

## Uji Prestasi Mesin Diesel berbahan bakar Pertamina Dex dan Campuran Minyak Jarak

Muktar Sinaga, Haris Fidriansyah

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

[muktar.sinaga@uta45jakarta.ac.id](mailto:muktar.sinaga@uta45jakarta.ac.id)

### **Abstrak**

*Semakin berkurangnya bahan bakar minyak bumi (BBM) yang terjadi mendorong dilakukannya penelitian untuk mengembangkan dan memanfaatkan sumber bahan bakar non fosil sebagai sumber energi alternatif. Salah satunya minyak jarak sebagai bahan campuran ke dalam bahan bakar Pertamina Dex. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh penambahan minyak jarak sebagai bahan bakar yang dicampurkan ke dalam Pertamina Dex sebanyak 5%, 10% dan 15%. Meneliti penggunaan bahan bakar untuk mengetahui perbandingan prestasi mesin ketika menggunakan Pertamina Dex dan campuran minyak jarak. Penelitian ini menggunakan motor diesel dan disambungkan dengan hidrobrake untuk mengetahui performa mesin yaitu Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi Termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak jarak ke dalam Pertamina Dex dapat menurunkan performa mesin yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian disarankan untuk memodifikasi karakteristik minyak jarak agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Minyak jarak itu sendiri mempunyai persediaan yang cukup banyak, sehingga sedikit demi sedikit mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi*

**Kata kunci:** Motor Diesel, Minyak Jarak, Performa Mesin, Pertamina Dex

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya daya beli masyarakat akan kendaraan bermotor khususnya kendaraan roda dua dan empat serta motor diesel telah menimbulkan beberapa masalah khususnya dalam hal BBM (Bahan Bakar Minyak). Kandungan minyak bumi di dunia semakin menipis dan semakin berkurang berdasarkan data Ditjen migas pada tahun 2010 menunjukkan bahwa ketersediaan minyak bumi di Indonesia sekitar 4,23 milyar barrel sedangkan data terbaru dari Ditjen migas tahun 2018 menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia tersisa 3,15 milyar barrel. Dari data tersebut menunjukkan bahwa semakin berkurangnya kandungan minyak bumi di Indonesia. Semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak sekarang membuat manusia untuk berusaha mencari sumber bahan bakar alternatif lain atau dengan cara menghemat sebanyak mungkin pemakaian bahan bakar terutama untuk bahan bakar mesin pembakaran dalam. Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar polusi dari kendaraan pada dasarnya dapat dikendalikan dan dikurangi.

Salah satu cara yang paling tepat adalah dengan cara memperbaiki proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin dan mencampur bahan bakar dengan bahan

bakar lain. Oleh sebab itu banyak penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan bahan bakar yang baik dan yang terbarukan serta ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan sumber energi alternatif baru sebagai pengganti sumber energi yang tidak dapat tergantikan. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah minyak jarak, tetapi bahan bakar tersebut tidak dapat langsung dipakai oleh mesin standar pabrikan, oleh karena itu diperlukan modifikasi mesin sehingga dapat menggunakan bahan bakar alternatif tersebut.

Berdasarkan masalah diatas, guna untuk mengetahui performa motor diesel menggunakan bahan bakar pertamina dex dan campuran minyak jarak.

Oleh karena itu, dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mengambil judul “**UJI PRESTASI MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR PERTAMINA DEX DAN CAMPURAN MINYAK JARAK**”.

### 1.2 Tujuan penelitian

- Mengetahui karakteristik bahan bakar pertamina dex campuran minyak jarak.
- Mengetahui performa mesin diesel pada saat memakai bahan bakar pertamina dex dengan campuran minyak jarak.

- Mengetahui konsumsi bahan bakar dan efisiensi bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar Pertamina Dex dengan campuran minyak jarak.

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini telah ditetapkan batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis bahan bakar Pertamina Dex dan campuran minyak jarak.
2. Penelitian ini untuk mencari torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan efisiensi termal.
3. Tidak menghitung emisi gas buang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Motor Diesel

Motor bakar Diesel atau dikenal dengan Mesin Diesel adalah mesin yang menghasilkan tenaga mekanis melalui proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin (*internal combustion*) dengan menggunakan panas kompresi untuk menyalakan bahan bakar sehingga menghasilkan tenaga untuk memutar batang torak/piston. Mesin Diesel tidak memiliki busi atau *spark plug* seperti pada mesin bensin atau mesin gas.

