

Uji Performa dan Analisa Mesin DLE-170 dengan Variasi Ukuran Propeller

DLE-170 Engine Performance Test and Analysis with Variation of Propeller Size

Hartono⁽¹⁾, Danartomo Kusumoaji⁽¹⁾

⁽¹⁾Pustekbang - LAPAN, Rumpin - Jawa Barat

Email : hartono.danki@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan penggunaan engine (mesin) yang sesuai dengan kriteria berdasarkan performa merupakan sebuah keharusan demi mendapatkan kemampuan yang diinginkan. Untuk dapat mengetahui nilai dari performa dari produk mesin, terkadang harus dilakukan pengujian. Pengujian kali ini menggunakan Mesin DLE-170 dengan membaca dan menganalisa parameter yang berfungsi untuk mengetahui torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi dari mesin tersebut. Dari hasil pengujian didapat Daya maksimum yang dihasilkan dari propeller 32x10 sebesar 13,446 KW, sedangkan pada propeller 32x12 daya maksimum yang dihasilkan yaitu 11,034 KW. Konsumsi bahan bakar spesifik pada 5000 RPM dengan menggunakan propeller 32x10 sebesar 0.001066 kg/HP Jam, saat menggunakan propeller 32x12 di 5000 RPM nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.001223 kg/HP Jam. Dengan efisiensi bahan bakar yang dihasilkan propeller 32x10 mempunyai nilai rata-rata sebesar 17.061%, maka dapat dikatakan bahwa nilai hasil dari pengujian menggunakan propeller 32x10 lebih baik dibanding propeller 32x12.

Kata kunci: DLE-170; Mesin; Pengujian; Propeller.

ABSTRACT

The need for the use of engines that meet the criteria based on performance is a must in order to obtain the desired capabilities. In order to know the value of the performance of the machine product, sometimes testing is required. This test uses the DLE-170 engine by reading and analyzing parameters that serve to determine the torque, power, specific fuel consumption and efficiency of the engine. From the test results obtained the maximum power generated from the 32x10 propeller is 13,446 KW, while the maximum power generated from the 32x12 propeller is 11,034 KW. Specific fuel consumption (sfc) at 5000 RPM using a 32x10 propeller is 0.001066 kg/HP Hour, when using a 32x12 propeller at 5000 RPM the sfc value is 0.001223 kg/HP Hour. With the fuel efficiency produced by the 32x10 propeller has an average value of 17.061%, it can be said that the value of the test results using the 32x10 propeller is better than the 32x12 propeller.

Keywords : DLE-170; Engine; Testing; Propeller

1. PENDAHULUAN

Dengan pesatnya perkembangan dunia engineering belakangan ini memberikan keuntungan bagi para pengguna atau customer, dikarenakan adanya informasi mengenai kelebihan dan kekurangan dari tiap produk yang digunakan. Hal ini juga yang memacu para manufacture khususnya engine (mesin) untuk terus memberikan performa yang terus meningkat dari produk tersebut. Dalam

penggunaannya mesin yang telah sesuai dengan karakteristik alat ataupun wahana dapat langsung digunakan, tapi tidak banyak juga mesin-mesin yang masih harus dilakukan uji performa serta analisa lanjutan sesuai dengan kebutuhan dari pengguna. Untuk membuat mesin bekerja dengan perbandingan kompresi tinggi, syarat utamanya adalah harus menggunakan bensin dengan oktan lebih tinggi. Kendati demikian, tidak semua mesin harus atau lebih baik menggunakan bensin beroktan tinggi. Mesin dengan kompresi rendah, jika diberi bensin oktan tinggi, hanya menyebabkan

pemborosan uang (Mulyono, dkk, 2014). Tenaga mesin juga tidak naik dan tetap saja boros sehingga dibutuhkan pengujian performa. Yang mana uji performa sendiri dapat dilakukan dengan beberapa macam metode, hanya saja yang paling sering dijumpai yaitu menggunakan alat bantu Engine Test Bed. Apa itu Engine Test Bed? adalah fasilitas/alat uji yang digunakan untuk mengembangkan, mengkarakterisasi, dan menguji mesin. Pengujian menggunakan engine test bed pun beragam mulai dari mengukur RPM (kecepatan rotasi mesin) sampai efisiensi dari mesin tersebut (Effendi, 2014).

