

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebakaran merupakan peristiwa penyebab kerusakan dan kerugian yang dapat terjadi kapanpun dan tidak dapat diprediksi. Di Indonesia, khususnya di Jakarta, angka kebakaran yang terjadi cukup tinggi. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta tahun 2023, total kasus kebakaran DKI Jakarta mencapai 467 kasus dengan listrik menjadi penyebab utama sebanyak 267 kasus. Lalu disusul dengan kebakaran sampah dengan total 74 kasus. Sedangkan gas menjadi penyebab paling sedikit dengan total 27 kasus [1]. Mengingat maraknya kasus kebakaran yang terjadi, diperlukan berbagai peralatan yang mampu memadamkan api dengan efektif, sehingga mencegah munculnya penyalan kembali (*reignition*) dan *backdraft*.

Fire nozzle merupakan salah satu peralatan pemadam kebakaran yang dibutuhkan dalam upaya pemadaman kebakaran. Menurut NFPA 1964 tentang *Standard for Spray Nozzles*, *Nozzle* merupakan peralatan yang dimaksudkan untuk dihubungkan ke saluran selang atau monitor pemadam untuk mengalirkan air [2]. Saat terjadi kebakaran, selang pemadam akan menyalurkan air di sekitar atau ke arah kebakaran. *Nozzle* pada ujung selang akan mengurangi luas penampang aliran air, sehingga meningkatkan kecepatan pancaran air [3].

Sebagai peralatan pemadam yang berinteraksi langsung dengan sumber api, kualitas menjadi faktor utama yang harus diperhatikan. Efektivitas performa *nozzle* bergantung pada berbagai faktor desain dan pengoperasian. Geometri seperti diameter dan panjang serta kontur internal memainkan peran penting dalam karakteristik aliran fluida internal, yang selanjutnya akan memengaruhi parameter seperti laju aliran, efisiensi *nozzle*, dll [4]. Parameter pengoperasian eksternal seperti tekanan fluida masuk, suhu, densitas, dan viskositas juga memengaruhi efektivitas *nozzle* [5]. Penelitian oleh Piatek, dkk menunjukkan bahwa sudut operasi dan debit memberikan pengaruh terhadap luasan area dan

intensitas pancaran air. Dengan debit yang sama, area pancaran air terluas diperoleh pada sudut operasi terendah (posisi horizontal) dan intensitas pancaran diperoleh pada sudut operasi tertinggi (posisi vertikal) [6].

Dalam aplikasinya, *fire nozzle* seringkali menggunakan media pemadaman kebakaran lain selain air, yakni *Aqueous Film Forming Foam* (AFFF), khususnya untuk kebakaran kelas B yang melibatkan bahan bakar cair mudah terbakar seperti minyak atau zat kimia. *Foam* bekerja dengan membentuk lapisan penutup di atas permukaan bahan bakar, sehingga menghambat suplai oksigen ke titik api dan mempercepat proses pendinginan [7]. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan modifikasi *jet nozzle* berupa perubahan bentuk geometri *nozzle* serta penambahan *injector foam* yang berfungsi untuk memasukkan AFFF ke aliran air untuk meningkatkan efektivitas pemadaman.

Oleh karena itu, diperlukan simulasi untuk menganalisis lebih lanjut mengenai performa aliran serta ketercampuran air dan *foam* pada *jet nozzle* pemadam kebakaran untuk mendapatkan performa *nozzle* yang optimal. Simulasi ini dilakukan dengan fokus pada geometri *nozzle* serta peletakan *injector* untuk media *foam*, agar mendapatkan nilai pada beberapa parameter aliran serta sebagai gambaran mengenai pola dan ketercampuran aliran pada variasi posisi *injector foam*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diidentifikasi masalah yang akan menjadi bahan penelitian, yaitu sebagai berikut :

1. Tingkat penggunaan *jet nozzle* yang tinggi dalam pemadaman kebakaran, sehingga perlu dilakukan analisis untuk menentukan model *nozzle* yang dapat meningkatkan performa *jet nozzle*.
2. Modifikasi *nozzle* dengan perubahan geometri serta penambahan *injector foam* memerlukan analisis lebih lanjut terkait parameter aliran serta ketercampuran air dan *foam* pada setiap posisi *injector*.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian berikut, penulis membatasi ruang lingkup penelitian agar penelitian lebih terfokus. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Software* simulasi yang digunakan dalam penelitian adalah *workbench* Ansys Fluent.
2. Objek simulasi berupa dua model *jet nozzle*, yaitu model *nozzle* biasa serta model dengan bentuk geometri yang dimodifikasi.
3. Simulasi dilakukan pada dua model *jet nozzle* dengan variasi *injector foam* pada jarak 80 mm, 200 mm, dan 350 mm dari masuknya air.
4. Simulasi menggunakan fluida air dan AFFF 3 % dengan mengasumsikan nilai kecepatan pada *inlet* konstan.
5. Simulasi dilakukan tanpa memperhitungkan nilai *expansion ratio* pada *outlet nozzle*.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah, maka dapat dirumuskan masalah yang dijadikan pokok penelitian ini, yaitu bagaimana mendapat model geometri dan posisi *injector foam* dari *jet nozzle* pemadam kebakaran yang dapat mengoptimalkan performa aliran di dalamnya.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini memiliki tujuan yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kontur kecepatan, tekanan, dan energi kinetik turbulen pada model *nozzle* yang disimulasikan.
2. Mengidentifikasi kontur *streamline* dan *volume fraction* AFFF di setiap variasi posisi *injector foam* pada model *nozzle* yang disimulasikan.
3. Menganalisis tekanan aliran *jet nozzle* serta tekanan minimal pada *injector* agar dapat memasukkan *foam* ke dalam *nozzle*.
4. Mengetahui pengaruh posisi peletakan *injector foam* terhadap efesiensi ketercampuran air dan AFFF.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai tambahan informasi mengenai parameter aliran internal yang dapat memengaruhi performa *jet nozzle* pemadam kebakaran.
2. Nilai hasil simulasi dapat dijadikan rujukan, baik untuk dunia industri, maupun pendidikan.
3. Menjadi referensi untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

