

Evaluasi Penggunaan Bahan Bakar B35 dan Pertamina Dex pada Truk *Quester Euro 5* Untuk Mendukung Strategi Logistik Rendah Emisi

Ganjar Sidik Gandara^{1*}, Lastarida Sinaga², Naufal Regianto³, M. Ibnu Musa Al-Khwarizmi⁴

¹ Departemen Teknik Industri, Universitas Bina Bangsa, Serang

² Departemen Teknik Sipil, Universitas Bina Bangsa, Serang

³ Departemen Teknik Industri, Universitas Serang Raya, Serang

⁴ Departemen Manajemen Keuangan, Universitas Serang Raya, Serang

*Email korespondensi penulis: ganjar.sidik.gandara@binabangsa.ac.id

Abstrak

Tingkat emisi udara di area industri, khususnya di sepanjang jalur pengiriman logistik, sangat dipengaruhi oleh jenis kendaraan yang beroperasi. Untuk meningkatkan efisiensi sekaligus mendukung terwujudnya industri logistik yang berkelanjutan, diperlukan penggunaan kendaraan dengan teknologi rendah emisi seperti standar Euro 5 yang telah dipasarkan di Indonesia. Kendaraan diesel Euro 5 dilengkapi dengan sistem Selective Catalytic Reduction (SCR) dan Diesel Particulate Filter (DPF) yang bekerja optimal apabila menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur rendah. Truk *Quester Euro 5* dari UD Trucks telah dirancang agar kompatibel dengan bahan bakar biodiesel B35, sejalan dengan kebijakan mandatori biodiesel nasional, selama penggunaan AdBlue dan pemeliharaan sistem emisi dilakukan secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa penggunaan bahan bakar B35 dan Pertamina Dex pada armada truk *Quester Euro 5* milik sebuah perusahaan industri. Data yang digunakan mencakup hasil uji emisi opasitas dan konsumsi bahan bakar aktual selama periode operasional tahun 2023 hingga 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata opasitas emisi kendaraan sebesar 12,6%, jauh di bawah ambang batas 35% sesuai Permen LHK No. 8 Tahun 2023. Sementara itu, konsumsi bahan bakar tercatat sebesar 4,48 km/liter, yang berarti sekitar 49% lebih efisien dibandingkan spesifikasi pabrikan (3 km/liter). Sebagai referensi pembandingan, digunakan hasil studi Ashrul Fawwaz (2022) yang menunjukkan bahwa Shell Diesel memiliki nilai opasitas terendah, disusul oleh BP Diesel dan Pertamina Dex. Namun, dengan mempertimbangkan kondisi distribusi nasional, Pertamina Dex dinilai sebagai opsi bahan bakar non-subsidi yang paling realistis. Studi ini menekankan pentingnya pemilihan bahan bakar rendah sulfur untuk menjaga performa sistem emisi Euro 5 dan mendukung transisi menuju logistik ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Euro 5, Quester, Solar Rendah Sulfur, Pertamina Dex, Logistik Berkelanjutan*

Abstract

Air emission levels in industrial zones, particularly along logistics transport routes, are significantly influenced by the types of vehicles in operation. To improve fuel efficiency while supporting the realization of sustainable logistics, it is necessary to adopt vehicles with low-emission technology, such as Euro 5, which is already marketed in Indonesia. Euro 5 diesel vehicles are equipped with Selective Catalytic Reduction (SCR) and Diesel Particulate Filter (DPF) systems that operate optimally when fueled with low-sulfur diesel. The Quester Euro 5 from UD Trucks has been specifically designed to be compatible with B35 biodiesel fuel, in line with Indonesia's national biodiesel mandate, provided that AdBlue is used and emission systems are properly maintained. This study aims to evaluate the operational performance of using B35 and Pertamina Dex fuels in a fleet of Quester Euro 5 trucks

operated by an industrial company. The data used include actual fuel consumption and emission opacity test results during the 2023–2025 operational period. The findings indicate that the average opacity was 12.6%, well below the regulatory threshold of 35% as established in Ministerial Regulation LHK No. 8 of 2023. Meanwhile, the average fuel consumption reached 4.48 km/liter, which is approximately 49% more efficient than the manufacturer's specification of 3 km/liter. As a comparative reference, the study by Ashrul Fawwaz (2022) found that Shell Diesel produced the lowest opacity, followed by BP Diesel and Pertamina Dex. However, considering national distribution and accessibility, Pertamina Dex remains the most realistic non-subsidized fuel option. This study emphasizes the importance of low-sulfur diesel selection in maintaining Euro 5 emission system performance and supporting Indonesia's transition toward environmentally sustainable logistics..

