

ANALISIS KARAKTERISTIK PERBANDINGAN KOMPRESI RUANG BAKAR PADA MOTOR BAKAR BENSIN 4 LANGKAH

Paozzan Adima¹, Trisma Jaya Saputra², Rany Puspita Dewi³
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Email: 1adimaaa@students.untidar.ac.id; 2trismajayasaputra@untidar.ac.id;
3ranypuspita@untidar.ac.id

ABSTRAK

Motor bakar bensin empat langkah khususnya sepeda motor mengalami kemajuan proses kerja seiring dengan perkembangan teknologi, sehingga dituntut agar dapat memberikan performa yang optimal. Proses ini dapat dilakukan dengan peningkatan kompresi ruang bakar dengan merubah permukaan piston. Maka hendak dijalankan pengamatan mengenai perbandingan kompresi ruang bakar dengan tujuan mencari daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik melalui teknik eksperimen serta pengujian dynotest. Penelitian dimulai dengan dynotest pada objek Honda Tiger yang akan diteliti pada kondisi standar, kemudian kompresi dirubah menjadi 10:1 dan 11:1 lalu dilakukan proses dyno untuk mendapatkan data daya, torsi, serta konsumsi bahan bakar spesifik per variasi yang diteliti. Hasil pada penelitian ini yaitu pada kompresi 9:1 daya maksimal yang dihasilkan sebesar 15,4 hp putaran mesin 10.000 rpm, torsi maksimal sebesar 13,32 Nm putaran mesin 7000 rpm, konsumsi bahan bakar spesifik putaran mesin 7000 rpm sebesar 0,0457 kg/jam.hp, dalam kompresi 10:1 daya maksimal sejumlah 16,2 hp putaran 9000-10.000 rpm, torsi maksimal sejumlah 13,74 Nm putaran 7500 rpm, konsumsi bahan bakar spesifik putaran mesin 7000 rpm sebesar 0,0388 kg/jam.hp, pada kompresi 11:1 daya maksimal sebesar 17,4 hp putaran 10.000 rpm, torsi maksimal sebesar 14,05 Nm putaran 7500 rpm, konsumsi bahan bakar spesifik putaran mesin 7000 rpm sebesar 0,0315 kg/jam.hp. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan, dengan terjadinya peningkatan kompresi ruang bakar terjadi peningkatan daya dan torsi, sedangkan konsumsi bahan bakar menurun, hasil terbaik yaitu daya dan torsi sebesar 17,5 hp dan 14,05 Nm, serta konsumsi bahan bakar spesifik adalah 0,0315 kg/jam.hp yang didapatkan pada kompresi ruang bakar 11:1.

Kata kunci : motor bakar bensin, kompresi ruang bakar, piston, unjuk kerja.

ABSTRACT

Four-stroke gasoline combustion engine, especially motorcycles, experience progress in the work process along with technological developments, so they are required to provide optimal performance. This process can be done by increasing the compression of the combustion chamber by changing the piston surface. Therefore, an observation on the comparison of combustion chamber compression with the aim of finding power, torque, and specific fuel consumption through experimental techniques and dynotest testing is to be carried out. The research begins with a dynotest on the Honda Tiger object to be studied under standard conditions, then the compression is changed to 10: 1 and 11: 1 and then the dyno process is carried out to obtain data on power, torque, and specific fuel consumption per variation studied. The results in this study are in compression 9: 1 the maximum power produced is 15.4 hp engine speed 10,000 rpm, maximum torque of 13.32 Nm engine speed 7000 rpm, specific fuel consumption engine speed 7000 rpm of 0.0457 kg/hour.hp, in compression 10: 1 maximum power of 16.2 hp engine speed 9000-10. 000 rpm, maximum torque of 13.74 Nm round 7500 rpm, specific fuel consumption of engine speed 7000 rpm of 0.0388 kg/hour.hp, at 11:1 compression maximum power of 17.4 hp round 10,000

rpm, maximum torque of 14.05 Nm round 7500 rpm, specific fuel consumption of engine speed 7000 rpm of 0.0315 kg/hour.hp. Based on this research it can be concluded, with the increase in combustion chamber compression there is an increase in power and torque, while fuel consumption decreases, the best results are power and torque of 17.5 hp and 14.05 Nm, and specific fuel consumption is 0.0315 kg/hour.hp obtained at 11:1 combustion chamber compression.

