

**UTA'45**

— Jakarta —

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 JAKARTA

# JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

OPTIMASI DESAIN PADA DINDING *FURNACE* DENGAN TEMPERATUR KERJA 1000 °C  
(Khoirudin<sup>1</sup>, La Ode Mohammad Firman<sup>2</sup>)

PERENCANAAN SISTEM PENYEGARAN UDARA UNTUK RUANG KELAS FAKULTAS  
TEKNIK UTA'45 JAKARTA  
(Audri Deacy Cappenberg)

DESAIN *SLIDE ADJUSTER* KURSI TRUK MENGGUNAKAN METODE TRIZ  
(Choirul Anwar<sup>1</sup>, Budhi M. S., Susanto S<sup>2</sup>)

PENGARUH PENAMBAHAN OKSIGENAT PADA SOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG  
MESIN DIESEL  
(Yos Nofendri)

KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS ANTARA TIGA PRODUK MANUFAKTUR ELEKTRODA  
E6013  
(Basori<sup>1</sup>, Ferry Budhi Susetyo<sup>2</sup>)

PROTOTYPE ALAT BEJANA PEMBAKARAN  
(Sugeng Priyanto)



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 JAKARTA



9 772502 843003

Jurnal Kajian Teknik  
Mesin

Vol. 3

No. 1

Hal. 1-56

September 2017 –  
Maret 2018

E-ISSN 2502-8430

# JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-8430

---

## Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Mesin

### Pemimpin redaksi

Andi Saidah

### Dewan Redaksi

Sri Endah Susilowati  
Harini  
Audri Deacy Cappenberg  
Yos Nofendri  
Didit Sumardiyanto

### Redaksi Pelaksana

M. Fajri Hidayat

### English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

### Staf Sekretariat

Dani  
Suyatno

### Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Mesin universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia  
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

# JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-8430

---

## DAFTAR ISI

<b>OPTIMASI DESAIN PADA DINDING <i>FURNACE</i> DENGAN TEMPERATUR KERJA 1000 °C</b>	1
(Khoirudin <sup>1</sup> , La Ode Mohammad Firman <sup>2</sup> )	
<b>PERENCANAAN SISTEM PENYEGARAN UDARA UNTUK RUANG KELAS FAKULTAS TEKNIK UTA'45 JAKARTA</b>	9
(Audri Deacy Cappenberg)	
<b>DESAIN <i>SLIDE ADJUSTER</i> KURSI TRUK MENGGUNAKAN METODE TRIZ</b>	21
(Choirul Anwar <sup>1</sup> , Budhi M. S., Susanto S <sup>2</sup> )	
<b>PENGARUH PENAMBAHAN OKSIGENAT PADA SOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL</b>	30
(Yos Nofendri)	
<b>KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS ANTARA TIGA PRODUK MANUFAKTUR ELEKTRODA E6013</b>	40
(Basori <sup>1</sup> , Ferry Budhi Susetyo <sup>2</sup> )	
<b>PROTOTYPE ALAT BEJANA PEMBAKARAN</b>	46
(Sugeng Priyanto)	

## PENGARUH PENAMBAHAN OKSIGENAT PADA SOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL

Yos Nofendri

Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
yos.nofendri@uta45jakarta.ac.id

### ABSTRAK

Penurunan kualitas udara pada bumi terus menurun. Ini disebabkan oleh polusi udara semakin lama semakin meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan juga menjadi salah satu penyebab menurunnya kualitas udara. Penegakan aturan yang ketat dalam pengendalian pencemaran pada emisi gas buang semakin diperketat. Oleh itu diperlukan suatu bahan bakar kendaraan yang dapat mengurangi emisi gas buang pada kendaraan. Pada saat sekarang ini pencarian bahan bakar ramah lingkungan difokuskan dengan menggunakan aditif berbahan dasar alami. Dengan demikian perlu diteliti penambahan aditif ditambahkan ke minyak solar, dengan tujuan untuk mengurangi emisi gas buang. Sebuah mesin diesel satu silinder telah digunakan yang digabungkan *gas analyzer* Bosc tipe BEA 150 / 250 / 350. Oksigenat berbahan dasar nabati digunakan sebagai aditif dalam bahan bakar diesel dengan campuran 1% - 5% volume. Tes emisi gas buang dilakukan pada kecepatan antara 900 - 1.700 rpm dan kondisi beban penuh. Percobaan dilakukan untuk mendapatkan parameter emisi gas buang. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan aditif oksigenat sebanyak 1 % bisa menurunkan jelaga 30%, meningkatkan CO<sub>2</sub> sebanyak 5%, menurunkan CO 35% dan peningkatan NO<sub>x</sub> sebanyak 9% dibanding solar murni.

