



Pengaruh Campuran *Etanol* dan *Xilena* dengan *Pertamax* terhadap Durasi dan Ukuran Nyala Api Pembakaran Droplet

Aditiya Bambang Bagaskoro^{1*}, Purwoko²

¹⁻²Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat : Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi penulis : badit5402@gmail.com*

Abstract. *The global demand for energy, particularly fuel oil, continues to increase along with the growth in the number of vehicles and industrial activity. However, limited fossil fuel reserves and the environmental impacts of their use have prompted various studies to find alternative fuels that are more environmentally friendly, efficient, and sustainable. In this context, ethanol and xylene have emerged as two potential fuel additive candidates. Ethanol is known as a biofuel derived from renewable sources and has a high octane rating and oxygen content that can support a more complete combustion process. On the other hand, xylene is an aromatic compound with a high octane rating that can improve combustion stability and reduce the risk of knocking or detonation in engines. This study aims to evaluate the effect of ethanol and xylene additions on the flame characteristics of Pertamax fuel, particularly in terms of flame duration and height. Through a laboratory experimental approach, observations were made on the combustion process of pure Pertamax and several fuel blends with varying ethanol and xylene contents. The results showed that pure Pertamax produced a flame with an average duration of 0.734 seconds and a flame height of 4.5 cm, while one of the best blends, namely the fourth blend containing ethanol and xylene, produced a flame duration of 1.084 seconds and a flame height of 5.7 cm. These findings indicate that the addition of ethanol and xylene can significantly improve combustion performance. These results not only enrich knowledge regarding the combustion characteristics of blended fuels, but also open up opportunities for the development of alternative fuel formulations that are more environmentally friendly, energy efficient, and support reducing dependence on fossil fuels in the future.*

Keywords: *Droplet Flame Size, Duration, Ethanol, Pertamax, Xylene.*

Abstrak. Kebutuhan global akan energi, khususnya bahan bakar minyak, terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah kendaraan dan aktivitas industri. Namun, terbatasnya cadangan bahan bakar fosil serta dampak lingkungan yang ditimbulkan dari penggunaannya mendorong berbagai penelitian untuk mencari alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, etanol dan xilena muncul sebagai dua kandidat aditif bahan bakar yang memiliki potensi besar. Etanol dikenal sebagai biofuel yang berasal dari sumber terbarukan dan memiliki angka oktan tinggi serta kandungan oksigen yang dapat mendukung proses pembakaran yang lebih sempurna. Di sisi lain, xilena merupakan senyawa aromatik dengan angka oktan tinggi yang dapat meningkatkan kestabilan pembakaran serta mengurangi risiko knocking atau detonasi pada mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan etanol dan xilena terhadap karakteristik nyala api bahan bakar *Pertamax*, khususnya dalam hal durasi dan tinggi nyala. Melalui pendekatan eksperimen laboratorium, dilakukan pengamatan terhadap proses pembakaran *Pertamax* murni dan beberapa campuran bahan bakar dengan variasi kandungan etanol dan xilena. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Pertamax* murni menghasilkan nyala dengan durasi rata-rata 0,734 detik dan tinggi 4,5 cm, sementara salah satu campuran terbaik, yaitu campuran keempat yang mengandung etanol dan xilena, menghasilkan durasi nyala 1,084 detik dan tinggi nyala sebesar 5,7 cm. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan etanol dan xilena dapat meningkatkan kinerja pembakaran secara signifikan. Hasil ini tidak hanya memperkaya pengetahuan mengenai karakteristik pembakaran bahan bakar campuran, tetapi juga membuka peluang pengembangan formulasi bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, efisien secara energi, dan mendukung pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil di masa depan.

Kata kunci: Ukuran api tetesan, Durasi, Etanol, *Pertamax*, Xilena.

1. LATAR BELAKANG

Permintaan terhadap bahan bakar minyak (BBM) terus meningkat secara signifikan, sementara cadangan bahan bakar fosil kian menipis. Kondisi ini mendorong urgensi riset mengenai sumber energi alternatif yang lebih lestari dan berwawasan lingkungan. Dalam konteks ini, etanol dan xilena diidentifikasi sebagai aditif potensial untuk meningkatkan mutu bensin, termasuk Pertamax yang merupakan jenis bahan bakar populer. Aditif ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan angka oktan, yang sangat krusial agar sesuai dengan rasio kompresi mesin (Winoko, Setiawan, and Purwoko 2022).

