



# Mengurangi Karbon Monoksida dari Emisi Kendaraan untuk Melindungi Lingkungan dan Meningkatkan Efisiensi Energi

Bambang Irawan<sup>1\*</sup>, Noviana Pratiwi<sup>2</sup>, Sulistyono<sup>3</sup>

<sup>1\*,2,3</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia  
E-mail: <sup>1\*</sup>[bambang.irawan@polinema.ac.id](mailto:bambang.irawan@polinema.ac.id)

## INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 29/05/2023  
Naskah Direvisi 20/06/2023  
Naskah Disetujui 24/06/2023  
Naskah Online 30/06/2023

## ABSTRACT

*Gasoline vehicle exhaust emissions certainly contain CO gas. This gas in the air can be dangerous for humans and can even be deadly. The presence of CO gas emissions indicates incomplete combustion of fuel in the engine. How to reduce CO gas released from vehicle engines without changing anything and power can also increase. This research was conducted experimentally by examining CO gas levels with the influence of the type of spark plug material, fuel and engine speed. The test was carried out on gasoline vehicles with an engine capacity of 1500 cc. The results showed that the spark plugs that are good for producing low CO gas are Iridium spark plugs and fuels with an octane number of 92 and above. A good engine speed to produce small CO gas is between 1000 rpm to 3000 rpm. With the combination of the three can reduce CO gas and energy can be increased. This research is good for gasoline vehicle users so that CO gas emissions are low and energy efficiency is high, so use Iridium spark plugs, gasoline with octane 92 or more and the engine rotation speed between 1000 rpm to 3000 rpm.*

**Keywords:** gasoline vehicles, CO gas, spark plugs, octane number, engine speed.

## 1. PENDAHULUAN

Pembakaran bahan bakar pada mesin bensin tidak akan pernah sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan gas beracun yang dikeluarkan melalui knalpot. Gas beracun sangat berbahaya bagi kehidupan, selain itu jika pembakaran tidak sempurna energi yang dihasilkan berkurang. Salah satu gas beracun yang sangat berbahaya dan mempengaruhi energi panas yang dihasilkan dari pembakaran adalah gas CO (Irawan 2017).

Gas CO adalah gas yang tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau dan tidak mengiritasi tetapi merupakan gas yang sangat beracun. Gas ini melimpah di atmosfer bawah akibat pembakaran beberapa hidrokarbon Prockop (2007), Handa (2005). Sumber gas CO yang umum adalah gas buang kendaraan, gas dari industri, asap tembakau, pembakaran sebagian bahan bakar Prockop (2007). Gas CO bertahan di atmosfer sekitar 1-2 bulan dan bergerak jauh dari sumbernya Akimoto (2003) dalam Curtis, (2006).

Dalam hal pencemaran udara, gas CO merupakan masalah kesehatan utama. Diperlukan kebijakan untuk membantu mengurangi dampak tersebut, terutama dari sektor transportasi perkotaan. Polutan yang berasal dari knalpot kendaraan menyebar ke udara dan menyebarkan efek racunnya secara lebih luas. Interaksi gas CO dengan udara dan senyawa

lainnya menjadikan pengendalian emisi sebagai masalah yang perlu dikaji oleh Sadaf (2016). Dalam hal produk energi, pembakaran tidak sempurna menyebabkan kerugian energi yang cukup besar.

Banyak penelitian yang hanya menurunkan kadar gas CO dari knalpot kendaraan tetapi tidak menurunkannya dari sistem pembakaran di dalam silinder mesin. Jika hanya mengurangi kadar gas CO yang keluar dari knalpot, Anda bisa memasang katalis atau filter di knalpot kendaraan. Memasang perangkat di knalpot tidak mempengaruhi tenaga yang dihasilkan mesin, karena kadar gas CO yang keluar dari mesin masih besar.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk menurunkan kadar gas CO mulai dari mesin maupun dari pembakaran, seperti yang dilakukan oleh Rosli (2011). Dengan menambahkan etanol ke bahan bakar, rasio udara terhadap bahan bakar semakin kaya dan menurunkan suhu pembakaran. Pada putaran awal akan menghasilkan emisi yang lebih tinggi baik CO maupun HC, namun dengan bertambahnya putaran mesin akan menurunkan emisi. Huang (2017) Emisi gas CO meningkat untuk mesin bensin dengan syngas yang mengandung hidrogen karena sudut waktu percikan meningkatkan BTDC. Sudut pengapian busi terbaik adalah 14° BTDC, terutama untuk kendaraan yang dioperasikan pada kecepatan tinggi. Pada kondisi operasi tersebut