**Kata Kunci** : Mesin diesel, Oksigenat, Emisi Gas Buang

### ABSTRACT

Decline in air quality on earth continues to occur. One of its causes is air pollution which is the mistake of vehicle exhaust emissions. Strict enforcement of pollution control on exhaust emissions is one way to control exhaust emissions. It is therefore necessary to fuel a vehicle that can reduce exhaust emissions on vehicles. At the present time this environmentally friendly fuel search is focused using natural based additives. Thus it is necessary to examine the addition of additives added to the diesel oil, with the aim of reducing exhaust emissions. A single-cylinder diesel engine has been used which incorporates a BEA 150/250/350 Bosc gas analyzer. Vegetable oxygenates are used as additives in diesel fuel with a mixture of 1% - 5% by volume. The exhaust emission test is carried out at speeds between 900 - 1,700 rpm and full load conditions. The experiment was conducted to obtain the parameters of exhaust emissions. The experimental results show that the addition of 1% oxygenate additive can decrease carbon 30%, increase CO<sub>2</sub> by 5%, decrease CO 35% and increase NO<sub>x</sub> by 9% compared to pure diesel.

**Keyword** : Diesel Engine, Oxygenat, Emmision Engine

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan solar sebagai bahan bakar mesin diesel menghasilkan emisi gas buang dengan kandungan jelaga / asap hitam, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, hidrokarbon dan partikulat-partikulat. Gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan di Indonesia masih berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia. Untuk mengurangi laju polusi udara ini maka perlu dilakukan perbaikan pada mesin diesel dan bahan bakar solar. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas buang seperti NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan partikulat adalah dengan meningkatkan *Cetane Number* (CN) pada solar dan menambah kandungan oksigen dalam solar. (Heywood 2002)

Additif adalah zat yang ditambahkan ke dalam bahan bakar untuk memberikan efek pada peningkatan prestasi mesin. Aditif ditambahkan ke dalam bahan bakar yang digunakan untuk

mendapatkan efek pengurangan ketukan pada mesin (engine knocking), juga memberikan penghematan konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang berbahaya (Wartawan 1997). Beberapa jenis aditif yang ditambahkan ke bahan bakar diesel yang digunakan untuk meningkatkan kinerja dan meningkatkan kualitas bahan bakar seperti amil nitrat, butil nitrat, etil eter dan asam lemak. Aditif dalam diesel dapat meningkatkan angka setana (*cetane number*) bahan bakar. Aditif untuk bahan bakar diesel memiliki banyak kegunaan dan efek. Hal ini efektif untuk meningkatkan kinerja mesin dan mengurangi emisi gas buang

Konsumsi bahan bakar adalah hal yang sangat penting dan telah menjadi perhatian utama dan mendesak pemerintah di negara-negara maju yang telah membuat undang-undang dan peraturan yang berkaitan dengan masalah pencemaran dengan mewujudkan sebuah undang-undang yaitu Kyoto Protokol. Undang-undang ini menyebabkan produsen kendaraan yang terlibat menurunkan konsumsi bahan bakar dengan merancang mesin yang lebih baik, yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar dan mengurangi polusi. Produsen bahan bakar dan aditif, juga bekerja keras mempelajari bahan bakar alternatif atau bahan bakar aditif dicampur diesel yang dapat memberikan penghematan bahan bakar dan pengurangan biaya operasional kendaraan

