

PENGARUH METODE PENDINGINAN MESIN SEPEDA MOTOR SUZUKI NEX TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG

THE EFFECT OF ENGINE COOLING METHODS ON SUZUKI NEX MOTORCYCLE ON FUEL CONSUMPTION AND EXHAUST GAS EMISSIONS

Baimy Alexander¹⁾, Muhammad Arsad Al Banjari¹⁾

¹⁾Politeknik Hasnur, Barito Kuala, Indonesia
email: p2m@polihasnur.ac.id*

Received:
26 Desember
2023

Accepted:
21 Januari
2024

Published:
21 Januari
2024

Abstract

This research is intended to assess the impact of the cooling system on exhaust gas emissions and fuel usage in motorcycles. The research methodology involves experimental testing with three cooling variations: normal cooling, air injection, and water jacket. The motorcycle used in the testing is the Suzuki Nex, with RPM parameters set at 3000, 4500, and 7000, and fuel usage of 100ml over a 2-minute period. A Gas Analyzer is employed to measure exhaust gas emissions, including CO, CO₂, HC, and O₂, while a measuring cup is used to gauge the remaining fuel. The test results indicate that the normal cooling system provides better fuel consumption efficiency compared to other methods. However, the water jacket cooling system can reduce CO and HC emissions at high RPMs. Conversely, at high RPMs, the air injection cooling system shows an increase in CO and HC emissions, indicating lower efficiency in those conditions. This research provides a deeper understanding of the impact of the cooling system on exhaust gas emissions and fuel usage in motorcycles.

Keywords: Cooling System, Exhaust Emissions, Fuel Consumption, Motorbike, Experimental Testing

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk menilai dampak sistem pendinginan terhadap emisi gas buang dan penggunaan bahan bakar pada sepeda motor. Metode penelitian melibatkan pengujian eksperimen dengan tiga variasi pendinginan, yaitu penggunaan pendinginan normal, semburan udara, dan selimut air. Sepeda motor yang digunakan dalam pengujian adalah Suzuki Nex, dengan parameter RPM diatur pada 3000, 4500, dan 7000, dan penggunaan bahan bakar sejumlah 100 ml selama periode 2 menit. Untuk mengukur emisi gas buang, termasuk CO, CO₂, HC, dan O₂, digunakan *Gas Analyzer*, sementara gelas ukur digunakan untuk mengukur sisa bahan bakar yang terpakai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendinginan normal memberikan efisiensi konsumsi bahan bakar yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode lainnya. Meskipun demikian, sistem pendinginan selimut air dapat mengurangi emisi CO dan HC pada RPM yang tinggi. Sebaliknya, pada RPM yang tinggi, sistem pendinginan semburan udara menunjukkan peningkatan emisi CO dan HC, mengindikasikan efisiensi yang lebih rendah dalam kondisi tersebut. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak sistem pendinginan terhadap emisi gas buang dan penggunaan bahan bakar pada sepeda motor.

Kata kunci: Sistem Pendinginan, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar, Sepeda Motor, Pengujian Eksperimen

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v6i1.11478

How to cite: Baimy, A., & Al Banjari, M. A., "Pengaruh Metode Pendinginan Mesin Sepeda Motor Suzuki NEX Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang". *JTAM ROTARY*, 6(1), 85-98, 2024.

PENDAHULUAN

Penggunaan sistem pendinginan pada mesin bertujuan untuk mengurangi suhu mesin yang meningkat akibat peristiwa pembakaran yang berlangsung dalam silinder. Suhu tinggi akibat pembakaran dapat menyebabkan peningkatan suhu pada komponen-komponen pada bagian mesin, seperti dinding silinder, kepala silinder, katup, dan piston. Proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar dapat mencapai suhu sekitar 2500° C (Nugraheni, 2018). Suhu yang tinggi ini berpotensi merusak komponen mesin, seperti dinding silinder ruang bakar, mekanisme katup, bagian atas piston, dan menyebabkan keausan pada ring piston. Tambahan, suhu tinggi dapat menyebabkan pelumasan pada dinding silinder menguap dan terbakar ikut bersama bahan bakar, sehingga mengakibatkan gangguan operasional pada mesin dan mempercepat keausan piston dengan dinding silinder (Hasan, 2016). Oleh karena itu, sistem pendinginan menjadi sangat penting untuk menjaga suhu kerja tetap berada dalam batas yang diizinkan, menyesuaikan dengan kekuatan material dan kondisi operasional yang optimal. Selain itu, sistem pendinginan juga berfungsi mencegah perubahan sifat dan bentuk komponen-komponen mesin (Marbun, 2020).