Hasil penelitian sebelumnya telah banyak membahas mengenai penggunaan bahan bakar bensin untuk mesin kendaraan bermotor dengan indikasi performa mesin; Gunawan (2007), Laki, (2013), Mulyono (2016), dan Winanda (2016). Beberapa hasil penelitian yang membahas mengenai perubahan beberapa komponen mesin yang dapat menghasilkan perbedaan performa mesin, ditunjukkan oleh Turnip (2009), Wahyu (2019) dan Wardoyo (2017)

Effendi (2018), Gunawan (2007), Laki (2013), Winanda (2016), Pratama (2019), dan Setyabudi (2016) telah melakukan uji performa mesin dengan berbagai jenis parameter yang diukur, dan menghasilkan variasi performansi yang cukup berbeda signifikan.

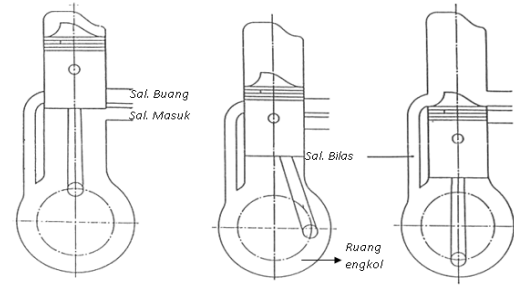
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan oleh Peneliti terdahulu, maka dilakukan analisis uji performa dan analisa mesin DLE-170 dengan variasi ukuran propeller untuk mendapatkan nilai laju konsumsi bahan bakar dan tingkat kualitas performa mesin.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Motor 2 langkah (tak)

Motor bakar dua tak adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran akan mengalami dua langkah piston, berbeda dengan putaran empat-tak yang mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus pembakaran, meskipun keempat proses intake, kompresi, tenaga dan pembuangan juga terjadi.

Mesin dua tak juga telah digunakan dalam mesin diesel, terutama dalam rancangan piston berlawanan, kendaraan kecepatan rendah seperti mesin kapal besar dan mesin V8 untuk truk dan kendaraan berat.



Gambar 1. Cara Kerja Motor 2 Tak

2.2 Prinsip Kerja

Istilah-istilah baku yang berlaku dalam teknik otomotif yang harus diketahui untuk bisa memahami prinsip kerja mesin ini:

- 1) TMA (titik mati atas) atau TDC (top dead centre): Posisi piston berada pada titik paling atas dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling jauh dari poros engkol (crankshaft).
- 2) TMB (titik mati bawah) atau BDC (bottom dead centre): Posisi piston berada pada titik paling bawah dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling dekat dengan poros engkol (crankshaft).
- 3) Ruang bilas yaitu ruangan di bawah piston dimana terdapat poros engkol (crankshaft). Sering disebut sebagai bak engkol (crankcase) berfungsi gas hasil campuran udara, bahan bakar dan pelumas bisa tercampur lebih merata.
- 4) Pembilasan (scavenging) yaitu proses pengeluaran gas hasil pembakaran dan proses pemasukan gas untuk pembakaran dalam ruang bakar.

Langkah ke 1

Piston bergerak dari TMA ke TMB.

- 1) Saat bergerak dari TMA ke TMB, piston akan menekan ruang bilas yang berada di bawahnya. Semakin jauh piston meninggalkan TMA menuju TMB akan semakin meningkat pula tekanan di ruang bilas.
- 2) Pada titik tertentu, piston (ring piston) akan melewati lubang pembuangan gas dan lubang pemasukan gas. Posisi masing-masing lubang tergantung dari desain perancang. Umumnya ring piston akan melewati lubang pembuangan terlebih dahulu.
- 3) Pada saat ring piston melewati lubang pembuangan, gas di dalam ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan.
- 4) Pada saat ring piston melewati lubang pemasukan, gas yang tertekan di dalam

