



## **Analisis Penggunaan *Electric Turbocharger* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Modifikasi Injeksi**

### ***Analysis of the Use of Electric Turbochargers on Exhaust Emissions and Fuel Consumption on Injection Modified Motorcycles***

Jodhi Ananda Prima<sup>1\*</sup>, Wawan Purwanto<sup>1</sup>, Wakhinuddin<sup>1</sup>, Ahmad Arif<sup>1</sup>, Hamid Nasrullah<sup>2</sup>

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *electric turbocharger* terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar sepeda motor. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan objek penelitian sepeda motor yang dimodifikasi injeksi. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data secara langsung dari sepeda motor dengan teknik analisis deskriptif persentase untuk mengukur konsumsi bahan bakar, karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan Hidrokarbon (HC), baik dengan *electric turbocharger* maupun tanpa *electric turbocharger*. Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan *electric turbocharger* pada sepeda motor dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 16,04% pada kecepatan 40 Km/J dan mengurangi emisi gas buang seperti karbon monoksida menurunkan emisi gas buang sebesar 94% pada putaran idle dan hidrokarbon menurunkan kadar emisi gas buang sebesar 49% pada putaran idle namun meningkatkan emisi gas karbon dioksida sebesar 10% pada putaran idle.

**Kata Kunci:** *Electric Turbocharger*, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar.

#### **Abstract**

*This study aims to determine the effect of using an electric turbocharger on exhaust emissions and fuel consumption produced by motorcycles modified with injection systems. This study used an experimental method with the research object being injection-modified motorbikes. The data collection technique in this study was carried out by collecting data directly from injection-modified motorcycles with a percentage descriptive analysis technique to measure fuel consumption, carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and hydrocarbons (HC), both with and without an electric turbocharger. Based on the results of the research data, it can be concluded that the use of an electric turbocharger on an injection modified motorcycle can save fuel consumption by 16.04% at a speed of 40 Km/J and reduce exhaust emissions such as carbon monoxide reducing exhaust emissions by 94% at idle speed and hydrocarbons reducing exhaust emission levels by 49% at idle speed but increasing carbon dioxide gas emissions by 10% at idle speed.*

**Keywords:** *Electric Turbocharger, Exhaust Emissions, Fuel Consumption*

<sup>1</sup> Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Mesin Otomotif, Politeknik Dharma Patria Kebumen  
Jl. Letjend Suprpto No. 73 Kebumen, 54311, Indonesia

\* [jodhi1@gmail.com](mailto:jodhi1@gmail.com)

Dikirimkan: 01 Juni 2023. Diterima: 29 Juli 2023. Diterbitkan: 30 Juli 2023.



## PENDAHULUAN

Dalam rangka menciptakan dan mengembangkan teknologi yang dapat mengurangi emisi gas buang dan bahan bakar minyak pada sepeda motor injeksi, salah satu solusinya adalah menggunakan teknologi *electric turbocharger*[1]. *Electric turbocharger* bekerja dengan menambah kerapatan massa udara yang masuk ke ruang bakar sehingga jumlah udara yang terbakar akan lebih banyak[2]. Diharapkan teknologi ini dapat mengurangi konsumsi bahan bakar serta emisi polutan dari proses pembakaran sepeda motor. Selain itu, teknologi ini juga dapat mengatasi masalah mesin tersendat-sendat saat melakukan akselerasi akibat campuran etanol 35% dan bahan bakar pertalite 65%. Berdasarkan kajian teori dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *electric turbocharger* adalah solusi yang efektif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dan emisi gas buang pada kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor.

### Motor Bensin

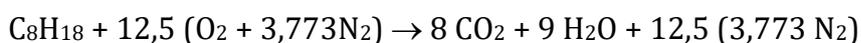
Motor bensin adalah mesin yang mengubah energi kimia (berupa campuran udara dan bahan bakar) menjadi energi mekanik (gerakan) melalui proses pembakaran di dalam silinder dengan bantuan percikan api dari busi[3]. Motor bensin menghasilkan tenaga dengan cara mengkonversi bahan bakar bensin menjadi energi panas. Energi panas tersebut kemudian dikonversi menjadi gerakan putar pada poros engkol[4].

### Prinsip Kerja Motor Bensin

Pada dasarnya, prinsip kerja mesin bensin ialah menghasilkan daya dengan membakar gabungan oksigen dan bahan bakar. Energi termal dihasilkan dari pembakaran gabungan oksigen dan bahan bakar yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber daya[5]. Proses siklus empat langkah mesin bensin terjadi di dalam ruang silinder yang tersegel dan diatur oleh klep masuk dan katup buang[6].