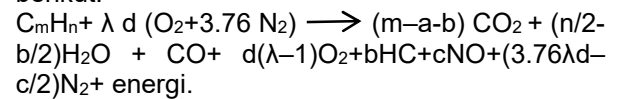
HC dan NO<sub>x</sub> menurun dan CO meningkat Kumara (2016) dan Stump (1996) bahwa terjadi penurunan emisi CO ketika mesin bensin dioperasikan dengan campuran bensin etanol/metanol karena pembakaran yang lebih baik. Banyak peneliti Koç (2009), Elfakhany (2013), Rice (1991) dan Gravalos (2001) mempelajari pengaruh bahan bakar campuran bensin dan etanol/metanol terhadap karakteristik emisi mesin bensin dalam kondisi pengoperasian yang berbeda. Teramati bahwa emisi gas CO, CO<sub>2</sub>, HC dan NO berkurang secara signifikan saat menggunakan bahan bakar ini. campuran bensin etanol/metanol Mengubah struktur pembakaran seperti yang dilakukan oleh Haeng (2009) Waktu penginjeksian bahan bakar mempengaruhi emisi Waktu penginjeksian bahan bakar yang terlambat dapat mengurangi emisi CO dan HC. Saud (2015) RON 91 menghasilkan tenaga lebih besar dibandingkan RON 95. Tenaga lebih besar pada sistem port injection dibandingkan dengan sistem direct injection karena campuran bensin dan udara lebih homogen. Emisi HC dan CO pada RON91 lebih tinggi dibandingkan pada RON95. Modifikasi busi menurut Lukas (2017) sudut pengapian busi mempengaruhi kadar CO dan HC yang dihasilkan, semakin besar sudut maka semakin rendah kadar CO dan HC. Narasimha (2013) menggunakan dua buah busi dapat menghasilkan kadar CO dan HC yang lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan satu buah busi. Arpit (2014) menggunakan tiga buah busi dapat menghasilkan kadar CO dan HC yang lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan satu atau dua buah busi. Khan (2016), emisi gas CO dan HC pada mesin dengan busi ganda lebih sedikit dibandingkan dengan mesin dengan busi tunggal. Irawan (2021), mengganti bahan bakar bensin dengan bioetanol 100%. Hironori (2000), Mengganti busi ke Iridium dalam kondisi evaluasi ini memungkinkan untuk mengurangi emisi NO<sub>x</sub> dibandingkan dengan 25% dibandingkan saat busi platina. Beberapa gas CO yang ada di beberapa negara. Oderinde (2016), Jumlah gas CO dari kendaraan di kota Nigeria. Aswin (2021), Jumlah gas CO dari kendaraan di sebuah kota di India.

Hal ini dapat dilakukan dengan tidak mengganti bahan bakar, menambah aditif, tidak mengganti alat dan mesin tetapi mengurangi gas CO dan meningkatkan efisiensi energi. Sehingga perlu dipelajari pengaruh jenis busi, jenis bahan bakar, dan putaran mesin terhadap gas CO yang dihasilkan mesin. Dengan mengetahui pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap kadar gas CO maka akan diperoleh hasil yang baik yaitu emisi gas CO dapat diminimalkan, dan tenaga mesin yang dihasilkan dapat ditingkatkan. Dengan hasil tersebut dapat dijadikan pedoman bagi pengemudi kendaraan dan operator mesin.

## 2. ANALISIS TEORITIS

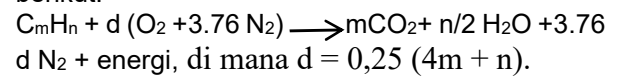
Pembakaran bahan bakar bergantung pada jumlah oksigen di udara, semakin banyak oksigen

maka reaksi pembakaran akan semakin sempurna. Irawan (2017) dan Darrell (2009), persamaan di bawah ini mengasumsikan kandungan oksigen di udara adalah 21% dan sisanya Nitrogen. Pembakaran C<sub>m</sub> H<sub>n</sub> hidrokarbon yang terjadi di dalam silinder diasumsikan sebagai berikut:



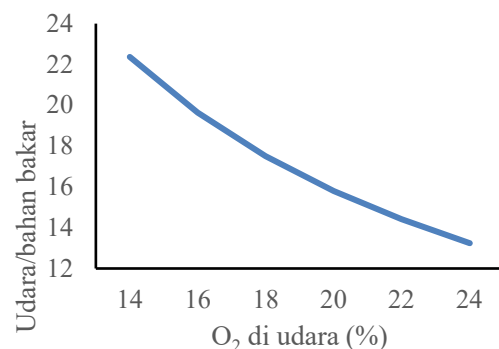
Pada reaksi ini nilai  $d = 0,25 (4m+n-2a-5b+2c)$  dan a, b, c adalah hasil pengukuran dari percobaan.

Nilai pembakaran sempurna  $\lambda$  adalah 1 sedangkan a, b, dan c adalah 0 (nol). Oleh karena itu, pengukuran reaksi akan menjadi sebagai berikut:



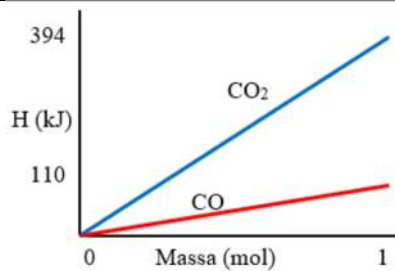
Pembakaran yang sempurna tidak menghasilkan gas yang sangat berbahaya selain CO<sub>2</sub>, yang menyebabkan efek rumah kaca, dan reaksi ini menghasilkan energi dalam jumlah maksimum.

Pembakaran yang tidak sempurna akan mengandung CO dan gas lainnya, dan akan memiliki udara yang terlalu banyak atau terlalu sedikit karena nilai  $\lambda \neq 1$  sedangkan a, b, dan c bernilai, atau tidak sama dengan 0 (nol). Koefisien a, b, dan c bertahan pada beberapa aspek, seperti suhu, tekanan, campuran, jumlah bahan bakar dll. Jika jumlah udara yang masuk ke dalam silinder kurang dari yang dibutuhkan, maka koefisien a dan b akan dicapai, tetapi koefisien c belum tentu tercapai. Jika temperatur tinggi dan jumlah udara lebih dari yang dibutuhkan, maka koefisien a, b, dan c akan tercapai.



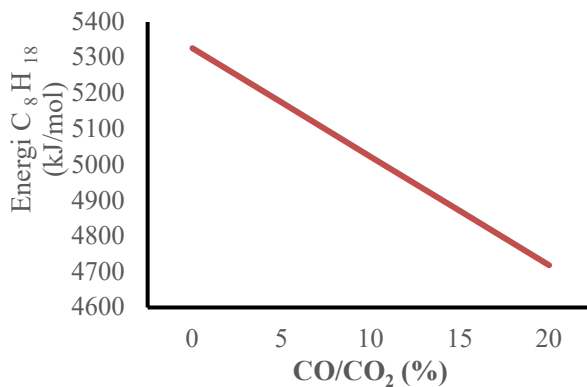
**Gambar 1** Pengaruh kandungan oksigen di udara terhadap udara/bahan bakar .