Keywords: Euro 5, Quester, Low Sulfur Diesel, Pertamina Dex, Sustainable Logistics

1. Pendahuluan

Industri logistik memiliki kontribusi besar terhadap emisi gas rumah kaca, yang berperan dalam perubahan iklim global. Dalam beberapa tahun terakhir, kendaraan berbahan bakar diesel di Indonesia menjadi salah satu penyumbang utama polusi udara. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor logistik adalah dengan mengadopsi teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah truk dengan standar Euro 5. Teknologi ini dirancang untuk meminimalkan emisi gas buang melalui sistem filtrasi dan pembakaran yang lebih efisien, namun tantangannya adalah bagaimana mengoptimalkan penggunaannya dalam operasional logistik di Indonesia.

Perusahaan tempat penelitian mengoperasikan 23 unit truk Quester yang memenuhi standar Euro 5, kendaraan diuji dengan menggunakan campuran bahan bakar B35, yaitu biosolar yang terdiri dari 35% FAME dan 65% solar konvensional, sesuai mandatori pemerintah Indonesia sejak 2023. Permasalahan yang muncul adalah apakah penggunaan solar berkualitas rendah seperti Bio Solar dapat mendukung teknologi Euro 5 secara optimal, atau apakah bahan bakar dengan kualitas lebih baik, seperti Pertamina Dex, dapat memberikan manfaat lebih dalam hal efisiensi dan pengurangan emisi. Dalam konteks ini, penting untuk mengidentifikasi apakah peralihan bahan bakar menjadi kunci untuk mendapatkan performa terbaik dari kendaraan Euro 5.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan standar Euro 5 di Eropa telah berhasil mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor, namun tantangan utama terletak pada kesiapan infrastruktur dan kualitas bahan bakar yang sesuai. Sebagai contoh, studi oleh (Giechaskiel, B., Melas, 2021) menunjukkan bahwa standar Euro 5 untuk sepeda motor dan moped mampu mengurangi emisi polutan secara signifikan, yang membuka peluang besar bagi penerapan Euro 5 pada kendaraan berat seperti truk. Penelitian yang dilakukan oleh (Baraka, 2024b) mengidentifikasi tantangan dan peluang penerapan Euro 5 pada industri otomotif di Indonesia, dengan memperhatikan kesiapan infrastruktur bahan bakar yang sesuai. Menurut Peraturan Menteri Perindustrian (Permenperin 27 thn, 2020) Indonesia berencana untuk mengadopsi standar emisi Euro 5 pada tahun 2027 sebagai bagian dari upaya mengurangi emisi sektor transportasi. Dengan adanya regulasi ini, transisi ke teknologi kendaraan Euro 5 menjadi lebih relevan, terutama dalam mendukung keberlanjutan di sektor logistik. Studi lain oleh (O'Driscoll et al., 2017) mengenai pengaruh penggunaan bahan bakar dan pengurangan emisi pada kendaraan Euro 5 juga memperkuat pemikiran ini. Penelitian ini menemukan bahwa kendaraan Euro 5 dapat mengurangi emisi NO_x dan CO_2 secara signifikan dibandingkan dengan kendaraan yang lebih tua, jika didukung dengan penggunaan bahan bakar yang sesuai seperti solar dengan kandungan sulfur rendah. Studi lain yang dilakukan (Zhang et al., 2010) membahas pengaruh kandungan sulfur dalam bahan bakar terhadap emisi kendaraan. Ditemukan bahwa kandungan sulfur yang tinggi dapat merusak katalis dan meningkatkan emisi NO_x dan partikulat. Penelitian yang dilakukan (Fayad et al., 2022)

menunjukkan bahwa penggunaan campuran bahan bakar OMEx-diesel dapat mengurangi emisi NO_x dan jelaga secara signifikan.

Dalam hal regulasi yang berlaku di Indonesia yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMen-LHK No 8, 2023) tentang kendaraan yang beroperasi di wilayah Indonesia harus memenuhi baku mutu emisi kendaraan bermotor, hal ini bisa menjadi langkah pembuktian bagi Indonesia untuk menyamai bahkan melebihi negara tetangganya, seperti Vietnam yang telah menggunakan Euro-5 sejak tahun 2022, Singapura yang telah menggunakan Euro-5 sejak tahun 2014, dan Thailand yang akan beralih ke Euro-6".

