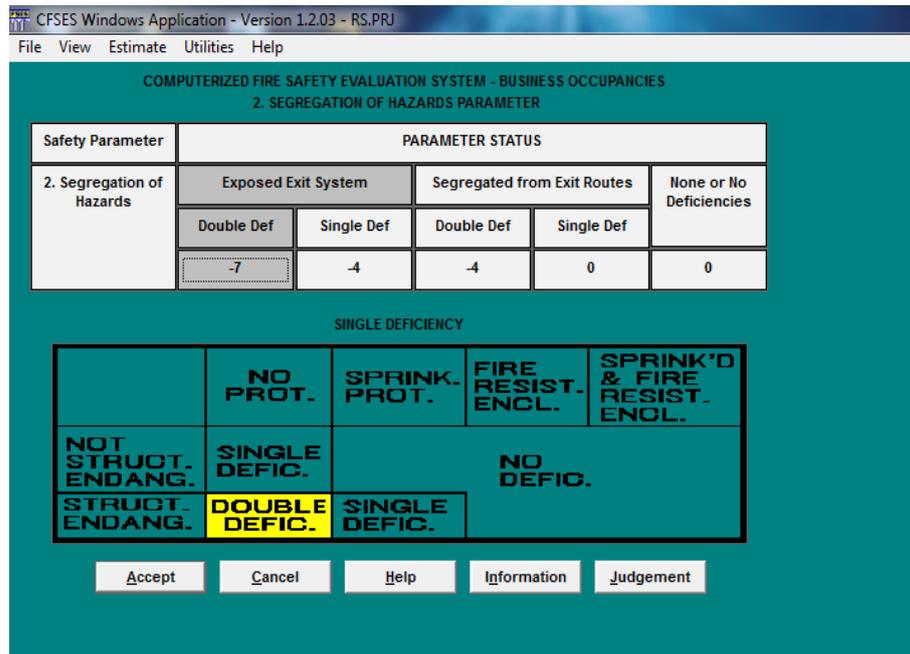
**Gambar 4.7 Penilaian Parameter Konstruksi**

maka nilai akhir dari parameter konstruksi mendapatkan nilai 0 dari rentang nilai -1 sampai dengan 2.

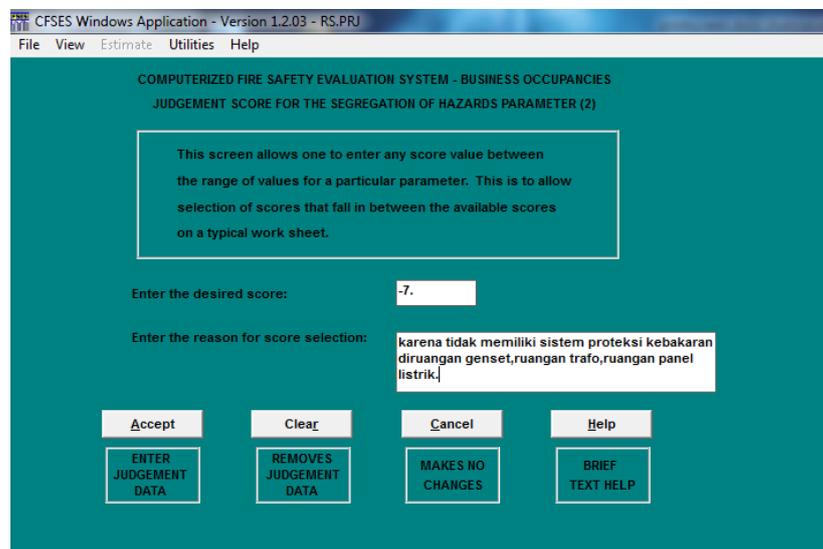
#### 4.2.2. Pemisahan Bahaya (*Segregation Of Hazard*)

Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki area berbahaya seperti ruangan panel listrik, ruang genset, dan ruang trafo karena dapat menyebabkan terjadinya *flash over*.

Hasil dari penilaian pemisahan bahaya ( *segregation of hazard* ) di Gedung Rumah Sakit XYZ yaitu -7. Hasil ini didapatkan karena ruang panel listrik, ruang genset, dan ruang trafo berada dalam satu gedung dan memiliki kekurangan ganda (*double deficiency* ) yaitu tidak adanya sistem proteksi kebakaran seperti *smoke detector*, *sprinkler* dan akibat kebakaran dapat membahayakan struktur bangunan.



Gambar 4.8 Penilaian Parameter Segregation Of Hazard



Gambar 4.9 Penilaian Parameter Segregation Of Hazard

#### 4.2.3. Bukaan Vertikal (*Vertical Opening*)

Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki beberapa bukaan vertikal seperti shaf pipa, shaf kabel, elevator yang menghubungkan dari basement sampai ke lantai 8.



**Gambar 4.10** Bukaan Vertikal Kabel



**Gambar 4.11** Bukaan Vertikal Pipa

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
3. VERTICAL OPENINGS PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS						
	Open (or Incomplete Enclosure)				Enclosed		
3. Vertical Openings	Connects 5 or More Floors	Connects 4 Floors	Connect 3 Floors	Connects 2 Floors	< 30 min	30 min to 1 hr	> 1 hr
	-10	-7	-4	-2	-1	0	1

VERTICAL OPENINGS

The enclosure or other cut-off of the vertical opening is complete but in whole or in part does not provide at least 30 min. of fire resisting capability. Examples include:

- Glass (other than wire-glass in steel frame or fire resistance rated glazing systems.)
- Gypsum wall board on one side only of studs.
- Plywood or other enclosures made of combustible materials rated 30 min to 1 hr.

Buttons: Accept, Cancel, Help, Judgement

**Gambar 4.12** Penilaian Parameter *Vertical Opening*

Berdasarkan Penilaian CFSES bukaan vertikal di Gedung Rumah Sakit XYZ mendapatkan nilai -1 dari rentang -10 sampai 1. Karena bukaan vertikal di Rumah Sakit XYZ seperti shaf kabel dan shaf pipa dan bukaan kosong namun dilengkapi dengan pintu kayu yang bertahan selama 30 menit. bukaan vertikal yang menghubungkan dari basement hingga ke lantai delapan ini.

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
JUDGEMENT SCORE FOR THE VERTICAL OPENINGS PARAMETER

This screen allows one to enter any score value between the range of values for a particular parameter. This is to allow selection of scores that fall in between the available scores on a typical work sheet

Enter the desired score:

Enter the reason for score selection:

Buttons: Accept, Clear, Cancel, Help

ENTER JUDGEMENT DATA, REMOVES JUDGEMENT DATA, MAKES NO CHANGES, BRIEF TEXT HELP

**Gambar 4.13** Penilaian Parameter *Vertical Opening*

#### 4.2.4. *Sprinklers*

Pada gedung Rumah Sakit XYZ semua area seperti ruangan dan koridor sudah di lengkapi dengan sistem sprinkler , jenis sprinkler yang dipasang adalah jenis standar dengan suhu temperature kerja 68°C. Pada Gedung Rumah Sakit XYZ beberapa sistem sprinkler dalam kondisi yang rusak, serta kepala sprinkler masih terbungkus plastik (tersegel) dan sistem sprinkler belum dilakukan pengujian pada petugas pemadam kebakaran. Sehingga penilaian pada parameter ini mendapatkan nilai 7 dari rentang nilai 0-12.



**Gambar 4.14 *Sprinkler* Tersegel Dan *Sprinkler* Rusak**

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ  
File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
4. SPRINKLERS PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER					
	None	Corridors Only	All but Corr. and Lobbies		Total Building	
			Standard	Quick Resp.	Standard	Quick Resp.
4. Sprinklers	0	0	4	6	10	12

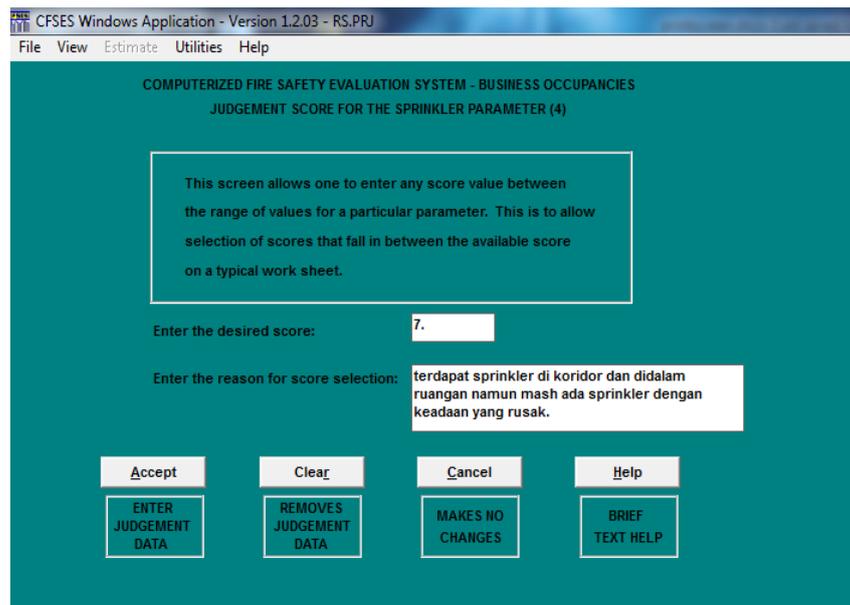
SPRINKLERS

The sprinkler heads used are standard as opposed to quick response sprinkler heads.

The type of sprinkler head is divided between standard and quick response (also known as quick response.) The standard head is the traditional type of sprinkler head used in almost all installations for the last 30 to 40 years. In recent years a new type of fusible element has been developed that allows the sprinkler head to respond significantly faster when subjected to a temperature above its rated activation temperature. The only difference between the quick response head and the standard head is response time. As a result the quick response sprinkler operates when the fire is smaller and can massively reduce the size of the fire and the amount of smoke or other fire products produced.

Accept Cancel Help Discussion Judgement

**Gambar 4.15 Penilaian Parameter *Sprinkler***



**Gambar 4.16** Penilaian Parameter *Sprinkler*

#### 4.2.5. Sistem Alarm Kebakaran ( *Fire Alarm System* )

Gedung Rumah Sakit XYZ dilengkapi dengan *Master Control Fire Alarm* (MCFA) dengan tipe SIMPLEX/IF-658 yang bersifat konvensional. Alarm sistem pada Rumah Sakit XYZ ini tidak terhubung secara otomatis kepada Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran setempat. Saat penelitian kondisi breakglass dan lampu indikator di box hydrant gedung di temukan tidak ada.

Penilaian parameter sistem alarm kebakaran dipengaruhi oleh kapasitas jalan keluar, kapasitas jalan keluar dipengaruhi oleh jumlah lantai yang berada di atas jalur pelepasan (*discharge*) penghuni lewat jalur evakuasi dan beban penghuni gedung. Rumah Sakit XYZ memiliki beban penghuni dan pengunjung berobat jalan serta rawat inap diperkirakan  $\pm 400$  orang. Informasi tersebut dimasukan kedalam CFSES sehingga pada parameter sistem alarm kebakaran menghasilkan nilai 0.

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
5. FIRE ALARM SYSTEM PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER				
5. Fire Alarm System	None	Without Fire Department Notification		With fire Department Notification	
		Without Voice Communication	With Voice Communication	Without Voice Communication	With Voice Communication
	0(-2)	0	2	2(1)	4

FIRE ALARM SYSTEM

This parameter addresses the manual and/or automatic fire alarm system. It considers both the presence or absence of a fire alarm system for notifying building occupants and whether or not the activation of the fire alarm system (by manual or automatic means) will call the fire department. The parameter gives special credit to systems that include voice communication and alarms.

Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.17** Penilaian Parameter *Fire Alarm System*

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
JUDGEMENT SCORE FOR THE FIRE ALARM SYSTEM PARAMETER (5)

This screen allows one to enter any score value between the range of values for a particular parameter. This is to allow selection of scores that fall in between the available scores on a typical work sheet.

Enter the desired score: 0.

Enter the reason for score selection: Kontrol alarm gedung Rumah Sakit XYZ tidak terintegrasi kepada pos pemadam kebakaran terdekat

Accept Clear Cancel Help

ENTER JUDGEMENT DATA REMOVES JUDGEMENT DATA MAKES NO CHANGES BRIEF TEXT HELP

**Gambar 4.18** Penilaian Parameter *Fire Alarm System*

#### 4.2.6. Deteksi Asap ( *Smoke Detection* )

Sistem deteksi asap adalah alat yang berfungsi mendeteksi secara dini apabila terjadi suatu kebakaran awal. Pada gedung Rumah Sakit XYZ peneliti

tidak menemukan sistem deteksi di koridor dan dalam ruangan, maka penilaian parameter *smoke detection* di CFSES mendapatkan nilai 0.

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
6. SMOKE DETECTION PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS			
	None	Corridor	Rooms	Total Building (Zone)
6. Smoke Detection				
	0	1	2	4

SMOKE DETECTION

This parameter addresses the extent of automatic smoke detection coverage in the building. The smoke detectors can alert occupants to the potential danger of fire before the situation become serious.

Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.19** Penilaian Parameter *Smoke Detecion*

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
JUDGEMENT SCORE FOR THE SMOKE DETECTION PARAMETER

This screen allows one to enter any score value between the range of values for the particular parameter. This is to allow selection of scores that fall in between the available scores on a typical work sheet.

Enter the desired score: 0.

