

## KARAKTERISTIK CAMPURAN BAHAN BAKAR PETRALITE-ETHANOL-MINYAK CENGKEH TERHADAP LEVEL SUARA DAN DISTRIBUSI TEMPERATUR GAS EMISI EXHAUST SYSTEM

M. Untung Zaenal Priyadi<sup>1\*</sup>, Adhes Gamayel<sup>1</sup>, Yasya Khalif Perdana Saleh<sup>1</sup>,  
M. Luqman Saiful Fikri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Global Jakarta  
Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No.2 Kota Depok 16412, Jawa Barat Indonesia.

\*Email: [zaenalpriyadi@jgu.ac.id](mailto:zaenalpriyadi@jgu.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh campuran bahan bakar Pertalite-Etanol-Minyak Cengkeh terhadap level suara dan distribusi temperatur pada sistem knalpot. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji dengan variasi campuran dan kecepatan untuk mengevaluasi dampak dari campuran bahan bakar tersebut. Hasil menunjukkan bahwa campuran bahan bakar ini menghasilkan campuran bahan bakar Pertalite dengan tambahan etanol 9% dan minyak cengkeh 1% cenderung menghasilkan level suara yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional pada kecepatan putaran mesin dan diameter sistem pembuangan tertentu. Saat RPM meningkat, waktu yang tersedia untuk setiap siklus pembakaran menjadi lebih pendek. Rerata level suara yang dihasilkan oleh berbagai campuran bahan bakar adalah 82.9 dB yaitu 1,6% lebih tinggi daripada yang dari P100 pada RPM 2000. Pada RPM 3000 level suara yang dihasilkan berbagai campuran bahan bakar adalah 1,3% lebih tinggi daripada yang dari P100. Campuran bahan bakar Etanol-Minyak Cengkeh pada Pertalite dapat menurunkan temperatur emisi gas buang rata-rata 6,5% daripada yang dari bahan bakar tanpa campuran pada knalpot OEM dan RPM 2000. Kemudian dengan knalpot OEM pada RPM 3000 temperatur emisi gas buang 8,5% lebih tinggi daripada yang dari P100.

**Kata kunci:** *Clove oil, Combustion characteristics, Exhaust system, Mixture*

### PENDAHULUAN

Konsumsi energi meningkat linier dengan perkembangan populasi dunia hal ini berdampak pada peningkatan gas rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global. Produksi gas rumah kaca dapat dikurangi dengan penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, panas, pembangkit listrik tenaga air, biomassa, dan bioethanol.

Dalam industri otomotif, penelitian tentang karakteristik campuran bahan bakar menjadi penting untuk mengoptimalkan kinerja mesin dan meminimalkan dampak lingkungan (Anderson dkk. 2023). Salah satu pendekatan yang menarik adalah penggunaan campuran bahan bakar, seperti bahan bakar dengan tingkat oktana rendah yang dicampur dengan bioethanol dan minyak cengkeh (Fayyazbakhsh dkk., 2017) (Wibowo, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik campuran bahan bakar Pertalite yang dicampur dengan etanol dan minyak cengkeh terhadap suara dan distribusi temperatur pada Exhaust system.

Campuran bahan bakar Pertalite (RON 90) dengan komposisi bioethanol dan minyak cengkeh menjanjikan sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berpotensi untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar (Dandasena dan Shahi, 2023) (Sutanto dkk., 2021). Bioethanol, sebagai bahan bakar terbarukan, memberikan peluang untuk mengurangi emisi gas buang yang merugikan lingkungan (Majid dkk., 2016). Sementara itu, minyak cengkeh telah dikenal memiliki sifat *antiknock* yang dapat meningkatkan kualitas bahan bakar dengan meningkatkan nilai oktan (Musyaroh dkk., 2024) (Fitri dkk., 2022) (Kadarohman dkk., 2010) (Nair dkk., 2021).

Penting untuk memahami bagaimana karakteristik campuran bahan bakar ini memengaruhi suara yang dihasilkan oleh mesin serta distribusi temperatur pada sistem knalpot. Suara yang dihasilkan oleh mesin merupakan indikator kinerja yang penting, sementara distribusi temperatur pada sistem knalpot dapat mempengaruhi efisiensi mesin dan umur pakai komponen (Donggun Park dkk., 2019) (Arnaud

kk., 2020). Dengan memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang karakteristik campuran bahan bakar Pertalite dengan etanol dan minyak cengkeh, diharapkan dapat membantu industri otomotif untuk mengembangkan solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Hariyanto dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan tentang penggunaan campuran bahan bakar ini dalam konteks suara mesin dan distribusi temperatur pada sistem knalpot.

