ISSN E-2580-2801
P-2086-9150

JUS TEKNO
Jurnal Sains & Teknologi

ANALISA MOTOR DIESEL LONCIN D440F 9 HP DENGAN VARIASI BAHAN BAKAR BIO SOLAR DAN TOTAL DIESEL

Riyandi[1] Rudi Rusdiyanto[2], Eko Kiswoyo[3] ,Ibnu Darmawan[4]

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, STT Duta Bangsa Bekasi

Ruko CBD Blok A No. 10-12, Jalan Niaga Raya Jababeka 2 Pasirsari, Cikarang Selatan, Bekasi 17530

Riyandi762@gmail.com

Abstrak.

Motor diesel merupakan mesin yang banyak digunakan untuk alat transportasi kendaraan bermotor. Motor diesel dikenal memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki motor bensin. Salah satu keunggulan yaitu terletak pada efisiensi sistem bahan bakarnya Untuk itu, kita perlu mengetahui prestasi mesin diesel supaya kita dapat mengetahui efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin dan mengetahui kemampuan mesin yang sebenarnya dengan menggunakan bahan bakar yang berbeda

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua tipe bahan bakar yaitu bio solar dan total diesel Mekanisme penelitian dengan cara mengambil data pengujian dari trainer uji prestasi mesin motor diesel. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh bahan bakar bio solar dan total diesel terhadap torsi, daya motor dan konsumsi bahan bakar juga untuk mengetahui hubungan putaran mesin terhadap torsi, daya, laju aliran massa bahan bakar, konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik.

Hasil penelitian ini menunjukan semakin meningkat putaran maka secara grafik torsi, daya, laju aliran massa bahan bakar dan konsumsi bahan bakar juga naik dan untuk konsumsi bahan bakar spesifik menurun ini menunjukan efisiensi pemakaian bahan bakar pada motor diesel dirpm 1400-2300 ini cukup baik. Konsumsi bahan bakar antara bio solar dan total diesel pada putaran mesin 1400 rpm dengan torsi 0,1 kg.m dalam waktu 1 jam didapatkan hasil bio solar 0,24 liter dan total diesel 0,22 liter

Kata Kunci : Prestasi Mesin, Bahan Bakar, Efisiensi, Konsumsi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan alat transportasi semakin berkembang diiringi dengan peningkatan kualitas bahan bakar. Hal ini disebabkan karena penggunaan bahan bakar yang baik akan menghasilkan prestasi mesin yang tinggi disamping mengatasi pencemaran lingkungan. Motor diesel merupakan mesin yang banyak digunakan untuk alat transportasi kendaraan bermotor, namun motor diesel merupakan salah satu pencemar udara. Hal ini disebabkan karena pembakaran yang terjadi dengan memanfaatkan panas hasil kompresi udara. Untuk memperolah pembakaran yang optimal, periode penundaan pembakaran terjadi dengan singkat, sehingga segera terjadi pembakaran yang juga semakin tinggi. Pada putaran tinggi, injeksi bahan bakar perlu dimajukan sehingga pembakaran dapat berlangsung optimal, dengan demikian emisi gas buang yang dihasilkan akan lebih baik , jadi injeksi bahan bakar harus dilakukan dengan tepat, sehingga kondisi udara dalam silinder sesuai dengan kebutuhan pembakaran bahan bakar. Selain proses pembakaran yang harus menjadi perhatian, juga pemilihan bahan bakar sudah harus menjadi perhatian utama karena kualitas bahan bakar akan turut mempengaruhi emisi gas buang bagi lingkungan dan manusia.

Pada saat ini banyak dilakukan penelitian tentang performance mesin diesel baik di kalangan universitas maupun di suatu badan penelitian. Motor diesel dikenal memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki motor bensin. Salah satu keunggulan yaitu terletak pada efisiensi sistem bahan bakarnya. Sistem dalam motor diesel terdiri dari berbagai komponen yang kompak dan teratur dengan baik. Didalam komponen itu sendiri terdapat berbagai komponen yang memiliki kepresisian yang tinggi dan membutuhkan perawatan yang cermat. Untuk itu, kita perlu mengetahui prestasi mesin diesel supaya kita dapat

mengetahui efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin. Untuk mendapatkan hal ini diperlukan pemahaman dan pengkajian lebih lanjut tentang sistem kerja motor diesel.

