

SKRIPSI

**PERANCANGAN DESAIN *FIRE JET NOZZLE* BERBAHAN
CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) BERBASIS
*DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (DFMA)***



Intelligentia - Dignitas

ALAN LUTFI PUTRA MUSTAFIT

1518621037

Disusun untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan dalam Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik

PROGRAM STUDI

REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN DAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Perancangan *Fire Jet Nozzle* Berbahan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Berbasis *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA)

Penyusun : Alan Lutfi Putra Mustafit

NIM : 1518621037

Disetujui oleh:

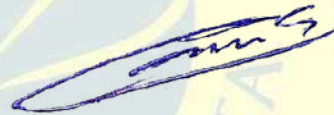
Pembimbing I

Pembimbing II



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

NIP. 198105052008121002

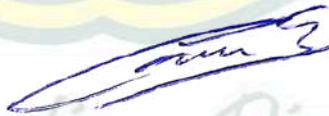


Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.

NIP. 197102232006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

NIP. 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Perancangan *Fire Jet Nozzle* Berbahan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Berbasis *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA)

Penyusun : Alan Lutfi Putra Mustafit

NIM : 1518621037

Disetujui oleh:

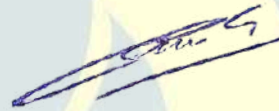
Pembimbing I

Pembimbing II



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

NIP. 198105052008121002



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

NIP. 197102232006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

KetuaPenguji,

Sekretaris,

Dosenahli,



Pratomo Setyadi, S.T., M.T
NIP. 198102222006041001



Ir. Waradzi Mustakim, S.T.,M.Pd.T.
NIP. 199606292025061006



Ilman Arpi, S.T., M.T.
NIP. 199608242025061005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

LEMBAR PERNYATAAN

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, 23 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Alan Lutfi Putra Mustafit

NIM. 1518621037

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perancangan *Fire Jet Nozzle* Berbahan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Berbasis *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terwujud berkat bantuan, arahan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan banyak nikmat serta Rahmat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Sopyan Mustafit dan Ibu Siam Rusminah yang telah memberikan kasih sayang, nasihat, restu hingga doa dan memenuhi semua kebutuhan penulis selama melalui proses awal perkuliahan hingga sampai saat ini.
3. Saudara-saudari penulis, Agnestya Putri Mustafit dan Alvian Putra Mustafit. Terima kasih telah memberi dukungan secara materi maupun non- materi dan memotivasi penulis selama ini serta doa yang terbaik untuk penulis.
4. Bapak Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran sekaligus Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
7. Diana Fitriyani Fauzi yang selalu memberikan dukungan untuk penulis, menjadi bagian dari perjalanan suka duka selama di bangku perkuliahan.
8. Fahri Ferriansyah, Bilqis Nabila Janatul Ma'Wa, Annisaa Ary Via Wahyudin, Agung Kusuma, dan teman-teman lainnya yang turut membantu dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya, atas bantuan dan perhatiannya baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memperlancar penyelesaian skripsi ini.

10. Diri ini sendiri, Alan Lutfi Putra Mustafit 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 laporan skripsinya 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, 23 Juli 2026



Alan Lutfi Putra Mustafit

Intelligentia - Dignitas

PERANCANGAN DESAIN *FIRE JET NOZZLE* BERBAHAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP)* BERBASIS *DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (DFMA)*

Alan Lutfi Putra Mustafit

**Pembimbing : Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T dan
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**

