



Pengaruh Variasi Sudut Sudu Turbocyclone terhadap Kinerja Mesin Bensin Satu Silinder

Mohammad Ega Yusriansyah^{1*}, Yuniarto Agus Winoko²

¹⁻²Program Studi Sarjana Terapan Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Korespondensi penulis: ega.syah33@gmail.com¹

Abstract. *The purpose of this study is to develop an additional device for vehicles with fuel injection systems to improve fuel consumption efficiency and reduce exhaust emissions, even for older vehicles. The turbocyclone is an auxiliary component installed in the air intake duct before the throttle body to create a swirling airflow entering the combustion chamber. Testing was conducted at engine speeds ranging from 1500 rpm to 6500 rpm, with increments of 1000 rpm. This research aims to minimize fuel consumption and exhaust gas emissions. The experimental method was used, testing exhaust gas contents such as HC, CO, CO₂, and O₂ using a gas analyzer, and measuring fuel consumption based on fuel volume and time. Data processing employed a factorial DOE (Design of Experiments) to analyze results. The dependent variables were exhaust gas emissions and fuel consumption, while the independent variable was the turbocyclone blade angle variations of 20°, 40°, and 60°. The results show that the best reduction in exhaust emissions (HC, CO, CO₂, and O₂) and fuel efficiency occurred at a 40° blade angle, whereas fuel consumption increased at a 60° blade angle.*

Keywords: *Engine Efficiency; Exhaust Emissions; Fuel Consumption; Fuel Injection System; Turbocyclone.*

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu alat tambahan untuk kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi agar emisi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan lebih baik, meskipun kendaraan tersebut sudah berumur cukup lama. *Turbocyclone* adalah komponen tambahan yang dipasangkan pada bagian saluran masuk udara sebelum *throttle body* untuk menciptakan aliran udara yang berputar masuk menuju ruang bakar. Pengujian dilakukan pada putaran mesin 1500rpm sampai 6500rpm, dengan kenaikan putaran mesin disetiap kelipatan 1000rpm. Penelitian dilakukan dengan harapan dapat meminimalkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan. Metode penelitian yang akan digunakan adalah jenis eksperimen, dengan menguji kandungan emisi gas buang HC, CO, O₂, dan O₂ menggunakan gas analyzer serta mengukur konsumsi bahan bakar dengan pengukuran volume bahan bakar dengan penghitungan waktu. Untuk pengolahan data, menggunakan DOE faktorial untuk menganalisa hasil penelitian. Variable terikat pada penelitian ini adalah kandungan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Variable bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi *turbocyclone* dengan sudut sudu 20°, 40°, dan 60°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kandungan emisi gas buang HC, CO, CO₂, dan O₂ terbaik dihasilkan pada variasi *turbocyclone* sudut 40°. Kemudian efisiensi bahan bakar terjadi pada sudut 40° sedangkan peningkatan konsumsi bahan bakar pada saat variasi *turbocyclone* sudut 60°.

Kata Kunci: Efisiensi Mesin; Emisi Gas Buang; Konsumsi Bahan Bakar; Sistem Injeksi Bahan Bakar; Turbocyclone.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif sangat cepat, dibuktikan dengan penggunaan sepeda motor dengan teknologi modern yang digunakan saat ini. Semakin cepatnya perkembangan teknologi manusia dituntut untuk menemukan sebuah teknologi baru. Kendaraan yang dibutuhkan saat ini yaitu kendaraan yang efektif dan efisien. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi penggunaan bahan bakar adalah kualitas pembakaran di dalam mesin. Pembakaran yang tidak sempurna dapat mengakibatkan pemborosan bahan bakar dan peningkatan emisi gas buang yang berbahaya bagi lingkungan (Taufan, 2021).

