

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kendaraan diesel merupakan salah satu penyumbang utama polusi udara di banyak negara, termasuk Indonesia. Emisi yang dihasilkan oleh mesin diesel mengandung partikel karbon halus (*particulate matter*/PM) serta gas berbahaya lainnya seperti nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon tak terbakar, yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. *Particulate matter* yang dihasilkan dari kendaraan diesel dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, hingga kematian dini (Zhang et al., 2022). Berdasarkan data AQI.In, polusi udara yang terjadi di kota Medan, tercatat *Particulate Matter* 10 yang terjadi di kota Medan adalah $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgram per meter kubik) dan *Particulate Matter* 2,5 nya adalah $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Salah satu parameter penting dalam menilai tingkat pencemaran dari emisi mesin diesel adalah opasitas gas buang, yaitu ukuran kegelapan atau kepekatan asap yang dihasilkan. Opasitas berbanding lurus dengan konsentrasi partikel jelaga atau karbon tak terbakar dalam gas buang. Tingkat opasitas yang tinggi sangat berkorelasi dengan emisi, dan alat ukur opasitas (*opacimeter*) dapat digunakan sebagai metode sederhana untuk memperkirakan massa partikel yang dilepaskan kendaraan, khususnya pada kendaraan diesel model lama (Yang et al., 2024).

Berbagai faktor dapat mempengaruhi tingkat opasitas gas buang pada kendaraan diesel, termasuk jenis bahan bakar yang digunakan, rasio udara-bahan

bakar, teknologi sistem injeksi, serta kondisi pembakaran dalam ruang bakar. Mesin diesel dengan sistem injeksi bahan bakar konvensional umumnya menghasilkan lebih banyak partikel jelaga karena proses pencampuran dan pembakaran bahan bakarnya kurang optimal, terutama pada tekanan injeksi rendah dan waktu pembakaran yang terbatas. Sebaliknya, mesin diesel modern yang menggunakan teknologi *common rail direct injection* (CRDI) mampu mengatur tekanan dan waktu penyemprotan bahan bakar dengan lebih presisi, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan secara signifikan mengurangi emisi partikel dan opasitas asap (Fayad, 2021). Peningkatan tekanan injeksi dan strategi *post-injection* pada sistem common rail dapat menurunkan emisi jelaga dengan signifikan tanpa mengorbankan performa mesin, berkat peningkatan efisiensi pencampuran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar (Chen et al., 2024).

Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan diesel tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga memiliki efek langsung terhadap kesehatan manusia. Partikulat halus yang terkandung dalam gas buang diesel dapat masuk ke dalam sistem pernapasan manusia. Partikel tersebut dapat menembus hingga ke dalam jaringan paru-paru dan aliran darah, serta berpotensi memicu reaksi inflamasi sistemik dan stres oksidatif pada tubuh manusia (Sharma et al., 2023).

Sejumlah penelitian telah mengungkapkan bahwa pencampuran bahan bakar solar dengan biodiesel atau etanol dapat menurunkan kadar opasitas gas buang secara signifikan. Biodiesel memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi pembentukan partikel karbon.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan emulsi bahan bakar dengan kandungan biodiesel tertentu dapat mengurangi tingkat opasitas hingga 40% dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar murni.

Mitsubishi L300 tahun 2013 merupakan kendaraan niaga ringan yang banyak digunakan di Indonesia untuk keperluan logistik dan transportasi. Mesin diesel yang digunakan pada Mitsubishi L300 tahun 2013 masih menggunakan sistem injeksi konvensional, yang cenderung menghasilkan tingkat emisi lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan diesel modern yang telah dilengkapi dengan teknologi *common rail*. Menurut Taruna (2024) mengungkapkan bahwa mesin diesel *common rail* mampu menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan sistem konvensional, karena pengaturan tekanan bahan bakar yang lebih presisi dan efisien. Maka dari itu, penelitian mengenai hal ini menjadi pengaruh pencampuran bahan bakar terhadap tingkat opasitas Mitsubishi L300 ini menjadi sangat relevan dalam upaya mengurangi dampak polusi udara dari kendaraan niaga.