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif perbedaan efektivitas tiga jenis bahan bakar Bio Solar, Pertamina Dex dan Solar Industri dalam menunjang performa operasional serta emisi gas buang pada kendaraan berat berstandar Euro-5. Studi ini juga mengevaluasi sejauh mana pemilihan bahan bakar dapat berkontribusi terhadap pengurangan emisi dan peningkatan efisiensi energi, khususnya dalam konteks armada logistik berskala besar di Indonesia. Kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada penyediaan data empiris berbasis uji lapangan terhadap kendaraan Euro-5 dalam kondisi operasional nyata, yang masih sangat terbatas dalam literatur nasional. Selain itu, penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya mengenai pengaruh signifikan kandungan sulfur dan angka cetane terhadap pembentukan emisi dan performa pembakaran mesin diesel modern (İçingür & Altıparmak, 2003).

Metode yang digunakan adalah studi kasus pada armada truk Quester Euro-5 milik perusahaan, dengan membandingkan konsumsi bahan bakar dan parameter emisi (CO , CO_2 , HC, dan NO_x) dari masing-masing jenis bahan bakar. Pemilihan pendekatan studi kasus ini memungkinkan analisis yang kontekstual dan aplikatif terhadap dampak langsung penggunaan bahan bakar terhadap performa kendaraan dan emisi pada skala industri.

2. Landasan Teori

Salah satu jenis mesin diesel yang beredar di Indonesia adalah Euro-5 yaitu standar emisi kendaraan bermotor yang ditetapkan oleh Uni Eropa mulai tahun 2009. Standar ini bertujuan untuk mengurangi polusi udara dengan menekan emisi gas buang seperti CO , HC, NO_x , dan partikel padat. Salah satu ciri khas kendaraan diesel Euro 5 adalah penggunaan Diesel Particulate Filter (DPF) untuk menangkap partikel-partikel kecil yang berbahaya dan SCR (Selective Catalytic Reduction) untuk mengurangi emisi gas buang yang berbahaya (Baraka, 2024a). Teknologi Euro 5 dirancang untuk mengurangi berbagai polutan kendaraan bermotor, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel padat (PM), yang menjadi penyebab utama pencemaran udara di area kawasan dan jalur industri.

Alternatif lain teknologi emisi rendah untuk kendaraan berat selain Euro 5, adalah :

1. Truck dengan standar Euro 6 dan Euro 7, memiliki spesifikasi batas emisi lebih rendah dibanding Euro 5, (Dornoff & Rodríguez, 2024).
2. Truk hibrida (diesel-listrik) yang menggabungkan efisiensi mesin diesel dengan energi listrik untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi. (<https://mercer-trans.com/>, 2024).
3. Truk listrik penuh (Battery Electric Trucks) dan Truk berbasis sel bahan bakar hidrogen, yang menghilangkan emisi saat operasional (<https://newsroom.toyota.co.id/en/news>, 2025).

Dari berbagai pilihan tersebut, Euro 5 menjadi teknologi yang paling realistis dan aplikatif di Indonesia saat ini karena ketersediaan infrastruktur bahan bakar seperti Pertamina Dex, serta kompatibilitasnya dengan kendaraan berat seperti truk Quester. Hal ini diperkuat oleh studi (Ntziachristos et al., 2017) yang menjelaskan dampak lingkungan dari penerapan standar emisi Euro 5 pada kendaraan kategori L (seperti sepeda motor dan moped). Meskipun fokus pada kendaraan ringan, laporan ini memberikan

wawasan tentang efektivitas standar Euro 5 dalam mengurangi emisi polutan dan dampaknya terhadap kualitas udara. Artikel (Baraka, 2024b) menjelaskan tantangan dan peluang penerapan Euro 5 di Indonesia yaitu kesiapan infrastruktur bahan bakar yang sesuai sebagai salah satu faktor penting dalam implementasinya, sementara (Joint Research Centre, 2020) dalam tulisannya menunjukkan keberhasilan penerapan Euro 5 di negara-negara maju dan potensinya untuk diadopsi di negara berkembang. Dokumen ini merupakan bagian dari Joint Research Centre (JRC) yang membahas berbagai aspek teknis dan lingkungan dari standar emisi Euro 5 hingga Euro 7. Meskipun lebih fokus pada kendaraan penumpang, kajian ini memberikan wawasan tentang potensi adopsi standar emisi yang lebih ketat di negara berkembang, termasuk Indonesia.

