Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Performa Motor Bakar Berbahan Bakar Pertamax Turbo 100% dan Gas LPG 100%

Akbar Ridho Jurian Putra[1*], Rifki Hermana[2], Muhamad Safi'i[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Persatuan Guru Republik Indonesia Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.
Email Penulis Korespondensi: [2]rifkihermana@upgris.ac.id

Info Artikel

Kata Kunci:
Motor bakar
Putaran mesin
Pertamax turbo
Gas LPG
Torsi
Daya
Efisiensi

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi putaran mesin (Rpm) terhadap performa motor bakar berbahan bakar Pertamax turbo dan gas LPG. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan mesin Daihatsu dengan variasi putaran setelan 1.500, 2.000, 2.500, dan 3.000 Rpm. Parameter yang dianalisis meliputi Rpm aktual, beban, torsi, daya keluaran, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal hasil perhitungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan beban cenderung meningkatkan torsi pada kedua jenis bahan bakar, sedangkan daya keluaran memperlihatkan kecenderungan meningkat seiring kenaikan Rpm dan perubahan pembebanan, meskipun tidak selalu meningkat secara linier. Berdasarkan tabel hasil pengujian, torsi maksimum Pertamax Turbo mencapai 26,53 Nm pada Rpm aktual 2.156,3 Rpm, sedangkan gas LPG mencapai 26,58 Nm pada Rpm aktual 2.020,2 Rpm. Nilai daya keluaran maksimum yang tercatat masing-masing sebesar 79,82 HP dan 78,82 HP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua bahan bakar memiliki karakteristik performa yang berbeda pada kondisi pengujian. Evaluasi lanjutan menunjukkan bahwa Pertamax Turbo memberikan keunggulan pada daya maksimum, sementara gas LPG menunjukkan efisiensi konsumsi bahan bakar dengan kemampuan menghasilkan torsi maksimum yang hampir setara. Oleh karena itu, evaluasi performa mesin perlu mempertimbangkan hubungan simultan antara putaran mesin, pembebanan, dan karakteristik termal bahan bakar.

Keywords:
Internal Combustion Engine
Engine speed
Pertamax turbo
Liquefied Petroleum Gas
Torque
Power
Efficiency

Abstract

This study aims to analyze the effect of engine speed variations (Rpm) on the performance of an internal combustion engine fueled by Pertamax turbo and liquefied petroleum gas (LPG). The experimental study was conducted using a Daihatsu engine at preset speeds of 1.500, 2.000, 2.500, and 3.000 Rpm. The analyzed parameters included actual engine speed, load, torque, output power, fuel consumption, and calculated thermal efficiency. The test results showed that increasing the load tended to increase torque for both fuels, while output power generally tended to increase with engine speed and changes in loading conditions, although the increase was not always linear. Based on the test data, the maximum torque obtained with Pertamax Turbo was 26.53 Nm at an actual engine speed of 2,156.3 Rpm, while LPG achieved 26.58 Nm at 2,020.2 Rpm. The recorded maximum output power values were 79.82 HP and 78.82 HP, respectively. These results indicate that the two fuels exhibit different performance characteristics under the tested conditions. Further evaluation showed that Pertamax Turbo provided an advantage in terms of maximum power output, while LPG demonstrated more efficient fuel consumption while maintaining a nearly equivalent maximum torque. Therefore, engine performance evaluation needs to consider the simultaneous relationship between engine speed, loading conditions, and the thermal characteristics of the fuels.

JuKSITis licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

1. PENDAHULUAN

Motor bakar merupakan salah satu teknologi konversi energi yang banyak digunakan sebagai sumber tenaga pada kendaraan karena mampu mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik. Pada motor bakar, proses pembakaran terjadi setelah campuran udara dan bahan bakar dikompresikan di dalam ruang bakar kemudian dinyalakan oleh percikan bunga api dari busi. Energi hasil pembakaran menghasilkan tekanan di dalam silinder yang selanjutnya mendorong piston dan diteruskan melalui mekanisme engkol menjadi gerak putar pada poros engkol [1]. Salah satu kendaraan yang menggunakan sistem bahan bakar karburator adalah Daihatsu Zebra. Kendaraan ini menggunakan mesin bensin empat langkah dengan empat silinder segaris, kapasitas silinder 1.298 cc, dan sistem bahan bakar karburator. Pada sistem karburator, bukaan katup (*throttle opening*) menjadi salah satu faktor yang memengaruhi jumlah campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Karakteristik proses pembakaran tersebut menyebabkan performa motor bakar sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar, komposisi campuran udara dan bahan bakar, putaran mesin, beban, serta kondisi sistem pemasukan bahan bakar [2].

Performa motor bakar pada umumnya dapat diketahui melalui beberapa parameter utama, antara lain torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal [3]. Torsi menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan gaya putar pada poros engkol, sedangkan daya menunjukkan laju kemampuan mesin dalam menghasilkan kerja [4]. Kedua parameter tersebut memiliki hubungan yang erat dengan putaran mesin karena daya merupakan hasil perkalian antara torsi dan kecepatan sudut [5]. Oleh karena itu, peningkatan putaran mesin tidak selalu menghasilkan peningkatan torsi secara terus-menerus. Pada kondisi tertentu, torsi dapat mencapai nilai maksimum kemudian mengalami penurunan ketika putaran semakin tinggi akibat keterbatasan proses pemasukan campuran, waktu pembakaran, gesekan, dan karakteristik volumetrik mesin [6].

Putaran mesin atau *revolution per minute* (Rpm) menjadi salah satu variabel penting dalam pengujian performa motor bakar. Perubahan Rpm menyebabkan perubahan frekuensi siklus pembakaran, jumlah campuran yang masuk ke ruang bakar, waktu yang tersedia untuk proses pembakaran, serta kerugian mekanis pada mesin [7]. Pada putaran rendah, waktu yang tersedia untuk pemasukan campuran dan pembakaran relatif lebih panjang, tetapi energi yang dihasilkan setiap satuan waktu masih terbatas. Sebaliknya, pada putaran yang semakin tinggi, frekuensi pembakaran meningkat sehingga daya dapat meningkat, tetapi waktu yang tersedia untuk setiap siklus menjadi semakin singkat [8]. Kondisi tersebut menyebabkan karakteristik torsi dan daya terhadap Rpm memiliki kecenderungan tertentu sesuai dengan karakteristik mesin yang digunakan [9].

Penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh jenis bahan bakar, karakteristik pembakaran, dan kondisi pemasukan campuran terhadap performa motor bakar. Bayraktar dkk. melakukan kajian pemodelan mesin *spark ignition* dengan membandingkan bensin dan LPG pada variasi putaran mesin serta rasio ekuivalensi udara-bahan bakar [10]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan LPG dapat menurunkan daya efektif sekitar 3–4% dan efisiensi efektif dibandingkan bensin, serta meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik. Namun, LPG juga memberikan keuntungan berupa penurunan emisi CO dan NO. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan LPG perlu dievaluasi berdasarkan performa dan emisi secara bersamaan [10]. Penelitian oleh Alger dkk.yang mengkaji angka oktan riset (*Research Octane Number*/RON) dan angka oktan motor (*Motor Octane Number*/MON) pada campuran LPG yang terdiri atas propana, propilena, n-butana, dan isobutana. menghasilkan data RON dan MON serta model empiris untuk menjelaskan hubungan komposisi LPG dengan angka oktannya [11]. Temuan ini menunjukkan bahwa karakteristik LPG dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya sehingga tidak dapat disamakan dengan karakteristik bensin hanya berdasarkan jenis bahan bakarnya [11].

Penelitian lainnya membandingkan penggunaan Pertamax RON 92 dan Pertamax Turbo RON 98 pada mobil Mitsubishi Xpander bermesin 4A91 dengan parameter daya, torsi, dan efisiensi. Penelitian ini relevan karena menggunakan objek mobil dan membandingkan bahan bakar dengan angka oktan berbeda. Akan tetapi, angka hasil perbandingan daya, torsi, dan efisiensi perlu diambil dari tabel hasil pengujian pada artikel aslinya sebelum dicantumkan secara numerik [12]. Sementara itu, Otriza dkk. meneliti pengaruh variasi bahan bakar Pertalite RON 90, Pertamax RON 92, dan Pertamax Turbo RON 98 terhadap daya, torsi, akselerasi, serta konsumsi bahan bakar pada mesin Daihatsu Xenia K3-VE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pertamax RON 92 meningkatkan daya sebesar 0,39%, torsi 0,15%, dan akselerasi 0,19%, serta menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 1,41% dibandingkan Pertalite. Penggunaan Pertamax Turbo RON 98 menghasilkan peningkatan daya 1,70%, torsi 2,34%, dan akselerasi 3,95%, serta penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 9,90% dibandingkan Pertalite. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan angka oktan pada objek penelitian tersebut diikuti peningkatan beberapa parameter performa mesin [13]. Selanjutnya, penelitian mengenai variasi RON 92, RON 95, dan RON 98 pada mesin dengan rasio kompresi 12,7:1 membahas hubungan angka oktan dengan performa mesin dengan hasil kenaikan performa meesin yang signifikan [14].

LPG merupakan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada mesin penyalaan bunga api. Karakteristik LPG sebagai bahan bakar gas berbeda dari bensin cair, terutama dalam proses pembentukan campuran udara dan bahan bakar,

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

sehingga dapat memengaruhi konsumsi bahan bakar, efisiensi volumetrik, dan daya mesin [15]. Penelitian yang menguji performa mesin *spark ignition* satu silinder berbahan bakar LPG dengan parameter torsi, putaran mesin, dan konsumsi bahan bakar menunjukkan bahwa penggunaan LPG dapat menurunkan daya maksimum hingga sekitar 4% dibandingkan bensin, tetapi menurunkan *specific fuel consumption* (SFC) sebesar 28,38% [16]. Penelitian lain mengenai membahas konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang yang menunjukkan bahwa LPG berpotensi menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi CO, meskipun respons emisi lainnya dapat berbeda [17]. Penelitian Simsek dan Uslu mengkaji pengaruh jenis bahan bakar bensin, biogas, dan LPG serta variasi bukaan *throttle* terhadap performa dan emisi mesin *spark ignition* satu silinder empat langkah. Variabel yang diamati meliputi efisiensi termal, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan silinder, serta emisi gas buang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bukaan *throttle* penuh, penggunaan LPG meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 34,19% dan menurunkan efisiensi termal sebesar 8,95% dibandingkan bensin. Pada bukaan throttle setengah, konsumsi bahan bakar spesifik meningkat 45,51% dan efisiensi termal menurun 20,22% [18].

Kemudian, penelitian yang membandingkan bensin dan LPG dengan variasi profil angkat katup (*valve lift profiles*) pada mesin *spark ignition* menunjukkan bahwa sistem pemasukan dan karakteristik bahan bakar perlu dipertimbangkan ketika mengevaluasi kinerja mesin [19]. Penelitian mengenai penggunaan bensin, biogas, dan LPG pada beberapa posisi *throttle* secara khusus menghubungkan variasi posisi *throttle* dan jenis bahan bakar dengan performa serta emisi mesin. Hasil kajian ini memperkuat pentingnya mempertimbangkan posisi *throttle* ketika membandingkan respons beberapa bahan bakar [20]. Berdasarkan penelitian terdahulu, kajian mengenai Pertamax Turbo umumnya berfokus pada pengaruh angka oktan terhadap performa mesin, sedangkan penelitian LPG lebih banyak membahas karakteristik pembakaran, konsumsi bahan bakar, performa, dan emisi gas buang. Meskipun demikian, masih terdapat ruang penelitian mengenai perbandingan langsung Pertamax Turbo dan LPG pada satu mesin yang sama dengan mempertimbangkan variasi putaran mesin dan kondisi pembebanan. Perbedaan karakteristik kedua bahan bakar tersebut perlu dievaluasi melalui parameter performa yang terukur agar dapat diketahui respons mesin pada kondisi operasi yang berbeda.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian komparatif penggunaan Pertamax Turbo dan gas LPG pada mesin Daihatsu Zebra dengan variasi putaran mesin 1.500, 2.000, 2.500, dan 3.000 rpm serta beberapa kondisi pembebanan. Penelitian ini menganalisis hubungan antara putaran mesin aktual, pembebanan, torsi, daya keluaran, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal. Berbeda dari penelitian terdahulu yang lebih banyak mengkaji pengaruh jenis bahan bakar atau karakteristik LPG secara terpisah, penelitian ini mengamati respons performa kedua bahan bakar pada objek mesin dan rangkaian pengujian yang sama.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi putaran mesin terhadap performa motor bakar Daihatsu Zebra serta membandingkan karakteristik performanya ketika menggunakan Pertamax Turbo dan gas LPG. Parameter yang dianalisis meliputi torsi, daya keluaran, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi teknis mengenai karakteristik penggunaan kedua jenis bahan bakar pada mesin bensin sistem karburator serta menjadi referensi untuk penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar alternatif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