Keywords: gasoline combustion engine, combustion chamber compression, piston, performance.

PENDAHULUAN

Motor bakar bensin 4 langkah khususnya pada sepeda motor dengan perkembangan teknologi mengalami kemajuan dalam proses kerja. Sejalan pada berkembangnya sistem otomasi pada bidang otomotif kini didorong guna membentuk mesin yang cenderung optimal, performa lebih baik, serta hemat bahan bakar dimana nantinya dibutuhkan sebuah sistem bagi sejumlah variabel yang memberi pengaruh bagi performansi mesin [4].

Kenaikan kinerja mesin bisa didapat melalui sejumlah teknik, salah satunya yakni kenaikan rasio kompresi dan juga pemilihan bahan bakar yang tepat. Besarnya rasio kompresi menambah padatnya paduan udara serta bahan bakar disertai arus turbulensi pada ruang bakar, bertambahnya tekanan dalam titik mati atas serta kelajuan bakar [1].

Perbandingan kompresi yakni sebuah harga komparasi antara tingginya kapasitas keseluruhan tabung beserta kapasitas ruang bakar. Besarnya perbandingan kompresi menetapkan ukuran tekanan bakar paduan bahan bakar serta udara pada tabung. Berubahnya perbandingan rasio kompresi ruang bakar memberi pengaruh bagi torsi, daya dalam motor bakar 4 langkah, serta disebut bisa memberi pengaruh bagi pemakaian bahan bakar. Untuk peningkatan kompresi ruang bakar bisa dijalankan melalui teknik penggantian piston dengan profil *dome* atau cembung [6].

Dalam lapisan piston cembung bisa membentuk golongan kompresi yang cenderung besar dibanding lapisan piston yang normal. Sebab dalam langkah kompresi yang cenderung besar sehingga bisa

membentuk daya motor yang tinggi pula. Sebaliknya yang berlangsung dalam lapisan piston datar, dalam bentuk ini langkah kompresi bisa terjadi pengurangan angka kompresi pada lapisan piston berupa cembung, sehingga dalam bentuk lapisan piston datar bisa berlangsung pengurangan daya dalam motor bensin [2].

Kemudian dalam pemilihan bahan bakar dimana biasa dipakai oleh masyarakat yakni pertalite, pertamax, serta pertamax turbo. Bahan bakar ini mempunyai perbedaan oktan, yaitu pertalite mempunyai angka oktan 90, pertamax mempunyai angka oktan 92, dan pada pertamax turbo memiliki nilai oktan 98. Dengan nilai oktan yang berbeda tentunya juga menghasilkan performa yang berbeda.

Terdapat penelitian kompresi ruang bakar bagi kinerja motor bakar bensin 4 langkah pada hasil pengujian dan analisa data diperoleh peningkatan daya efektif sebesar 10,19% dalam variasi rasio kompresi 9,8:1 melalui pemakaian campuran bahan bakar E10 (7,57 hp) dibandingkan dengan rasio kompresi standar 9,3:1 dengan bahan bakar E0 (6,87 hp). Konsumsi bahan bakar spesifik efektif dalam variasi rasio kompresi 9,8:1 menggunakan bahan bakar E10 (0,24 kg/jam) mengalami penurunan sebesar 29,41% pada putaran 6000 rpm dibandingkan dengan rasio kompresi standar 9,3:1 dengan bahan bakar E0 (0,34 kg/jam) [7].

Berdasarkan hal-hal diatas maka akan dilakukan proses penelitian tentang perbandingan rasio kompresi ruang bakar terhadap unjuk kerja mesin mengenai daya, torsi, serta konsumsi bahan bakar spesifik. Pengamatan ini akan dilakukan melalui teknik eksperimen serta diuji memakai *Dynotest*. Metode ini merupakan suatu sistem

yang dapat menjelaskan tentang putaran rotasi per menit (rpm), daya, dan torsi, serta dapat digunakan untuk mencari data konsumsi bahan bakar.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2022 bertempat di bengkel Aji VAS yang berlokasi di Jl. Kunci no.7, Jludran, Jambewangi, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah.

