

Perawatan Kopling Dan Instalasi Listrik Untuk Pengujian Kinerja Mesin Bensin 3K Dengan Metode *Variable Speed*

Hanni Maksum Ardi^{1*}, Nazmi Syamsurizal², Mokhammad Munir Fahmi³, Dibyo Setiawan⁴

^{1*,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia

Email: ^{1*}hanni.maksum@polban.ac.id, ²nazmi.syamsurizal.tme21@polban.ac.id, ³fahmimunir@polban.ac.id,
⁴dibyo.setiawan@polban.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak – Permasalahan utama di Laboratorium Fluida Termal dan Otomotif Politeknik Negeri Bandung yaitu tidak berfungsinya mesin bensin *Corona 3K* sebagai alat praktikum, karena belum tersedia transmisi kopling dan instalasi listrik untuk pengujian. Penelitian ini bertujuan melakukan rekondisi mesin berupa perakitan kopling dan instalasi listrik untuk mendukung pengujian kinerja mesin dengan metode *variable speed*. Metode yang digunakan meliputi inspeksi awal komponen, perbaikan atau penggantian, perakitan kopling dan instalasi, serta pengujian. Hasil pengujian menunjukkan mesin kembali berfungsi dan mampu menghasilkan data performa berupa grafik hubungan antara putaran mesin terhadap laju aliran bahan bakar, daya bahan bakar, daya generator, konsumsi bahan bakar spesifik, dan *brake thermal efficiency*. Mesin berhasil digunakan kembali untuk praktikum.

Kata Kunci: Mesin Bensin, Rekondisi, Transmisi Kopling, *Variabel Speed*

Abstract – The main issue at the Fluid Thermal and Automotive Laboratory of Bandung State Polytechnic is the malfunctioning of the *Corona 3K* gasoline engine used for practical activities, due to the absence of a clutch transmission and electrical installation. This research aims to recondition the engine through clutch installation and electrical wiring to support performance testing with the *variable speed* method. The methodology includes initial inspection of components, repair or replacement, coupling and electrical assembly, and testing. The results indicate that the engine operates properly and produces performance data including fuel flow rate, fuel power, generator output, specific fuel consumption, and *brake thermal efficiency*. The engine is successfully restored for laboratory use.

Keywords: Gasoline Engine, Recondition, Clutch, *Variable Speed*

1. PENDAHULUAN

Laboratorium Fluida, Termal dan Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung memiliki aset berupa *training unit* mesin bensin *Corona 3K* dengan konfigurasi 4 silinder, dirancang sebagai alat praktikum performa mesin bensin. Aset tersebut digunakan sebagai media pembelajaran, dalam memahami, menerapkan dan analisa prinsip kerja mesin pembakaran dalam khususnya pada pengujian performa mesin konversi energi dengan pendekatan metoda *variable speed* (Junipitoyo, 2017). Kondisi saat ini, mesin belum dapat berfungsi secara optimal, karena adanya beberapa kendala teknis.

Permasalahan utama setelah dilakukan identifikasi yaitu terjadi kerusakan pada sistem transmisi kopling penghubung poros *output* mesin bensin dengan generator. Akibatnya, energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin mengalami kendala transfer secara efektif untuk keperluan pengujian. Selanjutnya belum tersedianya instalasi listrik yang diperlukan untuk mendukung operasi dan pengujian generator, sehingga sistem belum dapat beroperasi. Berikut merupakan literasi kegiatan sejenis yang pernah dilaksanakan oleh peneliti.

Rijal Falaqi Muhammad dkk (Falaqi Muhammad & Nurrohkayati, 2024) telah melaksanakan pemeliharaan dan perawatan pada mobil Toyota yang bertujuan untuk menjaga umur pakai agar selalu dalam performa dan kondisi mesin seperti baru dengan biaya perawatan sewajarnya.