**METODE PENELITIAN**

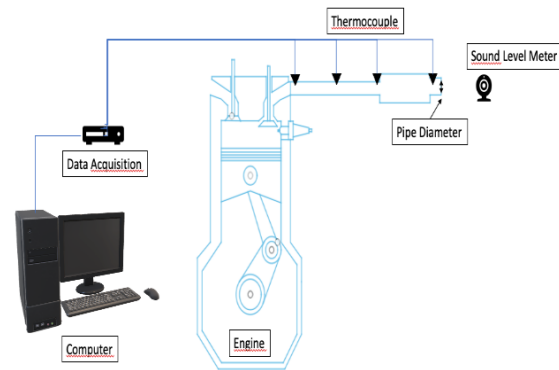
Eksperimen ini dimulai dengan persiapan bahan-bahan yang diperlukan, termasuk bahan bakar Pertalite, etanol, dan minyak cengkeh. Komposisi campuran bahan bakar ditentukan sesuai dengan desain eksperimen yang telah dipersiapkan sebelumnya, dengan mempertimbangkan variasi konsentrasi etanol dan minyak cengkeh seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1. Proses pencampuran bahan bakar dilakukan dengan teliti dan bertahap untuk memastikan bahwa campuran tersebut homogen. Pertama-tama, Pertalite dan etanol dicampur dalam wadah pencampuran kemudian diaduk, pengadukan dilakukan secara lambat untuk meminimalkan pembentukan gelembung udara dan mencegah penguapan etanol yang berlebihan. Setelah Pertalite dan etanol tercampur secara merata, minyak cengkeh ditambahkan ke dalam campuran tersebut. Setelah pengadukan selesai, campuran dibiarkan dalam keadaan diam selama 30 menit untuk memungkinkan gelembung udara yang terbentuk selama proses pengadukan dapat naik ke permukaan dan keluar dari campuran. Kemudian, campuran bahan bakar diaduk kembali secara perlahan selama 2 menit sebelum digunakan dalam eksperimen.

**Tabel 1. Notasi**

Notasi	Kandungan (%)		
	Pertalite	Etanol	Minyak cengkeh
P100	100		
P95E4C1	95	4	1%
P90E9C1	90	9	1
P85E14C1	85	14	1

Pemilihan teknik pencampuran dengan pengadukan mekanik dan pemanasan terkontrol ini dilakukan untuk memastikan pencampuran yang homogen antara Pertalite, etanol, dan minyak cengkeh. Pengadukan mekanik memungkinkan tercampurnya bahan-bahan secara merata. Selain itu, langkah-langkah yang diambil untuk menghindari penguapan berlebihan dan pembentukan gelembung udara juga penting untuk memastikan kualitas campuran bahan bakar yang dihasilkan.

Langkah selanjutnya adalah pengujian pada mesin uji yang telah dipersiapkan sesuai dengan standar pengujian yang berlaku. Kami mengatur kondisi operasional mesin sesuai dengan parameter yang telah ditentukan dalam desain eksperimen. Penggunaan sensor suara dan termometer pada sistem knalpot menjadi langkah penting dalam pengujian ini. *Sound level meter* dipasang untuk mengukur suara mesin pada posisi yang telah ditentukan sebelumnya, sementara termokopel dipasang untuk mengukur distribusi temperatur pada sistem knalpot. Pengujian dilakukan dengan menggunakan campuran bahan bakar yang telah dipersiapkan sebelumnya, dengan variasi komposisi yang berbeda sesuai dengan desain eksperimen. Skema pengujian ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Set-Up Eksperimen**

Setelah pengumpulan data selesai, kami melakukan pengolahan data untuk menganalisis karakteristik suara mesin dan distribusi temperatur pada sistem knalpot. Selanjutnya, kami melakukan analisis data untuk memahami pengaruh komposisi campuran bahan bakar terhadap suara mesin dan distribusi temperatur. Kami menafsirkan hasil pengukuran terhadap karakteristik suara mesin dan distribusi

temperatur, serta mengevaluasi potensi perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan berdasarkan hasil eksperimen.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh campuran bahan bakar Pertalite dengan tambahan etanol dan minyak cengkeh terhadap level suara yang dihasilkan pada *Exhaust system*. Hubungan dengan Level Suara Penambahan etanol dan minyak cengkeh ke dalam Pertalite memberikan efek yang beragam terhadap level suara yang dihasilkan. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji dengan variasi kecepatan putaran mesin dan diameter sistem pembuangan untuk menilai perbedaan level suara antara campuran bahan bakar tersebut dan bahan bakar konvensional. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