Enter reason for score selection: tidak terdapat smoke detektor di koridor maupun di dalam ruangan

Accept Clear Cancel Help

ENTER JUDGEMENT DATA REMOVES JUDGEMENT DATA MAKES NO CHANGES BRIEF TEXT HELP

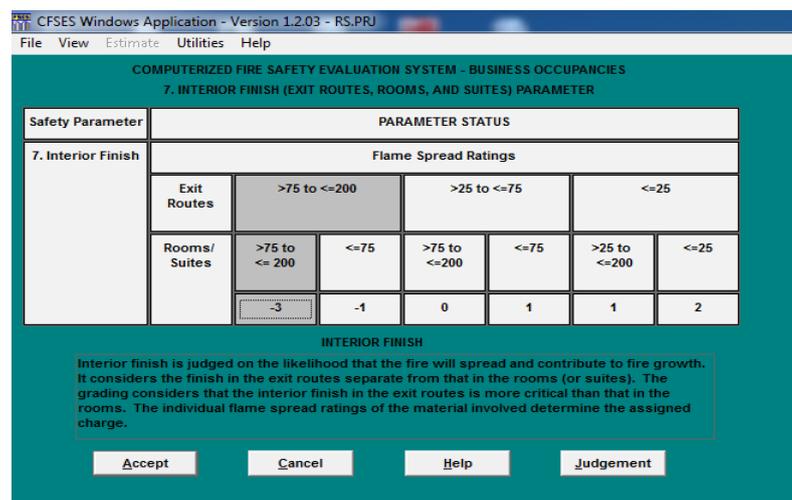
**Gambar 4.20** Penilaian Parameter *Smoke Detecion*

#### 4.2.7 Bahan Properti (*Interior Finish*)

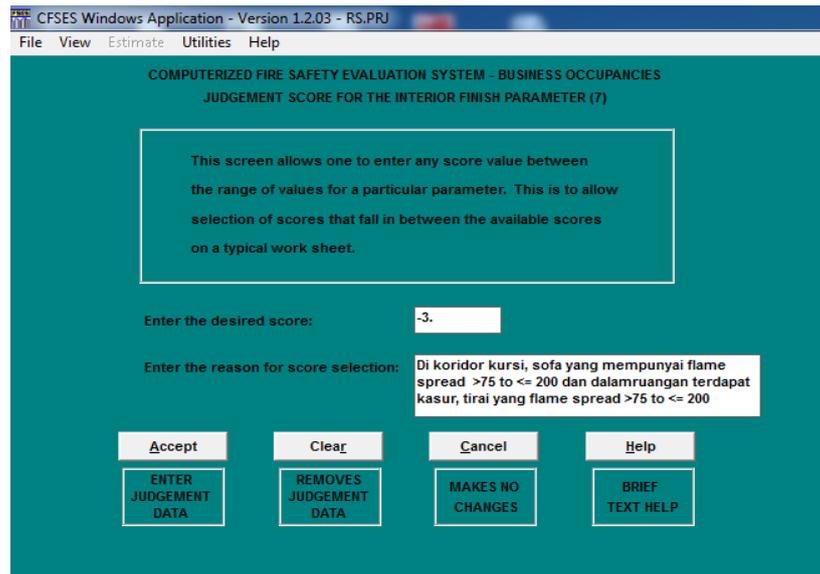
Bahan properti (*Interior finish*) pada gedung Rumah Sakit XYZ pada koridor, jalur evakuasi dan ruangan. Rumah Sakit XYZ dinding menggunakan beton bertulang dan material batu bata yang diplester semen sebagai dinding, lalu lantai menggunakan keramik dan plafon menggunakan *gypsum*. Material tersebut memiliki tingkat penyebaran tidak lebih dari 25 Btu/s. namun pada hasil observasi menemukan tumpukan kursi dan meja yang terbuat dari kayu pada koridor.

*furniture* seperti sofa, meja, kursi pada koridor memiliki *flame spread rating* 76-200 Btu/s. Pada ruangan memiliki *furniture* seperti kursi, kasur, lemari, tirai dan sofa yang terbuat dari busa, kayu, kain. Benda-benda tersebut memiliki flame spread 75-200 Btu/s.

Penilaian parameter *interior finish* dipengaruhi juga oleh Alat Pemadam Ringan (APAR). Pada gedung Rumah Sakit XYZ APAR yang tersedia terdapat ada sebagian sudah habis masa pemakaian/kadaluarsa. Sehingga penilaian parameter *interior finish* mendapatkan -3 dari rentang nilai -3 sampai -2.



Gambar 4.21 Penilaian Parameter *Interior Finish*



**Gambar 4.22** Penilaian Parameter *Interior finish*

#### 4.2.8. Pengendali Asap (*Smoke Control*)

Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki sistem pengendalian asap secara pasif maupun aktif. Sistem pengendalian asap secara pasif yaitu dengan menggunakan door self closers pada setiap ruangan. Hal ini dapat membatasi penyebaran asap maupun api didalam gedung. Pengendalian asap secara aktif yaitu terdapat pressurefan pada tangga darurat. Pengendalian asap ini memegang peranan penting untuk memastikan jalur evakuasi aman dari asap akibat kebakaran serta meningkatkan waktu yang tersedia untuk proses evakuasi bagi penghuni gedung.

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

8. SMOKE CONTROL PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS		
	None	Passive	Active
8. Smoke Control	0	3	3

SMOKE CONTROL

This parameter considers the ability of the building arrangement and any specific pressurization systems to prevent the movement of smoke from one portion of a building to another. It separately evaluates passive systems based solely on doors and barriers and those that reinforce the doors and barriers with an active (air pressurization) system.

The design and installation of an active system involves significant engineering and acceptance testing. The credit for active smoke control should be given only in cases where an engineered and tested smoke control system is present.

Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.23** Penilaian Parameter *Smoke Control*

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

JUDGEMENT SCORE FOR SMOKE CONTROL PARAMETER (8)

This screen allows one to enter any score value between the range of values for a particular parameter. This is to allow selection of scores that fall in between the available scores on a typical work sheet.

Enter the desired score: 3

Enter the reason for score selection: terdapat sebuah pressure fan di jalur evakuasi yg berfungsi

Accept Clear Cancel Help

ENTER JUDGEMENT DATA REMOVES JUDGEMENT DATA MAKES NO CHANGES BRIEF TEXT HELP

**Gambar 4.24** Penilaian Parameter *Smoke Control*

Maka penilaian untuk smoke control pada Gedung Rumah Sakit XYZ mendapatkan nilai 3 dari rentang penilaian dari 0 sampai dengan 4.

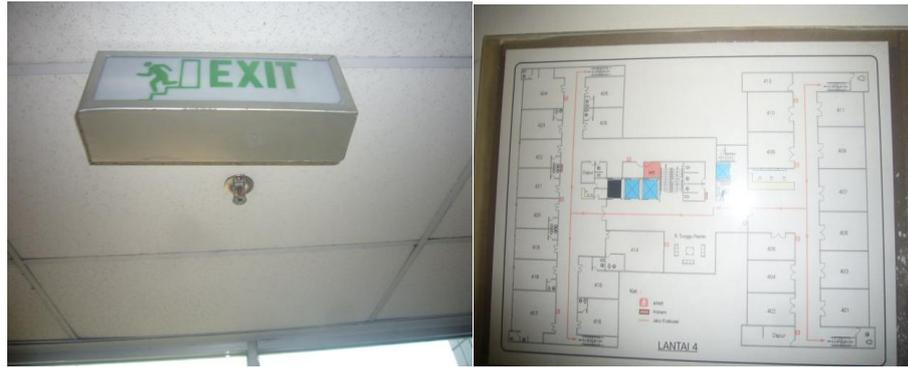
#### 4.2.9 Akses Keluar (*Exit Access*)

Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki dua tangga darurat pada sudut-sudut gedung. Akses keluar menuju tangga darurat tidak memiliki jalan buntu, sehingga pengguna gedung tidak akan tersesat ketika menuju tangga darurat. Akses keluar pada gedung Rumah Sakit XYZ dari titik terjauh sekitar 29 meter (95,14 ft) menuju tangga darurat.



**Gambar 4.25 Koridor**

Akses keluar menuju tangga darurat dilengkapi dengan pencahayaan darurat berupa *emergency lamp* yang dapat bertahan minimal 90 menit ketika listrik padam. Selain itu sudah dilengkapi tanda “EXIT” atau panah penunjuk arah jalur evakuasi serta peta jalur evakuasi di setiap lantai. Lalu akses keluar menuju tangga darurat mempunyai lebar 2 meter dan terdapat speaker yang dapat berfungsi sebagai saran koordinasi dalam keadaan darurat agar penghuni gedung dapat melewati akses keluar terdekat menuju tangga darurat.



**Gambar 4.26 Tanda Exit Dan Peta**

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ  
File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
9. EXIT ACCESS PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS					
	Max. Dead Ends:		No Dead End > 50 ft and Travel Is:			
9. Exit Access	>75 ft to <=100 ft	>50 <=75 ft	>200 ft	>100 ft <= 200 ft	>50 ft to <=100 ft	<=50 ft
		-2	-1	-1	0	1

EXIT ACCESS

This parameter addresses the distance that persons evacuating the building in an emergency will have to travel to reach the safety of an exit and whether that route can be easily blocked by a single fire.

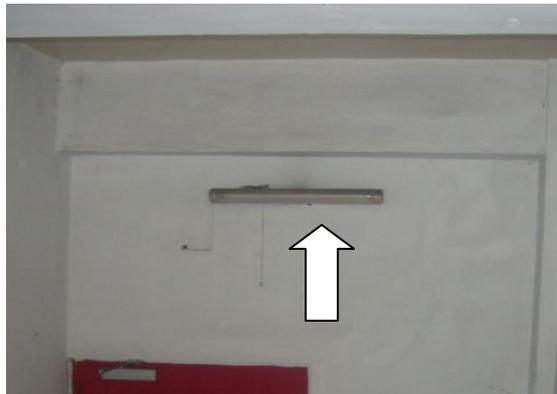
Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.27 Penilaian Parameter Exit Access**

Hasil obesravasi lain ditemukan sofa dan meja disudut koridor yang dekat dengan pintu darurat sehingga bisa menghambat proses evakuasi. Selain itu penerangan lampu darurat atau *emergency lamp* yang seharusnya otomatis ketika listrik padam namun dihidupkan dengan secara manual.

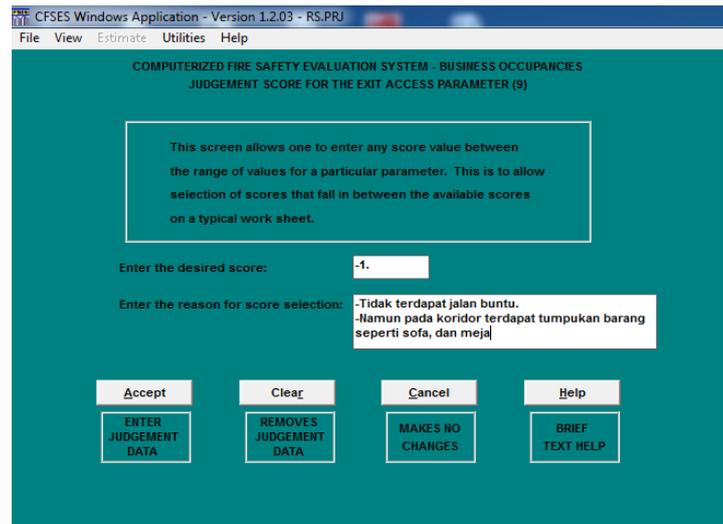


**Gambar 4.28 Sofa, kursi Dan Meja**



**Gambar 4.29 Emergency Lamp Manual**

Berdasarkan data tersebut penilaian akses keluar pada Gedung Rumah Sakit XYZ mendapatkan nilai 1 dari rentang nilai -2 sampai 3.



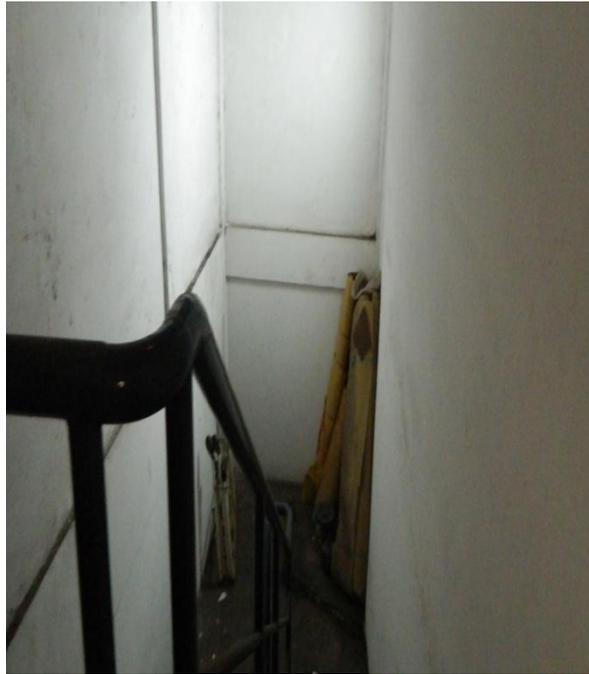
**Gambar 4.30 Penilaian Parameter *Exit Access***

#### **4.2.10 Jalur Evakuasi (*Exit System*)**

Pada gedung Rumah Sakit XYZ terdapat dua jalur evakuasi yang berada pada sudut-sudut gedung, yaitu sisi barat dan sisi timur. Keberadaan dua jalur evakuasi pada gedung Rumah Sakit XYZ tergolong aman.

Tangga darurat dilengkapi dengan pintu darurat yang dilengkapi dengan *panic door*, *door closer*, menggunakan material tahan api dan terdapat *pressure fan* di masing-masing lantainya.

Tangga darurat juga sudah dilengkapi dengan *handrail* yang terbuat dari besi. Jalur evakuasi sudah terpasang lampu penerangan darurat yang menggunakan sumber daya darurat genset dan baterai yang dapat diisi ulang otomatis (*rechargeable*).



**Gambar 4.31 Tangga Darurat**



**Gambar 4.32 *Panic Door***

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

10. EXIT SYSTEM PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS				
10. Exit System	Single	Multiple Routes			
		Deficient	Not Deficient	Smokeproof Enclosures	Direct Exits
	-6(0)	-2	0	3	5

EXIT SYSTEM

This parameter evaluates the individual elements of the actual exit system. Consideration is given to the number of exit options and their quality. To evaluate a Building with a single direct exit, use the Direct Exits selection under the Multiple Exits category.

Accept Cancel Help Judgement

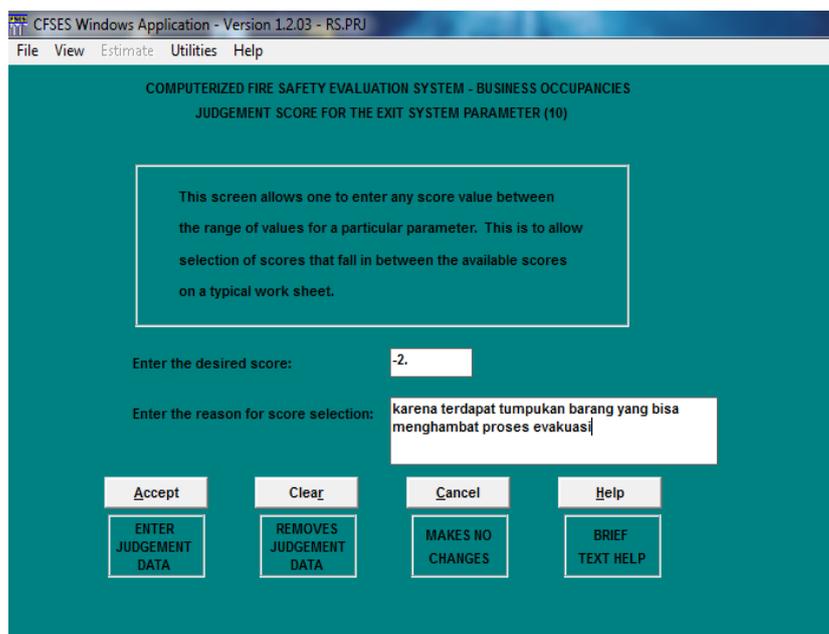
**Gambar 4.33 Penilaian Parameter *Exit System***

Hasil observasi lain ditemukan sistem penerangan lampu darurat atau *emergency lamp* harus dihidupkan secara manual ketika listrik padam. Selain itu di kedua jalur evakuasi terdapat tumpukan barang dan penampungan air yang berada di jalur evakuasi yang bisa menghambat evakuasi saat terjadi kebakaran.



**Gambar 4.34 Penampungan air di Tangga Darurat**

Berdasarkan observasi tersebut, kedua jalur evakuasi memiliki beberapa kekurangan. Sehingga parameter jalur evakuasi pada Gedung Rumah Sakit XYZ mendapatkan nilai -2 dari rentang penilaian -6 sampai dengan 5.



