

KARAKTERISTIK MESIN MATIC 4 TAK 110CC DENGAN CAMPURAN METANOL PADA PERTALITE DAN RE-MAPPING ECU MELALUI PENGUJIAN PERFORMA

Agung Nugroho¹, Fuad Abdillah², Miftah Al Hafidz³

¹Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
Email: agung17nug@gmail.com

²PJJ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: fuadabdillah88@gmail.com

³PJJ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
Email: miftahalfidzdsn@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan *metanol* pada pertalite dan *remapping* ECU terhadap performa sepeda motor Beat eSP 110cc. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) hasil torsi terbaik pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 9.77 N.m, (2) hasil daya terbaik pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 5.12 HP, (3) hasil SFC tertinggi pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 0.5086 L/HP.h, (4) emisi gas ECU standard dan 3 variasi *remapping* ECU yaitu *remapping* 1%, 2%, 3% dengan pengapian dimajukan 1 derajat menggunakan bahan bakar pertalite ditambah *metanol* 5%-20%. Pada karbonmonoksida (CO) mengalami penurunan sebesar 85.8%, sedangkan untuk *hydrocarbon* (HC) juga mengalami penurunan yaitu sebesar 33.9%, kemudian pada karbondioksida (CO₂) mengalami kenaikan sebesar 31.4%, lalu untuk oksigen (O₂) mengalami penurunan sebesar 32.3%. Harga ekonomis bahan bakar, dengan kita menambahkan *metanol* 5% pada pertalite dapat memperoleh harga Rp.10.060 per liter dengan nilai oktan 110 RON.

Kata Kunci: ECU standard, Metanol, SFC, Gas Buang, Remapping ECU

ABSTRACT

This experimental research aims to analyze the effect of adding methanol to pertalite and remapping the ECU on the performance of the Beat eSP 110cc motorbike. The results of this research show that (1) the best torque results in ECU remapping 3% methanol 20% are 9.77 N.m, (2) the best power results in ECU remapping 3% methanol 20% are 5.12 HP, (3) the highest SFC results in ECU remapping 3% methanol 20%, namely 0.5086 L/HP.h, (4) standard ECU gas emissions and 3 variations of ECU remapping, namely remapping 1%, 2%, 3% with ignition advanced 1 degree using pertalite fuel plus methanol 5 %-20%. Carbon monoxide (CO) decreased by 85.8%, while hydrocarbons (HC) also decreased by 33.9%, then carbon dioxide (CO₂) increased by 31.4%, then oxygen (O₂) decreased by 32.3%. . Economical fuel prices, by adding 5% methanol to pertalite we can get a price of IDR 10,060 per liter with an octane value of 110 RON.