ABSTRAK

Fire jet nozzle merupakan komponen penting pada sistem pemadam kebakaran yang berfungsi mengarahkan aliran air menuju titik api. Namun, desain *fire jet nozzle* konvensional masih memiliki beberapa kelemahan, seperti potensi kebocoran pada sambungan, jumlah komponen yang relatif banyak, serta penggunaan material kuningan yang memiliki bobot cukup berat sehingga memengaruhi efisiensi penggunaan dan proses perakitan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang *fire jet nozzle* menggunakan metode *Design for Manufacture and Assembly (DFMA)* dengan menerapkan material *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*, mengurangi jumlah komponen, serta mengembangkan sistem sambungan untuk meminimalkan kebocoran. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, perancangan desain menggunakan *Computer Aided Design (CAD)*, pembuatan prototipe, serta analisis performa terhadap desain yang diusulkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah komponen berhasil dikurangi dari tiga menjadi dua komponen melalui penyederhanaan desain. Selain itu, penerapan sistem *coupling machino* yang dikombinasikan dengan mekanisme *male-female* menghasilkan sambungan yang lebih rapat dengan potensi kebocoran yang lebih rendah. Penggunaan material CFRP juga menghasilkan desain *fire jet nozzle* yang lebih ringan dibandingkan material kuningan. Berdasarkan hasil penelitian, redesign *fire jet nozzle* berbasis DFMA mampu meningkatkan efisiensi perakitan, meminimalkan potensi kebocoran, dan meningkatkan performa nozzle secara keseluruhan.

Kata kunci: *fire jet nozzle*, DFMA, CFRP, *male-female*, *redesign*

Intelligentia - Dignitas