Peningkatan perhatian terhadap resiko kesehatan yang terkait dengan polusi udara di lingkungan perkotaan telah terjadi selama beberapa dekade terakhir. Gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, terutama di daerah sekitar jalan raya, telah menjadi penyebab utama ketidaknyamanan dan merupakan masalah serius terkait pencemaran udara di beberapa kota besar (Sriyanto, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan hubungan yang erat antara tingkat polusi udara perkotaan dan tingkat penyakit pernapasan, meskipun pengaruh khususnya dari polusi yang berasal dari kendaraan bermotor masih sulit dibuktikan karena kompleks dan bersifat akumulatif. Kendaraan bermotor menghasilkan berbagai jenis gas dan partikulat yang mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik dengan berat molekul tinggi, dapat langsung dihirup oleh masyarakat di sekitar jalan raya, dan memiliki dampak langsung pada kesehatan mereka. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat emisi gas buang, serta membandingkan konsentrasi emisi CO, HC, CO₂, dan O₂ pada berbagai kondisi suhu mesin pada sepeda motor. (Yuwono, 2018). Konsumsi bahan bakar merujuk pada jumlah bahan bakar yang diperlukan oleh mesin selama periode waktu tertentu. Motor bensin menggunakan bahan bakar yang memiliki sifat mudah terbakar. Dalam penelitian ini, konsumsi bahan bakar diukur sebagai volume bahan bakar yang dikonsumsi dalam interval waktu tertentu, dengan satuan pengukuran dalam mililiter per detik (Ariawan, 2016).

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental dengan fokus pada pengaruh sistem pendinginan terhadap emisi dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor. Proses penelitian dimulai dengan persiapan mesin dan peralatan pengujian. Mesin yang digunakan adalah sepeda motor Suzuki Nex, dan bahan bakar yang digunakan adalah Pertalite. Alat pengujian melibatkan *Gas Analyzer*, kain, air, gelas ukur dan blower. Mesin yang menjadi objek penelitian adalah sepeda motor Suzuki Nex tipe Injeksi dengan spesifikasi tertentu. Parameter utama yang diuji meliputi 800 rpm, 1200 rpm, dan 1900 rpm dengan penggunaan bahan bakar sebanyak 100 ml selama 2 menit. Pengujian dilakukan dengan melakukan tiga eksperimen yang berbeda: 1. Pendinginan normal, 2. Pendinginan semburan udara, dan 3. Pendinginan selimut air. Setiap eksperimen dilakukan dengan parameter rpm 800, 1200, dan 1900, menggunakan bahan bakar sebanyak 100 ml selama 2 menit. *Gas Analyzer* digunakan untuk mengukur emisi gas buang, termasuk CO, CO₂, HC, dan O₂. dan Gelas ukur untuk mengetahui sisa bahan bakar yang terpakai setelah eksperimen selama 2 menit pada setiap percobaan.

Motor Bensin Injeksi

Mesin sepeda motor injeksi adalah jenis mesin pembakaran dalam yang digunakan pada sepeda motor dan menggunakan sistem injeksi bahan bakar elektronik untuk mengatur pasokan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin (Ambarita, 2017). Berbeda dengan mesin sepeda motor konvensional yang menggunakan karburator, mesin injeksi memberikan kontrol yang lebih baik terhadap campuran udara dan bahan bakar, serta menghasilkan efisiensi konsumsi bahan bakar yang lebih baik dan kinerja mesin yang lebih baik secara keseluruhan (Rhohman, 2018). Berikut adalah beberapa komponen kunci dari mesin sepeda motor injeksi:

- a. **Injektor:** Seperti yang dijelaskan sebelumnya, injektor adalah perangkat yang menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin dalam bentuk kabut halus. Jumlah bahan bakar dan waktu semprotan diatur oleh sistem pengendali elektronik.
- b. **Sensor-sensor:** Mesin sepeda motor injeksi dilengkapi dengan berbagai sensor untuk mengukur berbagai parameter, seperti sensor posisi *throttle*, sensor suhu udara, sensor tekanan udara, dan sensor oksigen. Informasi dari sensor-sensor ini digunakan oleh *Electronic Control Unit* (ECU) untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan.
- c. **Electronic Control Unit (ECU):** ECU pada sepeda motor injeksi adalah otak sistem. Ini menerima informasi dari sensor-sensor dan mengontrol injektor untuk menyemprotkan bahan bakar dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat.
- d. **Throttle Body:** *Throttle body* pada sepeda motor injeksi adalah bagian yang mengatur jumlah udara yang masuk ke dalam mesin. Posisi *throttle body* dikendalikan oleh pengemudi melalui grip gas atau *throttle*.
- e. **Fuel Pump dan Fuel Rail:** *Fuel pump* mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke dalam *fuel rail*, yang kemudian mendistribusikannya ke injektor (Gusniar, 2023).