Mesin satu silinder, sebagai salah satu jenis mesin pembakaran dalam, memiliki peran penting dalam industri otomotif dan aplikasi lainnya. Mesin ini beroperasi dengan prinsip dasar mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran. Dalam konteks ini, kinerja mesin satu silinder dapat diukur melalui beberapa indikator utama, yaitu daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Mesin satu silinder terdiri dari beberapa komponen kunci, termasuk piston, silinder, dan poros engkol. Proses kerjanya dimulai dengan pemasukan campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder, diikuti oleh kompresi dan pembakaran campuran tersebut. Pembakaran menghasilkan tekanan yang mendorong piston ke bawah, yang kemudian menggerakkan poros engkol untuk menghasilkan tenaga mekanik (Halim et al., 2023).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja mesin satu silinder yaitu pertama desain silinder dan piston, ukuran dan bentuk silinder serta piston sangat berpengaruh terhadap volume langkah dan rasio kompresi. Modifikasi seperti bore up (memperbesar diameter piston) atau stroke up (memperpanjang langkah piston) dapat meningkatkan daya dan torsi mesin. Kedua kualitas bahan bakar, jenis dan kualitas bahan bakar yang digunakan juga mempengaruhi efisiensi pembakaran. Bahan bakar yang lebih berkualitas dapat meningkatkan tenaga yang dihasilkan serta mengurangi emisi. Ketiga sistem pembakaran, efisiensi sistem pembakaran, termasuk pengaturan waktu pengapian dan campuran udara-bahan bakar, sangat penting untuk mencapai performa optimal. Kinerja mesin merupakan aspek penting dalam berbagai bidang, termasuk industri otomotif, manufaktur, dan energi. Kinerja ini dapat diukur melalui beberapa parameter yang mencerminkan efisiensi dan efektivitas mesin dalam menghasilkan daya dan mengkonsumsi bahan bakar. Kinerja mesin yang baik dapat meminimalisir emisi gas buang. Penelitian menunjukkan bahwa modifikasi pada sistem intake dan exhaust dapat meningkatkan aliran udara dan efisiensi pembakaran (Mahendra et al., 2022).

Dalam pengembangan mesin satu silinder, tantangan utama adalah mencapai keseimbangan antara kinerja tinggi dan efisiensi bahan bakar. Dengan meningkatnya permintaan akan kendaraan yang lebih efisien, produsen dituntut untuk terus berinovasi dalam desain mesin serta teknologi bahan bakar. Secara keseluruhan, kinerja mesin satu silinder sangat dipengaruhi oleh desain teknisnya serta faktor eksternal seperti kualitas bahan bakar dan teknik modifikasi yang diterapkan. Penelitian lebih lanjut dalam bidang ini diharapkan dapat menghasilkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan performa mesin secara keseluruhan (Pangestu et al., 2024).

Turbo cyclone merupakan salah satu teknologi inovatif yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dengan cara memperbaiki pencampuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar. *Turbocyclone* merupakan salah satu teknologi yang berfungsi memampatkan udara, dengan cara udara masuk melalui *Air Filter* menuju *Intake Manifold* melewati sudu pada *turbocyclone*, sehingga menyebabkan aliran udara membentuk pusaran yang lebih fokus pada saluran *Intake* menuju ke ruang bakar. *Turbocyclone* dapat diindikasikan bahwa udara masuk ke dalam *intake manifold* terbentuk secara turbulen. Dengan demikian, proses pembakaran dapat berlangsung lebih sempurna sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin. Peningkatan kinerja mesin dibuktikan dengan meningkatnya torsi, daya mesin, serta mengurangi konsumsi bahan bakar (Pratama, 2022).

Emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar merupakan masalah yang sangat penting harus diperhatikan pada kendaraan, pembakaran salah satunya dipengaruhi oleh proses masuknya campuran bahan bakar dengan udara ke dalam silinder. Proses pembakaran yang sempurna terjadi pada saat campuran bahan bakar dengan udara sesuai, penggunaan kendaraan dengan jangka waktu lama akan menurunkan kinerja dari kendaraan tersebut sehingga dapat mempengaruhi terhadap proses pembakaran. Pemasangan *turbocyclone* sebagai suatu inovasi untuk kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi agar emisi dan konsumsi bahan bakar spesifiknya dapat diperbaiki walaupun masa pakainya sudah cukup lama, (Ridwan et al., 2017).

Huda et al., (2021) dengan penelitiannya yang berjudul pengaruh pemasangan *turbo cyclone* pada sepeda motor 4 tak terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Peneliti menyimpulkan pemasangan *turbocyclone* memberikan pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Hasil pengujian pada tiap rpm mengalami penurunan jumlah konsumsi bahan bakar mencapai 8% dibandingkan dengan tidak dipasang *turbocyclone*. Setelah dilakukan pemasangan *turbocyclone* aliran udara di dalam *intake manifold* membentuk pusaran yang bertujuan memperbaiki proses pembakaran didalam ruang bakar sehingga emisi gas buang yang dihasilkan menjadi rendah. Emisi gas buang yang diperhatikan pada penelitian ini adalah gas HC dan CO₂ karena gas HC merupakan sisa dari bahan bakar yang tidak terbakar dan gas CO₂ sebagai indikator dari efisiensi pembakaran. Hasil penelitian didapatkan penurunan gas HC sebesar 9% sedangkan untuk kandungan gas CO₂ dihasilkan 1% yang berarti terjadi peningkatan efisiensi pembakaran didalam ruang bakar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Ginting, 2021).

Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 tak adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakarnya memerlukan 4 langkah piston atau dua kali putaran poros engkol. Secara kasar atau garis besarnya, cara kerja motor bensin 4 tak adalah pertama-tama gas yang merupakan campuran bahan bakar dengan udara yang dihasilkan dari dihisap masuk ke dalam silinder kemudian dimampatkan dan dibakar. Karena panas, gas tersebut mengembang dan karena ruang terbatas maka tekanan didalam silinder atau ruang bakar naik dan tekanan ini mendorong piston diteruskan ke poros engkol akan berputar, (Wiratno et al., 2015).

Turbocyclone

Turbocyclone adalah peralatan tambahan yang diletakkan pada saluran masuk udara. Sesuai dengan namanya, pemasangan *Turbocyclone* bertujuan untuk mendapatkan efek *cyclone* (pusaran) pada udara yang melewati saluran masuk sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara lebih homogen (Fauzi, 2018).

Turbocyclone terbuat dari logam yang mempunyai beberapa sirip/sudu dengan sudut kemiringan tertentu. Turbo cyclone mempunyai housing berbentuk lingkaran seperti pipa dandi bagian dalamnya terdapat sirip/sudu, sirip/sudu *Turbocyclone* tidak dapat bergerak, sudut kemiringan sirip/sudu *Turbocyclone* akan mempengaruhi kemampuan kerjanya sehingga harus diperhitungkan sedemikian rupa agar sudu *Turbocyclone* dapat bekerja semaksimal mungkin (Fauzi, 2018).

EFI

Sistem EFI (Electronic Fuel Injection) adalah sistem injeksi bahan bakar elektronik yang digunakan pada mesin pembakaran dalam untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke dalam ruang bakar secara presisi. Sistem ini menggantikan sistem karburator konvensional dengan menggunakan berbagai sensor dan kontrol elektronik untuk mengoptimalkan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam mesin, sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar, mengurangi emisi gas buang, dan meningkatkan kinerja mesin.

Emisi Gas Buang

Gas buang adalah zat / unsur dari pembakaran didalam ruang bakar yang dilepas keudara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor. Gas buang dari hasil pembakaran atau uap bahan bakar dibagi menjadi tiga macam yaitu CO (carbon monoxide), HC (hydrocarbon), NOx (nitrogen oxide). Tingginya emisi gas buang pada kendaraan sejalan dengan besarnya pemasukan banyaknya campuran bahan bakar dan udara (Tacker et al., 2020).

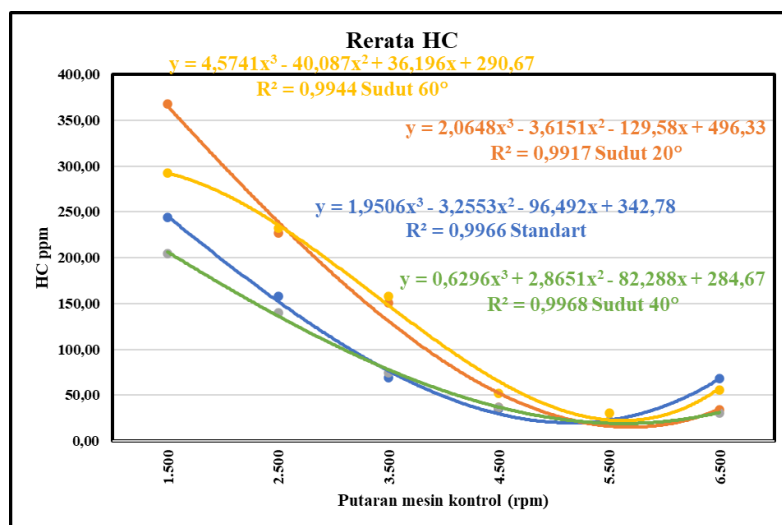
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini digolongkan jenis penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Waktu penelitian dilaksanakan dalam jangka waktu januari 2024 – juni 2024. Tempat pengujian emisi gas buang dilakukan pada bengkel otomotif di SMKN 6 Malang. Kemudian untuk pengujian penghitungan konsumsi bahan bakar dilakukan pada Bengkel TOE Gedung Teknik Mesin Polinema. Metode pengambilan data pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pengujian emisi gas buang dan tahap pengujian konsumsi bahan bakar. Metode pengolahan data yang dapat digunakan pada penelitian ini adalah two way faktorial. Setelah data didapatkan data diolah menggunakan aplikasi minitab dengan menggunakan metode tersebut kemudian analisa data dilakukan dan melakukan pembahasan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian variasi *turbocyclone* terhadap emisi gas buang