Pada dasarnya siklus termodinamika mesin Diesel sama dengan siklus termodinamika mesin Otto.

Perbedaannya hanya pada proses pembakarannya, mesin Diesel hanya menggunakan tekanan adiabatik untuk menaikkan temperatur dan tekanan dari udara hisap, tidak menggunakan busi layaknya mesin Otto untuk penyalaan bahan bakarnya.

Pada umumnya untuk menghasilkan tenaga mesin Diesel bekerja secara periodik dengan siklus 4 langkah. Langkah pertama adalah langkah hisap, langkah kedua adalah langkah kompresi, langkah ketiga adalah langkah ekspansi atau usaha, langkah keempat adalah langkah buang.

#### Langkah Hisap

Proses pertama adalah proses hisap yaitu proses masuknya udara pembakaran ke dalam silinder. Piston bergerak dari TMA menuju ke TMB, di dalam silinder terjadi kevacuman sehingga saat katup hisap/masuk mulai terbuka terjadi aliran udara ke dalam silinder. Proses hisap berakhir pada saat katup masuk tertutup. Pada motor diesel yang masuk ke dalam silinder hanya udara.

#### Langkah Kompresi

Proses kedua adalah proses kompresi. Proses ini dimulai saat katup masuk mulai tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Piston mengkompresikan udara, hingga temperatur dan tekanan udara di dalam silinder naik hingga mencapai titik nyala bahan bakar pada akhir langkah kompresi. Proses kompresi salah satu

tugasnya adalah menyediakan salah satu syarat untuk terjadinya proses pembakaran, yaitu panas untuk menyalakan campuran udara dan bahan bakar.

**Langkah Ekspansi/Usaha**

Proses ketiga adalah proses usaha. Pada akhir langkah kompresi bahan bakar di injeksikan atau di kabutkan ke dalam silinder. Dengan demikian kini di dalam silinder terdapat tiga unsur proses pembakaran, yaitu oksigen (dari udara), CH (dari bahan bakar), dan panas (temperature udara kompresi yang mencapai titik nyala bahan bakar). Berkumpulnya tiga unsur tersebut menyebabkan terjadinya proses pembakaran di kalikan dengan luas piston akan terjadi gaya (force) yang mendorong piston melakukan proses usaha dari TMA menuju TMB. Proses usaha berakhir saat katup buang mulai terbuka.

**Langkah Buang**

Proses keempat adalah proses buang. Agar motor diesel dapat menghasilkan tenaga/gaya secara terus menerus, maka akan terjadi proses pengulangan siklus yang terus menerus juga. Untuk dapat mengulang setiap siklus berikutnya, maka segala sesuatu yang ada di dalam silinder yang merupakan sisa dari siklus sebelumnya harus di keluarkan dari dalam ruang silinder, atau di buang oleh karena itu piston bergerak dari TMB ke TMA

untuk mengeluarkan hasil pembakaran yang telah dipergunakan untuk dapat menghasilkan daya. Proses pembuangan ini di mulai saat katup buang mulai terbuka dan akan berakhir saat katup buang mulai tertutup.

**2.2 Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif**

Tanaman jarak adalah tanaman sumber minyak nabati dari famili *Euphorbiaceae* yang dapat tumbuh dan berkembang, baik pada lahan kering dan marginal. Saat ini tanaman jarak sangat populer karena tuntutan pemenuhan kebutuhan bahan bakar. Selain sebagai penghasil biodiesel, minyak jarak (*castor oil*) juga merupakan sumber bahan kimia industri terbarukan (Santoso, 2014). Sifat fisik dan kimia minyak jarak (*castor oil*) ditunjukkan pada

Tabel 2.1 Spesifikasi minyak jarak

Properties	Minyak Jarak ( <i>Castor Oil</i> )
Asam lemak bebas (%)	0,24
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	962,8
Titik nyala (°C)	298

Nilai kalor (kJ/kg)	35684
Viskositas kinematik (mm <sup>2</sup> /s)	109,53
Angka setana	42

(Sumber: Sattanathan,2015)

Minyak jarak murni sebenarnya bisa langsung digunakan pada mesin diesel, baik sebagai campuran maupun pengganti solar, tetapi perlu dilakukan modifikasi mesin. Umumnya biodiesel yang diperoleh jika digunakan pada mesin biasanya dicampur dengan solar dengan perbandingan tertentu.

B50 artinya 50 % Biodiesel dan 50 % solar, B5 artinya 5 % Biodiesel dan 95 % solar.