## 2. KAJIAN LITERATUR

Mayoritas bahan bakar diesel yang terdiri dari 75% hidrokarbon jenuh (mengandung iso parafin dan parafin cyclo) dan 25% hidrokarbon aromatik (terdiri dari naftalena dan alkil benzena). Di dalam ruang bakar, injeksi bahan bakar diesel dan harus dicampur dengan udara panas terkompresi sebelum pembakaran terjadi. Pengapian dari kualitas bahan bakar dapat digambarkan sebagai tingkat kesiapan untuk api ketika injeksi ke ruang bakar. Kualitas pengapian bahan bakar rendah akan memakan waktu lebih lama untuk membakar dibandingkan dengan bahan bakar pengapian berkualitas tinggi. Oleh karena itu, bahan bakar berkualitas rendah akan menyebabkan terjadinya ketukan (*engine knocking*) pada proses pembakaran yang bisa membahayakan mesin. (Teguh Budi 2011)

Kualitas pengapian tergantung dari bilangan setana bahan (*cetane number*) bakar dan efek penundaan pengapian (*ignition delay*). bilangan setana pada bahan bakar solar adalah metode yang paling umum digunakan untuk mengukur kualitas pengapian bahan bakar diesel. Standar penomoran setana berdasarkan pada senyawa setana yaitu sejenis bahan kimia yang memiliki kualitas pengapian tertinggi, dan diberi nilai 100, sementara alfa-metilnaptalena adalah jenis bahan bakar kimia yang memiliki kualitas pengapian sangat rendah dan diberikan nilai (Shahabuddin 2012). Nomor setana yang biasa digunakan di Indonesia adalah antara 45-55. Selain itu ciri dan karakteristik bahan bakar solar juga di tunjuk kan oleh sifat-sifatnya yang lain yaitu Viskositas, Berat Jenis, Nilai Kalor Pembakaran, Volatilitas, Kadar Residu Karbon, Kadar Air dan Sedimen, Indeks Diesel, Titik Embun, Kadar Sulfur, Titik nyala (flash point) (Suyanto 2012)

## 3. METODE PENELITIAN

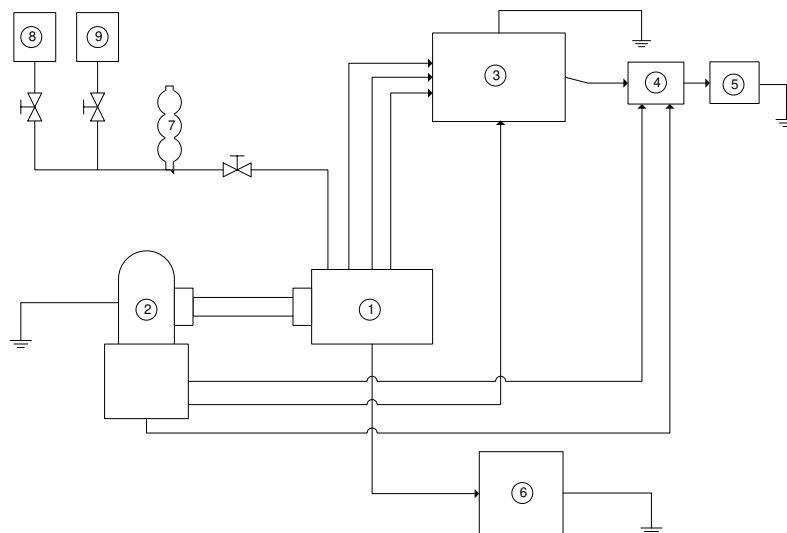
Emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan solar biasa dan solar-oksigenat perlu diteliti. Alat dan bahan diperlukan untuk mengetahui parameter emisi gas buang yang akan dianalisa.

### 3.1 Bahan Bakar

Pada penelitian ini menggunakan bahan bakar solar yang dikeluarkan oleh Pertamina jenis biosolar. Bahan bakar solar akan dicampur dengan aditif oksigenat yang bertujuan untuk memperkaya kandungan oksigen pada bahan bakar. Variasi campuran yang diuji terdiri dari 6 jenis bahan bakar yaitu bahan bakar murni, campuran solar dan 1% aditif, 2% aditif, 3% aditif, 4% aditif dan 5% aditif. Aditif yang digunakan berbahan dasar asam oleat yang telah diolah sehingga bisa menjadi aditif oksigenat bagi bahan bakar solar.