DESIGN OF A CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) FIRE JET NOZZLE BASED ON DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (DFMA)

Alan Lutfi Putra Mustafit

**Supervisor : Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T dan
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**

ABSTRACT

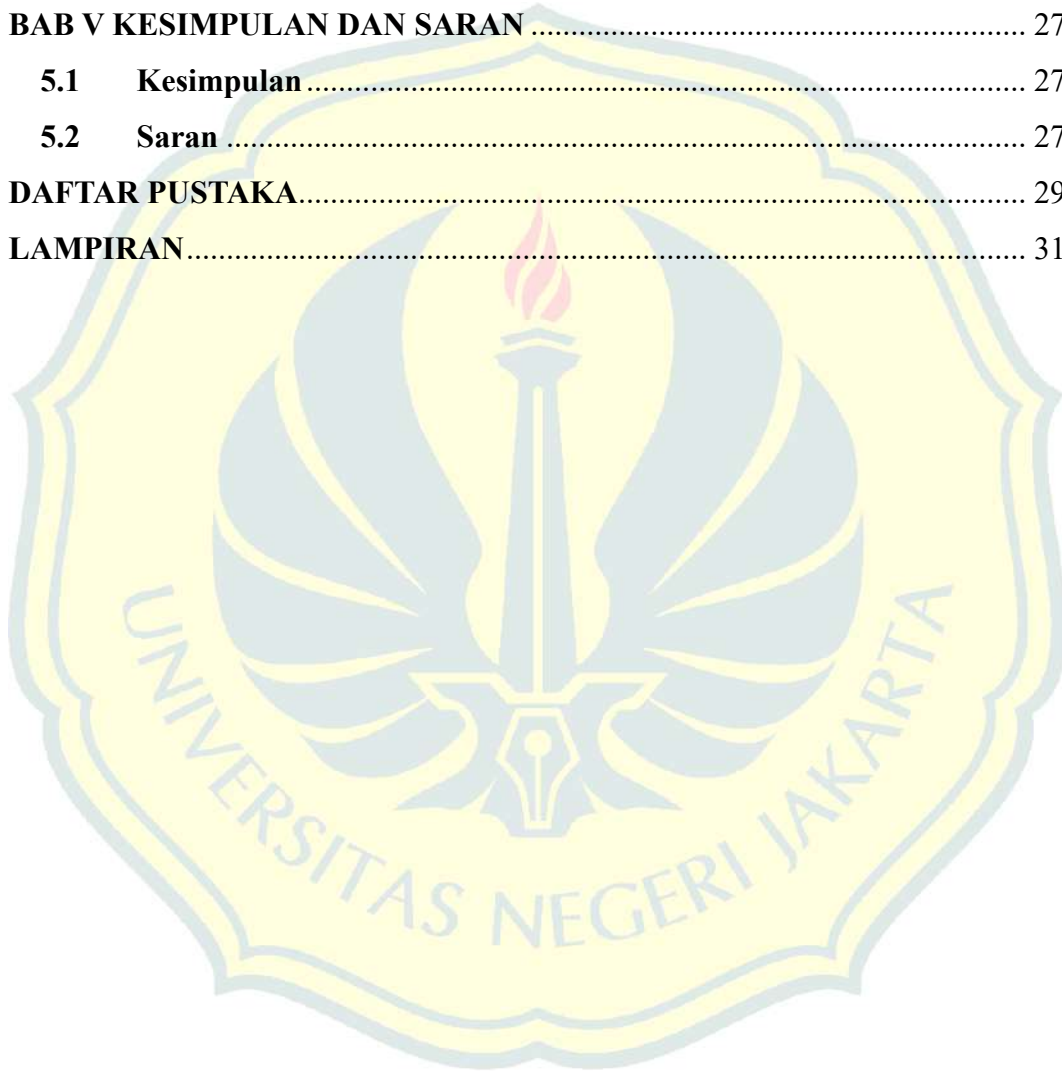
Fire jet nozzle is an important component in a firefighting system that functions to direct water flow toward the fire source. However, conventional fire jet nozzle designs still have several limitations, including leakage potential at connection points, a relatively high number of components, and the use of brass material with considerable weight, which affects efficiency and assembly processes. This study aims to redesign the fire jet nozzle using the Design for Manufacture and Assembly (DFMA) method by implementing Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) material, reducing the number of components, and developing an improved connection system to minimize leakage. The research method was conducted through literature studies, Computer Aided Design (CAD)-based design development, prototype fabrication, and performance analysis of the proposed design. The results showed that the number of components was successfully reduced from three to two through design simplification. In addition, the implementation of a coupling machino combined with a male-female mechanism produced a tighter connection with lower leakage potential. The use of CFRP also resulted in a lighter fire jet nozzle design compared to brass material. Based on the results, the DFMA-based redesign successfully improved assembly efficiency, minimized leakage potential, and enhanced the overall performance of the fire jet nozzle.

