

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh penggunaan jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang pada mesin diesel C223, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan jenis bahan bakar yang berbeda, yaitu Pertamina Dex, Dexlite, dan Biosolar, terbukti memberikan pengaruh terhadap karakteristik emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel C223 pada kondisi pengujian dengan putaran mesin konstan 1500 rpm. Pengaruh tersebut paling jelas terlihat pada parameter hidrokarbon (HC) dan karbon dioksida (CO_2), di mana kedua parameter ini menunjukkan perbedaan nilai yang cukup signifikan antar ketiga bahan bakar. Perbedaan ini erat kaitannya dengan karakteristik fisikokimia masing-masing bahan bakar, khususnya angka setana dan kandungan sulfur. Bahan bakar dengan angka setana lebih tinggi dan kandungan sulfur lebih rendah, seperti Pertamina Dex, memiliki waktu tunda penyalaan (ignition delay) yang lebih singkat sehingga proses pembakaran berlangsung lebih cepat, merata, dan mendekati sempurna. Sebaliknya, bahan bakar dengan angka setana lebih rendah, seperti Biosolar, cenderung menghasilkan proses pembakaran yang kurang optimal akibat waktu tunda penyalaan yang lebih panjang serta pengaruh viskositas kandungan biodiesel (FAME) terhadap kualitas atomisasi bahan bakar. Adapun untuk parameter CO, pengaruh jenis bahan bakar tidak terlalu signifikan, karena ketiga bahan bakar sama-sama menghasilkan emisi CO yang sangat rendah dan berada pada rentang yang sempit, yaitu 0,00% sampai 0,02%, sehingga parameter ini kurang representatif untuk membedakan kualitas pembakaran dibandingkan HC dan CO_2 .
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap ketiga jenis bahan bakar, Pertamina Dex terbukti merupakan bahan bakar yang menghasilkan emisi gas buang paling rendah dan karakteristik pembakaran terbaik pada mesin diesel C223. Hal ini ditunjukkan secara konsisten melalui nilai rata-rata emisi

HC yang paling rendah, yaitu sebesar 25 ppm, jauh lebih rendah dibandingkan Dexlite (135 ppm) maupun Biosolar (140,67 ppm), serta kadar CO₂ yang paling tinggi, yaitu sebesar 2,1%, dibandingkan Dexlite (1,70%) dan Biosolar (1,63%). Rendahnya kadar HC menunjukkan bahwa jumlah bahan bakar yang tidak terbakar sempurna (unburned hydrocarbon) pada Pertamina Dex jauh lebih sedikit, sementara tingginya kadar CO₂ menunjukkan bahwa lebih banyak atom karbon dalam bahan bakar yang berhasil teroksidasi secara tuntas menjadi CO₂. Kedua indikator ini secara bersamaan menegaskan bahwa proses pembakaran Pertamina Dex berlangsung paling optimal di antara ketiga bahan bakar yang diuji. Dengan demikian, Pertamina Dex merupakan bahan bakar yang paling direkomendasikan untuk digunakan pada mesin diesel C223 apabila tujuan utamanya adalah menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dan ramah lingkungan.

3. Perbandingan hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga jenis bahan bakar memiliki karakteristik emisi yang berbeda pada setiap parameter yang diukur. Pada parameter CO, ketiga bahan bakar menghasilkan nilai yang sangat rendah dan relatif seragam, yaitu berkisar antara 0,00% hingga 0,02%, sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan mengindikasikan bahwa proses oksidasi karbon monoksida berlangsung baik pada ketiga bahan bakar. Pada parameter HC, terlihat urutan nilai dari yang terendah hingga tertinggi, yaitu Pertamina Dex sebesar 25 ppm, Dexlite sebesar 135 ppm, dan Biosolar sebesar 140,67 ppm, yang menunjukkan tingkat kesempurnaan pembakaran yang semakin menurun secara berurutan pada ketiga bahan bakar tersebut. Sebaliknya, pada parameter CO₂, urutan nilai justru berbanding terbalik, yaitu dari yang tertinggi hingga terendah adalah Pertamina Dex sebesar 2,1%, Dexlite sebesar 1,70%, dan Biosolar sebesar 1,63%. Pola HC dan CO₂ yang secara konsisten berbanding terbalik ini memperkuat kesimpulan bahwa karbon yang tidak terkonversi menjadi CO₂ pada Dexlite dan Biosolar sebagian besar terbuang dalam bentuk hidrokarbon yang tidak terbakar. Secara keseluruhan, perbandingan ketiga parameter emisi ini menegaskan bahwa