Gambar 1 menunjukkan pengaruh persentase kandungan oksigen di udara terhadap perbandingan antara udara yang masuk ke dalam mesin dan bahan bakar; semakin tinggi kandungan udara, semakin kecil perbandingan antara udara dan bahan bakar.



**Gambar 2** Energi yang dihasilkan oleh CO<sub>2</sub> dan CO

Gambar 2 menunjukkan bahwa pembakaran CO<sub>2</sub> menghasilkan energi yang jauh lebih besar daripada energi yang dihasilkan oleh CO; rasionya hampir 4 banding 1.



**Gambar 3** Korelasi CO/CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam gas buang dan energi pembakaran.

Gambar 3 menunjukkan korelasi antara persentase CO dan CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam gas buang dengan energi panas yang dihasilkan dari pembakaran. Semakin rendah CO, semakin tinggi energinya.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

##### 1). Kendaraan

Kendaraan yang diuji adalah kendaraan mobil bensin. Mobil yang digunakan disesuaikan dengan kendaraan yang paling banyak dioperasikan di perkotaan, yaitu kendaraan kecil. Mobil yang dipilih memiliki kapasitas silinder maksimal sekitar 1500 cc, putaran mesin minimal 850 rpm hingga maksimal 7000 rpm. Knalpot dilengkapi dengan penyerap gas CO.

##### 2). Alat ukur

CO meter adalah penganalisa knalpot inframerah multigas untuk mesin bensin dengan kemampuan mengukur volume dari 0 hingga 99,9% (res 0,01).

##### 3) Bahan

Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah bensin dengan nilai oktan 88 hingga 98 oktan. Busi yang digunakan disesuaikan dengan

yang ada di pasaran yaitu busi berbahan Nickel, Platinum dan Iridium.

#### 3.2 Metode dan Varabel Penelitian

1) Metode penelitian eksperimen dengan melakukan pengukuran di laboratorium.

2) Ada dua variabel independen.

2.1) Variabel bebas adalah jenis bahan bus. Ada tiga jenis busi menurut bahannya, yaitu busi Nickel, Platinum, dan Iridium. Dipilih jenis busi ini karena memang sudah ada di pasaran.

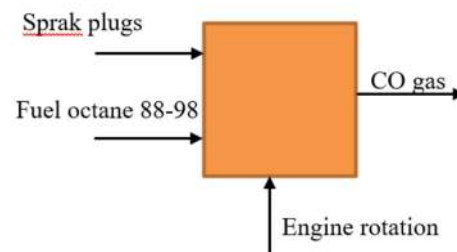
2.2) Variabel bebas lainnya yaitu bensin yang dijual ke pasar adalah bensin dengan nilai oktan sebagai berikut, oktan 88, 90, 92, 95 dan 98.

3) Variabel dependen adalah gas CO yang diukur pada knalpot

4) Variabel kontrolnya adalah putaran mesin. Kecepatan yang dipilih sesuai dengan yang sering dilakukan pengemudi, kecepatan idle 850 rpm, kemudian 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, dalam kelipatan 500 rpm hingga 5000 rpm.

#### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan variabel yang telah ditentukan



**Gambar 4** Variabel penelitian

Sesuai dengan Gambar 4, pengukuran gas CO yang dikeluarkan mesin melalui knalpot dilakukan sebanyak 5 kali dan dilakukan sebagai berikut:

1) Pengambilan data pertama menggunakan bensin oktan-88 atau RON 88 menggunakan busi nikel, dan putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm, yang kemudian dinaikkan 500 rpm hingga mencapai 5000 rpm. Kemudian dengan pemakaian bahan bakar yang sama busi diganti dengan busi platina pada putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm dan seterusnya seperti diatas. Data terakhir dari seri pertama ini adalah data yang dikumpulkan menggunakan bahan bakar yang sama tetapi dengan busi iridium dan prosedur yang sama mengenai putaran mesin seperti di atas.

