BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas bahan bakar bensin komersial menjadi isu penting dalam penggunaan kendaraan bermotor karena dapat memengaruhi proses pembakaran, performa mesin serta kondisi komponen pada sistem bahan bakar. Isu ini semakin relevan setelah muncul pemberitaan mengenai keluhan pengguna kendaraan yang mengalami gangguan pada pompa dan filter bahan bakar setelah pengisian *Pertamax*. PT. Pertamina Patra Niaga kemudian melaksanakan investigasi kualitas produk melalui pengecekan dari terminal BBM hingga Stasiun Pengisin Bahan Bakar, serta berkoordinasi dengan bengkel terkati dan **LAPI ITB**, serta mengirimkan sampel bahan bakar ke *Lemigas* untuk dilakukan pengujian laboratorium (Rahadiansyah, detikOto, 2024). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar tidak cukup dinilai hanya dari angkat oktan, tetapi perlu diteliti melalui pengujian performa mesin dan analisis karakteristik kimia bahan bakar secara ilmiah. Sumber berita tersebut memuat penulis, tanggal, isu kerusakan filter dan pompa serta langkah investigas yang dilakukan oleh Pertamina.

Motor bakar bensin empat langkah merupakan mesin pembakaran dalam yang mengubah energi kima bahan bakar menjad energi panas melalui proses pembakaran, kemudian mengubah energi panas tersebut menjadi energi mekanik. Unjuk kerja mesin sangat dipengaruhi oleh efisiensi *pembakaran campuran udara dan bahan bakar* di dalam ruang bakar. Faktor lain yang berpengaruh meliputi kualitas bahan bakar, tekanan kompresi temperatur kerja, serta kondisi sistem pembakaran. Mesin dengan tekanan kompresi yang tinggi membutuhkan bahan bakar dengan angka oktan yang sesuai agar proses pembakaran dapat berlangsung stabil dan menghasilkan daya serta torsi yang optimal Rahmat et al. (2024a). Hal ini sesuai dengan penelitian *Rahmat et al*, yang membahas hubungan angkat oktan, tekanan kompresi, daya serta torsi pada motor bakar silinder tunggal.

Bahan bakar bensin yang beredar di Indonesia memiliki beberapa jenis berdasarkan nilai *Research Octane Number* (RON). Angka oktan menunjukkan kemampuan bahan bakar dalam menahan detonasi atau *knocking* akibat pembakaran yang tidak normal di dalam ruang bakar. Semakin sesuai oktan dengan kebutuhan mesin, semakin baik proses pembakaran yang terjadi. Sebaliknya, jika penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai dengan karakteristik mesin dapat menyebabkan pembakaran kurang sempurna, penurunan performa, konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi serta peningkatan beban termal pada mesin (Najamudin & Simanjuntak, 2017).

Bahan bakar RON 92 telah banyak digunakan pada kendaraan modern karena ketersediaan luas dan sesuai untuk mesin bensin dengan rasio kompresi menengah hingga tinggi. Namun, bahan bakar dengan nilai RON yang sama belum tentu memiliki karakteristik pembakaran yang sama. Setiap produsen memiliki formulasi, aditif serta komposisi hidrokarbon yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat menghasilkan respon mesin yang berbeda pada *torsi, daya maksimum, efisiensi konsumsi bahan bakar, emisi gas buang serta temperatur kerja mesin*. Oleh karena itu, kajian terhadap beberapa jenis bahan bakar RON 92 dari pabrikan berbeda perlu dilakukan agar pemilihan bahan bakar tidak hanya didasarkan pada angka oktan, tetapi pada hasil pengujian yang aktual.

Penelitian (Putra dan Hartono, 2022) menunjukka bahwa bahan bakar RON 92 dari beberapa jenis pabrikan menghasilkan perbedaan signifikan terhadap *daya, torsi serta emisi gas buang* pada motor bensin 150cc. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahawa BP 92 menghasilkan daya maksimum sebesar 14,4 HP dan torsi maksimum sebesar 11,34 Nm pada putaran 8000 rpm. Temuan ini memperkuat bahwa kesamaan nilai RON tidak selalu menghasilkan performa mesin yang sama. Dengan demikian, pengujian langsung terhadap beberapa variasi jenis bahan bakar RON 92 menjadi penting untuk mengetahui respon nyata mesin terhadap masing-masing bahan bakar (Putra & Hartono, 2022). Data ini terdapat pada abstrak artikel Putra dan Hartono tentang bahan bakar RON 92 yang membahas daya, torsi serta emisi gas buang.