### Proses Pembakaran

Dalam proses pembakaran, terdapat tiga unsur yang harus terpenuhi yaitu: oksigen, bahan bakar, dan suhu (panas). Apabila salah satu dari ketiga unsur ini tidak terpenuhi, maka pengabuan tidak akan terjadi. Proses pengabuan adalah proses fisik yang terjadi di dalam silinder selama pengabuan terjadi[7]. Proses ini berkaitan dengan peningkatan suhu dan tekanan di dalam silinder[8]. Proses pengabuan menghasilkan energi termal, yang kemudian diubah menjadi energi mekanik untuk menghasilkan tenaga. Persamaan kimia untuk proses pengabuan adalah sebagai berikut:



Dilihat dari reaksi diatas dapat dikatakan pembakaran sempurna karena  $\text{N}_2$  tidak bereaksi[9].

### Udara

Udara adalah suatu gabungan gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara tidak dapat dilihat, sehingga seringkali kita menganggapnya tidak ada. Di sekitar bumi terdapat 5,8 miliar ton udara. Semakin jauh dari bumi, kepadatan udara semakin menurun. Setelah mencapai jarak 10 km dari bumi tidak bisa lagi bertahan hidup. Di atas ketinggian 2 km, lilin tidak akan dapat menyala lagi. Oleh karena itu, makhluk hidup sangat bergantung pada lapisan udara setebal 900 km[10]. Jika bumi diperkecil hingga memiliki garis tengah sebesar 5 cm, maka lapisan udara tempat kita dapat hidup akan lebih tipis daripada sehelai kertas. Para ilmuwan memperkirakan bahwa 95% makhluk hidup di bumi bergantung pada lapisan udara setebal 3 km dari permukaan bumi[11].

Pada saat proses pembakaran, terdapat tiga unsur yang harus terpenuhi, salah satunya adalah oksigen. Jika satu unsur dari ketiga unsur tersebut tidak tersedia, maka proses pembakaran tidak dapat terjadi. Kenaikan kecepatan aliran udara akan meningkatkan suhu yang ada di dalam reaktor, komposisi gas, kecepatan aliran gas, efisiensi gasifikasi, serta suhu nyala gas pembakaran yang dihasilkan [12].

### **Bahan Bakar Etanol**

Bahan bakar ialah segala macam zat yang dapat terbakar, seperti kertas, kain, batu bara, petrolium, bensin, dan sejenisnya. Syarat-syarat yang harus terpenuhi oleh bahan bakar di mesin pembakaran dalam ialah proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesti cepat dan menghasilkan suhu yang tinggi. Bahan bakar harus tidak menyebabkan endapan atau kerak setelah pembakaran sebab dapat merusak dinding silinder. Gas sisa pembakaran tidak boleh membahayakan lingkungan ketika dilepaskan ke atmosfer[13].

Salah satu opsi pengganti bensin adalah ethanol[14]. Ethanol memiliki angka oktan yang lebih tinggi dari bensin, yaitu reseach octane 108 motor octane 92. Selain itu, ethanol memiliki panas penguapan yang tinggi, sehingga ketika menguap akan diserap dari silinder. Hal ini dapat menyebabkan temperatur puncak mesin menjadi rendah, yang tidak ideal untuk pembakaran yang efisien[15]. Unsur kimia yang terdapat pada bahan bakar ethanol adalah  $C_2H_6O$ .

### **Electric Turbocharger**

*Electric Turbocharger* merupakan kompresor sentrifugal yang memutar turbin dengan energi listrik untuk menambah kevacuman ke dalam ruang bakar sehingga menambah kerapatan udara ke dalam silinder untuk meningkatkan *output* energi atau performa mesin[1]. Pemasangan *electric turbocharger* pada mesin pembakaran bertekanan tinggi dapat meningkatkan kinerja mesin. Kinerja mesin yang dilengkapi dengan *electric turbocharger* dapat dilihat dari peningkatan daya pada mesin dengan kapasitas yang sama[2]. Namun, penggunaan *electric turbocharger* pada kendaraan dapat menyebabkan peningkatan suhu dan tekanan udara yang masuk. Peningkatan suhu dan tekanan udara dapat mempercepat waktu pembakaran dibandingkan dengan kondisi normal dan kadang-kadang dapat menyebabkan *knocking*[2].

