

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN *EXPANSION RATIO* DAN  
*DRAINAGE TIME* PADA MODIFIKASI *INJECTOR FIRE JET*  
*NOZZLE 2 INCHI***



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

Disusun Oleh :

**ACHMAD NOUVAL BARAQBAH**

**1518619014**

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : ANALISIS PERBANDINGAN *EXPANSION RATIO* DAN  
*DRAINAGE TIME* PADA MODIFIKASI *INJECTOR FIRE JET*  
*NOZZLE 2 INCHI*

Penyusun : Achmad Nouval Baraqbah

NIM : 1518619014

Pembimbing I : Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T

Pembimbing II : Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.

Tanggal Ujian : Kamis, 04 Juli 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



**Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, 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



## LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : ANALISIS PERBANDINGAN *EXPANSION RATIO* DAN  
*DRAINAGE TIME* PADA MODIFIKASI *INJECTOR FIRE JET*  
*NOZZLE 2 INCHI*




Penyusun : Achmad Nouval Baraqbah

NIM : 1518619014


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.</u></b> NIP. 198105052008121002 (Dosen Pembimbing I)	 .....	11/7 2024 .....
<b><u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.</u></b> NIP. 197102232006041001 (Dosen Pembimbing II)	 .....	16/7 2024 .....

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<b><u>Fransisca Maria Farida, M.T.</u></b> NIP. 197612212008122002 (Ketua Penguji)	 .....	11/7 2024 .....
<b><u>Dr. Ir. Trivono, M.Eng</u></b> NIP. 197508162009121001 (Sekretaris)	 .....	11/7 2024 .....
<b><u>Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T.</u></b> NIP. 197902112012121001 (Dosen Ahli)	 .....	12/7 2024 .....

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 : Achmad Nouval Baraqbah

NIM : 1518619014

Tempat, tanggal lahir : Palembang, 12 Januari 2002

Alamat : Jl. MM No.31A RT.004/RW.009, Sukabumi Utara,  
Kebon Jeruk, Jakarta Barat. 11540

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, 04 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



**Achmad Nouval Baraqbah**

NIM. 1518619014



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 : Achmad Nouval Baraqbah  
NIM : 1518619014  
Fakultas/Prodi : Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Alamat email : ahmadnouval567@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

yang berjudul :

ANALISIS PERBANDINGAN EXPANSION RATIO DAN DRAINAGE TIME PADA  
MODIFIKASI INJECTOR FIRE JET NOZZLE 2 INCHI

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, 23 Juli 2024

(Achmad Nouval Baraqbah)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi yang berjudul “ANALISIS PERBANDINGAN *EXPANSION RATIO* DAN *DRAINAGE TIME* PADA MODIFIKASI *INJECTOR FIRE JET NOZZLE 2 INCHI*”. Penulisan laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan untuk menyelesaikan studi S1 pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk penulis.
2. Bapak Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I serta Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran sekaligus Dosen Pembimbing II.
4. Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
5. Farhah Al Faizah yang tidak pernah hentinya memberikan dukungan untuk penulis, menjadi bagian dari perjalanan suka duka selama di bangku perkuliahan. Semoga kamu selalu dikelilingi hal – hal baik.
6. Keluarga besar Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang turut membantu dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya, atas bantuan dan perhatiannya baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memperlancar penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi yang disusun oleh penulis masih jauh dari kata sempurna baik segi bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menjadi bahan evaluasi bagi penulis agar menjadi lebih baik lagi di masa mendatang.