Keywords: standard ECU, Methanol, SFC, Exhaust Gas, ECU Remapping

PENDAHULUAN

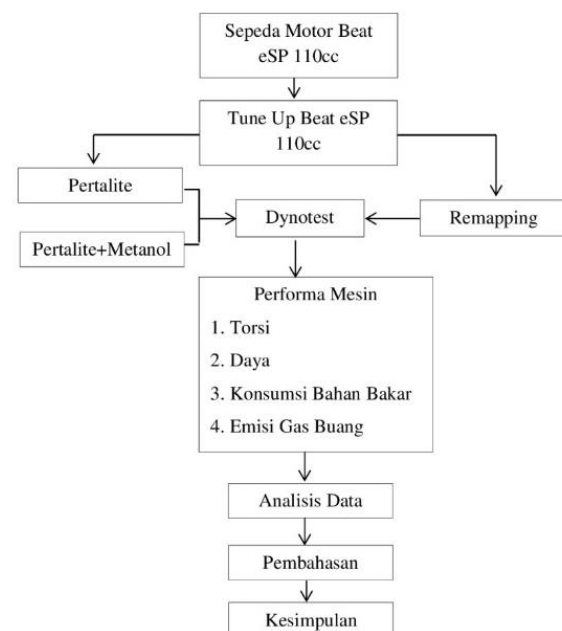
Sepeda motor merupakan salah satu transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Kota Semarang merupakan salah satu kota di Indonesia yang masyarakatnya banyak menggunakan transportasi sepeda motor. Berdasarkan informasi dari BPS (Badan Pusat Statistik) diketahui bahwa pada tahun 2019 terdapat 1.347.260 unit, dan pada tahun 2020 mengalami kenaikan yaitu 1.382.434 unit, kemudian pada tahun 2021 juga mengalami kenaikan yaitu sebesar 1.512.234 unit. Menurut data distribusi Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia (AISI), model sepeda motor paling laris yaitu Beat 110cc yang pada tahun 2018 penjualannya mencapai 133,962 Unit. Dengan berkembang pesatnya sektor transportasi terutama pada kendaraan sepeda motor, menimbulkan efek buruk pada pencemaran udara di setiap kota-kota besar yang ada di Indonesia khususnya kota Semarang. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) di kota Semarang pada tahun 2022 menunjukkan bahwa terdapat pencemaran udara NO₂ sebesar 22,22 dan SO₂ sebesar 17,58. BBM (Bahan Bakar Minyak) adalah salah satu unsur penting bagi kendaraan bermotor guna proses pembakaran yang nantinya akan menghasilkan sebuah tenaga. Menurut data kementerian ESDM pada tahun 2022 konsumsi bahan bakar minyak (BBM) jenis pertalite mencapai 29,68 juta kl. Dengan data penjualan BBM yang tinggi tersebut perlu adanya bahan bakar alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil secara murni karena bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. *Re-mapping* ECU ialah pengaturan ulang dalam sistem ECU yang perlu dilakukan pada mesin sepeda motor yang sudah digunakan lebih dari 6 tahun atau terjadi kerusakan pada

sensor-sensor mesin yang mengakibatkan performa mesin jadi menurun. Dengan adanya *re-mapping* ECU dapat meningkatkan performa mesin yang sudah menurun dapat meningkat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut (Sugiyono, Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methode) , 2017) Metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh *treatment* tertentu (perlakuan) dalam kondisi yang terkontrol (laboratorium). Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan metanol pada pertalite dan *re-mapping* ECU terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Beat eSP 110cc.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Rancangan eksperimen diatas dijelaskan, terlebih dahulu untuk menentukan sepeda motor yang akan

digunakan, setelah itu melakukan tune up untuk mengembalikan performa mesin, kemudian pengujian bahan bakar pertalite yang ditambah dengan metanol menggunakan alat *Dynotest*, *Tachometer*, buret ukur, dan gas *analyzer* untuk mengetahui performa sepeda yang diuji, setelah itu di lanjutkan dengan pengujian menggunakan *remapping* ECU.

Teknik Pengumpulan Data

Data primer di sini berupa data hasil eksperimen yang dilakukan, yaitu hasil pengujian pengaruh penambahan metanol pada pertalite dengan remapping ECU terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dan diberikan 7 RPM (3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000) dengan interval 500 rpm.

Alat dan Bahan

(1) Tachometer



Gambar 2. Tachometer

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Tachometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur perputaran mesin dalam satuan RPM (*Rotation Per Minute*).

(2) Komputer/PC



Gambar 3. Komputer/PC

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Komputer/PC adalah alat yang digunakan untuk proses re-mapping ECU sepeda motor.

(3) Gas Analyzer



Gambar 4. Gas Analyzer

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Gas *Analyzer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bensin. Gas yang dapat diukur yaitu gas karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO).

(4) Toolset



Gambar 5. Tool Set

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Tool Set adalah sebuah perkakas atau alat yang digunakan untuk membongkar/memasang komponen sepeda motor.

(5) Stop Watch

**Gambar 6. Stopwacth**Sumber: www.amazon.com

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur waktu ataupun durasi lama konsumsi bahan bakar pada sepeda motor yang dilakukan pengujian.

(6) Buret Ukur

**Gambar 7. Buret Ukur**

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Buret ukur adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur aliran bahan bakar pada sepeda motor yang dilakukan pengujian.

(7) Kipas Blower

**Gambar 8. Kipas Blower**

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Kipas blower adalah sebuah alat yang digunakan untuk mendinginkan mesin pada saat dilakukan pengujian, sehingga tidak terjadi overhead.