**Gambar 4.35** Penilaian Parameter *Exit System*

#### 4.2.11 Kompartemenisasi (*Corridor/Room Separation*)

Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki kompartemen untuk pembatas antar ruangan dengan material gypsum dan dilengkapi dengan door self closer, namun pada pintu setiap ruangan menggunakan bahan kayu yang merupakan material dengan memiliki tingkat ketahanan api rendah. Material gypsum termasuk sebagai material dengan tingkat ketahanan api selama satu jam, dapat dikategorikan material yang baik sebagai kompartemen.

Penilaian pada parameter kompartemen didapatkan dari material antar ruangan dan akses keluar atau koridor. Semua pembatas antar ruangan dan koridor

pada Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki material yang sama yaitu menggunakan material gypsum dan dilengkapi dengan dor self closer dengan material pintu terbuat dari kayu.

Kayu merupakan material yang tidak tahan api namun tahan terhadap asap. Penyebaran asap pada koridor dapat sehingga proses evakuasi untuk menyelamatkan diri melalui akses keluar atau koridor memiliki beberapa waktu. Sehingga penilaian parameter ini kompartemen pada Gedung Rumah Sakit XYZ mendapatkan nilai 2.

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS,PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES

11. CORRIDOR/ROOM SEPARATION (COMPARTMENTATION) PARAMETER

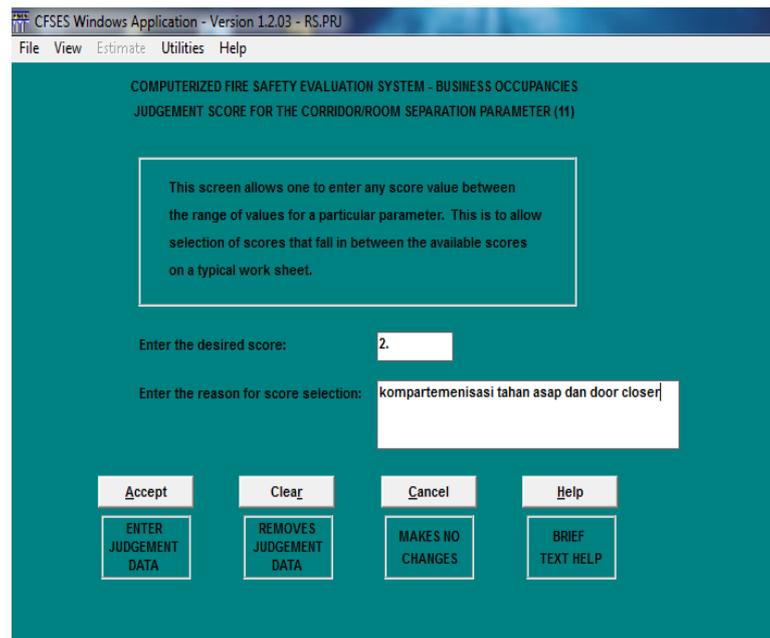
Safety Parameter	PARAMETER STATUS						No Separation
	Separation exists and level of protection is:						
	In-complete	Smoke resistive		>= 20 min		>= 1 hr	
11. Corridor/room separation (compartmentation)		w/o door closer	w/ door closer	w/o door closer	w/ door closer	w/ door closer	
		-6 to 0	0	2	1	2(3)	3(4)

COMPARTMENTATION

This parameter addresses the separation of the actual occupant spaces from the exit corridor system. This measures both the protection of the corridor from fires in a room and the ability to confine the fire and/or smoke to that room.

Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.36 Penilaian Parameter Coridor**



**Gambar 4.37 Penilaian Parameter**

#### **4.2.12 Program Tanggap Darurat (*Occupant Emergency Program*)**

Pada Gedung Rumah Sakit XYZ pernah melakukan pelatihan tanggap darurat pada tahun 2011 yang bekerja sama dengan pihak Dinas Pemadam Kebakaran. Namun pada tahun berikutnya sampai tahun ini belum pernah melakukan pelatihan tanggap darurat kembali.

Gedung Rumah Sakit XYZ belum membentuk tim penanggulangan keadaan darurat, tidak memiliki program pelatihan tanggap darurat secara periodik. Pengguna gedung dalam hal ini dianggap tidak siap dalam menghadapi keadaan darurat.

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ  
File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
12. OCCUPANCY EMERGENCY PROGRAM PARAMETER

Safety Parameter	PARAMETER STATUS		
12. Occupant Emergency Program	Number of Fire Drills Conducted per Year		
	0	1 to 2	over 2
	-2	1	1(2)

OCCUPANCY EMERGENCY PROGRAM

This parameter gives a measure to the emergency preparedness of the building occupants. It measures that preparedness in terms of the number of fire drills held each year.

Accept Cancel Help Judgement

**Gambar 4.38** Penilaian Parameter *Occupancy Emergency*

Penilaian parameter program tanggap darurat mendapatkan nilai awal pada CFSES adalah 1, dari wawancara yang didapat pada gedung Rumah Sakit XYZ tentang pelatihan tanggap darurat belum memiliki tim penanggulangan keadaan darurat dan pelatihan tanggap darurat setiap satu tahun sekali belum secara priodik yang diadakan oleh petugas yang berwenang. Sehingga penilaian parameter ini mendapatkan nilai -1 dari rentang penilaian -3 sampai dengan 2.

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRJ

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
JUDGEMENT SCORE FOR THE OCCUPANT EMERGENCY PROGRAM PARAMETER (12)

This screen allows one to enter any score value between the range of values for a particular parameter. This is to allow selection of scores that fall in between the available scores on a typical work sheet.

Enter the desired score:

Enter the reason for score selection: pernah melakukan pelatihan tanggap darurat pada tahun 2011 dan di tahun berikutnya belum melakukan pelatihan lagi

Accept      Clear      Cancel      Help

ENTER JUDGEMENT DATA      REMOVES JUDGEMENT DATA      MAKES NO CHANGES      BRIEF TEXT HELP

**Gambar 4.39** Penilaian Parameter *Occupancy Emergency*

#### 4.2.13. Hasil Temuan

**Tabel 4.1** Hasil Temuan Lain

	<p>Siamise conection dan hydrant pilar . Keadaan hydrant pilar yang tertutup oleh pohon.</p>
	<p>Terdapat hydrant gedung yang tidak</p>



ada kelengkapan nya.



Diruang pompa terdapat tumpukan pipa-pipa yang tak terpakai.



Hydrant halaman dan hydrant pilar yang tertutup oleh pohon.



Tumpukan kursi dan kardus yang menghalangi pintu darurat.



Terdapat sofa, kursi dan meja yang menghalangi pintu darurat.



Ruangan lift dalam keadaan berdebu.



Kontrol lift dalam kondisi baik.

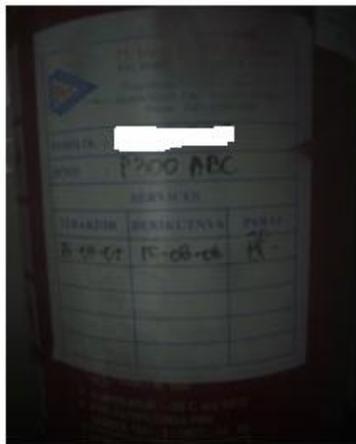


Panel kontrol lift terdapat sarang laba-laba dan debu.

Smoke detektor di ruangan lift



Tempat apar dalam kondisi kosong.



Apar yang masa pemakaiannya sudah habis



Terdapat tumpukan kursi dan barang sebelum masuk ruangan trafo.



Kondisi kabel di trafo dalam keadaan berdebu.



Tempat tabung oksigen yang sudah habis.



kondisi tabung oksigen cadangan  
dalam ruangan ganti pekerja.



Terdapat penampungan air didalam  
tangga darurat.



Terdapat tumpukan karpet dan barang-  
barang setelah memasuki pintu darurat.

	<p>Pressure fan di tangga darurat.</p>
	<p>Area titik kumpul dekat dengan pos penjaga.</p>

#### 4.3. Hasil Evaluasi

Setelah melakukan penilaian terhadap 12 parameter yang terdiri dari parameter konstruksi, pemisah bahaya, bukaan vertikal, sprinkler, sistem alarm kebakaran, pendeteksi asap, interior finish, pengendali asap, akses keluar, jalur evakuasi, kompartemen, dan program tanggap darurat yang terdapat pada CFSES (*Computerized Fire Safety Evaluation System*). Maka didapatkan sebuah hasil evaluasi nilai keselamatan kebakaran di Gedung Rumah Sakit XYZ. Nilai evaluasi

dari ke 12 parameter tersebut dikelompokkan menjadi tiga aspek, yaitu kontrol penyebaran api, sistem jalan keluar dan keselamatan kebakaran umum.

Dari hasil evaluasi ruang rawat inap di Gedung Rumah Sakit XYZ, kekurangan pada ruang rawat inap di Rumah Sakit XYZ ini yaitu pada sistem proteksi kebakaran seperti saat observasi tidak terdapat *smoke atau heat detector*, kemudian masih terdapat hydrant gedung yang masih kurang kelengkapannya, terdapat apar yang masa pemakaiannya sudah habis dan sprinkler masih ada kerusakan dan tersegel, serta sentral oksigen yang tidak dilengkapi dengan pintu tahan api dan terdapat lemari diruang sentral oksigen. Karena sistem proteksi kebakaran wajib untuk bangunan rumah sakit dimana sebagian besar penghuninya adalah pasien dalam kondisi lemah sehingga tidak dapat menyelamatkan dirinya dari bahaya kebakaran.

#### **4.3.1. Kontrol Penyebaran Api**

Aspek dari kontrol penyebaran api menilai parameter yang terdapat mempercepat atau memperlambat sebuah proses penyebaran api saat terjadi kebakaran. Aspek ini mencakup delapan dari dua belas parameter CFSES yaitu konstruksi, pemisahan bahaya, bukaan vertikal, sprinkler, alarm kebakaran, pendeteksi asap, interior finish dan kompartemen.

#### **4.3.2. Keselamatan Kebakaran Umum**

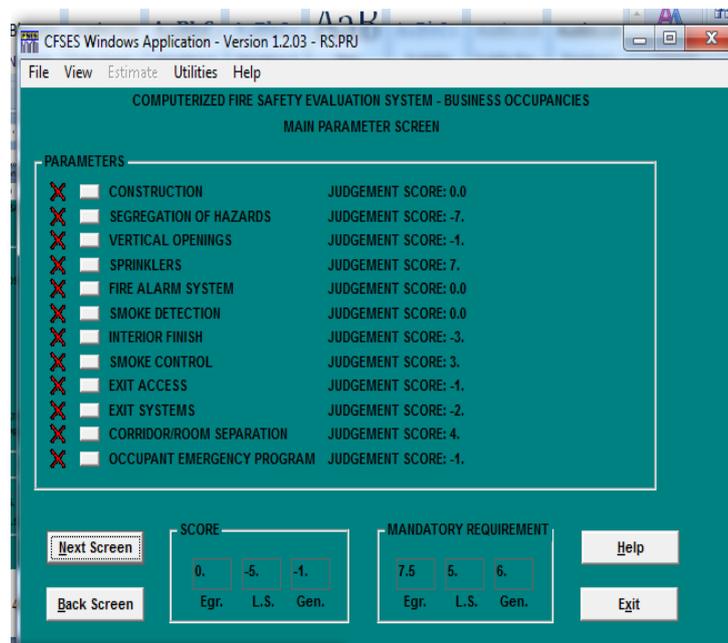
Aspek Keselamatan Kebakaran Umum menilai sistem kebakaran gedung secara keseluruhan. Aspek ini meliputi dua belas parameter CFSES, yaitu konstruksi, pemisahan bahaya, bukaan vertikal, sprinkler, alarm kebakaran,

pendeteksi asap, interior finish, sistem pengendalian asap, akses keluar, jalur evakuasi, kompartemen, dan program tanggap darurat.

#### 4.3.3. Sistem Jalan Keluar

Aspek sistem jalan keluar menilai parameter yang mendukung sebuah proses evakuasi penghuni gedung apabila terjadi kebakaran. Tujuannya agar penghuni gedung dapat selamat ketika terjadi keadaan darurat sampai berada di titik kumpul atau ke area yang aman. Aspek ini meliputi sepuluh dari dua belas parameter CFSES, yaitu pemisahan bahaya, bukaan vertikal, sprinkler, alarm kebakaran, pendeteksi asap, sistem pengendali asap, akses keluar, jalur evakuasi, kompartemen, dan program tanggap darurat.

Bisa dilihat digambar 4.40 dan gambar 4.41 nilai keselamatan kebakaran yang diperoleh gedung Rumah Sakit XYZ setelah melakukan penilaian parameter tersebut.



**Gambar 4.40 Hasil Penilaian Parameter 1**

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRU

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
INDIVIDUAL PARAMETER EVALUATION - WORKSHEET (BASE CASE)

PARAMETER	FIRE CONTROL	EGRESS	GENERAL
CONSTRUCTION	0.		0.
SEGREGATION	-7.	-7.	-7.
V. OPENINGS	-1./2 = -0.5	-1.	-1.
SPRINKLERS	7.	7./2 = 3.5	7.
FIRE ALARM	0./2 = 0.	0.	0.
SMOKE DET.	0./2 = 0.	0.	0.
INT. FINISH	-3./2 = -1.5		-3.
SMOKE CONT.		3./2 = 1.5	3.
EXIT ACCESS		-1.	-1.
EXIT SYSTEM		-2.	-2.
CORRIDOR SEP.	4./2 = 2.	4./2 = 2.	4.
OCC. EMER. PR.		-1.	-1.
TOTAL	0.	-5.	-1.
REQUIRED	7.5	5.	6.

Options

OPTION 1 Cost/Risk

OPTION 2 Cost/Risk

OPTION 3 Cost/Risk

OPTION 4 Cost/Risk

OPTION 5 Cost/Risk

Actions

Set Base Case Not Set

Refinements None Available

Base Case Not Available

Considerations Not Evaluated

Back Screen Exit Help

**Gambar 4.41 Hasil Penilaian Parameter 2**

Nilai keselamatan kebakaran yang diperoleh Gedung Rumah Sakit XYZ yaitu 0 dari persyaratan minimum 7,5 untuk kontrol penyebaran api, lalu untuk nilai sistem jalan keluar mendapatkan nilai -5 dari persyaratan minimum 5, dan untuk keselamatan kebakaran umum mendapatkan nilai -1 dari persyaratan minimum 6. Hal ini menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh gedung Rumah Sakit XYZ masih berada di bawah nilai keselamatan kebakaran minimum yang telah ditetapkan oleh NFPA 101 dan NFPA 101A. Berikut perbandingan nilai yang diperoleh dengan nilai persyaratan keselamatan kebakaran minimum pada Gedung Rumah Sakit XYZ.

SCORE			MANDATORY REQUIREMENT		
0.	-5.	-1.	7.5	5.	6.
Egr.	L.S.	Gen.	Egr.	L.S.	Gen.

**Gambar 4.42 nilai hasil evaluasi CFSES**

Keterangan:

Egrs : Kontrol penyebaran api

Ls : Sistem jalan keluar

Gen : Keselamatan kebakaran umum.