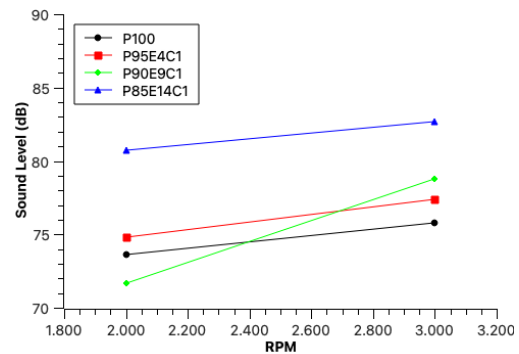
**Tabel 2. Hasil Pengujian Sound level**

Diameter knalpot (mm)	putaran mesin (RPM)	Sound level (dB)			
		P100	P95E4C1	P90E9C1	P85E14C1
OEM	3000	73.6	74.8	71.7	80.7
OEM	2000	75.8	77.4	78.8	82.7
40	3000	84.6	84.5	82.1	84
40	2000	88.2	87.1	89.2	87.3
50	3000	83.2	88.1	84	87.1
50	2000	86.6	90	85.9	87.2
60	3000	85	85.3	86.3	86.9
60	2000	89.1	90.5	89	87.8

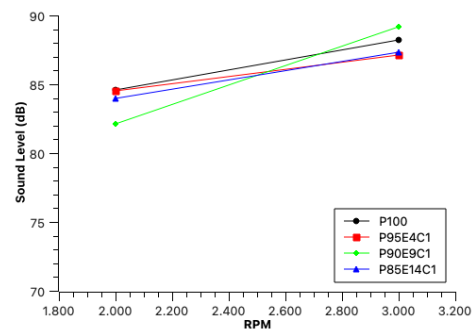
Gambar 2. memperlihatkan perbandingan putaran mesin terhadap level suara pada knalpot dalam berbagai variasi campuran bahan bakar. Campuran bahan bakar Pertalite dengan tambahan etanol 9% dan minyak cengkeh 1% cenderung menghasilkan level suara yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional pada kecepatan putaran mesin dan diameter sistem pembuangan tertentu.

Pada kasus knalpot OEM dan diameter 40 mm *sound level* dari campuran bahan bakar P90E9C1 menunjukkan masing-masing 2,65% dan 3% lebih rendah daripada yang dari P100. Hal ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor: Sifat pembakaran etanol: Etanol memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar fosil konvensional (Padmanabhan dkk., 2022), yang memungkinkan pembakaran yang lebih bersih

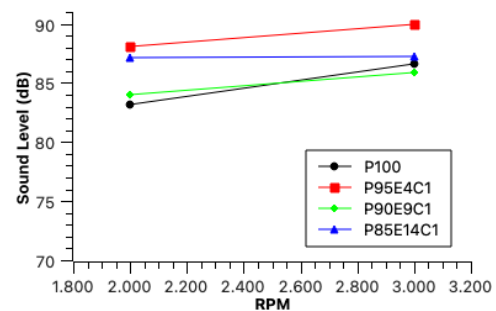
dan mengurangi emisi gas buang yang berkontribusi pada kebisingan.



