

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMA ALIRAN PADA MODIFIKASI *JET*
NOZZLE PEMADAM KEBAKARAN DENGAN *INJECTOR*
FOAM MENGGUNAKAN SIMULASI ANSYS FLUENT**



Intelligentia - Dignitas

THORIQ ABDANSYAKURO

1518620041

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Thoriq Abdansyakuro
NIM : 1518620041
Judul : Analisis Performa Aliran pada Modifikasi *Jet Nozzle* Pemadam
Kebakaran dengan *Injector Foam* Menggunakan Simulasi
Ansys Fluent

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.

NIP. 198105052008121002



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

NIP. 197102232006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta



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

NIP. 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Thoriq Abdansyakuro
NIM : 1518620041
Judul : Analisis Performa Aliran pada Modifikasi *Jet Nozzle* Pemadam
Kebakaran dengan *Injector Foam* Menggunakan Simulasi Ansys
Fluent
Tanggal Ujian : 4 Juli 2025

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.

NIP. 198105052008121002

Pembimbing II



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

NIP. 197102232006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,



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

NIP. 197602052006041001



Dr. Ir. Triyono, S.T., M.Eng.

NIP. 197508162009121001



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T., M.T.

NIP. 197604222006041001

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 di bawah ini:

Nama : Thoriq Abdansyakuro
NIM : 1518620041
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 17 Desember 2002
Alamat : Jl. Sawo no 18 i RT 07/RW 05, Cipete Utara,
Kebayoran Baru, Jakarta Selatan

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 5 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Thoriq Abdansyakuro

1518620041



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
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 : Thoriq Abdansyakuro
NIM : 1518620041
Fakultas/Prodi : Teknik / Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : thoriq.purnomo@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Analisis Performa Aliran pada Modifikasi *Jet Nozzle* Pemadam Kebakaran dengan *Injector*

Foam Menggunakan Simulasi Ansys Fluent

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif 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, 28 Juli 2025

Penulis

(Thoriq Abdansyakuro)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ANALISIS PERFORMA ALIRAN PADA MODIFIKASI *JET NOZZLE* PEMADAM KEBAKARAN DENGAN *INJECTOR FOAM* MENGGUNAKAN SIMULASI ANSYS FLUENT” tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Dedhi Poernomo dan Mediawati, atas kasih sayang, pengorbanan, dan kerja keras dalam memberikan yang terbaik kepada penulis. Terima kasih telah senantiasa menemani, menyemangati, dan mendoakan penulis selama menempuh perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
2. Seluruh keluarga penulis yang tiada henti memberikan semangat dan dukungan baik secara fisik maupun moril selama proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar, hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T, Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran juga dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Ishmah Zakin Alya, Nurfitriani Kharismadewi, Putra Nirhamsyah, Yasmin Madaniah, dan Reza Revita Zahra sebagai rekan seperjuangan penulis dalam proses bimbingan, penelitian, dan penulisan skripsi.

6. Nopel Syahdan Yudistira yang banyak membantu dan mengarahkan penulis dalam menjalankan simulasi Ansys Fluent.
7. Teman-teman angkatan 2020 Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang telah memberikan berbagai dukungan moril kepada penulis.
8. Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam (KMPA) Eka Citra UNJ atas pengalaman dan pembelajaran berharga yang diberikan selama masa perkuliahan serta menjadi tempat penulis bertumbuh menjadi pribadi yang berkarakter.
9. Diri ini sendiri, Thoriq Abdansyakuro yang pada akhirnya mampu melewati perjalanan panjang penuh liku ini. Terima kasih atas segala perjuangan, jatuh bangun, dan kesediaan untuk tetap bertahan. Terima kasih telah bertanggung jawab menuntaskan apa yang telah dimulai.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca, serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 3 Juni 2025



Thoriq Abdansyakuro

1518620041

**ANALISIS PERFORMA ALIRAN PADA MODIFIKASI *JET NOZZLE*
PEMADAM KEBAKARAN DENGAN *INJECTOR FOAM*
MENGUNAKAN SIMULASI ANSYS FLUENT**

Thoriq Abdansyakuro

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.