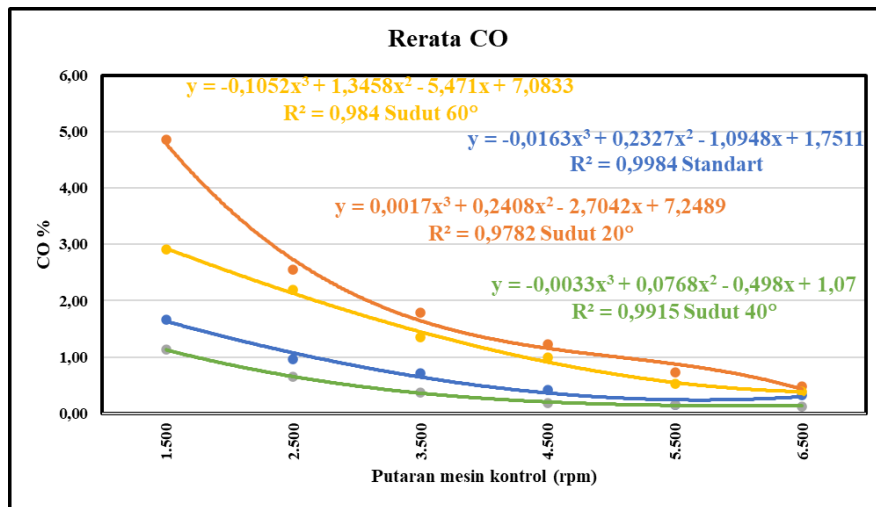
Grafik Kandungan Emisi Gas Buang HC



Gambar 1. Grafik Emisi gas buang HC

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara putaran mesin kontrol (rpm) dan rata-rata emisi hidrokarbon (HC ppm) untuk empat sudut yang berbeda: 60°, 20°, standar, dan 40°. Setiap kurva pada grafik ini diwakili oleh warna dan persamaan regresi kubik yang berbeda, yang menggambarkan tren penurunan emisi hidrokarbon dengan peningkatan putaran mesin. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa untuk nilai ppm tertinggi terdapat pada 1500 RPM/20° dengan nilai 368 ppm dan nilai terendah pada 1500 RPM/40° dengan nilai 205 ppm, kemudian nilai tertinggi pada 2500 RPM/60° dengan nilai 232,31 ppm dan nilai terendahnya pada 2500 RPM/40° dengan nilai 140,33 ppm, selanjutnya nilai tertinggi pada 3500 RPM/60° dengan nilai 158 ppm dan nilai terendahnya pada 3500 RPM/std° dengan nilai 68,67 ppm. Selanjutnya nilai tertinggi pada 4500 RPM/60° dengan nilai 52,39 ppm dan nilai terendahnya pada 4500 RPM/std° dengan nilai 35 ppm. Nilai tertinggi 5500 RPM/60° dengan nilai 30,67 ppm dan nilai terendahnya pada 5500 RPM/40° dengan nilai 21,33 ppm, kemudian untuk 6500 RPM/60° didapatkan nilai tertinggi 55,67 dan nilai terendahnya pada 6500 RPM/40° dengan nilai 30,33 ppm