Keuntungan mesin sepeda motor injeksi melibatkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik, respons gas yang lebih cepat, dan emisi gas buang yang lebih rendah. Mesin ini dapat memberikan kinerja yang lebih baik dalam berbagai kondisi penggunaan sepeda motor, termasuk akselerasi yang lebih baik, stabilitas *idle* / lambat yang lebih baik, dan pengaturan bahan bakar yang lebih akurat (Jusnita, 2019). Meskipun mesin injeksi dapat memerlukan biaya lebih tinggi dalam hal perawatan dan perbaikan, namun keuntungan dalam efisiensi dan kinerja dapat menjadi pertimbangan utama bagi pengendara sepeda motor (Machmud, 2021).

Sistem Pendinginan Mesin / Engine Cooling System

Sistem pendinginan adalah salah satu komponen kunci dalam mesin sepeda motor yang bertanggung jawab menjaga suhu operasional yang optimal (Pramayudha, 2020). Fungsi utama dari sistem pendinginan :

- a. **Mencegah Overheating:** Mesin sepeda motor menghasilkan panas yang signifikan selama operasinya. Tanpa sistem pendinginan yang efisien, suhu mesin dapat meningkat secara berlebihan dan menyebabkan *overheating*.
- b. **Mengoptimalkan Kinerja:** Suhu operasional yang optimal adalah kunci untuk kinerja mesin yang baik. Sistem pendinginan yang baik dapat menjaga suhu mesin dalam rentang yang diinginkan, sehingga mesin dapat berfungsi secara efisien dan menghasilkan tenaga yang maksimal.
- c. **Meningkatkan Efisiensi Bahan Bakar:** Sistem pendinginan yang efisien membantu menghindari peningkatan gesekan dan kerugian energi yang disebabkan oleh suhu

- berlebih. Dengan demikian, mesin dapat mencapai efisiensi bahan bakar yang lebih baik, menghemat bahan bakar, dan mengurangi emisi polutan.
- d. **Memperpanjang Umur Pakai Mesin:** Mesin yang terekspos pada suhu yang terlalu tinggi atau fluktuasi suhu yang ekstrem dapat mengalami keausan yang lebih cepat. Sistem pendinginan yang tepat dapat memperlambat proses keausan, memperpanjang umur pakai mesin, dan mengurangi biaya pemeliharaan.
 - e. **Meminimalkan Risiko Mesin Rusak:** Dengan menjaga suhu mesin dalam batas yang aman, sistem pendinginan membantu menghindari kerusakan serius pada komponen mesin. Ini dapat mengurangi risiko mesin rusak yang tiba-tiba dan biaya perbaikan yang mahal (Nur, 2020).

Jenis Sistem Pendinginan Pada Sepeda Motor

Mesin sepeda motor secara umum menggunakan berbagai 2 jenis sistem pendinginan, yaitu pendinginan udara dan pendinginan cairan.

a. Pendinginan Udara (*Air-Cooled*)

Sistem pendinginan udara adalah jenis sistem yang paling sederhana dan umum pada sepeda motor. Pada mesin *air-cooled*, suhu mesin diatur dengan mengalirkan udara dari lingkungan sekitar mesin melalui sirip-sirip pendingin yang terletak di sekitar silinder mesin. Kelebihan sistem ini adalah sederhana, ringan, dan biayanya rendah. Tidak memerlukan sistem cairan atau pompa air yang rumit. Namun, sistem pendinginan udara memiliki keterbatasan dalam mengatasi suhu mesin yang tinggi, terutama pada mesin dengan daya besar atau pada kondisi operasional yang panas.

b. Pendinginan Cairan (*Liquid-Cooled*)

Sistem pendinginan cairan menggunakan cairan (biasanya air atau campuran air dan glikol) yang disirkulasikan melalui radiator untuk menghilangkan panas dari mesin. Pada mesin *liquid-cooled*, radiator mengambil panas dari cairan pendingin, kemudian udara yang melewati radiator menghilangkan panas dari cairan tersebut. Sistem ini lebih efisien dalam menjaga suhu mesin tetap stabil dan dapat menangani panas yang dihasilkan oleh mesin dengan daya besar atau beban berat. Mesin *liquid-cooled* sering digunakan pada sepeda motor sport dan performa tinggi.