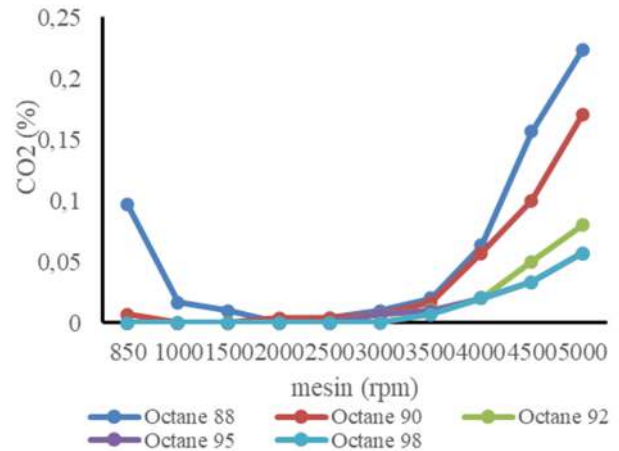
- 2) Pengambilan data kedua menggunakan busi bensin oktan-90 dan Nikel dengan putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm, kemudian dinaikkan secara bertahap sebesar 500 rpm hingga mencapai 5000 rpm. Kemudian dengan pemakaian bahan bakar yang sama busi diganti dengan busi platina dengan putaran yang sama seperti di atas. Data terakhir dari seri kedua ini adalah data yang dikumpulkan menggunakan bahan bakar yang sama tetapi dengan busi iridium dan prosedur yang sama terkait putaran mesin seperti di atas.
- 3) Pengambilan data ketiga menggunakan busi bensin oktan-92 dan Nikel dengan putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm, kemudian dinaikkan secara bertahap sebesar 500 rpm hingga mencapai 5000 rpm. Kemudian dengan pemakaian bahan bakar yang sama busi diganti dengan busi platina dengan putaran yang sama seperti di atas. Data terakhir dari seri ketiga ini adalah data yang dikumpulkan menggunakan bahan bakar yang sama tetapi dengan busi iridium dan prosedur yang sama terkait putaran mesin seperti di atas.
- 4) Pengambilan data keempat menggunakan busi oktan oktan-95 dan Nikel dengan putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm, kemudian dinaikkan secara bertahap sebesar 500 rpm hingga mencapai 5000 rpm. Kemudian dengan pemakaian bahan bakar yang sama busi diganti dengan busi platina dengan putaran yang sama seperti di atas. Data terakhir dari seri keempat ini adalah data yang dikumpulkan menggunakan bahan bakar yang sama tetapi dengan busi iridium dan prosedur yang sama terkait putaran mesin seperti di atas.
- 5) Pengambilan data kelima menggunakan busi bensin oktan -98 dan Nikel dengan putaran mesin 850 rpm, 1000 rpm, kemudian dinaikkan secara bertahap sebesar 500 rpm hingga mencapai 5000 rpm. Kemudian dengan pemakaian bahan bakar yang sama busi diganti dengan busi platina dengan putaran yang sama seperti di atas. Data terbaru dari seri kelima ini adalah data yang dikumpulkan menggunakan bahan bakar yang sama tetapi dengan busi iridium dan prosedur yang sama terkait putaran mesin seperti di atas.

Catatan: Jika kandungan CO di dalam gas buang kecil, maka gas ini diserap seluruhnya oleh absorber yang terpasang di knalpot sehingga gas CO hampir 0%. Namun, jika gas CO tidak terserap sempurna oleh penyerap CO, berarti jumlah gas CO banyak. Penelitian ini mengukur kelebihan gas CO yang tidak terserap.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

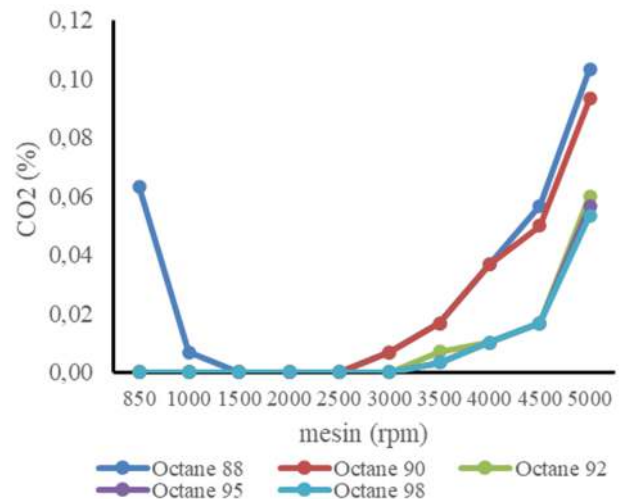
Hasil penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium ditunjukkan pada Gambar 5 sampai 13. Gambar 5 sampai 7 merupakan hasil pengaruh utama bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar CO

dalam gas buang, sedangkan Gambar 8 sampai 12 merupakan pengaruh utama busi dan kecepatan mesin pada tingkat CO. CO dalam gas buang dan Gambar 13 berisi kombinasi dari semua pengaruh pada kadar CO dalam gas buang.



Gambar 5 Pengaruh angka oktan terhadap kadar gas CO dengan busi Nikel

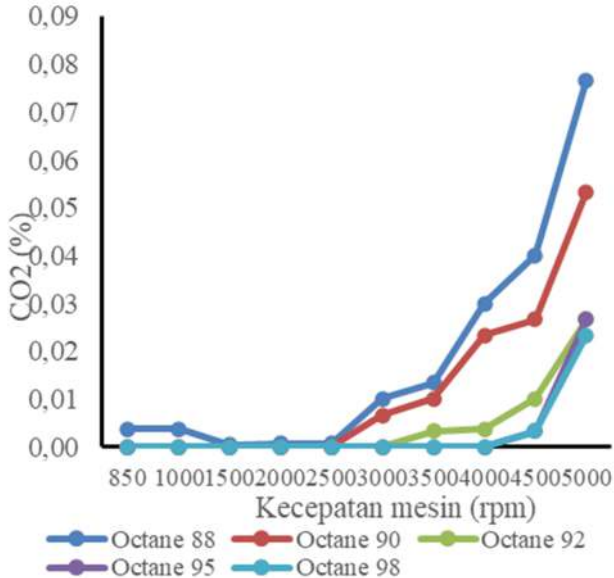
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan pengaruh angka oktan bahan bakar dan putaran mesin menggunakan busi Nikel terhadap kadar CO yang terkandung dalam emisi gas buang. Bahan bakar dengan oktan-88 mengeluarkan kandungan CO paling banyak dalam gas buangnya dan semakin tinggi angka oktannya, semakin rendah kandungan CO-nya. Putaran mesin 1000 rpm ke bawah menghasilkan CO dalam jumlah besar, begitu juga pada kecepatan di atas 3000 rpm kadar CO meningkat dan semakin besar putaran mesin maka kadar CO semakin besar.