### **Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi bahan bakar menunjukkan berapa jumlah bahan bakar yang dihabiskan kendaraan dalam jarak tempuh dan dalam waktu tertentu. Jumlah konsumsi bahan bakar minyak dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain beban mesin, putaran mesin, kapasitas mesin, suhu bahan bakar, dan permukaan jalan[16]. Untuk perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuel to Full* yaitu dengan melihat jarak tempuh melalui odometer dan dan kecepatan tempuh melalui speedometer pada kendaraan. Adapun untuk perhitungan konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada persamaan 1 dimana  $m^{\circ}f$  merupakan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dengan satuan Km/Liter yang didapatkan dari jarak tempuh dibagi jumlah jumlah bahan bakar yang dihabiskan[17].

$$m^{\circ}f = \frac{x}{\Delta v (v_1 - v_2)} \text{ (Km/Liter)} \quad (1)$$

Keterangan:

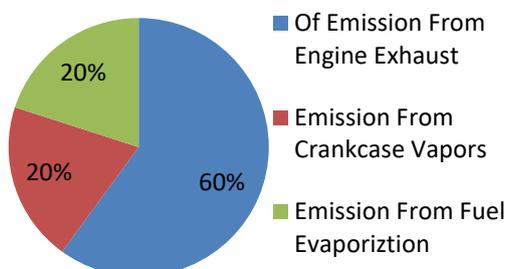
$m^{\circ}f$  = konsumsi bahan bakar (Km/Liter)

$x$  = Jarak Tempuh (km)

$\Delta v$  = jumlah bahan bakar yang dihabiskan (mL)

## Emisi Gas Buang

Gas hasil pembakaran bahan bakar yang terjadi secara tidak sempurna dan mengandung banyak unsur kimia berbahaya yang menyebabkan pencemaran udara merupakan definisi dari emisi gas buang dan emisi gas buang ini bisa diakibatkan oleh penguapan-penguapan yang terjadi pada mesin, seperti yang terlihat pada Gambar 1 dapat menunjukkan persentase sumber-sumber emisi pada motor bakar[3].



Gambar 1. Sumber utama polusi motor bakar

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimen, dimana penelitian eksperimen ini digunakan untuk memberikan sebuah perlakuan atau treatment pada objek penelitian lalu diadakan evaluasi untuk melihat pengaruh dan perubahannya[18]. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *electric turbocharger* terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor modifikasi injeksi. Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Akses Bandara Internasional Minangkabau sebagai tempat pengujian konsumsi bahan bakar dan di Laboraturium Pengujian Kendaraan Departemen Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang sebagai tempat pengujian emisi gas buang.

Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai fokus penelitian adalah konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor modifikasi injeksi. Setiap pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan pengujian pertama dilakukan tanpa penggunaan *electric turbocharger* atau dalam kondisi standar dan pengujian kedua dilakukan dengan penggunaan *electric turbocharger*. Untuk menganalisis data penelitian yang telah didapatkan pada sepeda motor modifikasi injeksi tanpa penggunaan *electric turbocharger* maupun dengan penggunaan *electric turbocharger* pada penelitian ini dilakukan dengan analisis sebagai berikut:

Pertama, mendiagnosis data dengan statistik dasar mean dimana mean merupakan nilai rata-rata dari data[19], Adapun rumus untuk mencari rata-rata adalah dengan persamaan 1 dimana  $M$  merupakan hasil rata-rata yang diperoleh dari jumlah data dibagi banyaknya spesimen.

$$M = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

$M$  = Rata-rata (Mean)

$\sum x$  = Jumlah data yang didapatkan

$n$  = Jumlah spesimen atau jumlah pengujian

Kedua, setelah didapatkan rata-rata kemudian data dibandingkan dengan menggunakan teknik statistik deskriptif perhitungan persentase dengan rumus pada persamaan 2 dimana  $P$  merupakan

angka persentase yang didapatkan dari hasil rata-rata dengan penggunaan *electric turbocharger* dikurang rata-rata data standar (tanpa penggunaan *electric turbocharger*) dibagi rata-rata data standar (tanpa penggunaan *electric turbocharger*) yang kemudian dikali 100:

$$P = \frac{N-n}{n} 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

P = Hasil data yang didapatkan ditunjukkan dengan persentase

n = rata-rata data yang diperoleh dengan penggunaan *electric turbocharger*

N = rata-rata data standar tanpa penggunaan *electric turbocharger*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor modifikasi injeksi tanpa menggunakan *electric Turbocharger* dan dengan menggunakan *electric Turbocharger* dan didapatkan data hasil penelitian, maka dilakukan analisis yang pertama menentukan jumlah konsumsi bahan bakar digunakan persamaan 4[20].

$$FC = \frac{d}{vf} \quad (\text{km/liter}) \quad (4)$$

Keterangan:

FC = konsumsi bahan bakar (km/liter)

d = Jarak Tempuh (km)

vf = jumlah bahan bakar yang dihabiskan (ml)

Setelah ditentukan menggunakan persamaan diatas, didapatkan jumlah konsumsi bahan bakar seperti Tabel 1 ini.