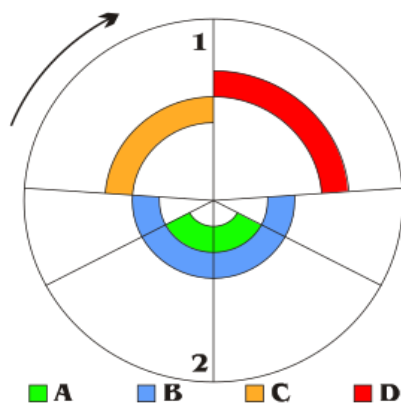
ruang bilas akan terpompa masuk ke dalam ruang bakar, sekaligus mendorong keluar gas yang ada di dalam ruang bakar menuju lubang pembuangan.

- 5) Piston terus menekan ruang bilas sampai titik TMB, sekaligus memompa gas dalam ruang bilas menuju ke dalam ruang bakar.

Langkah ke 2

Piston bergerak dari TMB ke TMA.

- 1) Saat bergerak dari TMB ke TMA, piston akan menghisap gas hasil percampuran udara, bahan bakar dan pelumas ke dalam ruang bilas. Percampuran ini dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi (lihat pula: Sistem bahan bakar).
- 2) Saat melewati lubang pemasukan dan lubang pembuangan, piston akan mengkompresi gas yang terjebak di dalam ruang bakar.
- 3) Piston akan terus mengkompresi gas dalam ruang bakar sampai TMA.
- 4) Beberapa saat sebelum piston sampai di TMA (pada mesin bensin busi akan menyala, sedangkan pada mesin diesel akan menyuntikkan bahan bakar) untuk membakar gas dalam ruang bakar. Waktu nyala busi atau penyuntikan bahan bakar tidak terjadi saat piston sampai ke TMA, melainkan terjadi sebelumnya. Ini dimaksudkan agar puncak tekanan akibat pembakaran dalam ruang bakar bisa terjadi saat piston mulai bergerak dari TMA ke TMB, karena proses pembakaran membutuhkan waktu untuk bisa membuat gas terbakar dengan sempurna oleh nyala api busi atau dengan suntikan bahan bakar.



Gambar 1. Siklus Motor 2 Tak

1: Top dead center, 2: Bottom dead center

A: Intake/scavenging, B: Exhaust, C: Compression,
D: Expansion (power)

(Sumber : wikipedia.com diakses pada 10
Agustus 2021 pukul 02.35)

A. Kelebihan Mesin Dua Tak

Dibandingkan mesin empat tak, mesin dua tak memiliki beberapa kelebihan:

- 1) Hasil tenaganya lebih besar dibandingkan mesin empat tak.
- 2) Mesin dua tak lebih kecil dan ringan dibandingkan mesin empat tak.
- 3) Kombinasi kedua kelebihan di atas menjadikan rasio berat terhadap tenaga (power to weight ratio) mesin dua tak lebih baik dibandingkan mesin empat tak.
- 4) Mesin dua tak lebih murah biaya produksinya karena konstruksinya yang sederhana.

Meskipun memiliki berbagai kelebihan, mesin ini sudah jarang digunakan dalam kendaraan-kendaraan terutama kendaraan mobil dikarenakan oleh beberapa kekurangan.

B. Kekurangan mesin dua tak dibandingkan mesin empat tak:

- 1) Efisiensi bahan bakar mesin dua tak lebih rendah dibandingkan mesin empat tak (boros).
- 2) Mesin dua tak memerlukan percampuran oli dengan bahan bakar (oli samping/two stroke oil) untuk pelumasan silinder mesin.
- 3) Kedua hal di atas mengakibatkan biaya operasional mesin dua tak menjadi lebih tinggi dibandingkan biaya operasional mesin empat tak.
- 4) Mesin dua tak menghasilkan polusi udara lebih banyak. Polusi terjadi dari pembakaran oli samping dan gas dari ruang bilas yang lolos/bocor dan masuk langsung ke lubang pembuangan.
- 5) Pelumasan mesin dua tak tidak sebaik mesin empat tak. Ini mengakibatkan usia suku cadang dalam komponen ruang bakar relatif lebih singkat.