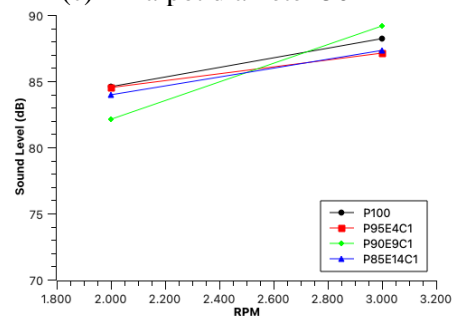
(a) Knalpot OEM



(b) Knalpot diameter 40 mm



(c) Knalpot diameter 50 mm

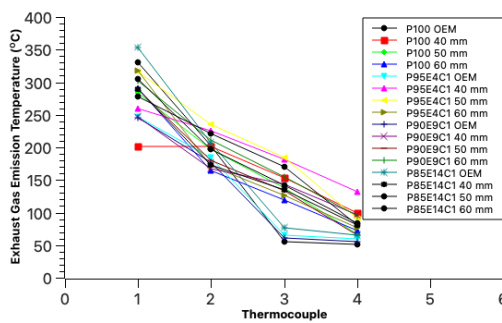


(d) Knalpot diameter 60 mm

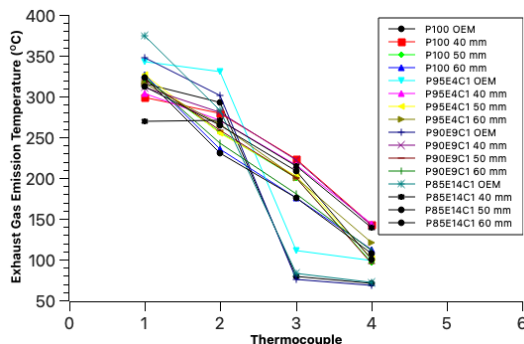
**Gambar 2. Putaran mesin terhadap Level suara pada knalpot dalam berbagai variasi campuran bahan bakar**

Efek antiknock dari minyak cengkeh: Minyak cengkeh dikenal memiliki sifat antiknock yang dapat meningkatkan nilai oktan campuran bahan bakar (Kadarohman dkk., 2010). Ini memungkinkan pembakaran yang lebih halus dan mengurangi detonasi, yang pada gilirannya dapat menurunkan level suara.

Kandungan oksigen intramolekul yang tinggi pada etanol menghasilkan pembakaran yang lebih bersih dan mengurangi emisi gas buang yang berkontribusi pada kebisingan, menyebabkan penurunan level suara (Shimo dkk., 2011) (Dahham dkk., 2022) (Wallington dkk. 2022).



(a) Variasi campuran bahan bakar pada RPM 2000



(b) Variasi campuran bahan bakar pada RPM 3000

**Gambar 3. Distribusi Temperatur Gas Buang dalam berbagai variasi campuran bahan bakar**

Namun, perbedaan level suara tidak selalu konsisten pada semua kondisi pengujian, terutama pada beban mesin yang lebih tinggi dan diameter sistem pembuangan yang lebih besar. Temuan ini menunjukkan potensi positif dari penggunaan campuran bahan bakar Peralite dengan tambahan etanol dan minyak cengkeh

dalam mengurangi level suara pada sistem knalpot. Namun, perlu dicatat bahwa faktor-faktor seperti komposisi campuran, desain mesin, dan sistem knalpot juga dapat memengaruhi level suara secara keseluruhan. Oleh karena itu, penyesuaian pada pengaturan mesin dan sistem knalpot mungkin diperlukan untuk memaksimalkan manfaat dari penggunaan campuran bahan bakar ini dalam mengurangi kebisingan.

Pada Gambar 3. (a) dan (b) Memperlihatkan Distribusi dari Temperatur Gas Buang untuk semua kasus. Dari Gambar 2. Dapat diamati bahwa pencampuran bahan bakar Peralite (Ron 90) dengan Etanol dan Minyak Cengkeh menghasilkan temperatur emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional (ŞehmUSDkk., 2008). Etanol mempunyai kandungan oksigen yang lebih tinggi sehingga memungkinkan pembakaran yang lebih sempurna (Kadarohman dkk., 2010).

Rata-rata temperatur gas buang x-1 untuk berbagai macam variasi adalah 17,5 % lebih rendah daripada yang dari Peralite tanpa campuran pada RPM 2000 dan *exhaust system* OEM. Saat RPM meningkat, waktu yang tersedia untuk setiap siklus pembakaran menjadi lebih pendek. Ini dapat menyebabkan pembakaran yang kurang sempurna karena bahan bakar dan udara memiliki waktu yang lebih sedikit untuk mencampur dan terbakar sepenuhnya. Peningkatan RPM pada mesin cenderung meningkatkan Temperatur emisi gas buang yang dihasilkan (Reşitoğlu dkk., 2015) (Manupati dkk., 2018).