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan ukuran bahan bakar yang dikonsumsi motor untuk menghasilkan tenaga mekanis, laju pemakaian bahan bakar tiap detiknya dapat ditentukan dengan rumus: (Aprilyanti, 2020)

$$\dot{M}_f = \dot{M}_b / \Delta t \text{ (gr / dt)} \quad (1)$$

Konsumsi bahan bakar spesifik atau spesifik fuel consumption (SFC) merupakan parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu. SFC ditentukan dengan rumus: (Subekti, 2016)

$$SFC = \frac{\dot{M}_f}{P} \quad (2)$$

Emisi Gas Buang

Pada proses pembakaran yang terjadi di mesin sepeda motor menghasilkan emisi gas buang yang signifikan, terdapat berbagai jenis gas dan partikel saat pembakaran bahan

bakar di mesin (Setiawan, 2021). Beberapa emisi gas buang yang umum dari sepeda motor diantaranya:

- a. Karbon Dioksida (CO_2): Karbon dioksida adalah salah satu gas rumah kaca utama yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar. Meskipun bukan gas beracun, peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer berkontribusi pada pemanasan global.
- b. Karbon Monoksida (CO): CO adalah gas beracun yang dihasilkan selama pembakaran yang tidak sempurna. Paparan berlebihan terhadap CO dapat menyebabkan keracunan dan dapat berbahaya bagi kesehatan manusia.
- c. Hidrokarbon (HC): Hidrokarbon adalah senyawa organik yang tidak terbakar sepenuhnya selama pembakaran. HC dapat berkontribusi pada pembentukan ozon di permukaan bumi dan dapat berperan dalam pembentukan polusi udara.
- d. Oksida Nitrogen (NO_x): Oksida nitrogen melibatkan berbagai senyawa nitrogen, seperti NO (nitrogen monoksida) dan NO_2 (nitrogen dioksida). NO_x berkontribusi pada pembentukan hujan asam dan polusi udara.

METODE PENELITIAN

Bahan Pengujian

Dalam penelitian ini menggunakan sepeda motor Suzuki Nex FI tahun 2016 dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 1. Sepeda Motor Suzuki Nex FI tahun 2016

Spesifikasi Suzuki Nex F1

Tipe mesin	: 4 Langkah, 2 Valve SOHC Berpendingin Udara
Jumlah/Posisi Silinder	: Cylinder Tunggal/Mendatar
Diameter x Langkah	: 51,0 x 55,2 mm
Volume Silinder	: 112,7 cc
Perbandingan Kompresi	: 9,4 : 1
Tenaga Maksimum	: 6,9 kw/8800 rpm
Torsi Maksimum	: 8,7 Nm/6500 rpm
Sistem Starter	: Electric Starter dan Kick Starter
Sistem Pelumasan	: Basah
Sistem Bahan Bakar	: Karburator
Sistem Pengapian	: CDI

Peralatan

a. *Gas Analyzer*

Alat uji emisi yang digunakan merk Qrotech QRO-401



Gambar 2. *Gas Analyzer*

Spesifikasi Qrotech QRO-401

Pengukuran	: 4 Langkah, 2 Valve SOHC Berpendingin Udara
Metode Pengukuran	: Cylinder Tunggal/Mendatar
Jarak Pengukuran	: 51,0 x 55,2 mm
Resolusi	: 51,0 x 55,2 mm
Tampilan	: 51,0 x 55,2 mm
Jarak Pengukuran	: CO (0,01%), CO ₂ (0,1%), Λ /Lambda (0,001)
Tampilan	: 4 digit 7 segment LED
Waktu Pemanasan	: 2-8 menit
Power	: AC 220 Volt dan 50/60Hz
Suhu Operasi	: 0 – 40°C
Berat	: 4,5 kg

b. *Stopwatch*

Digunakan untuk mengukur waktu mesin dinyalakan selama 2 menit setiap percobaan.



Gambar 3. *Stopwatch*

c. *Gelas Ukur*

Digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar yang terpakai oleh mesin selama 2 menit.



Gambar 4. Gelas Ukur

d. Tachometer

Tachometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan benda yang berputar pada operasi mesin, dengan menangkap sinyal pada kabel busi yang dirubah menjadi putaran mesin dengan satuan rpm (rotasi per menit).



Gambar 5. Tachometer

e. Blower

Blower digunakan untuk menyembrotkan udara ke blok mesin. Blower yang digunakan berukuran 3”.



Gambar 6. Blower

Proses Pengujian

Pengujian dilakukan secara hati-hati dan sistematis untuk mendapatkan hasil yang signifikan tentang hubungan antara sistem pendinginan, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada mesin sepeda motor Suzuki Nex. Pengujian dilakukan 9 kali untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar dan hasil emisi gas buang :

1. Pendingin udara normal dengan RPM mesin yang berbeda: 3000, 4500, dan 7000.

2. Pendingin dengan semburan udara dengan RPM mesin yang berbeda: 3000, 4500, dan 7000.
3. Pendingin dengan selimut kain basah dengan RPM mesin yang berbeda: 3000, 4500, dan 7000.

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur sisa bahan bakar dari 100 ml yang digunakan setelah pengujian mesin yang dihidupkan selama 2 menit. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar didapat 9 data yang berbeda.