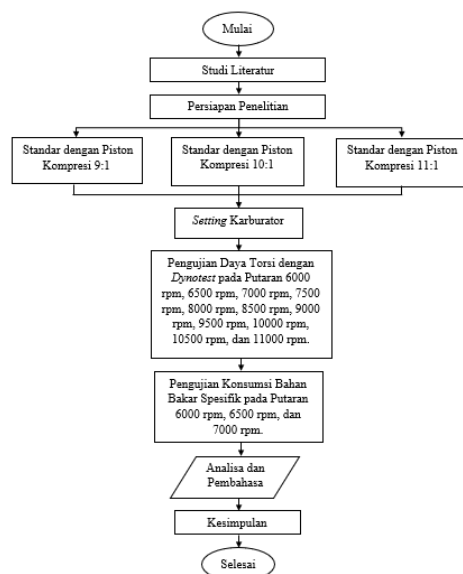
Alat dan Bahan

- Jangka sorong
- Dynotest Sportdyno AjiVas
- Tools kit
- Stopwatch
- Jarum suntik 50 cc
- Compression gauge
- Sepeda motor Honda Tiger
- Bahan bakar pertamax
- Piston

Parameter Penelitian

Parameter tetap pada penelitian ini terdapat pada kompresi ruang bakar yang akan diteliti yaitu 9:1, 10:1, dan 11:1. Metode penelitian dengan uji *dyno* dengan tujuan yang dicapai yaitu daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar.

Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

Alur penelitian meliputi:

1. Melakukan studi literatur mempelajari dan membahas teori-teori pendukung penelitian ini yang berasal dari jurnal, buku, modul, dan internet. Literatur digunakan sebagai acuan atau referensi skripsi ini.
2. Mempersiapkan alat serta material yang hendak dipakai pada tahap pengamatan. Alat yang dipersiapkan yaitu *dynotest*, *tools kit*, *vernier caliper*, *stopwatch*, jarum suntik 50 cc. Bahan yang perlu dipersiapkan yaitu sepeda motor Honda Tiger, bahan bakar pertamax, dan piston.
3. Melakukan proses setting karburator pada sepeda motor
4. Melakukan uji *dyno* untuk pengambilan data daya dan torsi, kemudian dilakukan pengujian *dyno* untuk memperoleh data konsumsi bahan bakar spesifik dengan cara lakukan penggantian tangki bensin dengan gelas ukur dan lakukan *running* serta pengamatan. Berikut proses untuk kompresi 9:1.
5. Melakukan proses ulang pada proses nomor 3 dan 4 untuk kompresi 11:1 dan 10:1
6. Melakukan analisis dan penarikan kesimpulan berdasarkan data penelitian.
7. Menulis laporan dan seminar sebagai pembukuan dan dokumentasi bukti telah melakukan pengujian atau penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

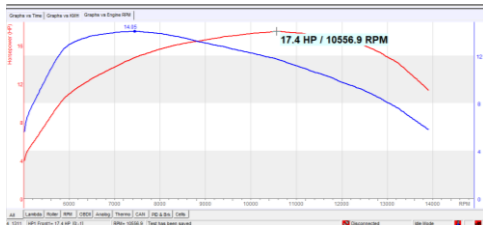
Daya dan Torsi



Gambar 2. Hasil daya dan torsi pada kompresi 9:1



Gambar 3. Hasil daya dan torsi pada kompresi 10:1



Gambar 4. Hasil daya dan torsi pada kompresi 11:1

Berdasarkan data diatas untuk daya dapat dirangkum sebagai berikut :

1 hp = 1,01386966542402 PS. Berikut merupakan konversi dari satuan hp ke PS :

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{75 \times 60} \text{ (hp)} \dots\dots\dots (1)$$

$$P = (\dots) \text{ hp} \times 1,01386966542402 = (\dots) \text{ PS} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

P = daya yang dihasilkan (hp atau PS)

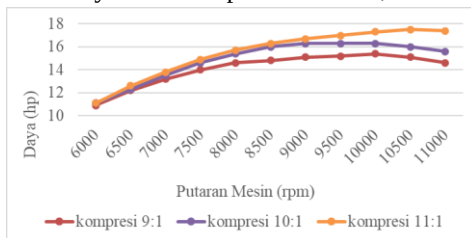
n = putaran per menit (rpm)

1/75 = konversi satuan kgf.m menjadi hp

1/60 = konversi satuan rpm menjadi kecepatan translasi (m/s)

Sehingga didapatkan data sebagai berikut

1. Daya max kompresi 9:1= 15,6136 PS
2. Daya max kompresi 10:1= 16,424 PS
3. Daya max kompresi 11:1= 17,641 PS



Gambar 5. Grafik perbandingan daya.