Pada umumnya data performa mesin yang tersedia terbatas pada torsi maksimum dan daya maksimum. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan motor diesel. Dari penelitian ini ingin diperoleh karateristik daya, torsi dan konsumsi bahan bakar motor diesel, jenis bahan bakar yang akan digunakan adalah bio solar dan total diesel.

B. Tujuan

Tujuan dari analisa motor diesel dengan variasi bahan bakar adalah untuk menganalisa & memperoleh performance motor bakar yang meliputi :

a. Mengetahui pengaruh bahan bakar bio solar dan total diesel terhadap torsi dan daya motor.
b. Mengetahui bagaimana hubungan putaran terhadap torsi, daya, laju aliran massa bahan bakar, konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik.
c. Mengetahui bagaimana konsumsi bahan bakar bio solar dan total diesel.

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Analisa motor diesel dengan variasi bahan bakar adalah sebagai berikut:

Manfaat Teknis :

a. Sebagai sumber informasi tentang pengukuran daya, torsi dan konsumsi bahan bakar untuk mesin diesel.
b. Sebagai sarana pembelajaran di Kampus STTDB yang berhubungan dengan motor bakar diesel.
c. Menambah pengalaman dan wawasan tentang analisa motor diesel dengan variasi bahan bakar bio solar dan total diesel.

Manfaat Ekonomis :

a. Mengetahui bahan bakar yang cocok sesuai dengan kebutuhan mesin, sehingga life time bisa maksimal dan menghemat biaya perawatan.
b. Mengetahui konsumsi bahan bakar, sehingga bisa memilih bahan bakar yang lebih hemat konsumsinya dan juga hemat dari sisi harganya.

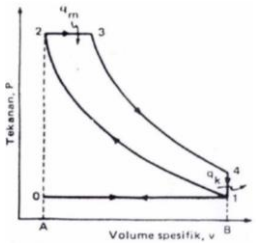
D. Metodelogi Penelitian

Dalam pembuatan karya tulis ini, sumber-sumber data ataupun sebagai referensi, penulis mengambil dari:

a. Metode Observasi
   Dalam pembuatan skripsi ini penulis mengambil data pengujian dari trainer uji prestasi mesin motor diesel.
b. Metode Pustaka
   Dengan metode ini penulis mengambil referensi materi dari buku-buku yang menunjang pembuatan skripsi ini.
c. Metode Tanya Jawab
   Dalam metode ini penulis mencari data-data dengan meminta masukan dan saran dari pembimbing maupun orang yang paham tentang skripsi ini.

E. Siklus Diesel

Siklus diesel adalah siklus teoritis untuk compression-ignition engine atau mesin diesel. Perbedaan antara siklus diesel dan Otto adalah penambahan panas pada tekanan tetap. Karena alasan ini siklus Diesel kadang disebut siklus tekanan tetap. Dalam diagram P-v, siklus diesel dapat digambarkan seperti berikut:

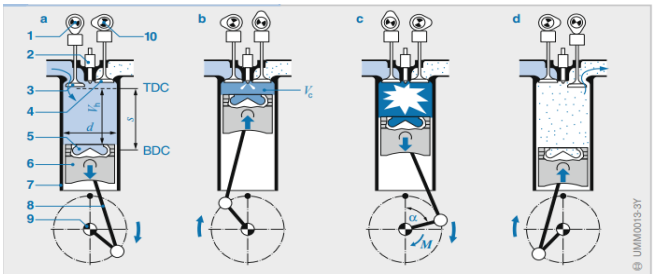


Gambar. 1 Siklus Diesel Diagram P-v

Proses dari siklus tersebut yaitu:

0-1 = Langkah Hisap pada P = c (isobarik)
1-2 = Langkah Kompresi, P bertambah, Q = c (isentropik / reversibel adiabatik)
2-3 = Pembakaran, pada tekanan tetap (isobarik)
3-4 = Langkah Kerja P bertambah, V = c (isentropik / reversibel adiabatik)
4-1 = Pengeluaran Kalor sisa pada V = c (isokhorik)
1-0 = Langkah Buang pada P = c

