

PENGEMBANGAN BIOETANOL SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF: PENGUJIAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA KENDARAAN BERMOTOR SISTEM INJEKSI

Asfa Haluru¹, Akhmad Fadli Ibrahim², La Ode Ichlas Syahrullah Yunus³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Jl. Pemuda No. 339, Taha, Kec., Kolaka, Kabupaten Kolaka,
Sulawesi Tenggara 93561
Email: asfahalurunaini@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas penggunaan untuk membandingkan efisiensi Bioetanol dengan bahan bakar Pertalite. tujuannya adalah untuk mengetahui penggunaan ECU standar dan ECU Programmable setelah pengujian driving cycle. Dengan Metode eksperimen yang digunakan untuk pengujian di lapangan dan analisis data konsumsi bahan bakar berdasarkan jarak tempuh dan waktu. Data input yaitu RPM, TPS, Torsi Konsumsi bahan bakar, dan Fuel. Data output yaitu Ignition Timing dan Injection Timing. Untuk mendapatkan hasil konsumsi bahan bakar yang efisien melibatkan pengaruh variasi campuran pada bahan bakar Bioetanol terbaik dengan persentase bahan bakar Pertalite 95% dan Bioetanol 5% menghasilkan 0.15 ml/s. Hasil penelitian menggunakan bahan bakar Pertalite 0% menghasilkan 0.01 ml/s. Tetapi tidak mendapatkan efisiensi pada bahan bakar jenis Bioetanol dari ECU Programmable. Penelitian ini menunjukkan bahwa dapat digunakan untuk memprediksi nilai efisiensi pada pengapian motor sistem injeksi untuk mendapatkan bahan bakar yang efisien.

Kata kunci: Bahan bakar sepeda motor sistem injeksi, menggunakan ECU standar, ECU Programmable

1. PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi Bioetanol yakni tanaman aren (*Arenga Piñata*) yang banyak di jumpai di berbagai pelosok nusantara seperti Sumatra Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Banten, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan Bioetanol, sebagai salah satu bentuk biofuel, muncul sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Terbuat dari fermentasi sumber karbohidrat, Bioetanol memiliki keunggulan dalam mengurangi emisi karbon dioksida hingga 18% dan meningkatkan performa mesin kendaraan. Ketersediaan bahan baku terbarukan, seperti limbah pertanian dan tanaman yang kaya pati, menjadikan Bioetanol ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan penurunan cadangan minyak bumi, pengembangan Bioetanol menjadi solusi strategis untuk ketahanan energi di Indonesia. Bioetanol telah muncul sebagai alternatif yang menjanjikan untuk mengatasi masalah berkurangnya sumber daya energi yang berasal dari minyak bumi. Bioetanol banyak mendapatkan perhatian sebagai opsi strategis dalam menjawab kebutuhan energi terbarukan, terutama karena angka oktannya yang mencapai tingkat 99. Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Pengembangan Bioetanol diharapkan dapat menjadi solusi untuk menggantikan bahan bakar minyak yang tidak terbarukan dan berkontribusi pada ketahanan energi nasional (Warsa, 2013). Dalam hal keamanan, Bioetanol lebih aman digunakan sebagai bahan bakar dengan titik nyala tiga kali lebih tinggi (Hendrawati et al., 2018) disisi lain, dari segi emisi, penggunaan Bioetanol dalam proses pembakaran menghasilkan emisi yang lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan bensin murni (Monasari, 2021).

Bioetanol sendiri merupakan salah satu jenis biofuel yang dihasilkan melalui proses fermentasi biomassa, dimana sumber bahan baku yang umum digunakan antara lain adalah aren (*Arenga pinnata*). Proses pembuatannya melibatkan teknik fermentasi diikuti dengan distilasi, yang menghasilkan etanol dengan kadar air yang rendah. Namun, pemurnian etanol hingga mencapai tingkat kemurnian tinggi, seperti yang dikenal sebagai *hydrous ethanol*, memerlukan proses yang kompleks dan biaya tinggi