#### 4.4 Usulan Pemenuhan Ketidaksesuaian 12 Variabel CFSES.

Berdasarkan hasil evaluasi disetiap masing-masing parameter, perlu adanya usulan perbaikan sebagai upaya meningkatkan keselamatan kebakaran gedung untuk mencapai nilai maksimal. Usulan ini dapat memudahkan pihak pengelola gedung sebagai rekomendasi dalam tindakan perbaikan. Usulan perbaikan untuk setiap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.2 Usulan Pebaikan Parameter**

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
1	Konstruksi Gedung	Memakai bahan yang tahan api. Kontruksi tipe I (433), tipe I (332), tipe II (222). Kontruksi tipe 1 ini menggunakan beberapa bahan dalam kontruksinya yaitu beton, baja dan <i>mansory</i> .	NFPA 220, 101 dan NFPA 99	Karena tidak memungkinkan harus membuat gedung baru dengan konstruksi tipe I (433), tipe I (332), tipe II (222)	
2	Segeregasi Bahaya	Memasang sistem		Karena harus	Memasang

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
		proteksi kebakaran seperti sprinkler atau sistem deteksi dan pengawasan dengan cctv pada area berbahaya.	NFPA 101	membuat gedung pemisah / memindahkan seperti ruang genset, ruang trafo, ruang panel listrik	sistem proteksi kebakaran di area berbahaya agar tidak menjadi double deficiency
3	Bukan Vertikal	Bukaan vertikal seperti shaft pipa dan kabel harus dilengkapi dengan <i>fire stop material</i> yang berbahan mortar atau menggunakan <i>fire damper</i>	NFPA 101	Tidak bisa melakukan perbaikan karena mengganggu sistem kenyamanan gedung.	
4	Sprinkler	Memperbaiki sprinkler yang rusak dan melepaskan segel pada kepala sprinkler. Seharusnya kepala sprinkler dalam kondisi yang baik dan berfungsi apabila pada saat terjadi kebakaran.	NFPA 101 dan NFPA 25		Bisa diperbaiki karena memperbaiki sprinkler yang rusak dan melepas segel yang terdapat di kepala sprinkler dan melakukan pengujian secara rutin kepada

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
					petugas yang berwenang.
5	Sistem Alarm Kebakaran	Mengintegrasikan sistem alarm kebakaran dengan pos pemadam kebakaran atau Dinas Pemadam Kebakaran setempat	NFPA 101 dan NFPA 72		Bisa dilakukan pihak pengelola gedung harus berkordinasi dengan petugas pemadam kebakaran agar terhubung dengan pos pemadam kebakaran terdekat
6	Pendeteksi Asap	Memasang sistem deteksi	NFPA 101 dan NFPA 72	Karena harus menginstal sebuah sistem deteksi untuk keseluruhan gedung.	
7	<i>Interior Finish</i>	a. Menyediakan ruangan khusus (gudang) untuk meletakkan barang baik yang berada diruangan maupun dijalur	NFPA 101 dan NFPA 10		Bisa dilakukan karena memindahkan tumpukan barang yang berada di koridor dan

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
		<p>koridor/keluar.</p> <p>b. Apar yang habis masa pemakaiannya harus di isi ulang kembali serta apar yang kosong pada tempat harus dilengkapi.</p>			serta melakukan pengisian apar kepada petugas yang berwenang
8	Smoke Control	Harus Terdapat pressure fan dan smoke control pada gedung dan terdapat ventilasi alami.	NFPA 101	Tidak bisa diperbaiki Karena sudah terpasang pada gedung	
9	Akses Keluar	<p>a. Akses keluar harus bersih dari tumpukan barang sehingga tidak dapat menghambat proses evakuasi.</p> <p>b. Tanda EXIT harus dilengkapi dengan baterai</p>	NFPA 101		Bisa dilakukan karena memindahkan tumpukan barang seperti sofa, meja, kursi dari koridor . Melengkapi tanda EXIT dengan baterai.
10	Jalan Keluar	a. harus bersih	NFPA		Memindahkan

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
		<p>dari tumpukan barang sehingga tidak menghambat proses evakuasi.</p> <p>b. lampu darurat harus otomatis ketika terjadi kebakaran.</p>	101		<p>tumpukan barang - barang pada sarana jalan keluar.</p> <p>Mengganti lampu darurat menjadi otomatis.</p>
11	<p><i>Corridor/room separation (compartementation)</i></p>	<p>Melengkapi semua pintu dengan <i>dor self closer</i></p>	<p>NFPA 101</p>		<p>Bisa dilakukan dengan mengganti pintu <i>dor self closer</i></p>
12	<p>Program Tanggap Darurat</p>	<p>a. Membentuk tim manajemen penanggulangan kebakaran gedung.</p> <p>b. Membuat prosedur tanggap darurat.</p> <p>c. Mengadakan simulasi kebakaran dan pelatihan penggunaan apar pada karyawan</p>	<p>NFPA 101A dan NFPA 1600</p>		<p>Pihak gedung harus membentuk tim manajemen kebakaran. Membuat prosedur tanggap darurat. Mengadakan simulasi kebakaran. Melakukan inspeksi</p>

No	Parameter	Usulan Perbaikan	Acuan	Tingkat Kesulitan	Alasan
		gedung 2 kali setahun. d. Melakukan inspeksi secara rutin pemeriksaan dan pemeliharaan sistem proteksi kebakaran.			secara rutin dan pemeriksaan terhadap sistem proteksi kebakaran yang berada pada gedung Rumah Sakit

#### 4.4.1. Perubahan Nilai Setelah Usulan Perbaikan

Usulan pemenuhan perbaikan bertujuan untuk meningkatkan sistem keselamatan dan kebakaran pada gedung apabila terjadi kebakaran. Terdapat beberapa usulan perbaikan pada parameter yang memiliki dampak yang cukup besar jika memenuhi persyaratan, usulan perbaikan tersebut akan mempengaruhi nilai parameter keselamatan pada CFSES. Perubahan nilai akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.3 Perubahan Nilai Parameter**

No	Parameter	Perbaikan	Nilai	
			Awal	Akhir
1	<i>Sprinkler</i>	Memperbaiki sprinkler yang rusak, melepas segel yang mash terdapat disprinkler dan melakukan pengujian	7	10
2	<i>Fire Alarm</i>	Mengaktifkan MCFA ( <i>Main</i>		

No	Parameter	Perbaikan	Nilai	
			Awal	Akhir
		<i>Control Fire Alarm</i> ) dengan menghubungkan ke pos pemadam kebakaran yang terdekat dengan Gedung Rumah Sakit XYZ.	0	4
3	<i>Interior Finish</i>	Memindahkan barang seperti kursi, sofa, dan meja dari koridor yang mempunyai <i>flame spread rating</i> >75 - <= 200 dan menyediakan barang tak terpakai digudang atau ruang khusus.  Apar yang habis masa pemakaiannya harus di isi ulang kembali serta apar yang kosong pada tempat harus dilengkapi.	-3	2
4	<i>Exit Acces</i>	a. Memindahkan tumpukan barang pada jalur koridor sehingga tidak dapat menghambat proses evakuasi.  b. Tanda EXIT harus dilengkapi dengan baterai.	-1	2
5	<i>Exit System</i>	a. harus bersih dari tumpukan barang sehingga tidak menghambat proses evakuasi.  b. lampu darurat harus otomatis ketika terjadi	-2	3

No	Parameter	Perbaikan	Nilai	
			Awal	Akhir
		kebakaran.		
6	<i>Corridor/room separation (compartementation)</i>	Melengkapi semua pintu dengan <i>door self closer</i>	2	4
7	<i>Occ. Emergency.Plan</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Membentuk tim manajemen penanggulangan kebakaran gedung.</li> <li>b. Membuat prosedur tanggap darurat.</li> <li>c. Mengadakan simulasi kebakaran dan pelatihan penggunaan apar pada karyawan gedung 2 kali setahun.</li> <li>d. Melakukan inspeksi secara rutin pemeriksaan dan pemeliharaan sistem proteksi kebakaran.</li> </ul>	-1	2

Apabila ke tujuh parameter usulan perbaikan dilakukan, terjadi perubahan nilai pada hasil evaluasi CFSES. Perbandingan hasil evaluasi sebelum dan setelah melakukan perbaikan pada gambar berikut:

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRU

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
INDIVIDUAL PARAMETER EVALUATION - WORKSHEET (BASE CASE)

PARAMETER	FIRE CONTROL	EGRESS	GENERAL
CONSTRUCTION	0.		0.
SEGREGATION	-7.	-7.	-7.
V. OPENINGS	-1/2 = -0.5	-1.	-1.
SPRINKLERS	7.	7/2 = 3.5	7.
FIRE ALARM	0/2 = 0.	0.	0.
SMOKE DET.	0/2 = 0.	0.	0.
INT. FINISH	-3/2 = -1.5		-3.
SMOKE CONT.		3/2 = 1.5	3.
EXIT ACCESS		-1.	-1.
EXIT SYSTEM		-2.	-2.
CORRIDOR SEP.	4/2 = 2.	4/2 = 2.	4.
OCC. EMER. PR.		-1.	-1.
TOTAL	0.	-5.	-1.
REQUIRED	7.5	5.	6.

Options

OPTION 1 Cost/Risk

OPTION 2 Cost/Risk

OPTION 3 Cost/Risk

OPTION 4 Cost/Risk

OPTION 5 Cost/Risk

Actions

Set Base Case Not Set Refinements None Available

Base Case Not Available Considerations Not Evaluated

Back Screen Exit Help

**Gambar 4.43** Evaluasi Nilai Parameter sebelum Perbaikan

CFSES Windows Application - Version 1.2.03 - RS.PRU

File View Estimate Utilities Help

COMPUTERIZED FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM - BUSINESS OCCUPANCIES  
INDIVIDUAL PARAMETER EVALUATION - WORKSHEET (BASE CASE)

PARAMETER	FIRE CONTROL	EGRESS	GENERAL
CONSTRUCTION	0.		0.
SEGREGATION	-7.	-7.	-7.
V. OPENINGS	-1/2 = -0.5	-1.	-1.
SPRINKLERS	10.	10/2 = 5.	10.
FIRE ALARM	4/2 = 2.	4.	4.
SMOKE DET.	0/2 = 0.	0.	0.
INT. FINISH	2/2 = 1.		2.
SMOKE CONT.		3/2 = 1.5	3.
EXIT ACCESS		2.	2.
EXIT SYSTEM		3.	3.
CORRIDOR SEP.	4/2 = 2.	4/2 = 2.	4.
OCC. EMER. PR.		2.	2.
TOTAL	7.5	11.5	22.
REQUIRED	7.5	5.	6.

Options

OPTION 1 Cost/Risk

OPTION 2 Cost/Risk

OPTION 3 Cost/Risk

OPTION 4 Cost/Risk

OPTION 5 Cost/Risk

Actions

Set Base Case Not Set Refinements None Available

Base Case Not Available Considerations Not Evaluated

Back Screen Exit Help

**Gambar 4.44** Evaluasi Nilai Setelah Perbaikan

Pada gambar di atas dapat dilihat adanya peningkatan nilai yang dihasilkan dari pemenuhan perbaikan 7 parameter. Variabel kontrol penyebaran api (*fire control*) mendapat nilai 7.5 dari nilai awal -6, dengan syarat minimum 7.5, variabel sistem jalan keluar (*egress*) mendapat nilai 14.5 dari nilai awal 11.5

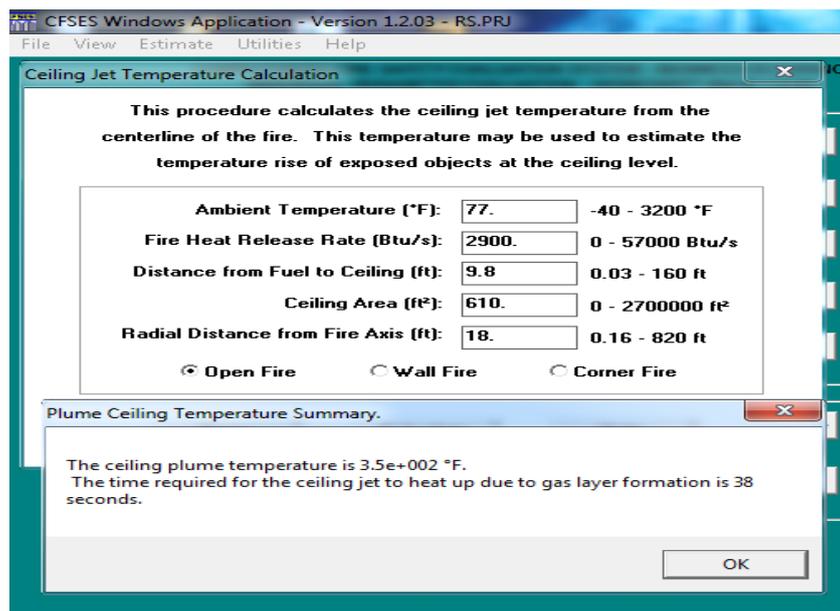
dengan syarat minimum 5 dan variabel keselamatan kebakaran umum mendapat nilai 22 dari nilai awal -13 dengan syarat minimum yaitu 6. Peningkatan nilai tersebut melebihi nilai keselamatan minimum yang disyaratkan, sehingga jika rekomendasi perbaikan dapat dilakukan maka gedung Rumah Sakit XYZ sudah memenuhi standar keselamatan yang telah ditetapkan oleh NFPA 101 dan NFPA 101A.

#### **4.5. Utilities**

Pada aplikasi CFSES terdapat menu utilities yang bisa digunakan untuk menghitung beberapa kebutuhan tentang gedung yang dapat membantu dalam mengasumsikan berbagai kejadian saat kebakaran. Perhitungan ini tidak terkait dengan kedua belas parameter penilaian.

##### **4.5.1. *Ceiling Jet Temperature Calculation***

Adapun perhitungan untuk menghitung sebuah suhu *ceiling jet* yang terjadi dari titik tengah api. Karena terdapat beberapa bahan yang akan menyala dengan sendirinya ketika terkena sambaran *ceiling jet* yang sudah mencapai suhunya.

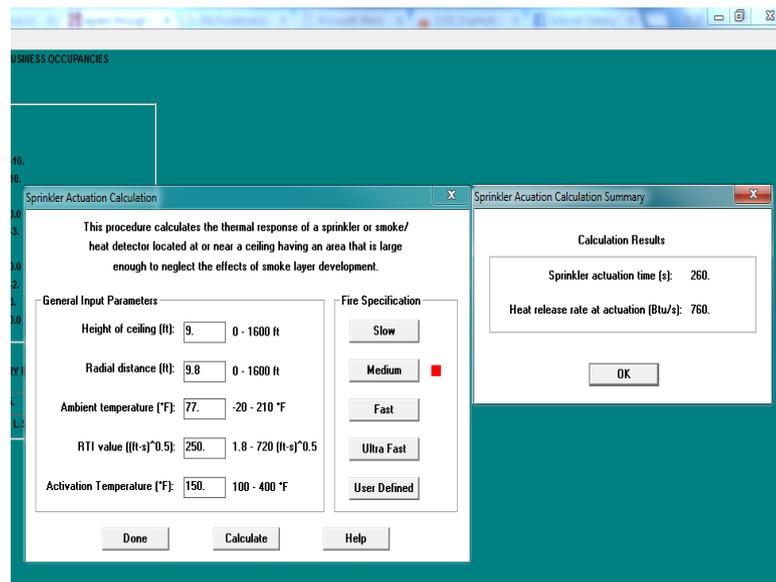


**Gambar 4.45** *Ceiling Jet Temperature Calculation*

Berdasarkan perhitungan, suhu pada *ceiling plume* mencapai  $3,5e+002$  °F atau  $350^{\circ}\text{F}$  ( $176,6^{\circ}\text{C}$ ) dan untuk membentuk layer sempurna yang mengelilingi *fire jet* membutuhkan waktu 38 detik.