### 3.2 Alat dan Bahan

Peralatan pengujian dan mesin digunakan dalam penelitian ini adalah mesin diesel silinder tunggal. Gambar 3.1 menunjukkan bagian utama dari mesin yang digunakan dalam pengambilan data. Bagian utama adalah mesin diesel silinder tunggal, dynamometer eddy current, papan control, dan gas analyzer.



1. Mesin Diesel	6. Gas Analyzer Bosch
2. Dynamometer	7. Gelas Ukur
3. Tesbed Mesin Dan Dynamometer	8. Tangki Bahan Bakar Solar
4. Sensor data IMC	9. Tangki Bahan Bakar Campuran
5. Komputer	

Gambar 3.1 : Komponen utama pengujian

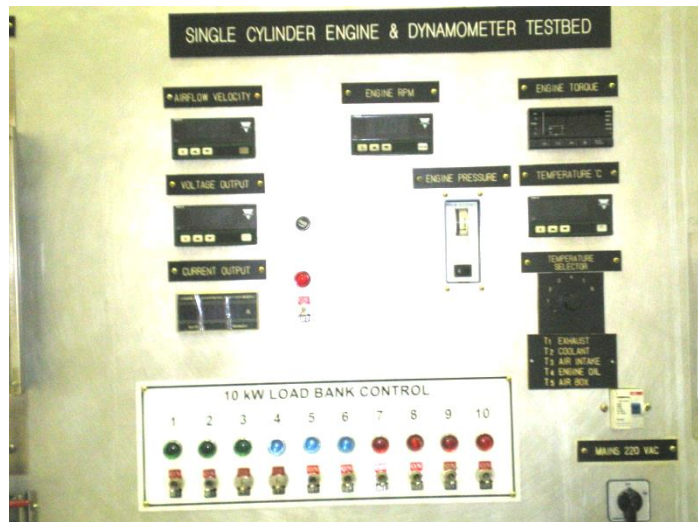
#### 3.2.1 Mesin dan dynamometer

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin

model	TF 90
jenis	Horizontal, air-cooled, 4-Tak
sistem pembakaran	Direct Injection
jumlah silinder	1
Bore x stroke (mm)	85 x 87
Displacement (l)	0.493

nomor mesin	046694
Count output	6.3 kW (8.5 PS)/ 2400 Rpm
Max output	7.0 kW (9.5 PS)/2400 Rpm
sistem pendingin	Radiator
sistem permulaan	Manual

3.2.2 Unit control



Gambar 3.2 Mesin dan dynamometer tesbed Model TM-1901-SCE



Gambar 3.3 Komputer penyimpan data



Gambar 3.4 IMC Data Logger

### 3.2.3 Gas analyzer

Jadual 4.2 Kalibrasi Penganalisis Gas Bosch

Parameter	Julat	Kejituan
CO	0.000...10.00% by vol	0.001 % by vol
CO <sub>2</sub>	0.00 ... 18.00 % by vol	0-2000 ppm
HC	0 ...9999 ppm vol	1 ppm vol
O <sub>2</sub>	0.00 ...22.00 % by vol	1 ppm vol
Lamda	0.500 ... 9.999	0.001
CO <sub>vrai</sub>	0.00 ... 10.00 % by vol	0.01
NO	0 ... 5000 ppm vol	1 ppm vol
Jelaga	0 – 100 %	0.1 %