(Gede Wiratmaja, 2010). Meski demikian, Bioetanol dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar pada kendaraan bermotor, yang memungkinkan pengurangan konsumsi bahan bakar fosil serta mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi. Dalam proses pembuatan aren menjadi alkohol, hal ini melalui beberapa tahap yaitu tahap fermentasi dan tahap destilasi. Dari proses tersebut kemudian akan menghasilkan alkohol sesuai dengan bahan baku yang digunakan (Anonima, 2012), alkohol yang dihasilkan berupa alkohol 40% (Bioetanol) dan alkohol murni 90%-100% yang digunakan dalam bidang kedokteran atau industri.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Pengembangan Bioetanol sebagai energi alternatif untuk kendaraan bermotor dengan sistem injeksi melibatkan pengujian konsumsi bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi Bioetanol dengan bahan bakar Peralite. Metode yang digunakan termasuk pengujian di lapangan dan analisis data konsumsi bahan bakar berdasarkan jarak tempuh dan waktu. Dengan metode ini penelitian akan melakukan eksperimen terhadap sepeda motor sistem injeksi dengan membandingkan konsumsi bahan bakar yang menggunakan ECU standar, ECU *Programmable*. Pengujian diawali dengan mempersiapkan bahan bakar yang akan digunakan. Bahan bakar yang digunakan saat penelitian adalah Peralite. Bahan bakar Peralite ditambah dengan Bioetanol dari tetesan aren dengan komposisi 2,5% dan 5%.

Tabel 1. Sifat dan Kimia Peralite dan Bioetanol

Parameter	Peralite	Bioetanol
Rumus Kimia	C ₈ H ₁₈	C ₂ H ₅ OH
Nilai Oktana	90	100
Densitas (kg/m ³)	715-780	789
Titik Didih (°C)	180-215	78.37
Nilai Kalor (KJ/kg)	43031	26700

Komposisi penggunaan bahan bakar yang telah ditentukan diaduk menggunakan *stirrel magnetic* dengan temperatur 40°C selama 5 menit. Agar pengadukan Peralite dan Bioetanol bercampur secara homogen. Setelah bahan bakar bercampur secara homogen siap digunakan untuk pengujian, maka langkah selanjutnya dilanjutkan untuk mempersiapkan kendaraan. Kendaraan yang digunakan untuk pengujian menggunakan sepeda motor sistem injeksi. Semua alat dipasang di sepeda motor untuk pengujian *driving cycle* dilakukan pada setiap jenis ECU sebanyak lima kali dengan menggunakan catatan waktu dan berat bahan bakar yang digunakan setelah setiap pengujian. Data konsumsi bahan bakar dihitung dengan membagi berat bahan bakar yang digunakan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *driving cycle*. Pemakaian rata-rata konsumsi bahan bakar dari lima kali percobaan pada setiap jenis ECU kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil akhir. Untuk memvalidasi hasil pengujian diulang dengan menggunakan dua jenis bahan bakar yang berbeda dengan Peralite dan Bioetanol. Dengan analisis variasi dapat digunakan untuk menguji keandalan data, seberapa konsisten hasil pengujian. Hasil dari pengujian yang divariasi dengan pengambilan data ulang untuk diuji keandalannya, akan menunjukkan pengaruh jenis ECU terhadap konsumsi bahan bakar sepeda motor sistem injeksi.