Pada RPM 3000 Rata-rata temperatur emisi gas buang campuran Peralite dengan Etanol dan Minyak Cengkeh x-1 adalah 12,2 % lebih tinggi daripada yang dari Peralite tanpa campuran untuk kasus Knalpot OEM. Kemudian, diameter knalpot juga berpengaruh pada temperatur emisi gas buang dapat cukup signifikan. Diameter knalpot yang lebih besar dapat meningkatkan luas permukaan penukar panas dengan lingkungan sekitarnya. Ini dapat meningkatkan kemampuan knalpot untuk menyerap dan menghilangkan panas dari gas buang, mengurangi temperatur emisi gas buang sebelum dikeluarkan ke udara (Thong Duc Hong dkk., 2023). Diameter knalpot yang lebih besar juga dapat meningkatkan aliran gas buang, yang pada gilirannya dapat mengurangi waktu tinggal gas buang di dalam knalpot. Hal ini dapat

mencegah akumulasi panas di dalam knalpot dan membantu mengurangi temperatur gas buang (Aradhye dkk., 2017). Temperatur gas buang yang terakumulasi di dalam knalpot dapat dikurangi dengan memperbesar diameter aliran, yang pada gilirannya dapat mengurangi waktu tinggal gas buang di dalam knalpot.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Penelitian ini menggarisbawahi interaksi kompleks antara komposisi bahan bakar, level suara, dan distribusi temperatur gas buang. Penambahan etanol dan minyak cengkeh pada Pertalite meningkatkan level suara rata-rata sebesar 1,6% pada RPM 2000 dan 1,3% pada RPM 3000 dibandingkan Pertalite murni. Selain itu, komposisi bahan bakar ini menurunkan temperatur emisi gas buang rata-rata sebesar 6,5% pada RPM 2000 dengan knalpot OEM, namun meningkatkannya sebesar 8,5% pada RPM 3000. Diameter knalpot yang lebih besar meningkatkan temperatur emisi rata-rata sebesar 9% pada RPM 2000. Studi ini menunjukkan bahwa perubahan campuran bahan bakar dan geometri knalpot mempengaruhi kinerja pembakaran dan emisi, namun pengaruh diameter knalpot terhadap temperatur emisi gas buang harus diperiksa secara hati-hati melalui pengujian atau simulasi yang cermat.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Anderson, Vignesh Kumar M, Beata Gavurová, Hui Li, Changlei Xia, Xiumei Zhang, (2023). Optimizing engine performance and reducing emissions of greenhouse gases through spirulina microalgae and nano-additive blends, *Environmental Research*, Volume 231, Part 1, 115958, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115958>.
- Aradhye, O. & Bari, S.. (2017). Continuously Varying Exhaust Pipe Length and Diameter to Improve the Performance of a Naturally Aspirated SI Engine. V006T08A054. 10.1115/IMECE2017-70638.
- Arnau, F. & Martín, J. & Piqueras, P. & Auñón, Ángel. (2020). Effect of the exhaust thermal insulation on the engine efficiency and the exhaust temperature under transient conditions. *International Journal of Engine Research*. 22. 146808742096120. 10.1177/1468087420961206.
- Dahham, R.Y.; Wei, H.; Pan, J. (2022). Improving Thermal Efficiency of Internal Combustion Engines: Recent Progress and Remaining Challenges. *Energies*, 15, 6222. <https://doi.org/10.3390/en15176222>
- Dandasena, Tapas & Shahi, Sanyogita. (2023). A Renewable Biofuel-Bioethanol: A Review. *Journal of Advanced Zoology*. 44. 1698-1706. 10.17762/jaz.v44iS3.2388.
- Donggun Park, Sunghwan Park, Wonjoon Kim, Ilsun Rhiu, Myung Hwan Yun. (2019). A comparative study on subjective feeling of engine acceleration sound by automobile types, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 74, 102843, ISSN 0169-8141, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102843>.
- Fayyazbakhsh, Ahmad & Pirouzfard, Vahid. (2017). Comprehensive overview on diesel additives to reduce emissions, enhance fuel properties and improve engine performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 74. 891-901. 10.1016/j.rser.2017.03.046.
- Fitri, N.; Riza, R.; Akbari, M.K.; Khonitah, N.; Fahmi, R.L.; Fatimah, I. (2022). Identification of Citronella Oil Fractions as Efficient Bio-Additive for Diesel Engine Fuel. *Designs*, 6, 15. <https://doi.org/10.3390/designs6010015>
- Hariyanto, H., Gamayel, A., Kasum, & Mulyana, F. (2021). Pengaruh Campuran Biodiesel-Minyak Nabati-Minyak Atsiri Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel. *Jurnal Mekanik Terapan*, 2(1), 41–47.
- Kadarohman, A.; Hernani; Khoerunisa, F.; Astuti, R.M. (2010). A potential study on clove oil, eugenol and eugenyl acetate as diesel fuel bio-additives and their performance on one cylinder engine. *Transport*, 25, 66–76.
- Majid, ZA, R Mohsin, NS Nasri. 2016. Effect of bioethanol on engine performance and exhaust emissions of a diesel fuel engine, *International Journal of Technology* 7 (6), 972-980. ISSN 2086-9614, <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i6.3662>