Grafik Kandungan Emisi Gas Buang CO

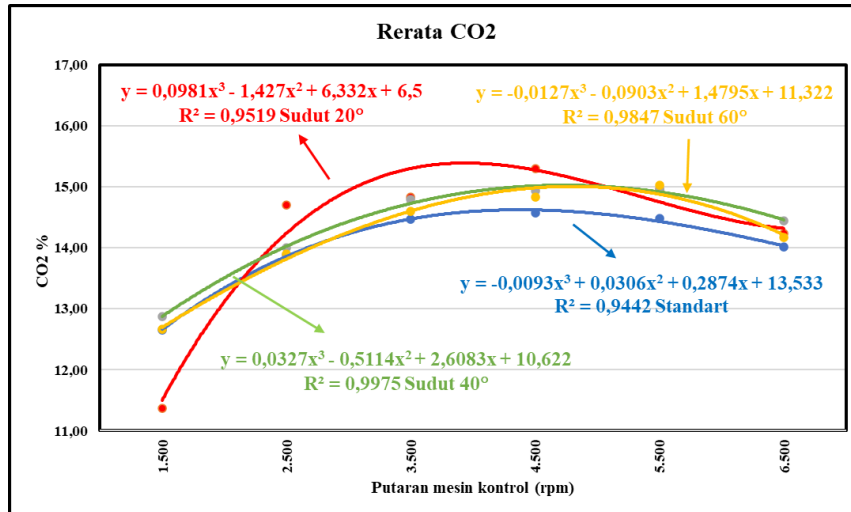


Gambar 2. Grafik emisi gas buang CO

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara putaran mesin kontrol (rpm) dan persentase CO (CO%) pada beberapa sudut tertentu. Terdapat empat kurva pada grafik ini, masing-masing mewakili sudut yang berbeda. Untuk nilai tertinggi pada gas buang CO terdapat pada 1500 RPM/60° dengan nilai 4,85 % dan nilai terendah pada 1500 RPM/40° dengan nilai 1,13%, kemudian nilai tertinggi pada 2500 RPM/60° dengan nilai 2,55 % dan nilai terendahnya pada 2500 RPM/40° dengan nilai 0,65 %, selanjutnya nilai tertinggi pada 3500 RPM/60° dengan nilai 1,79 % dan nilai terendahnya pada 3500 RPM/40° dengan nilai 0,37 %. Selanjutnya nilai tertinggi pada 4500 RPM/60° dengan nilai 1,23 % dan nilai terendahnya pada

4500 RPM/40° dengan nilai 0,19%. Nilai tertinggi 5500 RPM/60° dengan nilai 0,73 % dan nilai terendahnya pada 5500 RPM/40° dengan nilai 0,15%, kemudian untuk 6500 RPM/60° didapatkan nilai tertinggi 0,48 % dan nilai terendahnya pada 6500 RPM/40° dengan nilai 0,13 %