Keywords: *fire jet nozzle, DFMA, CFRP, male-female, redesign*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 <i>Fire Jet Nozzle</i>	4
2.1.2 Material CFRP	5
2.1.3 Metode DFMA.....	6
2.2 Penelitian yang Relevan.....	7
2.3 Kerangka Berpikir	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Metode Penelitian.....	9
3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	9
3.3 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	10
3.3.1 Proses Perancangan dan Pembuatan <i>Fire Jet Nozzle</i>	10
3.4 Teknik Analisis Data	12
BAB IV PEMBAHASAN.....	13
4.1 Kondisi Awal <i>Fire Jet Nozzle</i>	13
4.2 Kondisi Akhir <i>Fire Jet Nozzle</i>	15

4.3	Analisis Metode <i>Design for Manufacture and Assembly</i> (DFMA) ..	17
4.3.1	Analisis Jumlah Komponen	18
4.3.2	Analisis Proses Manufaktur dan Pemilihan Material	19
4.3.3	Analisis Proses Perakitan (<i>Assembly</i>)	21
4.4	Analisis Kinerja <i>Fire Jet Nozzle</i>	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		27
5.1	Kesimpulan	27
5.2	Saran	27
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN		31



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

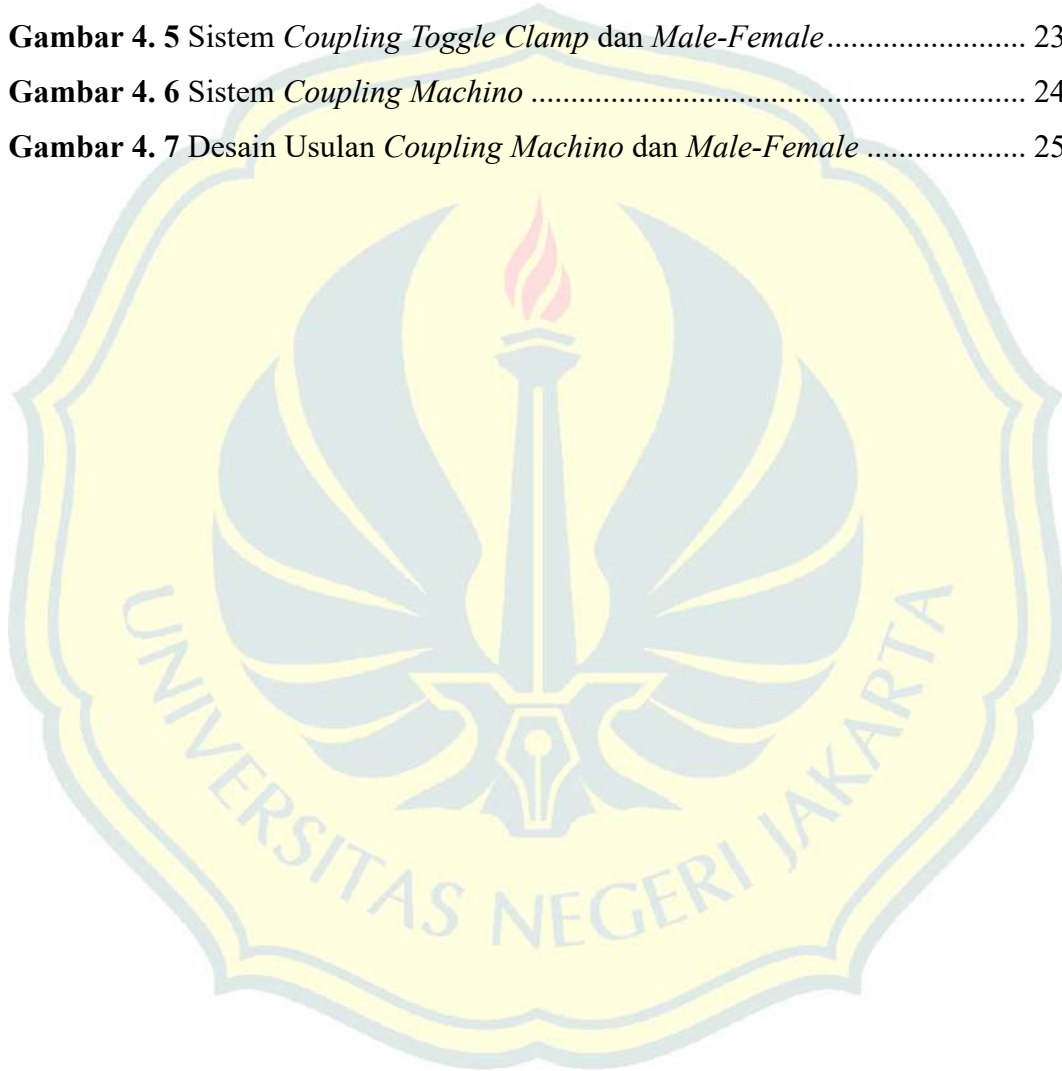
Tabel 4. 1 Tabel Dimensi Desain Awal <i>Fire Jet Nozzle</i>	14
Tabel 4. 2 Dimensi Desain Baru <i>Fire Jet Nozzle</i>	17
Tabel 4. 3 Perbandingan Jumlah Komponen <i>Fire Jet Nozzle</i>	19
Tabel 4. 4 Perbandingan Manufaktur dan Material <i>Fire Jet Nozzle</i>	21
Tabel 4. 5 Perbandingan Sistem <i>Coupling Fire Jet Nozzle</i>	26