Etanol, sebagai bahan bakar yang berasal dari biomassa, menawarkan berbagai keunggulan. Ia memiliki angka oktan yang tinggi dan kandungan oksigen yang berperan dalam mengoptimalkan pembakaran. Penambahan etanol pada bensin dapat berkontribusi pada peningkatan performa mesin, penurunan emisi gas buang, serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Bioetanol diakui sebagai bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan dan sangat kompatibel dengan mesin kendaraan, mengingat karakteristiknya yang menyerupai bensin, seperti angka oktan tinggi, kecepatan nyala yang cepat, rasio stoikiometri udara-bahan bakar yang rendah, dan nilai kalor yang sesuai (Yusuf & Di, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan etanol dapat mengurangi emisi karbon dioksida dan meningkatkan efisiensi energi (Kumar et al., 2020). Selain itu, etanol juga berpotensi untuk meningkatkan performa mesin dalam kondisi tertentu (Zhang et al., 2021). Dengan demikian, etanol menjadi pilihan yang menarik dalam upaya transisi menuju sumber energi yang lebih berkelanjutan (Smith & Jones, 2022). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi etanol dalam berbagai aplikasi bahan bakar dan dampaknya terhadap lingkungan (Lee et al., 2023).

Sementara itu, xilena, sebuah senyawa aromatik, juga dikenal memiliki angka oktan yang tinggi dan berperan dalam menstabilkan proses pembakaran. Penambahan xilena pada bensin berpotensi untuk meningkatkan kinerja mesin dan meminimalisir fenomena *knocking*. Namun perlu dicatat bahwa xilena yang terkandung dalam bensin dapat terlepas ke lingkungan, baik melalui tumpahan maupun penguapan (Attaqwa, Mahachandra, and Prastawa 2021).

Studi yang secara spesifik meneliti dampak penambahan etanol dan xilena pada Pertamax terhadap durasi dan ukuran nyala api masih belum banyak ditemukan. Padahal, durasi dan ukuran nyala api merupakan parameter vital yang sangat memengaruhi performa pembakaran, efisiensi termal, dan tingkat emisi gas buang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menginvestigasi pengaruh aditif ini pada durasi dan ukuran nyala api dalam pembakaran tetesan bahan bakar (droplet). Penyelidikan

terhadap pembakaran droplet ini sangat relevan mengingat pada kendaraan, bahan bakar disemprotkan langsung ke ruang bakar dalam bentuk *spray* yang merupakan kumpulan droplet, sebelum bercampur dengan udara (Arwin et al. 2023).

2. KAJIAN TEORITIS

Mesin bensin, yang juga dikenal sebagai mesin pembakaran internal, berfungsi mengubah energi kimia dari bahan bakar bensin menjadi energi panas, yang kemudian diubah menjadi energi gerak. Seluruh proses ini berlangsung di dalam mesin itu sendiri. Berdasarkan siklus kerjanya untuk menghasilkan tenaga, ada dua kategori utama: mesin dua langkah dan mesin empat langkah. Mesin empat langkah, misalnya, membutuhkan empat gerakan piston (dua kali bolak-balik) untuk menyelesaikan satu siklus penuh, yang berarti *crankshaft* (poros engkol) berputar dua kali. Selain itu, mesin pembakaran internal juga dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah silindernya, yaitu silinder tunggal atau multi-silinder (lebih dari satu silinder) (Winoko et al. 2022). Mesin bensin banyak digunakan karena beberapa keunggulannya. Mereka relatif ringan dibandingkan dengan daya yang dihasilkan, memiliki tingkat getaran yang rendah, dan mampu menghasilkan performa yang tinggi. Seiring dengan kemajuan teknologi, inovasi pada mesin bensin terus bermunculan, menyesuaikan diri dengan kebutuhan dan preferensi manusia yang beragam (Ainza et al. 2023).

Pertamax adalah jenis bahan bakar yang memiliki angka oktan 92. Nilai oktan ini menjadi penentu penting dalam besaran kompresi saat pembakaran spontan terjadi di ruang bakar. Karena karakteristiknya ini, Pertamax sangat direkomendasikan untuk kendaraan bermesin bensin dengan rasio kompresi tinggi. Selain itu, Pertamax juga diformulasikan dengan aditif khusus yang berfungsi untuk menjaga kebersihan mesin. Aditif ini dirancang untuk melarutkan timbunan deposit yang mungkin terbentuk pada *fuel injector* dan di dalam ruang pembakaran mesin, sehingga performa mesin tetap optimal (Nuryanti et al. 2024).