Penelitian lain oleh Syahrul Anwari et al. (2025) juga membandingkan penggunaan Pertamax, Shell Super dan BP 92 pada motor empat langkah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Pertamax memiliki efisiensi yang baik pada putaran mesin rendah, Shell Super menunjukkan konsumsi bahan bakar yang stabil pada beberapa variasi putaran mesin, sedangkan untuk BP 92 cenderung mengalami pembakaran lebih cepat pada putaran menengah hingga tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap bahan bakar RON 92 memiliki karakteristik pembakaran yang berbeda, sehingga dapat memengaruhi konsumsi bahan bakar dan performa mesin pada kondisi kerja tertentu. Temuan ini tercantum pada abstrak dan pendahuluan artikel Anwari et al, tentang Pertamax, Shell Super dan BP 92 pada motor empat langkah.

Di sisi lain, analisis performa mesin saja belum cukup untuk menjelaskan perbedaan respon setiap bahan bakar. Bensin merupakan campuran hidrokarbon kompleks yang dapat mengandung senyawa paraffin, olefin, naftena, aromatik, oksigenat dan aditif tertentu. Kandungan tersebut dapat memengaruhi kualitas pembakaran, kestabilan bahan bakar serta kecenderungan emisi serta respon mesin. Salah satu senyawa penting dalam bensin adalah senyawa aromatik. Senyawa aromatik dapat berperan dalam peningkatan oktan, tetapi juga perlu dikendalikan karena berkaitan dengan aspek lingkungan dan kualitas bahan bakar.

Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* atau FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik ikatan kimia pada bahan bakar. Metode ini membaca serapan gugs fungsi pada bilangan gelombang tertentu, sehingga dapat digunakan untuk melihat indikasi ikatan hidrokarbon alifatik, aromatik dan senyawa oksigenat. Biaktluanga et al. (2024) menunjukkan bahwa ATR-FTIR dapat digunakan untuk menganalisis kualitas bensin, mengklasifikasikan sampel serta membantu mengidentifikasi kandungan benzena, MTBE dan kontaminan tertentu melalui data spektrum. Penelitian tersebut memperkuat bahwa FTIR relevan digunakan dalam kajian kualitas bahan bakar karena mampu memberikan informasi kimia yang tidak dapat diperoleh hanya dari nilai RON. Artikel Biaktluanga et al, menjelaskan penggunaan ATR-FTIR untuk analisis kualitas bensin, benzena, MTBE dan adulterasi.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, kajian mengenai bahan bakar RON 92 umumnya masih berfokus pada *daya, torsi, konsumsi bahan bakar atau emisi gas buang*, Sementara itu, penelitian berbasis FTIR lebih banyak digunakan untuk menganalisis kualitas bahan bakar, klasifikasi sampel dan identifikasi komponen kimia. Masih terbatas penelitian yang menggabungkan pengujian unjuk kerja mesin berupa *torsi, daya maksimum serta temperatur* dengan analisis karakteristik ikatan aromatik menggunakan spektroskopi FTIR pada beberapa variasi jenis bahan bakar RON 92. Keterbatasan tersebut menjadi celah penelitian yang dapat memperkuat kebaruan penelitian ini.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh beberapa variasi jenis bahan bakar RON 92 terhadap unjuk kerja mesin motor empat langkah yang meliputi *torsi, daya maksimum serta temperatur kerja mesin*. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis karakteristik ikatan aromatik bahan bakar menggunakan spektroskopi FTIR. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dalam menilai hubungan antara karakteristik kimia bahan bakar dan respon aktual mesin. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan bahan bakar RON 92 yang sesuai dengan karakteristik mesin.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh bahan bakar RON 92 terhadap unjuk kerja mesin yang meliputi *torsi, temperatur operasi, dan daya maksimum*?
2. Bagaimana karakteristik ikatan aromatik pada beberapa sampel bahan bakar komersial RON 92 berdasarkan analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)??
3. Bagaimana perbedaan karakteristik kimia bahan bakar RON 92 berdasarkan analisis FTIR dan bagaimana kecenderungannya terhadap respon unjuk kerja mesin?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi beberapa jenis bahan bakar komersial RON 92 terhadap unjuk kerja mesin, khususnya torsi, daya maksimum, dan

temperatur operasi.. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perubahan komposisi bahan bakar dapat mempengaruhi performa mesin dalam kondisi operasi tertentu.

2. Mengidentifikasi karakteristik kimia bahan bakar RON 92 dengan variasi kadar etanol menggunakan metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui perubahan spektrum inframerah yang menunjukkan adanya perubahan struktur molekul dan ikatan kimia pada bahan bakar akibat penambahan etanol.
3. Membandingkan karakteristik kimia bahan bakar berdasarkan analisis FTIR dengan hasil pengujian unjuk kerja mesin. Hubungan ini penting untuk memahami keterkaitan antara karakteristik molekul bahan bakar dengan proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin.
4. Menentukan komposisi campuran etanol yang memberikan performa mesin yang optimal, baik dari sisi efisiensi bahan bakar maupun karakteristik pembakaran yang dihasilkan
5. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan bahan bakar alternatif berbasis bioethanol, khususnya pada penggunaan campuran etanol pada bahan bakar bensin RON 92 yang banyak digunakan pada kendaraan bermotor di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi Akademisi (Universitas)

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin, khususnya yang berkaitan dengan teknologi mesin pembakaran dalam, bahan bakar alternatif, serta karakterisasi bahan bakar menggunakan metode spektroskopi FTIR. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, peneliti, maupun akademisi dalam melakukan penelitian lanjutan terkait pengaruh komposisi bahan bakar terhadap performa mesin dan karakteristik kimia bahan bakar.