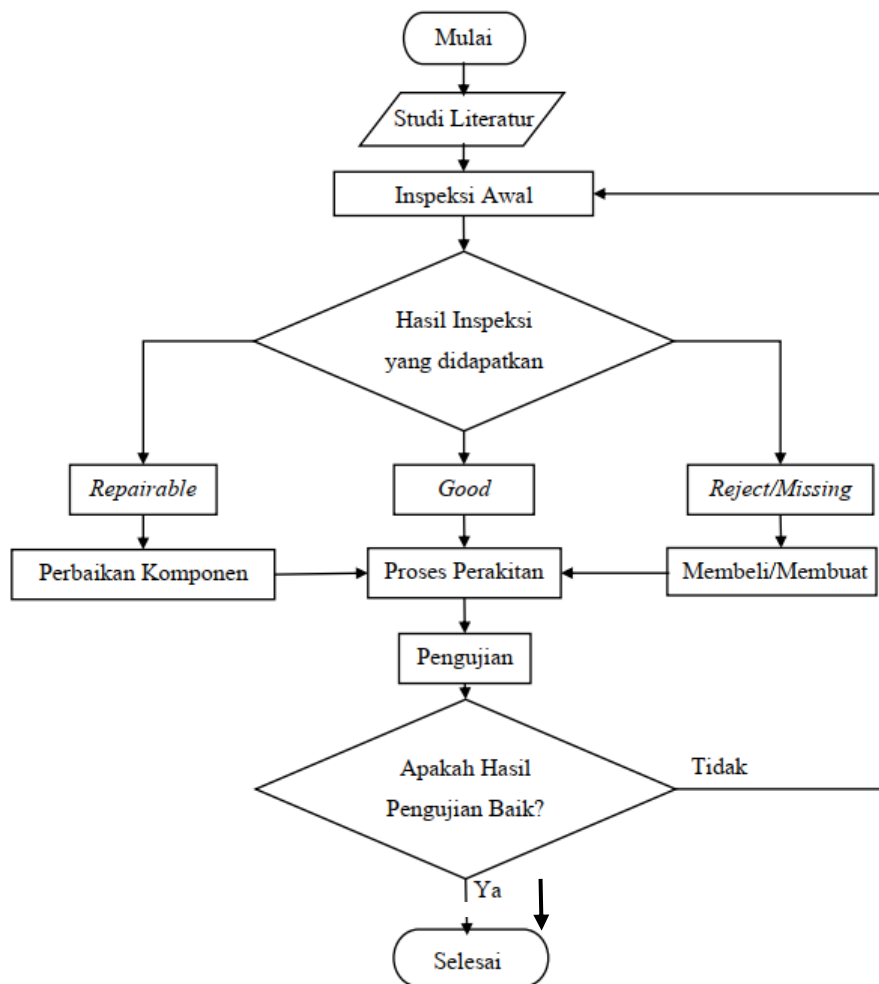
Selanjutnya saudara M. Lidinillah dkk (Lidinillah et al., 2015) telah dilakukan kegiatan pengukuran unjuk kerja motor bensin dengan dinamometer generator AC untuk menganalisis kelayakan mesin bensin dengan meninjau hasil pengukuran performa mesin menggunakan generator AC. Hasil dari pengukuran menunjukkan bagaimana variasi beban berdampak pada konsumsi bahan bakar spesifik (Kusmanto & Winoko, 2019), sehingga nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan berkurang seiring dengan putaran mesin yang lebih tinggi.

Kemudian H. Abizar, dkk (Naura et al., 2023) mobil toyota Avanza pernah dilakukan kajian terhadap analisis perawatan berkala yang mempengaruhi performa mobil tersebut, yang bertujuan untuk mengetahui bagian yang perlu diperiksa selama perawatan berkala seperti pengecekan mesin dan pergantian komponen.

Sehubungan dengan hal tersebut, tujuan proses perakitan sistem kopling dan instalasi listrik dalam rangka perawatan mesin bensin *Corona 3K* untuk dapat kembali difungsikan sebagai alat praktikum. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan mutu pembelajaran, khususnya dalam pengujian performa mesin dengan pendekatan metode *variable speed*. Sehingga mahasiswa dapat mengaplikasikan dan mengkaji karakteristik kinerja mesin.