Etanol, atau etil alkohol (dengan rumus kimia C_2H_5OH), dapat diproduksi melalui serangkaian proses seperti pemasakan, fermentasi, dan distilasi. Bahan baku utamanya berasal dari berbagai jenis tumbuhan yang kaya karbohidrat, seperti tebu, jagung, atau singkong. Lebih lanjut, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa etanol bisa dihasilkan dari selulosa atau limbah pertanian (biomassa), yang memperkuat potensinya sebagai substitusi bensin yang menjanjikan. Etanol dikenal sebagai bahan bakar berbasis nabati yang memiliki karakteristik mirip dengan bensin premium, sekaligus merupakan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan (Gas 2022).

Xilena, yang memiliki rumus molekul (C_8H_{10}), adalah senyawa turunan benzena yang diperoleh dari minyak bumi. Zat ini bersifat nonpolar, mudah menyala (terbakar), dan sering dimanfaatkan sebagai pelarut. Secara kimia, xilena adalah cairan bening dan encer yang dihasilkan melalui proses distilasi fraksional dari minyak bumi dan tar batu bara. Struktur kimianya dicirikan oleh dua gugus metil yang terikat pada cincin benzena. Xilena termasuk dalam kategori senyawa aromatik dan dikenal memiliki aroma yang khas, serta dapat ditemukan dalam fase cair maupun gas (Sehrawat and Kaur 2018).

Durasi nyala api didefinisikan sebagai interval waktu yang diperlukan bagi sebuah tetesan (*droplet*) bahan bakar untuk mengalami pembakaran sempurna. Pengukuran ini dimulai dari saat nyala api pertama kali muncul hingga api tersebut benar-benar padam (Anasrullah, Yuliati, ST., MT., and Hamidi, ST., M.Eng. 2024). Pada fase awal pembakaran tetesan (*droplet*), dimensi nyala api cenderung membesar. Hal ini terjadi karena droplet mengalami pemanasan, yang kemudian menyebabkan akumulasi uap bahan bakar di sekitar permukaannya. Berdasarkan prinsip teori pembakaran, proses pembakaran yang berlangsung dengan cepat umumnya akan menghasilkan ukuran api yang lebih kecil dibandingkan dengan reaksi pembakaran yang terjadi secara lebih lambat (Sasongko 2018).

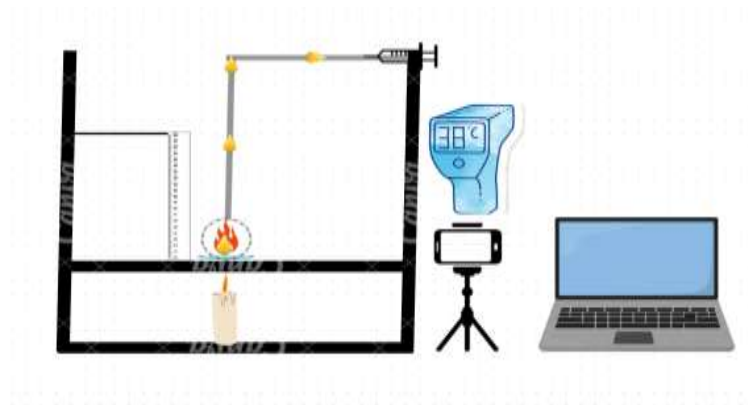
Beberapa pengujian sebelumnya yaitu penambahan penggunaan bahan aditif sudah banyak. Salah satunya yang berjudul “Pengaruh Komposisi Campuran Bahan Bakar *Etanol* Bensin Terhadap Temperatur Dan Lama Nyala Api Pada Pembakaran Droplet” yang membahas tentang campuran aditif dan bensin terhadap temperatur dan lama nyala api. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase campuran etanol dalam bensin maka nilai maksimum temperatur api yang dihasilkan semakin rendah karena dipengaruhi oleh nilai kalor campuran bahan bakar. Semakin tinggi persentase campuran etanol dalam bensin maka semakin kecil nilai kalor campuran bahan bakar sehingga temperatur yang dihasilkan dari proses pembakaran akan semakin rendah. Sedangkan untuk lama nyala api paling singkat terjadi selama 1,15 detik pada E20 dan lama nyala api paling lama berlangsung selama 1,41 detik pada E50 (Arwin dkk. 2023).