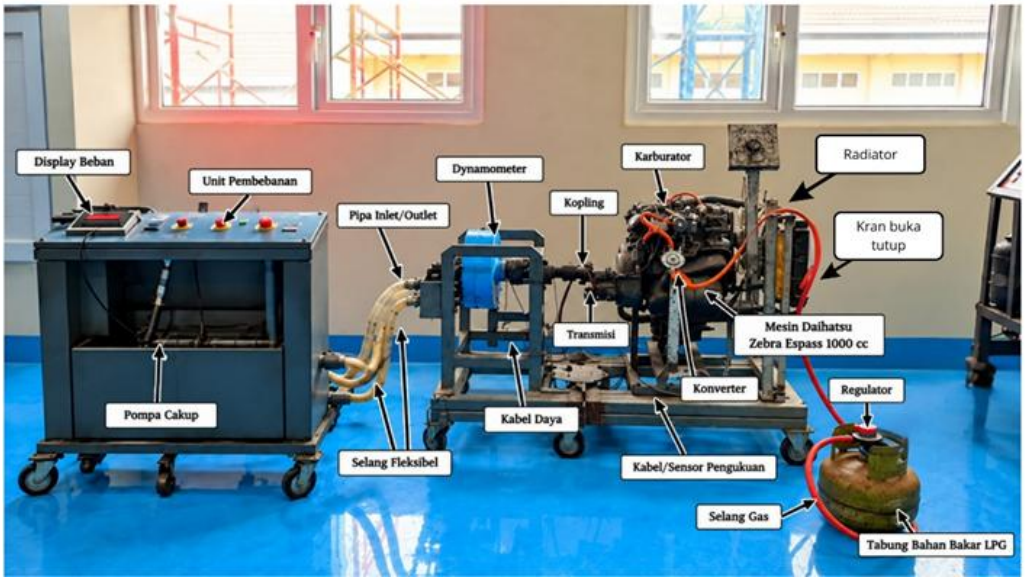
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh putaran mesin (*Revolutions Per Minute* / Rpm) dan bukaan katup karburator terhadap performa motor bakar dengan menggunakan bahan bakar Pertamax Turbo dan LPG. Pengujian dilakukan pada berbagai kondisi pembebanan untuk menganalisis pengaruhnya terhadap putaran mesin, torsi, daya, dan efisiensi termal.

2.1 Model Fisik

Penelitian ini menggunaakan mesin bensin Daihatsu Zebra. Mesin bensin Daihatsu Zebra merupakan mesin bensin empat langkah dengan empat silinder segaris, kapasitas silinder 1.298 cc, kode mesin HC-C, mekanisme katup SOHC, dan sistem pendinginan menggunakan air. Mesin ini telah dimodifikasi pada sistem pemasukan bahan bakar sehingga dapat digunakan untuk pengujian menggunakan Pertamax Turbo dan gas LPG. Mesin bekerja dengan prinsip motor bakar empat langkah, sedangkan variasi pengujian dilakukan berdasarkan putaran mesin (Rpm) sebesar 1.500, 2.000, 2.500, dan 3.000 Rpm serta bukaan katup karburator yang disesuaikan dengan kondisi pengujian. Pengujian performa dilakukan menggunakan *dynamometer water brake* (*dynotest*) untuk memberikan pembebanan pada mesin, dalam penelitian performa mesin untuk mengetahui hubungan antara beban, putaran mesin, torsi, daya, konsumsi bahan bakar. Alat ukur yang digunakan meliputi tachometer untuk mengukur putaran mesin (Rpm), *stopwatch* untuk mengukur waktu pengujian, dan tabung ukur nuntuk mengukur penurunan bahan bakar.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio



Gambar 1. Model Fisik Motor Daihatsu Zebra dan *Water Brake Dynamometer* (*Dynotest*).

Gambar 1 memperlihatkan perangkat pengujian kinerja yang juga dikenal sebagai *dynamometer test rig* yang digunakan di laboratorium teknik untuk mengukur kinerja dan karakteristik pembebanan suatu mesin atau motor penggerak. Alat ini bekerja dengan cara mentransfer daya mekanis dari mesin yang diuji ke unit pembebanan menggunakan sistem fluida (udara) sebagai media penyerap energi. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai komponen-komponen utama yang tampak pada gambar: *Load Display* (Indikator Beban): Panel digital yang digunakan untuk membaca besaran beban atau torsi yang dialami sistem selama pengujian. *Load Max* dan *Load Step*: Tombol kontrol untuk menetapkan batas beban maksimum (*Load Max*) serta mengatur besaran beban yang diterapkan secara bertahap (*Load Step*). Pompa Celup (*Submersible Pump*): Berfungsi memompa air dari tangki penampung bawah ke seluruh sistem sirkulasi pendinginan dan pembebanan. Tangki Air: Wadah utama untuk menampung air pengujian, menjaga kestabilan pasokan, dan menyerap panas yang dihasilkan oleh unit pembebanan. Selang fleksibel serta pipa saluran masuk dan keluar: Jalur aliran air yang menghubungkan sistem kontrol sirkulasi dengan unit pembebanan utama. Unit Pembebanan: Komponen utama seperti dinamometer hidrolik atau *water brake* yang memberikan hambatan atau beban rotasi terhadap motor atau mesin yang sedang diuji. *Coupling* (Kopling): Sambungan mekanis yang mentransfer putaran secara aman dari poros penggerak motor langsung ke unit pembebanan. Kabel listrik: Jalur suplai daya untuk mengoperasikan sistem kontrol, panel tampilan, dan pompa sirkulasi.

2.2 Spesifikasi Teknik Alat Uji

Untuk memperjelas karakteristik teknis dan kemampuan operasional alat yang digunakan dalam pengujian, spesifikasi mesin daihatsu zebra dan sistem *dynotest* disajikan secara lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Alat Pengujian

No	Parameter	Spesifikasi
1	Mesin Uji	Daihatsu Zebra Espass
	Isi Silinder	1298 cc
	Torsi maximum	3000
	Daya maximum	±38 kW
2	Pengukur waktu	Stopwatch
3	Pengukur putaran (Rpm)	Tachometer
4	Sistem pembebanan	*Dynotest*

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

Berdasarkan data teknis yang tercantum pada Tabel 1, peralatan pengujian yang digunakan mampu mendukung pengukuran daya dan torsi mesin. Spesifikasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan variasi pembebanan dan mengevaluasi perubahan kinerja mesin selama proses pengujian.