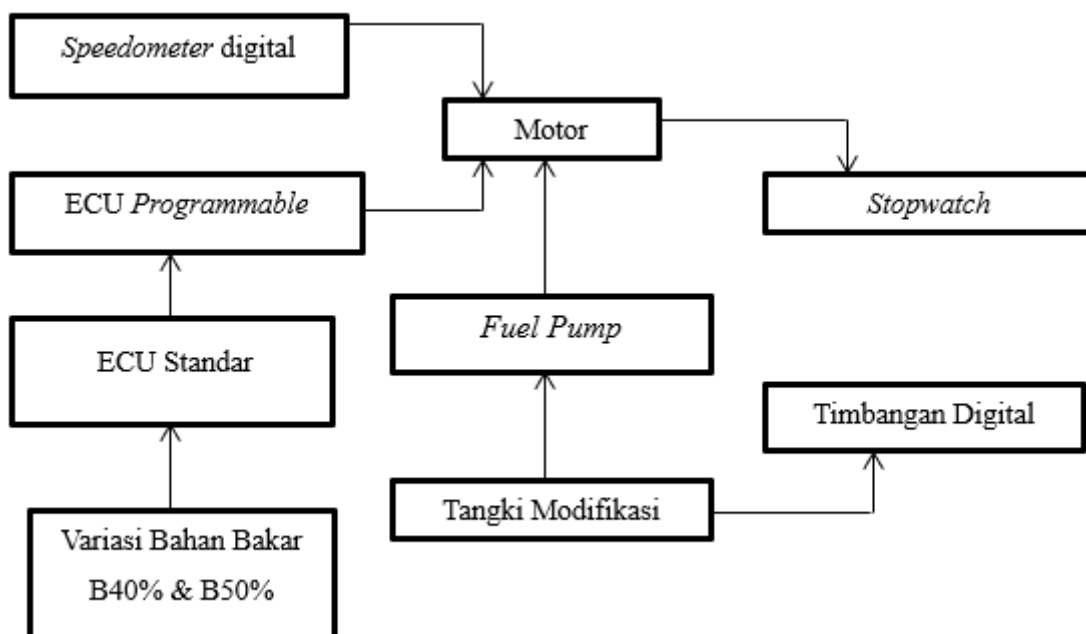
2.2 Pengujian *Driving Cycle*

3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menguji konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor dengan menggunakan campuran Bioetanol dan Pertalite. Pengujian dilakukan dengan sepeda motor sistem injeksi, menggunakan dua jenis ECU, yaitu ECU standar dan ECU *programmable*. Bahan bakar yang digunakan adalah campuran Bioetanol dan Pertalite dengan komposisi tertentu, yang diaduk hingga homogen menggunakan stirrer magnetic pada suhu 40°C selama lima menit. Setelah campuran bahan bakar siap, tangki bahan bakar dimodifikasi dan ditimbang dalam keadaan kosong untuk memastikan tidak ada kebocoran. Tangki kemudian diisi bahan bakar sebanyak 600 ml dan ditimbang kembali untuk mencatat berat bahan bakar secara akurat.

Pengujian dilakukan dengan metode *driving cycle* sebanyak lima kali untuk setiap jenis ECU, mencatat waktu dan berat bahan bakar yang digunakan. Alat seperti dynamometer digunakan untuk mengukur daya dan torsi mesin, memberikan gambaran performa kendaraan pada berbagai putaran mesin. Konsumsi bahan bakar dihitung dengan membagi berat bahan bakar yang digunakan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *driving cycle*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk membandingkan efisiensi bahan bakar dan performa mesin antara bahan bakar Pertalite murni dan campurannya dengan Bioetanol. Validasi hasil dilakukan dengan pengujian ulang menggunakan bahan bakar berbeda, serta analisis variasi untuk menguji konsistensi data.

Gambar 1 memberikan visualisasi alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, mencakup kendaraan bermotor, tangki bahan bakar modifikasi, dynamometer, serta perangkat pengukur lainnya yang berfungsi untuk memastikan setiap langkah penelitian dapat dilakukan dengan akurasi tinggi. Gambar ini juga menggambarkan proses persiapan, pengujian, dan pencatatan data secara rinci.



Gambar 1. Penggunaan Alat dan Bahan Penelitian

3.2 Tahapan penelitian

Pengumpulan data ECU Programmable untuk mengoptimalkan kinerja mesin, mengurangi konsumsi bahan bakar, atau meningkatkan performa. Pengujian konsumsi bahan bakar kendaraan dikendarai pada jarak tertentu dengan menggunakan masing-masing bahan bakar. Catat jarak tempuh dan konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis bahan bakar. Misalnya, pada pengujian sepeda motor,