Pertamina Dex memiliki kualitas pembakaran terbaik, diikuti oleh Dexlite pada posisi kedua, dan Biosolar pada posisi ketiga atau paling kurang optimal di antara ketiga bahan bakar yang diuji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi pengguna mesin diesel C223, disarankan menggunakan bahan bakar Pertamina Dex karena menghasilkan emisi hidrokarbon (HC) yang lebih rendah dan proses pembakaran yang lebih sempurna dibandingkan Dexlite maupun Biosolar. Hal ini disebabkan oleh nilai cetane number Pertamina Dex yang lebih tinggi (minimal 53) dibandingkan Dexlite (minimal 51) dan Biosolar (minimal 48), sehingga waktu tunda penyalaan (*ignition delay*) menjadi lebih singkat dan proses pembakaran di dalam ruang bakar berlangsung lebih sempurna. Selain itu, kandungan sulfur pada Pertamina Dex yang lebih rendah turut membantu mengurangi pembentukan deposit pada komponen ruang bakar, sehingga penggunaan bahan bakar ini pada mesin C223 dapat mendukung efisiensi pembakaran sekaligus menekan emisi gas buang yang dihasilkan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variasi putaran mesin yang lebih beragam, misalnya pada putaran rendah, sedang, dan tinggi, sehingga dapat diketahui karakteristik emisi gas buang secara lebih menyeluruh pada berbagai kondisi operasi mesin. Selain variasi putaran mesin, penelitian selanjutnya juga disarankan untuk menambahkan variasi beban (*load*) mesin, mengingat kondisi operasional mesin diesel di lapangan tidak selalu berada pada beban konstan, sehingga hasil penelitian dapat lebih merepresentasikan kondisi penggunaan yang sebenarnya. Perlu dilakukan pengujian pada rentang waktu operasional yang lebih panjang (uji durasi/*long-term test*) untuk mengetahui pengaruh jangka panjang dari variasi putaran mesin terhadap performa dan emisi gas buang, termasuk potensi terjadinya penumpukan deposit pada ruang bakar maupun sistem injeksi bahan bakar. Disarankan pula untuk menambah parameter emisi gas buang yang diukur, seperti CO, CO₂, NO_x, dan

opasitas asap pada setiap variasi putaran mesin, sehingga diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai karakteristik pembakaran dan tingkat polusi yang dihasilkan. Penggunaan alat ukur emisi *gas analyzer* dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang lebih tinggi juga disarankan untuk penelitian selanjutnya, guna meminimalkan bias pengukuran terutama pada kondisi putaran rendah yang cenderung menghasilkan konsentrasi emisi lebih rendah. Perlu dilakukan pula analisis hubungan antara variasi putaran mesin dengan konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption/SFC*), sehingga dapat diketahui titik operasi mesin yang paling efisien baik dari segi performa maupun emisi yang dihasilkan. Penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan pengujian pada berbagai jenis mesin diesel dengan spesifikasi teknis yang berbeda (misalnya kapasitas silinder atau sistem injeksi yang berbeda), untuk mengetahui apakah pola karakteristik emisi terhadap variasi putaran mesin bersifat konsisten atau berbeda pada tiap jenis mesin. selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variasi putaran mesin yang lebih beragam, misalnya pada putaran rendah, sedang, dan tinggi sehingga dapat diketahui karakteristik emisi gas buang secara lebih menyeluruh.