Temperatur mesin, kualitas bahan bakar, dan beban operasional kendaraan merupakan faktor teknis yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat opasitas gas buang mesin diesel. Beberapa eksperimen menunjukkan bahwa peningkatan tekanan bahan bakar dapat meningkatkan kepadatan gas buang, yang mengindikasikan peningkatan opasitas (Taruna, 2024). Selain itu, menurut Wibowo dan Fauzhia (2021) kualitas bahan bakar juga memainkan peran penting; penggunaan bahan bakar dengan kandungan aditif atau oktan lebih tinggi seperti

Napthalene terbukti meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi partikulat, sehingga menurunkan tingkat opasitas.

Penggunaan bahan bakar campuran tidak hanya mempengaruhi tingkat opasitas gas buang, tetapi juga dapat berdampak pada efisiensi mesin. Penelitian oleh Monasari, Firdaus, dan Qosim (2021) mengungkapkan pencampuran diesel dengan etanol dan biodiesel dapat meningkatkan efisiensi termal mesin tanpa menyebabkan penurunan daya yang signifikan. Peningkatan efisiensi ini disebabkan oleh karakteristik bahan bakar alternatif yang memiliki kandungan oksigen lebih tinggi, sehingga membantu meningkatkan laju reaksi pembakaran dalam ruang bakar. Penggunaan biodiesel dalam campuran terbukti menurunkan emisi partikulat atau opasitas gas buang secara signifikan dibandingkan solar murni (Firdausy et al., 2020).

Di Indonesia, regulasi emisi kendaraan bermotor semakin diperketat seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak polusi udara terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2023. Pemerintah telah mengadopsi standar Euro 4 untuk kendaraan diesel, yang mengharuskan penggunaan bahan bakar dengan kadar sulfur rendah serta penerapan teknologi kontrol emisi yang lebih ketat. Namun, implementasi standar ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama pada kendaraan niaga seperti Mitsubishi L300 yang sebagian besar masih menggunakan teknologi mesin lama.

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai metode telah dikembangkan untuk menekan tingkat emisi kendaraan diesel. Teknologi seperti *Exhaust Gas Recirculation* (EGR) dan *Diesel Particulate Filter* (DPF) telah terbukti mampu mengurangi emisi gas buang secara signifikan, terutama dalam menekan partikel dan nitrogen oksida (NO_x) yang berbahaya bagi lingkungan. Pada penelitian Babamohammadi et al. (2025) mengungkapkan EGR dan DPF bagian integral dari strategi pengendalian emisi modern yang efektif dalam berbagai scenario operasional kendaraan. Namun, Aziz dan Jamil (2025) menjelaskan kedua teknologi ini memberikan kontribusi besar mengurangi emisi, sehingga teknologi ini masih memiliki keterbatasan dalam penerapannya, terutama pada kendaraan niaga yang membutuhkan efisiensi biaya operasional tinggi.

Berbagai strategi dalam mengurangi opasitas gas buang kendaraan diesel seperti modifikasi sistem injeksi bahan bakar serta penggunaan bahan bakar, yang terbukti efektif dalam menurunkan kadar opasitas gas buang. Menurut Taruna (2024), mengemukakan modifikasi sistem injeksi bahan bakar melalui pengaturan tekanan pada mesin diesel common rail dapat menurunkan emisi hingga opasitas terendah sebesar 9,7%. Dengan demikian, pencampuran bahan bakar diesel tersebut dapat menurunkan kadar opasitas berdasarkan tekanan yang diberikan, serta tergantung pada komposisi bahan bakar yang digunakan.