Selain itu, penelitian ini juga dapat mendukung pengembangan kegiatan penelitian dan publikasi ilmiah di lingkungan perguruan tinggi, khususnya dalam meningkatkan kualitas penelitian yang berpotensi untuk dipublikasikan pada jurnal ilmiah nasional maupun internasional yang terindeks seperti jurnal SINTA.

2. Manfaat bagi Mahasiswa dan Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi ilmiah bagi mahasiswa dan peneliti yang tertarik mengkaji pengaruh variasi bahan bakar komersial RON 92 terhadap unjuk kerja mesin pembakaran dalam, khususnya pada parameter torsi, daya maksimum, temperatur operasi, dan karakteristik kimia bahan bakar. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan gambaran mengenai metode penelitian eksperimental serta penggunaan teknik analisis spektroskopi dalam bidang teknik mesin.

3. Manfaat bagi Industri Otomotif

Bagi industri otomotif, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi bahan bakar komersial RON 92 terhadap performa mesin kendaraan bermotor. Informasi tersebut dapat menjadi pertimbangan bagi industri otomotif dalam mengevaluasi kesesuaian bahan bakar RON 92 terhadap karakteristik mesin bensin empat langkah.

Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara karakteristik bahan bakar RON 92, performa mesin, dan temperatur operasi sebagai dasar evaluasi sistem pembakaran pada mesin bensin..

4. Manfaat bagi Industri Energi dan Bahan Bakar

Bagi industri energi dan bahan bakar, penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai karakteristik kimia beberapa bahan bakar komersial RON 92 serta kecenderungannya terhadap performa mesin. Informasi ini dapat menjadi referensi dalam evaluasi mutu bahan bakar komersial RON 92 yang digunakan pada kendaraan bermotor, khususnya dari aspek torsi, daya maksimum, temperatur operasi, dan karakteristik kimia bahan bakar.

5. Manfaat bagi Pemerintah dan Lembaga Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai data pendukung dalam kajian mutu bahan bakar komersial dan kesesuaiannya terhadap performa mesin kendaraan bermotor. Informasi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi awal dalam evaluasi penggunaan bahan bakar RON 92 pada sektor transportasi, khususnya pada kendaraan bermotor bermesin bensin empat langkah.

Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi Lembaga penelitian dalam mengembangkan teknologi bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

6. Manfaat bagi Masyarakat

Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai perbedaan respons beberapa bahan bakar komersial RON 92 terhadap performa dan temperatur operasi mesin. Informasi tersebut dapat membantu masyarakat dalam memahami bahwa bahan bakar dengan nilai RON yang sama dapat menghasilkan respons mesin yang berbeda, sehingga pemilihan bahan bakar sebaiknya mempertimbangkan kesesuaian dengan karakteristik mesin.

1.5 Batasan Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan mesin bensin empat langkah *(four-stroke spark ignition engine)* sebagai objek pengujian performa mesin.

2. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa jenis bahan bakar komersial RON 92 dengan kode sampel P, VR, B, dan MI.
3. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi jenis bahan bakar komersial RON 92 terhadap torsi, daya maksimum, dan temperatur operasi mesin tanpa melakukan perubahan pada desain maupun konfigurasi mesin.
4. Parameter performa mesin yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi:
    - Torsi mesin
    - Temperatur operasi mesin
    - Daya maksimum mesin motor 110cc dan 150cc
5. Analisis karakteristik kimia bahan bakar dilakukan menggunakan metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengidentifikasi perubahan spektrum serta karakteristik ikatan aromatik pada bahan bakar akibat penambahan etanol.
6. Pengujian performa mesin dilakukan pada kondisi operasi tertentu untuk memperoleh data performa mesin yang stabil selama proses pengujian.
7. Penelitian ini tidak membahas analisis emisi gas buang kendaraan, melainkan berfokus pada analisis performa mesin dan karakteristik kimia bahan bakar
8. Penelitian ini juga tidak membahas aspek ekonomi, biaya produksi bahan bakar, maupun analisis kelayakan energi, melainkan hanya befokus pada aspek teknis performa mesin dan karakteristik bahan bakar.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian gabungan mengenai variasi bahan bakar RON 92. Beberapa pengujian dilakukan secara bersama dengan pembagian fokus antarpeneliti. Fokus penelitian ini dibatasi pada analisis *torsi, daya maksimum, temperatur operasi mesin dan karakteristik ikatan aromatik berdasarkan FTIR*. Parameter lain yang terdapat dalam kegiatan penelitian gabungan tidak dianalisis secara mendalam dalam skripsi ini.