3. Untuk meningkatkan validitas hasil penelitian, jumlah pengulangan pengujian (replikasi) dapat diperbanyak serta menggunakan peralatan pengujian dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga data yang diperoleh lebih presisi dan dapat mengurangi bias akibat faktor kesalahan pengukuran (*measurement error*). Perlu dilakukan uji statistik lebih lanjut, seperti uji signifikansi atau analisis varians (ANOVA), terhadap data hasil pengujian untuk memastikan bahwa perbedaan emisi yang dihasilkan oleh masing-masing jenis bahan bakar benar-benar signifikan secara statistik, bukan hanya disebabkan oleh variasi acak dalam pengujian. Kalibrasi alat ukur emisi maupun alat ukur performa mesin perlu dilakukan secara berkala sebelum pengujian, guna memastikan hasil yang diperoleh benar-benar akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian serupa dapat dilakukan pada jenis mesin diesel yang berbeda, baik sistem konvensional maupun common rail, sehingga dapat diketahui apakah

pengaruh penggunaan Biosolar, Dexlite, dan Pertamina Dex memberikan hasil yang sama atau berbeda pada berbagai tipe mesin diesel. Perbandingan antara mesin diesel sistem konvensional dan common rail juga penting dilakukan mengingat perbedaan tekanan injeksi dan sistem kontrol elektronik pada kedua jenis mesin tersebut dapat memengaruhi karakteristik pembakaran serta tingkat emisi yang dihasilkan, sehingga hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai pengaruh jenis bahan bakar pada teknologi mesin diesel yang berbeda. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk melibatkan mesin diesel dengan tahun produksi atau kondisi (usia pakai) yang berbeda, mengingat performa dan tingkat keausan komponen mesin dapat memengaruhi hasil pengujian emisi dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian pada berbagai tipe mesin diesel tersebut dapat dijadikan dasar rekomendasi penggunaan jenis bahan bakar yang lebih spesifik dan tepat sasaran, sesuai dengan karakteristik teknologi mesin yang digunakan, sehingga rekomendasi yang diberikan lebih aplikatif bagi pengguna kendaraan atau industri. Untuk meningkatkan validitas hasil penelitian, jumlah pengulangan pengujian dapat diperbanyak serta menggunakan peralatan pengujian dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwinanto, M. M., Pell, Y. M., & Wadu, A. B. J. (2022). Studi Pengaruh Rasio Tekanan Kompresor Turbocharger Terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 9(01), 21–27. <https://doi.org/10.35508/Ljtmu.V9i01.7270>
- Harindah, G. (2024). Implementasi Pemeliharaan Prediktif Berbasis Analisis Getaran Menggunakan Standar Iso 10816 Pada Mesin Diesel Di Pltd Tobelo. *Jurnal Sosial Teknologi*, 4(7), 501–515. <https://doi.org/10.59188/Jurnalsostech.V4i7.1326>
- Hariyanto, H., Gamayel, A., . K., & Mulyana, F. (2021). Pengaruh Campuran Biodiesel-Minyak Nabati-Minyak Atsiri Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel. *Jurnal Mekanik Terapan*, 2(1), 41–47. <https://doi.org/10.32722/Jmt.V2i1.3819>
- Kadhim, M. Q., & Oshchepkov, P. P. (2024). ‘Comparative Analysis Of Diesel Fuel Types On Engine Performance And Emissions.’ *International Journal Of Low-Carbon Technologies*, 19, 2702–2708. <https://doi.org/10.1093/Ijlc/Ctae198>
- Lesmana, I. G. E., Hartantrie, R. C., & Sunjaya, E. (2022). Analisis Perbandingan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Biodiesel B30 Dan Solar Dexlite Pada Mesin Diesel R175a. *Almikanika*, 4(1), 22–27. <https://doi.org/10.32832/Almikanika.V4i1.7170>
- Marhaini, M., Mardwita, M., & Suranda, A. (2022). Analisa Efisiensi Bahan Bakar Dan Dampak Lingkungan Emisi Gas Buang Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) Terhadap Pembangkit Listrik Mesin Gas (Pltmg). *Jurnal Surya Energy*, 6(2), 57. <https://doi.org/10.32502/Jse.V6i2.4215>
- Maulana, S., Syahid, D. N., Widjarko, D., & Setiawan, A. (N.D.). *Journal Of Mechanical Engineering Learning*.
- Monasari, R., Farida, N. N., & Firdaus, A. H. (2023). *Pengaruh Manipulator Tekanan Bahan Bakar Mesin Diesel Common Rail Ditinjau Dari Kebisingan & Emisi Gas Buang*.
- Persulesy, P. Y., K, B., & Suprpto, E. (2022). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodisel Berbasis Biji Buah Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 9(01), 48–56. <https://doi.org/10.35508/Ljtmu.V9i01.6295>
- Prahmana, R. A., Alfian, D. G. C., Supriyadi, D., Silitonga, D. J., & Muhyi, A. (2020). Pengaruh Komposisi Campuran Minyak Sereh Wangi Dan Minyak Cengkeh Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel. *Journal Of Science And Applicative Technology*, 4(2), 82. <https://doi.org/10.35472/Jsat.V4i2.244>
- Pratiwi, I. A. P., Krisnaputra, R., Bahiuddin, I., Djati, I., & Nugraha, S. A. (2025). Analisis Pengaruh Campuran Biodiesel Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel Common-Rail. *Jurnal Mekanik Terapan*, 6(3), 181–190. <https://doi.org/10.32722/Jmt.V6i3.8042>
- S.A., A. R., Paryono, P., & Nauri, I. M. (2022). Pengaruh Penggunaan Biosolar Dan Pertamina Dex Terhadap Daya Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel 4n15 Commonrail. *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan Dan Pengajaran*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.17977/Um074v4i12020p10-17>
- Sa’diyah, A., Aulatama, A. A., Shah, M., Anis Mustaghfirin, M., Nidhor Fairuza, M., & Haryono, E. (2024). Pengaruh Rasio Bahan Bakar Multi-Feedstock