Minyak jarak merupakan suatu minyak nabati yang didapat dari ekstrak biji tanaman jarak . Dalam bidang farmasi dikenal juga sebagai minyak kastoli. Minyak dari biji tanaman jarak ini memiliki banyak kegunaan dan character yang khas secara fisik. Pada suhu ruang, minyak dari biji tanaman jarak berfasa cair dan tetap stabil pada suhu rendah maupun suhu tinggi. Minyak biji tanaman jarak diproduksi secara alami dan merupakan trigliserida yang mengandung 90% asam ricinoleat. Minyak jarak juga termasuk sebagai sumber utama asam sebasat, suatu asam dikarbositat. Minyak jarak pagar dan turunannya (*derivate*) dimanfaatkan

dengan sangat luas dalam berbagai industry seperti: minyak rem atau hydraulic, pelumas, cat, sabun, pewarna, nilon, plastic tahan ding\in, pelindung (*coating*) dan juga tinta.

Tanaman jarak salah satu dari tanaman semak keluarga *Euphorbiaceae*. Dalam kurun waktu lima bulan tanaman jarak yang dapat tumbuh di lahan kering ini mulai berbuah, mulai produktif penuh saat tanaman berumur lima tahun dan usia produktifnya dapat mencapai 50 tahun. Hampir semua bagian dari tanaman jarak pagar ini berguna, daunnya berguna untuk makanan ulat sutra, antiseptic, dan anti radang, sedangkan getah dari tanaman jarak untuk penyembuhan luka dan pengobatan lain. Manfaat yang paling tinggi terdapat pada buahnya, daging buah jarak dapat digunakan sebagai pupuk hijau dan produksi bio-gas. Sementara pada bagian bijinya, minyak dari biji jarak sudah dalam pengujian sebagai bahan bakar pengganti minyak bumi dan minyak diesel (solar).

### 3. METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pengujian

Melakukan pengujian bahan bakar pertamina dex dan campuran pertamina dex dengan minyak jarak dengan variasi

putaran mesin 1000,1500,2000, dan 2500 pada mesin diesel silinder tunggal.

### 3.2 Alat Dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

1. Gelas Ukur
2. Mesin Diesel
3. Hydrobreak
4. Stopwath
6. Papan Perhitungan Dalam Uji Prestasi

#### 3.2.2 Bahan

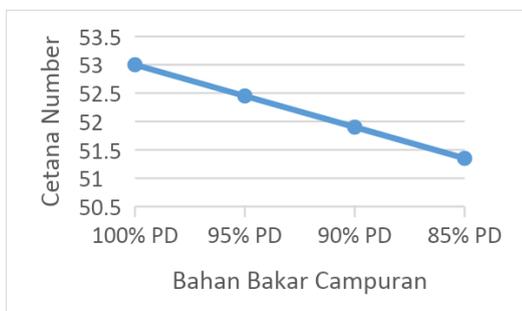
Bahan yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari :

1. Pertamina dex
2. Minyak jarak
3. Campuran pertamina dex dan minyak jarak

## 4. PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Sifat Bahan Bakar Campuran

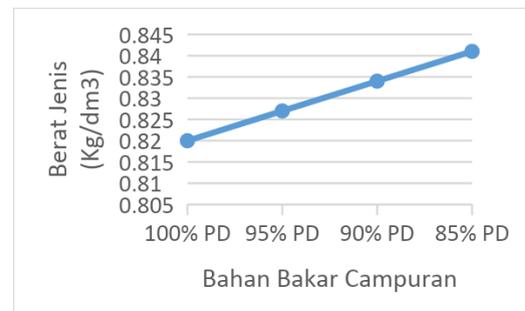
#### 4.1.1 Cetana Number



Gambar 4.1 Grafik Cetana Number

Dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa penambahan minyak jarak pada bahan bakar bensin jenis pertamina dex akan menurunkan angka setana bahan bakar. Penurunan ini disebabkan karena angka setana minyak jarak lebih rendah dibandingkan dengan pertamina dex. Pada bahan bakar pertamina dex, penambahan minyak jarak sebanyak 5% akan menurunkan angka setana sebanyak 1,04%, penambahan sebanyak 10% menurunkan angka setana sebanyak 2,07% dan penambahan sebanyak 15% menurunkan angka setana sebanyak 3,1%.