2.3 Engine Performance

Performa motor bakar bisa diketahui dengan membaca dan menganalisa parameter yang berfungsi untuk mengetahui torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi dari mesin tersebut. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya dan torsi motor atau kemampuan motor. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain volume silinder, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, dan kualitas bahan bakar. Sehingga dalam menentukan nilai dari parameter tersebut dilakukan pengujian dan analisa lebih lanjut agar didapati nilai dari parameter tersebut.

a) Daya (kW) dengan Torsi (Nm)

Daya mesin adalah hubungan kemampuan engine untuk menghasilkan torsi maksimal pada putaran tertentu. Daya menjelaskan besarnya output kerja engine yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Sedangkan torsi terjadi ketika Gerakan ke bawah piston menekan connecting rod menyebabkan crankshaft berputar. Gaya tekan ke bawah dari piston dikalikan dengan jarak dari titik sumbu rod journal ke titik sumbu main journal crankshaft (r) disebut torsi (T) (Caterpillar, 1992).

$$\text{Jadi : } P = (T \times \omega) \quad \omega = 2\pi N \\ P = 2\pi N. T. 10^{-4} \dots\dots\dots(1)$$

b) Laju Konsumsi Bahan Bakar (mf) dengan Putaran (rpm)

$$m_f = \frac{1}{t} \times \rho_{bb} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

t = Waktu konsumsi bahan bakar
 ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar (gr/cm³)

c) Konsumsi Bahan Bakar (s_{fc}) dengan Putaran Mesin (rpm)

Konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor tersebut adalah adalah kecepatan putaran dari mesin (Rpm).

$$\text{Sehingga : } s_{fc} = \frac{mf}{P} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

s_{fc} = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/HP jam)
P = Daya (kW)

d) Efisiensi Bahan Bakar (%) dengan Daya (kW)

$$\text{Jadi : } \eta_f = \frac{1}{s_{fc} \cdot Q_{HV}} 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Q_{HV} = Untuk jenis bahan bakar yang digunakan adalah 45 MJ/Kg

3. METODE PENELITIAN

3.1 Peralatan Penelitian

Penelitian ini mempergunakan objek dan alat ukur sebagai berikut:

- a) Engine DLE 170
- | | |
|--------------------|-------------------|
| Type | : 2 Langkah |
| Kapasitas Silinder | : 170cc |
| Jumlah Silinder | : 2 |
| Propeller | |
| Type | : Pusher |
| Ukuran | : 32x10 dan 32x12 |

Merk : JC Super Props

- b) Analog Angkutan Dorong Tarik Gauge (AADTG)
c) Tachometer
d) Timbangan Elektrik

3.2 Pengambilan Data

Data-data yang diambil antara lain:

1. Waktu pengamatan
2. Konsumsi Bahan Bakar selama waktu pengamatan
3. Putaran Motor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

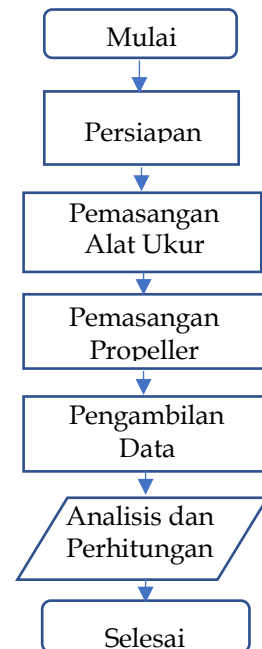
A. Daya (kW) dengan Torsi (Nm)

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan variasi putaran mesin (RPM) didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Daya dengan Torsi

RPM	Daya (kW) dengan Torsi (Nm)	
	32x10	32x12
3000	2.125	1.570
3500	4.706	2.838
4000	6.898	4.886
4500	9.284	7.898
5000	13.446	11.034