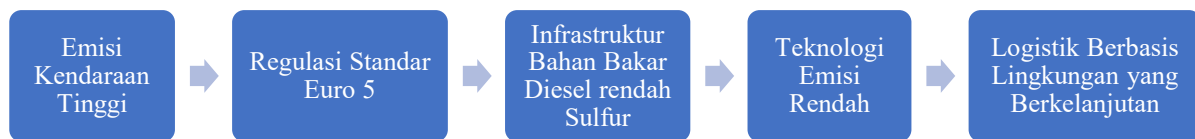
Dasar pemikiran penerapan Euro5 adalah perkembangan Standar Emisi Euro 5 mulai diterapkan di Uni Eropa pada tahun 2009 untuk kendaraan ringan dan diperluas ke sepeda motor pada tahun 2020 (Acem, 2019). Studi oleh (Fontaras et al., 2014), (Prati et al., 2019) dan (Giechaskiel et al., 2018) menunjukkan bahwa Euro-5 secara signifikan mengurangi emisi NO_x dan PM di kawasan perkotaan. Selain itu, penelitian dari (Williams et al., 2016) dan (Lopes et al., 2013) menegaskan bahwa penerapan teknologi ini telah memperlihatkan peningkatan kualitas udara dan efisiensi bahan bakar di berbagai negara Eropa. Kebijakan yang sama diadopsi oleh Negara Qatar sebagai bagian dari strategi keberlanjutan untuk beralih ke kendaraan ramah lingkungan dengan meningkatkan spesifikasi kendaraan agar sesuai dengan bahan bakar diesel euro 5 (Alingal, 2021). Kendaraan yang memenuhi standar Euro 5 cenderung lebih hemat bahan bakar sehingga dianggap sebagai solusi jangka panjang untuk mengurangi dampak negatif kendaraan pada lingkungan dan meningkatkan kualitas udara. Penerapan standar Euro 5 di Indonesia baru tahap rancangan dimulai tahun 2025 dengan target implementasi pada tahun 2027. Namun, beberapa pihak mengusulkan agar penerapan standar tersebut dapat dipercepat menjadi lebih awal, mengingat kualitas udara yang memburuk di beberapa kota besar di Indonesia (Astra, 2023).

Penerapan di Indonesia tentang adopsi Euro 5 diatur dalam Peraturan Menteri Perindustrian No. 27 Tahun 2020 serta berbagai kebijakan pendukung lainnya. Dalam penerapan euro 5 tantangan utama adalah suplai bahan bakar rendah sulfur yang kompatibel dengan Standar Emisi Euro 5 (Gaikindo, 2024). Saat ini Pertamina sudah menyediakan beberapa jenis bahan bakar diesel rendah sulfur seperti Pertamina Dex yang dapat mendukung performa optimal mesin Euro 5 (onesolution.pertamina.com, 2023). Pemilihan jenis solar bisa merujuk angka CN (Cetane Number) semakin tinggi angka CN maka akan semakin tinggi pula performa mesin yang dihasilkan, dalam hal ini Pertamina Dex yang memiliki CN 53 lebih tinggi dibanding Dexlite CN 51, sehingga menawarkan pembakaran yang lebih baik (pertamina.com, 2021). Dalam hal konsumsi bahan bakar, kendaraan standar Euro 5 lebih efisien dibanding standar Euro 4 atau sebelumnya (Susanto, 2025).

BBM beremisi rendah adalah bahan bakar yang menghasilkan emisi lebih sedikit dibandingkan bensin atau diesel biasa, dengan kandungan sulfur rendah atau campuran biofuel seperti etanol/biodiesel. Studi yang dilakukan (Naufal & Juni, 2025) menganalisis dampak penerapan peraturan emisi terhadap penurunan emisi gas rumah kaca dari kendaraan bermotor di Indonesia. Studi ini menunjukkan bahwa penerapan peraturan emisi yang lebih rendah, seperti Euro 5, dapat berkontribusi signifikan dalam mengurangi emisi kendaraan. Hal ini sejalan dengan studi oleh (Kostenidou et al., 2021) yang menunjukkan bahwa kendaraan berat berbasis Euro 5 mampu meningkatkan efisiensi pembakaran sekaligus mengurangi emisi partikel berbahaya seperti black carbon dan PAHs, melalui penerapan teknologi after-treatment yang lebih efektif, seperti filter partikulat dan sistem katalitik yang ditingkatkan. Standar Euro 5 menerapkan teknologi SCR pada kendaraan berat bermesin diesel yang bertujuan pada pengurangan emisi NO_x (nitrogen oksida) secara signifikan (Chen et al., 2024). Pemakaian truck Euro5, merupakan bagian dari inisiatif dalam mendukung industri ramah lingkungan, kendaraan ini dilengkapi teknologi SCR dan DPF, yang dirancang untuk optimal menggunakan bahan bakar rendah sulfur seperti Pertamina Dex. Dalam kajiannya (Azis, 2016) menjelaskan bahwa keberhasilan dalam menurunkan emisi gas buang kendaraan diesel agar lebih ramah lingkungan dan sesuai standar Euro 5 adalah dengan penggunaan teknologi katalisis seperti SCR dan DPF.