2. METODE

Kegiatan perawatan korektif dilakukan dalam beberapa tahapan utama untuk memastikan *training unit* mesin bensin 3K dapat di perbaiki dan berfungsi kembali. Metode korektif terdiri dari inspeksi awal, tindakan perbaikan atau penggantian, perakitan komponen, instalasi listrik, dan pengujian performa mesin dengan metode pendekatan *variable speed*.



Gambar 1. Diagram alir kegiatan

2.1 Inspeksi Awal

Inspeksi awal dilaksanakan terhadap kondisi fisik dan fungsi mesin serta komponen pendukungnya, termasuk sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem pelumasan, dan sistem kelistrikan. Pemeriksaan awal dilakukan dengan dua cara, antara lain: a) Inspeksi secara visual, b)

Inspeksi fungsi dengan menggunakan alat bantu *engine analyzer* untuk memeriksa kondisi dari sistem pengapian.

2.2. Tindakan Hasil Inspeksi

Komponen di klasifikasikan menjadi: (1) *good*, tidak perlu tindakan lebih lanjut, (2) *repairable*, perlu perbaikan, dan (3) *missing* atau *reject*, perlu pengadaan.

2.3. Perakitan Kopling

Perakitan dilaksanakan dalam rangka menghubungkan poros mesin dengan generator menggunakan kopling tetap. Ukuran kopling ditentukan berdasarkan perhitungan torsi dan standar pasak. Terdapat beberapa rumus yang dapat digunakan dalam proses perencanaan kopling (Purwanto et al., 2016) yaitu:

Diameter luar

$$D = 2d + 13 \text{ mm} \quad (1)$$

Dimana :

D = Diameter luar (mm);

d = diameter poros (mm).

Panjang kopling

$$L = 3,5 d \quad (2)$$

Dimana:

L = Panjang Kopling

Dimensi pasak yang digunakan dapat mengacu dimensi standard

Tabel 1. Dimensi standar pasak

Diameter poros (mm)	Penampang pasak		Diameter poros (mm)	Penampang pasak	
	Lembar (mm)	Tebal (mm)		Lembar (mm)	Tebal (mm)
6	2	2	85	25	14
8	3	3	95	28	16
10	4	4	110	32	18
12	5	5	130	36	20
17	6	6	150	40	22
22	8	7	170	45	25
30	10	8	200	50	28
38	12	8	230	56	32
44	14	9	260	63	32
50	16	10	290	70	36
58	18	11	330	80	40
65	20	12	380	90	45
75	22	14	440	100	50

Panjang Pasak tiap Poros

$$l = \frac{L}{2} \quad (3)$$

Dimana:

l = Panjang pasak (mm);

L = Panjang kopling (mm).

Torsi Poros

$$T = \frac{60 \times P}{2 \times \pi \times n} \quad (4)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm);

P = Daya mesin (KW);

n = Putaran mesin (rpm).

Tegangan pada Kopling

$$\tau_k = \frac{T}{\left(\frac{D^4 - d^4}{D}\right) \times \frac{\pi}{16}} \quad (5)$$

Dimana

τ_k = Tegangan kopling (N/mm²)

Tegangan Geser

$$\tau_s = \frac{T}{l \times w \times \frac{d}{2}} \quad (6)$$

τ_s = Tegangan geser (N/mm²);

l = Panjang pasak (mm);

w = lebar pasak (mm).

Tegangan Tumbukan

$$\sigma_s = \frac{T}{l \times \left(\frac{t}{2}\right) \times \frac{d}{2}} \quad (7)$$

Dimana:

σ_s = Tegangan tumbukan (N/mm²)

t = tinggi pasak (mm)

2.4. Instalasi Listrik

Rangkaian listrik disusun untuk pengoperasian beban listrik unit *heater*, serta dilengkapi pengaman MCB dan pengukuran tegangan dan arus.

