

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di seluruh dunia, upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi difokuskan pada pengembangan *biofuel*. Karena meningkatkan oktan dan membuat pembakaran lebih bersih, etanol menjadi lebih populer sebagai aditif bensin. Campuran E5–E85 yang terbukti menurunkan emisi tanpa mengurangi kinerja mesin telah diterima oleh banyak negara, mendorong pembangunan infrastruktur untuk produksi etanol dan rantai pasokan biomassa. Melalui inovasi dan peraturan baru, Indonesia memperkuat kebijakan *biofuel*nya [1]

Melalui kebijakan percepatan transisi bahan bakar, pemerintah Indonesia menegaskan komitmennya untuk mengembangkan bioetanol. Tujuannya adalah untuk mengurangi penggunaan bensin konvensional dan meningkatkan penggunaan energi bersih. Menurut Info Singkat DPR RI 2023, rencana ini mencakup pengembangan rencana pengganti Pertalite yang berfokus pada pembakaran yang lebih efisien dan peningkatan kualitas emisi. Upaya ini didukung oleh peningkatan kemampuan produksi bioetanol nasional serta kerja sama lintas sektor untuk menjamin ketersediaan bahan baku. Salah satu contoh implementasinya adalah peluncuran Pertamina Green 95, campuran RON 95 dengan bioetanol, yang bertujuan untuk menurunkan tingkat karbon dioksida dalam transportasi dan meningkatkan penggunaan *biofuel* di masa depan[2]

Karakteristik etanol, seperti polaritas tinggi, kemampuan menyerap air, kecenderungan korosif, dan perbedaan densitas dan viskositas dengan bensin, memengaruhi bagaimana sistem bahan bakar kontemporer berfungsi, terutama pada mesin berteknologi EFI. Sifat-sifat ini membuat etanol berinteraksi dengan material komponennya dengan cara yang berbeda. Mereka juga dapat mengubah kestabilan suplai, proses atomisasi, dan efisiensi pembakaran. Meskipun campuran etanol dapat meningkatkan kualitas pembakaran dan mengurangi emisi, parameter injeksi seperti durasi semprotan, tekanan, dan *respons* sensor harus disesuaikan sebelum digunakan. Studi baru menunjukkan

bahwa perubahan kecil dalam konsentrasi etanol dapat mengubah kinerja kontrol elektronik. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang respons komponen EFI terhadap perubahan dalam campuran etanol sangat penting [3]

Sifat fisik-kimia yang berubah karena pencampuran etanol dapat menimbulkan risiko baru bagi komponen injeksi, termasuk injektor, pompa, seal karet, dan ECU. Perubahan viskositas dan sifat pelarut etanol dapat mengurangi pelumasan mikro pada jarum dan orifis injektor, sementara interaksi dengan elastomer dapat menyebabkan *seal* menjadi lebih lemah, membengkak, atau kurang elastis. Sifat higroskopis etanol dapat menyebabkan korosi mikro pada saluran dan bagian logam. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat mengurangi presisi injeksi, menyebabkan fluktuasi tekanan, dan mengganggu kontrol elektronik. Oleh karena itu, untuk memastikan kompatibilitas terhadap etanol, evaluasi material dan desain komponen diperlukan [4].

Studi yang dilakukan pada sepeda motor EFI menunjukkan bahwa campuran etanol memengaruhi emisi gas buang dan parameter teknis seperti waktu *ignition* dan panjang *pulse*. Disebabkan fakta bahwa perubahan komposisi bahan bakar berdampak langsung pada dinamika suplai dan proses pengapian, unit kontrol elektronik (ECU) perlu melakukan penyesuaian terus-menerus untuk menjaga kestabilan pembakaran. Hasil ini menunjukkan sensitivitas sistem kontrol modern terhadap perubahan kecil etanol. Efisiensi emisi, *respons* akselerasi, dan kestabilan aliran bahan bakar dipengaruhi oleh perubahan ini. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya melakukan penelitian menyeluruh tentang dampak penggunaan etanol terhadap komponen EFI di Indonesia [5].

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah metode sistematis yang berguna untuk mengidentifikasi, menilai, dan memitigasi kemungkinan kegagalan pada sistem teknik yang berbeda, seperti mesin dan bahan bakar. Menurut penelitian yang diterbitkan dalam Jurnal Teknik (2024), FMEA memiliki kemampuan untuk menggambarkan risiko sistem bahan bakar mesin kapal dengan berbagai karakteristik bahan bakar sambil menekankan bagian yang paling rentan terhadap perubahan fisik-kimia. Hasil ini memungkinkan

penerapan FMEA pada sistem injeksi sepeda motor untuk mengevaluasi respons komponen EFI terhadap bioetanol. Oleh karena itu, FMEA menjadi pendekatan yang masuk akal untuk mendukung analisis risiko penggunaan etanol pada kendaraan bermotor di Indonesia [6].