#### 4.5.2. *Sprinkler Actuation Calculation*

Lalu perhitungan aktivasi sprinkler yang berada di Ruang Rawat inap pada gedung Rumah Sakit XYZ apabila terjadi kebakaran.



**Gambar 4.46 Sprinkler Actuation Calculation**

Berdasarkan perhitungan, waktu yang dibutuhkan untuk *sprinkler* dapat aktif saat terjadi kebakaran adalah 260 detik (4 menit 3 detik) dengan *Heat Release Rate* saat aktivasi yaitu 760 Btu/s.

#### 4.5.3. Egrees Calculation

Adapun perhitungan jalur penyelamatan yang berfungsi untuk menghitung waktu yang dibutuhkan penghuni gedung untuk menyelamatkan diri sampai ketempat yang aman tanpa hambatan di koridor dan di tangga darurat. Penelian akan meningkat dengan sendirinya apabila tersedia waktu yang cukup untuk melakukan evakuasi dari lantai teratas di gedung tersebut. Jumlah lantai gedung Rumah Sakit XYZ adalah 8 lantai, dengan jumlah total penghuni adalah 400 orang dan ada 24 pintu darurat secara keseluruhan digedung tersebut. Jarak antar vertikal antar lantai adalah jarak yang dihitung secara tegak lurus antara lantai dengan langit-langit yaitu 3 meter (9.8ft).

Kecepatan saat melewati rute penyelamatan didapatkan dari hasil percobaan yang dilakukan oleh peneliti dengan cara menuruni jalur penyelamatan dari lantai teratas sampai dengan jalur penyelamatan. Dari hasil percobaan evakuasi ini didapatkan hasil untuk kecepatan sebesar 1.8ft/detik. *Flow rate* saat melewati pintu darurat adalah 0.4 orang/pintu darurat-detik dan karena gedung Rumah Sakit XYZ ini adalah sebagian besar orang yang berkebutuhan khusus.

Jumlah tangga darurat ada sebanyak 2 buah, dengan tinggi gedung 33.5 meter (110ft). Anak tangga di setiap tangga darurat memiliki lebar sebesar 1 meter (99inch), dengan tinggi pegangan 17.7 centimeter (7inch), sehingga laju alir di tangga darurat mencapai 0.4 orang/ft-detik. Berdasarkan Furness & Mucket (2007), kecepatan menuruni anak tangga saat terjadi kebakaran bagi orang normal 1.8 ft/s. kemudian data ini dimasukkan ke dalam CFSES seperti gambar 4.59 yang dibawah ini.

The screenshot shows the 'Egress Calculation' window of the CFSES application. It contains several input fields for parameters such as 'Number of people', 'Distance over floor', 'Number of exit doors', 'Speed on level routes', 'Flow rate through exit leaf', 'Disabled persons', 'Number of stairways', 'Vertical distance', 'Width of stairs', 'Average width', 'Total width', 'Height of riser', 'Depth of tread', 'Stair flow rate', and 'Speed down stairs'. Below the input fields is a 'Summary of Calculated Egress Times' window that displays the following results:

Summary of Calculated Egress Times	
Based on the information provided in the EGRESS CALCULATION ROUTINE window, the following egress times have been calculated for the building and the recommended score for the egress parameter is provided.	
Unimpeded egress time (s):	740.
Egress through exit doors (s):	670.
Egress through stairs (s):	290.

**Gambar 4.47 Egrees Calculation**

Berdasarkan perhitungan, perhitungan waktu keluar tanpa hambatan adalah sekitar 650 detik (10 menit 50 detik) dengan total penghuni sebanyak 400

orang. Waktu yang dibutuhkan melalui pintu keluar yaitu 500 detik (8 menit 3 detik) dan waktu yang dibutuhkan melalui tangga 220 detik (3 menit 8 detik).

)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Berdasarkan hasil analisis kesesuaian sistem proteksi dan keselamatan kebakaran pada ruang rawat inap digedung Rumah Sakit XYZ berdasarkan standar NFPA : 101 *Life Safety Code* dengan menggunakan CFSES .Terdapat 2 item yang sesuai, dan 10 item yang tidak sesuai, baik dari segi kontrol penyebaran api, sistem jalan keluar, dan keselamatan kebakaran secara umum.

- a. Kontruksi

Kontruksi gedung Rumah Sakit XYZ tidak sesuai, karena bangunan gedung Rumah Sakit XYZ memiliki konstruksi tipe III (211) karena konstruksi dinding terbuat dari batu bata.

- b. Segeregasi Bahaya

Segregasi bahaya di Rumah Sakit XYZ Ruang panel listrik, ruang genset, dan ruang trafo berada dalam satu gedung dan Memiliki kekurangan ganda (*double deficiency* ) yaitu tidak adanya sistem proteksi kebakaran seperti *sprinkler* dan akibat kebakaran dapat membahayakan struktur bangunan.

- c. Bukaannya vertikal

Gedung Rumah Sakit XYZ seperti shaf pipa, shaf kabel, elevator yang menghubungkan dari basement sampai ke lantai 8.

d. Sprinkler

Pada Gedung Rumah Sakit XYZ masih terdapat keadaan kondisi yang rusak dan tersegel.

e. Sistem alarm kebakaran

Sistem alarm kebakaran belum terintegrasi langsung kepada Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran setempat dan lampu indikator, *breakglass* yang di box hydrant tidak ada.

f. Tidak terdapat sistem deteksi.

g. *Interior finish* pada gedung Rumah Sakit XYZ terdapat tumpukan kursi, sofa dan meja yang mempunyai *flame spread rating* 76-200Btu/s.

h. Terdapat sofa, meja dan kursi di koridor.

i. Jalur evakuasi di Rumah Sakit XYZ emergency lamp harus dihidupkan secara manual dan terdapat penampungan air.

j. Belum melakukan program pelatihan tanggap darurat dan belum membentuk tim manajemen pengurangan keadaan tanggap darurat.

2. Usulan Pemenuhan ketidaksesuaian pada sistem proteksi keselamatan dan kebakaran di gedung Rumah Sakit XYZ berdasarkan standar NFPA 101 : *Life Safety Code* sebagai berikut :

a. Konstruksi gedung Rumah Sakit XYZ harus memiliki Konstruksi Tipe I, konstruksi dimana elemen strukturnya seperti dinding, kolom, bentangan, balok penopang, tiang penopang, lengkungan, lantai, dan atap terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar. Pada konstruksi tipe I terdapat dua jenis subklasifikasi yaitu tipe 443 dan tipe 332. Hal mendasar yang membedakan

kedua tipe ini adalah spesifikasi tingkat ketahanan api pada kerangka struktural bangunan. Salah satu perbedaan elemen struktur yang berbeda tingkat ketahanan api adalah konstruksi atap, untuk tipe 443 memiliki ketahanan api selama 2 jam, sedangkan untuk tipe 332 selama 1 ½ jam. Bangunan dengan konstruksi tipe I dapat menahan api selama beberapa jam tanpa kegagalan struktur sehingga tipe ini merupakan konstruksi terbaik untuk keselamatan kebakaran. Beberapa material yang tergolong kedalam konstruksi tipe I adalah beton, dan baja serta biasanya diperkuat dengan pondasi beton pada lantai atau struktur rangka baja pada seluruh bangunan yang tahan terhadap api.

- b. Segregasi bahaya di Rumah Sakit XYZ harus melengkapi sistem proteksi kebakaran seperti *sprinkler*, sistem deteksi dan apar.
- c. Bukaannya vertikal di Gedung Rumah Sakit XYZ seperti shaf pipa, shaf kabel, elevator yang menghubungkan dari basement sampai ke lantai 8. Setiap bukaan vertikal antara lantai bangunan harus tertutup dan dilindungi dengan bahan/material yang tahan api. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah terjadinya penyebaran api dan asap melalui bukaan vertikal dari lantai ke lantai sehingga penghuni mempunyai waktu untuk menggunakan sarana jalan keluar ketika terjadi kebakaran (NFPA 101, 2012). Pencegahan sebaran api dan asap yang melalui bukaan vertikal adalah dengan melengkapi bukaan vertikal dengan *fire stopping*. *Fire stopping* ini harus dipasang pada salah satu atau kedua sisi bukaan vertikal misalnya saja pada shaft kabel, pipa, atau sambungan konstruksi (*joint*). Selain menggunakan *fire stopping material* yang memiliki tingkat ketahanan api selama 1 jam, bukaan vertikal juga dapat

dilengkapi dengan *fire damper* yang merupakan suatu perangkat bagian dari ventilasi udara dalam kondisi normal melalui saluran, dinding atau partisi dimana dapat menutup secara otomatis untuk mencegah perjalanan/penyebaran api selama jangka waktu yang ditentukan jika terjadi kebakaran (ASFP, 2005).

- d. Sprinkler pada Gedung Rumah Sakit XYZ harus memperbaiki sprinkler yang rusak .
- e. Sistem alarm kebakaran dihubungkan kepada Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran terdekat dan melengkapi lampu indikator, *breakglass* yang terdapat di box hydrant .
- f. Sistem deteksi.  
Memasang detektor asap karena penghuni gedung termasuk orang *disable*
- g. *Interior finish* .  
Menyediakan ruangan khusus (gudang) untuk meletakkan barang baik yang berada diruangan maupun dijalur koridor/keluar.
- h. Akses keluar.  
akses keluar harus bersih dari tumpukan barang sehingga tidak dapat menghambat proses evakuasi,
- i. Jalur evakuasi di Rumah Sakit XYZ harus bersih dari tumpukan barang sehingga tidak menghambat proses evakuasi dan lampu darurat harus otomatis ketika terjadi kebakaran.
- j. Melakukan program pelatihan tanggap darurat dan belum membentuk tim manajemen penggulangan keadaan tanggap darurat.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk Gedung Rumah Sakit XYZ adalah sebagai berikut:

1. Melengkapi sistem deteksi dan pemadaman pada ruangan berbahaya seperti ruang genset, ruang trafo, ruang panel listrik, ruang lift dan ruang sentral oksigen dengan sprinkler, detektor dan apar.
2. Melengkapi sistem proteksi kebakaran untuk ruangan rawat inap dan koridor dengan sistem detektor agar memberi peringatan sedini mungkin kepada para pasien dan penghuni gedung apabila terjadi kebakaran.
3. Melakukan pengujian dan perawatan terhadap sistem proteksi kebakaran secara berkala setiap satu tahun sekali.
4. Melengkapi perlengkapan box hydrant seperti slang, nozzle, alarm dan lampu indikator yang masih kosong.
5. Melengkapi apar yang masih kosong dan serta melakukan pengisian ulang apar yang masa pemakaiannya sudah habis.
6. Melengkapi ruang sentral oksigen dengan pintu tahan api dan *door self closer* serta bertuliskan bertuliskan “AREA BERBAHAYA” atau “DILARANG MEROKOK” pada pintu.
7. Melakukan perawatan terhadap ruang trafo, genset, ruang lift, ruang panel listrik secara berkala agar tidak terjadi korsleting listrik atau kebakaran yang disebabkan oleh debu.
8. Menutup bukaan vertikal berupa saf kabel-pipa dan bukaan kosong menggunakan *fire stopping material* agar penyebaran asap secara vertikal dapat dicegah.

9. Tidak meletakkan bahan properti seperti kursi, sofa, lemari di koridor dan tidak meletakkan tumpukan barang bekas serta tidak meletakkan tower air ditangga darurat.
10. Rumah Sakit XYZ berkoordinasi supaya sistem alarm kebakaran langsung terhubung ke Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran terdekat.
11. Membentuk manajemen penanggulangan kebakaran gedung dan membuat prosedur tanggap darurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ferguson, L.H., & Janicak, C.A. (2005). *Fundamental of Fire Protection for the Safety Profesional*. USA: The Scarerow Press, Inc.
- Furness, A., & Muckett, M (2007). *Introduction to Fire Safety Management*. Burlington, MA: Elvesier Ltd.
- Gultom, Norman Hermawan. 2013. *Evaluasi Penerapan Keselamatan Kebakaran Perkantoran Menggunakan Computerized Fire Safety Evaluation System (CFSES) Pada Gedung Kementerian Pertanian Republik Indonesia*.
- Halviani Yuanita. 2016. *Evaluasi dan usulan perbaikan penerapan sistem proteksi dan kebakaran pada gedung pemerintahan XYZ menggunakan computerized fire safety evaluation system (CFSES) sebagai alternative rekomendasi fire assement*
- Hughes Associates, Inc., (2000). *Computerized Fire Safety Evaluation System for Business Occupanies Software*. Baltimore, MD: Commere Drive.
- [Http://megapolitan.kompas.com/read/2016/03/14/21222521/TNI.AL.Minta.Maaf.Atas.Peristiwa.Kebakaran.RS.Mintohardjo](http://megapolitan.kompas.com/read/2016/03/14/21222521/TNI.AL.Minta.Maaf.Atas.Peristiwa.Kebakaran.RS.Mintohardjo).
- Ifan Iswara. (2011). *Analisis Risiko Kebakaran di Rumah Sakit Metropolitan*.
- Kementrian Tenaga Kerja. (1997). *Intruksi Menteri Tenaga Kerja No. INS.11/M/BW/1997 tentang pengawasan khusus k3 penanggulangan kebakaran*.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2006). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/M/2006 tentang pedoman persyaratan tekns bangunan gedung*.
- Kementrian Kesehatan RI. 2012. *PEDOMAN TEKNIS BANGUNAN RUMAH SAKIT RUANG RAWAT INAP*.
- Mahesa, Yel .2009. *Gambaran Klaim Bermasalah Gakin & SKTM Pada Pelayanan Rawat Inap di RSUD Pasar Rebo Tahun 2008*.
- Medical Center. Jakarta : Universitas Indonesia.
- NFPA. (2010). *NFPA 101: Life Safety Code®*
- NFPA. (2010). *NFPA 101A: Guide on Approaches to Life Safety*
- NFPA. (2013). *NFPA 5000: Building Construction and Safety Code ®*