Pengujian Emisi Gas Buang

Pada pengujian emisi gas buang menggunakan mesin uji *gas analyzer* Qrotech QRO-401, pengujian dilakukan pada 3 metode pendinginan yaitu pendingin udara normal, pendingin semburan udara dan pendinginan menggunakan selimut kain basah, dengan menghidupkan mesin pada 3 rpm yang berbeda dan ditahan selama 2 menit maka hasil yang didapatkan pada alat *gas analyzer* adalah CO, CO₂, HC, O₂, dan Lambda.

Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



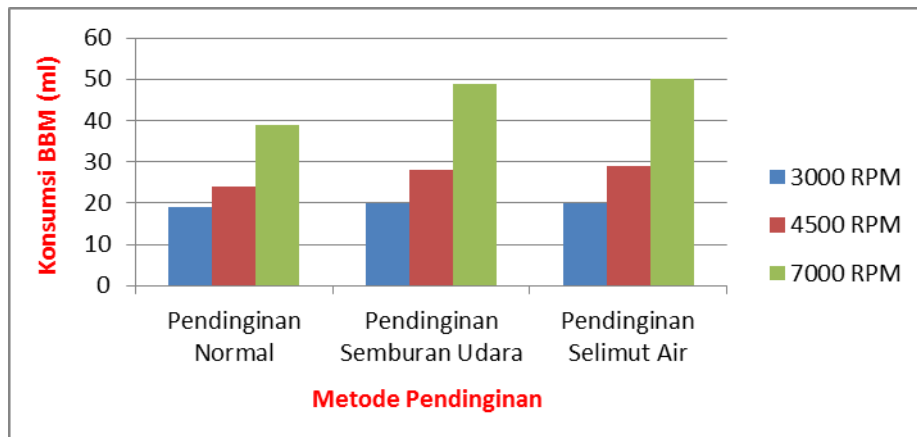
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan 3 kali pengujian dengan menggunakan eksperimen pendinginan normal, pendinginan semburan udara, dan pendinginan selimut udara dengan parameter rpm 3000, 4500, dan 7000 dengan bahan bakar jenis pertalite 100 ml dalam waktu 2 menit, didapatkan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 1. Konsumsi bahan bakar dalam waktu 2 menit

Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendingan Selimut Air
3000	19 ml	20 ml	20 ml
4500	24 ml	28 ml	29 ml
7000	39 ml	49 ml	50 ml

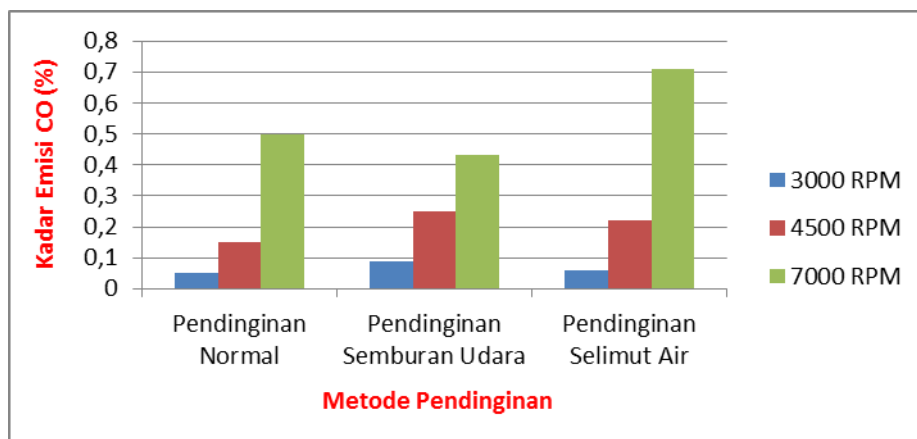


Gambar 8. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Dalam Waktu 2 Menit

Dari tabel 1. Terlihat untuk konsumsi bahan bakar pada tiga kecepatan RPM berbeda yang paling rendah pada pendinginan normal, dan yang tertinggi pada pendinginan selimut air. Dua perbedaan ini terjadi karena proses pembakaran yang terjadi pada ruang bakar dipengaruhi oleh suhu pada ruang bakar, semakin tinggi suhu kerja mesin maka pembakaran akan semakin baik dan akan berdampak pada konsumsi bahan bakar (Hadi, 2020).