Daya dalam putaran mesin 6000 rpm dari penggunaan piston dengan kompresi 9:1 sebesar 10,9 hp, pada penggunaan piston dengan kompresi 10:1 sebesar 11,1 hp dan

pada penggunaan piston dengan kompresi 11:1 sebesar 11,1 hp. Hasil daya maksimal dalam putaran mesin 6000 rpm sejumlah 11,1 hp yaitu pada mesin dengan kompresi 10:1 dan 11:1.

Daya maksimal dari pengujian penggunaan piston dengan kompresi 9:1 sebesar 15,4 hp dalam putaran mesin 10.000 rpm, daya maksimal dari pengujian pemakaian piston dengan kompresi 10:1 sebesar 16,2 hp pada putaran 9000-10.000 rpm, kemudian daya maksimal dari pengujian penggunaan piston dengan kompresi 11:1 sebesar 17,4 hp pada putaran 10.000 rpm. Dalam putaran mesin diatas 10.000 rpm, terdapat penurunan daya yang dihasilkan dikarenakan pada saat katup hisap serta katup buang membuka kemudian menutup secara laju. Sehingga terdapat bahan bakar yang tidak terbakar ketika piston mencapai TMA. Dampaknya terdapat bahan bakar yang terbuang. Tetapi sebab tekanan yang dibentuk pada ruang bakar tetap maka bahan bakar terbakar setelah TMA dimana memberi dampak berlangsungnya detonasi. Maka dalam putaran tinggi yang mana tekanan pada ruang bakar konstan namun berlangsung detonasi, maka daya berkurang [5].

Berdasarkan data diatas untuk torsi dapat dirangkum sebagai berikut :

1 Nm = 0,10197162129779 kgf.m. Berikut merupakan konversi dari satuan Nm ke kgf.m :

$$T = F \times d \text{ (N. m)} \dots\dots\dots (4)$$

$$T = \frac{(\dots) \text{ Nm}}{9,8067} = (\dots) \text{ kgf.m} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

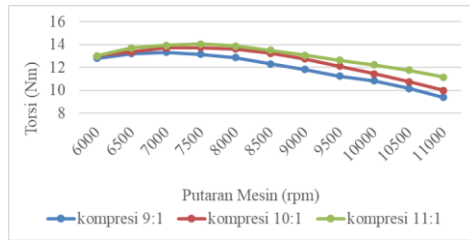
T = torsi yang dihasilkan (Nm atau kgf.m)

F = gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

d = jarak benda ke pusat perputaran (m)

Sehingga didapatkan data sebagai berikut

1. Torsi max kompresi 9:1= 1,358 kgf.m
2. Torsi max kompresi 10:1 = 1,401 kgf.m
3. Torsi max kompresi 11:1 = 1,432 kgf.m



Gambar 6. Grafik perbandingan torsi

Torsi pada putaran mesin 6000 rpm dari penggunaan piston pada kompresi 9:1 sebesar 12,81 Nm, pada penggunaan piston dengan kompresi 10:1 sebesar 13,0 Nm dan pada penggunaan piston dengan kompresi 11:1 sebesar 13,02 Nm. Hasil torsi maksimal dalam putaran mesin 6000 rpm sejumlah 13,02 yaitu pada mesin dengan kompresi 11:1.

Torsi maksimal dari pengujian penggunaan piston dengan kompresi 9:1 sebesar 13,32 Nm dalam putaran mesin 7000 rpm, torsi tertinggi dari pengujian penggunaan piston dengan kompresi 10:1 sebesar 13,74 Nm pada putaran 7500 rpm, kemudian torsi maksimal dari pengujian penggunaan piston dengan kompresi 11:1 sebesar 14,05 Nm pada putaran 7500 rpm.

Pada mesin dengan kompresi 10:1 dan 11:1 terjadi turunnya torsi dalam putaran mesin diatas 7500 rpm. Sedangkan dalam mesin dengan kompresi 9:1 sudah berlangsung turunnya torsi dalam putaran mesin diatas 7000 rpm, terdapat perbedaan antara variasi kompresi terhadap penurunan torsi dikarenakan oktan bensin yang digunakan. Bahan bakar yang dipakai yakni pertamax, sedangkan pertamax direkomendasikan dipakai dalam mesin melalui kompresi 9:1 hingga 10:1, walaupun jika dilakukan tune up terlebih dahulu pertamax tetap bisa digunakan pada kompresi dibawah 10:1 namun tetap kurang maksimal. Dan berdasarkan penelitian diatas kompresi ruang bakar juga dapat meningkatkan torsi, hal ini dikarenakan volume ruang bakar lebih dimampatkan sehingga menghasilkan torsi yang lebih besar.