bahan bakar Bioetanol dan Pertalite diukur dalam jumlah yang setara, lalu dicatat jarak tempuh dari masing-masing penggunaan bahan bakar. Dynamometer Digunakan untuk menguji performa mesin, termasuk daya dan torsi, pada berbagai putaran mesin. Ini membantu dalam membandingkan performa mesin ketika menggunakan Pertalite dan Bioetanol. Mengukur berat tangki modifikasi siapkan timbangan digital yang akurat untuk menimbang tangki sebelum dan sesudah modifikasi. Timbang tangki dalam kondisi kosong dan catat beratnya. Pastikan tidak ada bahan bakar atau cairan lain di dalam tangki. Setelah modifikasi selesai, timbang kembali tangki yang telah dimodifikasi. Catat beratnya untuk analisis lebih lanjut. Bandingkan berat awal dan berat setelah modifikasi untuk menentukan perubahan yang terjadi. Jika ada penambahan kapasitas, pastikan untuk mengukur juga volume maksimum yang dapat ditampung oleh tangki.

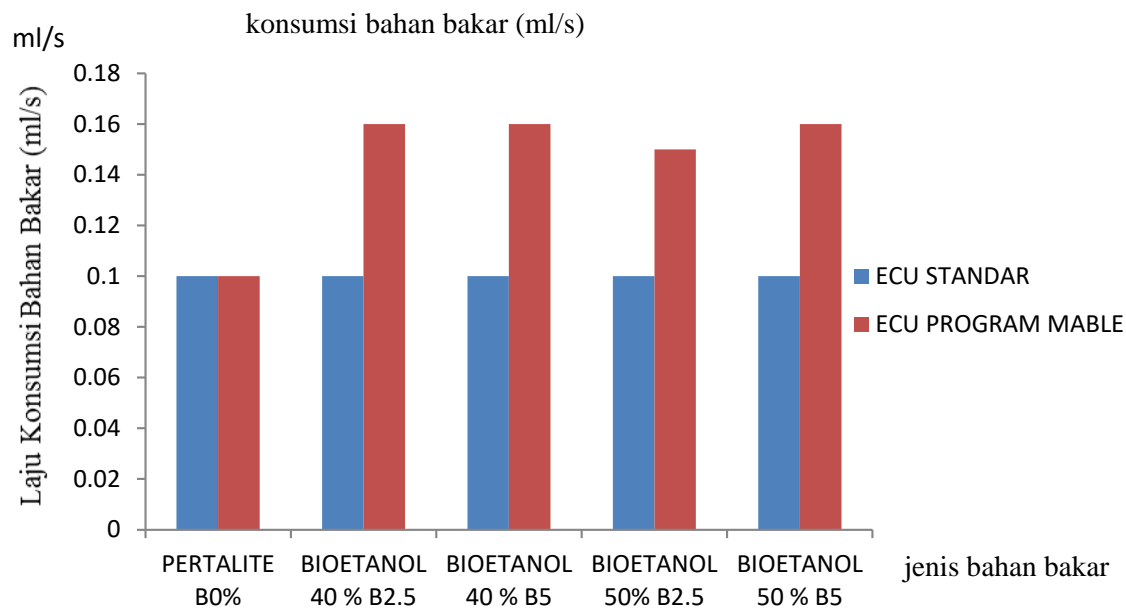
Memasukkan bahan bakar sebanyak 600 ml ke dalam tangki modifikasi Setelah pengisian selesai, pastikan tidak ada kebocoran dan catat berat tangki setelah pengisian untuk analisis lebih lanjut. Mengukur berat tangki modifikasi yang sudah berisi bahan bakar Gunakan timbangan digital yang akurat untuk mengukur berat tangki. Pastikan tangki dalam kondisi bersih dan tidak ada benda-benda lain yang tidak ingin diukur. Melakukan uji coba dengan menggunakan Driving cycle masing-masing 5 kali percobaan seperti untuk mengukur kecepatan dan jarak, serta perangkat pemantau konsumsi bahan bakar. Bahan bakar Siapkan bahan bakar yang akan digunakan (Pertalite dan Bioetanol) dalam jumlah yang cukup. Menimbang kembali berat tangki yang sudah setelah pengujian . Mengambil nilai rata-rata konsumsi bahan bakar pertama yang dilakukan untuk menyiapkan alat dan bahan. Kemudian tangki modifikasi ditimbang dalam keadaan kosong. Setelah itu tangki modifikasi dimasukkan bahan bakar Setelah itu, ditimbang ulang yang sudah berisi bahan bakar. semua alat dipasang pada sepeda motor. Dilakukan Pengujian *driving cycle* pada setiap jenis ECU standar dan ECU *Programmable* sebanyak lima kali, dengan catatan waktu dan berat bahan bakar yang digunakan setelah setiap pengujian. Data konsumsi bahan bakar dihitung dengan membagi berat bahan bakar yang digunakan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *driving cycle*. Rata-rata konsumsi bahan bakar dari lima kali percobaan pada setiap jenis ECU Standar dan ECU *Programmable* kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil akhir. Untuk memvalidasi hasil, pengujian diulang dengan menggunakan dua jenis bahan bakar berbeda yaitu Pertalite dan Bioetanol. Selain itu analisis variasi dapat digunakan untuk menguji keandalan data, yaitu seberapa konsisten hasil pengujian. Hasil pengujian, yang divalidasi dengan pengambilan data ulang dan diuji keandalannya, akan menunjukkan pengaruh jenis ECU terhadap konsumsi bahan bakar sepeda motor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh penambahan Bioetanol dari tetesan aren pada bahan bakar dengan jenis Pertalite menghasilkan data performa mesin dan konsumsi bahan bakar. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali dengan menggunakan *driving cycle*, kemudian diambil nilai rata-rata dari kelima data tersebut. Data input yaitu RPM, TPS, Torsi Konsumsi bahan bakar, dan Fuel. Data output yaitu Ignition Timing dan Injection Timing. Hasil ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data-data yang valid.