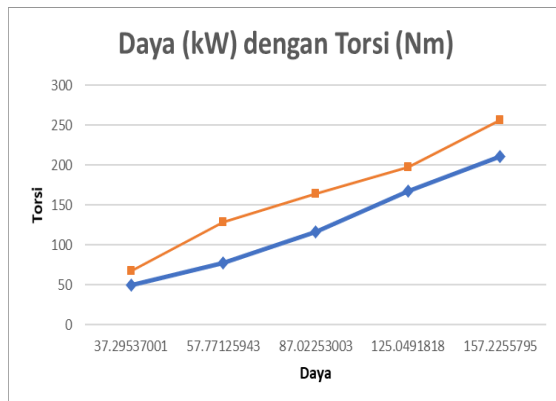
3.3 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari Daya (KW) terhadap variasi Putaran Mesin

(RPM) di mulai dari 3000 RPM-6000 RPM. Dimana tiap jenis propeller dilakukan dengan tahapan serta proses yang sama.



Gambar 3. Grafik Daya (kW) dengan Torsi (Nm)

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi didalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak sehingga daya poros sangat tergantung dari nilai torsi yang dihasilkan oleh motor bakar tersebut. Daya maksimum dari propeller 32x10 sebesar 13,446 KW dengan putaran 5000 RPM. Sedangkan pada propeller 32x12 daya maksimum yang dihasilkan pada 5000 RPM yaitu 11,034 KW.

Daya rata-rata dari propeller 32x10 adalah 7.2918 KW dan propeller 32x12 daya rata-rata sebesar 5.6452 KW dengan kenaikan sebesar 20%.

B. Laju Konsumsi Bahan Bakar dengan Putaran

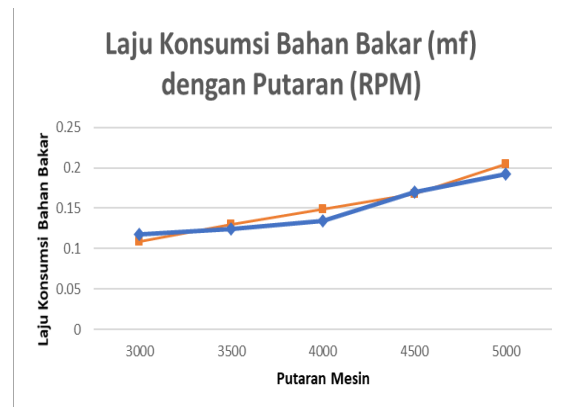
Untuk perbandingan data hasil pengujian laju konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Laju Konsumsi Bahan Bakar (m_f) dengan Putaran (rpm)

RPM	Laju Konsumsi Bahan Bakar (m_f) dengan Putaran (RPM)	
	32x10	32x12
3000	0.109	0.118
3500	0.130	0.125
4000	0.149	0.135
4500	0.168	0.170
5000	0.204	0.192

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari Laju Konsumsi Bahan Bakar dengan Putaran

(RPM) di mulai dari 3000 RPM-6000 RPM. Dimana tiap jenis propeller dilakukan dengan tahapan serta proses yang sama.



Gambar 4. Grafik Laju Konsumsi Bahan Bakar (mf) dengan Putaran (RPM)

Laju konsumsi bahan bakar adalah besarnya jumlah massa bahan bakar yang dibutuhkan tiap satuan waktu. Besar atau kecilnya laju konsumsi bahan bakar sangat tergantung pada putaran mesin, jika semakin tinggi putaran mesin yang dihasilkan maka akan semakin besar pula bahan bakar yang dibutuhkan dalam proses pembakaran.