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

ABSTRAK

Kebakaran merupakan peristiwa yang dapat terjadi tanpa bisa diprediksi. Di Indonesia, khususnya Kota Jakarta, kasus kebakaran yang terjadi tercatat cukup tinggi, sehingga diperlukan peralatan pemadam yang efektif memadamkan kebakaran, salah satunya adalah *jet nozzle*. Dalam aplikasinya, *jet nozzle* menggunakan media pemadaman kebakaran lain selain air, yakni *Aqueous Film Forming Foam* (AFFF) untuk meningkatkan efektivitas pemadaman, sehingga perlu diperhatikan performa aliran *nozzle*. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa aliran pada modifikasi *jet nozzle* pemadam dengan penambahan *injector foam* menggunakan simulasi Ansys Fluent. Dua model *nozzle*, yaitu model umum dan model modifikasi, disimulasikan untuk membandingkan karakteristik aliran fluida, meliputi kecepatan, tekanan, dan energi kinetik turbulen. Penelitian ini juga mengidentifikasi distribusi *volume fraction* AFFF serta efisiensi ketercampuran fluida melalui perhitungan *mixing index* pada tiga variasi posisi *injector foam*, yaitu 80 mm, 200 mm, dan 350 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model modifikasi menghasilkan kecepatan dan tekanan aliran yang lebih tinggi. Untuk pencampuran *foam* dan air, model modifikasi menunjukkan pencampuran yang lebih merata terutama pada posisi *injector* jauh, yaitu 350 mm. sedangkan model umum menunjukkan pencampuran yang lebih merata pada posisi *injector* dekat, yaitu 200 mm.

Kata Kunci : *Jet Nozzle*, *Aqueous Film-Forming Foam* (AFFF), Ansys Fluent

FLOW PERFORMANCE ANALYSIS OF MODIFIED FIRE FIGHTER JET NOZZLE WITH FOAM INJECTOR USING ANSYS FLUENT SIMULATION

Thoriq Abdansyakuro

Supevisor : Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.

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

ABSTRACT

Fire is an event that can occur unpredictably. In Indonesia, particularly in Jakarta, the frequency of recorded fires is notably high, necessitating the availability of effective fire extinguishing equipment, one example being a jet nozzle. In its operation, the jet nozzle utilizes additional fire extinguishing agents besides water, specifically Aqueous Film Forming Foam (AFFF), to increase extinguishing effectiveness, so the nozzle flow performance needs to be considered. Therefore, this research aims to analyze the flow performance of a modified jet nozzle extinguishing with an additional foam injector, using Ansys Fluent simulation. Two nozzle models, the standard model and the modified model, were simulated to assess the fluid flow characteristics, including velocity, pressure, and turbulent kinetic energy. This study also identifies the distribution of the AFFF volume fraction and the efficiency of fluid mixing by calculating the mixing index at three different foam injector positions: 80 mm, 200 mm, and 350 mm. The simulation results show that the modified model achieved greater flow velocity and pressure. In terms of mixing foam and water, the modified model exhibits more uniform mixing, particularly at the far injector position of 350 mm, whereas the standard model exhibits more consistent mixing at the closer injector position of 200 mm.

Key Words : *Jet Nozzle, Aqueous Film-Forming Foam (AFFF), Ansys Fluent*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 <i>Nozzle</i>	5
2.1.2 Media Pemadam Kebakaran	7
2.1.3 <i>Aqueous Film-Forming Foam (AFFF)</i>	8
2.1.4 <i>Eductor</i>	9
2.1.5 Aliran Fluida	10
2.1.6 Perkembangan Aliran dalam Pipa.....	11
2.1.7 <i>Software</i> Ansys Fluent	13
2.1.8 Pemodelan Aliran Turbulen	15
2.1.9 <i>Mixing Index</i>	17
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan.....	18
2.3 Kerangka Pemikiran	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian.....	20