Penulis berharap laporan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 12 Januari 2024



Achmad Nouval Baraqbah



# STUDY EXPERIMENT PENGARUH INJEKTOR *FOAM* PADA *JET NOZZLE* PEMADAM KEBAKARAN

Achmad Nouval Baraqbah

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

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

## ABSTRAK

*Nozzle* merupakan alat yang berperan aktif dalam menyemprotkan media air untuk memadamkan api sebagai upaya pengendalian api. Terjadinya peristiwa kebakaran rumah pada suatu desa di daerah Aceh Singkil tahun 2023 dipicu oleh minyak tanah yang terbakar di salah satu rumah warga. Namun dalam kasus kebakaran minyak tanah (kelas B) ini diperlukan alat yang dapat menyemprotkan media *foam*/busa, maka perlu dilakukan pengembangan *Nozzle* yang mampu menyemprotkan media pemadam berupa *foam* secara efektif seperti eductor. Pada penelitian ini digunakan *nozzle* tipe *jet nozzle* 2 inchi yang akan dimodifikasi dengan menambahkan beberapa variasi peletakan *injector foam*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat keefektifan modifikasi *injector jet nozzle* sebagai alternatif pengganti eductor yang dilakukan dengan pengujian *expansion ratio* dan *drainage time* pada *foam*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peletakkan titik *injector* terbaik berada pada *injector* belakang dengan nilai *expansion ratio* mencapai 7,69 pada rpm maks. 4000 dan 9,17 pada rpm *top speed* dan waktu pencairan *foam* (*drainage time*) >3 menit.

**Kata kunci:** *Foam*, Injektor, *Jet nozzle*



**EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF *FOAM INJECTORS* ON  
*JET NOZZLE* FIRE EXTINGUISHER**

**Achmad Nouval Baraqbah**

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

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

***ABSTRACT***

*The nozzle is a tool that used to actively spray water-based extinguishing agents to control the spread of a fire. In the case of a fire in a village in the Aceh Singkil area in 2023, the ignition of the fire was caused by the burning of kerosene in a resident's house. However, in the case of kerosene fires (class B), a tool that can spray foam media is needed. Therefore, it is necessary to develop a nozzle that is able to spray extinguishing media in the form of foam effectively, such as an educator. In this research, a jet nozzle type nozzle 2 inch is used, which will be modified by adding several variations of foam injector placement. The objective of this research is to assess the efficacy of jet nozzle injector modifications as an alternative to educator replacement. This will be achieved by testing the expansion ratio and drainage time on foam. The results of the tests indicate that the optimal injector point placement is at the rear injector, with expansion ratio values reaching 7,69 at max rpm 4000 rpm, and 9.17 at top speed rpm, and drainage time exceeding 3 minutes.*

**Keywords:** *Foam, Injector, Jet nozzle*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>4</b>
<b>KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Landasan Teori .....	4
2.1.1 Definisi dan Sifat Fluida .....	4
2.1.2 Klasifikasi Aliran Fluida .....	5
2.1.3 Pompa Sentrifugal .....	7
2.1.4 <i>Eductor (Inductor)</i> .....	8
2.1.5 <i>Nozzle</i> .....	10
2.1.6 <i>Foam</i> .....	11
2.1.7 <i>Expansion ratio</i> (Ratio Pengembangan) .....	15
2.1.8 <i>Drainage time</i> (Waktu Pencairan) .....	18
2.2 Kerangka Konseptual .....	19
2.3 Hipotesis Penelitian .....	19

<b>BAB III.....</b>	<b>20</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1    Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian .....	20
3.2    Populasi dan Sampel Penelitian .....	20
3.2.1    Populasi.....	20
3.2.2    Sampel Penelitian.....	20
3.3    Diagram Alir Penelitian.....	21
3.4    Metode Penelitian.....	22
3.5    Prosedur Penelitian.....	22
3.5.1    Prosedur Modifikasi <i>Jet nozzle</i> .....	22
3.5.2    Prosedur Pengujian <i>Expansion ratio</i> .....	23
3.5.3    Prosedur Pengujian <i>Drainage time</i> .....	24
3.6    Instrumen Penelitian.....	25
3.6.1    Alat Eksperimen.....	25
3.6.2    Bahan Eksperimen .....	32
<b>BAB IV .....</b>	<b>34</b>
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1    Deskripsi Data .....	34
4.2    Pengujian Persyaratan Analisis .....	35
4.3    Analisis Hasil Pengujian .....	37
4.3.1    Pengujian <i>Expansion ratio</i> .....	37
4.3.2    Pengujian <i>Drainage time</i> .....	39
4.4    Pembahasan .....	41
<b>BAB V.....</b>	<b>44</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>44</b>
5.1    Kesimpulan.....	44
5.2    Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Sampel Penelitian .....	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi motor.....	25