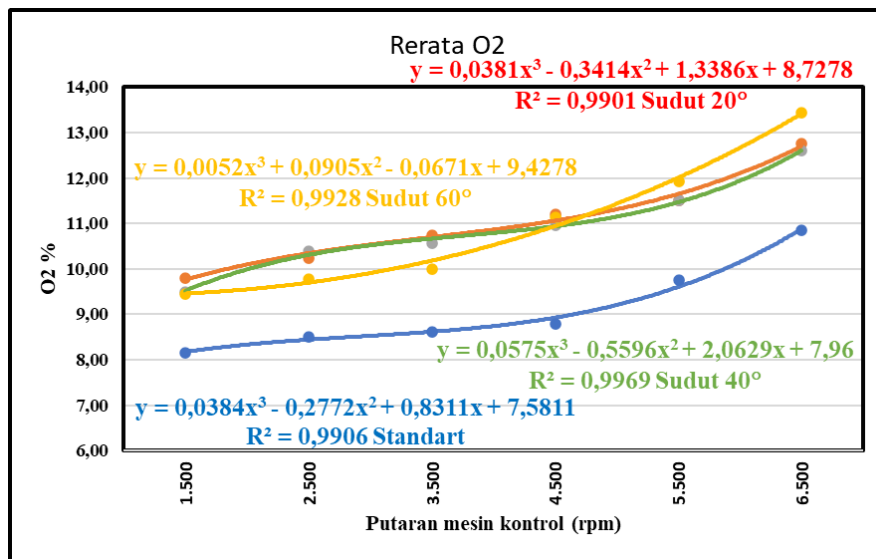
Grafik kandungan emisi gas buang CO₂



Gambar 3. Grafik Emisi Gas Buang CO₂

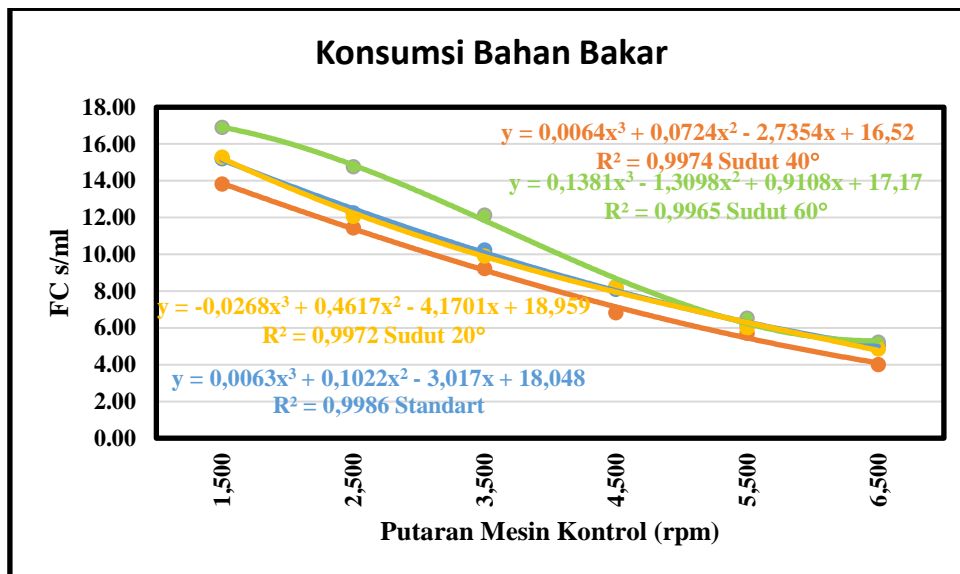
Gambar grafik di atas menunjukkan hubungan antara putaran mesin kontrol (rpm) dan persentase CO₂. Grafik ini menampilkan empat kurva regresi yang masing-masing menggambarkan perubahan konsentrasi CO₂ pada sudut mesin yang berbeda: sudut 20°, 40°, 60°, dan kondisi standar. Setiap kurva pada grafik ini diwakili oleh warna dan persamaan regresi kubik yang berbeda, yang menggambarkan tren penurunan emisi karbondioksida dengan peningkatan putaran mesin. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa untuk nilai ppm tertinggi terdapat pada 1500 RPM/40° dengan nilai 12,88 % dan nilai terendah pada 1500 RPM/20° dengan nilai 11,37 %, kemudian nilai tertinggi pada 2500 RPM/20° dengan nilai 14,70 % dan nilai terendahnya pada 2500 RPM/std° dengan nilai 13,89 %, selanjutnya nilai tertinggi pada 3500 RPM/20° dengan nilai 14,83 % dan nilai terendahnya pada 3500 RPM/std° dengan nilai 14,47 %. Selanjutnya nilai tertinggi pada 4500 RPM/20° dengan nilai 15,30 dan nilai terendahnya pada 4500 RPM/std° dengan nilai 14,58 %. Nilai tertinggi 5500 RPM/60° dengan nilai 15,03 % dan nilai terendahnya pada 5500 RPM/std° dengan nilai 14,48 %, kemudian untuk 6500 RPM/40° didapatkan nilai tertinggi 14,45 % dan nilai terendahnya pada 6500 RPM/std° dengan nilai 14,02 %.

Grafik Kandungan Emisi Gas Buang O₂



Gambar 4. Grafik Emisi Gas Buang O₂

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara persentase O₂ (sumbu y) dan putaran mesin kontrol dalam RPM (sumbu x) pada berbagai sudut pengujian (standart, sudut 20°, sudut 40°, dan sudut 60°). Setiap kurva pada grafik ini diwakili oleh warna dan persamaan regresi kubik yang berbeda, yang menggambarkan tren kenaikan kadar oksigen dengan peningkatan putaran mesin. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa untuk nilai ppm tertinggi terdapat pada 1500 RPM/20° dengan nilai 9,8 % dan nilai terendah pada 1500 RPM/std° dengan nilai 8,2 %, kemudian nilai tertinggi pada 2500 RPM/20° dengan nilai 10,3 % dan nilai terendahnya pada 2500 RPM/std° dengan nilai 8,5 %, selanjutnya nilai tertinggi pada 3500 RPM/20° dengan nilai 10,8 % dan nilai terendahnya pada 3500 RPM/std° dengan nilai 8,7 %. Selanjutnya nilai tertinggi pada 4500 RPM/20° dengan nilai 11,2 % dan nilai terendahnya pada 4500 RPM/std° dengan nilai 8,9 %. Nilai tertinggi 5500 RPM/60° dengan nilai 12 % dan nilai terendahnya pada 5500 RPM/std° dengan nilai 9,8 %, kemudian untuk 6500 RPM/60° didapatkan nilai tertinggi 13,5 % dan nilai terendahnya pada 6500 RPM/std° dengan nilai 10,9 %.