#### 4.1.2 Berat Jenis Bahan Bakar

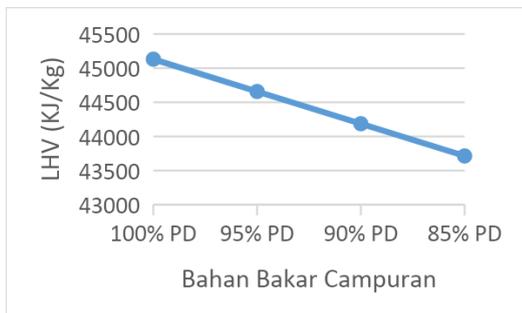


Gambar 4.2 Grafik Berat Jenis

Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa penambahan minyak jarak pada bahan bakar diesel jenis pertamina dex akan menaikkan berat jenis bahan bakar. Kenaikan ini disebabkan karena berat jenis minyak jarak lebih tinggi dibandingkan dengan pertamina dex. Pada

bahan bakar pertamina dex, penambahan minyak jarak sebanyak 5% akan menaikkan berat jenis bahan bakar sebanyak 0,85%, penambahan sebanyak 10% menaikkan berat jenis bahan bakar sebanyak 1,71% dan penambahan sebanyak 15% menaikkan berat jenis bahan bakar sebanyak 2,56%.

### 4.1.3 Nilai Kalori Bakar

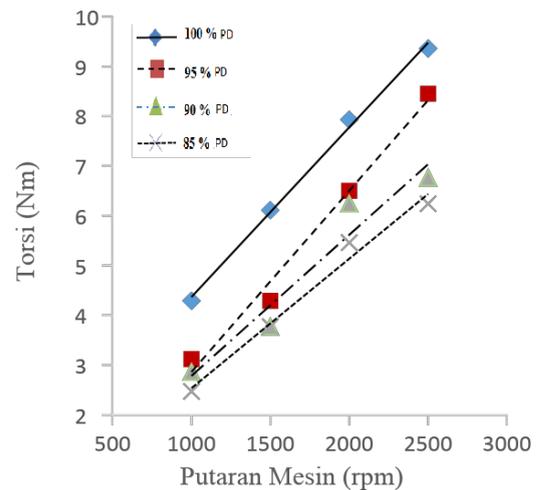


Gambar 4.3 Grafik Nilai Kalor Rendah (LHV)

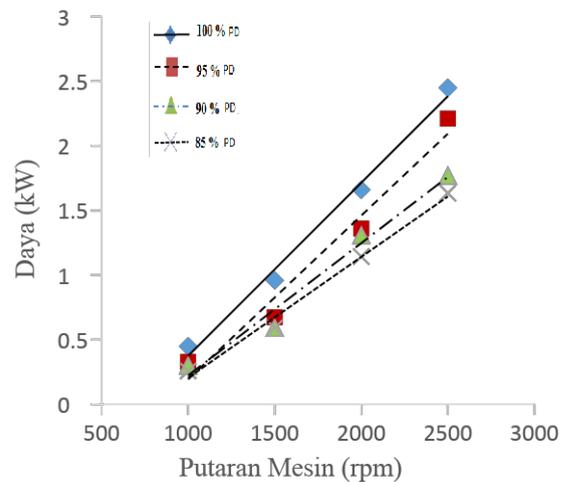
Dari tabel 4.3 menunjukkan bahwa penambahan minyak jarak pada bahan bakar bensin jenis pertamina dex akan sedikit menurunkan nilai kalor bahan bakar. Penurunan ini disebabkan karena nilai kalor minyak jarak lebih rendah dibandingkan dengan pertamina dex. Pada penambahan minyak jarak sebanyak 5% akan menurunkan nilai kalor bahan bakar sebanyak 1,05%, penambahan sebanyak 10% menurunkan nilai kalor bahan bakar sebanyak 2,1% dan penambahan sebanyak 15% menurunkan nilai kalor bahan bakar sebanyak 3,14%.