Tabel 1. Konsumsi Bahan Bakar

| Pengujian                                | Kecepatan (Km/J) | Konsumsi Bahan Bakar (Km/L) |       |       |
|--|------------------|-----------------------------|-------|-------|
|  |                  | P1                          | P2    | P3    |
| Tanpa Menggunakan electric Turbocharger  | 60               | 39,13                       | 28,72 | 35,52 |
|  | 50               | 36,98                       | 42,18 | 31,76 |
|  | 40               | 52,94                       | 32,92 | 29,34 |
| Dengan Menggunakan electric Turbocharger | 60               | 42,85                       | 30,33 | 31,03 |
|  | 50               | 40,29                       | 37,50 | 35,06 |
|  | 40               | 54                          | 55,10 | 28,12 |

### Mendiagnosis data dengan statistik dasar mean.

Mean adalah nilai rata-rata dari data. Rumusnya sesuai dengan pendapat Sugiyono (2017).

$$M = \frac{\sum x}{n} \quad (5)$$

Keterangan :

M = Mean (rata-rata)

$\sum x$  = Jumlah data

n = Banyak spesimen

Setelah ditentukan menggunakan persamaan diatas, didapatkan rata-rata konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang seperti Tabel 2 hingga Tabel 5.

Tabel 2. Rata-Rata Data Konsumsi Bahan Bakar

| Pengujian                                       | Kecepatan (Km/J) | Konsumsi Bahan Bakar (Km/L) |       |       | Rata-Rata (Km/L) |
|---|------------------|-----------------------------|-------|-------|------------------|
|   |                  | P1                          | P2    | P3    |                  |
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 60               | 39,13                       | 28,72 | 35,52 | 34,45            |
|   | 50               | 36,98                       | 42,18 | 31,76 | 36,74            |
|   | 40               | 52,94                       | 32,92 | 29,34 | 38,40            |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 60               | 42,85                       | 30,33 | 31,03 | 34,73            |
|   | 50               | 40,29                       | 37,50 | 35,06 | 37,61            |
|   | 40               | 54                          | 55,10 | 28,12 | 45,74            |

Tabel 3. Rata-Rata Emisi Gas Buang (Karbon Monoksida)

| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Karbon Monoksida (%) |      |      | Rata-Rata (%) |
|---|---------------------|----------------------|------|------|---------------|
|   |                     | P1                   | P2   | P3   |               |
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 2,36                 | 2,38 | 2,23 | 2,32          |
|   | 5500                | 1,69                 | 1,46 | 1,55 | 1,56          |
|   | 7500                | 2,76                 | 2,71 | 2,71 | 2,72          |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 0,11                 | 0,13 | 0,12 | 0,12          |
|   | 5500                | 0,08                 | 0,08 | 0,06 | 0,07          |
|   | 7500                | 0,65                 | 0,48 | 1,45 | 0,86          |

Tabel 4. Rata-Rata Emisi Gas Buang (Karbon Dioksida)

| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Karbon Dioksida (%) |      |      | Rata-Rata (%) |
|---|---------------------|---------------------|------|------|---------------|
|   |                     | P1                  | P2   | P3   |               |
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 6,7                 | 6,7  | 6,8  | 6,7           |
|   | 5500                | 7,4                 | 7,6  | 7,4  | 7,4           |
|   | 7500                | 10,5                | 10,2 | 10,5 | 10,4          |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 7,4                 | 7,6  | 7,5  | 7,5           |
|   | 5500                | 8,7                 | 8,8  | 8,8  | 8,7           |
|   | 7500                | 11,2                | 10,9 | 11,4 | 11,1          |

Tabel 5. Rata-Rata Emisi Gas Buang (Hidrokarbon)

| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Hidrokarbon (ppm) |     |     | Rata-Rata (ppm) |
|---|---------------------|-------------------|-----|-----|-----------------|
|   |                     | P1                | P2  | P3  |                 |
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 248               | 250 | 254 | 250             |
|   | 5500                | 85                | 85  | 86  | 85              |
|   | 7500                | 200               | 180 | 185 | 188             |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 128               | 128 | 124 | 126             |
|   | 5500                | 31                | 38  | 38  | 35              |
|   | 7500                | 84                | 286 | 112 | 160             |