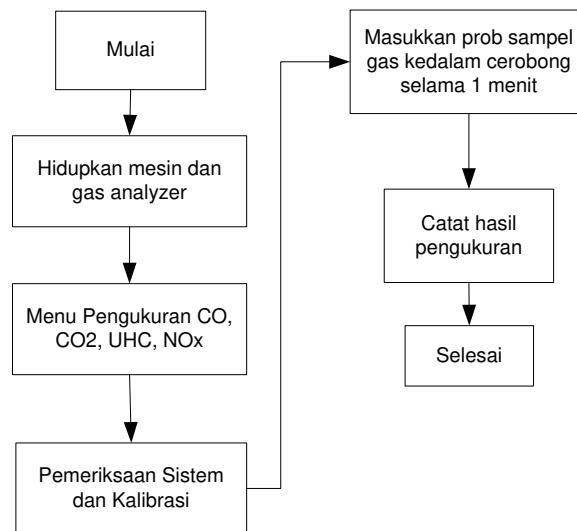


Gambar 3.5 Alat pengukur emisi gas buang

### 3.3 Metode Pengujian Emisi Gas Buang

Pada percobaan ini, Parameter kinerja yang akan dilakukan adalah menghitung emisi gas buang solar murni, dibandingkan dengan solar yang dicampur dengan aditif oksigenat sebanyak 1 %, 2%, 3 %, 4% dan 5 % zat aditif dengan kecepatan 900 Rpm sampai dengan 1700 Rpm dengan jarak 200 Rpm dengan beban penuh (*full load*). Mesin yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu mesin diesel dengan 1 silinder Yanmar jenis TF 90 yang tersambung dengan *gas analyzer* Bosc tipe BEA 150 / 250 / 350

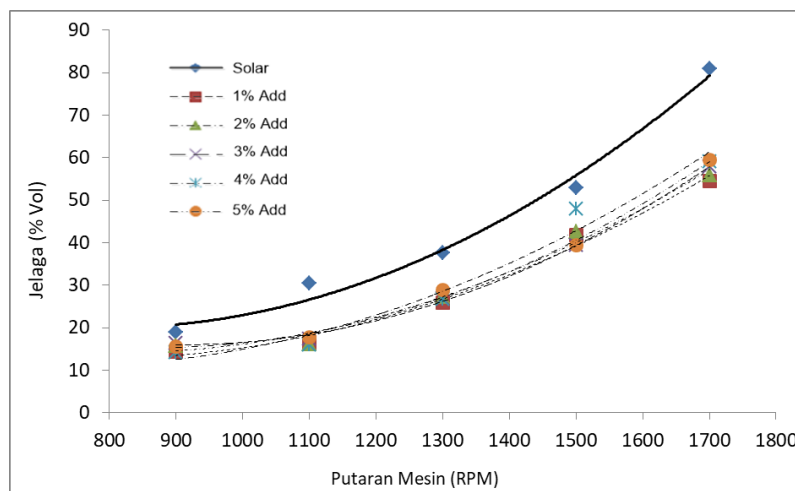




Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Jelaga

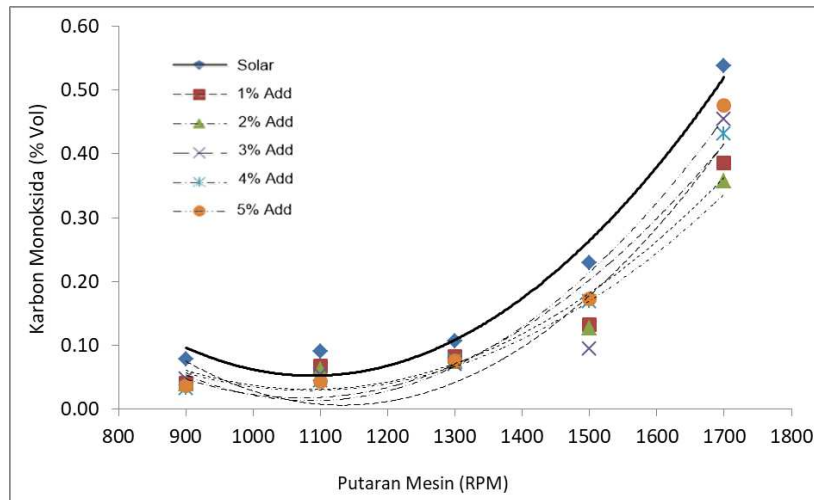


Gambar 4.1 Grafik Jelaga (Soot) vs Putaran Mesin Dengan variasi bahan bakar

Jelaga merupakan hasil pembakaran solar terdiri dari partikel-partikel karbon yang tidak terbakar yang terlihat bersama emisi gas buang sebagai asap hitam. Gambar 4.1 menunjukkan efek emisi jelaga solar murni mempunyai persentase volume yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan semua bahan bakar campuran. Penurunan terbanyak terjadi pada campuran aditif oksigenat sebanyak 1%. Jelaga mengalami penurunan yang signifikan yaitu sebanyak 30% jika dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Hal ini berarti penambahan aditif oksigenat bisa membuat pembakaran lebih sempurna jika dibandingkan dengan bahan bakar murni pada keadaan mesin beban penuh (full load)

Hasil emisi jelaga pada penelitian ini yang tertinggi terjadi pada putaran mesin 1700Rpm dengan menggunakan bahan bakar solar murni maupun bahan bakar solar campuran. Ini dikarenakan putaran mesin tinggi, waktu untuk merubah fase bahan bakar dari uap ke gas berkurang.