- NFPA. (2006). *NFPA 220: Standard on Types of Building Construction*
- NFPA. (2006). *NFPA 92A: Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences.*
- NFPA. (2002). *NFPA 90A: Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.*
- NFPA. (2007). *NFPA 80: Standard for Five Doors and Other Opening Protectives.*
- NFPA. (2008). *NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code*
- NFPA. (2013). *NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.*
- NFPA. (2007). *NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.*
- NFPA. (2007). *NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems*
- NFPA. (2004). *NFPA 921: Guide For Fire and Explosion Investigation*
- Pemerintahan Daerah DKI Jakarta. (2008). *Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta No. 8 Tahun 2008 tentang pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran.*
- Putra, Ahmad Saribi adi. Nasri, Syahrul Meiza. 2014. *Evaluasi Penerapan Keselamatan Kebakaran Menggunakan Computerized Fire Safety Evaluation System (CFSES) Pada Gedung Pendidikan dan Laboratorium Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia.*
- Ramli, S., (2010). *Manajemen kebakaran.* Jakarta, Indonesia: Dian Rakyat.
- SNI 03-7011-2004. *Keselamatan pada bangunan fasilitas pelayanan kesehatan.*
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2009. *Tentang Rumah Sakit.*
- Wulandari, Nur Septiana. 2014. *Evaluasi Penerapan Keselamatan Kebakaran Gedung Menggunakan CFSES (Computerized Fire Safety Evaluation System) Di FMIPA dan Fakultas Farmasi Universitas Indonesia.*

**Lampiran 1**

**WORKSHEET 8.6.1 COVER SHEET**

Fire Safety Evaluation Worksheet for Business Occupancies

Facility Identification \_\_\_\_\_

Evaluator \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Notes:

**WORKSHEET 8.6.2 SAFETY PARAMETERS**

Safety Parameters	Parameter Values						
1. Construction	Noncombustible			Combustible			
	Type I (443) or (332) Type II(222)	Type II (111)	Type II (000)	Type III (211) (200)	Type IV (2HH)	Type V (111) (000)	
NFPA 220 Bldg. Constr. Types							
1 Story	0	0	0	0 -1	0	0 -1	
2 Stories	2	2	-4	0 -2	0	0 -4	
3 Stories	2	2	-6	0 -6	0	0 -12	
4-5 Stories but ≤75 ft	2	2	-10	0 -12	0	-3 -12	
>5 Stories but ≤75 ft	2	2	NV	0 NV	0	-6 NV	
>75 ft but <150 ft	2	-1	NV	0 NV	0	NV NV	
≥150 ft	2	NV	NV	0 NV	0	NV NV	
2. Segregation of Hazards	Exposed Exit System		Segregation from Exit Routes		None or No Deficiencies		
	Double Def.	Single Def.	Double Def.	Single Def.			
	-7	-4	-4	0	0		
3. Vertical Openings <sup>a</sup>	Open (or incomplete enclosure)			Enclosed			
	Connects 5 or More Floors	4 Flrs.	3 Flrs.	2 Flrs.	<30 min	30 min to 1 hr	>1 hr <sup>#</sup>
	-10	-7	-4	-2	-1	0	1
4. Sprinklers	None	Corridors Only	All but Corridors and Lobbies		Total Building		
			Standard	Fast Resp.	Standard	Fast Resp.	
	0	0	4	6	10	12	
5. Fire Alarm	None	W/O F. D. Notification		W/ F. D. Notification			
		W/O Voice Commun.	W/ Voice Commun.	W/O Voice Commun.	W/ Voice Commun.		
	0 (-2) <sup>k</sup>	1(0) <sup>k</sup> (-1) <sup>p</sup>	2(0) <sup>p</sup>	2(1) <sup>k</sup> (-1) <sup>p</sup>	4(2) <sup>p</sup>		

*(Worksheet 8.6.2 continues)*

LAMPIRAN 1

Worksheet 8.6.2 <i>Continued</i>						
6. Smoke Detection	None	Corridor	Rooms	Total Bldg. (zone)		
	0	1	2	4		
7. Interior Finish	Flame-Spread Ratings <sup>b</sup>					
	Exit Routes	>75 to ≤200		>25 to ≤75		≤25
	Rooms/Suites	>75 to ≤200	≤75	>75 to ≤200	≤75	>25 to ≤200
	-3	-1	0	1	1	2
8. Smoke Control	None		Passive		Active	
	0		3		4(3) <sup>e</sup>	
9. Exit Access	Max. Dead Ends			No Dead End >50 ft and Travel Is		
	>75 ft to ≤100 ft	>50 ft (20 ft) <sup>b</sup> to ≤75 ft	>200 ft <sup>c</sup> to <400 ft	>100 ft to 200 ft <sup>e</sup>	>50 ft to 100 ft	≤50 ft
	-2 <sup>d</sup>	-1	-1	0	1	3
10. Egress Route	Single	Multiple Routes			Direct Exits	
		Deficient	Not Deficient	Smokeproof Enclosures		
	-6(0) <sup>g</sup>	-2	0	3	5	
11. Corridor/Room Separation (compartmentation)	Separation Exists and Level of Protection Is					No Separation, or Single Tenant, or Parameter 4 Value ≥10
		Smoke Resistive <sup>h</sup>		≥½ hr <sup>e</sup>		
	Incomplete	W/O Door Closer	W/Door Closer	W/O Door Closer	W/Door Closer	
-6 to 0 <sup>i</sup>	0	1(2) <sup>f</sup>	1	2(3) <sup>f</sup>	3(4) <sup>f</sup>	3
12. Occupant Emergency Program	Number of Fire Drills Conducted Per Year					
	0		1 to 2		>2	
	-2(-3) <sup>m</sup>		0(1) <sup>n</sup>		1(2) <sup>n</sup>	

NV – Where these conditions exist, this FSES does not evaluate overall safety. Other analysis techniques shall be permitted to be applied in accordance with the equivalency concept of Section 1.4 of NFPA 101, *Life Safety Code*.

<sup>a</sup> Use 0 if building is one level.

<sup>b</sup> In any sprinkler-protected spaces, consider flame-spread rating to be 25 or 75 if the interior finish material flame spread does not exceed 75 or 200, respectively.

<sup>c</sup> Increase 200 to 300 if Parameter 4 is 10 or more.

<sup>d</sup> Use 0 if Parameter 11 is -6.

<sup>e</sup> Rate separation as ½ hr (or use actual separation, if greater) if Parameter 4 is 10 or more. Rate separation as "smoke resistive" if Parameter 1 is based on construction Type II(000), III(200), or V(000) and Parameter 4 value < 10.

<sup>f</sup> Use ( ) if separation between rooms also meets criteria.

<sup>g</sup> Use only if all vertical openings have more than 1-hr enclosure and meet the requirements of 7.1.3 and 38.3.1 or 39.3.1 (NFPA 101).

For SI units, 1 ft = 0.3048 m.

<sup>h</sup> Use 50 ft for existing buildings and 20 ft for new construction.

<sup>i</sup> Use ( ) for single exit in accordance with 38.2.4.2 and 39.2.4.2 (NFPA 101).

<sup>j</sup> Use (3) if Parameter 4 value < 10.

<sup>k</sup> Use ( ) for building that has:  
 (a) ≥2 stories above level of exit discharge, or  
 (b) Occupant load ≥50 (≥100 in existing buildings) above or below level of exit discharge, or  
 (c) Total occupant load ≥300 (≥1,000 in existing buildings).

<sup>l</sup> See 8.5.11.1.1 for guidance.

<sup>m</sup> Use ( ) in buildings over 150 ft in height with no formal occupant emergency organization program.

<sup>n</sup> Use ( ) in any building, regardless of height, with a formal occupant emergency organization program.

<sup>o</sup> Use ( ) for new high-rise buildings.

[For use with NFPA 101A-2007/NFPA 101-2006] (p. 2 of 4)

LAMPIRAN 1

**WORKSHEET 8.6.3 INDIVIDUAL SAFETY EVALUATION**

Safety Parameters	Fire Control (S <sub>1</sub> )	Egress Provided (S <sub>2</sub> )	General Fire Safety Provided (S <sub>3</sub> )
1. Construction		<del>                    </del>	
2. Segregation of Hazards			
3. Vertical Openings	+ 2 =		
4. Sprinklers		- 2 =	
5. Fire Alarm	+ 2 =		
6. Smoke Detection	+ 2 =		
7. Interior Finish	+ 2 =	<del>                    </del>	
8. Smoke Control	<del>                    </del>	- 2 =	
9. Exit Access	<del>                    </del>		
10. Exit Systems	<del>                    </del>		
11. Corridor/Room Separation	+ 2 =	+ 2 =	
12. Occupant Emergency Program	<del>                    </del>		
<b>Total</b>	<b>S<sub>1</sub> =</b>	<b>S<sub>2</sub> =</b>	<b>S<sub>3</sub> =</b>

**WORKSHEET 8.6.4 MANDATORY REQUIREMENTS**

Building Height	Control Requirement (S <sub>a</sub> )		Egress Requirement (S <sub>b</sub> )		General Fire Safety (S <sub>c</sub> )	
	New	Existing	New	Existing	New	Existing
1 Story	0.5	-1.0	1.5	0	2	-1
2 Stories	-2.5	-4.0	1.5	0	-1	-4
3 Stories	1.5	0	1.5	0	3	0
>3 Stories and ≤75 ft	4.0	2.0	2.5	0	6	2
>75 ft but <150 ft	9.5	7.5	7.5	5	10	6
≥150 ft	12.5	10.5	7.5	5	13	9

(For use with NFPA 101A-2007/NFPA 101-2006)

LAMPIRAN 1

**WORKSHEET 8.6.5 EQUIVALENCY EVALUATION**

				Yes	No
Control Provided ( $S_1$ )	minus	Required Control ( $S_a$ )	$\geq 0$	$S_1 - S_a =$ <input style="width: 30px;" type="text"/>	
Egress Provided ( $S_2$ )	minus	Required Egress ( $S_b$ )	$\geq 0$	$S_2 - S_b =$ <input style="width: 30px;" type="text"/>	
General Fire Safety ( $S_3$ )	minus	Required Gen. Fire Safety ( $S_c$ )	$\geq 0$	$S_3 - S_c =$ <input style="width: 30px;" type="text"/>	

**WORKSHEET 8.6.6 FACILITY FIRE SAFETY REQUIREMENTS WORKSHEET**

Considerations		Met	Not Met	Not Applic.
A.	Building utilities conform to the requirements of Section 9.1.			<input checked="" type="checkbox"/>
B.	The air conditioning, heating, and ventilating systems conform to Section 9.2, except for enclosure of vertical openings, which have been considered in Safety Parameter 3 of Worksheet 8.6.2.			<input checked="" type="checkbox"/>
C.	Elevator installations are made in accordance with the requirements of Section 9.4.			
D.	Rubbish chutes, incinerators, and laundry chutes are installed in accordance with Section 9.5.			
E.	Portable fire extinguishers are installed and maintained in accordance with the requirements of 38.3.5/39.3.5 and 9.7.4.1.			<input checked="" type="checkbox"/>
F.	Standpipes are provided in all new high-rise buildings as required by 38.4.2.			

All references are to NFPA 101, Life Safety Code.

**WORKSHEET 8.6.7 CONCLUSIONS**

1.  All of the checks in Worksheet 8.6.5 are in the "Yes" column. The level of fire safety is at least equivalent to that prescribed by NFPA 101, Life Safety Code, business occupancies.\*

2.  One or more of the checks in Worksheet 8.6.5 are in the "No" column. The level of fire safety is not shown by this system to be equivalent to that prescribed by NFPA 101, Life Safety Code, for business occupancies.

\* The equivalency covered by this worksheet includes the majority of considerations covered by NFPA 101, Life Safety Code. There are some considerations that are not evaluated by this method. These must be considered separately. These additional considerations are covered in Worksheet 8.6.6, Facility Fire Safety Requirements Worksheet. One copy of this worksheet is to be completed for each facility.

**LEMBAR OBSERVASI PENELITIAN**  
**TAHUN 2016**

LAMPIRAN 2

**Nama** : Sukron Makmun  
**Nomer Registrasi** : 5315117226  
**Program studi** : Pendidikan Teknik Mesin  
**Tanggal Observasi** : 14 Maret – 14 April  
**Judul Penelitian** : Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran diRuang Rawat Inap Dengan Menggunakan CFSES ( Computerized Fire Safety Evaluation System ) Pada Gedeung Rumah Sakit XYZ.

<b>Data Umum Gedung</b>		
a.	Nama Gedung	Rumah Sakit XYZ
b.	Alamat gedung	Jakarta
c.	Fungsi Bangunan	Fasilitas Bangunan Kesehatan
d.	Tinggi Gedung	32 meter
e.	Jumlah Lantai	8 lantai
f.	Luas Bangunan	± 3500 m <sup>2</sup>
g.	Sumber Listrik	PLN dan Genset
h.	Sumber Air	PDAM
i.	Catatan Lain	

Tabel Indikator 12 Penilaian Parameter CFSES

LAMPIRAN 2

No	Parameter	Hasil Ukur
1	Konstruksi Gedung ( <i>Construction</i> )	<p>-12 = gedung 3 lantai dan 4-5 lantai (tinggi <math>\leq 75</math>ft) dengan konstruksi tipe V (000) = gedung 4-5 lantai (tinggi <math>\leq 75</math>ft) dengan konstruksi tipe III (200).</p> <p>-10 = gedung 4-5 lantai (tinggi <math>\leq 75</math>ft) dengan konstruksi tipe II (000).</p> <p>-6 = gedung 3 lantai (dengan konstruksi tipe II (000) dan tipe III (200)). = gedung &gt;5 lantai (tinggi <math>\leq 75</math>ft) dengan konstruksi tipe V (111)</p> <p>-3 = gedung 4-5 lantai dan tinggi <math>\leq 75</math> ft dengan konstruksi tipe V (111)</p> <p>-1 = gedung 1-2 lantai dengan konstruksi tipe III (200) dan tipe V (000). = gedung yang tingginya &gt;75 ft namun &lt;150 ft dengan konstruksi tipe II (111).</p> <p>0 = gedung 1-2 lantai dengan konstruksi tipe I (442/332), Tipe II (222/111/000), tipe III (211), tipe IV (2HH), dan tipe V (111). = gedung 3 lantai dengan konstruksi tipe III (211), tipe IV (2HH), dan tipe V (111). = gedung &gt;3 lantai dengan konstruksi tipe III (211) dan tipe IV (2HH).</p>

		<p>2 = gedung 4-5 lantai atau &gt;5 lantai yang memiliki tinggi <math>\leq 75</math> ft dengan konstruksi tipe tipe II (111/222), tipe I (442/332), atau = gedung yang memiliki ketinggian &gt;75 ft tapi &lt;150 ft atau tinggi <math>\geq 150</math> ft dengan konstruksi tipe tipe II (222), tipe I (442/332).</p> <p><i>Not Valid (NV)</i> = gedung &gt;5 lantai dan tinggi <math>\leq 75</math> ft dengan konstruksi tipe II (000), tipe III (200), dan tipe V (000) .</p> <p><i>Not Valid (NV)</i> = gedung perkantoran yang memiliki tinggi &gt;75 ft tapi &lt;150 ft dengan konstruksi tipe II (000), tipe III (200), dan tipe V (111/000), atau tinggi <math>\geq 150</math> ft tipe II (111).</p>
2	Segregasi Bahaya ( <i>Segregation of Hazard</i> )	<p>-7 = tempat berbahaya yang terpapar langsung dengan jalan keluar dan memiliki kekurangan ganda</p> <p>-4 = tempat berbahaya yang terpapar langsung dengan jalan keluar dan memiliki kekurangan tunggal, atau = tempat berbahaya yang terpisah dengan jalan keluar dan memiliki kekurangan ganda.</p>