Kemudian setelah didapat rata-ratanya, rata-rata data tersebut dibandingkan menggunakan teknik statistik deskriptif perhitungan persentase dengan rumus :

$$P = \frac{N-n}{n} 100 \% \quad (5)$$

Keterangan:

P = Angka persentase yang ingin didapatkan

n = rata-rata data standar tanpa menggunakan *electric turbocharger*

N = rata-rata data dengan menggunakan *electric turbocharger*

Setelah ditentukan menggunakan persamaan diatas, didapatkan perbandingan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang seperti Tabel 6 hingga Tabel 8.

Tabel 6. Perbandingan Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

| Pengujian                                       | Kecepatan (Km/J) | Rata-Rata Konsumsi | Perbandingan |
|---|------------------|--------------------|--------------|
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 60               | 34,45              | -            |
|   | 50               | 36,98              | -            |
|   | 40               | 38,40              | -            |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 60               | 34,73              | 0,80%        |
|   | 50               | 37,61              | 1,70%        |
|   | 40               | 45,74              | 16,04%       |

Tabel 7. Perbandingan Data Emisi Gas Buang (Karbon Monoksida)

| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Rata-Rata CO (%) | Perbandingan |
|---|---------------------|------------------|--------------|
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 2,32             | -            |
|   | 5500                | 1,56             | -            |
|   | 7500                | 2,72             | -            |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 0,12             | 94,82%       |
|   | 5500                | 0,07             | 95,51%       |
|   | 7500                | 0,86             | 68,38%       |

Tabel 8. Perbandingan Data Emisi Gas Buang (Karbon Dioksida)

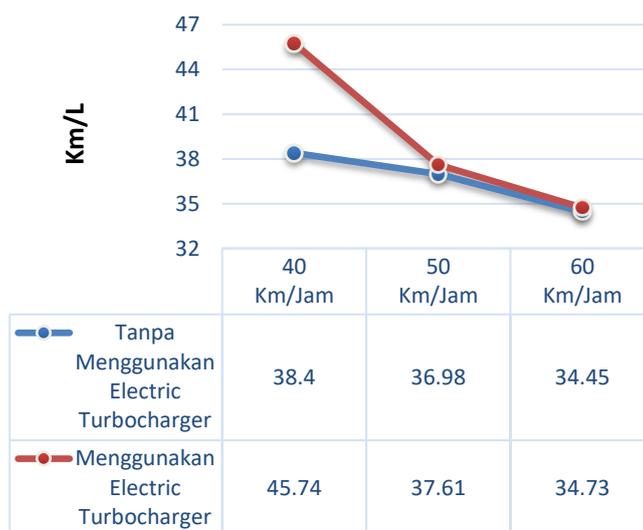
| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Rata-Rata CO <sub>2</sub> (%) | Perbandingan |
|---|---------------------|-------------------------------|--------------|
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 6,7                           | -            |
|   | 5500                | 7,4                           | -            |
|   | 7500                | 10,4                          | -            |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 7,5                           | 10,66%       |
|   | 5500                | 8,7                           | 14,94%       |
|   | 7500                | 11,1                          | 6,30%        |

Tabel 9. Perbandingan Data Emisi Gas Buang (Hidrokarbon)

| Pengujian                                       | Putaran Mesin (Rpm) | Rata-Rata (ppm) | Perbandingan |
|---|---------------------|-----------------|--------------|
| Tanpa Menggunakan <i>electric Turbocharger</i>  | 1500                | 250             | -            |
|   | 5500                | 85              | -            |
|   | 7500                | 188             | -            |
| Dengan Menggunakan <i>electric Turbocharger</i> | 1500                | 126             | 49,6%        |
|   | 5500                | 35              | 58,8%        |
|   | 7500                | 160             | 14,89%       |

### Konsumsi Bahan Bakar

Pada Gambar 2, grafik konsumsi bahan bakar terlihat bahwa dengan menggunakan *electric turbocharger* memiliki pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Grafik menunjukkan setiap menggunakan *electric turbocharger* yang diuji, rata-rata mengalami penghematan konsumsi bahan bakar. Dari grafik dapat dilihat bahwasanya konsumsi bahan bakar minyak tanpa menggunakan *electric turbocharger* dapat menghabiskan bahan bakar minyak sebanyak 38,40 km/liter pada kecepatan rata-rata 40 Km/Jam, 36,98 km/liter pada kecepatan rata-rata 50 Km/Jam, dan 34,45 km/liter pada kecepatan rata-rata 60 Km/Jam.