2.5. Pengujian

Pengujian performa dilakukan dengan variasi putaran mesin dan beban tetap. Parameter tersebut diukur antara lain konsumsi bahan bakar, daya bahan bakar, daya generator, *BSFC* dan *BTE*. Selanjutnya untuk pengujian laju aliran bahan bakar, data yang dibutuhkan adalah volume bahan bakar yang mengalir dalam waktu tertentu. Laju aliran massa bahan bakar dapat dihitung dengan membagi volume bahan bakar tersebut dengan waktu konsumsi bahan bakar (M. Lidinillah.dkk, 2015). Rumus untuk menghitung laju aliran massa bahan bakar sebagai berikut:

$$mbb = \rho \times \frac{V_{bb}}{s} \times \frac{1}{1000} \quad (8)$$

Dimana :

- mbb = Laju aliran massa bahan bakar (kg/s)
- V_{bb} = Volume bahan bakar (ml)
- s = Satuan waktu (detik)
- ρ = Densitas bahan bakar (kg/l) (0,715-0,770) (Migas, 2020)

Daya Bahan Bakar (P_{in})

Daya mesin merupakan parameter utama. Daya bahan bakar yang dihasilkan dapat dihitung sebagai berikut (Wafiq, 2018):

$$P_{in} = mbb \times LHV \quad (9)$$

Dimana:

- P_{in} = daya bahan bakar (daya mesin) (kW)
- Mbb = Laju aliran massa bahan bakar
- LHV = low heating value (kJ/kg)(44260,12)(Dharmanasa et al., 2021)

Daya generator (P_{out})

Daya generator merupakan kemampuan unit generator dalam menghasilkan energi listrik. Generator memproses konversi energi mekanik ke energi listrik dengan prinsip elektromagnetik. Daya generator diperoleh menggunakan rumus berikut (Wafiq, 2018):

$$P_{out} = \frac{V \times I \times P_f}{1000 \times C_g} \quad (10)$$

Dimana:

- P_{out} = daya generator (kW)
- V = tegangan (V)
- I = arus (A)
- P_f = faktor daya untuk fasa tunggal = 1
- C_g = efisiensi generator listrik untuk mesin dibawah 50 kVa = 0,87%-0,89%

Konsumsi bahan bakar spesifik (*BSFC*)

Konsumsi bahan bakar spesifik atau dapat disebut *break specific fuel consumption* (*BSFC*) merupakan volume bahan bakar yang digunakan dalam menghasilkan satu kWh (Lidinillah et al., 2015). Besaran tersebut diperoleh dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$BSFC = \frac{mbb}{P_{in}} \quad (11)$$

Dimana:

$BSFC$ = Konsumsi bahan bakar spesifik ($kg/kw.h$)

Mbb = Laju aliran bahan bakar (kg/s)

P_{in} = Daya mesin (kW)

Brake Thermal Efficiency (BTE)

Brake Thermal Efficiency (BTE) merupakan jumlah perbandingan (%) daya keluar dengan daya masuk atau daya generator dengan daya bahan bakar. Nilai BTE dapat menggunakan formula berikut (sanjaya et al., 2024)

$$BTE = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (12)$$

Dimana:

BTE = *brake thermal efficiency* (%)

P_{out} = daya generator (kW)

P_{in} = daya mesin (kW)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Inspeksi Awal

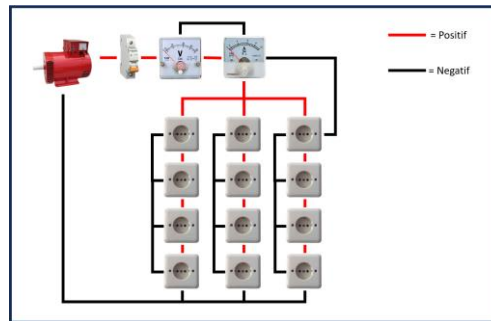
Inspeksi awal pemeriksaan dan diagnosa kondisi mesin sesuai dengan buku pedoman. Inspeksi visual dilaksanakan untuk memeriksa kelengkapan dan kelayakan komponen bagian mesin. Inspeksi secara fungsi dilaksanakan menggunakan alat bantu *engine analyzer*. Hasil dari kegiatan perakitan menunjukkan, sistem kopling dapat dipasang secara tepat, dengan nilai ketidaklurusan poros sebesar 0,05 mm. Instalasi listrik berhasil terpasang dan mampu menahan beban listrik sebesar 2500 W. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada inspeksi awal, ditemukan pada bagian poros mesin belum tersedia kopling yang terhubung dengan poros generator serta pada bagian generator belum tersedia rangkaian listrik, sehingga hasil masuk ke dalam kategori *missing*. Tindak lanjut diperlukan dalam menghadapi masalah yang terjadi, yaitu mengadakan komponen kopling dan menyusun rangkaian listrik.