Pada prinsipnya motor diesel tidak jauh berbeda dengan motor bensin, demikian pula secara mekanis tidak dapat perbedaan jenis komponen yang digunakan. Disamping itu pada motor diesel dikenal pula motor diesel 2 langkah (2 stroke) dan motor diesel 4 langkah (4 stroke), namun dalam perkembangannya motor diesel 4 langkah lebih banyak berkembang dan digunakan sebagai penggerak. Sebagaimana namanya, mesin diesel empat langkah mempunyai empat prinsip kerja, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Keempat langkah mesin diesel ini bekerja secara beulang ulang untuk menghasilkan sebuah tenaga yang menggerakkan komponen lainnya.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah

a. Langkah Hisap

Mulai dari Titik Mati Atas (TMA), the piston (6) bergerak ke bawah meningkatkan kapasitas silinder. Pada waktu bersamaan katup saluran masuk (3) dibuka dan udara ditarik ke dalam silinder tanpa batasan oleh katup throttle. Saat piston mencapai Titik Mati Bawah (TMB), silindernya kapasitas adalah yang terbesar (Vh + Vc).

b. Langkah Kompresi

Katup masuk dan buang sekarang ditutup. Piston bergerak ke atas dan mengkompresi udara yang terperangkap di dalam silinder sejauh yang ditentukan oleh kompresi mesin rasio (ini dapat bervariasi dari 6: 1 dalam skala besar mesin ke 24: 1 di mesin mobil). Dalam proses, udara memanas hingga suhu setinggi mencapai 900°C. Ketika langkah kompresi hampir lengkap, sistem injeksi bahan bakar menyuntikkan bahan bakar pada tekanan tinggi (sebanyak 2.000 bar di mesin modern) ke dalam panas, udara terkompresi. Saat piston mencapai pusat mati atas, kapasitas silinder pada posisi terkecil (volume kompresi, Vc).

c. Langkah Usaha

Setelah beberapa derajat rotasi crankshaft telah berlalu, langkah pengapian (siklus kerja) dimulai. Itu dikabutkan halus dan mudah terbakar bahan bakar diesel secara spontan terbakar dan terbakar karena panas dari udara yang terkompresi dalam ruang bakar (5). Akibatnya, isi silinder semakin memanas dan tekanan dalam silinder juga meningkat. Jumlah energi yang dilepaskan oleh pembakaran pada dasarnya ditentukan oleh massa bahan bakar disuntikkan (kontrol berbasis kualitas). Tekanan memaksa piston ke bawah. Energi kimia dilepaskan oleh pembakaran dengan demikian diubah menjadi energi kinetik. Itu menggerakan poros engkol mewujudkan piston energi kinetik menjadi gaya putar (torsi) tersedia di poros engkol.

d. Langkah Buang

Secara fraksional sebelum piston mencapai titik mati bawah, katup buang (4) terbuka. Gas panas dan bertekanan mengalir keluar dari silinder. Saat piston bergerak ke atas lagi, itu memaksa gas buang yang tersisa keluar. Setelah menyelesaikan langkah buang, poros engkol telah menyelesaikan dua putaran dan siklus operasi empat langkah dimulai lagi dengan langkah induksi.

F. Spesifikasi Bahan Bakar untuk Pengujian

Pada analisa motor diesel loncin ini menggunakan 2 jenis bahan bakar yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

Bio Solar : Bahan bakar diesel B20 itu merupakan penggabungan antara Solar (B0) sebanyak 80% dengan minyak kelapa sawit (B100) sebanyak 20% jadilah namanya Bio Solar. Solar (B0) memiliki Cetane Number (CN) 48, sedangkan B100 mencapai CN 51. Dengan komposisi B0 20% dan B100 80%, otomatis Cetane Number Bio Solar (B20) hanya sedikit lebih baik dari Solar. Tapi angka CN yang lebih tinggi pada B20, tidak serta merta membuat performa mesin meningkat, mengingat nilai kalor yang dimiliki B20 sedikit lebih rendah dari B0 alias Solar. Lantaran kelapa sawit merupakan minyak nabati, otomatis B100 tentu tidak mengandung Sulfur seperti hasil dari minyak bumi. Tak heran jika pihak Lemigas mengklaim bahwa B20 memiliki kandungan Sulfur yang lebih rendah hingga 1.500 ppm ketimbang Solar yang mencapai 2.500 ppm.