Gambar 6 Pengaruh angka oktan terhadap kadar gas CO dengan busi Platinum

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan pengaruh nilai oktan bahan bakar dan putaran mesin yang menggunakan busi Platinum terhadap kandungan CO yang terkandung dalam gas buang. Bahan bakar dengan oktan - 88 melepaskan kadar CO paling banyak dalam gas buang dan semakin tinggi nilai oktan, semakin rendah kandungan CO. Putaran

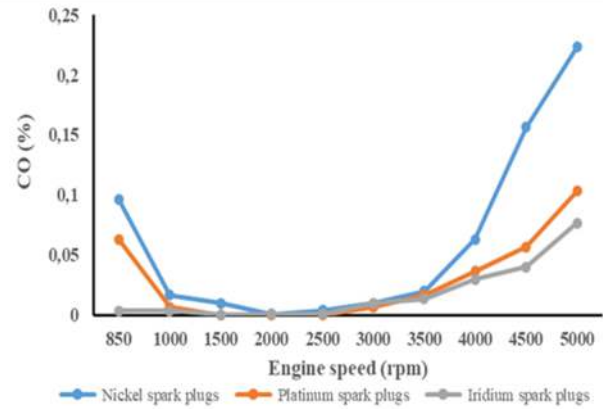
mesin 1000 rpm ke bawah menghasilkan CO yang besar untuk bahan bakar dengan oktan - 88 sedangkan untuk bahan bakar dengan nilai oktan di atas 88 kadar CO-nya rendah. Putaran mesin di atas 3000 rpm meningkatkan kadar CO dan semakin besar putaran mesin maka semakin besar kandungan CO yang dihasilkan, hal ini berlaku untuk semua jenis bahan bakar.



**Gambar 7** Pengaruh nilai oktan terhadap kadar gas CO dengan busi Iridium

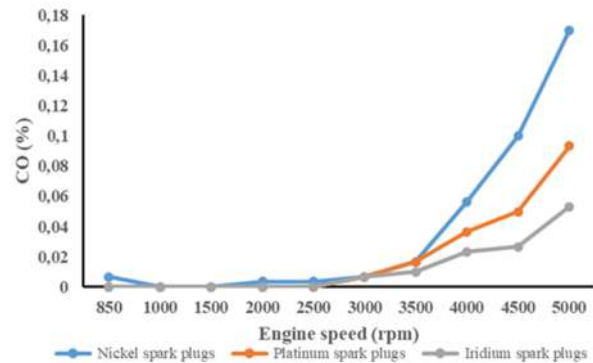
Grafik pada Gambar 7 menunjukkan pengaruh nilai oktan bahan bakar dan putaran mesin dengan menggunakan busi Iridium terhadap kandungan CO yang terkandung dalam gas buang. Bahan bakar dengan oktan - 88 mengeluarkan kandungan CO paling banyak pada gas buang dan semakin tinggi angka oktan, semakin rendah kandungan CO. Putaran mesin dari stasioner hingga 1000 rpm menghasilkan CO yang tidak terlalu banyak untuk bahan bakar dengan oktan - 88 sedangkan nilai oktan diatas 88 memiliki kadar CO yang rendah. Putaran mesin di atas 3000 rpm meningkatkan kadar CO dan semakin besar putaran mesin maka semakin besar kandungan CO yang dihasilkan, hal ini berlaku untuk semua jenis bahan bakar.

Dari ketiga gambar di atas, pengaruh busi menunjukkan bahwa bahan bakar yang baik dengan gas buang memiliki kandungan CO paling rendah. Bahan bakar yang memiliki peringkat oktan tinggi menghasilkan gas CO rendah. Nilai oktan yang tinggi akan lebih tahan terhadap kompresi dan sulit terbakar sehingga pembakaran bisa tepat seperti yang diharapkan. Dengan pembakaran yang lebih baik, energi yang dihasilkan akan meningkat.



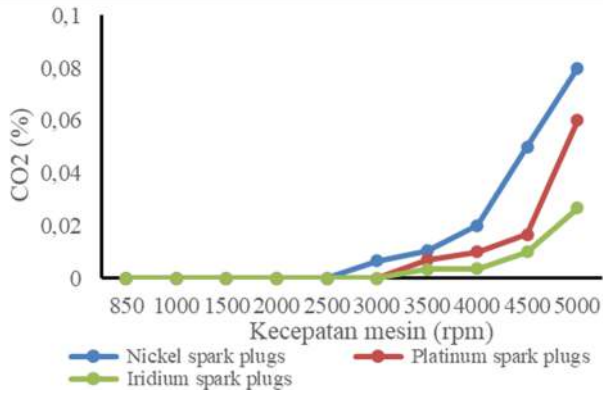
**Gambar 8** Pengaruh busi terhadap kadar gas CO dengan bahan bakar oktan 88

Grafik pada gambar 8 merupakan pengaruh busi dan putaran mesin dengan bahan bakar oktan - 88 terhadap kadar gas CO pada gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm menghasilkan kadar CO yang tinggi dan hal ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan busi Nickel dan Platinum sedangkan dengan busi Iridium tidak demikian. Putaran mesin di atas 3000 rpm kadar CO naik, semakin tinggi putaran mesin kadar CO naik dan ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan segala jenis busi. Kenaikan kadar CO tertinggi pada busi Nickel kemudian busi Platinum dan kenaikan CO terendah pada busi Iridium.