		0 = tempat berbahaya yang terpisah dengan jalan keluar dan memiliki kekurangan tunggal, atau = tidak terdapat tempat berbahaya atau terdapat tempat berbahaya tetapi tidak memiliki kekurangan
3	Bukaan Vertikal ( <i>Vertical Opening</i> )	<p>-10 = bukaan vertikal terbuka atau tertutup sempurna dan menghubungkan <math>\geq 4</math> lantai di gedung pendidikan atau <math>\geq 5</math> lantai.</p> <p>-7 = Bukaan vertikal terbuka atau tidak tertutup sempurna dan menghubungkan 4 lantai.</p> <p>-4 = bukaan vertikal terbuka/tidak tertutup sempurna dan menghubungkan 3 lantai.</p> <p>-2 = bukaan vertikal terbuka/ tidak tertutup sempurna dan menghubungkan 2 lantai</p> <p>-1 = bukaan vertikal tertutup yang memiliki daya tahan asap/daya tahan api &lt;30menit.</p> <p>0 = bukaan vertikal tertutup dengan memiliki daya tahan asap atau daya tahan api 30 menit – 1 jam.</p>

		1 = bukaan vertikal tertutup dengan memiliki daya tahan asap atau daya tahan api > 1 jam.
4	<i>Sprinklers</i>	<p>0 = tidak terdapat <i>sprinkler</i> atau <i>sprinkler</i> hanya terdapat di koridor .</p> <p>4 = <i>sprinkler</i> standar hanya pada koridor dan lobi .</p> <p>6 = <i>sprinkler</i> dengan respon cepat hanya terdapat pada koridor dan lobi .</p> <p>10 = terdapat <i>sprinkler</i> dengan respon standar.</p> <p>12 = terdapat <i>sprinkler</i> dengan respon cepat.</p>
5	Sistem Alarm Kebakaran ( <i>Fire Alarm System</i> )	<p>-2 = Tidak terdapat alarm kebakaran dan gedung memiliki tinggi <math>\geq 2</math> lantai dari <i>exit discharge</i>, atau penghuni gedung <math>\geq 50</math> (<math>\geq 100</math> pada gedung perkantoran lama) di atas atau bawah <i>exit discharge</i>, atau jumlah penghuni gedung <math>\geq 500</math> (<math>\geq 1000</math> pada gedung perkantoran lama).</p> <p>-1 = gedung perkantoran baru yang memiliki sistem alarm kebakaran tanpa</p>

		<p>peringatan suara dan tidak terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat, atau = gedung perkantoran baru yang memiliki sistem alarm kebakaran tanpa peringatan suara namun terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat.</p> <p>0 = tidak terdapat sistem alarm kebakaran.</p> <p>0 = terdapat sistem alarm kebakaran tanpa peringatan suara dan tidak terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat pada gedung yang memiliki tinggi <math>\geq 2</math> lantai dari <i>exit discharge</i>, atau penghuni gedung <math>\geq 50</math> (<math>\geq 100</math> pada gedung perkantoran lama) di atas atau bawah <i>exit discharge</i>, atau jumlah penghuni gedung <math>\geq 500</math> (<math>\geq 1000</math> pada gedung lama).</p> <p>= gedung baru yang memiliki sistem alarm kebakaran dengan peringatan suara namun tidak terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat.</p> <p>1 = Terdapat sistem alarm kebakaran di gedung perkantoran tanpa peringatan suara dan tidak terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat, atau</p> <p>1 = Terdapat sistem alarm kebakaran di gedung perkantoran tanpa peringatan suara yang terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat pada gedung yang memiliki tinggi <math>\geq 2</math> lantai dari <i>exit discharge</i>, atau penghuni gedung <math>\geq 50</math> (<math>\geq</math></p>
--	--	---

		<p>100 pada gedung lama) di atas atau bawah <i>exit discharge</i>, atau jumlah penghuni gedung <math>\geq 500</math> (<math>\geq 1000</math> pada gedung lama).</p> <p>2 = terdapat sistem alarm kebakaran dengan peringatan suara yang tidak terhubung dengan departemen kebakaran setempat. = terdapat sistem alarm kebakaran di gedung perkantoran tanpa peringatan suara yang terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat, atau</p> <p>2 = gedung perkantoran baru yang memiliki sistem alarm kebakaran dengan peringatan suara yang terhubung dengan departemen pemadam kebakaran setempat.</p> <p>4 = sistem alarm kebakaran dengan peringatan suara terhubung departemen pemadam kebakaran setempat.</p>
6	<p>Deteksi Asap (<i>Smoke Detection</i>)</p>	<p>0 = Tidak terdapat pendeteksi asap.</p> <p>1 = Terdapat pendeteksi asap di koridor.</p> <p>2 = Terdapat pendeteksi asap di ruangan.</p> <p>4 = Terdapat pendeteksi asap di seluruh bagian gedung.</p>

7	<i>Interior Finish</i>	<p>-3 = material properti hanya berada di koridor dan lobi yang memiliki tingkat penyebaran api <math>&gt;75 - \leq 200</math> .</p> <p>-1 = material properti pada jalur keluar memiliki tingkat penyebaran api <math>76 - 200</math>, dan material properti pada ruangan memiliki tingkat penyebaran api <math>\leq 75</math>.</p> <p>0 = material properti pada jalur keluar memiliki tingkat penyebaran api <math>&gt; 25 - \leq 75</math>, dan material properti yang terletak pada ruangan memiliki tingkat penyebaran api <math>&gt;75 - \leq 200</math>.</p> <p>1 = material properti pada jalur keluar memiliki tingkat penyebaran api <math>&gt;25 - \leq 75</math>, dan material properti pada ruangan memiliki tingkat penyebaran api <math>\leq 75</math>, atau</p> <p>1 = material properti pada jalur keluar memiliki tingkat penyebaran api <math>\leq 25</math>, dan material properti pada ruangan memiliki tingkat penyebaran api <math>&gt;25 - \leq 200</math>.</p> <p>2 = Material properti pada jalur keluar dan ruangan memiliki tingkat penyebaran api <math>\leq 25</math></p>
---	------------------------	--

8	Pengendali Asap <i>(Smoke Control)</i>	<p>0 = tidak terdapat sistem pengendalian asap pada gedung perkantoran .</p> <p>3 = terdapat sistem pengendalian asap pasif, atau = sistem pengendalian asap aktif jika variabel <i>sprinkler</i> bernilai <math>\geq 10</math>.</p> <p>4 = terdapat sistem pengendalian asap aktif.</p>
9	Akses Keluar <i>(Exit Accses)</i>	<p>-2 = pada gedung perkantoran, terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt;75 - \leq 100</math> ft.</p> <p>-1 = terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt;50 - \leq 75</math> ft untuk gedung lama, atau <math>&gt;20 - \leq 75</math> ft untuk gedung baru. = tidak terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt; 50</math> ft dengan jarak evakuasi <math>&gt; 200 - &lt; 400</math> ft.</p> <p>0 = tidak terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt; 50</math> ft dengan jarak evakuasi <math>&gt; 100 - 200</math> ft dan untuk jarak evakuasi 300-400 ft jika variabel <i>sprinkler</i> bernilai <math>\geq 10</math>.</p> <p>1 = tidak terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt; 50</math> ft dengan jarak evakuasi <math>&gt; 50 - 100</math> ft.</p> <p>3 = tidak terdapat jalan buntu dan jarak menuju pintu keluar <math>&gt; 50</math> ft dengan jarak evakuasi <math>&lt; 50</math> ft.</p>

10	Jalur Evakuasi ( <i>Exit System</i> )	<p>-6 = hanya terdapat satu jalur penyelamatan.</p> <p>-2 = terdapat lebih dari satu jalur penyelamatan tetapi memiliki kekurangan .</p> <p>0 = hanya terdapat satu jalur evakuasi namun sesuai dengan persyaratan 38.2.4. dan 39.2.4 pada NFPA 101 (misalnya saja tersedia dua pintu keluar setiap lantai, jalur keluar harus langsung menuju keluar gedung, dan jarak jalur evakuasi tidak lebih 100 ft atau 30 m). = terdapat lebih dari satu jalur evakuasi yang tidak memiliki kekurangan.</p> <p>3 = Terdapat banyak jalur evakuasi yang dilengkapi dengan pembatas ruang kedap asap .</p> <p>5 = jalur evakuasi berupa pintu keluar yang langsung menuju ke arah luar gedung.</p>
----	--	--

11	Koridor/ Kompartemenisasi ( <i>Coridor/Room Separation</i> )	<p>-6 = kompartemen tidak sempurna.</p> <p>0 = kompartemen tidak sempurna namun sesuai dengan persyaratan 38.2.4 dan 39.2.4 dalam NFPA 101, atau = kompartemen tahan terhadap asap, namun tidak menggunakan penutup pintu otomatis .</p> <p>1 = kompartemen tahan terhadap asap dan menggunakan penutup pintu otomatis. = kompartemen dapat menahan api selama <math>\geq \frac{1}{2}</math> jam namun tidak menggunakan penutup pintu otomatis</p> <p>2 = kompartemen tahan terhadap asap dan menggunakan penutup pintu otomatis, serta pembatas antar ruangan sesuai dengan kriteria, atau = kompartemen dapat menahan api selama <math>\geq \frac{1}{2}</math> jam dan menggunakan penutup pintu otomatis.</p> <p>3 = kompartemen dapat menahan api selama <math>\geq \frac{1}{2}</math> jam dan menggunakan penutup pintu otomatis, serta pembatas antar ruangan sesuai dengan kriteria, atau = kompartemen dapat menahan api selama <math>\geq 1</math> jam dan menggunakan penutup pintu otomatis, atau = tidak terdapat kompartemen dan variabel <i>sprinkler</i> bernilai <math>\geq 10</math> .</p> <p>4 = kompartemen dapat menahan api selama <math>\geq 1</math> jam dan menggunakan penutup pintu otomatis serta pembatas antar ruangan sesuai dengan kriteria</p>
----	---	---

12	Pelatihan Tanggap Darurat ( <i>Occupant Emergency Program</i> )	<p>-2 = tidak pernah dilakukan pelatihan kebakaran.</p> <p>0 = pelatihan kebakaran dilakukan 1 atau 2 kali setiap tahun.</p> <p>1 = pelatihan kebakaran dilakukan 1 atau 2 kali setiap tahun dan terdapat organisasi tanggap darurat, atau = pelatihan kebakaran dilakukan &gt; 2 kali dalam setahun .</p> <p>2 = pelatihan kebakaran dilakukan &gt; 2 kali setiap tahun dan memiliki organisasi tanggap darurat .</p>
----	---	--

**Berdasarkan tabel diatas analisis perbaikan terhadap parameter-parameter tersebut**

**Tabel Indikator 12 Parameter usulan pemenuhan ketidaksesuaian**

No	Parameter	Nilai	Kondisi Aktual	Sesuai/ Tidak Sesuai	Usulan
1	Konstruksi Gedung ( <i>Construction</i> )	0	<p>-Gedung Rumah Sakit XYZ mempunyai konstruksi tipe III (211).</p> <p>-Ruang sentral gas oksigen tidak terdapat sistem proteksi kebakaran dan tidak ada</p>	Tidak sesuai	<p>-Melengkapi sistem proteksi kebakaran diruang sentral oksigen.</p> <p>-Melengkapi pintu tahan api</p>

			pintu tahan api		
2	Segregasi Bahaya ( <i>Segregation of Hazard</i> )	-7	-Ruang panel listrik, ruang genset, dan ruang trafo berada dalam satu gedung. -Memiliki kekurangan ganda ( <i>double deficiency</i> ) yaitu tidak adanya sistem proteksi kebakaran seperti <i>sprinkler</i> dan akibat kebakaran dapat membahayakan struktur bangunan.	Tidak sesuai	-Melengkapi sistem proteksi kebakaran pada semua area berbahaya dengan <i>sprinkler</i> dan APAR yang isi media pemadamannya disesuaikan dengan fungsi dan isi ruangan.
3	Bukaan Vertikal ( <i>Vertical Opening</i> )	-1	-Bukaan vertikal di Gedung Rumah Sakit XYZ seperti shaf pipa, shaf kabel, elevator yang menghubungkan dari basement sampai ke lantai 8.	Tidak sesuai	- Menutup bukaan vertikal berupa saf kabel-pipa dan bukaan kosong menggunakan <i>fire stopping material</i> agar penyebaran asap secara vertikal dapat dicegah
4	<i>Sprinklers</i>	7	-Gedung Rumah Sakit XYZ semua area seperti ruangan dan koridor sudah dilengkapi dengan sistem <i>sprinkler</i> , jenis <i>sprinkler</i> yang dipasang adalah jenis	Tidak sesuai	-Melakukan perbaikan kepada <i>sprinkler</i> yang kondisi rusak serta melepaskan segel dikepala <i>sprinkler</i> .

			<p>standar dengan suhu temperature kerja 68°C.</p> <p>-Beberapa sistem sprinkler dalam kondisi yang rusak, serta kepala sprinkler mash terbungkus plastik (tersegel).</p>		<p>- Melakukan pengujian dan perawatan terhadap sistem proteksi kebakaran secara berkala setiap satu tahun sekali.</p>
5	Sistem Alarm Kebakaran ( <i>Fire Alarm System</i> )	0	<p>-Gedung Rumah Sakit XYZ dilengkapi dengan <i>Master Control Fire Alarm</i> (MCFA) dengan tipe SIMPLEX/IF-658 yang bersifat konvensional.</p> <p>-Tidak terhubung secara otomatis kepada Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran setempat. -Kondisi breakglass dan lampu indikator di box hydrant gedung di temukan tidak ada</p>	Tidak sesuai	<p>- berkoordinasi supaya sistem alarm kebakaran langsung terhubung ke Dinas Pemadam Kebakaran atau Pos Pemadam Kebakaran terdekat.</p> <p>-Melengkapi lampu indikator dan <i>breakglass</i> di box hydrant.</p>
6	Deteksi Asap ( <i>Smoke Detection</i> )	0	<p>-Gedung Rumah Sakit XYZ peneliti tidak menemukan sistem deteksi dikoridor dan dalam ruangan</p>	Tidak sesuai	<p>-Melengkapi seluruh gedung dengan sistem pendeteksi asap atau panas yang disesuaikan dengan fungsi ruangan.</p>