3.2. Instalasi Listrik

Instalasi listrik mengalirkan listrik ke perangkat pengguna, dalam hal ini yaitu *heater* 500 W dan 1000 W. Instalasi listrik harus dibuat dengan benar karena harus mengimplementasikan Tim penyelenggara. Adapun komponen-komponen yang digunakan untuk membuat rangkain listrik antara lain:

- a. Kabel listrik;
- b. MCB;
- c. Voltmeter;
- d. Amperemeter;
- e. Stop kontak.

Proses penyusunan instalasi listrik mengacu gambar desain instalasi listrik dibawah ini:



Gambar 2. Instalasi listrik

3.3. Hasil Perakitan

Setelah melalui proses inspeksi awal, tindakan, perakitan kopling dan instalasi listrik. Selanjutnya alat telah dalam kondisi baik dan dapat untuk digunakan. Adapun hasil yang diperoleh setelah perakitan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Hasil perakitan

Pengecekan *misalignment* dilakukan untuk memastikan kesatusumbuan dari poros mesin bensin dan poros generator serta memastikan poros terpasang dengan baik. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil pengukuran *misalignment*

Arah	Misalignment (mm)						Hasil
	1	2	3	4	5	rata-rata	
03.00	0,04	0,04	0,06	0,03	0,06	0,046	<i>Good</i>
09.00	0,05	0,07	0,05	0,055	0,04	0,053	<i>Good</i>
12.00	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05	0,048	<i>Good</i>

3.4. Hasil Pengujian

Pengujian dilaksanakan dengan pendekatan metode *variable speed* dengan diberikan perlakuan perubahan kecepatan dengan beban yang sama pada proses pengujian. Beban yang diterapkan yaitu *heater* dengan beban 500 W dan dua *heater* 1000 W.

Tabel 3. Data pengujian

Putaran Mesin (rpm)	Beban generator (watt)	Volume bahan bakar (ml)	Waktu konsumsi (s)				Tegangan (V)	Arus (A)
			1	2	3	rata-rata		
546,5	2500	8	19,54	18,57	19,27	19,13	60	4
765	2500	8	18,18	17,21	17,46	17,62	80	5
1054	2500	8	8,46	9,34	10,01	9,27	160	8
1255	2500	8	8,00	8,40	8,94	8,45	190	9
1508	2500	8	7,69	6,65	7,41	7,25	200	11

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan pendekatan metode *variable speed*, diperoleh data yang digunakan sebagai dasar memperoleh data hasil kalkulasi.

Tabel 4. Data hitung berdasarkan hasil pengujian

Putaran Mesin (Rpm)	Laju Massa Bakar (Kg/S)	Aliran Bahan (Mbb)	Daya Bakar (P_{in})(kW)	Bahan	Daya Generator (P_{out})(kW)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh)	Brake Thermal Efficiency (%)
546,5	0,0003110		13,7640		0,2727	0,001140	1,98%
765	0,0003376		14,9438		0,4545	0,000743	3,04%
1054	0,0006416		28,3991		1,4545	0,000441	5,12%
1255	0,0007042		31,1672		1,9432	0,000362	6,23%
1508	0,0008204		36,3116		2,5000	0,000328	6,88%

Berdasarkan hasil data hitung dapat disusun grafik pengaruh putaran terhadap laju aliran bahan bakar ditunjukkan pada gambar berikut:



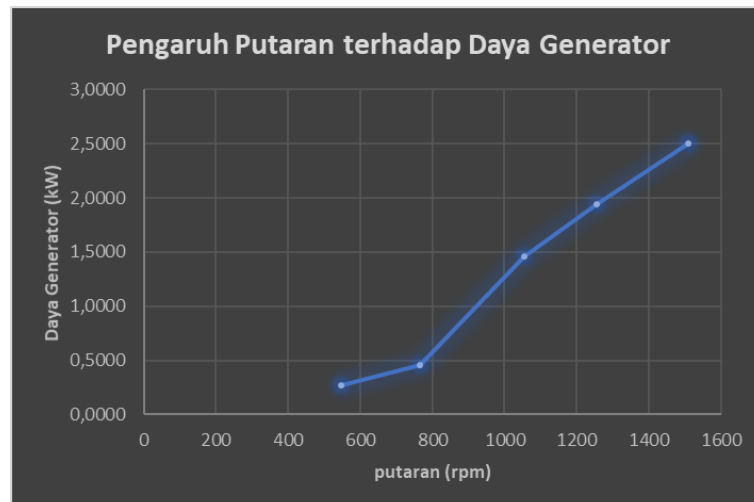
Gambar 4. Grafik pengaruh putaran terhadap laju aliran bahan bakar

Gambar 5 pada putaran 546,5 rpm diperoleh nilai laju aliran bahan bakar sebesar 0,0003110 kg/s sedangkan pada putaran 1508 rpm diperoleh nilai laju aliran bahan bakar sebesar 0,0008204 kg/s. Hal tersebut menunjukkan semakin meningkat putaran mesin maka semakin besar nilai laju aliran bahan bakar yang dihasilkan.



Gambar 5. Grafik pengaruh putaran terhadap daya masuk bahan bakar

Gambar 6 pada putaran 546,5 rpm diperoleh nilai daya bahan bakar sebesar 13,7640 kW sedangkan pada putaran 1508 rpm diperoleh nilai daya bahan bakar sebesar 36,3116 kW. Hal tersebut menunjukkan semakin meningkat putaran mesin maka semakin besar nilai daya bahan bakar yang dihasilkan.



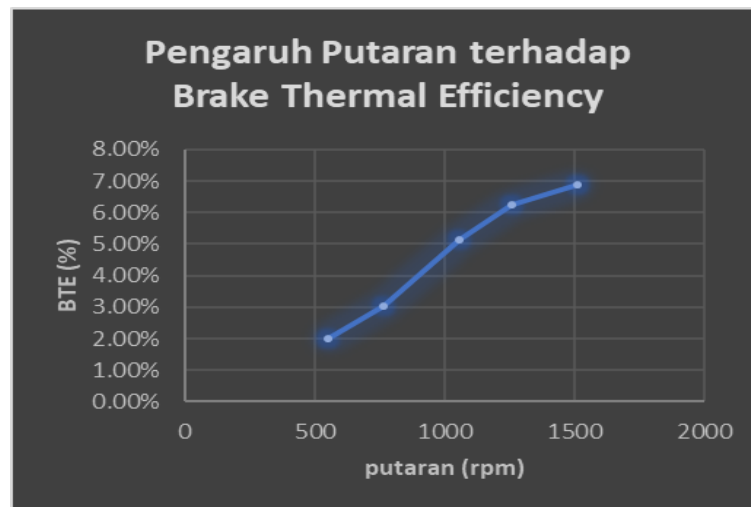
Gambar 6. Grafik pengaruh putaran terhadap daya generator

Gambar 7 pada putaran 546,5 rpm diperoleh nilai daya generator sebesar 0,2727 kW dan pada putaran 1508 rpm diperoleh nilai daya generator sebesar 2,5 kW. Hal tersebut menunjukkan semakin meningkat putaran mesin maka semakin besar nilai daya generator yang dihasilkan.



Gambar 7. Grafik pengaruh putaran terhadap konsumsi bahan bakar spesifik

Gambar 8 pada putaran 546,5 *rpm* diperoleh nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,001140 *kg/kWh* dan pada putaran 1508 *rpm* diperoleh nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,000328 *kg/kWh*. Hal ini menunjukkan semakin meningkat putaran mesin maka semakin kecil nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan.