Analisis Pengaruh Etanol Pada Bahan Bakar Bensin Terhadap Performa dan Risiko Kegagalan Sistem Injeksi Sepeda Motor Menggunakan Metode FMEA.

1.2 Identifikasi Masalah

Implementasi Pertamina sebagai bahan bakar bensin yang akan ditambahkan etanol merupakan upaya strategis untuk menurunkan emisi sektor transportasi di Indonesia. Namun, penggunaan bahan bakar berbasis etanol pada sepeda motor berteknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI) berpotensi menimbulkan permasalahan teknis karena perbedaan sifat fisik-kimia etanol dibandingkan bensin konvensional. Perubahan karakteristik tersebut dapat memengaruhi parameter kerja sistem injeksi serta meningkatkan risiko kegagalan pada komponen EFI. Hingga saat ini, kajian yang secara khusus menilai risiko kegagalan komponen injeksi sepeda motor akibat penggunaan bahan bakar bensin yang menggunakan etanol masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh Etanol terhadap sistem injeksi sepeda motor EFI melalui identifikasi komponen rentan dan penilaian risiko kegagalan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1.3 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah yang disusun berdasarkan pendahuluan yang telah dijelaskan :

1. Bagaimana perubahan karakteristik campuran etanol pada bahan bakar bensin?
2. Bagaimana pengaruh campuran etanol pada performa sepeda motor injeksi?
3. Bagaimana tingkat risiko masing-masing potensi kegagalan tersebut ketika dianalisis menggunakan metode FMEA?

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari Penelitian ini:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan campuran etanol E5 dan E10 pada bahan bakar bensin terhadap karakteristik bahan bakar dan performa sepeda motor sistem injeksi.
2. Mengidentifikasi komponen sistem injeksi yang paling rentan terhadap penggunaan bahan bakar bensin yang mengandung etanol berdasarkan hasil pengujian.
3. Menganalisis dan menentukan tingkat prioritas risiko kegagalan pada komponen sistem injeksi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan *Risk Priority Number* (RPN).

1.5 Manfaat Penelitian

Studi ini meningkatkan pengetahuan tentang bagaimana bahan bakar berbasis etanol berinteraksi dengan sistem injeksi, terutama dengan memperhatikan sepeda motor, yang merupakan alat transportasi penting di negara berkembang. Studi ini menambah literatur tentang efek etanol pada kinerja pembakaran dan kemungkinan kerusakan komponen. Selain itu, penelitian ini memperkenalkan metode FMEA ke industri mobil roda dua. Ini memberikan referensi baru untuk pembuatan model analisis risiko sistem berbasis bahan bakar.

1.6 Batasan Masalah

Berikut Batasan masalah dari Penelitian ini:

1. Analisis hanya mencakup sepeda motor berteknologi EFI, tidak termasuk sistem karburator maupun kendaraan roda empat.
2. Bahan bakar yang dikaji terbatas pada Pertamax dengan komposisi etanol tertentu tanpa perbandingan mendalam dengan *biofuel* lainnya.
3. Komponen yang dianalisis meliputi injektor, *fuel pump*, busi.

1.7 Sistematika Penulisan

1. **BAB I – PENDAHULUAN**

Bab ini memaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta batasan penelitian yang menjelaskan ruang lingkup kajian.

2. **BAB II -TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas landasan teori terkait etanol sebagai bahan bakar, sistem injeksi, dan metode FMEA, disertai kerangka pemikiran serta telaah penelitian terdahulu.

3. **BAB III – METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan pendekatan penelitian, sumber dan teknik pengumpulan data, serta metode analisis data termasuk penilaian FMEA dan perhitungan RPN.

4. **BAB IV – HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memaparkan hasil pengamatan perubahan fisik dan kimia bahan bakar etanol dan hasil pengujian bahan bakar etanol pada performa kendaraan bermotor, serta sistem injeksi yang dianalisis secara sistematis menggunakan FMEA, berdasarkan teori dan rumusan masalah.

5. **BAB V – PENUTUP**

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan implikasinya bagi teknologi dan industri. Ini juga mencakup saran untuk penelitian lanjutan, seperti melanjutkan penelitian pada variasi etanol lainnya dan menguji komponen lebih lanjut.