

SKRIPSI

**ANALISA PENYEBARAN API DAN ASAP PADA MATERIAL
POLYURETHANE FOAM MENGGUNAKAN *SOFTWARE FIRE
DYNAMICS SIMULATOR (FDS)* DI RUANG SIDANG 306, GEDUNG L2,
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

DEWI MUFLIHAH

1517618013

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik**

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Analisa Penyebaran Api dan Asap pada Material *Polyurethane Foam* Menggunakan *Software Fire Dynamics Simulator (FDS)* di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta
Penyusun : Dewi Mufliah
NIM : 1517618013
Pembimbing I : Pratomo Setyadi, S.T., M.T.
Pembimbing II : Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.
Tanggal Ujian : 26 Januari 2023

Disetujui oleh :

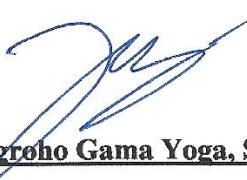
Pembimbing I,



Pratomo Setyadi, S.T., M.T.

NIP. 198102222006041001

Pembimbing II,



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.

NIP. 197602052006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D

NIP. 197102232006041001

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Analisa Penyebaran Api dan Asap pada Material *Polyurethane Foam* Menggunakan *Software Fire Dynamics Simulator (FDS)* di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta
Nama : Dewi Mufliah
NIM : 1517618013

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T.</u> NIP. 198102222006041001 (Dosen Pembimbing I)	 <u>10/2/2023</u>
<u>Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.</u> NIP. 197602052006041001 (Dosen Pembimbing I)	 <u>10/2/2023</u>

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D</u> NIP. 197102232006041001 (Ketua Penguji)	 <u>8-2-2023</u>
<u>Fransisca Maria Farida, S.T., M.T</u> NIP. 197612212008122002 (Sekretaris)	 <u>10/2/2023</u>
<u>Triyono, S.T., M.Eng</u> NIP. 197508162009121001 (Dosen Ahli)	 <u>10/2/2023</u>

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta


Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP. 197102232006041001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dewi Mufliah
No. Registrasi : 1517618013
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 20 Januari 2000
Alamat : Jl. Swadaya Raya No. 2
RT 003/RW 007, Kel. Duren Sawit
Jakarta Timur 13440

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul “Analisa Penyebaran Api dan Asap pada *Polyurethane Foam Menggunakan Software Fire Dynamics Simulator (FDS)* di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta” adalah karya tulis ilmiah yang saya buat.
2. Karya tulis ilmiah ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing I dan Dosen Pembimbing II.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, 10 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Dewi Mufliah

NIM. 1517618013

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisa Penyebaran Api dan Asap pada Material *Polyurethane Foam* Menggunakan Software *Fire Dynamics Simulator (FDS)* di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta”.

Skripsi ini disusun berdasarkan data primer dari hasil observasi langsung serta data sekunder yang diperoleh dari dokumen universitas. Skripsi ini sebagai syarat wajib bagi seluruh mahasiswa sebagai pemenuhan penilaian mata kuliah skripsi pada program studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.

Selama penyusunan skripsi ini terdapat berbagai pihak yang telah membantu penulis baik itu memberikan bimbingan, saran, kritik, maupun dukungan lainnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Orangtua serta keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, PhD, selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
3. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu.
4. Bapak Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dua.
5. Seluruh rekan mahasiswa program studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang membantu dan memberikan dukungan.
6. Seluruh rekan Batavia Team yang turut membantu selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwasannya skripsi ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat dijadikan pembelajaran baik bagi penulis maupun untuk pembaca.

Jakarta, 10 Februari 2023

Penulis

ABSTRAK

Dewi Mufliahah, Pratomo Setyadi, S.T., M.T., Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T., 2023, **Analisa Penyebaran Api dan Asap pada Material Polyurethane Foam Menggunakan Software Fire Dynamics Simulator (FDS) di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta**, Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Gedung-gedung pada Universitas Negeri Jakarta sebagian besar dipergunakan sebagai sarana pendidikan sehingga dapat dikategorikan sebagai hunian bahaya kebakaran ringan. Meskipun begitu, bahaya kebakaran tetap ada, seperti halnya pada Gedung L2, Fakultas Teknik yang belum memiliki proteksi kebakaran yang memadai. Untuk membentuk kesadaran akan adanya bahaya kebakaran tersebut, dilakukan pemodelan kebakaran menggunakan *software Fire Dynamics Simulator* (FDS) pada ruang sidang 306, Gedung L2. Ruangan tersebut merupakan ruangan dengan kapasitas terbesar di gedung L2. Penelitian ini menganalisa terkait penyebaran api dan asap, *Heat Release Rate* (HRR), dan pengaruh ventilasi terhadap kebakaran. Penelitian ini menempatkan dua titik awal api pada kursi yang bermaterial *polyurethane foam*. Simulasi pertama menempatkan titik awal api di sudut ruangan dekat ventilasi dan simulasi kedua berada di tengah ruangan. Berdasarkan hasil pemodelan kebakaran tersebut, kebakaran yang terjadi pada simulasi kedua memiliki penyebaran api dan asap yang lebih luas dibandingkan simulasi pertama. Sejalan dengan hal tersebut, *heat release rate* yang dihasilkan pun lebih besar. Hal tersebut dapat terjadi karena angin yang diasumsikan masuk melalui pintu, searah dengan titik awal api kedua sehingga api lebih mudah menyebar. Ventilasi sangat berpengaruh sebagai jalur keluarnya asap sehingga dapat memberikan waktu yang lebih lama untuk evakuasi.