- Biodiesel Terhadap Nilai Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel 4 Langkah. *Jurnal Teknologi Maritim*, 8(1), 30–41. <https://doi.org/10.35991/jtm.v8i1.48>
- Saksono, P. (2023). Analisis Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Nilai Emisi Gas Buang Pada Diesel Engine Common Rail System. *Al Jazari : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2). <https://doi.org/10.31602/Al-Jazari.V8i2.12730>
- Saksono, P., Aji Sudikna, B., Ferdnians, M., & N.S. Sidabutar, S. (2025a). Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Injection Otto Engine System. *Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy*, 5(1), 43–50. <https://doi.org/10.52158/Jamere.V5i1.1088>
- Saksono, P., Aji Sudikna, B., Ferdnians, M., & N.S. Sidabutar, S. (2025b). Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Injection Otto Engine System. *Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy*, 5(1), 43–50. <https://doi.org/10.52158/Jamere.V5i1.1088>
- Saputro, B. A., & Abdurrahman, A. (2022). Karakteristik Biodiesel Dari Campuran Bahan Bakar Dexlite Dan Minyak Jelantah Tanpa Perlakuan Pada Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(2), 51–59. <https://doi.org/10.36706/jtk.v28i2.1003>
- Sukarno, S., Mariki, I. W. W., & Syam, Muh. Y. (2025). Perbandingan Efisiensi Bahan Bakar Dan Putaran Mesin Diesel Menggunakan Solar Dan Dexlite. *Jtam Rotary*, 7(2), 169. https://doi.org/10.20527/Jtam_Rotary.V7i2.16216
- Sumardiyanto, D., & Susilowati, S. E. (2017). Pengaruh Kondisi Udara Bilas Terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.21009/Jkem.4.2.5>
- Supriyanto, A., Maksum, H., & Putra, D. S. (N.D.). *Perbandingan Penggunaan Berbagai Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah*.
- Wahyudi, W., Sarip, S., Sudarja, S., & Suhatno, H. (2019). Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Jarak Dan Biodiesel Jelantah. *Jmpm (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/Jmpm.3135>
- Yudisworo, W. D., & Prihastuty, E. (N.D.). *Analisis Kenaikan Daerah Operasi Mesin Diesel Konvensional Setelah Dilakukan Tune Up*.