- Manupati, Vijay Kumar, A. Veeresh Babu, P. Ravi Kumar, (2018). The impacts on combustion, performance and emissions of biodiesel by using additives in direct injection diesel engine, *Alexandria Engineering Journal*, Volume 57, Issue 1, Pages 509-516, ISSN 1110-0168, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.12.016>
- Musyarah, Musyarah & Wijayanti, Widya & Sasongko, Mega & Winarto, Winarto. (2024). The effects of limonene and eugenol additives in n-heptane and low-octane gasoline on the emission characteristics and fuel consumption of single-cylinder gasoline engine. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 51. 101648. [10.1016/j.jestch.2024.101648](https://doi.org/10.1016/j.jestch.2024.101648).
- Nair, J.N.; Singh, T.S.; Raju, V.D. (2021). Effect of addition of bio-additive clove oil to ternary fuel blends (diesel-biodiesel-ethanol) on compression ignition engine. *J. Phys. Conf. Ser.*, 2070, 012212.
- Padmanabhan S, Giridharan K, Stalin B, Elango V, Vairamuthu J, Sureshkumar P, Jule LT, Krishnaraj R. Sustainability and Environmental Impact of Ethanol and Oxyhydrogen Addition on Nanocoated Gasoline Engine. *Bioinorg Chem Appl*. 2022 Jan 20;2022:1936415. doi: 10.1155/2022/1936415. PMID: 35096035; PMCID: PMC8794689.
- Reşitoğlu, İ.A., Altinişik, K. & Keskin, A. (2015). The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems. *Clean Techn Environ Policy* 17, 15–27. <https://doi.org/10.1007/s10098-014-0793-9>
- Şehmus Altun, Hüsamettin Bulut, Cengiz Öner, (2008). The comparison of engine performance and exhaust emission characteristics of sesame oil–diesel fuel mixture with diesel fuel in a direct injection diesel engine, *Renewable Energy*, Volume 33, Issue 8, Pages 1791-1795, ISSN 0960-1481, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.11.008>.
- Setyo Wibowo, Cahyo. (2020). The effects of gasoline-bioethanol blends to the performance of an Otto engine. *AIP Conference Proceedings*. 2255. [10.1063/5.0014090](https://doi.org/10.1063/5.0014090).
- Shimo, Daisuke & Kim, Sang-kyu & Kataoka, Motoshi & Fukuda, Daisuke & Nishida, Keiya. (2011). Reduction of Exhaust Emissions and Fuel Consumption by Premixed Type Diesel Combustion (First Report). *自動車技術会論文集*. 42. 867-872. [10.11351/jsaeronbun.42.867](https://doi.org/10.11351/jsaeronbun.42.867).
- Sutanto, Hadi., Setianto, Christefa Hendy., (2021). Experimental study of the effect of adding bioethanol to RON 90 gasoline on exhaust gas emissions of a four-stroke motor vehicle. *Teknika: jurnal sains dan teknologi*, vol 17, No 02, 113–118, <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jutek/article/view/11330/8412>
- Thong Duc Hong, Minh Quang Pham, Khai Quoc Huynh, Khoi Quang Tran, (2023). Performance enhancement of the motorcycle exhaust thermoelectric generator - Optimization of the hot-side heat exchanger configuration, *Case Studies in Thermal Engineering*, Volume 51, 103616, ISSN 2214-157X, <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103616>.
- Wallington, T.J.; Anderson, J.E.; Dolan, R.H.; Winkler, S.L. (2022). Vehicle Emissions and Urban Air Quality: 60 Years of Progress. *Atmosphere*, 13, 650. <https://doi.org/10.3390/atmos13050650>