Kata Kunci : FDS, Api, Asap, HRR, Ventilasi

ABSTRACT

DEWI MUFLIHAH, Pratomo Setyadi, S.T., M.T., Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T., 2023, **Analysis of the Spread of Fire and Smoke on Polyurethane Foam Material Using Fire Dynamics Simulator (FDS) Software in Meeting Room 306, L2 Building, Jakarta State University**, Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, Jakarta State University.

The buildings at the Jakarta State University are mostly used as educational facilities so that they can be categorized as light fire hazard dwellings. Even so, the fire hazard still exists, as is the case in the L2 Building, Faculty of Engineering, which does not yet have adequate fire protection. To create awareness of the fire hazard, fire modeling was carried out using the Fire Dynamics Simulator (FDS) software in courtroom 306, L2 Building. This room is the room with the largest capacity in the L2 building. This study analyzes the spread of fire and smoke, Heat Release Rate (HRR), and the effect of ventilation on fires. This study places two fire starting points on chairs made of polyurethane foam. The first simulation places the starting point of fire in the corner of the room near the ventilation and the second simulation is in the middle of the room. Based on the results of the fire modeling, the fire that occurred in the second simulation had a wider spread of fire and smoke than the first simulation. In line with this, the resulting heat release rate is also greater. This can happen because the wind which is assumed to enter through the door, is in the direction of the second fire's starting point so that the fire spreads more easily. Ventilation is very influential as a path for smoke to escape so that it can provide a longer time for evacuation.

Keywords : FDS, Fire, Smoke, HRR, Ventilation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kebakaran	6
2.1.1 Teori Kebakaran	6
2.1.2 Tahapan dalam <i>Compartment Fire</i>	7
2.1.3 Proses Menghilangkan Panas.....	11
2.2 <i>Heat Release Rate</i>	12
2.3 Penyebaran Api pada Material Padatan	14
2.3.1 Orientasi Permukaan dan Arah Perambatan	15
2.3.2 Ketebalan dari Bahan Bakar	17
2.3.3 Geometri dari Sampel	18
2.3.4 Efek Lingkungan.....	19
2.4 Material <i>Polyurethane Foam</i>	20
2.5 <i>Fire Dynamics Simulator</i>	23
2.5.1 Fitur FDS	23
2.5.2 <i>Large Eddy Simulation (LES)</i>	25

2.5.3	Transpor Massa.....	26
2.5.4	Pembakaran.....	27
2.5.5	Resolusi Mesh.....	27
2.5.6	Kimia Pembakaran Hidrokarbon Standar	28
2.5.7	<i>Smokeview</i>	30
2.5.8	Keterbatasan pada <i>Software Fire Dynamics Simulator</i>	31
BAB III		34
METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	34
3.2.1	Alat Penelitian.....	34
3.2.2	Bahan Penelitian	34
3.3	Diagram Alir Penelitian	35
3.3.1	Tahap Studi Pendahuluan	36
3.3.2	Identifikasi dan Perumusan Masalah	36
3.3.3	Studi Pustaka.....	36
3.3.4	Pengumpulan Data	36
3.3.5	Mendesain Lokasi Penelitian	36
3.3.6	Penyusunan Skenario Pemodelan Kebakaran	37
3.3.7	Penentuan Parameter.....	38
3.3.8	Menerjemahkan Data FDS dengan <i>Command Prompt</i>	46
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	47
3.5	Teknik Analisa Data.....	48
BAB IV		49
HASIL PENELITIAN.....		49
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	49
4.2	Analisis Data Penelitian	50
4.2.1	Analisa Data Hasil Simulasi Kebakaran 1	50
4.2.2	Analisa Data Hasil Simulasi Kebakaran 2	66
4.3	Aplikasi Hasil Penelitian.....	81
BAB V		82
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		82

5.1	Kesimpulan	82
5.2	Saran.....	83
	Daftar Pustaka	84
	Lampiran	87





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Dewi Mufliah
NIM : 1517618013
Fakultas/Prodi : Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : dewmuff@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisa Penyebaran Api dan Asap pada Material Polyurethane Foam Menggunakan
Fire Dynamics Simulator (FDS) di Ruang Sidang 306, Gedung L2, Universitas Negeri Jakarta

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Februari 2023

Penulis

(Dewi Mufliah)
nama dan tanda tangan