Tabel 2. Emisi gas buang karbon monoksida (CO)

Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendinginan Selimut Air
3000	0,05%	0,09%	0,06%
4500	0,15%	0,25%	0,22%
7000	0,50%	0,43%	0,71%

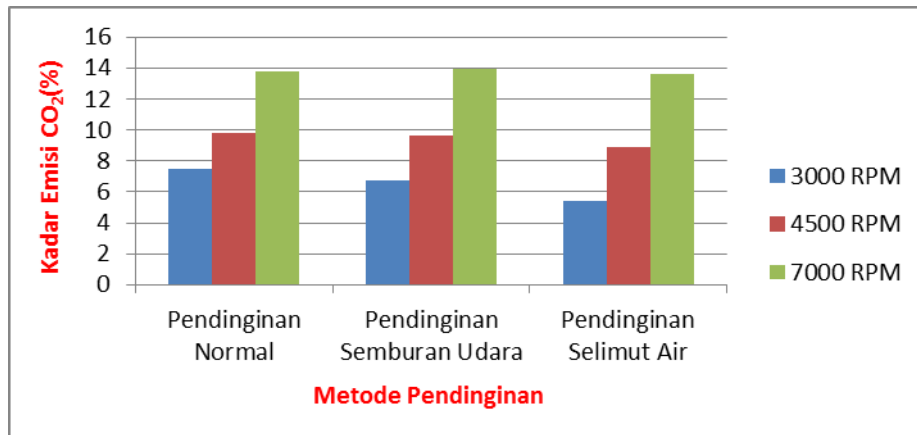


Gambar 9. Grafik Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah hasil sisa bensin yang tidak terbakar dan dilepaskan melalui knalpot, keadaan ini timbul karena ketidakseimbangan campuran udara dan bahan bakar dalam mesin. Tabel 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan pada pendinginan selimut air dengan nilai CO sebesar 0,71%. Jika kita melihatnya dalam konteks konsumsi bahan bakar, dapat disimpulkan bahwa ada korelasi antara pendinginan mesin dan peningkatan kadar CO yang tinggi akibat pembakaran yang tidak sempurna (Prasetyo *et al.*, 2019).

Tabel 3. Emisi gas buang karbon dioksida (CO₂)

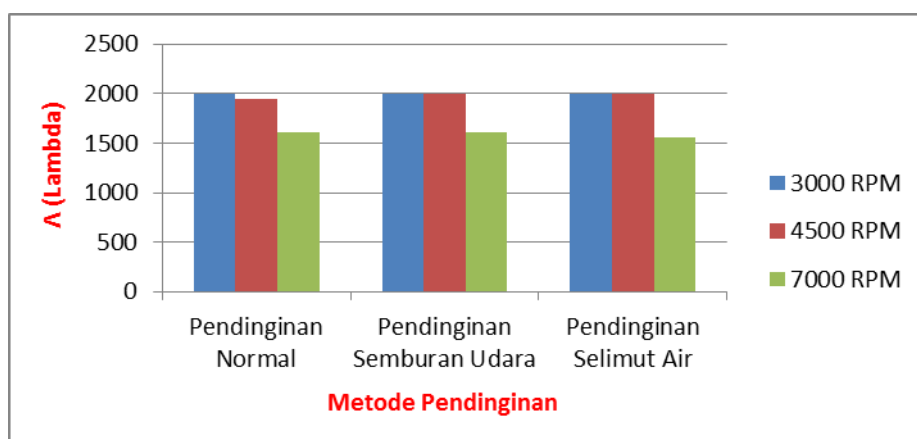
Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendinginan Selimut Air
3000	7,5%	6,7%	5,4%
4500	9,8%	9,6%	8,9%
7000	13,8%	13,9%	13,6%

Gambar 10. Grafik Emisi Gas Buang Karbon Dioksida (CO₂)

Pada Tabel 3. Kadar CO₂ di tiga jenis pendinginan dengan putaran mesin 3000, 4500, dan 7000 terlihat hasilnya sesuai dengan kondisi pembakaran yang baik, yaitu semakin naik putaran mesin maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan (Anggoro *et al.*, 2018).

Tabel 4. Emisi gas buang lambda (Λ)

Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendinginan Selimut Air
3000	2.000	2.000	2.000
4500	1.939	2.000	2.000
7000	1.611	1.615	1.556

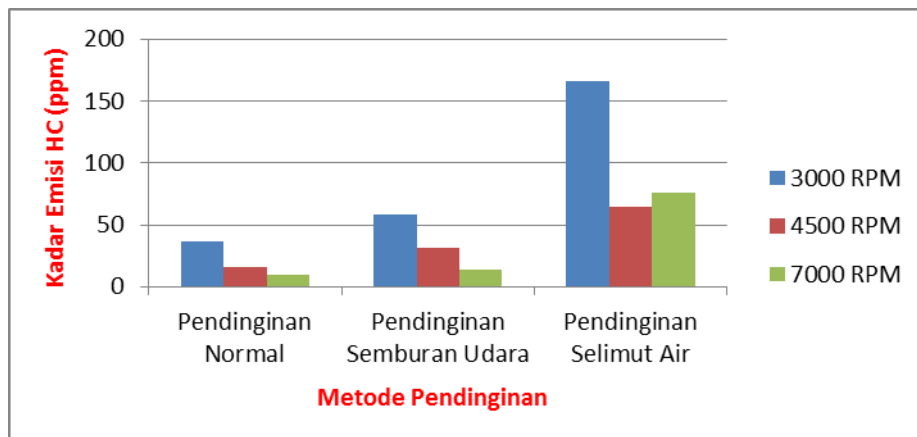


Gambar 11. Grafik Emisi Gas Buang Lambda (Λ)

Hasil dari tabel 4. Lambda (Λ) pada tiga kondisi pendinginan dan tiga variasi RPM terlihat hasil yang rata-rata sama.