3.1 Konsumsi Bahan Bakar

Pada saat penggunaan ECU Standar setelah pengujian *driving cycle* menggunakan campuran bahan bakar 40% Pertalite dan Bioetanol dengan pencampuran B2,5 dan B5 terjadi penurunan dengan nilai 0.1 ml/s. Sedangkan penggunaan ECU *Programmable* dengan menggunakan pencampuran Pertalite dan Bioetanol 50% dengan campuran B2,5 dan B5 terjadi perubahan kenaikan 0.16 ml/s dan 0.15 ml/s. Dari hasil penelitian dengan menggunakan ECU *Programmable* lebih tinggi dari pada penggunaan ECU standar (lihat gambar 2).



Gambar 2. Grafik Konsumsi Bahan Bakar

Pada proses pengambilan data yang ke satu *driving cycle* kendaraan motor sistem injeksi menggunakan bahan bakar Pertalite dengan campuran 0% dengan menggunakan ECU standar menghasilkan 0.1 ml/s. Pada saat pengambilan data tidak mendapatkan hambatan. Kemudian melakukan pengambilan data yang ke dua dengan menggunakan campuran 40% dengan menggunakan campuran B2,5 dan B5 dengan menggunakan ECU standar bahan bakar campuran Pertalite dan Bioetanol pada saat pengambilan data tidak memiliki kendala dan hasilnya lebih hemat. Selanjutnya melakukan pengambilan data yang ke tiga masih menggunakan bahan bakar Pertalite 0% menggunakan ECU *Programmable* mendapatkan hasil 0.1 ml/s. Kemudian menggunakan bahan bakar campuran Pertalite dan Bioetanol dengan menggunakan ECU *Programmable* dengan campuran B2,5 dan B5 melakukan pengambilan data mendapatkan hasil pengujian 0.16 ml/s, 0.15 ml/s dan 0.16 ml/s lebih boros. Pada saat melakukan uji jalan terdapat sedikit kendala.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran Bioetanol dengan Pertalite dapat meningkatkan performa mesin. Pada campuran 5% dan 2,5 % performa mesin, mengoptimalkan konsumsi bahan bakar.