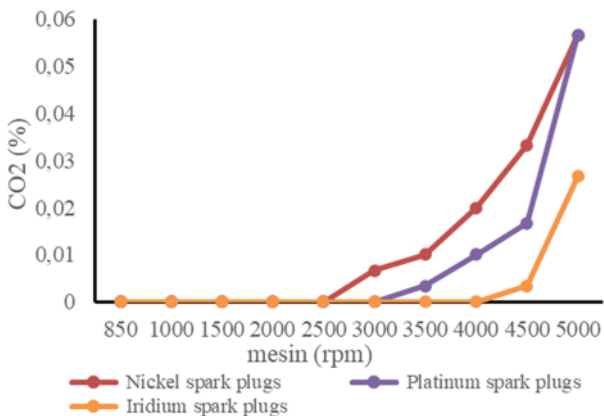
**Gambar 9** Pengaruh busi terhadap kadar gas CO dengan bahan bakar oktan 90

Grafik pada gambar 9 merupakan pengaruh busi dan putaran mesin dengan bahan bakar oktan - 90 terhadap kadar gas CO pada gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm memiliki kadar CO rendah dan terjadi sedikit peningkatan pada kendaraan yang menggunakan busi Nickel sedangkan dengan busi Platinum dan Iridium hal ini tidak terjadi. Putaran mesin di atas 3000 rpm kadar CO naik, semakin tinggi putaran mesin kadar CO meningkat drastis dan ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan busi apapun tetapi kenaikannya tidak setinggi kendaraan yang menggunakan bahan bakar dengan oktan - 88. Kenaikan CO kadar yang paling tinggi pada busi Nickel kemudian pada busi Platinum dan kenaikan CO paling rendah pada busi Iridium.



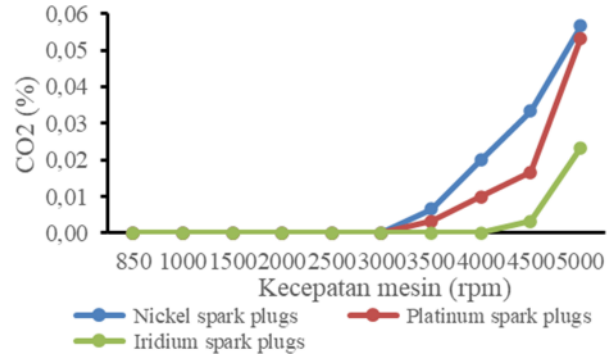
**Gambar 10** Pengaruh busi terhadap kadar gas CO dengan bahan bakar oktan - 92

Grafik pada gambar 10 merupakan pengaruh busi dan putaran mesin dengan bahan bakar oktan - 92 terhadap kadar gas CO pada gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm memiliki kadar CO rendah dan tidak ada peningkatan pada kendaraan yang menggunakan busi apapun. Putaran mesin di atas 3000 rpm kadar CO naik, semakin tinggi putaran mesin kadar CO naik dan ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan busi apapun tetapi kenaikannya tidak setinggi kendaraan yang menggunakan BBM dengan angka oktan 88 dan 90. Kenaikan CO tingkat tertinggi pada busi Nikel kemudian busi Platinum dan busi Iridium memiliki kenaikan CO terendah.



**Gambar 11** Pengaruh busi terhadap kadar gas CO dengan bahan bakar oktan -95

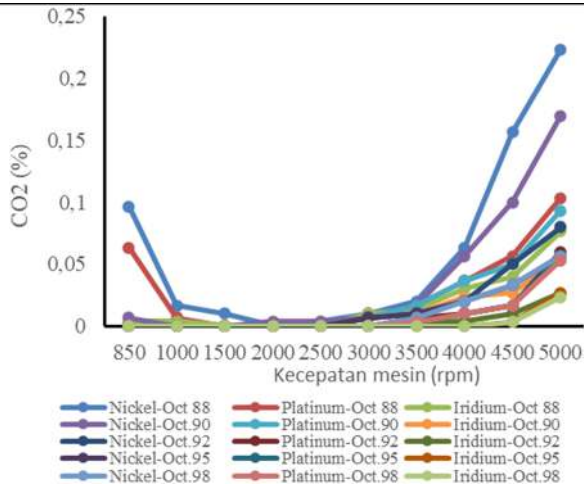
Grafik pada gambar 11 merupakan pengaruh busi dan putaran mesin dengan bahan bakar oktan 95 terhadap kadar gas CO pada gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm memiliki kadar CO rendah dan tidak ada peningkatan pada kendaraan yang menggunakan busi apapun. Putaran mesin di atas 3000 rpm kadar CO naik, semakin tinggi putaran mesin kadar CO naik dan ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan busi apapun tetapi kenaikannya tidak setinggi kendaraan yang menggunakan BBM dengan angka oktan 88, 90 dan 92. Kenaikan kadar CO tertinggi pada busi Nikel kemudian busi Platinum dan kenaikan CO terendah pada busi Iridium.



**Gambar 12** Pengaruh busi terhadap kadar gas CO dengan oktan - 98

Grafik pada Gambar 12 menunjukkan pengaruh busi dan putaran mesin dengan bahan bakar oktan - 98 terhadap kadar gas CO dalam gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm memiliki kadar CO rendah dan tidak ada peningkatan pada kendaraan yang menggunakan busi apapun. Putaran mesin di atas 3000 rpm kadar CO naik, semakin tinggi putaran mesin kadar CO naik dan ini terjadi pada kendaraan yang menggunakan busi apapun tetapi kenaikannya tidak setinggi kendaraan yang menggunakan BBM dengan angka oktan 88, 90, 92 dan 95. Kenaikan kadar CO tertinggi pada busi Nikel kemudian busi Platinum dan terendah pada busi Iridium.