2.3 Material

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Pertamax Turbo dan Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Pertamax Turbo digunakan sebagai bahan bakar pembanding karena memiliki karakteristik bensin dengan nilai oktan tinggi yaitu RON 98 yang lebih tahan terhadap tekanan tinggi dalam ruang bakar, dengan massa jenis 770 kg/m³ dan kalor jenis 41.780.000 J/kg. Sedangkan LPG digunakan untuk mengetahui perubahan performa mesin ketika menggunakan bahan bakar berbentuk gas, dengan massa jenis 550 kg/m³ dan kalor jenis 47.000.000 J/kg. Pengujian kedua bahan bakar dilakukan pada kondisi operasi mesin yang sama sehingga perbedaan performa dapat dibandingkan secara langsung dan signifikan seperti yang dijelaskan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Material Properti.

Material	Parameter Fisis & Termal	Nilai & Satuan
Pertamax Turbo	Massa jenis (ρ)	770 kg/m³
	Kalor jenis (c)	41.780.000 J/kg
Gas LPG	Massa jenis (ρ)	550 kg/m³
	Kalor jenis (c)	47.000.000 J/kg

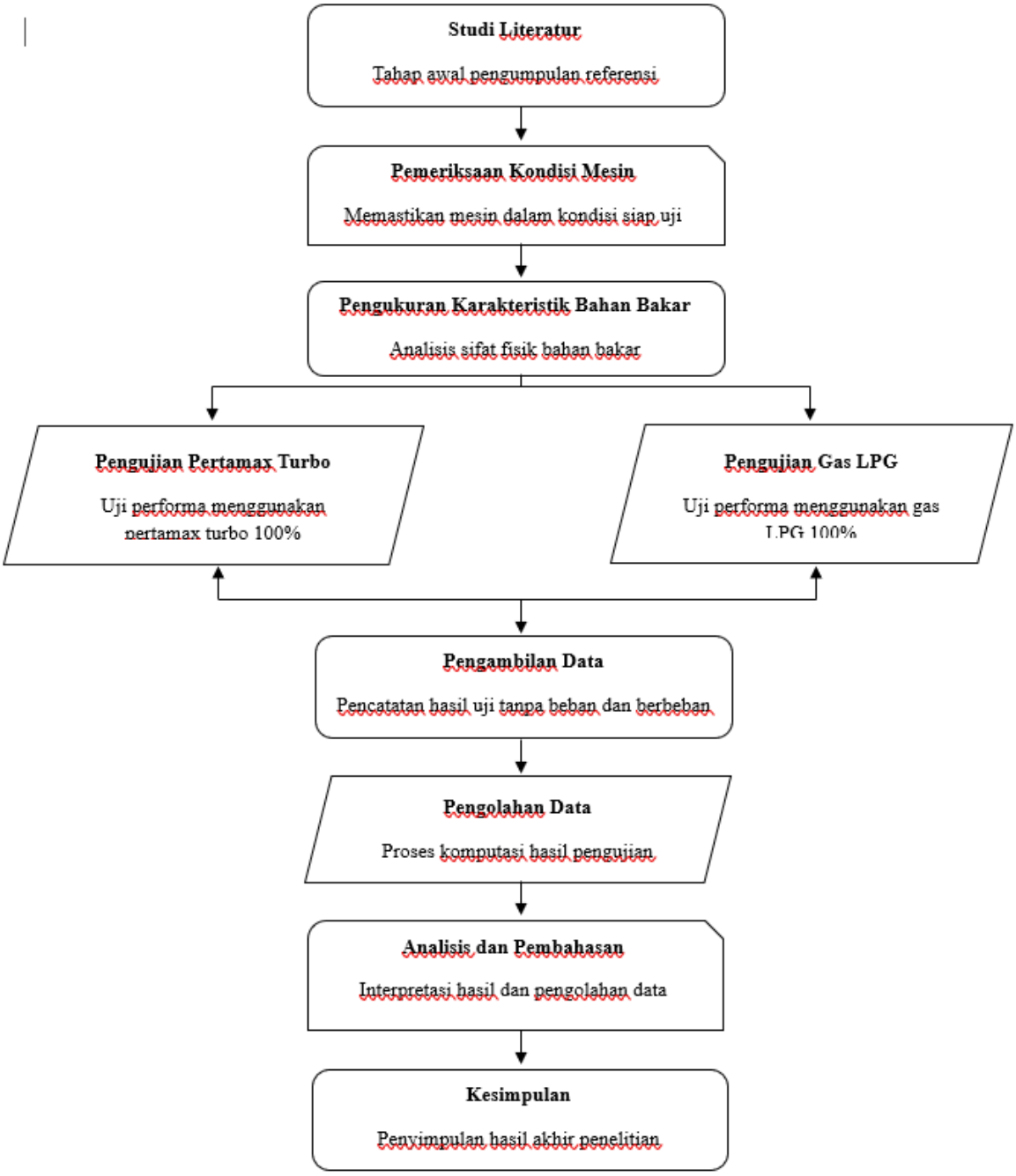
Komponen pendukung pada sistem pengujian meliputi karburator, regulator LPG, selang bahan bakar, tabung LPG, sistem pengapian, sistem pendinginan, serta perangkat transmisi dan pembebanan. Pada pengujian LPG, bahan bakar dari tabung dialirkan melalui regulator menuju sistem pemasukan mesin dengan tekanan yang dikendalikan agar suplai bahan bakar tetap stabil selama pengujian.

2.4 Skema Eksperimen

Skema eksperimen menetapkan penelitian untuk menganalisis pengaruh variasi putaran (Rpm) dan penggunaan bahan bakar terhadap kinerja motor bakar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan motor bakar yang dioperasikan dengan sistem *dual fuel*, yaitu pertamax turbo dan gas LPG. Variasi putaran mesin yang digunakan terdiri atas 1500, 2000, 2500 dan 3000 Rpm. Setiap variasi putaran dilakukan pada kondisi pengujian yang telah ditentukan dengan menjaga beberapa parameter agar tetap konstan, meliputi jenis dan tekanan bahan bakar, kondisi serta suhu lingkungan, waktu pengujian, sistem pengapian dan pengaturan bukaan katup sesuai dengan kondisi pengujian. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan mengoperasikan motor bakar pada masing-masing variasi putaran dan bahan bakar. Selama proses pengujian, data kinerja motor bakar diperoleh menggunakan alat ukur bernama *dynotest* dengan panjang lengan 0,26 m. Parameter yang diamati meliputi torsi (Nm), daya (HP), efisiensi (%) serta konsumsi bahan bakar. Pengambilan data dilakukan pada setiap variasi Rpm untuk memperoleh hasil pengujian yang dapat digunakan sebagai dasar perbandingan kinerja motor bakar antara penggunaan pertamax turbo dan gas. Data hasil selanjutnya dicatat dan diolah menggunakan *microsoft excel*. Pengolahan data meliputi perhitungan parameter kinerja motor berdasarkan persamaan yang digunakan dalam penelitian serta penyajian hasil dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil pengolahan kemudian dianalisis dengan membandingkan torsi, daya, efisiensi dan konsumsi bahan bakar pada setiap variasi Rpm dan jenis bahan bakar. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui kecenderungan perubahan kinerja motor bakar akibat peningkatan putaran mesin serta menentukan kondisi pengujian yang menghasilkan kinerja motor bakar paling optimal.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio