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan menyusun kerangka pemikiran berbasis literatur dan data primer dari pengamatan lapangan serta dokumentasi operasional truk Quester yang telah menggunakan teknologi Euro 5 di perusahaan. Data diperoleh melalui pengamatan pengukuran emisi gas buang (opasitas) yang menjadi fokus utama dalam observasi ini. Kerangka pemikiran penelitian ditampilkan pada Gambar 1, yang memperlihatkan keterkaitan antara regulasi Euro 5, kesiapan bahan bakar rendah sulfur, dan kontribusinya terhadap tujuan industri rendah emisi. Metodologi ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengeksplorasi kondisi aktual secara komprehensif serta menyusun rekomendasi berbasis praktik nyata dalam penerapan teknologi Euro 5 di sektor transportasi barang.

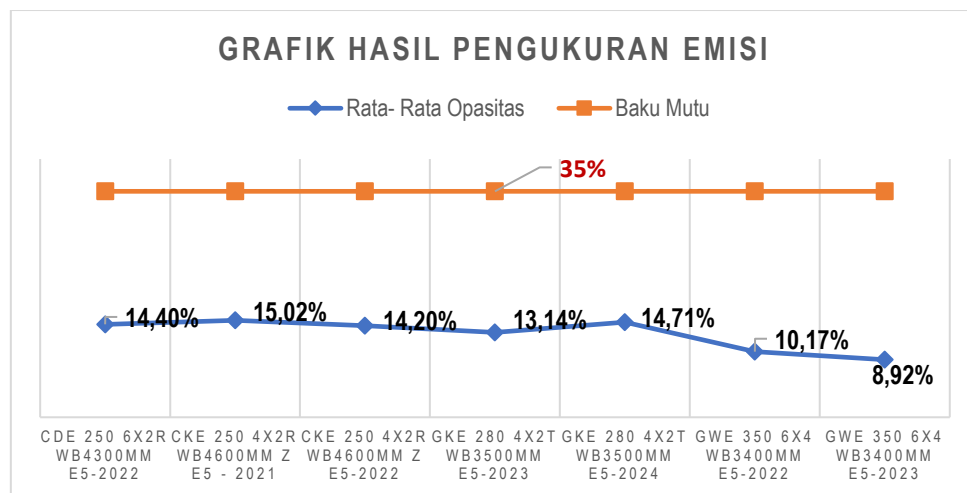


Gambar 1. Kerangka Pemikiran
Sumber : Diolah sendiri, 2025

Gambar 1. Menunjukkan kerangka pemikiran penerapan Euro 5 sebagai solusi penurunan emisi pada kendaraan niaga di Indonesia. Kerangka ini dibangun atas dasar teori dan temuan dari studi terdahulu yang menunjukkan keberhasilan implementasi standar Euro 5 di negara-negara Eropa serta tantangan dan peluang penerapannya di negara berkembang seperti Indonesia. Dalam konteks penelitian ini, observasi dilakukan terhadap sekitar 23 unit truk Quester Euro 5 yang dioperasikan, mencakup hasil pengukuran emisi dalam penggunaan bahan bakar rendah sulfur. Data dikumpulkan melalui hasil Uji Berkala Kendaraan Bermotor yang dilakukan secara berkala setiap 6 bulan oleh Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengujian DINAS PERHUBUNGAN, kemudian dianalisa menggunakan pendekatan evaluatif dengan cara membandingkan hasil pengukuran emisi kendaraan terhadap ketentuan dalam Permen LHK No. 08 Tahun 2023.