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Geometri <i>Fire Jet Nozzle</i>	13
Gambar 4. 2 Gambar Teknik <i>Fire Jet Nozzle</i>	13
Gambar 4. 3 Geometri Hasil Perancangan Ulang <i>Fire Jet Nozzle</i>	15
Gambar 4. 4 Gambar Teknik Hasil Perancangan Ulang <i>Fire Jet Nozzle</i>	15
Gambar 4. 5 Sistem <i>Coupling Toggle Clamp</i> dan <i>Male-Female</i>	23
Gambar 4. 6 Sistem <i>Coupling Machino</i>	24
Gambar 4. 7 Desain Usulan <i>Coupling Machino</i> dan <i>Male-Female</i>	25



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Manufaktur Fire Jet Nozzle CFRP	31
Lampiran 2 Uji Performa Fire Jet Nozzle	34
Lampiran 3 Uji Kebocoran Fire Jet Nozzle.....	35
Lampiran 4 Uji Assembly Fire Jet Nozzle	36
Lampiran 5 Tabel Hasil Uji Assembly Time Nozzle CFRP	37
Lampiran 6 Hasil Uji Assembly Time Nozzle	37
Lampiran 7 Uji Assembly Fire Jet Nozzle	38
Lampiran 8 Tabel Hasil Uji Disassembly Time Nozzle CFRP	39
Lampiran 9 Tabel Hasil Uji Disassembly Time Nozzle	39
Lampiran 10 Daftar Riwayat Hidup	40



Intelligentia - Dignitas

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Fire jet nozzle merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pemadam kebakaran yang terpasang pada ujung *fire hose* (selang) dan berfungsi untuk mengarahkan aliran air pemadam ke titik api. *Nozzle* ini dirancang untuk menghasilkan pancaran air berbentuk *solid stream* yang lurus, padat, dan bertekanan tinggi sehingga mampu menjangkau jarak yang lebih jauh serta meningkatkan efektivitas pemadaman. Prinsip kerja *fire jet nozzle* didasarkan pada dinamika fluida, di mana air dipaksa melewati lubang sempit sehingga menghasilkan kecepatan aliran yang tinggi akibat efek percepatan fluida. Oleh karena itu, desain *nozzle* yang optimal, diantaranya pemilihan material yang tahan terhadap korosi dan tekanan tinggi, dan penyederhanaan proses manufaktur. Kedua hal ini perlu dilakukan agar alat dapat berfungsi lebih baik dan andal dalam kondisi darurat (Mindar Agus Prasetyo, Annas Affandi, M. Sagaf 2024).

Material kuningan umum digunakan pada *fire jet nozzle* karena memiliki ketahanan gesekan yang baik serta mudah diproses dalam manufaktur, namun material ini memiliki kelemahan berupa bobot yang relatif berat serta rentan terhadap korosi dan oksidasi yang dapat menurunkan performa dalam jangka panjang (Rahman 2026). Sebagai alternatif, *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) menawarkan rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, bobot yang lebih ringan, tahan korosi, memiliki kekuatan tarik dan ketahanan *fatigue* yang baik, serta fleksibilitas desain yang lebih optimal sehingga dinilai lebih sesuai untuk meningkatkan efisiensi dan performa *fire jet nozzle* (Sutrisno et al. 2024).

Selain jenis material, jumlah komponen pada *fire jet nozzle* juga menjadi faktor penting yang memengaruhi performa dan efisiensi alat. Penggunaan komponen yang terlalu banyak dapat meningkatkan kompleksitas proses perakitan, memperpanjang waktu *assembly* (Sitepu and Brilioneristen 2023). Semakin banyak komponen yang digunakan maka proses manufaktur, perawatan, dan pemasangan juga menjadi kurang efisien. Oleh karena itu,



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

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 : Alan Lutfi Putra Mustafit
NIM : 1518621037
Fakultas/Prodi : Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : alanlutfi6@gmail.com

Demipengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

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

yang berjudul :

Perancangan *Fire Jet Nozzle* Berbahan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Berbasis

Designfor Manufacture and Assembly (DFMA)

DenganHak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih mediakan, 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 , 24 Juli 2026

Penulis

(Alan Lutfi P utra Mustafit)