Pengujian variasi turbocyclone terhadap konsumsi bahan bakar**Gambar 5.** Grafik Konsumsi Bahan Bakar

Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara Putaran Mesin Kontrol (rpm) dan Konsumsi Bahan Bakar (FC) dalam satuan ml/s pada beberapa sudut kontrol mesin yang berbeda. Setiap kurva pada grafik ini diwakili oleh warna dan persamaan regresi kubik yang berbeda, yang menggambarkan tren penurunan konsumsi bahan bakar dengan peningkatan putaran mesin. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa untuk nilai konsumsi bahan bakar tertinggi terdapat pada 1500 RPM/60° dengan nilai 16,91 ml dan nilai terendah pada 1500 RPM/40° dengan nilai 13,83 ml , kemudian nilai tertinggi pada 2500 RPM/60° dengan nilai 14,78 ml dan nilai terendahnya pada 2500 RPM/40° dengan nilai 11,45 ml , selanjutnya nilai tertinggi pada 3500 RPM/60° dengan nilai 12,14 ml dan nilai terendahnya pada 3500 RPM/40° dengan nilai 9,23 ml. Selanjutnya nilai tertinggi pada 4500 RPM/60° dengan nilai 8,25 ml dan nilai terendahnya pada 4500 RPM/40° dengan nilai 5,71 ml. Nilai tertinggi 5500 RPM/60° dengan nilai 6,53 ml dan nilai terendahnya pada 5500 RPM/40° dengan nilai 5,71 ml, kemudian untuk 6500 RPM/60° didapatkan nilai tertinggi 5,23 ml dan nilai terendahnya pada 6500 RPM/40° dengan nilai 4,02 ml.

Dari semua grafik diatas dapat disimpulkan bahwa untuk nilai keseluruhan dari segi emisi gas buang seperti HC, CO, CO₂, dan O₂ serta terhadap konsumsi bahan bakar bisa dikatakan yang mendekati nilai rata-rata yang sesuai didapatkan pada jenis variasi 40°. Pada nilai HC rata-rata dari setiap variabel didapatkan bahwa untuk sudut 40° lebih rendah nilai HCnya, Nilai HC (Hidrokarbon) yang semakin rendah pada sepeda motor menunjukkan pembakaran yang lebih efisien dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Nilai HC yang rendah menandakan bahwa bahan bakar terbakar lebih sempurna dalam ruang bakar, sehingga lebih

sedikit hidrokarbon yang terbuang dalam gas buang. Selanjutnya untuk nilai CO dari semua variabel didapatkan untuk sudut 40° memiliki nilai terendah dari setiap variabel, nilai CO yang rendah mengindikasikan bahwasanya bahan bakar terbakar sempurna, maksud terbakar sempurna adalah ketika ada cukup oksigen untuk bereaksi dengan semua atom bahan bakar dan menghasilkan produk yang paling teroksidasi, yaitu karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O).

Pembakaran yang sempurna pasti menghasilkan nilai gas buang berbahaya yang rendah seperti HC dan CO dimana sesuai dengan nilai konsumsi bahan bakar pada sudut 40° rendah dibandingkan yang lain dimana sudut tersebut memiliki percampuran udara dan bakar yang sesuai dengan kebutuhan ruang bakar dimana itu disebut dengan efisiensi bahan bakar. Efisiensi bahan bakar sendiri memiliki arti kemampuan kendaraan untuk menempuh jarak yang lebih jauh dengan jumlah bahan bakar yang lebih sedikit. Secara sederhana, ini mengukur seberapa baik kendaraan mengubah energi dalam bahan bakar menjadi gerakan. Semakin tinggi efisiensi bahan bakar, semakin sedikit bahan bakar yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu, yang berarti semakin hemat biaya dan ramah lingkungan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengujian variasi sudut sudu *turbocyclone* terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada mesin bensin 108cc yang telah dilakukan pengujian, pengambilan data, pengolahan data, dan Analisa data dapat diambil Kesimpulan:

- a) Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan terdapat pengaruh berupa penurunan kandungan emisi gas buang setelah dilakukan penambahan *turbocyclone* pada saluran masuk udara menuju ruang bakar. Kandungan emisi gas buang berbahaya seperti HC dan CO nilai terendah pada sudut 40° sehingga dapat dikatakan percampuran antara udara dan bahan bakar terjadi secara homogen sehingga dapat terbakar sempurna.
- b) Konsumsi bahan bakar pada sudut sudu 40° lebih baik dibandingkan sudut sudu yang lain. Dikarenakan perbandingan udara dengan bahan bakar lebih sesuai.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