Gambar 2. Skema Eksperimen.

2.5 Metode Pengukuran

Pengukuran data dilakukan dengan metode eksperimen melalui pengujian langsung terhadap motor bakar Daihatsu Zebra dengan mengatur putaran mesin (Rpm) yang sudah ditentukan dengan memanfaatkan pertamax turbo dan gas LPG sebagai bahan bakar. Putaran mesin diatur berdasarkan variasi yang telah ditentukan, kemudian pembebanan diberikan secara bertahap. Pada setiap kondisi pengujian dilakukan pencatatan putaran aktual, beban, waktu pengujian, dan perubahan bahan bakar yang terukur. Pengukuran dilakukan pada kedua jenis bahan bakar dengan prosedur yang sama. Data hasil pengujian kemudian digunakan untuk menghitung torsi, daya keluaran, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio



Gambar 3. Pengujian *Dynotest.*

2.6 Reduksi Data

Torsi

Torsi merupakan kemampuan mesin dalam menghasilkan gaya putar pada poros. Nilai torsi diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan dynotest. Apabila data yang diperoleh berupa beban dan panjang lengan *dynotest* maka, torsi dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$T = K \times r \tag{1}$$

Daya

Daya merupakan kemampuan mesin dalam menghasilkan kerja per satuan waktu. Nilai daya dihitung untuk setiap kondisi pengujian sehingga dapat diketahui perubahan daya akibat variasi Rpm, bukaan katup karburator, dan jenis bahan bakar. Nilai daya dihitung berdasarkan hubungan antara torsi dan putaran mesin menggunakan Persamaan 2.

$$P = \frac{2.\pi.N.T}{60.75} \tag{2}$$

Efisiensi

Efisiensi termal digunakan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi mekanik. Efisiensi termal dihitung berdasarkan perbandingan antara daya efektif mesin dengan laju energi bahan bakar yang masuk ke mesin menggunakan Persamaan 3.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \tag{3}$$

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh motor bakar dalam waktu tertentu yang dimana di penelitian ini menggunakan waktu 30 detik untuk menghasilkan tenaga kerja motor bakar. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4**.**

$$Konsumsi\ Bahan\ Bakar = \frac{Q_S}{P_{out}} \tag{4}$$

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan karakteristik performa motor bakar Daihatsu Zebra ketika menggunakan bahan bakar Pertamax Turbo dan gas LPG. Pengujian dilakukan pada variasi putaran mesin yang ditetapkan sebesar 1.500, 2.000, 2.500, dan 3.000 Rpm. Pada setiap variasi putaran, pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi pembebanan dan waktu pengambilan data selama 30 detik. Parameter yang dianalisis meliputi putaran mesin aktual, beban, torsi, daya keluaran, dan efisiensi hasil perhitungan. Data hasil pengujian selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui kecenderungan perubahan performa mesin berdasarkan variasi putaran mesin, pembebanan, dan jenis bahan bakar yang digunakan.

3.1 Hasil Performa Perbandingan Bahan Bakar Pertamax Turbo dan Gas LPG

Pengujian motor bakar menggunakan bahan bakar Pertamax Turbo dan gas LPG dilakukan pada beberapa variasi putaran mesin, yaitu 1500, 2000, 2500, dan 3000 Rpm. Setiap variasi putaran dilakukan dengan kondisi pembebanan yang berbeda. Parameter yang diperoleh meliputi Rpm aktual, beban, konsumsi bahan bakar, torsi, daya keluaran, dan efisiensi. Hasil perhitungan dari seluruh variasi pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Perhitungan Seluruh Bahan Bakar.

Bahan Bakar	Rpm Setelan (Rpm)	Rpm Aktual (Rpm)	Beban (N)	Konsumsi (ml)	Torsi (N.m)	Daya (HP)	Efisiensi (%)
Pertamax Turbo	1500	1518,2	0	157,07	0	0	0
	1500	1145,4	22,07	150,08	5,74	9,17	6,11
	1500	1085,3	31,78	145,31	8,26	12,52	8,61
	2000	2021,5	0	159,61	0	0	0
	2000	1764,3	42,67	147,70	11,10	27,32	18,50
	2000	1506,6	57,88	138,17	15,05	31,64	22,90
	2500	2514,2	0	159,61	0	0	0
	2500	2116,0	72,59	140,55	18,87	55,74	39,66
	2500	1834,7	85,64	131,02	22,27	57,01	43,51
	3000	3057,9	0	159,61	0	0	0
	3000	2621,1	78,38	128,64	20,38	74,55	57,95
	3000	2156,3	102,02	107,20	26,53	79,82	74,46
Gas LPG	1500	1509,6	0	46,30	0	0	0
	1500	1364,8	31,29	44,75	8,16	15,55	4,20
	1500	1201,1	46,89	42,44	12,19	20,44	5,82
	2000	2009,8	0	38,58	0	0	0
	2000	1759,0	60,92	37,04	15,84	38,88	12,69
	2000	1511,2	77,50	38,58	20,15	42,50	13,31
	2500	2500,9	0	29,32	0	0	0
	2500	2188,7	69,45	26,23	18,06	55,16	25,42
	2500	1973,5	84,86	21,60	22,06	60,76	34,01
	3000	3013,9	0	20,06	0	0	0
	3000	2611,3	83,19	18,52	21,63	78,82	51,47
	3000	2020,2	102,22	15,43	26,58	74,93	58,71