Total Performance Diesel : Bahan bakar diesel berkualitas tinggi dengan tambahan zat aditif yang bermanfaat bagi kendaraan Anda. Produk ini ramah bagi lingkungan dengan kandungan 30% bio fuels. Berkat aditif yang terkandung di dalamnya, TOTAL Performance Diesel mampu menjaga kebersihan sistem injektor untuk waktu yang lama, mengandung teknologi anti busa yang membuat bahan bakar lebih efektif dan mudah terising, dan menghindari timbulnya karat dan korosi.

G. Parameter Prestasi Uji Mesin

Karakteristik unjuk kerja suatu motor bakar torak dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik, daya keluaran. Berikut ditampilkan rumus-rumus dari beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan unjuk kerja motor diesel:

a. Konsumsi Bahan Bakar / Fuel Consumption (FC)

$$BFC = \frac{Vt}{f}$$

Keterangan:
BFC = konsumsi bahan bakar (ml/sec)
Vf = konsumsi bahan bakar selama t detik (ml)
t = interval waktu pengukuran konsumsi bahan bakar (sec)

b. Laju Aliran massa Bahan Bakar ($m°f$)

$$m°f = BFC \cdot \rho f$$

Keterangan:
$m°f$ = laju aliran massa bahan bakar (kg/s)

BFC = konsumsi bahan bakar (ml/sec)
ρf = massa jenis bahan bakar (kg/m^3)

c. Torsi (T)

T = F .r

Keterangan :
T = torsi keluaran mesin (Kg.m)
F = pembebanan mesin (Kg)
r = panjang lengan torsi (m)

d. Daya Mesin

Satuan daya keluaran yang digunakan dalam perhitungan bukan merupakan satuan British unit karena hasil yang didapatkan pada pengukuran dengan menggunakan dynamometer menggunakan pengukuran British unit.

P = T.ω

Keterangan :
T = torsi mesin (Kg.m)
ω = kecepatan sudut mesin (rad/sec)
ω = $\frac{2\pi n}{4500}$
n = putaran mesin (rpm)

e. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC)

BSFC = $\frac{BFC}{BHP}$. ρf

Keterangan :

BSFC = konsumsi bahan bakar spesifik (Kg/hp.sec)
BFC = konsumsi bahan bakar (ml/sec)
BHP = daya keluaran mesin (hp)
ρf = massa jenis bahan bakar (kg/m^3)

2.4 Daya dan Torsi

a. Daya

Daya merupakan kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha tiap satuan waktu. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

P = T.ω

Keterangan :
T = torsi mesin (Kg.m)
ω = kecepatan sudut mesin (rad/sec)
ω = $\frac{2\pi n}{4500}$

b. Torsi

Torsi adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh suatu gaya menyebabkan kecenderungan untuk memuntir. Torsi secara umum digunakan untuk perhitungan-perhitungan yang berhubungan dengan putaran, misalnya putaran poros, pulley, pengeboran, pembubutan, dan lain sebagainya . Torsi merupakan perkalian dari gaya tangensial yang bekerja dengan radius putaranya, dinyatakan dengan rumus :

T = Ft . r

Dimana :

T = Torsi (kgm)
Ft = Gaya tangensial (kg)
r = Radius putaran (m)

c. Hubungan Torsi dan Daya

Hubungan torsi dan daya pada mesin yang mempunyai kerja berupa putaran padanya terdapat hubungan antara daya dan torsi, yaitu sebagai berikut :

P = F .v
$= \frac{F \,.\, \pi \,.\, D \,.\, n}{60 \,.\, 1000}$
P = $\frac{F \,.\, 2 \,.\, \pi \,.\, r \,.\, n}{60 \,.\, 1000} \rightarrow$ r . F = T
P = $\frac{2 \,.\, \pi \,.\, n \,.\, T}{60 \,.\, 1000}$
T = $\frac{60 \,.\, 1000 \,.\, P}{2 \,.\, \pi \,.\, n}$

Dimana:
n = Kecepatan putaran mesin (rpm)
P = Daya (watt)
T = Torsi (N.m)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan yang digunakan :