Selanjutnya pengujian tentang Karakteristik Pembakaran Droplet Dengan Variasi Komposisi Campuran Bensin-*Etanol* yang membahas pengaruh persentase campuran bahan bakar bensin-*etanol* terhadap karakteristik pembakaran droplet yang meliputi *ignition delay time*, lama nyala api, konstanta *burning rate*, tinggi api, temperatur api dan *microexplosion*. Hasil penelitian yaitu nilai *ignition delay time* mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase campuran etanol terhadap bensin. Lama nyala api dan konstanta *burning rate* dipengaruhi oleh kecepatan penguapan dan difusi bahan bakar serta kecepatan

reaksi terhadap udara (oksigen). Perubahan diameter droplet dipengaruhi oleh komponen penyusun bahan bakar yang memiliki perbedaan temperatur titik didih, penguapan dan penyalaan sehingga mengakibatkan droplet mengembang dan mengecil selama proses pembakaran droplet. Semakin tinggi persentase campuran etanol terhadap bensin maka nilai maksimum temperatur api yang dihasilkan semakin rendah. tinggi api dipengaruhi oleh kecepatan penguapan dan difusi bahan bakar. Terjadinya fenomena microexplosion akibat perbedaan temperatur titik didih komponen penyusun bahan bakar (Arwin, Yulianti, and Widodo 2019).

Sebenarnya pembakaran yang terjadi mesin pembakaran dalam adalah pembakaran spray dari sekumpulan droplet bahan bakar di dalam ruang bakar. Untuk itu penelitian ini berupa penambahan aditif etanol dan xylene pada bahan bakar pertamax terhadap durasi dan tinggi nyala api pembakaran droplet.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Desain Peralatan Penelitian

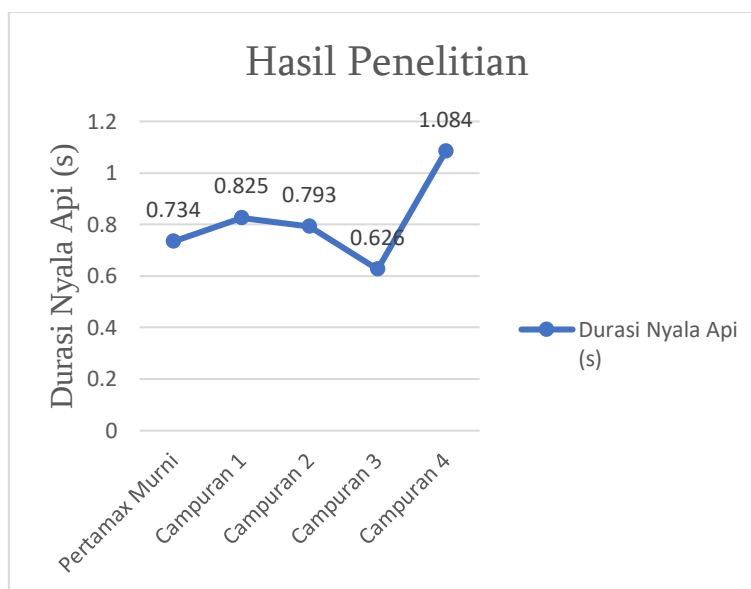
Keterangan Bahan:

- Bensin pertamax RON 92
- Aditif *etanol* PA >96%
- Aditif *xylene*
- Laptop
- *Handphone*
- Lilin Api
- Mistar/ penggaris
- Tripod
- Ruang pengujian (akrilik)
- Gelas takar 10 ml

Proses pengujian dalam penelitian ini dilaksanakan menggunakan instalasi yang digambarkan pada ilustrasi terkait. Langkah-langkahnya dimulai dengan mempersiapkan seluruh peralatan dan bahan yang diperlukan. Selanjutnya, tetesan (droplet) diukur sesuai dengan takaran yang telah ditetapkan menggunakan gelas ukur. Pembuatan droplet dilakukan dengan hati-hati menggunakan suntikan, di mana ujungnya diarahkan ke kawat khusus droplet. Secara simultan, kamera ponsel disiapkan untuk merekam video atau mengambil gambar saat droplet ditetaskan. Rekaman video ini kemudian digunakan untuk mengukur durasi dan dimensi nyala api dengan bantuan mistar atau penggaris sebagai acuan. Data dikumpulkan dari tiga kali percobaan, dan hasil terbaik yang paling representatif akan dipilih. Terakhir, seluruh data yang terkumpul dianalisis dan diolah menggunakan program Microsoft Excel untuk menarik kesimpulan dari serangkaian percobaan yang telah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik Pertamax dan Campuran Aditif Terhadap Durasi Nyala Api Terbaik