## 4.3 Analisa Uji Prestasi

### 4.3.1 Torsi dan Daya



Gambar 4.4 Grafik Torsi



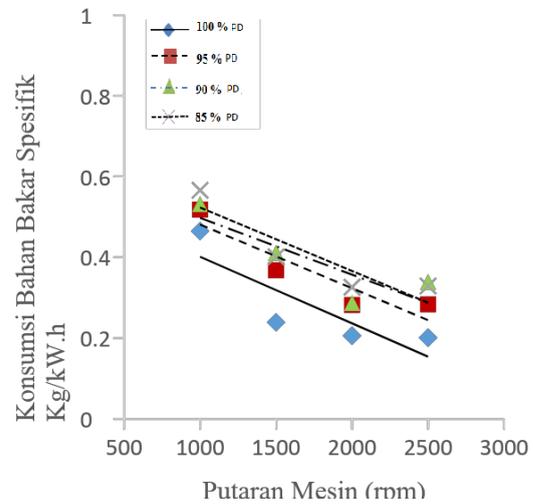
Gambar 4.5 Grafik Daya

Data pengujian campuran bahan bakar diesel Pertamina Dex – Minyak Jarak pada torsi dan daya mesin untuk putaran mesin 1000 rpm sampai dengan 2500 rpm ditunjukkan pada grafik 4.4 dan 4.5. Terlihat pada kedua grafik bahwa

penambahan minyak jarak pada bahan bakar diesel jenis pertamina dex menunjukkan penurunan torsi dan daya pada setiap campuran di semua putaran mesin jika dibandingkan dengan bahan bakar pertamina dex yang tidak ditambahkan minyak jarak.

Torsi dan daya tertinggi terjadi pada pengujian dengan menggunakan bahan bakar pertamina dex murni (100% PD) pada putaran 2500 rpm yaitu 9,36 Nm dan 2,449 kW. Penurunan yang paling banyak adalah pada penambahan minyak jarak 15% terjadi penurunan torsi sebanyak 35,21% dan penurunan daya 34,29% dibandingkan dengan bahan bakar diesel jenis pertamina dex. Penambahan minyak jarak 5% terjadi penurunan torsi sebanyak 19,24% dan penurunan daya sebanyak 17,12%. Penambahan minyak jarak 10% terjadi penurunan torsi sebanyak 29,1% dan penurunan daya sebanyak 28,115%. Penambahan minyak jarak 5% memberikan penurunan lebih sedikit jidak dibandingkan dengan penambahan minyak jarak 10% dan 15%. Ini disebabkan nilai kalori bakar minyak jarak 10% dan 15% lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalori penambahan minyak jarak 5%. Nilai kalori bisa mempengaruhi tekanan pembakaran dalam ruang bakar sehingga mempengaruhi besarnya torsi yang dihasilkan oleh mesin.

### 4.3.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

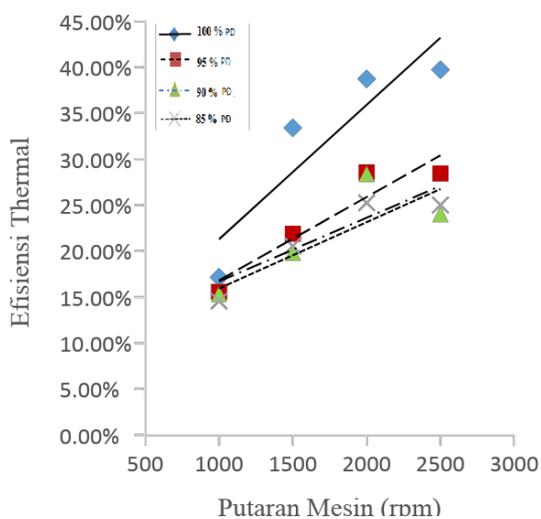


Gambar 4.6 Grafik Sfc

Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan satu nilai yang menunjukkan banyaknya bahan bakar yang dipersiapkan untuk menghasilkan daya pada mesin. Nilai konsumsi bahan bakar spesifik dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan dan prestasi mesin yang dihasilkan. Nilai yang lebih kecil menunjukkan jumlah bahan bakar yang digunakan lebih sedikit / irit untuk menghasilkan suatu daya pada mesin. Pada grafik 4.6 dapat dilihat bahwa garis BSFC untuk pertamina dex 100% dari rpm rendah (1000) hingga rpm tinggi (2500) berada di bawah garis bahan bakar campuran (95%PD, 90%PD, 85%PD), ini menunjukkan bahwa bahan bakar pertamina dex lebih irit dibandingkan bahan bakar campuran. Dari bahan bakar

pertamina dex dan campuran minyak tersebut garis grafik cenderung menurun pada putaran mesin 2000, ini menunjukkan bahwa puncak keiritan dari bahan bakar pertamina dex dan campuran minyak tersebut adalah pada putaran mesin 2000. Di saat 2500 rpm terjadi garis grafik naik kembali pada campuran minyak jarak (95%PD, 90%PD, 85%PD) menunjukkan campuran minyak jarak tidak irit saat putaran mesin tinggi.