A. Motor Diesel 1 Silinder

Gambar. 2 Motor Diesel

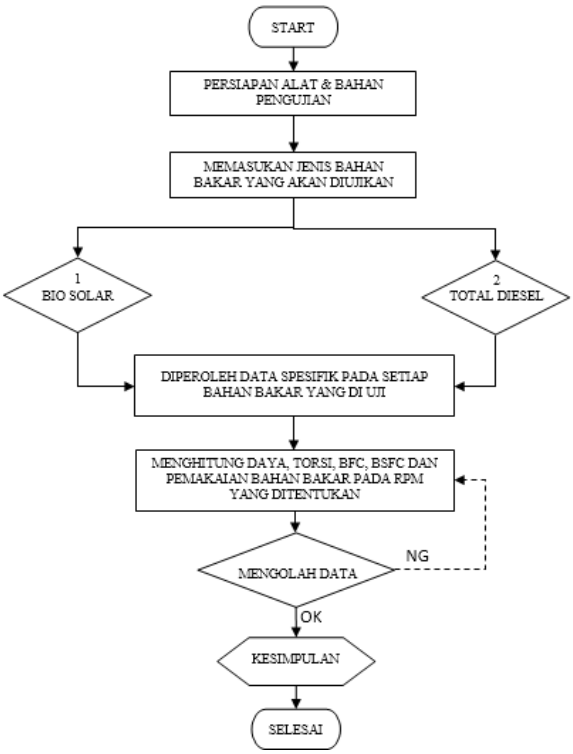
Adapun spesifikasi dari motor diesel yang digunakan dalam pengujian :

a. Daya motor = 9 HP
b. Bahan bakar = Solar
c. Rpm mesin = 3600 rpm
d. Kapasitas mesin = 441 cc
e. Dimensi = 399x475x500 mm
f. Starting System = Electric start + Recoil Start

B. Bahan bakar yang digunakan untuk pengujian adalah bio solar dan Total Performance Diesel

C. Gelas Ukur dalam alat uji prestasi ini berfungsi untuk mengetahui penggunaan bahan bakar.
D. Torsimeter berfungsi untuk mengukur torsi yang terjadi pada mesin.
E. Termometer Digital berfungsi untuk mengukur temperature.
F. Digital pressure gauge dan Pressure switch control suatu alat untuk membaca tekanan dengan pengamatan langsung tanpa harus dihitung
G. Tachometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi putaran atau kecepatan putar suatu mesin per satuan menit atau rotor per menit dengan menggunakan suatu sensor yaitu approximity.
H. Fuel Pump digunakan untuk memompa bahan bakar dari tangki menuju ke gelas ukur.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji prestasi mesin STT Duta Bangsa dan menggunakan mesin Diesel Loncin 441 CC, empat langkah, satu silinder dengan injeksi langsung. Kedua jenis bahan bakar diuji satu – satu untuk mendapatkan data prestasi mesin, seperti terlihat pada diagram alir berikut :



Gambar. 3 Diagram Alir Pengujian

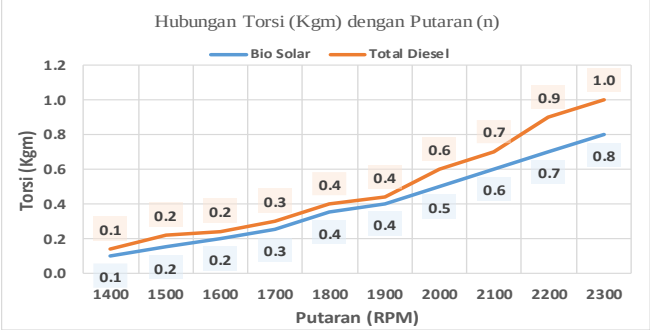
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh (10) kali dari putaran 1400 rpm sampai 2300 rpm.Untuk mengetahui seberapa bahan bakar yang digunakan kami menggunakan gelas ukur dengan nilai 2 cc per garis stripnya. Dalam pengujian ini kami menetapkan waktu yang digunakan sebagai acuan pengukuran yaitu selama 5 menit atau 300 detik. Berikut adalah data hasil dari pengujian motor diesel yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel I Hasil Pengujian Motor Diesel