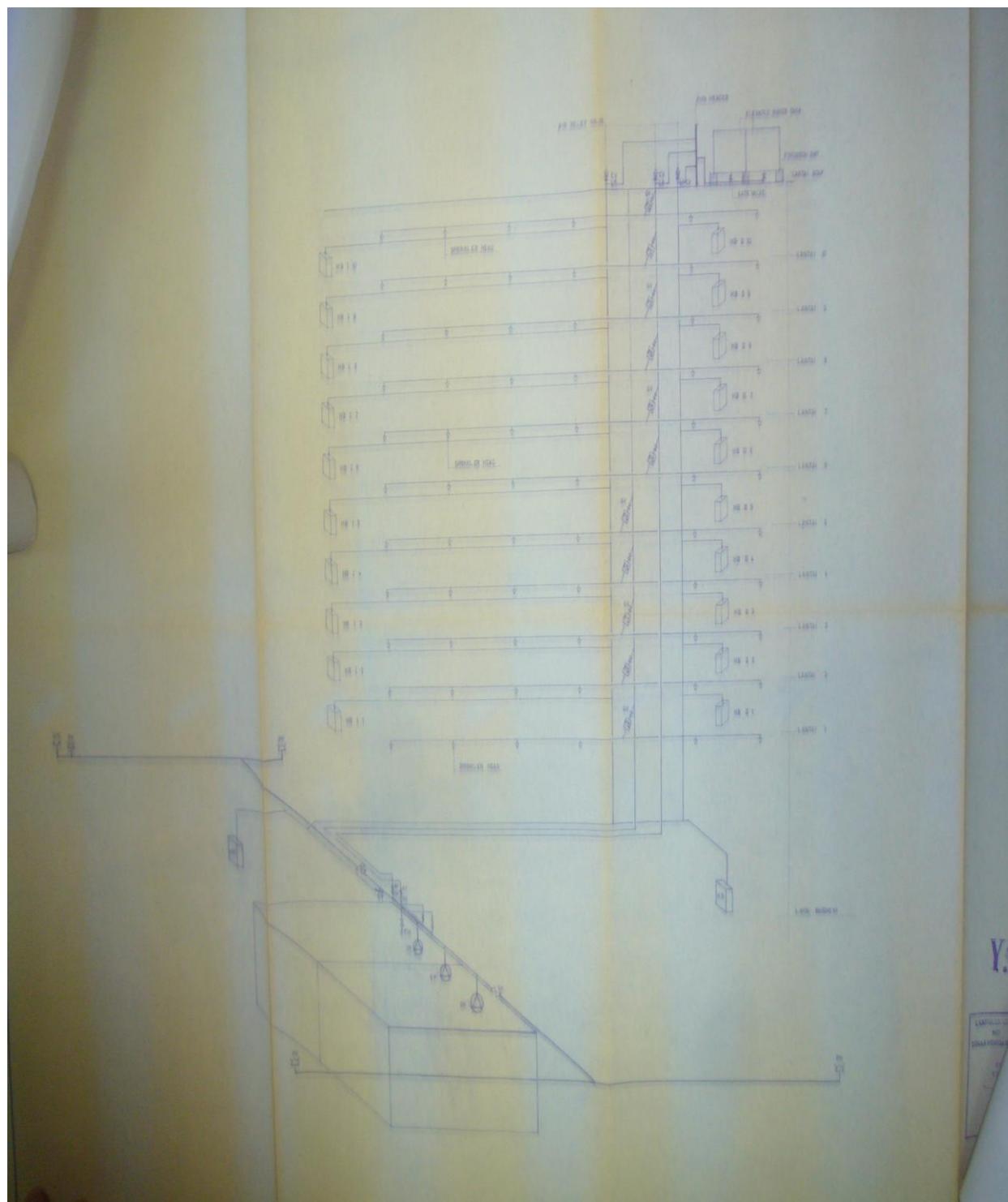
7	<i>Interior Finish</i>	-3	<p>-Tumpukan kursi, sofa dan meja yang terbuat dari kayu pada koridor. Sehingga <i>Interior finish</i> pada koridor memiliki <i>flame spread rating</i> 76-200 Btu/s.</p> <p>-Pada ruangan memiliki interior seperti kursi, kasur, lemari, tirai dan sofa yang terbuat dari busa, kayu,kain. Benda-benda tersebut memiliki flame spread 75-200 Btu/s.</p>	Tidak sesuai	<p>-Menyediakan ruangan khusus (gudang) untuk meletakkan barang baik yang berada diruangan maupun dijalur koridor/keluar.</p>
8	Pengendali Asap ( <i>Smoke Control</i> )	3	<p>-Gedung Rumah Sakit XYZ memiliki sistem pengendalian asap secara pasif maupun aktif. Sistem pengendalian asap secara pasif yaitu dengan menggunakan door self closers pada setiap ruangan.</p> <p>-Terdapat pressurefan pada tangga darurat.</p>	Sesuai	<p>-Melakukan perawatan dan pengujian secara berkala agar tetap dalam kondisi baik.</p>

9	Akses Keluar ( <i>Exit Accses</i> )	-1	<p>-Tidak terdapat jalan buntu.</p> <p>-Akses keluar pada gedung Rumah Sakit XYZ dari titik terjauh sekitar 29 meter (95,14 ft) menuju tangga darurat.</p> <p>-Terdapat sofa, dan meja.</p>	Tidak sesuai	<p>-Memperbaiki <i>house keeping</i> gedung untuk memidahkan tumpukan barang pada jalur keluar/koridor sehingga tidak menghambat evakuasi.</p>
10	Jalur Evakuasi ( <i>Exit System</i> )	-2	<p>-Gedung Rumah Sakit XYZ terdapat dua jalur evakuasi yang berada pada sudut-sudut gedung, yaitu sisi barat dan sisi timur. Dilengkapi dengan pintu darurat yang dilengkapi dengan <i>panic door, door closer</i>, menggunakan material tahan api</p> <p>-<i>emergency lamp</i> harus dihidupkan secara manual ketika listrik padam.</p> <p>-Terdapat tumpukan barang dan penampungan air yang berada di jalur evakuasi yang bisa menghambat evakuasi saat terjadi kebakaran</p>	Tidak sesuai	<p>-Melakukan perbaikan <i>emergency lamp</i> agar otomatis ketika listrik padam .</p> <p>- Memperbaiki <i>house keeping</i> gedung untuk memidahkan tumpukan barang</p> <p>-Memberikan tempat khusus untuk penampungan air.</p>

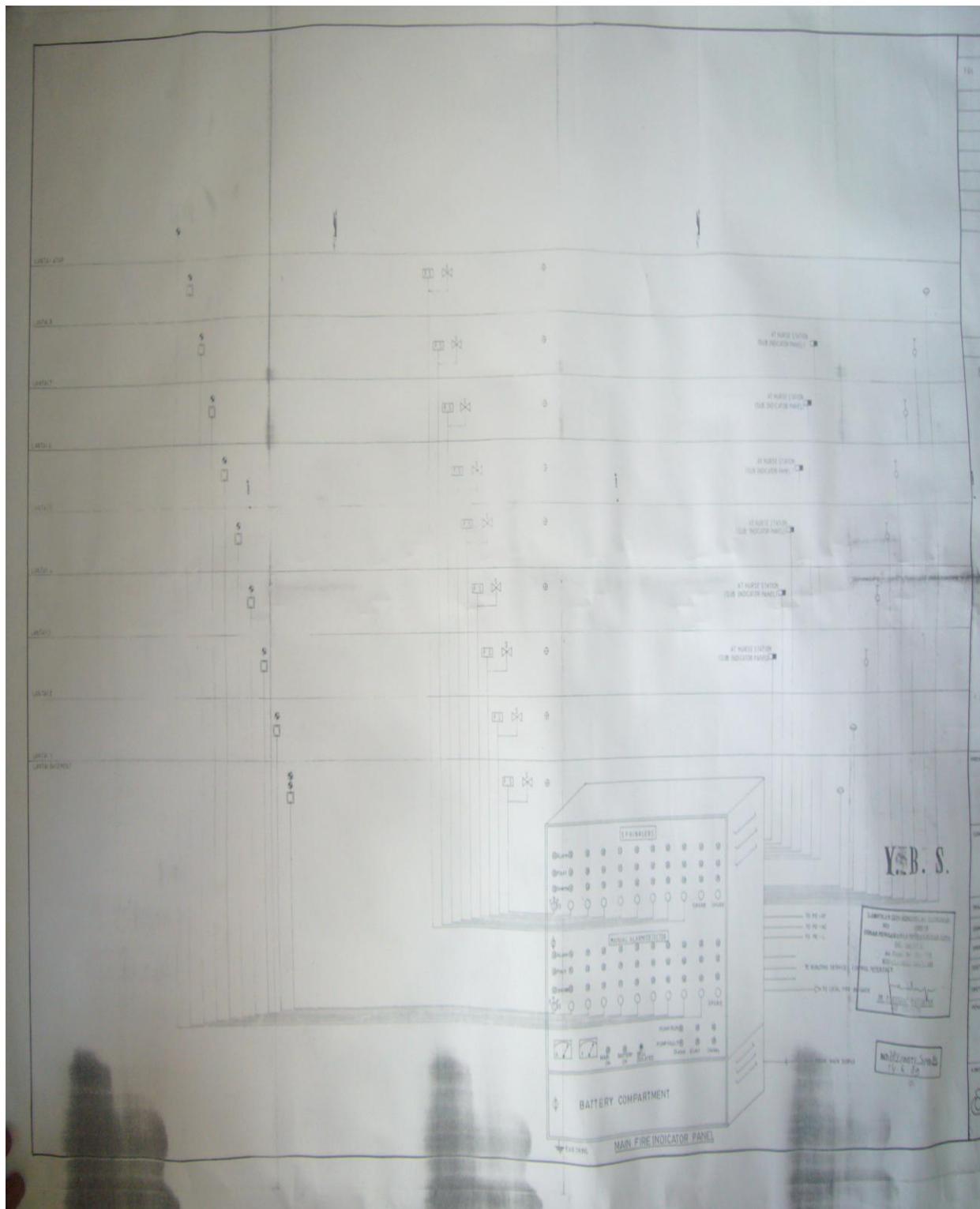
11	Koridor/ Kompartemenisasi ( <i>Coridor/Room Separation</i> )	4	-Kompartemen yang di gunakan dalam Gedung Rumah Sakit XYZ berbahan material gypsum dan dilengkapi dengan door self closer, Material gypsum termasuk sebagai material dengan tingkat ketahanan api selama satu jam, dapat dikategorikan material yang baik sebagai kompartemen	Sesuai	-Memberikan perawatan agar tetap dalam kondisi yang baik
12	Pelatihan Tanggap Darurat ( <i>Occupant Emergency Program</i> )	-1	-Gedung Rumah Sakit XYZ pernah melakukan program pelatihan tanggap darurat satu kali dalam setahun pada tahun 2011. Hasil observasi lain pada gedung Rumah Sakit XYZ tentang pelatihan tanggap darurat belum memiliki tim penanggulangan keadaan darurat dan pelatihan tanggap darurat setiap satu tahun sekali belum secara priodik yang diadakan oleh petugas yang berwenang	Tidak sesuai	-Melakukan pelatihan tanggap darurat minimal satu tahun sekali secara rutin. -Membentuk manajmen tim penanggulangan keadaan darurat

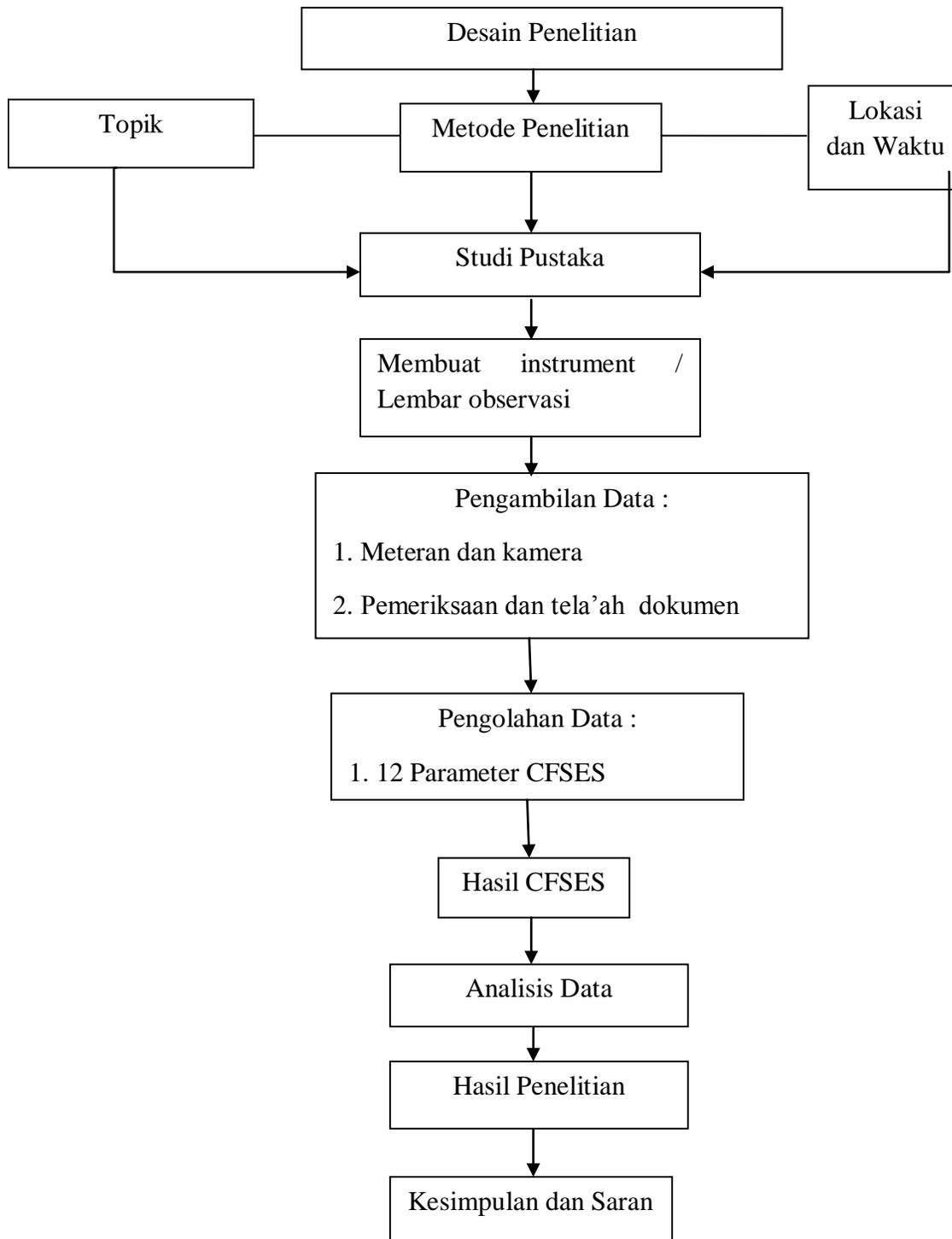
LAMPIRAN 3

***SCHEMATIC DIAGRAM FIRE HYDRANT DAN SPRINKLER***



**DIAGRAM SUB INDICATOR PANEL & MAIN INDICATOR FIRE PANEL**



**Diagram alur penelitian**

## RIWAYAT HIDUP



Sukron Makmun dilahirkan pada tanggal 11 Maret 1992 di Jakarta. Putra ke Empat dari pasangan Bapak Mudih dengan Ibu Simah. Merupakan adik dari Roi. Dibesarkan dalam lingkungan keluarga yang sederhana. Bertempat tinggal di Jati Bening Baru, Pondok Gede, Bekasi .

Menempuh Pendidikan dasar di SD 06 Negeri Jakarta pada tahun 1998-2004. Kemudian melanjutkan pendidikan di MTsN 21 Jakarta pada tahun 2004-2007. Penulis melanjutkan pendidikan di SMK Teratai Putih Jakarta pada tahun 2007-2010. Pada tahun 2011 melalui jalur PENMABA UNJ, penulis masuk dan diterima di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2017.