### 4.2 Carbon Monoksida

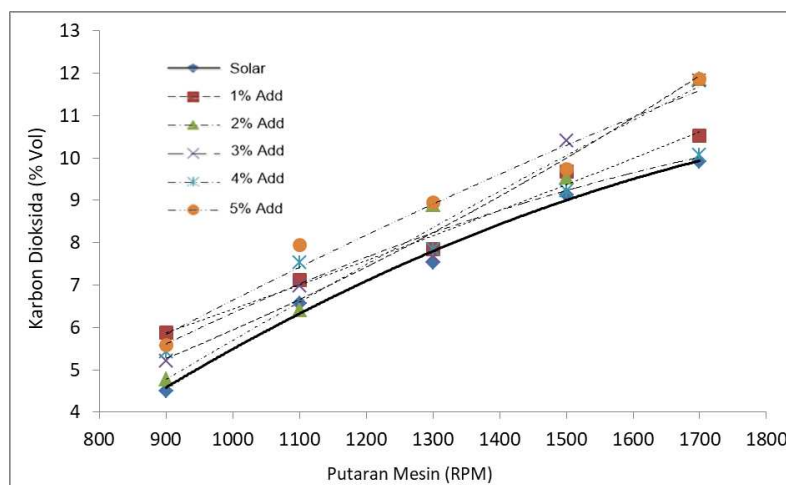


Gambar 4.2 Grafik Karbon Monoksida vs Putaran Mesin Dengan variasi bahan bakar

Level emisi CO dapat diminimumkan dengan proses oksidasi yang lengkap yang dapat menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. Faktor-faktor yang bisa mewujudkan proses ini berlangsung adalah suhu yang tinggi, kandungan oksigen yang cukup, tekanan yang tinggi dan waktu pembakaran yang panjang (Sathiyamoorthi 2017)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa garis grafik bahan bakar solar murni berada pada titik tertinggi dibandingkan dengan bahan bakar campuran 1% - 5% aditif. Keadaan ini berarti penambahan aditif oksigenat bisa menurunkan kadar emisi gas buang karbon monoksida dibandingkan dengan solar murni. Pada putaran mesin rendah ke putaran mesin sedang atau 1300 Rpm kebawah, kandungan emisi CO menurun, sedangkan pada putaran tinggi yaitu 1500Rpm – 1700Rpm terjadi kenaikan emisi CO pada semua jenis bahan bakar. Fenomena ini juga terjadi karena berkurangnya waktu yang diperlukan untuk gasifikasi bahan bakar didalam ruang bakar pada putaran mesin tinggi.

