

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,

diperlukan penyederhanaan jumlah komponen untuk menghasilkan desain *fire jet nozzle* yang lebih sederhana, mudah dirakit, dan memiliki performa yang lebih optimal.

Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) merupakan pendekatan dalam perancangan produk yang berfokus pada penyederhanaan proses manufaktur dan perakitan. Pendekatan ini bertujuan meminimalkan jumlah komponen serta meningkatkan kualitas aliran (Sarwoko 2022). Dengan mengintegrasikan pertimbangan manufaktur sejak tahap awal desain, DFMA memungkinkan perancangan produk yang tidak hanya optimal secara fungsi, tetapi juga mudah diproduksi dan dirakit secara efisien.

Dalam penelitian ini, DFMA digunakan sebagai pendekatan utama untuk mengoptimalkan desain *fire jet nozzle* berbahan CFRP. Penggunaan material CFRP dipilih karena memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik. Sehingga akan dihasilkan produk yang lebih sederhana, efisien, dan memiliki performa yang lebih baik dibandingkan desain terdahulu.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Banyaknya jumlah komponen pada *fire jet nozzle* menyebabkan waktu perakitan yang lebih lama dan juga berpotensi memperbesar risiko kebocoran pada sambungan sehingga menurunkan kualitas aliran.
2. Adanya kebutuhan akan material alternatif yang lebih ringan dan tahan korosi, seperti *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP).

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jumlah komponen terhadap performa *fire jet nozzle*?
2. Bagaimana perbandingan performa material *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) dengan material Kuningan pada *fire jet nozzle*?

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini terbatas pada perancangan ulang (*redesign*) *fire jet nozzle* melalui penyederhanaan jumlah komponen menggunakan metode DFMA serta penggunaan material *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) sebagai pengganti material Kuningan pada desain awal.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Merancang komponen *fire jet nozzle* sesuai dengan prinsip dari metode *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA).
2. Merencanakan proses manufaktur *fire jet nozzle* menggunakan material *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP).
3. Menganalisis tingkat kebocoran dan meningkatkan kualitas aliran dengan menerapkan sistem *male-female* pada sambungan *coupling machino*.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perancangan produk teknik, khususnya pada penerapan metode DFMA dalam desain *fire jet nozzle*.
2. Menjadi referensi dalam pemanfaatan material komposit CFRP sebagai alternatif pengganti logam dalam aplikasi teknik.
3. Menghasilkan desain *fire jet nozzle* yang lebih ringan, efisien, dan mudah dirakit, sehingga berpotensi meningkatkan kinerja penggunaan di lapangan.

Memberikan solusi terhadap permasalahan kebocoran pada sambungan *nozzle* melalui penerapan sistem *male-female*.

Intelligentia - Dignitas