

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan aktifitas industri yang cepat. Ketergantungan pada bahan bakar fosil tetap menjadi masalah utama di bidang energi nasional. Penggunaan bahan bakar fosil yang terus-menerus tidak hanya memengaruhi ketersediaan energi, tetapi juga menyebabkan peningkatan emisi gas buang seperti karbon monoksida (CO), nitrogen (N_2), dan partikel-partikel (PM) yang mencemari udara serta berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan [1]. Untuk menghadapi tantangan ini, pemerintah Indonesia mendorong peralihan energi menuju sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan, salah satunya dengan memanfaatkan biodiesel.

Program wajib penggunaan biodiesel telah dilaksanakan secara bertahap dari B20, B30, dan kini menuju B40 serta B100 sebagai bagian dari upaya untuk mencapai kemandirian energi di dalam negeri dan mengurangi emisi karbon. Biodiesel, yang dihasilkan dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, memiliki keuntungan karena bersifat terbarukan, ramah lingkungan, dan dapat membantu mengurangi ketergantungan pada minyak bumi. Namun, sifat fisik dan kimia biodiesel berbeda dari solar biasa, termasuk viskositas yang lebih tinggi, nilai kalor yang lebih rendah, dan lebih banyak kandungan oksigen [2]. Perbedaan sifat ini memengaruhi cara bahan bakar disemprotkan, pencampuran antara udara dan bahan bakar, serta stabilitas api ketika digunakan dalam sistem pembakaran seperti pembakar industri.

Dalam aplikasi industri, biodiesel digunakan sebagai bahan bakar utama di burner untuk proses pembakaran. Namun, penelitian menunjukkan bahwa pembakaran biodiesel sering menghasilkan nyala api yang lebih panjang, suhu nyala lebih rendah, dan peningkatan emisi karena distribusi oksigen yang tidak merata [1]. Ini menunjukkan bahwa karakteristik pembakaran biodiesel perlu dioptimalkan pada desain burner agar pencampuran udara dan bahan bakar lebih efisien. Salah satu komponen penting yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi pembakaran adalah *swirler*, yaitu alat yang berfungsi untuk menciptakan aliran pusaran yang membantu memperbaiki pencampuran antara udara dan bahan bakar.

Bentuk serta konfigurasi *swirler* sangat memengaruhi karakteristik nyala api dan emisi gas buang yang dihasilkan. Menurut penelitian [3], angka *swirl* yang dihasilkan oleh

swirler berdampak pada distribusi panas dan kestabilan nyala api di ruang bakar. *Swirler* axial menghasilkan momentum aksial yang lebih tinggi, sehingga membuat nyala api lebih stabil, sementara *swirler* radial memberikan distribusi tekanan yang lebih merata dan memperluas area pembakaran [4]. Penelitian eksperimental oleh [5] juga menunjukkan bahwa penggunaan konfigurasi *swirl* dapat mengurangi emisi hingga 12% dibandingkan dengan pembakaran tanpa *swirl*. Jadi, bentuk *swirler* menjadi faktor penting yang mempengaruhi efisiensi dan emisi dalam sistem pembakaran biodiesel.

Selain bentuk *swirler*, tekanan dari bahan bakar juga sangat berpengaruh terhadap kinerja proses pembakaran. Tekanan injeksi yang lebih tinggi mampu menghasilkan butiran bahan bakar yang lebih kecil, sehingga proses pemecahan dan pencampuran dengan udara menjadi lebih baik. Namun, tekanan yang terlalu tinggi justru dapat meningkatkan suhu maksimal pembakaran yang bisa menyebabkan peningkatan emisi NO_x . Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk menemukan tekanan bahan bakar yang tepat agar efisiensi pembakaran dapat tinggi tanpa menambah emisi.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang dampak *swirl* terhadap pembakaran biodiesel serta variasi tekanan bahan bakar. Namun, studi yang secara bersamaan mengamati pengaruh bentuk *swirler* (axial dan radial), jenis bahan bakar (B40 dan B100), dan variasi tekanan bahan bakar pada sistem pembakaran nyata seperti burner JINIL JL26D masih sangat terbatas [3], [6]. Hal ini menunjukkan adanya kekurangan dalam penelitian yang perlu diatasi untuk mendukung pengembangan burner yang menggunakan biodiesel dengan kinerja pembakaran yang optimal.

Berdasarkan penjelasan di atas, studi ini dilaksanakan untuk mempelajari dampak dari desain *swirler* axial dan radial pada karakteristik nyala api serta emisi gas buang di Burner JINIL JL26D yang menggunakan bahan bakar B40 dan B100 dengan variasi tekanan bahan bakar. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan penemuan ilmiah dalam pengembangan teknologi pembakaran biodiesel yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta mendukung langkah-langkah pemerintah dalam peralihan menuju energi berkelanjutan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap morfologi nyala api (panjang, lebar, visual, dan intensitas cahaya) pada *burner* JINIL JL26D berbahan

bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar?

2. Bagaimana pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap emisi gas buang (CO, CO₂, HC, O₂ dan N₂) pada proses pembakaran bahan bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar pada burner JINIL JL26D?
3. Bagaimana pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap performa pada proses pembakaran bahan bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar pada burner JINIL JL26D?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap morfologi nyala api (panjang, lebar, visual, dan intensitas cahaya) pada burner JINIL JL26D berbahan bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar.
2. Mengetahui pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap emisi gas buang (CO, CO₂, HC, O₂ dan N₂) pada proses pembakaran bahan bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar pada burner JINIL JL26D.
3. Menganalisis pengaruh posisi *swirler* axial dan radial terhadap performa pada proses pembakaran bahan bakar B40 dan B100 dengan tambahan campuran minyak sereh serta variasi tekanan bahan bakar pada burner JINIL JL26D.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem pembakaran, khususnya terkait pengaruh posisi *swirler* dan tekanan bahan bakar terhadap karakteristik pembakaran biodiesel (B40 dan B100) dengan tambahan minyak sereh.
2. Menjadi dasar dalam perancangan dan pengoptimalan desain burner biodiesel tipe JINIL JL26D agar mampu menghasilkan proses pembakaran yang lebih efisien, stabil, dan memiliki emisi gas buang yang rendah.

3. Menjadi referensi aplikatif bagi industri energi dan manufaktur dalam penerapan bahan bakar biodiesel pada sistem burner industri guna meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi dampak lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Perlunya batasan-batasan pada penelitian ini untuk kondisi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan burner JINIL JL26D tanpa modifikasi lain selain pada bagian posisi *swirler*.
2. Aditif campuran minyak sereh dengan kadar 20%
3. B100 (biodiesel murni) yang digunakan berasal dari PT. Batara Elok Semesta Terpadu yang dijembatani oleh Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (APROBI).
4. B40 (campuran biodiesel 40% dan solar 60%) yang digunakan diperoleh dari PT. Pertamina.
5. Udara lingkungan sekitar diasumsikan memiliki kelembapan dan temperatur konstan.
6. Tekanan udara lingkungan dianggap konstan 1 atm.
7. Laju aliran udara dianggap konstan 168,8 liter/s.