Tabel 5. Emisi gas buang hidrokarbon (HC)

Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendinginan Selimut Air
3000	37 ppm	58 ppm	166 ppm
4500	16 ppm	31 ppm	65 ppm
7000	10 ppm	14 ppm	76 ppm

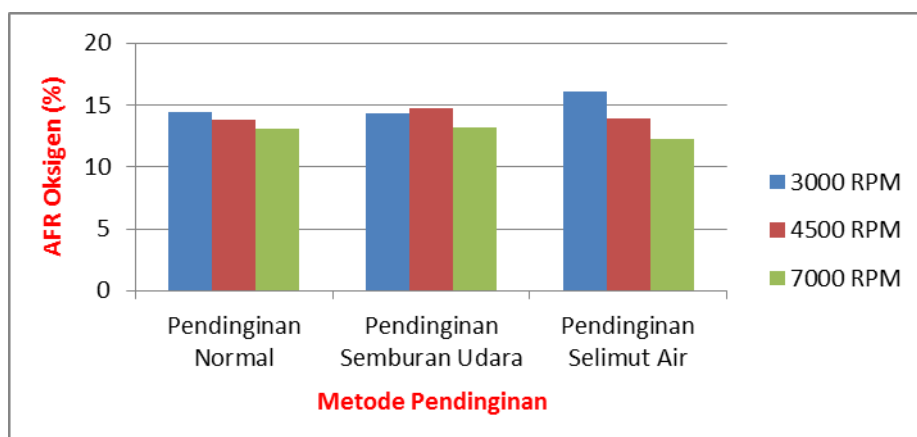


Gambar 12. Grafik Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Emisi Gas Buang hidrokarbon (HC) adalah sisa bahan bakar yang terbuang dari knalpot, dilihat dari tabel 5. nilai HC paling tinggi pada pendinginan selimut air, saat rpm 3000 HC yang dihasilkan lebih tinggi dikarenakan kondisi suhu mesin dibawah suhu kerja mesin yang mengakibatkan bahan bakar tidak terbakar sempurna (Sarwuna *et al.*, 2020), hal ini berlanjut hingga rpm 4500 dan 7000.

Tabel 6. Hasil pembacaan AFR (*Air fuel ratio*) O₂

Putaran Mesin (RPM)	Pendinginan Normal	Pendinginan Semburan Udara	Pendinginan Selimut Air
3000	14,41%	14,33%	16,08%
4500	13,79%	14,78%	13,86%
7000	13,12%	13,19%	12,21%

Gambar 13. Grafik Hasil Pembacaan AFR (*Air fuel ratio*) O₂

O₂ (Oksigen) adalah emisi yang terbentuk dari adanya gas buangan dari mesin kendaraan, dari Tabel 6. Pada metode dengan pendinginan normal, terlihat pada 3000 RPM di angka 14,41 % yang mana hampir mendekati dengan AFR Stoikhiometri yaitu 14,7%.

Sedangkan saat RPM makin tinggi kadar oksigen semakin berkurang akan tetapi hanya 1%. Pendinginan dengan semburan udara memiliki AFR yang lebih baik dibanding pendinginan normal, sedangkan pendinginan selimut air pada 3000 RPM membaca kondisi mesin dengan kadar Oksigen sebanyak 16,08% artinya komposisi zat oksigen lebih banyak daripada bahan bakar, kondisi tersebut yaitu pembakaran kurus / *lean*. Sedangkan saat putaran mesin meningkat, keadaan mesin mengalami pembakaran *rich* yang artinya penggunaan bahan bakar lebih banyak (Winangun *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. Suhu mesin sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar, semakin mendekati suhu kerja mesin maka semakin irit bahan bakar yang dikonsumsi, dan sebaliknya jika suhu mesin rendah maka konsumsi bahan bakar akan semakin boros.
2. Hasil dari uji emisi pada tiga kondisi pendinginan yang diberikan pada mesin (CO, CO₂, Lambda, HC, O₂), terlihat hanya dua emisi gas buang yang secara signifikan berbeda, yaitu CO dan HC.
3. Hasil CO dan HC sangat terlihat tinggi pada pendinginan selimut air yang menandakan bahwa suhu mesin yang dingin sangat tidak efisien.