- a) Untuk penelitian selanjutnya dapat merubah tempat pemasangan *turbocyclone*.
- b) Dapat menambahkan variable bebas variasi jumlah sudu.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, Y. R. (2018). Pengaruh penambahan turbo cyclone aksial terhadap aliran dan performa motor bakar. *Turbo*, 7(1), 25–31. <https://doi.org/10.24127/trb.v7i1.679>
- Ginting, T. (2021). Pengaruh jenis busi terhadap konsumsi bahan bakar motor bakar 4 tak. *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, 5(1), 89–98. <https://doi.org/10.59697/jik.v5i1.306>
- Halim, R. G., Riza, A., & Darmawan, S. (2023). Pengaruh nilai oktan terhadap unjuk kerja mesin dan kajian analisis pembakaran akibat delay combustion pada mesin otto satu silinder. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 3(1), 223–230.
- Huda, S., Purwanto, W., & Wisesa, B. U. (2021). The effect of turbo cyclone installation on 4 stroke motor cycle on fuel consumption and exhaust emissions. *Motivection*, 3(2), 69–76. <https://doi.org/10.46574/motivection.v3i2.87>
- Mahendra, C. R., Sugita, I. W., & Syaka, D. R. B. (2022). Pengaruh pencampuran bioethanol sebagai bahan bakar terhadap performa mesin dan emisi gas buang pada motor bensin empat langkah satu silinder. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 7(1), 354397. <https://doi.org/10.21009/JKEM.7.1.7>
- Pangestu, O. S. W., Firdausy, M. F., Rahmadian, R. R., Maulana, I., & Venriza, O. (2024). Optimasi penambahan aseton untuk meningkatkan nilai oktan dan performa mesin bensin pada pertalite. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 13(1), 83–96. <https://doi.org/10.29103/jtku.v13i1.16603>
- Pratama, S. P. (2022). Computational fluid dynamic analysis of turbo cyclone and intake manifold spacer on Honda Supra Fit. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 3(1), 9–18. <https://doi.org/10.37373/jttm.v3i1.161>
- Riani, N. I., Lostari, A., & Wahyudi, M. A. (2023). The effect of pipe diameter and valve opening variations on Osborne Reynolds apparatus test. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 8(1), 29–36. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v8i1.1668>
- Ridwan, Martias, & Andrizal. (2017). Pengaruh penggunaan turbo cyclone terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada Mio Soul. *Automotive Engineering Education Jurnal*, 6, 1–5.
- Susilo, S. H., Herminingtyas, Y. W., & Rarindo, H. (2020). Pengaruh luas permukaan cyclone dan putaran mesin terhadap performa engine 1500 cc. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 14(1), 10–15.
- Tacker, N., Elfiano, E., & ST., M. E. (2020). Pengaruh penambahan variasi zat aditif ke dalam bahan bakar RON 90 terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor bensin tipe Spe Motoyama 460 GP. *Skripsi: Universitas Islam Riau*, x, 1–73.
- Taufan, S. (2021). Pengembangan sumber daya manusia di industri otomotif melalui Institut Otomotif Indonesia. *Jurnal Manajemen Strategi dan Aplikasi Bisnis*, 4(2), 401–408. <https://doi.org/10.36407/jmsab.v4i2.396>

- TI UII. (2013). Modul II ANOVA, 49. [http://pendidikan-akuntansi.fe.uny.ac.id/sites/pendidikan-akuntansi.fe.uny.ac.id/files/Modul%20%20\(ANOVA\).pdf](http://pendidikan-akuntansi.fe.uny.ac.id/sites/pendidikan-akuntansi.fe.uny.ac.id/files/Modul%20%20(ANOVA).pdf)
- Wiratno, T., Suwignyo, J., & Rahardjo, S. (2015). Perhitungan daya dan konsumsi bahan bakar motor bensin Yamaha LS 100 cc. *Jurnal Traksi*, 12(2), 58–75.
- Zikri, I., & Lapis, R. (2021). The effect of the addition of turbo cyclone on the inlet air on torque and power in the Toyota Avanza 1300 CC. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 3(2), 85–92. <https://doi.org/10.46574/motivection.v3i2.90>