

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin diesel merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam yang banyak digunakan di berbagai sektor, seperti transportasi, pertanian, dan pembangkit listrik. Keunggulan utama mesin diesel terletak pada efisiensi termal yang tinggi serta kemampuan menghasilkan torsi besar pada putaran rendah. Salah satu tipe mesin diesel yang banyak digunakan dalam skala kecil adalah mesin diesel tipe 186 FA, yaitu mesin diesel 4-langkah dengan satu silinder dan sistem pembakaran langsung. Mesin ini umum dijumpai pada genset, pompa air, dan alat-alat pertanian karena karakteristiknya yang sederhana, mudah dirawat, dan memiliki performa yang handal.

Dalam sistem kerja mesin diesel, proses pembakaran terjadi akibat injeksi bahan bakar ke dalam udara yang telah dikompresi pada tekanan dan temperatur tinggi. Oleh karena itu, rasio udara – bahan bakar (air – fuel ratio/ AFR) menjadi parameter penting dalam menentukan kualitas pembakaran, efisiensi mesin, dan emisi gas buang. Tidak seperti mesin bensin yang membutuhkan campuran udara dan bahan bakar dalam rasio mendekati stoikiometri, mesin diesel bekerja dengan campuran yang lebih kurus (lean mixture), yaitu udara berlebih agar pembakaran lebih sempurna dan efisien (Ferguson dan Kirkpatrick, 2016).

Rasio udara–bahan bakar dalam mesin diesel dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kecepatan putaran mesin. Kecepatan putaran (rpm) secara langsung mempengaruhi jumlah udara yang masuk ke dalam silinder karena meningkatnya kecepatan hisapan piston. Selain itu, jumlah bahan bakar yang terinjeksi juga berubah mengikuti rpm, terutama pada mesin dengan sistem injeksi bahan bakar mekanis seperti 186 FA. Hal ini menyebabkan variasi AFR yang cukup signifikan dalam kondisi kerja mesin yang berbeda. Pada mesin diesel konvensional, AFR tidak diatur secara elektronik, sehingga perubahan putaran mesin dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam rasio udara dan bahan bakar yang masuk (Bohmeke. Dkk, 2024).

Dalam konteks penelitian ini, kondisi beban mesin dibuat tetap (beban konstan) untuk memastikan bahwa variabel yang diuji hanyalah kecepatan putaran. Dengan demikian, pengaruh perubahan rpm terhadap AFR dapat diamati secara spesifik tanpa terganggu oleh fluktuasi beban. Variasi kecepatan putaran yang digunakan akan memberikan data bagaimana perubahan laju aliran udara dan konsumsi bahan bakar mempengaruhi perbandingan antara keduanya.

Pengujian AFR dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan perhitungan berdasarkan massa udara dan massa bahan bakar. Massa udara dihitung melalui pendekatan volume silinder, tekanan, temperatur, dan rasio udara, sedangkan massa bahan bakar diperoleh dari data konsumsi aktual per satuan waktu. Pendekatan ini umum digunakan pada pengujian eksperimental mesin diesel yang tidak dilengkapi sensor AFR digital (Heywood, 1988).

Pemilihan beban konstan dalam penelitian ini bukan hanya untuk mengisolasi pengaruh kecepatan putaran, tetapi juga merepresentasikan kondisi operasional nyata pada aplikasi seperti genset dan pompa, di mana beban cenderung stabil tetapi rpm bisa bervariasi tergantung input daya. Dengan memahami hubungan antara rpm dan AFR dalam kondisi beban konstan, maka dapat diperoleh gambaran bagaimana efisiensi pembakaran dan konsumsi bahan bakar dapat dioptimalkan.