4. Analisis dan Pembahasan

Implementasi Euro 5 pada kendaraan truk Quester menunjukkan potensi pengurangan emisi yang signifikan. Berdasarkan pengamatan operasional terhadap 23 truk yang menggunakan bahan bakar rendah sulfur, seperti ditunjukkan pada gambar 2 pada halaman berikut.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengukuran Emisi
Sumber: Data primer, tahun 2023–2025

Gambar 2 menunjukkan grafik rata-rata opasitas dari beberapa jenis truk Euro 5, dibandingkan dengan ambang batas baku mutu Permen LHK No. 8 Tahun 2023 (35%). Semua jenis truk Euro 5 berada jauh di bawah ambang batas opasitas 35%. Secara total rata-rata keseluruhan menunjukkan nilai opasitas sebesar 12,6%, ini mengindikasikan bahwa penggunaan bahan bakar rendah sulfur seperti Bio Solar B35 mampu mengoptimalkan sistem pengendalian emisi yang terdapat pada kendaraan Euro 5 seperti DPF dan SCR. Analisis lebih lanjut terhadap konsumsi bahan bakar menunjukkan rata-rata pemakaian solar sebesar 4,48 km/l, lebih efisien 49% dibanding spec pabrik 3 km/l (<https://www.autofun.co.id/>, 2023). Dengan performa tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar sulfur rendah sangat mendukung kinerja truk Euro 5 dalam mencapai standar emisi rendah serta operasional yang lebih bersih dan efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar B35 menghasilkan konsumsi bahan bakar dan tingkat emisi yang relatif masih dalam batas aman untuk kendaraan Euro 5. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian (Ashrur, 2022), bahan bakar Shell Diesel menunjukkan tingkat opasitas terendah (8,35%), diikuti BP Diesel (10,53%), dan Pertamina Dex (10,75%). Meski demikian, konteks pengujian dan jenis mesin berbeda, sehingga perbandingan ini bersifat indikatif. Penelitian ini memperkuat pentingnya peran bahan bakar dengan kandungan sulfur rendah dalam menunjang efektivitas sistem emisi SCR dan DPF.

5. Kesimpulan dan Saran

Operasional truk Quester Euro 5 dengan bahan bakar Bio Solar B35 terbukti efektif dalam menurunkan emisi partikulat (opasitas) dan mendukung kinerja sistem pengendalian emisi seperti SCR dan DPF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh kendaraan beroperasi jauh di bawah ambang batas opasitas 35% sebagaimana diatur dalam Permen LHK No. 8 Tahun 2023, dengan rata-rata opasitas sebesar 12,6%. Selain itu, efisiensi konsumsi bahan bakar juga tercapai dengan baik, yaitu sebesar 4,48 km/liter, atau sekitar 49% lebih hemat dari spesifikasi pabrikan sebesar 3 km/liter.

Namun demikian kandungan sulfur pada B35 yang relative tinggi berpotensi menurunkan efektivitas system emisi Euro 5 dalam jangka panjang. Untuk itu, Pertamina Dex dinilai sebagai pilihan bahan bakar yang lebih sesuai karena memiliki kadar sulfur yang jauh lebih rendah serta didukung oleh jaringan distribusi yang tersedia secara nasional. Disisi lain, hasil studi sebelumnya memang menunjukkan bahwa Shell Diesel memberikan performa opasitas yang lebih baik dalam hal opasitas, tetapi Pertamina Dex dinilai sebagai pilihan paling realistis dan aplikatif untuk kondisi distribusi bahan bakar di Indonesia saat ini. Dengan dukungan regulasi serta kesiapan infrastruktur bahan bakar rendah sulfur, implementasi Euro 5 pada kendaraan niaga memiliki potensi besar dalam mendukung target keberlanjutan industri serta upaya pengurangan emisi gas rumah kaca.

Rekomendasi:

Untuk mendukung keberlanjutan penerapan teknologi Euro 5 dan meningkatkan efisiensi kendaraan diesel di Indonesia, disarankan

1. Mempercepat ketersediaan dan distribusi bahan bakar rendah sulfur, serta memberikan insentif kepada perusahaan yang mengadopsi kendaraan ramah lingkungan.
2. Mendorong penggunaan eksklusif Pertamina Dex atau bahan bakar sejenis dengan kandungan sulfur ultra-rendah (<10 ppm) untuk seluruh armada kendaraan Euro 5.
3. Melakukan pemantauan dan pengujian berkala terhadap kualitas bahan bakar, terutama kadar sulfur, pada armada logistik berskala besar guna menjamin kompatibilitas dengan sistem SCR dan DPF.