4. KESIMPULAN

Metode eksperimen yang digunakan untuk pengujian di lapangan dan analisis data konsumsi bahan bakar berdasarkan jarak tempuh dan waktu. dapat digunakan untuk memprediksi kinerja sebuah motor sistem injeksi. Laju konsumsi bahan bakar pada ECU standar sebesar 0.1 ml/s. Dengan menggunakan bahan bakar Pertalite. sedangkan pada bahan bakar Pertalite dan Bioetanol pada ECU *Programmable* mengalami peningkatan laju konsumsi bahan bakar sebesar 0.15 ml/s pada bahan bakar Pertalite dan Bioetanol sebagai energi alternatif untuk kendaraan bermotor dengan sistem injeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- A.W, Yuniarto A. (2017), Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang. Polinema Press. Malang. pp 45.
- Ahmad Fuauzien. (2008). Analisis Penggunaan Venturi. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Pratama, Aditya Wahyu dan Ivan Trisna. 2020. "Analisa Campuran Bahan Bakar Bioetanol dari Nira Tebu dengan Bahan Bakar Premium terhadap Nilai Kalor dan Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah" *Jurnal Mechanical and Manufacture Technology* Vol. 1(1), (hal. 30–37).
- BPM Arends. 1996. Motor bensin. P.T Gelora Aksara, Jakarta. Pp 67.
- E. Alwi, D. S. Putra, And H. Khoiri, "Uji Penghematan Bahan Bakar Kendaraan Dengan Sistem Pembatasan Putaran Mesin," *Vanos Journal Of Mechanical Engineering Education*, Vol. 2, No. 1, 2017.

- D. H. T. Prasetyo, N. Ilminnafik, and S. Junus, "The Flame Characteristics of Diesel Fuel Blend with Kepuh (*Sterculia Foetida*) Biodiesel," *J. Mech. Eng. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–80, 2019, doi: 10.17977/um016v3i22019p070.
- D. H. T. Prasetyo, D. Wahyudi, and A. Muhammad, "The Effect of Biogas Purification Process Using Calcium Oxide-Based Sorbents on the Diffusion Flame Combustion Characteristics (Pengaruh Proses Pemurnian Biogas Menggunakan Kalsium Oksida Terhadap Karakteristik Pembakaran Api Difusi)," vol. 4, no. 3, 2021.
<https://pertamina.com/id/kuota-b30--premium-per-provinsi>
- I. Y. Maridjo And R. Angga, "Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Premium, Peralite Dan Pertamina Terhadap Kinerja Motor 4 Tak," *Jurnal Teknik Energi*, Vol. 9, No. 1, Pp. 73–78, 2019.
- Muamar Ilham, (2016). Pengaruh Bahan Bakar Peralite Dan Premium Terhadap Performa Mesin Motor Yamaha Jupiter Z CW Tahun 2010. Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Pulkrabek, W. W. 2004. *Engineering Fundamental of The Internal Combustion Engine*. Pearson Prentice-Hall, New Jersey. pp89.
- R. Prayoga, A. Mufarrih, And S. Widodo, "Variasi Jenis Bahan Bakar Peralite, Pertamina, Dan Bioetanol Terhadap Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Revo 2007 100cc," In *Prosiding Semnas Inotek (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2018, Pp. 153–156.
- Rahmawati, A. (2019). Pengaruh jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor, PDRB per kapita dan kebijakan fiskal terhadap konsumsi energi minyak di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Dan Pemerataan (JPP)*,10(1),128.<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcc/article/view/46368/75676589695>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari energi fosil menuju energi terbarukan: potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcc/article/view/46368/75676589695>
- Saragi, J. F. H., & Purba, J. S. (2021). Pembuatan Bioethanol dari tebu. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(2), 410–416. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i2.5349>
- Slamet, J. S. 2014. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: UGM Press. Hal: 69-77.
- Soedarto. 2013. *Lingkungan dan Kesehatan*. Jakarta: Sagung Seto. Hal:45-48.
- Pulkrabek, W. W. 2004. *Engineering Fundamental of The Internal Combustion Engine*. Pearson Prentice-Hall, New Jersey. pp89.
- Prasetyo Imam. 2018. Analisa Performa Mesin dan Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dengan Memanfaatkan Bioetanol dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan Bakar Alternatif Campuran Peralite. *Surya Teknika*, 2018 Vol. 2 No. 1, ISSN: 2598-6198.
- Wusnah. (2016). Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* B.C) Secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 5:1.pp 57-65.
- Winarno, Joko. 2011. Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioethanol pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin. Yogyakarta : Universitas Janabadra.