(8) Gelas Ukur

**Gambar 9. Gelas Ukur**Sumber: <https://www.onepresso.net>

Gelas ukur yaitu alat yang digunakan untuk mengukur berapa ml bahan bakar yang digunakan untuk pengujian.

(9) Modul Remap ECU

**Gambar 10. Modul Remap ECU**Sumber: <https://www.lazada.co.id>

Modul *remap* ECU yaitu alat yang digunakan sebagai konektor dari komputer/PC ke soket DLC pada sepeda motor agar dapat terkoneksi.

(10) Dynotest

**Gambar 11. Dynotest**

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Dynotest adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur suatu torsi dan daya yang diperlukan untuk menggerakkan mesin.

(11) Sepeda Motor



Gambar 12. Motor Beat eSP 110cc

Sumber: <https://www.hondacengkareng.com>

Spesifikasi Motor

Merk: Honda Beat 110cc

Type: 4-langkah, SOHC dengan pendinginan udara, Esp

Diameter x Langkah: 50 x 55,1 mm

Perbandingan Kompresi: 9.5 : 1

(12) Pertalite

Pertalite adalah bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran sebagai variabel independent yang mempengaruhi sepeda motor.

(13) Metanol



Gambar 13. metanol

Sumber: <https://siplah.tokoladang.co.id>

Metanol adalah bahan digunakan untuk campuran bahan bakar pertalite pada saat proses pembakaran yang mempengaruhi sepeda motor.

(14) (Software Flash Tools



Gambar 14. Software Flash Tools

Sumber: Lab.PVTM Universitas Ivet

Software flash tools yaitu digunakan untuk memasukkan file BIN ke ECU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Oktan

Setelah melakukan pengujian oktan bahan bakar pertalite murni, pertalite + metanol 5%, 10%, 20% dengan alat oktic-2 menghasilkan nilai oktan sebagai berikut:

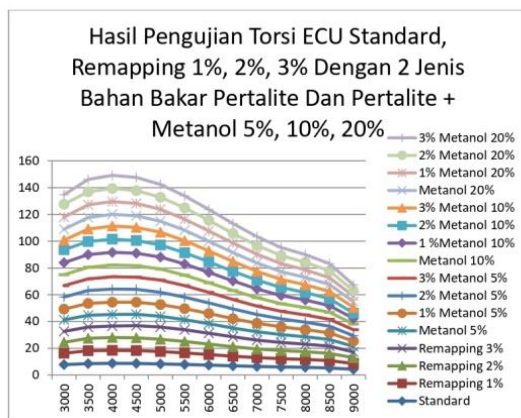
Tabel 1. Hasil Uji Oktan

Bahan Bakar	Nilai Oktan
Pertalite	90 RON
Metanol	108 RON
Pertalite + Metanol 5%	110 RON
Pertalite + Metanol 10%	Lebih dari >110 RON
Pertalite + Metanol 20%	Lebih dari >110 RON

Berdasarkan buku panduan alat *oktic-2* alat ukur ini hanya mampu mengukur oktan dengan kisaran 70-110 RON saja. Dengan hasil pengujian tersebut dapat diketahui harga ekonomis bahan bakarnya. Harga pertalite murni 1 liter yaitu Rp.10.000, sedangkan harga *metanol* murni 1 liternya yaitu Rp.12.000. Maka untuk mengetahui harga jika pertalite + *metanol* yaitu dengan cara harga *metanol* murni : 1000 ml/1 liter, hasilnya yaitu $12.000 : 1000 = \text{Rp.}12/\text{ml}$ maka jika pertalite + *metanol* 5% didapatkan harga Rp.10.060 karena *metanol* 5% = 5ml x 12 = Rp.60. Dengan

kita hanya menambahkan *metanol* 5% kita hanya mengeluarkan uang Rp.10.060 per liter saja sudah mendapatkan bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih tinggi dari bahan bakar pertalite, pertamax, dan pertamax turbo yang hanya memiliki nilai oktan 90-98 RON dengan harga yang lebih mahal. Berdasarkan data dari mypertamina harga BBM jenis pertamax mencapai Rp.12.950 sedangkan pertamax turbo yaitu Rp.14.400.