3.2	Instrumen Penelitian.....	20
3.2.1	<i>Software SolidWorks</i>	20
3.2.2	<i>Software Workbench Ansys Fluent</i>	20
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.4	Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1	Desain <i>Jet Nozzle</i>	22
3.4.2	Pembuatan <i>Mesh</i>	23
3.4.3	Penentuan Parameter Simulasi.....	25
3.4.4	Penentuan Kondisi Batas (<i>Boundary Condition</i>).....	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1	Perhitungan Bilangan Reynolds	28
4.2	Simulasi Performa Aliran Tanpa <i>Injector Foam</i>	28
4.2.1	Kontur Tekanan.....	28
4.2.2	Kontur Kecepatan.....	29
4.2.3	Kontur Energi Kinetik Turbulen	30
4.3	Simulasi Pergerakan Aliran dengan <i>Injector Foam</i>	31
4.3.1	Kontur <i>Streamline</i> Aliran	32
4.3.2	Kontur <i>Volume Fraction</i>	34
4.4	Perhitungan dan Analisis Parameter Aliran	36
4.4.1	Perhitungan Kecepatan dan Tekanan Fluida.....	36
4.4.2	Perhitungan Rasio <i>Foam</i>	37
4.4.3	Perhitungan Tingkat Ketercampuran Fluida <i>Nozzle</i>	38
BAB V	PENUTUP.....	44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN.....		50
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Mesh Quality pada Ansys Fluent	15
Tabel 2. 2 Penelitian yang Relevan	18
Tabel 3. 1 Variasi Jarak Injector Foam pada Jet Nozzle	22
Tabel 3. 2 Hasil Meshing Geometri Nozzle Tanpa Injector.....	24
Tabel 3. 3 Hasil Meshing Geometri Nozzle dengan Injector	24
Tabel 3. 4 Pengaturan Parameter Simulasi Ansys Fluent.....	25
Tabel 3. 5 Properti Material Air dan Foam AFFF	26
Tabel 4. 1 Perbandingan Kontur Tekanan pada Kedua Model Nozzle	29
Tabel 4. 2 Perbandingan Kontur Kecepatan pada Kedua Model Nozzle	30
Tabel 4. 3 Perbandingan Kontur Energi Kinetik Turbulen pada Kedua Model Nozzle	31
Tabel 4. 4 Streamline aliran dengan variasi posisi injector foam.....	32
Tabel 4. 5 Volume fraction AFFF dengan variasi posisi injector foam	34
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Efisiensi Pencampuran Nozzle dengan Variasi Injector Foam	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nozzle Multipurpose Protek	5
Gambar 2. 2 Jenis Pancaran (Spray) yang Dihasilkan Nozzle (dari kiri ke kanan, jet, fog, shield).....	6
Gambar 2. 3 Bentuk Nozzle Konvergen (kiri) dan Divergen (kanan).....	7
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Aqueous Film-Forming Foam	8
Gambar 2. 5 Aplikasi Eductor pada Nozzle	9
Gambar 2. 6 Aliran Fluida dalam Pipa, (a) Laminar (b) Transisi (c) Turbulen ..	10
Gambar 2. 7 Perkembangan Lapisan Batas Kecepatan dalam Aliran	11
Gambar 2. 8 Tampilan Ansys	13
Gambar 2. 9 Konsep Energy Cascade dalam Aliran Turbulen.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3. 2 Desain Jet Nozzle dengan model, (a) biasa (b) modifikasi	22
Gambar 3. 3 Meshing Model 1 Variasi Injector 80 mm.....	23
Gambar 3. 4 Meshing Model 2 Variasi Injector 80 mm.....	24
Gambar 3. 5 Parameter Multiphase Volume of Fluid	25
Gambar 4. 1 Volume Fraction AFFF pada Variasi Injector 80 mm.....	38
Gambar 4. 2 Volume Fraction AFFF pada Variasi Injector 200 mm.....	39
Gambar 4. 3 Volume Fraction AFFF pada Variasi Injector 350 mm.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Meshing pada Jet Nozzle.....	50
Lampiran 2 Nilai Volume Fraction AFFF.....	52