Daftar Pustaka

- Acem. (2019). New Euro 5 environmental standard for motorcycles and mopeds to enter into force in 2020. <https://www.acem.eu/new-euro-5-environmental-standard-for-motorcycles-and-mopeds-to-enter-into-force-in-2020/>
- Alingal, S. (2021). Qatar adopts Euro 5 standards for heavy vehicles. <https://www.gulf-times.com/story/692747/Qatar-adopts-Euro-5-standards-for-heavy-vehicles>
- Ashrur, F. (2022). Studi Eksperimen Perbandingan Terhadap Performa Dan Emisi Mesin Diesel Dengan Variasi Bahan Bakar Pertamina Dex, Bp Diesel, Shell Diesel. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, repository.its.ac.id. <https://repository.its.ac.id/118723/>
- Astra. (2023). Pahami Aturan Euro 4 dan Euro 5 di Indonesia. <https://astraudtrucks.co.id/berita/pahami-aturan-euro-4-dan-euro-5-di-indonesia-ini-istilah-yang-sering-digunakan-022024/#:~:text=Euro 5 menuntut batasan emisi,lingkungan dan meningkatkan kualitas udara.>
- Azis, M. M. (2016). Mengenal Lebih Dekat Katalisis Otomotif Sebagai Pembersih Gas Buang Kendaraan Diesel. Indonesian Scholars Journal – Insight, 1, 59–67. <https://www.bagusnugroho.com/>
- Baraka. (2024a). Mengenal Lebih Dekat EURO 5: Inovasi untuk Lingkungan yang Lebih Bersih. <https://baraka.uma.ac.id/mengenal-lebih-dekat-euro-5-inovasi-untuk-lingkungan-yang-lebih-bersih/>
- Baraka. (2024b). Persiapan Indonesia Menghadapi EURO 5: Menuju Kendaraan Ramah Lingkungan. Baraka.Uma.Ac.Id, 1. <https://baraka.uma.ac.id/persiapan-indonesia-menghadapi-euro-5-menuju-kendaraan-ramah-lingkungan/>
- Chen, Z., Liu, Q., Liu, H., & Wang, T. (2024). Recent Advances in SCR Systems of Heavy-Duty Diesel Vehicles—Low-Temperature NOx Reduction Technology and Combination of SCR with Remote OBD. Atmosphere, 15(8). <https://doi.org/10.3390/atmos15080997>
- Dornoff, J., & Rodríguez, F. (2024). Euro 7: The new emission standard for light-and heavy-duty vehicles in the European Union. Icct Policy Update, 1(715), 1–9. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16960-2023-REV-1/>
- Fayad, M. A., Chaichan, M. T., Dhahad, H. A., Al-Amiery, A. A., & Wan Isahak, W. N. R. (2022). Reducing the Effect of High Sulfur Content in Diesel Fuel on NOx Emissions and PM Characteristics Using a PPCI Mode Engine and Gasoline-Diesel Blends. ACS Omega, 7(42), 37328–37339. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03878>
- Fontaras, G., Franco, V., Dilara, P., Martini, G., & Manfredi, U. (2014). Development and review of Euro 5 passenger car emission factors based on experimental results over various driving cycles. Science of the Total Environment, 468–469(2014), 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.043>
- Gaikindo. (2024). GAIKINDO Sambut Baik Standar Emisi Euro 5 Dibarengi BBM Berkualitas. www.gaikindo.or.id/gaikindo-sambut-baik-standar-emisi-euro-5-dibarengi-bbm-berkualitas
- Giechaskiel, B., Melas, A. (2021). Emissions of a Euro 5 motorcycle over the world harmonized motorcycle test cycle (WMTC). Emissions of a Euro 5 Motorcycle over the World Harmonized Motorcycle Test Cycle (WMTC)., 185(2), 21–25. <https://doi.org/10.19206/CE-138701>
- Giechaskiel, B., Suarez-Bertoa, R., Lähde, T., Clairotte, M., Carriero, M., Bonnel, P., & Maggiore, M. (2018). Evaluation of NOx emissions of a retrofitted Euro 5 passenger car for the Horizon prize “Engine retrofit.” Environmental Research, 166(x), 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.006>
- <https://mercier-trans.com/>. (2024). Pros and Cons of Hybrid Trucking in Freight Transportation. <https://mercier-trans.com/2024/08/16/pros-and-cons-of-hybrid-trucking/>