Hasil Uji Torsi

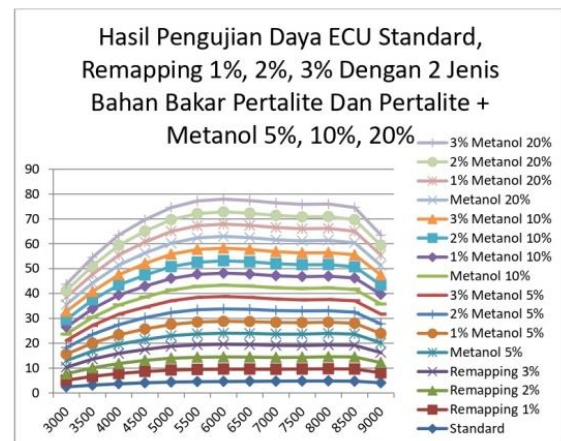


Gambar 15. Hasil pengujian torsi ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

Torsi dengan menggunakan ECU standard dan menggunakan bahan bakar campuran *metanol* 20% menghasilkan torsi tertinggi yaitu 9.25 N.m pada putaran mesin 3500 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertalite dengan ECU standard yang hanya menghasilkan torsi sebesar 8.75 N.m pada putaran mesin 4000 rpm.. Pada ECU *remapping* 1%, pengapian dimajukan 1 derajat menghasilkan torsi tertinggi pada saat menggunakan bahan bakar dengan campuran *metanol* 20% yaitu menghasilkan torsi tertinggi sebesar 9.77 N.m pada putaran mesin 4000 rpm. Kemudian pada ECU *remapping* 2%, pengapian dimajukan 1 derajat

menghasilkan torsi tertinggi pada saat menggunakan bahan bakar dengan campuran *metanol* 10% yaitu menghasilkan torsi tertinggi 9.85 N.m pada putaran mesin 3500 rpm dan torsi terendah pada campuran *metanol* 20% yang hanya menghasilkan torsi sebesar 9.31 N.m pada putaran mesin 4000. Selanjutnya pada ECU *remapping* 3%, pengapian dimajukan 1 derajat menghasilkan torsi tertinggi pada campuran *metanol* 10% yaitu menghasilkan torsi sebesar 9.86 N.m pada putaran mesin 4500 rpm.

Hasil Uji Daya

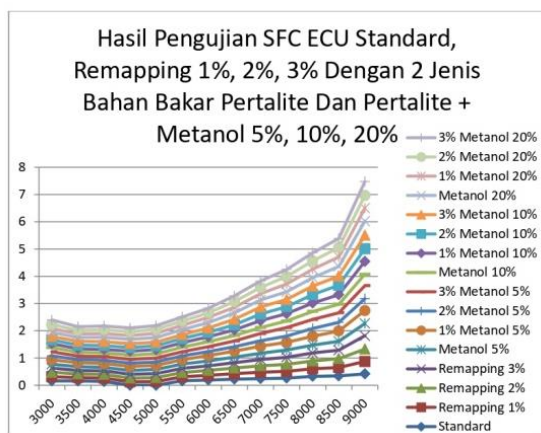


Gambar 16. Hasil pengujian daya ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

Daya dengan menggunakan ECU standard dan menggunakan bahan bakar campuran *metanol* 20% menghasilkan daya tertinggi yaitu 4.95 HP pada putaran mesin 8000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertalite dengan ECU standard yang hanya menghasilkan daya sebesar 4.84 HP pada putaran mesin 8000 rpm.. Pada ECU *remapping* 1% daya tertinggi pada saat menggunakan bahan bakar dengan campuran *metanol* 20% yaitu menghasilkan daya tertinggi sebesar 4.95 HP pada putaran mesin 6000 rpm. Kemudian pada ECU *remapping* 2% daya

tertinggi pada saat menggunakan bahan bakar dengan campuran *metanol* 5% yaitu menghasilkan torsi tertinggi 4.97 HP pada putaran mesin 6000 rpm dan daya terendah pada campuran *metanol* 20% yang hanya menghasilkan daya sebesar 4.93 HP pada putaran mesin 6000. Selanjutnya pada ECU *remapping* 3% menghasilkan daya tertinggi pada campuran *metanol* 10% yaitu menghasilkan daya sebesar 5.14 HP pada putaran mesin 6000 rpm.