Gambar 8. Grafik pengaruh putaran terhadap *brake thermal efficiency*

Gambar 9 pada putaran 546,5 *rpm* diperoleh nilai *brake thermal efficiency* sebesar 1,98 % dan pada putaran 1508 *rpm* diperoleh nilai *brake thermal efficiency* sebesar 6,88 %. Hal tersebut menunjukan semakin meningkat putaran mesin maka semakin besar nilai *brake thermal efficiency* yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Inspeksi awal bagian poros mesin belum tersedia kopling yang terhubung ke poros generator dan belum tersedia instalasi listrik yang dapat digunakan untuk pengujian generator. Kopling yang digunakan berukuran diameter luar 84 mm dan panjang kopling 110 mm. Rangkain listrik dirakit sesuai gambar rencana instalasi dan berfungsi dengan baik. Pengujian dilaksanakan dengan pendekatan metode *variable speed* dengan variasi kecepatan berupa 546,5 *rpm*, 765 *rpm*, 1054 *rpm*,

1255 rpm dan 1508 rpm dengan beban yang sama yaitu 2500 Watt. Hasil akhir yang diperoleh dari pengujian kinerja mesin yaitu grafik pengaruh putaran terhadap nilai laju aliran bahan bakar, daya bahan bakar, daya generator, konsumsi bahan bakar spesifik dan *brake thermal efficiency*. Berdasarkan hasil pengujian diketahui semakin cepat putaran mesin maka akan semakin besar nilai laju aliran bahan bakar, daya bahan bakar, daya generator dan *brake thermal efficiency* yang dihasilkan sedangkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik semakin kecil. Mesin bensin 3k dapat digunakan kembali sebagai alat praktikum kinerja mesin.

REFERENCES

- Dharmanasa, T., Danial, & Ivanto, M. (2021). Analisa Perbandingan Bahan Bakar Pertalite Dan Pertamax Terhadap Karakteristik Motor Honda Fit X NF 100 SE. *Danial & Ivanto*, 2(2), 142–151. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/48679>
- Falaqi Muhammad, R., & Nurrohkayati, S. (2024). Pemeliharaan Dan Perawatan Pada Mobil Toyota. *National Multidisciplinary Sciences UMJember Proceeding Series*, 3(1), 353–357. <http://proceeding.unmuhjember.ac.id/index.php/nsm>
- Junipitoyo, B. (2017). Performa Mesin Bensin Berbahan Bakar Ethanol Dengan Pengaturan Kompresi Rasio. *Jurnal Penelitian*, 2(3), 197–202. <https://doi.org/10.46491/jp.v2e3.96.197-202>
- Kusmanto, I. P. P. P., & Winoko, Y. A. (2019). Pengaruh Suhu Bahan Bakar terhadap Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin 1781 CC. *Jurnal Flywheel*, 10(1), 33–44.
- Lidinillah, M., Mara, I. M., & A.P, Y. (2015). Pengukuran Unjuk Kerja Motor Bensin Dengan Dinamometer Generator AC. *Repository UNRAM*, 1–6. <https://eprints.unram.ac.id/6058/1/jurnal.pdf>
- Migas, D. (2020). Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG. *Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG*, 23.
- Naura, D., Abizar, H., & Susanto, E. (2023). Analisis Perawatan Berkala Terhadap Peforma Mobil Avanza. *Jurnal Pendidikan Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo*, 18(02), 57. <https://doi.org/https://doi.org/10.37729/autotech.v18i02.4179>
- Purwanto, R. E., Faizin, A., & Imam Mashudi. (2016). *Elemen Mesin I* (1st ed.). Polinema Press. https://www.researchgate.net/profile/Raden-Purwanto/publication/318531983_Elemen_Mesin_I/links/596f62370f7e9b8918ca0c05/Elemen-Mesin-I.pdf
- sanjaya, firman, Fatkhurrozak, F., syarifudin, & Akhmadi, nur amin. (2024). Brake Thermal Efficiency dan Exhaust Gas Temperature Mesin Bensin Berbahan Bakar Gasoline-Butanol. *Infotekmesin*, 15(01), 76–81. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v15i1.2154>
- Wafiq, A. (2018). *Analisa Performa Mesin Diesel Berbasis Eksperimen Dan Kelayakan Ekonomis Bahan Bakar Biodiesel Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum L)*. [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/57888/%0Ahttps://repository.its.ac.id/57888/1/04211440000062-Undergraduate-Thesis.pdf>