### 4.3 Karbon Dioksida

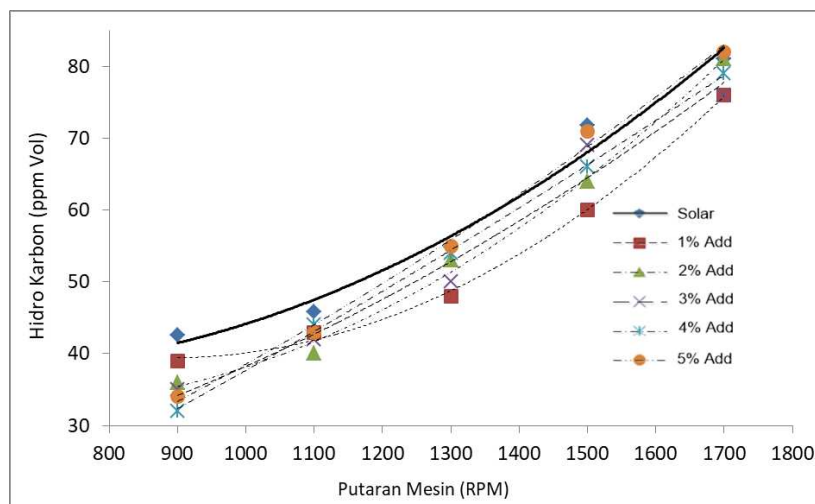


Gambar 4.3 Grafik Karbon Dioksida vs Putaran Mesin Dengan variasi bahan bakar

Proses pembakaran bahan bakar menggunakan oksigen ( $O_2$ ) akan menghasilkan senyawa karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ). adapun senyawa lain seperti karbon monoksida ( $CO$ ), hidro karbon ( $HC$ ) dan unsur carbon ( $C$ ) terhasil dari pembakaran yang tidak sempurna karena kekurangan oksigen ( $O_2$ ). Hasil emisi gas buang karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang banyak menunjukkan bahwa pembakaran bahan bakar terjadi dalam keadaan lebih sempurna dengan udara atau oksigen yang cukup. (Qi 2015)

Grafik 4.3 menunjukkan hasil keluaran emisi karbon dioksida pada berbagai campuran bahan bakar dengan putaran mesin yang berbeda-beda. Secara umum dapat dilihat, pencampuran aditif oksigenat dapat menaikan sedikit emisi karbon dioksida di setiap campuran bahan bakar aditif oksigenat. Peningkatan emisi  $CO_2$  pada campuran 1% - 2% aditif telah memberikan dampak lebih positif pada putaran mesin rendah yang memberikan sedikit peningkatan sebanyak 5%. Peningkatan emisi  $CO_2$  dan penurunan  $CO$  pada proses pembakaran menunjukkan proses pembakaran tersebut lebih sempurna.

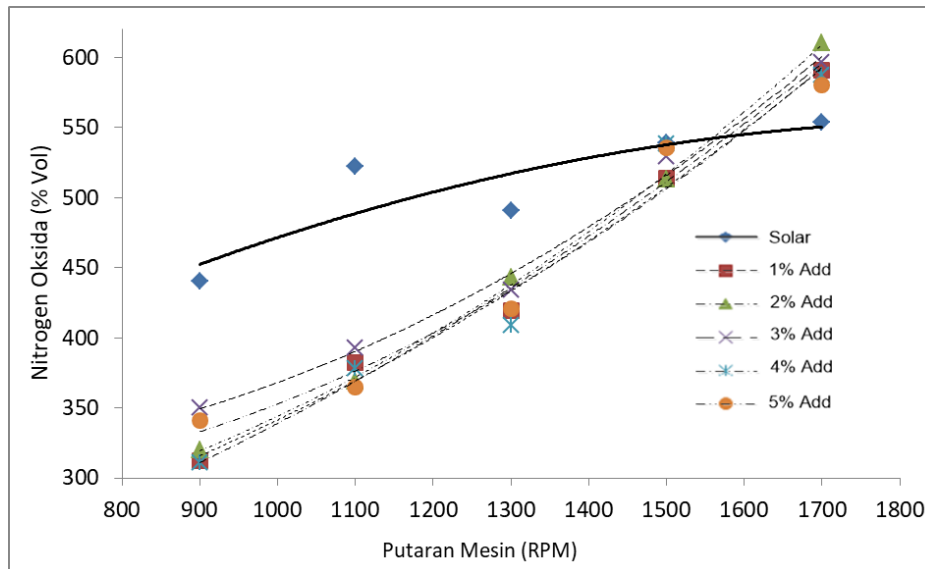
#### 4.4 Hidro Karbon



Gambar 4.4 Grafik Hidrokarbon vs Putaran Mesin Dengan variasi bahan bakar

Gambar 4.4 menunjukkan keluaran emisi hidro karbon yang tidak terbakar pada berbagai putaran mesin disemua jenis bahan bakar. Grafik pada gambar 4.4 menunjukkan terjadi penurunan hidrokarbon pada penambahan aditif sebanyak 1 % sampai dengan 5%. Penurunan yang paling besar terjadi pada penambahan aditif sebanyak 1% dimana hidrokarbon turun sebanyak 13% jika dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Fenomena ini menunjukkan bahwa penambahan aditif oksigenat pada penelitian ini dapat menambahkan kadar oksigen untuk memperbaiki kualitas pembakaran pada ruang bakar. Selain itu gambar 4.4 juga menunjukkan jumlah keluaran emisi hidrokarbon meningkat seiring meningkatnya putaran mesin pada semua jenis bahan bakar