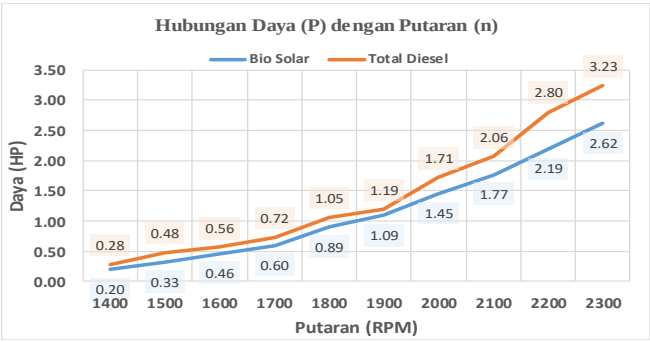
No.	t (s)	BIO SOLAR			TOTAL DIESEL		
		RPM	Δh (ml)	T (Kg.m)	RPM	Δh (ml)	T (Kg.m)
1	300	1452	20	0,1	1421	18	0,1
2	300	1560	24	0,2	1551	22	0,1
3	300	1660	24	0,2	1676	20	0,2
4	300	1715	26	0,3	1730	24	0,2
5	300	1832	28	0,4	1886	28	0,3
6	300	1951	34	0,4	1942	28	0,4
7	300	2078	34	0,5	2047	30	0,5
8	300	2110	38	0,6	2112	32	0,6
9	300	2245	40	0,7	2230	34	0,7
10	300	2347	44	0,8	2315	36	0,8

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapat parameter prestasi mesin, yaitu mengetahui torsi, daya, laju aliran massa bahan bakar, konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik sebagai berikut :



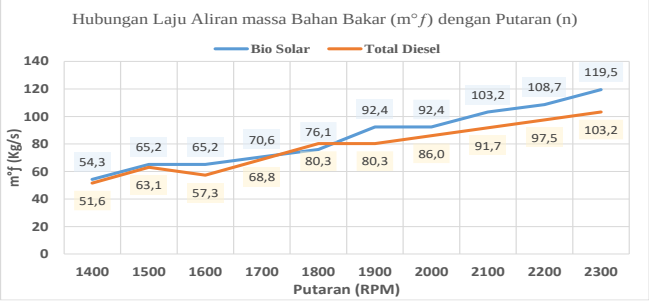
Gambar. 3 Grafik Hubungan Antara Torsi (T) Dengan Putaran (n)

Dari grafik antara torsi motor diesel (T) dengan putaran (n) terlihat bahwa semakin besar nilai T maka akan semakin besar pula nilai n,artinya nilai torsi (T) berbanding lurus dengan nilai putarannya (n). Peningkatan torsi seiring bertambahnya putaran mesin tersebut terjadi karena putaran yang lebih tinggi, aliran udara yang masuk ke ruang bakar lebih turbulen sehingga campuran udara dan bahan bakar semakin baik menghasilkan pembakaran yang lebih baik dan torsi akan meningkat. Selain itu, meningkatnya putaran mesin disebabkan oleh pengabutan atau tekanan injeksi bahan bakar yang baik.



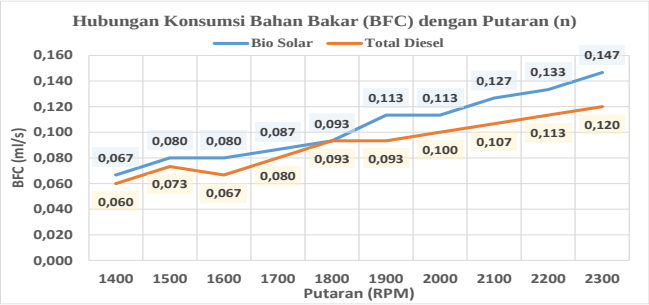
Gambar. 4 Grafik Hubungan Antara Daya (P) Dengan Putaran (n)

Pada putaran rendah, daya relatif rendah dan akan semakin tinggi ketika putaran mesin semakin tinggi. Secara teoritis, ketika putaran mesin meningkat, maka daya motor juga akan meningkat karena daya merupakan perkalian antara torsi dengan putaran poros.



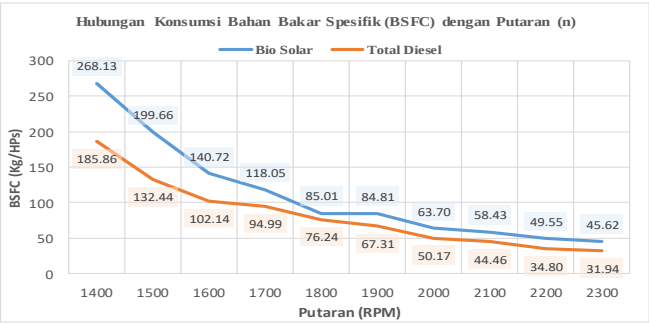
Gambar. 5 Grafik Hubungan Antara Laju Aliran Massa Bahan Bakar (m_f^o) Dengan Putaran (n)

Secara keseluruhan grafik laju konsumsi bahan bakar didapatkan kenaikan laju konsumsi seiring dengan kenaikan rpm. Hal ini dikarenakan semakin tinggi rpm maka semakin banyak penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh pompa bahan bakar.