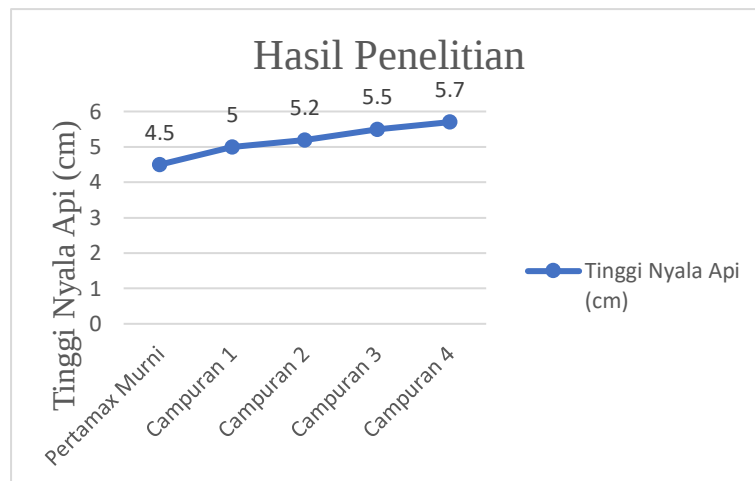


Gambar 2. Grafik Pertamax dan Campuran Aditif Terhadap Durasi Nyala Api Terbaik

Berikut ini penjelasan dari grafik di atas:

Pada gambar grafik di atas hasil percobaan dari 3 kali pengujian pada masing-masing campuran dan pertamax murni, kemudian dipilih yang terbaik pada masing-masing komposisi dan dimasukkan ke dalam tabel data untuk dikonversi menjadi grafik. Hasil penelitian yang sudah dilakukan yaitu memperoleh nilai durasi nyala api paling lama pada campuran 4 sebesar 1,084 s dan memperoleh nilai durasi nyala api paling singkat pada campuran 3 sebesar 0,626 s.

Grafik Pertamax dan Campuran Aditif Terhadap Tinggi Nyala Api Terbaik



Gambar 3. Grafik Pertamax dan Campuran Aditif Terhadap Tinggi Nyala Api Terbaik

Berikut ini penjelasan dari grafik hasil penelitian di atas:

Selanjutnya, pada gambar grafik di atas hasil percobaan dari 3 kali pengujian pada masing-masing campuran dan pertamax murni, kemudian dipilih yang terbaik pada masing-masing komposisi dan dimasukkan ke dalam tabel data untuk dikonversi menjadi grafik. Hasil penelitian yang sudah dilakukan yaitu memperoleh nilai tinggi nyala api paling besar pada campuran 4 sebesar 5,7 cm dan memperoleh nilai tinggi nyala api terpendek pada pertamax murni sebesar 4,5 cm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa rangkaian percobaan yang didapat maka disimpulkan tentang pengaruh bahan bakar pertamax murni terhadap durasi dan ukuran nyala api masih belum berpengaruh secara signifikan jika halnya membakar droplet pertamax murni saja tanpa campuran zat aditif *etanol* dan *xylene*, pada pencampuran aditif etanol dan xylene terhadap durasi nyala api pada pembakaran droplet terdapat pengaruh paling signifikan pada campuran 4: Pertamax 75 %, *Etanol* 15%, *Xylene* 10% yang menghasilkan durasi nyala api paling besar yaitu bernilai 1,084 s serta pada campuran etanol dan xylene pada bahan bakar pertamax terhadap tinggi nyala api menghasilkan dampak yang paling signifikan pada campuran 4: Pertamax 75 %, *Etanol* 15%, *Xylene* 10% yaitu menghasilkan nilai tertinggi dari masing-masing campuran yaitu 5,7 cm.