### 4.5 Nitrogen Oksida



Gambar 4.5 Nitrogen Oksida vs Putaran Mesin Dengan variasi bahan bakar

Gambar 4.5 menunjukkan grafik keluaran emisi gas buang jenis nitrogen oksida (NOx) di berbagai putaran mesin pada semua jenis bahan bakar. Grafik pada gambar 4.5 menunjukkan terjadi penurunan nitrogen oksida (NOx) pada semua penambahan aditif oksigenat pada bahan bakar solar. Penambahan aditif oksigenat bisa menurunkan suhu pembakaran dan bisa menurunkan waktu penguapan atau gasifikasi pada suhu tinggi. Hal ini bisa menurunkan kadar emisi NOx. Jumlah keluaran emisi NOx sangat dipengaruhi oleh kenaikan suhu pada proses pembakaran (Shaafi 2015). Grafik 4.5 menunjukkan terjadi kenaikan emisi NOx seiring dengan penambahan putaran mesin karena penambahan putaran mesin akan menaikkan tekanan dan suhu pada ruang bakar.

### 5. KESIMPULAN

Penambahan aditif oksigenat pada penelitian ini telah memberikan efek positif terhadap emisi gas buang mesin diesel jika dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Pada emisi jelaga, penambahan aditif oksigenat sebanyak 1 % dapat menurunkan 30% emisi jelaga, pada emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) terjadi peningkatan sebanyak 5%. Ini juga terjadi pada penambahan aditif oksigenat sebanyak 1%. Untuk emisi karbon monoksida (CO), terjadi penurunan sebanyak 36% pada penambahan aditif sebanyak 2%. Sedangkan penambahan sebanyak 1% bisa mengurangi emisi CO sebanyak 35%. Pada NOx terjadi pengurangan pada semua campuran bahan bakar pada putaran rendah. Sedangkan pada putaran tinggi terjadi peningkatan nitrogen oksida yang dipengaruhi oleh suhu yang tinggi pada putaran tinggi. Pada penambahan sebanyak 1% bisa mengurangi emisi nitrogen oksida sebanyak 9% pada semua tingkat putaran mesin. Dari fenomena diatas, dapat dilihat bahwa penambahan aditif oksigenat sebanyak 1% pada bahan bakar solar lebih memberikan efek positif terhadap emisi gas buang jika dibandingkan dengan kadar penambahan aditif lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Heywood, John B. *Internal Combustion Fundamental*. London: Mc Grawhill, 2002.
- Qi, D. H., K. Yang, D. Zhang, and B. Chen. "Combustion and emission characteristics of diesel-tung oil-ethanol blended fuels ." *Applied Thermal Engineering 111*, 2015: 927-935.
- Sathiyamoorthi, R., and G. Sankaranarayanan. "The effects of using ethanol as additive on the combustion and emissions of a direct ." *Renewable Energy 101*, 2017: 747-756.
- Shaafi, T., and R. Velraj. "Influence of alumina nanoparticles, ethanol and isopropanol blend as additive with diesel- soybean biodiesel blend fuel: Combustion, engine performance and emissions." *Renewable Energy 80*, 2015: 655-663.
- Shahabuddin, M., H. H. Masjuki, M. Ali Kalam, M. Mofijur, M. Ali Hazrat, and A. M. Liaquat. "Effect of additive on performance of CI engine fuelled with bio diesel." *Energy Procedia 14*, 2012: 1624-1629.
- Suyanto, Wardan, Budi Tri Siswanto, and Muhkamad Wakid. "Karakterisasi Bahan Bakar Pada Motor Diesel." *Jurnal Penelitian Saintek 20, no. 1.*, 2012.
- Teguh Budi, S. A., Mohruni, A. S., & Arifin, A. "Studi Eksperimental Optimalisasi Campuran Bahan Bakar Solar dengan Crude Jatropha Oil (CJO) ." *In Proceeding of The 10th National Seminar of Mechanical Engineering (SNTTM X)*. Malang: Mechanical Engineering Department, Bariwijaya University, 2011. 112-119.
- Wartawan, Anton. L. *Bahan Bakar Mesin Otomotif*. Jakarta: Universitas Trisakti, 1997.