Berdasarkan Tabel 3, torsi yang dihasilkan motor bakar mengalami perubahan seiring dengan perubahan kondisi pembebanan dan putaran mesin. Penggunaan Pertamax Turbo menghasilkan torsi maksimum sebesar 26,53 Nm pada putaran aktual 2.156,3 Rpm dengan beban 102,02 N. Sementara itu, penggunaan LPG menghasilkan torsi maksimum sebesar 26,58 Nm pada putaran aktual 2.020,2 Rpm dengan beban 102,22 N. Perbedaan torsi maksimum kedua bahan bakar relatif kecil, yaitu 0,05 Nm. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa keduanya memiliki kemampuan menghasilkan torsi maksimum yang hampir sama pada kondisi pengujian masing-masing.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

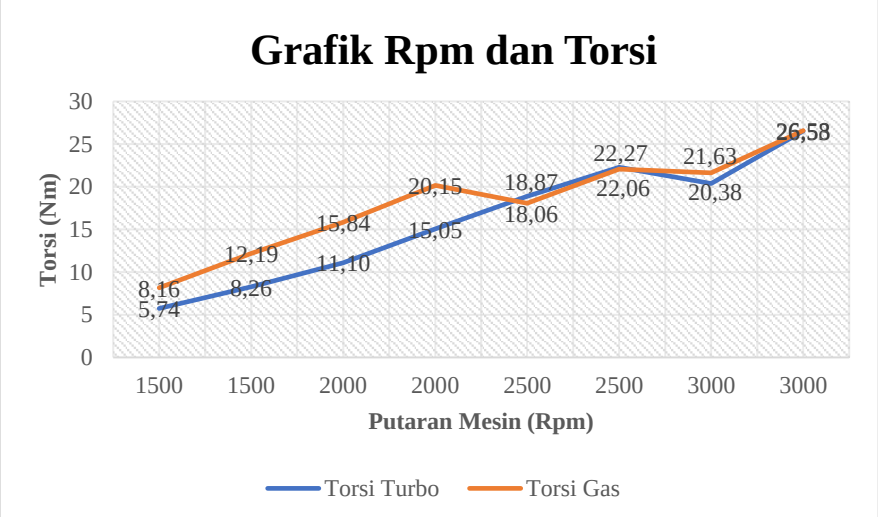
Daya keluaran merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan mesin menghasilkan kerja dalam satuan waktu. Nilai daya dipengaruhi oleh besarnya torsi dan putaran mesin aktual. Pada parameter daya keluaran, Pertamax Turbo menghasilkan nilai maksimum tercatat sebesar 79,82 HP pada Rpm aktual 2.156,3 Rpm dengan beban 102,02 N. Sementara itu, gas LPG menghasilkan nilai maksimum sebesar 78,82 HP pada Rpm aktual 2.611,3 Rpm dengan beban 83,19 N. Data tersebut memperlihatkan bahwa nilai daya tertinggi untuk kedua bahan bakar diperoleh pada kondisi Rpm aktual dan pembebanan yang berbeda. Pada kondisi putaran yang meningkat, daya dapat meningkat apabila torsi yang dihasilkan dapat dipertahankan. Sebaliknya, penurunan torsi pada putaran tertentu dapat membatasi peningkatan daya. peningkatan Rpm dapat meningkatkan daya apabila torsi dapat dipertahankan. Hal ini terjadi karena daya merupakan hasil perkalian antara torsi dan kecepatan sudut. Sebaliknya, apabila torsi mengalami penurunan yang cukup besar ketika Rpm meningkat, kenaikan daya dapat menjadi lebih kecil atau bahkan mengalami penurunan. Pada hasil pengujian ini, daya maksimum Pertamax Turbo sedikit lebih tinggi dibandingkan LPG berdasarkan perhitungan pada Tabel 3. Akan tetapi, kedua nilai maksimum diperoleh pada kondisi putaran dan pembebanan yang berbeda. Oleh karena itu, perbedaan tersebut perlu dipahami sebagai karakteristik hasil pengujian pada kondisi tertentu, bukan sebagai bukti bahwa Pertamax Turbo selalu menghasilkan daya lebih tinggi pada seluruh kondisi operasi.

Pada parameter konsumsi bahan bakar, data pada Tabel 3 menunjukkan perubahan nilai konsumsi pada setiap variasi Rpm dan pembebanan. Pada Pertamax Turbo, nilai konsumsi yang tercatat menurun dari 150,08 ml pada RPM aktual 1.145,4 Rpm menjadi 107,20 ml pada Rpm aktual 2.156,3 rpm. Pada gas LPG, nilai tersebut menurun dari 44,75 ml pada Rpm aktual 1.364,8 Rpm menjadi 15,43 ml pada Rpm aktual 2.020,2 Rpm. Kecenderungan penurunan ini menunjukkan bahwa nilai konsumsi yang dicatat dalam tabel berkurang pada beberapa kondisi dengan Rpm aktual lebih tinggi dan beban lebih besar. Pada parameter efisiensi, nilai yang tercantum pada Tabel 3 menunjukkan perubahan seiring variasi Rpm dan beban. Efisiensi Pertamax Turbo meningkat dari 6,11% pada Rpm aktual 1.145,4 rpm menjadi 74,46% pada Rpm aktual 2.156,3 rpm. Pada gas LPG, efisiensi meningkat dari 4,20% pada Rpm aktual 1.364,8 rpm menjadi 58,71% pada Rpm aktual 2.020,2 Rpm. Pola tersebut menunjukkan bahwa nilai efisiensi hasil perhitungan meningkat pada beberapa kondisi ketika beban dan torsi juga meningkat.

Secara umum, data pengujian memperlihatkan bahwa perubahan Rpm aktual dan pembebanan berkaitan dengan perubahan torsi, daya keluaran, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi hasil perhitungan. Pertamax Turbo menghasilkan nilai daya maksimum tercatat sedikit lebih tinggi, sedangkan LPG menghasilkan torsi maksimum tercatat sedikit lebih tinggi. Perbedaan ini menggambarkan karakteristik hasil pengujian pada kondisi tertentu dan tidak serta-merta menunjukkan bahwa salah satu bahan bakar selalu lebih unggul pada semua parameter.

3.2 Analisis Grafik Perbandingan Bahan Bakar Pertamax Turbo dan Gas LPG

Perbandingan torsi pada masing – masing variasi bahan bakar dianalisis berdasarkan hubungan antara putaran mesin (Rpm) dan torsi pada setiap kondisi pembebanan. Hasil perhitungan dan perbandingan hubungan torsi dengan bahan bakar pertamax turbo dan gas LPG ditunjukan pada Gambar 4.