Gambar 2. Grafik Konsumsi Bahan Bakar

Pada pengujian konsumsi dengan menggunakan *electric turbocharger* mengalami penghematan konsumsi bahan bakar minyak sebanyak 16,04% pada kecepatan rata-rata 40 Km/Jam dengan menghabiskan bahan bakar minyak sebanyak 45,74 km/liter, sebanyak 1,70% pada kecepatan rata-rata 50 Km/Jam dengan menghabiskan bahan bakar minyak sebanyak 37,61 km/liter, dan sebanyak 0,80% pada kecepatan rata-rata 60 Km/Jam dengan menghabiskan bahan bakar minyak sebanyak 34,73 km/liter.

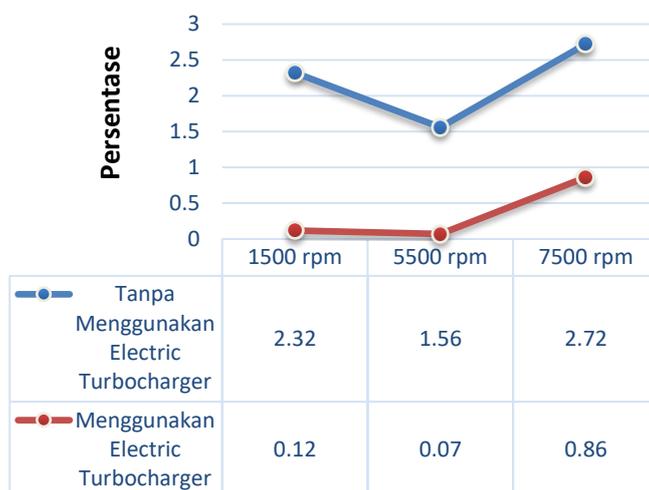
### Emisi Gas Buang

Grafik emisi gas buang yang terdapat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa penggunaan *electric turbocharger* berpengaruh terhadap penurunan dan peningkatan kandungan emisi gas buang. Gambar 3 dan gambar 5 menunjukkan saat menggunakan *electric turbocharger* terjadi penurunan terhadap kandungan karbon monoksida dan hidrokarbon dari emisi gas buang. Sedangkan pada Gambar 4 terlihat

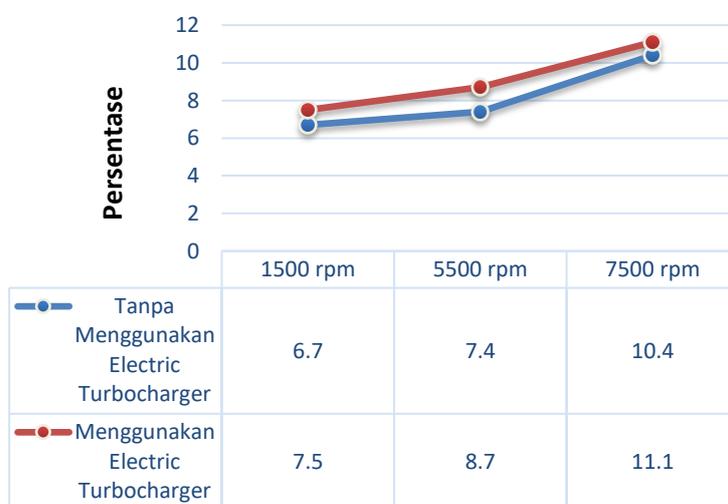
peningkatan terhadap kandungan karbon dioksida dari emisi gas buang yang dihasilkan saat menggunakan *electric turbocharger*.

Secara lebih detail, dari grafik – grafik tersebut terlihat pengujian emisi gas buang dapat dilihat bahwa pengujian emisi gas buang tanpa menggunakan *electric turbocharger* yang pertama menghasilkan kandungan karbon monoksida sebesar 2,32% pada putaran mesin 1500 Rpm, 1,56% pada putaran mesin 5500 Rpm, dan 2,72% pada putaran mesin 7500 Rpm. Yang kedua, menghasilkan kandungan karbon dioksida sebesar 6,7% pada putaran mesin 1500 Rpm, 7,4% pada putaran mesin 5500 Rpm, dan 10,4% pada putaran mesin 7500 Rpm. Yang ketiga, menghasilkan kandungan hidrokarbon sebesar 250 ppm pada putaran mesin 1500 Rpm, 85 ppm pada putaran mesin 5500 Rpm, dan 188 ppm pada putaran mesin 7500 Rpm.