### 4.3.3 Efisiensi Temal



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Termal

Efisiensi termal mesin tergantung pada spesifikasi mesin dan kualitas bahan bakar. Pada grafik 4.7 terlihat bahan bakar pertamina dex di rpm 1000 sampai rpm 2500 garis grafik berada di atas bahan bakar campuran (95%PD, 90%PD, 85%PD), ini menunjukkan bahwa pembakaran bahan bakar pertamina dex lebih baik di banding bahan bakar

campuran. Nilai efisiensi termal maksimum diperoleh pertamina dex murni (100%PD) saat rpm2500. Di saat rpm 2500 pada bahan bakar campuran (95%PD, 90%PD, 85%PD) efisiensi termal menurun.

Secara keseluruhan penambahan minyak jarak 5% dapat menurunkan efisiensi termal sebanyak 26,32%. Penambahan minyak jarak 10% dapat menurunkan efisiensi termal sebanyak 32,12%. penambahan minyak jarak 15% dapat menurunkan efisiensi termal sebanyak 33,82% .

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji karakteristik terhadap bahan bakar pertamina dex campuran minyak jarak menghasilkan data sebagai berikut :
  - Penambahan minyak jarak pada pertamina dex dapat menurunkan angka setana bahan bakar. Penurunan terbesar pada campuran minyak jarak 15% (51,35) menurunkan sebanyak 3,1%.
  - Campuran minyak jarak 15% menaikan berat jenis (0,841 Kg/dm<sup>3</sup>) lebih tinggi sebanyak

- 2,56% dibandingkan dengan pertamina dex (0,820 Kg/dm<sup>3</sup>).
- Penambahan minyak jarak pada pertamina dex menyebabkan penurunan nilai kalor rendah (LHV). Penurunan paling banyak terjadi pada penambahan minyak jarak 15% nilai kalor rendah (43713 kJ/Kg) menurun sebanyak 3,14%.
  - 2. Penambahan minyak jarak pada penelitian ini menyebabkan penurunan torsi dan daya pada mesin. Penurunan paling banyak terjadi pada penambahan minyak jarak 15% yang mana torsi (2,47 Nm) menurun sebanyak 35,21% dan daya (0,258 kW) mesin menurun sebanyak 34,29% dibandingkan dengan bahan bakar pertamina dex.
  - 3. Puncak keiritan pada pertamina dex murni (100%PD) terjadi pada rpm 2500 dan puncak keiritan dari campuran minyak jarak (95%PD, 90%PD, 85%PD) terjadi pada rpm 2000. Penambahan minyak jarak 15% menyebabkan penurunan tertinggi efisiensi termal sebanyak 33,82%.

## 5.2 Saran

1. Sebelum pencampuran minyak jarak pada pertamina dex

sebaiknya melakukan modifikasi karakteristik minyak jarak dan lakukan lagi uji performa mesin serta uji emisi.

2. Untuk mendukung kelancaran dan akurasi hasil penelitian perlu dilakukan pemeriksaan dan kalibrasi pada alat ukur dan instrumen setiap kali di lakukan pengujian akan di lakukan.
3. Perlu dilakukan pengujian emisi gas buang untuk mengetahui kadar CO, CO<sub>2</sub>, dan Nox pada masing-masing bahan bakar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aris Munandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. 2008. Motor Diesel Putaran Tinggi. Cetakan ke 11, Jakarta: PT. Balai Pustaka.
- Aris Munandar, Wiranto. 2005. Penggerak Mula: Motor Bakar Torak, Edisi kelima, Cetakan kedua, Bandung: Penerbit ITB.
- Sattanathan,R. 2015. *Production of Biodiesel from Castor Oil with its Performance and Emission Test. International Journal of Science and Research (IJSR), 273-279.*
- Budiman, Arief. dkk. 2014. Biodisel Bahan Baku, Proses dan Teknologi. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Timu, Nurida, dan Subiyakto. 2012. "Analisa Penggunaan Minyak Jarak

Pagar (*Jatropha curcas oil*) Sebagai Campuran Bahan Bakar Biodiesel". Universitas Negeri Semarang.

Okasatria, N dan Agus Budi Jatmiko, 2002. Motor Bakar. Perpustakaan UI : Jakarta. Setiawan, Ary and Ir. Pramuko Ilmu Proboputro, MT (2016) *Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekerasan Dan Uji Impact*. Diploma thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.