Bahan busi dari Iridium merupakan busi terbaik, karena menghasilkan kandungan gas CO pada emisi yang paling kecil, hal ini dapat disebabkan karena percikan api pada busi ini sangat terang sehingga panas yang dikeluarkan besar sehingga menghasilkan pembakaran bahan bakar yang lebih sempurna. dibandingkan pembakaran menggunakan jenis busi lainnya. Busi platina lebih baik dari busi Nikel karena kandungan gas CO yang dihasilkan lebih kecil, hal ini bisa dikarenakan busi ini memiliki nyala api yang lebih terang sehingga bahan bakar terbakar lebih sempurna. Dari ketiga busi tersebut, yang terbaik adalah tipe Iridium, kedua Platinum dan terendah Nikel. Nyala busi bisa bagus bisa tidak karena disebabkan oleh hambatan listrik yang berbeda, semakin kecil hambatannya maka aliran listrik semakin baik dan nyala api busi semakin terang. Semakin terang nyala busi energi yang dihasilkan akan semakin naik karena kadar CO rendah.



Gambar 13 Pengaruh bahan bakar, busi dan putaran mesin terhadap kadar gas buang CO

Grafik pada gambar 13 merupakan pengaruh bahan bakar, busi dan putaran mesin terhadap kadar gas CO pada emisi gas buang. Putaran mesin di bawah 1000 rpm memiliki kadar CO tinggi yaitu bahan bakar oktan – 88 dengan busi Nickel dan Platinum dan bahan bakar oktan -90 dengan busi Nickel, putaran mesin antara 1000 rpm hingga 3000 rpm gas CO relatif kecil. Putaran mesin di atas 3000 rpm gas CO akan meningkat drastis, semakin tinggi putaran mesin semakin besar kandungan CO di dalam gas buang, besarnya kenaikan gas CO tergantung dari jenis busi dan bahan bakarnya.

Busi Iridium jika dibandingkan dengan busi jenis lain akan menghasilkan gas CO rendah pada putaran mesin dan dengan bahan bakar apapun, menurut Hironori (2000), busi Nickel menghasilkan gas CO paling banyak.

Untuk menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat pengguna jalan khususnya di kota-kota dengan kendaraan yang sangat padat, agar pengendara (pengemudi) mengemudikan kendaraannya dengan putaran mesin antara 1000 rpm sampai dengan 3000 rpm agar gas CO yang keluar dari knalpot tetap terjaga. Seseikit mungkin dan energi yang dihasilkan dapat meningkat. Busi harus dipilih dengan nyala api yang baik, seperti busi yang terbuat dari bahan Iridium, karena busi ini dapat menghasilkan bahan bakar yang sangat baik di dalam silinder. Bahan bakar harus dipilih yang memiliki oktan tinggi, setidaknya bahan bakar dengan oktan – 92 atau lebih.

Saran 1, kendaraan yang menggunakan mesin dengan bahan bakar fosil atau bahan bakar lain yang dapat menimbulkan emisi gas yang menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan sebaiknya dikurangi. Untuk menghindari munculnya gas CO dan gas lainnya dapat dihindari dengan menggunakan sumber energi surya. Irawan B. (2022), sumber besaran energi matahari dapat dihitung dalam waktu satu tahun. Kendaraan yang menggunakan motor listrik dengan sumber energi matahari merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan lingkungan.

Saran 2, sebaiknya semua kendaraan berbahan bakar bensin dilengkapi dengan sensor gas CO yang terpasang pada knalpot, tujuannya agar pengemudi mengetahui kadar gas CO. Dengan demikian, pengemudi dapat memilih putaran mesin untuk gas CO rendah dan efisiensi energi tinggi. Keuntungan lainnya adalah penghematan bahan bakar.

## 5. KESIMPULAN

Mesin kendaraan tidak diubah dan tidak dimodifikasi, tidak mencampur bahan bakar dengan bahan lain, tidak menyesuaikan pengaturan mesin, dapat mengurangi emisi gas CO sehingga efisiensi energi meningkat yaitu dengan mengendarai kendaraan berbahan bakar bensin pada putaran mesin antara 1000 rpm hingga 3000 rpm. Lebih sempurna lagi agar kadar gas CO rendah yaitu dengan menggunakan busi Iridium dan bensin menggunakan angka oktan 92 atau lebih.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Akimoto Hajime, (2003). Global Air Quality and Pollution, *Science* 05 Dec 2003: Vol. 302, Issue 5651, pp. 1716-1719, DOI: 10.1126/science.1092666.
- Arpit Dubey, Akshay Pareta, and Pawan Sharma, (2014). Study of Multiple Spark Ignition Engines with Single Spark Ignition Engines on the Basis of Engine Efficiency and Emission Characteristics Size, *International Journal of Current Engineering and Technology* ISSN 2277 - 4106 © 2014 INPRESSCO.
- Aswin Giri J, S Karthikeyan, M Gokul Raj. (2021). Effect of ambient concentration of carbon monoxide (CO) on the in-vehicle concentration of carbon monoxide in Chennai, India. *Environ. Eng. eISSN 2005-968X. Res.* 2021; 26(3): 200165. <https://doi.org/10.4491/eer.2020.165>.
- Curtis JR, Westfall AO, Allison J, Bijlsma JW, Freeman A, George V, Kovac SH, Spettell CM, Saag KG, (2006). Population-based assessment of adverse events associated with long-term glucocorticoid use, *Arthritis Rheum.* 2006 Jun 15;55(3):420-6. PMID: 16739208 DOI: [10.1002/art.21984](https://doi.org/10.1002/art.21984).
- Darrell D. Ebbing and Steven D. Gammon, (2009). *General Chemistry*, Copyright © 2009 by Houghton Mifflin Company. All rights reserved.
- Elfasakhany.(2013). Investigation on performance and emissions characteristics of an internal combustion engine fuelled with petroleum gasoline and a hybrid methanol gasoline fuel, *IJET-IJENS* 13 (2013) 24e43.
- Gravalos, D. Moshou, T. Gialamas, P. Xyradakis, D. Kateris, Z. Tsiropoulos. (2001). Performance and Emission Characteristics of Spark Ignition Engine Fuelled with Ethanol and Methanol Gasoline Blended Fuels, *Alternative Fuel*, 2001. ISBN: 978-953-307-372-9.
- Haeng Muk Cho and Bang-Quan He, (2009). Combustion and Emission Characteristics of a Natural Gas Engine under Different Operating Conditions, *Environ. Eng. Res.* Vol. 14, No. 2, pp. 95~101, 2009, Korean Society of Environmental Engineers.
- Handa PK, Tai DY, (2005). Carbon monoxide poisoning: a five year review at Tan Tock Seng Hospital, Singapore, [Ann Acad Med Singapore.](https://doi.org/10.1111/j.1472-2875.2005.00111.x) 2005 Nov;34(10):611-4.