Peneliti selanjutnya diharapkan dapat lebih baik dalam memilih campuran aditif pada bahan bakar sesuai dengan kebutuhan penelitian kedepannya, penelitian dapat dilakukan secara kompleks dengan melakukan penelitian mencakup semua karakteristik pembakaran, bukan hanya sub-sub karakteristiknya saja, lebih memperhatikan cuaca dan juga suhu ruang agar tetap

stabil yang mana dapat mempengaruhi penelitian pembakaran droplet di ruang uji serta memperhatikan sterilisasi peralatan seperti spuit dan gelas takar agar campuran bahan bakar dan aditif tidak terkontaminasi/bercampur bersamaan tanpa takaran yang sudah ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya jurnal ini, penyusun sampaikan terimakasih kepada Orang tua serta anggota keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dorongan moral, material dan spiritual setiap waktu serta Dosen, Tenaga Kependidikan dan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, semua pihak. Penyusun berharap semoga jurnal ini bermanfaat. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan jurnal ini dimasa mendatang.

DAFTAR REFERENSI

- Ainza, M., Noer, A. M., Carolina, L. B., Adiputra, A., Jaya, T. S., Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, & Universitas Tidar Magelang. (2023). Pembuatan alat uji prestasi mesin motor bakar bensin Yamaha Lexam 155cc. *JTMEI*, 2(3), 130–142.
- Anasrullah, Yuliati, L., & Hamidi, N. (2024). Karakteristik pembakaran droplet campuran metil laurat dan metil oleat dengan penambahan etanol - multi walled carbon nanotubes., 19(17), 110–115.
- Arwin, A., Marali, A. M., Dwimas, H., & Yusrina, Y. Z. (2023). Pengaruh komposisi campuran bahan bakar etanol bensin terhadap temperatur dan lama nyala api pada pembakaran droplet. *Sebatik*, 27(1), 287–293. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2281>
- Arwin, A., Yulianti, L., & Widodo, A. S. (2019). Karakteristik pembakaran droplet campuran bahan bakar bensin-etanol. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Industri 2019*, 291–296.
- Attaqwa, Y., Mahachandra, M., & Prastawa, H. (2021). Perbaikan sistem kerja berdasarkan analisis pajanan xylene pekerja kilang minyak XYZ. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 16(4), 249–255. <https://doi.org/10.14710/jati.16.4.249-255>
- Gas, E. (2022). Terhadap performa mesin dan emisi gas buang pada. [Nama Jurnal Tidak Tersedia], 7, 47–55.
- Kumar, A., Singh, R., & Gupta, R. (2020). Performance and emission characteristics of ethanol blended gasoline in a spark ignition engine. *Energy Reports*, 6, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.001>
- Lee, J., Park, S., & Kim, H. (2023). The potential of bioethanol as a sustainable fuel: A review of recent advancements. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112120>

- Nuryanti, R., Kurniasari, D., Oktavia, F., Program Studi Teknik Analisis, Laboratorium Migas, & Politeknik Akamigas. (2024). Perbandingan kualitas bahan bakar jenis Pertamina di SPBU dan Pertamina di Pertashop dengan parameter uji distilasi, Reid vapour pressure, doctor test, specific gravity, octane number, dan cooper strip. [Nama Jurnal Tidak Tersedia], 15(1), 11–18.
- Sasongko, M. N. (2018). Pengaruh prosentase minyak goreng bekas terhadap karakteristik pembakaran droplet biodiesel. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 4(2), 8–13.
- Sehrawat, P., & Kaur, M. (2018). Karakterisasi singkat dan perbandingan xylene dan penggantian: Review. [Nama Jurnal Tidak Tersedia], 7–9.
- Smith, T., & Jones, M. (2022). Ethanol as a renewable fuel: Impacts on engine performance and emissions. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.131140>
- Winoko, Y. A., Setiawan, A., & Purwoko, P. (2022). Penggunaan oktan booster untuk memperbaiki kinerja mesin bensin 4 langkah. *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.26760/jrem.v2i1.1>
- Yusuf, A. A., & Di, F. L. (2019). Biomassa lignocellulosic sebagai bahan bakar alternatif: Tinjauan. [Nama Jurnal Tidak Tersedia], 10.
- Yusuf, A., & Di, Y. (2019). The role of ethanol in enhancing the performance of gasoline engines. *Fuel*, 254, 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.115123>
- Zhang, L., Wang, Y., & Chen, X. (2021). Effects of ethanol blending on the performance and emissions of gasoline engines: A review. *Energy Conversion and Management*, 245, 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114120>