Hasil Uji SFC

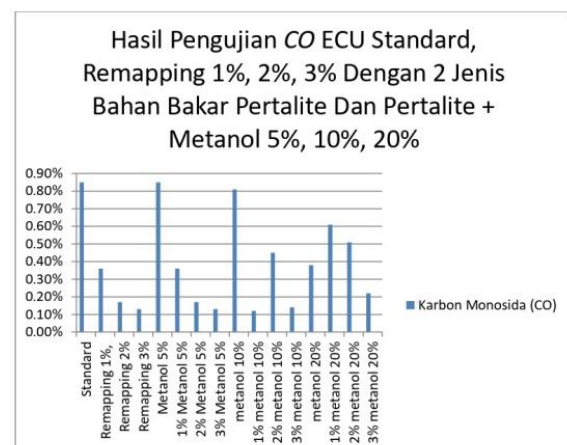


Gambar 17. Hasil pengujian SFC ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

SFC dengan menggunakan ECU standard dengan bahan bakar pertalite murni menghasilkan SFC yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan penambahan *metanol*. Pada ECU *remapping* 1%, *remapping* 2%, *remapping* 3% dengan memajukan pengapian 1 derajat dengan menggunakan bahan bakar pertalite murni juga menghasilkan SFC lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan penambahan *metanol*. Kemudian untuk penggunaan dari ECU standard, *remapping* 1%, *remapping* 2%, *remapping* 3% menghasilkan SFC yang cenderung meningkat namun peningkatannya tidak terlalu signifikan. Hal tersebut bisa terjadi karena ketika *remapping* ECU debit bahan

bakarnya dinaikkan 1%-3%. Ketika menggunakan ECU standard bahan bakar pertalite ditambah *metanol* 5%-20% mengalami kenaikan SFC sebesar 19.3%, sedangkan ketika *remapping* ECU 1%, pengapian 1 derajat bahan bakar ditambah *metanol* 5%-20% mengalami kenaikan SFC sebesar 4.2%, kemudian setelah *remapping* ECU 2%, pengapian 1 derajat dan bahan bakar ditambah *metanol* 5%-20% menghasilkan kenaikan SFC sebesar 2.3%, selanjutnya untuk *remapping* ECU 3%, pengapian 1 derajat dan bahan bakar ditambah *metanol* 5%-20% menghasilkan kenaikan SFC sebesar 4.1%.

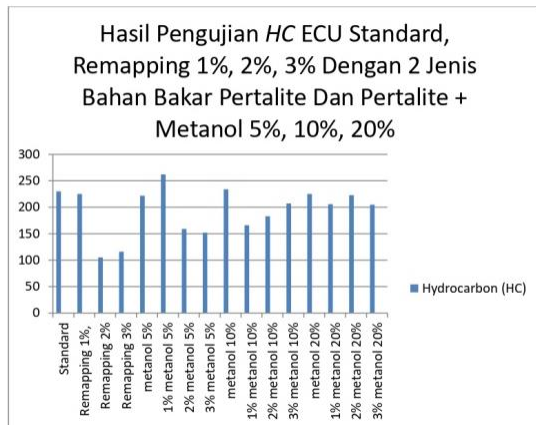
Hasil Uji Emisi Gas Buang



Gambar 18. Hasil pengujian CO ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

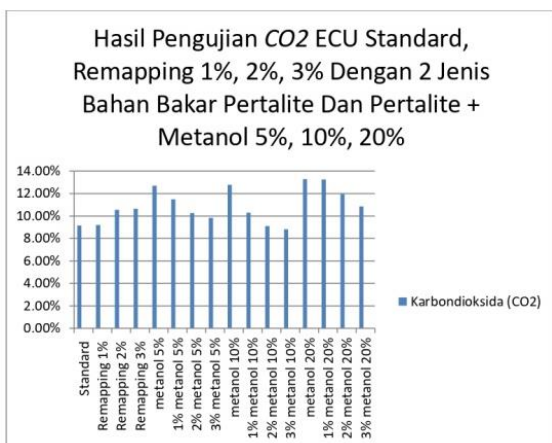
Hasil CO terendah pada saat menggunakan ECU standard yaitu ketika menggunakan campuran *metanol* 20% pada pertalite yang menghasilkan CO sebesar 0.38%. Sedangkan pada ECU *remapping* hasil CO terendah ditunjukkan pada ECU *remapping* 1% dengan campuran *metanol* 10% pada pertalite yaitu menghasilkan CO sebesar 0.12%. Hasil CO menunjukkan penurunan setelah dilakukan *remapping* ECU, pengapian dimajukan 1 derajat, dan menambahkan *metanol* pada pertalite.