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan klasifikasi mekanika fluida .....	5
Gambar 2. 2 Laminar flow dan Turbulen flow .....	6
Gambar 2. 3 Pompa sentrifugal .....	7
Gambar 2. 4 <i>Eductor (Inductor)</i> .....	8
Gambar 2. 5 Contoh bentuk dari Eductor .....	9
Gambar 2. 6 Tampilan bagian-bagian dari eductor.....	9
Gambar 2. 7 Sketsa tiga dimensi dari (a) Pipa lurus, (b) Pipa konvergen, (c) Pipa divergen.....	11
Gambar 2. 8 Foam Tetrahedron .....	12
Gambar 2. 9 Skema mekanisme pemadaman dengan menggunakan busa .....	14
Gambar 2. 10 Proses Drainage Time .....	18
Gambar 2. 11 Kerangka Konseptual .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3. 2 Sepeda motor pemadam .....	25
Gambar 3. 3 Fire Jet Nozzle 2" .....	26
Gambar 3. 4 Pompa sentrifugal.....	26
Gambar 3. 5 Tangki air 85L.....	27
Gambar 3. 6 Sok Drat + Selang (output) .....	27
Gambar 3. 7 Klem selang.....	28
Gambar 3. 8 Selang Spiral 2” (Input) + Filter.....	28
Gambar 3. 9 Wadah foam .....	28
Gambar 3. 10 Meja kolektor foam .....	29
Gambar 3. 11 Pitot Gauge Shilla .....	29
Gambar 3. 12 RPM Digital .....	29
Gambar 3. 13 Pompa Celup (Submersible Pump) .....	30
Gambar 3. 14 ACCU Motor.....	30
Gambar 3. 15 Timbangan Digital .....	31
Gambar 3. 16 Gelas Ukur 2000mL.....	31
Gambar 3. 17 Gelas ukur 50mL.....	32
Gambar 3. 18 AFFF (Aqueous Film-Forming Foam) 3% .....	32

Gambar 3. 19 Air.....	33
Gambar 4. 1 Desain Jet Nozzle .....	34
Gambar 4. 2 Meja Kolektor Foam .....	35
Gambar 4. 3 Validitas pitot gauge shilla.....	36
Gambar 4. 4 Validitas rpm digital.....	36
Gambar 4. 5 Grafik Ex. Ratio max 4000 rpm.....	37
Gambar 4. 6 Grafik Ex. Ratio Top Speed .....	38
Gambar 4. 7 Grafik Drainage Time max 4000 rpm.....	39
Gambar 4. 8 Grafik Drainage Time top speed .....	40
Gambar 4. 9 Uji penyemprotan foam.....	41
Gambar 4. 10 Karakteristik foam.....	42



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan <i>Expansion Ratio</i> .....	52
Lampiran 2. Perhitungan <i>25% Drainage time</i> .....	55
Lampiran 3. Dokumentasi Pengukuran Berat <i>Foam</i> .....	57
Lampiran 4. Dokumentasi Analisis <i>Drainage time</i> RPM maks. 4000.....	58
Lampiran 5. Dokumentasi Analisis <i>Drainage time</i> RPM <i>Top speed</i> .....	60
Lampiran 6. Dokumentasi Proses Pengujian .....	62
Lampiran 7. Dokumentasi Pemasangan <i>Injector</i> .....	62
Lampiran 8. Dokumentasi RPM .....	63
Lampiran 9. Dokumentasi Jarak Pancaran.....	64
Lampiran 10. Dokumentasi Pengukuran Tekanan Penyemprotan.....	65