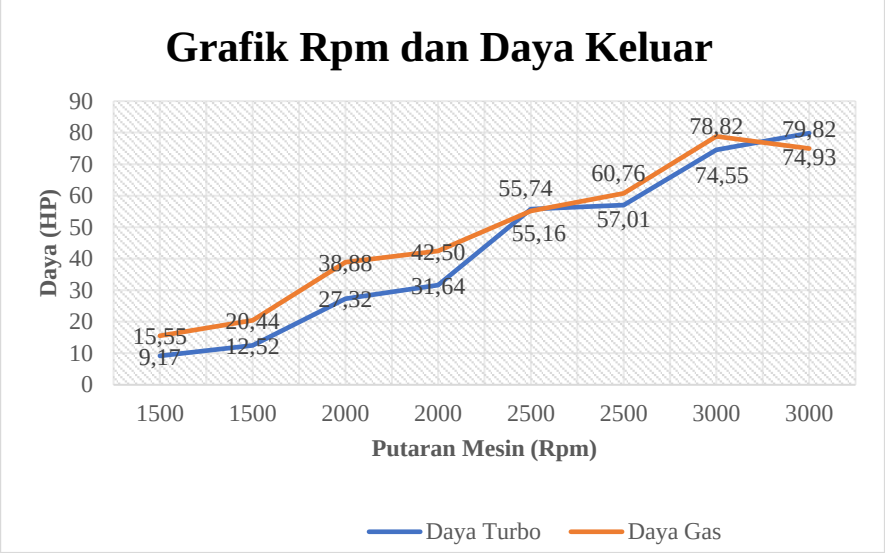
Gambar 4. Grafik Perbandingan Hubungan Rpm dengan Torsi

Berdasarkan Gambar 4, hubungan antara Rpm dan torsi menunjukkan bahwa perubahan putaran mesin disertai perubahan torsi pada setiap kondisi pembebanan. Kedua jenis bahan bakar memperlihatkan kecenderungan peningkatan torsi pada beberapa kondisi ketika beban yang diberikan semakin besar. Peningkatan torsi tersebut berkaitan dengan

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

bertambahnya gaya pembebanan yang diterima dynamometer. Hal ini sesuai dengan prinsip mekanika bahwa torsi berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada lengan pengungkit. Meskipun demikian, perubahan Rpm tidak selalu menghasilkan perubahan torsi yang searah karena torsi juga dipengaruhi oleh karakteristik pembakaran dan kondisi kerja mesin. Perbandingan hasil pengujian menunjukkan bahwa LPG menghasilkan torsi maksimum sebesar 26,58 Nm, sedangkan Pertamax Turbo menghasilkan 26,53 Nm. Perbedaan yang relatif kecil tersebut menunjukkan bahwa kedua bahan bakar memiliki kemampuan menghasilkan torsi maksimum yang hampir sama pada kondisi pengujian masing-masing. Selanjutnya, perbandingan daya keluar dianalisis berdasarkan hubungan antara putaran mesin (Rpm) dan daya keluar pada setiap variasi bahan bakar. Hasil perhitungan dan perbandingan hubungan Rpm dengan daya keluar ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hubungan Rpm dengan Daya Keluar.

Berdasarkan Gambar 5, nilai daya keluaran menunjukkan kecenderungan meningkat pada beberapa variasi Rpm yang lebih tinggi. Pertamax Turbo menghasilkan nilai maksimum tercatat sebesar 79,82 HP pada Rpm aktual 2.156,3 Rpm, sedangkan LPG menghasilkan nilai maksimum sebesar 78,82 HP pada Rpm aktual 2.611,3 Rpm. Perbedaan daya tersebut berkaitan dengan hubungan antara torsi dan kecepatan putar mesin. Pada putaran tertentu, peningkatan torsi dapat meningkatkan daya yang dihasilkan mesin. Namun, apabila torsi menurun ketika Rpm meningkat, daya tidak selalu mengalami kenaikan. Hal ini menjelaskan bahwa perubahan daya tidak hanya dipengaruhi oleh peningkatan Rpm, tetapi juga oleh kemampuan mesin mempertahankan torsi pada setiap kondisi pengujian. Berdasarkan hasil tersebut, Pertamax Turbo memiliki nilai daya maksimum terhitung sedikit lebih tinggi daripada gas LPG. Selanjutnya, perbandingan efisiensi termal dianalisis berdasarkan hubungan antara putaran mesin (Rpm) dan efisiensi termal pada setiap variasi bahan bakar. Hasil perhitungan dan perbandingan hubungan Rpm dengan efisiensi termal ditunjukkan pada Gambar 6.

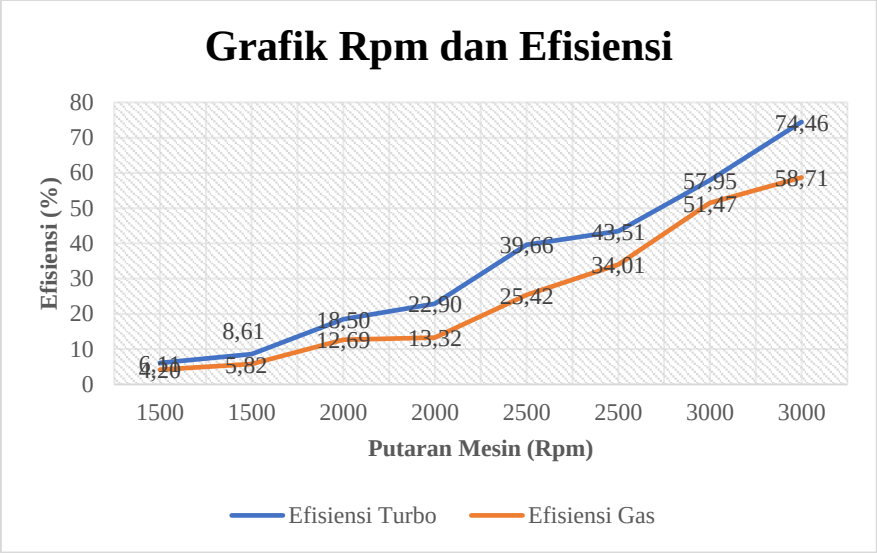
Berdasarkan Gambar 6, nilai efisiensi hasil perhitungan mengalami perubahan pada setiap variasi Rpm dan beban. Pada Pertamax Turbo, nilai maksimum yang tercantum adalah 74,46%, sedangkan pada LPG nilai maksimum yang tercantum adalah 58,71%. Angka tersebut berbeda dari uraian sebelumnya dalam naskah yang menyebutkan efisiensi LPG mencapai lebih dari 100%. Efisiensi termal menunjukkan perbandingan antara energi keluaran yang berguna dan energi kimia bahan bakar yang masuk per satuan waktu. Apabila daya keluaran meningkat sementara laju energi bahan bakar tetap, efisiensi dapat meningkat. Sebaliknya, jika laju energi bahan bakar meningkat lebih besar daripada daya keluaran, efisiensi dapat menurun. Berdasarkan hasil tersebut, Pertamax Turbo menunjukkan nilai efisiensi terhitung yang lebih tinggi pada seluruh kondisi pembebanan yang diuji. Kondisi tersebut berkaitan dengan konsumsi Gas LPG yang jauh lebih rendah dibandingkan Pertamax Turbo, sehingga berdasarkan persamaan efisiensi yang digunakan dalam penelitian, nilai efisiensi terhitung Pertamax Turbo menjadi lebih besar.