- Hironori Osamura, (2000).** Development of long life and High Ignitability Iridium Spark Plug, Seoul 2000 FISITA World Automotive Congress Juni 12 – 15, 2000, seoul Korea.
- Huang Dao-Yi, Jer-Huan Jang, Po-Han Lin, Bo-Han Chen, (2017).** Effect of ignition timing on the emission of internal combustion engine with syngas containing hydrogen using a spark plug reformer system, The 8<sup>th</sup> International Conference on Applied Energy IC/AE2016, Energy Procedia 105 (2017) 1570 – 1575.
- Irawan Bambang, (2017).** Perhitungan Energi Pembakaran Bahan Bakar di Dalam Silinder Mesin Bensin Perhitungan Energy Pembakaran Bahan Bakar mesin Bensin (Calculation of Fuel Combustion Energy in the Gasoline Engine Cylinders). Prosiding SNTT 2017 – Politeknik Negeri Malang Volume 3 – ISSN: 2476-9983.
- Irawan, B., Wirawan, W., Ikawanty, B. A., Takwim, A. (2022).** Analysis of the season effect on energy generated from hybrid PV/WT in Malang Indonesia. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (8 (119)), 70–78. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266082>
- Irawan B. Y A Winoko. E. Puspitasari and T Dwiyono. (2021).** Analysis of fuel pressure on the performance of motorcycle engine with ethanol fuel, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1073 (2021) 012081, doi:10.1088/1757-899X/1073/1/012081.
- Khan T.A., R. Shaikh, (2016).** Performance and Emission Analysis of Two Stroke Dual Sparkplug SI Engine, *IOSR Journal of Mechanical & Civil Engineering (IOSRJMCE)* e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X PP 50-53.
- Koç M., Y. Sekmen, T. Topgu, H.S. Yu. (2009).** The effects of ethanol unleaded gasoline blend on engine performance and exhaust emissions in a spark-ignition engine, *Renew. Energy* 34 (2009) 2101-2106. (79).
- Kumara Kirana M, (2016).** Performance And Emission Characteristics of Spark Ignition Engine Fuelled With Ethanol, Methanol And Isobutanol Gasoline Blended Fuels: A review, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)* Volume 7, Issue 6, November–December 2016, pp.399–409, Article ID: IJMET-07-06-038.
- Lukas Tunka, Adam Polcar, (2017).** Effect Of Various Ignition Timings On Combustion Process And Performance Of Gasoline Engine, *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Volume 65 58 Number 2, 2017, <https://doi.org/10.11118/actaun201765020545>.
- Narasimha Bailkeri, Krishna Prasad S, Shrinivasa Rao B.R, (2013).** Performance Study on Twin Plug Spark Ignition Engine at Different Ignition Timings, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, India Online ISSN: 2319-7064, Volume 2 Issue 8, August 2013.
- Oderinde Olayinka K. Babajide Samuel O. Adeofun Clement O. Liu Shunli and Akinyemi Olufunso. (2016).** Investigating the Vehicular Carbon Monoxide Concentration in the Central Region of Ogun State, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* e-ISSN: 2319-2402, p-ISSN: 2319-2399. Volume 10, Issue 5 Ver. I (May. 2016), PP 90-98.
- Prockop LD, Chichkova RI, (2007).** Carbon monoxide intoxication: an updated review, *Journal Neurol Science*. 2007 Nov 15;262(1-2):122-30. Epub 2007 Aug 27, PMID: 17720201 DOI: [10.1016/j.jns.2007.06.037](https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.037).
- Rice R.W., A.K. Sanyal, A.C. Elrod, R.M. Bata.(1991).** Exhaust gas emissions of butanol, ethanol, and methanol-gasoline blends. *J. Eng. Gas Turbine Power* 11 (1991) 337e381.
- Rosli Abu Bakar and Beny Cahyono, (2011).** Effect of Fuel Properties on Exhaust Emissions during Warm-Up Process, *Energy Research Journal* 2 (1): 1-5, 2011 ISSN 1949-0151.
- Sadaf Sobhani, (2016).** Air pollution from Gasoline Powered Vehicles and the Potential Benefits of Ethanol Blending, *Energy Future Coalition United Nations Foundation*, October 2016.
- Saud Binjuwair, Taib Iskandar Mohamad, Ahmed Almaleki, Abdullah Alkudsi, Ibrahim Alshunaifi. (2015).** The effects of research octane number and fuel systems on the performance and emissions of a spark ignition engine: A study on Saudi Arabian RON91 and RON95 with port injection and direct injection systems, *Fuel*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2015.05.041>, 0016-2361/2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Stump, F.D, Knapp K.T, Ray W.D, Siudak P. Snow R. (1996).** Influence of ethanol blended fuels on the emissions from three pre-1985 light-duty passenger vehicles. *J Air Waste Mgmt Assoc*, Vol.46, pp. 1149–1161.