Fenomena ini menampilkan melalui kompresi ruang bakar tinggi yang digunakan bisa cenderung tahan bagi suhu yang diakibatkan pada tekanan dalam ruang bakar sehingga tidak terbakar dengan spontan maupun terbakar sendiri (detonasi) sebelum terdapat percikan bunga api pada busi. Fenomena ini berpeluang berlangsungnya tahap bakar sempurna dimana menjadikan tekanan gas hasil bakar bisa lebih maksimal melakukan penekanan torak serta membentuk torsi yang tinggi [5].

Konsumsi bahan bakar spesifik

Tabel 1. Konsumsi bahan bakar spesifik

Putaran Mesin (rpm)	Waktu untuk menghabiskan 4 ml bahan bakar (detik)		
	Kompresi 9:1	Kompresi 10:1	Kompresi 11:1
6000	7,96	8,33	8,32
6500	12,33	13,41	14,06
7000	18,36	21,16	25,49

Konsumsi bahan bakar spesifik

Pemakaian bahan bakar spesifik yakni hasil bagi aliran bahan bakar per masa bersama daya yang dibentuk [2].

$$FC = \frac{b}{t} \times \frac{3600}{1000} \times \rho_{bb} \dots\dots\dots(6)$$

$$sfc = \frac{FC}{P} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana : FC = aliran bahan bakar per satuan waktu (kg/h)

ρ_{bb} = massa jenis bahan bakar (kg/m³)

t = waktu (s)

Konsumsi bahan bakar spesifik secara teoritis

Rasio udara bahan bakar stokiometri (AF)

$$AF = \frac{\text{massa udara}}{\text{massa bahan bakar}} \dots\dots\dots(8)$$

Rasio bahan bakar udara aktual (FA)_a

$$(FA)_a = \frac{\text{massa udara}}{\text{massa bahan bakar}} \dots\dots\dots(9)$$

Volume Langkah

$$V_L = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L \dots\dots\dots(10)$$

$$V_T = V_L + V_S \dots\dots\dots(11)$$

Dimana : D = diameter (mm)

L = langkah (mm)

Massa campuran bahan bakar udara dari persamaan gas sebagai berikut:

$$P_1 V_T = M_{\text{campuran}} \cdot R \cdot T_1 \dots\dots\dots(12)$$

Dimana : P₁ = tekanan udara luar (atm)

R = konstanta gas

T₁ = temperature lingkungan (°K)

Laju aliran udara bahan bakar

$$M_{udara} = \frac{AF}{O} \times 1 \times M_{campuran} \dots (13)$$

Dimana : O = massa jenis oksigen

Laju aliran bahan bakar dalam silinder

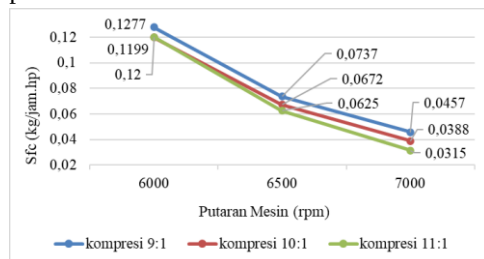
$$\dot{M}_{bb} = \frac{1}{O} \times 1 \times M_{campuran} \dots (14)$$

Konsumsi bahan bakar spesifik

$$B_{sfc} = \frac{\dot{M}_{bb}}{P} \dots (15)$$

Dimana : B_{sfc} = Konsumsi bahan bakar spesifik secara teoritis (kg/jam.hp)

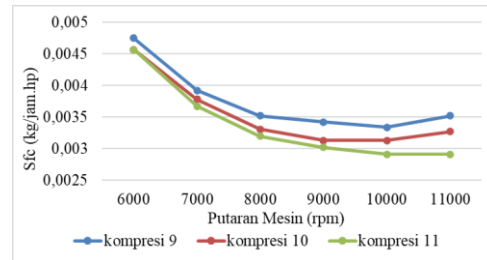
Berdasarkan rumus diatas dapat dihasilkan grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan piston pada kompresi ruang bakar 9:1, 10:1, dan 11:1 ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik

Pemakaian bahan bakar spesifik dalam putaran mesin 6000 rpm pada pemakaian piston dengan kompresi ruang bakar 9:1 sebesar 0,1277 kg/jam.hp, kompresi 10:1 sejumlah 0,1199 kg/jam.hp, serta untuk kompresi 11:1 sejumlah 0,1200 kg/jam.hp. Pemakaian bahan bakar spesifik dalam putaran mesin 6500 rpm dari penggunaan piston dengan kompresi 9:1, kompresi 10:1, dan 11:1 sebesar 0,0737 kg/jam.hp, 0,0672 kg/jam.hp, dan 0,0625 kg/jam.hp. Pemakaian bahan bakar spesifik dalam putaran mesin 7000 rpm pada pemakaian piston dengan kompresi 9:1, kompresi 10:1, dan 11:1 sebesar 0,0457 kg/jam.hp, 0,0388 kg/jam.hp, dan 0,0315 kg/jam.hp.

Sedangkan grafik perbandingan pemakaian bahan bakar spesifik secara teoritis sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik secara teoritis.

Nilai pemakaian bahan bakar dengan kompresi ruang bakar yang tinggi lebih rendah daripada kompresi ruang bakar rendah. Fenomena ini disebabkan makin besar kompresi ruang bakar yang dipakai menjadikan konsumsi bahan bakar yang dibentuk cenderung rendah, begitupun sebaliknya [5].

SIMPULAN

1. Daya maksimal yang dibentuk pada pemakaian piston kompresi ruang bakar 9:1 sebesar 15,4 hp, daya maksimal yang dihasilkan dari penggunaan piston kompresi ruang bakar 10:1 sebesar 16,2 hp, kemudian daya maksimal yang dihasilkan dari penggunaan piston kompresi ruang bakar 11:1 sebesar 17,4 hp
2. Torsi maksimal yang dibentuk pada pemakaian piston kompresi ruang bakar 9:1 sebesar 13,32 Nm, torsi maksimal yang dihasilkan dari penggunaan piston kompresi ruang bakar 10:1 sebesar 13,74 Nm, kemudian torsi maksimal yang dihasilkan dari penggunaan piston kompresi ruang bakar 11:1 sebesar 14,05 Nm
3. Konsumsi bahan bakar spesifik minimum pemakaian piston kompresi ruang bakar 9:1 yakni 0,0457 kg/jam.hp pada kompresi 10:1 yakni 0,0388 kg/jam.hp, kemudian pada kompresi 11:1 adalah 0,0315 kg/jam.hp. Sehingga pada konsumsi bahan bakar spesifik dapat diketahui, semakin besar kompresi ruang bakar yang dipakai maka konsumsi bahan bakar semakin kecil atau semakin hemat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christian S, Y., 2016. "Pengaruh Variasi Rasio Kompresi Terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar 4 Langkah Berbahan Bakar LPG." Repository Universitas Jember.
- [2] Heywood dan John B. 1998. "Internal Combustion Engine Fundamentals." New York: McGraw-Hill.
- [3] Julianto dan Rahmadi. 2018. "Simulasi Pengaruh Tekanan Kompresi Dari Piston Datar Dengan Cembung Di Ruang Pembakaran Pada Silinder Tunggal." *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah* 9 (1).
- [4] Muchlisnalahuddin, Riza Muharni, dan Usriadi Usriadi. 2022. "Analisis Peforma Dan Komsumsi Bahan Bakar Pada Honda Tiger 2006 Menggunakan Piston Standar Dan Piston Pro Neotech." *Jurnal Teknik Mesin* 15 (1): 32–39.
- [5] Ningrat, A A Wira Kresna, I G B Wijaya Kusuma, dan I Wayan. 2016. "Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Akselerasi" *Jurnal METTEK* Vol 2 (1): 59–67.
- [6] Rifai, Muhammad, Nely Ana Mufarida, dan M Eng. 2015. "Pengaruh Kontruksi Piston Standar Dan Piston Dome Berbahan Bakar Campuran Premium Dan Methanol Terhadap Performa Motor Bakar 4 Langkah 110cc," *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember*. 12.
- [7] Sulistiono, F. 2014. "Pengaruh Variasi Perbandingan Kompresi Ruang Bakar Pada Campuran Bahan Bakar Premium Etanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah." Repository Universitas Jember.