Hasil CO mengalami penurunan sebesar 85.8%.



Gambar 19. Hasil pengujian HC ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

Hasil HC mengalami penurunan setelah dilakukan perubahan *remapping* ECU, pengapian dimajukan 1 derajat dan menambahkan *metanol* pada pertalite. Hasil HC menunjukkan penurunan setelah dilakukan *remapping* ECU, pengapian dimajukan 1 derajat, dan menambahkan *metanol* pada pertalite. Hasil HC mengalami penurunan sebesar 33.9%. Sedangkan untuk nilai HC berdasarkan batas baku emisi gas buang yang diizinkan pemerintah maksimal sebesar 2.000 ppm dengan metode uji idle (Peraturan Gubernur DIY, 2010).



Gambar 20. Hasil pengujian CO2 ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

Hasil CO2 menunjukkan kenaikan setelah dilakukan *remapping* ECU, pengapian dimajukan 1 derajat, dan menambahkan *metanol* pada pertalite. Hasil CO2 mengalami kenaikan sebesar 31.4%.



Gambar 21. Hasil pengujian O2 ECU standard, *remapping* 1%, 2%, 3% dengan *metanol* 5%, 10%, 20%

Hasil O₂ menunjukkan penurunan setelah dilakukan *remapping* ECU, pengapian dimajukan 1 derajat, dan menambahkan *metanol* pada pertalite. Hasil O₂ mengalami penurunan sebesar 32.3%.

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Torsi mesin setelah menggunakan ECU standard, 3 variasi *remapping* dengan pengapian dimajukan 1 derajat dan menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu pertalite dan campuran *metanol* pada pertalite. menghasilkan kenaikan torsi. Torsi terbaik pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 9.77 N.m
- 2) Daya mesin setelah menggunakan ECU standard, 3 variasi *remapping* dengan pengapian dimajukan 1 derajat dan menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu pertalite dan campuran *metanol* pada pertalite. menghasilkan daya terbaik.

- Daya terbaik pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 5.12 HP
- 3) Konsumsi bahan bakar setelah menggunakan ECU standard, 3 variasi *remapping* dengan pengapian dimajukan 1 derajat dan menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu pertalite dan campuran *metanol* pada pertalite menghasilkan kenaikan SFC (*specific fuel consumption*). Hasil SFC tertinggi pada ECU *remapping* 3% *metanol* 20% yaitu sebesar 0.5086 L/HP.h
 - 4) Emisi gas buang setelah menggunakan ECU standard, 3 variasi *remapping* dengan pengapian dimajukan 1 derajat dan menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu pertalite dan campuran *metanol* pada pertalite menghasilkan kenaikan dan penurunan pada emisi gas buang. Ketika menggunakan ECU standard dan 3 variasi *remapping* ECU yaitu *remapping* 1%, 2%, 3% dengan pengapian dimajukan 1 derajat menggunakan bahan bakar pertalite ditambah *metanol* 5%-20%. Pada karbonmonoksida (CO) mengalami penurunan sebesar 85.8%, sedangkan untuk *hydrocarbon* (HC) juga mengalami penurunan yaitu sebesar 33.9%, kemudian pada karbondioksida (CO₂) mengalami kenaikan sebesar 31.4%, lalu untuk oksigen (O₂) mengalami penurunan sebesar 32.3%.