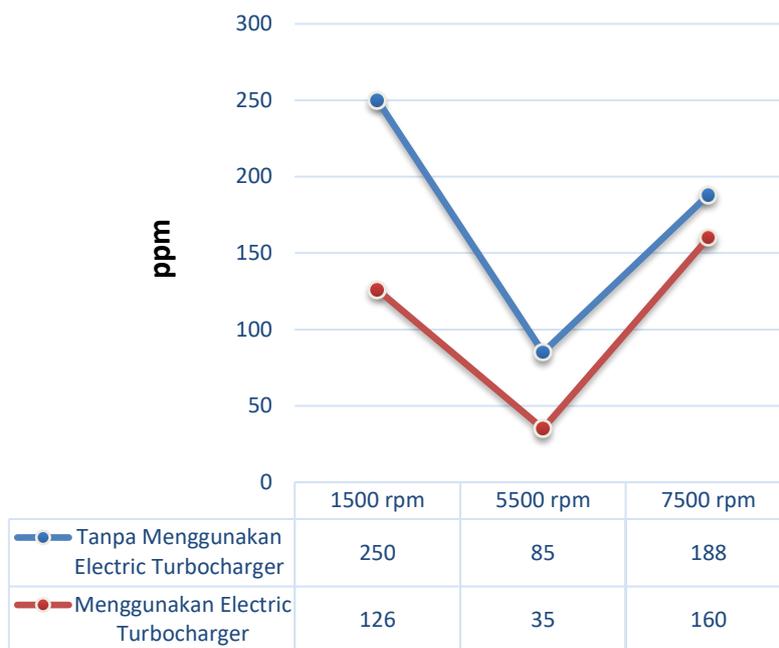
Pada pengujian emisi gas buang dengan menggunakan *electric turbocharger* yang pertama mampu mengurangi kandungan karbon monoksida sebanyak 94,82% pada putaran mesin 1500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon monoksida sebesar 0,12%, 95,51% pada putaran mesin 5500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon monoksida sebesar 0,07%, dan 68,38% pada putaran mesin 7500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon monoksida sebesar 0,86%.



Gambar 3. Grafik Karbon Monoksida



Gambar 4. Grafik Karbon Dioksida



Gambar 5. Grafik Hidrokarbon

Yang kedua, mampu meningkatkan kandungan karbon dioksida sebanyak 10,66% pada putaran mesin 1500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon dioksida sebesar 7,5%, 14,94% pada putaran mesin 5500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon dioksida sebesar 8,7%, dan 6,3% pada putaran mesin 7500 Rpm dengan menghasilkan kandungan karbon dioksida sebesar 11,1%.

Yang ketiga, mampu mengurangi kandungan hidrokarbon sebanyak 49,6% pada putaran mesin 1500 Rpm dengan menghasilkan kandungan hidrokarbon sebesar 126 ppm, 58,8% pada putaran mesin 5500 Rpm dengan menghasilkan kandungan hidrokarbon sebesar 35 ppm, dan 14,89% pada putaran mesin 7500 Rpm dengan menghasilkan kandungan hidrokarbon sebesar 160 ppm.

Berdasarkan uraian penjelasan yang telah dilakukan jika dihubungkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh [21] mengenai pemasangan *turbocharger* GDI terhadap performa mesin, dimana dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti juga dapat menghemat bahan bakar dan juga jika dihubungkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [22] mengenai penggunaan elektronik *turbocharger* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor, dimana sudah terbukti dengan hasil penelitian ini bahwasanya dengan menggunakan *electric turbocharger* dapat mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor modifikasi injeksi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa dengan memakai *electric turbocharger* bisa menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 16,04% pada kecepatan 40 Km/J *electric turbocharger* pada pengujian CO dapat menurunkan kadar emisi gas buang sebesar 94% pada putaran idle, pada pengujian CO<sub>2</sub> meningkatkan kadar emisi gas buang sebesar 10% pada putaran idle dan pada pengujian Hidrokarbon dapat menurunkan kadar emisi gas buang sebesar 49% pada putaran idle, hasil dari *electric turbocharger* ini menurut analisis persentase yaitu terdapat penurunan konsumsi bahan

bakar sehingga jarak tempuh yang dihasilkan sedikit lebih jauh dan penurunan pada emisi gas buang yaitu HC dan CO tetapi meningkat pada CO<sub>2</sub>.