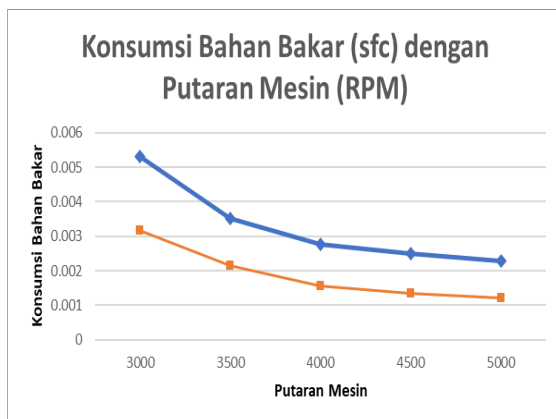
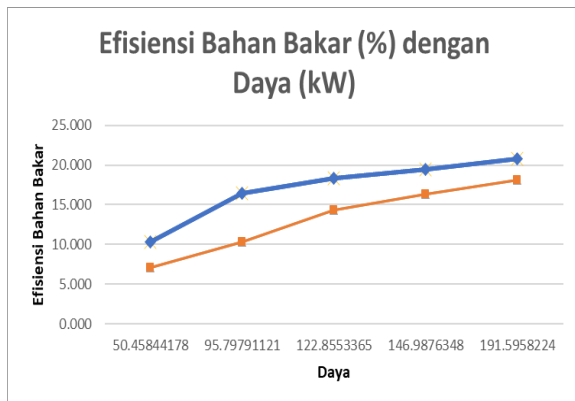
C. Konsumsi Bahan Bakar (s_{fc}) dengan Putaran Mesin (RPM)

Specific fuel consumption atau Sfc menyatakan jumlah pemakaian bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor untuk menghasilkan daya dalam satu jam. Semakin rendah nilai S_{fc} maka semakin rendah pula konsumsi bahan bakar yang digunakan. Berikut ini perbandingan data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari Laju Konsumsi Bahan Bakar (m_f) dengan Putaran (RPM) di mulai dari 3000 RPM-6000 RPM. Dimana tiap jenis propeller dilakukan dengan tahapan serta proses yang sama

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar (s_{fc}) dengan Putaran Mesin (RPM)

RPM	Konsumsi Bahan Bakar (s_{fc}) dengan Putaran Mesin (RPM)	
	32x10	32x12
3000	0.109	0.118
3500	0.130	0.125
4000	0.149	0.135
4500	0.168	0.170
5000	0.204	0.192



Gambar 5. Konsumsi Bahan Bakar (s_{fc}) dengan Putaran Mesin (RPM)

Berdasarkan rumus s_{fc} merupakan hasil dari laju konsumsi bahan bakar dibagi dengan daya. Pada Gambar 5 terlihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik akan semakin naik seiring dengan kenaikan putaran mesin. Berdasarkan perhitungan konsumsi bahan bakar rata-rata propeller 32x10 sebesar 0.001387 kg/HP Jam dan pada propeller 32x12 sebesar 0.001888 kg/HP Jam.

D. Efisiensi Bahan Bakar dengan Daya
Perhitungan yang sama dilakukan pada variasi putaran yang berbeda, sehingga didapat nilai efisiensi, seperti ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Efisiensi Bahan Bakar dengan Daya

RPM	Efisiensi Bahan Bakar (%) dengan Daya (kW)	
	32x10	32x12
3000	10.280	7.044
3500	16.416	10.309
4000	18.354	14.342
4500	19.425	16.342
5000	20.830	18.162

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari Efisiensi Bahan Bakar (%) dengan Daya (kW) di mulai dari 3000 RPM-6000 RPM.

Gambar 6. Efisiensi Bahan Bakar – Daya

Perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh suatu mesin dalam satu siklus terhadap jumlah energi bahan bakar yang dapat dilepaskan dalam suatu proses pembakaran menunjukkan nilai dari efisiensi bahan bakar. Dengan meningkatnya daya maka nilai dari efisiensi akan meningkat pula. Dimana hal ini berbanding terbalik dengan konsumsi bahan bakar (s_{fc}).