Ketidaksesuaian nilai AFR dapat mengakibatkan berbagai masalah, seperti peningkatan konsumsi bahan bakar, pembakaran tidak sempurna, penurunan efisiensi, hingga peningkatan emisi gas buang. Rasio udara–bahan bakar yang terlalu rendah (rich) dapat menghasilkan karbon monoksida (CO) dan jelaga (soot), sementara rasio yang terlalu tinggi (lean) dapat menyebabkan hilangnya tenaga atau bahkan misfire (Tchato, dkk. 2023). Maka, menjaga AFR dalam rentang yang optimal sangat penting untuk menjaga kinerja mesin tetap efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, dengan semakin berkembangnya isu efisiensi energi dan pengurangan emisi, pemahaman tentang pengaruh kecepatan putaran terhadap AFR menjadi penting sebagai dasar pengembangan sistem pembakaran yang lebih cerdas. Informasi dari penelitian ini juga dapat dijadikan referensi

untuk modifikasi sistem bahan bakar pada mesin diesel sederhana agar dapat mendekati performa mesin modern yang lebih efisien.

Penelitian tentang rasio udara-bahan bakar pada mesin diesel 186 FA menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, menurunkan konsumsi bahan bakar, dan mengurangi emisi gas buang. Dengan menggunakan bahan bakar berkualitas tinggi seperti Pertamina Dex, diharapkan dapat mendukung performa optimal mesin. Selain itu, penelitian ini juga membantu dalam memahami bagaimana variasi parameter operasi seperti kecepatan putaran mesin mempengaruhi rasio udara-bahan bakar dan hasil pembakarannya, sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi mesin diesel yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Dari latar belakang diatas, maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Rasio Udara – Bahan Bakar pada Mesin Diesel 186 FA dengan Beban Konstan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putaran terhadap rasio udara-bahan bakar pada mesin diesel 186 FA dengan beban konstan?
2. Jenis pembakaran apa yang terjadi pada mesin Diesel 186 FA dengan beban 5 N.m?
3. Berapa konsumsi bahan bakar spesifik dari mesin diesel 186 FA dengan beban 5 N.m berbagai kecepatan putaran mesin?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas dari penelitian ini, maka penulis akan membatasi pembahasan dalam tugas akhir ini dengan hal – hak sebagai berikut:

1. Percobaan menggunakan mesin diesel 1 (satu) silinder empat langkah yang telah dimodifikasi dengan menambahkan panel kontrol untuk menunjang penelitian.
2. Kondisi mesin diesel dalam keadaan standar.

3. Kondisi aliran udara kedalam ruang bakar tidak stoikiometri.
4. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar jenis pertamina dex.
5. Kecepatan putaran mesin mulai dari 1300 rpm sampai dengan 2700 rpm, yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian.
6. Beban diberikan dari Dinamometer konstan pada 5 N.m.
7. Pengukuran rasio udara – bahan bakar meliputi pengukuran massa udara (m_a), massa bahan bakar (m_f), laju aliran massa bahan bakar ($\dot{m}_f$), laju aliran massa udara ($\dot{m}_a$), *Fuel-Air Ratio* (FAR), *Air-Fuel Ratio* (AFR), *Equivalence Ratio* (ϕ).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putaran terhadap rasio udara – bahan bakar pada mesin diesel 186 FA dengan pembebanan konstan. Untuk lebih rincinya mengenai tujuan penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui variasi kecepatan putaran terhadap rasio udara-bahan bakar pada mesin diesel 186 FA dengan beban konstan.
2. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel 186 FA dengan beban konstan 5 N.m.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui variasi kecepatan putaran terhadap rasio udara-bahan bakar pada mesin diesel 186 FA dengan beban konstan.
2. Dapat mengetahui pembakaran yang terjadi pada mesin diesel dengan beban 5 N.m
3. Dapat mengetahui laju aliran bahan bakar dan laju aliran udara pada mesin diesel 186 FA pada beban konstan 5 N.m.
4. Dapat mengetahui massa udara dan massa bahan bakar aktual pada mesin diesel 186 FA.
5. Dapat menentukan konsumsi bahan bakar spesifik dari mesin diesel dengan beban 5 N.m

6. Penelitian ini diharapkan menjadi tambahan sumber informasi dan wawasan baru dalam dunia akademis sehingga dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.
7. Mahasiswa dapat menerapkan dan mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama dibangku perkuliahan.
8. Mahasiswa mengetahui persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.