### Saran

Dalam pemakaian *electric turbocharger* mesin kendaraan menjadi lebih cepat panas, sehingga peneliti menyarankan apabila ingin menggunakan *electric turbocharger* harus menggunakan sistem pendingin seperti radiator atau *water injection*.

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Lee, W., Schubert, E., Li, Y., Li, S., Bobba, D., & Sarlioglu, B. (2016). Overview of electric turbocharger and supercharger for downsized internal combustion engines. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 3(1), 36-47.
- [2] Yusron, M. (2018). *Analisa Termodinamika Pemasangan Turbocharger Pada Mesin Bensin Toyota Kijang Innova 2000CC Tipe 1l-4 Terhadap Unjuk Kerja Daya Mesin (Doctoral dissertation)*.
- [3] Amin, Bahrul dan Faisal Ismet. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana.
- [4] Hidayat, Wahyu. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Rineka Cipta
- [5] Hendrian, B., & Fikha, R. N. (2017). Pengaruh Variasi Pencampuran Bio Etanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin. *Iteks*, 9(1).
- [6] Putra, R. C., & Rosyidin, A. (2020). Pengaruh nilai oktan terhadap unjuk kerja motor bensin dan konsumsi bahan bakar dengan busi-koil standar-racing. *Jurnal Polimesin*, 18(1), 7-15.
- [7] Rosid, R., & Naubnome, V. (2017). Simulasi Karakteristik Proses Pembakaran pada Motor Bensin 3000 cc. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, 4(1), 53-60.
- [8] Ramadhani, S. (2019). Analisa perhitungan pembakaran pada motor diesel empat langkah. *Jurnal Laminar*, 1(1), 1-7.
- [9] Najamudin, N. (2018). Analisa Pengaruh Penambahan Zat Aditif Alami Pada Bensin Terhadap Emisi Gas Buang Untuk Sepeda Motor 4 Langkah. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 4(1), 6-13.
- [10] Purba, L. S. L., & Harefa, N. (2020). Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa. *Jurnal EduMatSains*, 4(2), 169-182.
- [11] Nudu Pati, B. M. (2020). *SISTEM MONITORING KADAR UDARA BERDASARKAN BAKU MUTU STANDAR PENCEMARAN UDARA BERBASIS ANDROID (Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta)*.
- [12] Soares, L. P. Z. M., & Putra, T. D. (2018). Pengaruh Perbandingan Campuran Udara Dan Bahan Bakar Pada Main Jet Karburator Terhadap Performance Motor Bakar Bensin. *Proton*, 10(1).
- [13] Nugraheni, I. K., & Haryadi, R. (2017). Pengujian emisi gas buang motor bensin empat tak satu silinder menggunakan campuran bahan bakar premium dengan etanol. *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 4(1), 22-28.
- [14] Mara, I. M., Nuarsa, I. M., Alit, I. B., & Sayoga, I. M. A. (2019). Analisis emisi gas buang kendaraan berbahan bakar etanol. *Dinamika Teknik Mesin*, 9(1), 45-57.
- [15] Mara, I. M., Nuarsa, I. M., Alit, I. B., & Sayoga, I. M. A. (2019). Analisis emisi gas buang kendaraan berbahan bakar etanol. *Dinamika Teknik Mesin*, 9(1), 45-57.
- [16] Jama Jalius dan Wagino, *Teknologi Sepeda Motor Jilid I*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, 2007.
- [17] Arimbawa Suka, Pasek Nugraha, dan Rihendra Dantes, "Analisis Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite dengan Naphthalene terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Torsi, dan Daya Pada Sepeda Motor 4 Langkah," *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 7 no. 1, 2019.

- [18] Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2018.
- [19] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [20] Alwi, Erzeddin, dkk. 2017. "Uji Penghematan Bahan Bakar Kendaraan Dengan Sistem Pembatasan Putaran Mesin". Volume 2 No 1: Halaman 47- 54.
- [21] Shakti, Prakash. 2018. *Perhitungan Performa & Pengembangan Mesin Sepeda Motor 125 CC Bensin Turbocharged Direct Injection*. Gujarat India.
- [22] Rahman, R. Z., Mardji, M., & Paryono, P. (2022). Pengaruh penggunaan elektronik turbocharger terhadap emisi gas buang pada sepeda motor. *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, 2(1), 22-29.