Penelitian mengenai opasitas gas buang kendaraan diesel memiliki relevansi yang sangat tinggi dalam konteks keberlanjutan lingkungan. Mengingat semakin ketatnya regulasi terkait emisi kendaraan, pernyataan ini diharapkan dapat

memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai strategi pengurangan emisi kendaraan diesel serta dampaknya terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pencampuran bahan bakar diesel terhadap tingkat opasitas gas buang pada Mitsubishi L300 tahun 2013. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi industri otomotif dalam mengembangkan teknologi bahan bakar yang lebih bersih dan ramah lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan bahan bakar di Indonesia guna mengurangi dampak negatif emisi kendaraan terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan serta memberikan kontribusi bagi industri otomotif dalam upaya mengurangi dampak negatif kendaraan diesel terhadap lingkungan. Dengan demikian penelitian ini juga dapat dijadikan referensi untuk inovasi di sektor otomotif dalam mengembangkan kendaraan yang lebih efisien dan memiliki tingkat emisi yang lebih rendah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di uraikan, terdapat permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini yanag tercantum sebagai berikut:

1. Tingginya tingkat opasitas gas buang pada kendaraan diesel, terkhusus pada Mitsubishi L300 tahun 2013.
2. Pengaruh pencampuran bahan bakar terhadap opasitas gas buang yang terdapat pada efektivitas pencampuran dan bergantung pada komposisi campuran.

3. Dampak *mixing* bahan bakar terhadap performa mesin dapat mempengaruhi data dan efisiensi bahan bakar kendaraan.
4. Hubungan antara beban operasional kendaraan dan opasitas gas buang yang dipengaruhi dari berbagai faktor seperti suhu mesin, rasio pencampuran bahan bakar yang dapat meningkatkan opasitas gas buang.
5. Dampak pencampuran bahan bakar terhadap keberlanjutan lingkungan yang dapat menekan dampak negatif terhadap lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
6. Relevansi hasil penelitian terhadap kebijakan energi dan transportasi yang menentukan strategi untuk mengurangi dampak lingkungan dari kendaraan diesel.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, perlu adanya pembatasan masalah yang ditetapkan untuk memperjelas fokus dan ruang lingkup penelitian ini. Tujuan adanya pembatasan masalah ini untuk menghindari topik yang menyebar luas yang dapat mengaburkan tujuan dari penelitian ini. Pembatasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan pada penelitian ini hanya pada mobil Mitsubishi L300 tahun 2013. Meskipun pada beberapa kendaraan lain memiliki karakteristik yang berbeda, tidak akan dilakukan analisis dalam penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk

memastikan bahwa hasil penelitian ini dapat lebih spesifik dan relevan dengan kendaraan yang diteliti

2. Jenis Bahan Bakar

Fokus penelitian pada jenis bahan bakar ini adalah Solar, Dexlite, dan Pertamina Dex dengan mekanisme yang dilakukan *mixing* dari ketiga jenis bahan bakar tersebut.

1.4 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini, terdapat rumusan masalah yang dicantumkan sebagai berikut:

1. Apa hasil setelah terjadi *mixing* dari jenis bahan bakar diesel terhadap Mitsubishi L300?
2. Apa pengaruh pencampuran bahan bakar diesel terhadap opasitas pada Mitsubshi L300?
3. Bagaimana variasi komposisi bahan bakar mempengaruhi opasitas yang terjadi pada Mitsubishi L300?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun dari tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil *mixing* dari jenis bahan bakar diesel yang terjadi pada Mitsubishi L300
2. Menganalisis pengaruh pencampuran bahan bakar diesel terhadap opasitas pada Mitsubishi L300.

3. Mengetahui variasi komposisi bahan bakar yang mempengaruhi opasitas setelah dilakukannya pencampuran bahan bakar
4. Memberikan rekomendasi untuk pengurangan emisi pada Mitsubishi L300.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat diharapkan memberikan berbagai manfaat yang signifikan. Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan Ilmu Pengetahuan di bidang Otomotif dan energi terbarukan.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat dan pengguna kendaraan mengenai penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan.
3. Memberikan informasi terhadap kebijakan terkait penggunaan bahan bakar diesel.