REFERENSI

- Ambarita, H. (2017). Pengujian Mesin Diesel yang Dimodifikasi Menjadi Berbahan Bakar Gas LPG. dupakdosen.usu.ac.id.
- Anggoro, M. B., Armila, A., & ARIEF, R. K. (2021). Analisis Variasi Busi Terhadap Performa dan Bahan Bakar Motor Bensin 2 Langkah Yamaha F1ZR 110CC. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 2(2).
- Aprilyanti, S., Madagaskar, M., & Suryani, F. (2020). Pengaruh penambahan bioetanol dari mahkota nanas terhadap emisi gas buang pada mesin motor 4 langkah. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2), 147-153.
- Ariawan, I. W. B., Kusuma, I. G. B., & Adnyana, I. B. (2016). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi, Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *J. METTEK*, 2(1), 51-58.
- Gusniar, I. N., & Dirja, I. (2023). The Effect of Continuous Variable Transmission Spring Variation on 110 CC 4 Stroke Fuel Motor. *Jurnal Mesin Nusantara*, 6(1).
- Hadi, N., & Ghofur, A. (2020). Penggunaan Kaolin Dengan Aditif Tembaga Sebagai Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Satria F 150. *JTAM ROTARY*, 2(1), 23-38.
- Hasan, I. (2016). Penggunaan Bahan Bakar Gas Terhadap Sistem Bahan Bakar Injeksi Dan Menggunakan Selenoid Valve 12 Volt Sebagai Pengaman Untuk Konversi Energi Alternatif Pada Sepeda Motor Yang Ramah Lingkungan. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 7(01), 81-86.
- Jusnita, J. (2019). Perbandingan Performa Mesin Dengan Menggunakan Sistem Pengapian Ecm Racing Pada Motor *New CB 150* Dan *Old CB 150*. *Jurnal Surya Teknika*, 6(1), 37-42.
- Machmud, S. (2021). Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 21-29.
- Marbun, J., & Dahlan, D. (2020). Analisis Sistem Injeksi Air/Metanol Dan Air/Etanol Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas buang. *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 4(3), 109-115.

- Nugraheni, I. K., & Pratama, M. M. A. (2018). Pengukuran penggunaan bahan bakar biofuel (premium dan bioetanol) terhadap kinerja mesin bensin 4 Tak. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 01-06.
- Nur, R., & Al Banjari, M. A. (2020). Efektifitas alat pengering tipe box gabah padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap tingkat kadar air. *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, 9(1), 18-24.
- Pramayudha, A. W., Gunarko, G., Darmanto, A., & Widiharsa, F. A. (2020). Kaji teoritis EMS (Engine Management System) dengan variasi temperatur air pendingin dan beban kerja pada kondisi stasioner pada kendaraan Toyota Avanza. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2).
- Prasetyo, I., Sarjito, S., & Effendy, M. (2019). Analisa performa mesin dan kadar emisi gas buang kendaraan bermotor dengan memanfaatkan bioetanol dari bahan baku singkong sebagai bahan bakar alternatif campuran pertalite. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 19(2), 43-54.
- Rhohman, F., Subandriyo, S., & Istiqlaliyah, H. (2018). Analisa posisi derajat tonjolan magnet (trigger magnet) pada konsumsi bahan bakar. *Jurnal Mesin Nusantara*, 1(1), 42-50.
- Sarwuna, S. J. E., Wattimena, W. M., Louhenapessy, J., & Leiwakabessy, A. Y. (2023). ANALISA Penggunaan Tipe Busi Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Efektif Sepeda Motor Kapasitas 135CC. *Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan dan Sains*, 3(2), 36-43.
- Setiawan, J., & Ghofur, A. (2021). Pengaruh Bahan Bakar Pertalite Murni Dengan Campuran Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Performance Emisi Gas Buang Pada Motor Honda Beat 2017. *JTAM ROTARY*, 3(2), 191-202.
- Sriyanto, J. (2018). Pengaruh tipe busi terhadap emisi gas buang sepeda motor. *Automotive Experiences*, 1(03), 64-69.
- Subekti, R. A. (2016). Pengaruh Laju Aliran Bahan Bakar CNG pada Performa Mesin Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 6(2), 65-74.
- Winangun, K., Putra, W. T., Buntoro, G. A., Nirmala, A., & Puspitasari, I. (2020, December). Performance and engine exhaust emissions in a mixture of pertamax with PET plastic oil. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 980, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- Yuwono, I., & Arifin, A. C. (2018). Studi Eksperimen Rekayasa ECU Pada Sepeda Motor untuk Pemakaian Bahan Bakar Etanol 95 Persen. *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, 3(2), 195-198.