- <https://newsroom.toyota.co.id/en/news>. (2025). Toyota Supports the Hydrogen Ecosystem at the Global Hydrogen Ecosystem Summit 2025 by Showcasing Hydrogen-Powered Fuel Cell Electric Vehicles including Crown and Mirai Gen 2. Toyota Newsroom. <https://newsroom.toyota.co.id/en/news/toyota-dukung-ekosistem-hidrogen-dalam-global-hydrogen-ecosystem-summit-2025-dengan-menampilkan-model-model-toyota-berbahan-bakar-hidrogen-yaitu-crown-dan-mirai-gen-2>
- <https://www.autofun.co.id/>. (2023). UD Trucks Quester Euro5 Masih Bisa Tengak BioSolar Namun Tetap Irit BBM. <https://www.autofun.co.id/>
- İçingür, Y., & Altıparmak, D. (2003). Effect of fuel cetane number and injection pressure on a DI Diesel engine performance and emissions. *Energy Conversion and Management*, 44(3), 389–397. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890402000638>
- Joint Research Centre. (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. In Report JCR, EUCAR and Concawe. <https://doi.org/10.2760/100379>
- Kostenidou, E., Martinez-Valiente, A., Ramili, B., Marques, B., Temime-Roussel, B., Durand, A., André, M., Liu, Y., Louis, C., Vansevenant, B., Ferry, D., Laffon, C., Parent, P., & Danna, B. (2021). Technical note: Emission factors, chemical composition, and morphology of particles emitted from Euro 5 diesel and gasoline light-duty vehicles during transient cycles. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(6), 4779–4796. <https://doi.org/10.5194/acp-21-4779-2021>
- Lopes, M., Serrano, L., Ribeiro, I., Cascão, P., Pires, N., Rafael, S., Tarelho, L., Monteiro, A., Nunes, T., Evtyugina, M., Nielsen, O. J., Gameiro da Silva, M., Miranda, A. I., & Borrego, C. (2013). Emissions characterization from EURO 5 diesel/biodiesel passenger car operating under the new European driving cycle. *Atmospheric Environment*, 84, 339–348. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.11.071>
- Naufal, R. M., & Juni, R. (2025). Penerapan Peraturan Emisi pada Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca dari Kendaraan Bermotor di Indonesia. *BACARITA Law Journal*, 5(5), 202–208.
- Ntziachristos, L., Vonk, W., Papadopoulos, G., Mensch, P. van, Geivanidis, S., Mellios, G., Papadimitriou, G., Steven, H., Elstgeest, M., Ligterink, N., & Kontses, A. (2017). Effect study of the environmental step Euro 5 for L-category vehicles.
- O'Driscoll, R., Stettler, M. E. J., Molden, N., Oxley, T., & ApSimon, H. M. (2017). Real world CO₂ and NO_x emissions from 149 Euro 5 and 6 diesel, gasoline and hybrid passenger cars. *Science of the Total Environment*, 621, 282–290.
- onesolution.pertamina.com. (2023). Ini Dia Jenis Bahan Bakar Mesin Diesel Pertamina. [Onesolution.Pertamina.Com](https://onesolution.pertamina.com).
- PerMen-LHK No 8. (2023). Per_Men-LHK No 8 Thn 2023 Tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, July, 1–23.
- Permenperin 27 thn. (2020). Permenperin No.27 thn 2020 Tentang Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan dan Ketentuan Penghitungan Nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle).
- [pertamina.com](https://www.pertamina.com). (2021). Hasilkan Performa Optimal dan Ramah Lingkungan, Pertamina Dorong Kendaraan Diesel Gunakan Dex Series. <https://www.pertamina.com/>
- Prati, M. V., Costagliola, M. A., Zuccheroso, A., & Napolitano, P. (2019). Assessment of Euro 5 diesel vehicle NO_x emissions by laboratory and track testing. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11), 10576–10586. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04486-7>
- Susanto, A. A. (2025). Dampak Potensial Adopsi Standar Emisi Euro 4-6. Core Indonesia.
- Williams, R., Hamje, H., Zemroch, P. J., Clark, R., Samaras, Z., Dimaratos, A., Jansen, L., & Fittavolini, C. (2016). Effect of Fuel Properties on Emissions from Euro 4 and Euro 5 Diesel Passenger Cars. *Transportation Research Procedia*, 14, 3149–3158. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.255>
- Zhang, K., Hu, J., Gao, S., Liu, Y., Huang, X., & Bao, X. (2010). Sulfur content of gasoline and diesel fuels in northern China. *Fuel*, 89(10), 2721–2728. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.03.040> ScienceDirect