Saran

Penggunaan campuran bahan bakar pertalite + *metanol* akan lebih efisien jika digunakan pada mesin sepeda motor yang memiliki nilai kompresi yang tinggi karena campuran bahan bakar pertalite + *metanol* mengandung nilai oktan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, I. W. B. (2016). *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi Dan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis*. 2(1), 51–58.
- Eka Pradana, P., Sanjaya, L. S., & Qurohman, T. (2017). Pengaruh Penambahan Metanol Pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Mesin Supra X 2001 100Cc. *Perpustakaan Politeknik Tegal*. <https://perpustakaan.poltektegal.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=22845&bid=4208555>
- Fatra, F., Mahendra, S., & Setiawan, I. (2023). *Analisis re-mapping ECU terhadap performa mesin sepeda motor injeksi 4 tak 150cc The effect of standard ECU re-mapping variations using pertamax fuel on the performance of a 150cc 4 stroke injection motorcycle*. 11(1), 41–49.
- Julianto, E., & Sunaryo, S. (2020). Analisis Pengaruh Putaran Mesin Pada Efisiensi Bahan Bakar Mesin Diesel 2Dg-Ftv. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(3), 225–231. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i3.1282>
- Lapisa, R., Paslah, R., Andrizal, & Hidayat, N. (2023). Penggunaan ECU Standar Dan Remap Pada Motor Honda Beat PGM-FI Tahun 2014 Torsi, Tenaga, Konsumsi Bahan Bakar, Dan Emisi Gas Buang. *Ensiklopedia of Journal*, 5(3), 46–51.
- Mintoro, S. (2017). Optimasi Kinerja ECU (Electronic Control Unit) Melalui Pemrograman Remapping Pada Mesin EFI. *SEMNAS IIB DARMAJAYA Kotabumi*, 458–471.

- Nasution, M. (2022). Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi yang Sangat Diperlukan dalam Kehidupan Sehari Hari. *Journal of Electrical Technology*, 7(1), 29–33.
- Nugraha, B. S. (2020). Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) untuk mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Ilmiah Populer Dan Teknologi Terapa*, 5(2), 1693–3745.
- Pakpahan, B., C. Silalahi, Gultom, D., Sihombing, E., Simanjuntak, J., Munthe, L., Panjaitan, P., & Lubis, R. (2021). ANALISIS PERFORMANSI MOTOR BAKAR PADA GENERATOR-SET DENGAN KAPASITAS DAYA 440kW II. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2), 18–27. <https://doi.org/10.51510/sinergipolme.d.v2i2.27>
- Peraturan Gubernur DIY. (2010). *Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 39 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor*.
- Prasetya, E., & Suryanto, H. (2022). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite dan Metanol Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah. *Jme (Jurnal Mekanika Dan Energi)*, 1, 1–8.
- Prastyo, M. E., Mahendra, S., & Ariwibowo, B. (2022). Uji Performa Sepeda Motor Injeksi Matic Yang Menggunakan Campuran Premium Dengan Etanol. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, 4(1), 27–35.
- Putra, O. Y., Martias, D., Pd, M., & Alwi, D. E. (2014). Pengaruh Pencampuran Premium Dan Metanol Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Vario Techno PGM-FI. *Jurnal Penelitian*, 1(2), 2–10.
- Rifal, M. (2020). Kaji Eksperimental Rasio Metanol-Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar , Emisi Gas Buang , Torsi Dan Daya. 47–54.
- Riyadi, N. S. (2020). Pengaruh Campuran pertalite dan Metanol Terhadap Daya dan Torsi Mesin Bensin 4 Langkah 100 CC. 92.
- Setiaji, D. (2008). Bab ii dasar teori 2.1. *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, 5–18.
- Sugiarto, T., Putra, D. S., Purwanto, W., & Wagino, W. (2018). Analisis Perubahan Output Sensor Terhadap Kerja Aktuator pada Sistem EFI (Electronic Fuel Injection). *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.24036/invotek.v18i2.418>
- Susilo, S. H., Suharono, M. F., Rarindo, H., & Wicaksono, H. (2020). Analisa Campuran Metanol–Pertalite Terhadap Kinerja Dan Suhu Kerja Motor. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 3(01), 27–34. <https://doi.org/10.33795/jetm.v3i01.53>
- Tain, A., Syarifudin,), & Arfi, R. (2018). Pengaruh Penambahan Metanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pompa Air.