Gambar. 6 Grafik Hubungan Antara Laju Aliran Massa Bahan Bakar (m_f^o) Dengan Putaran (n)

Ketika putaran mesin dinaikkan pemakaian bahan bakar naik dan pada putaran mesin 2300 rpm pemakaian bahan bakar mencapai nilai tertinggi yaitu sebesar 0,147mL/sec (Solar) dan 0,120mL/sec (Total Diesel), pada putaran mesin tersebut pemakaian bahan bakar mencapai efisiensi tertinggi, artinya proses pengisian didalam silinder terjadi secara sempurna.



Gambar. 7 Grafik Hubungan Antar Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC) dengan Putaran (n)

Variasi putaran mesin akan mempengaruhi pemakaian bahan bakar spesifik dari mesin diesel semakin tinggi putaran mesin maka pemakaian bahan bakar per detik yang diperlukan semakin banyak. Hal ini terjadi karena pada putaran yang tinggi, maka proses pembakaran terjadi dengan sangat cepat, sehingga campuran udara bahan bakar tidak dapat terbakar dengan sempurna karena campuran yang baru terlalu cepat menggantikan campuran yang lama yang belum seluruhnya terbakar. Hal inilah yang menyebabkan borosnya pemakaian bahan bakar pada putaran tinggi.

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh bahan bakar terhadap torsi dan daya. Dari data hasil pengujian torsi dan daya dari kedua bahan bakar sama-sama meningkat seiring meningkatnya putaran. Bahan bakar total diesel memiliki torsi dan daya yang lebih baik pada rpm 2300 menghasilkan torsi 1,0kg/m dan daya 3,23 HP sedangkan bio solar pada rpm 2300 menghasilkan torsi 0,8kg/m dan daya 2,62 HP.
2. Semakin meningkat rpm maka secara grafik 4.2 – 4.6 torsi, daya, laju aliran massa bahan bakar dan konsumsi bahan bakar juga naik dan untuk konsumsi bahan bakar spesifik menurun ini menunjukan efisiensi pemakaian bahan bakar pada motor diesel dirpm 1400 – 2300 cukup baik.
3. Konsumsi bahan bakar antara bio solar dan total diesel pada putaran mesin 1400 rpm dengan torsi 0,1 kg.m dalam waktu 1 jam didapatkan hasil bio solar 0,24 liter dan total diesel 0,22 liter

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Reif Ed, Konrad. 2014. *Fundamentals of Automotive and Engine Technology* : Springer Vieweg, Wiesbaden
2. PT Toyota Astra Motor. 1995. *New Step 1 Training Manual* : PT Toyota-Astra Motor Training Center, Jakarta
3. Ismanto, 2012. “Analsis Variasi Tekanan Pada Injektor Terhadap Performance (Torsi dan Daya)”, Jurnal Teknik, Vol 2 No. 1
4. Audri D Cappenberg, 2017. “Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal”, Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Vol 2
5. Yusyardi Yusuf. et al. 2019. “Analisis Prestasi Mesin Mobil Diesel Turbocharger yang Diuji dengan Dynamometer”, Jurnal Sains dan Teknologi, Vol 15 No. 2 : 92-101
6. Septian T.., R Bagus S.., Novi L.., 2018.” Torsi dan Daya Mesin Diesel 2.5L Berbahan Bakar Biodiesel Campuran Minyak Kelapa Sawit”, Jurnal Teknik Seminar Nasional Energi & Teknologi Unisma, 157:164
7. Aijanto, Tony Suryo, 2010. “Pengujian Prestasi Mesin Isuzu Panther Menggunakan Alat Penghemat BBM

Elektrolizer Air", Jurnal Teknik Mesin Undip, Vol 2 No.1 : 23-30
8. H. Sulaeman, 2010. "Pengaruh Penambahan Aditif ABD – 01 Solar ke Dalam Minyak Solar Terhadap Kinerja Mesin Diesel, Jurnal Teknik Mesin, 12-21