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian berdasarkan pengujian yang dilakukan pada Engine DLE170 dapat disimpulkan antara lain:

- 1) Daya maksimum yang dihasilkan dari propeller 32x10 sebesar 13,446 KW, dengan daya rata-rata adalah 7.2918 KW. Sedangkan pada propeller 32x12 daya maksimum yang dihasilkan yaitu 11,034 KW. dan daya rata-rata sebesar 5.6452 KW dengan kenaikan sebesar 20%.
- 2) Laju konsumsi bahan bakar dengan menggunakan propeller 32x10 menghasilkan rata-rata sebesar 0.147889 gr/det, dan pada propeller 32x12 rata-rata yaitu 0.152011 gr/det.
- 3) Konsumsi bahan bakar spesifik (s_{fc}) pada 5000 RPM dengan menggunakan propeller 32x10 sebesar 0.001066 kg/HP Jam dengan rata-rata 0.001387 kg/HP Jam. Sedangkan saat menggunakan propeller 32x12 di 5000 RPM nilai s_{fc} sebesar 0.001223 kg/HP Jam dengan nilai rata-rata yaitu 0.001888 kg/HP Jam.
- 4) Efisiensi bahan bakar dengan menggunakan propeller 32x10 mempunyai nilai rata-rata sebesar 17.061% dan untuk nilai rata-rata propeller 32x12 adalah 13.239%.
- 5) Hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa performa dari propeller 32x10 lebih baik.

Ucapan Terimakasih

Disampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Teknologi Penerbangan-LAPAN yang telah mengijinkan dalam penggunaan fasilitas laboratorium untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Effendi, Y., & Rifal. (2018). Uji Performa Mesin Diesel Satu Silinder Menggunakan Metode

- Standar Nasional Indonesia (SNI) 0119:2012. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*.
- Gunawan, L. D. (2007). *Pengaruh Prosentase Campuran Pelumas Motor Bensin 2 Langkah Terhadap Emisi Gas Buang*. Yogyakarta: [Skripsi] Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma.
- Laki, R. F., Hardi Gunawan, & I Nyoman Gede ST. (2013). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yang Terpasang Pada Sepeda Motor Suzuki Smash 110cc Yang Digunakan Pada Jalan Menanjak. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Vol. 2 No. 1*, 1-10.
- Mulyono, S., Gunawan, & Budha Maryanti. (t.thn.). Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU NO. 1 VOL. 2*, 28-35.
- Pasca Hariyadi Winanda, & Bambang Sudarmanta. (2016). Uji Unjuk Kerja dan Durability 5000 Km Mobil Bensin 1497 Cc Berbahan Bakar Campuran Bensin-Bioetanol. *Jurnal Teknik ITS Vol. 5 No. 2*, 678-683.
- Perhubungan, K. M. (NOMOR : KM 9 Tahun 2004). *Tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor*. Jakarta.
- Pratama, B. (2019). *Uji Performa Bahan Bakar Terhadap Kendaraan Menggunakan Alat Uji Chassis Dynamometer di KPPP Teknologi Aplikasi Produk Ppptomgb "LEMIGAS"*. Jakarta: [Skripsi] Program Studi Teknik Mesin Universitas Pertamina.
- Purwono, H., & Thomas Djunaedi. (2016). Pengujian dan Perhitungan Performa Mesin Komatsu Sa12v140-1 Setelah Proses Remanufacturing. *SINTEK VOL 10 NO 2*, 6-11.
- SetyaBudi, P. B., Deddy Chrismianto, & Good Rindo. (2016). Analisa Nilai Thrust Dan Torque Propeller Tipe B-Series Pada Kapal Selam Midget 150m Dengan Variasi Skew Angle Dan Blade Area Ratio (Ae/Ao) Menggunakan Metode Cfd. *Kapal, Vol. 13, No. 3*, 109-118.
- Turnip, J. (2009). *Pengujian dan Analisa Performansi Motor Bakar Diesel Menggunakan Biodiesel Dimethyl Ester B-01 dan B-02*. Medan: [Skripsi] Jurusan Teknik Mesin.
- Wahyu, D. (2019). Uji Kinerja Mesin Fiat 4-Tak dengan Kapasitas 1.100 CC Menggunakan Automotive Engine Test Bed T101D. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 73-82.
- Wardoyo, & Andi Putro Sukendro. (2017). Pengaruh Perubahan Diameter Lubang Saluran Keluar Jetmain Dari 2,5 Mm Menjadi 2,8 Mm Pada Karburator Terhadap Kinerja Mesin Bensinempat Langkah Satu Silinder Pada Sepeda Motor. *Jurnal ENGINE*, 11-19.