Dengan demikian, kenaikan Rpm tidak secara otomatis meningkatkan efisiensi termal karena hasilnya bergantung pada perubahan daya keluaran dan laju energi bahan bakar secara bersamaan. Secara keseluruhan, grafik memperlihatkan bahwa peningkatan beban berkaitan dengan peningkatan torsi, sedangkan perubahan Rpm dan torsi bersama-sama menentukan perubahan daya keluaran. Perbedaan karakteristik kedua bahan bakar juga menunjukkan bahwa respons torsi dan daya mesin dapat bervariasi pada kondisi operasi yang berbeda. Oleh karena itu, evaluasi performa mesin perlu

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

mempertimbangkan hubungan antara putaran mesin, pembebanan, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal untuk memperoleh gambaran kinerja yang lebih menyeluruh.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Hubungan Rpm dengan Efisiensi Termal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis performa motor bakar Daihatsu Zebra menggunakan bahan bakar Pertamax Turbo dan gas LPG, dapat disimpulkan bahwa variasi putaran mesin dan kondisi pembebanan berkaitan dengan perubahan torsi serta daya keluaran mesin. Peningkatan beban cenderung meningkatkan torsi karena nilai torsi berbanding lurus dengan gaya pembebanan pada lengan dynamometer. Berdasarkan hasil pengujian, Pertamax Turbo menghasilkan torsi maksimum tercatat sebesar 26,53 Nm pada Rpm aktual 2.156,3 rpm dengan beban 102,02 N. Gas LPG menghasilkan torsi maksimum sebesar 26,58 Nm pada Rpm aktual 2.020,2 Rpm dengan beban 102,22 N. Selisih torsi maksimum kedua bahan bakar sebesar 0,05 Nm menunjukkan kemampuan menghasilkan torsi maksimum yang relatif sebanding pada kondisi pengujian masing-masing. Pada parameter daya keluaran, nilai maksimum yang tercatat untuk Pertamax Turbo sebesar 79,82 HP, sedangkan gas LPG sebesar 78,82 HP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai daya maksimum Pertamax Turbo sedikit lebih tinggi berdasarkan data pengujian yang tersedia. Namun, perbedaan kondisi putaran dan pembebanan perlu dipertimbangkan dalam membandingkan kedua bahan bakar.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa Pertamax Turbo dan gas LPG memiliki karakteristik performa yang berbeda pada kondisi operasi yang diuji. Gas LPG menghasilkan torsi maksimum sedikit lebih tinggi, sedangkan Pertamax Turbo menghasilkan nilai daya maksimum tercatat sedikit lebih tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan Rpm aktual dan pembebanan secara bersamaan ketika mengevaluasi performa motor bakar. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa pertamax turbo memberikan keunggulan pada daya maksimum, sedangkan gas LPG menunjukkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dengan kemampuan menghasilkan torsi maksimum yang hampir sama. Oleh karena itu, kedua bahan bakar mempunyai karakteristik performa yang berbeda sesuai dengan kondisi Rpm dan pembebanan yang diberikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Persatuan Guru Republik Indonesia Semarang.
Jl. Gajah Raya No.40, Sambirejo, Kec. Gayamsari, Kota Semarang, Jawa Tengah 50166.

REFERENCES

[1] Heywood, J. B. (2018). Internal Combustion Engine Fundamentals. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Education.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**

Jurnal Kolaborasi
Sains dan Ilmu Terapan
Volume 5 No 1.1 Spesial Issue 2026 | Page 540-551
ISSN 2964- 5581 (media online)
https://utilityprojectsolution.org/ejournal/index.php/JuKSIT
Penerbit : Cv. Utility Project Solutio

[2] Stone, R. (2012). Introduction to Internal Combustion Engines. 4th ed. London: Palgrave Macmillan.
[3] Pulkrabek, W. W. (2004). Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. 2nd ed. New Jersey: Pearson.
[4] Ferguson, C. R., & Kirkpatrick, A. T. (2015). Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences. 3rd ed. Wiley.
[5] Ganesan, V. (2017). Internal Combustion Engines. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education.
[6] Akinfaloye, O. A., & Onwuamaeze, I. P. (2021). Evaluating parameters affecting the performance of the spark ignition engine. Saudi Journal of Engineering and Technology, 6(8), 232–241.
[7] Heywood, J. B. (2005). Methods to improve efficiency of four stroke, spark ignition engines at part load. Energy Conversion and Management, 46, 3202–3220.
[8] Pertamina. (2020). Spesifikasi Pertamax Turbo. PT Pertamina.
[9] Bayraktar, H. (2005). Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance. Energy Conversion and Management, 46, 2317–2333.
[10] Alger, T., & Mangold, B. (2013). The research and motor octane numbers of liquefied petroleum gas (LPG). Fuel, 108, 797–811.
[11] Widjanarko, S., Hartana, D. R., & Abdulkadir, M. (2022). Analisis performa mesin menggunakan bahan bakar Pertamax 92 dan Pertamax 98 terhadap daya, torsi dan efisiensi pada mobil Mitsubishi Xpander engine 4A91. CENDEKIA MEKANIKA, 3(2), 113–118.
[12] Analisis Variasi Research Octane Number (RON) Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin Daihatsu Xenia K3-VE. JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia.
[13] Analisis Performa Mesin Sepeda Motor X-Ride 2015 Menggunakan Bahan Bakar Pertalite dan Pertamax Turbo terhadap Daya, Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar. CENDEKIA MEKANIKA.
[14] Setiawan, F. W. (2021). Analisa kinerja mesin kapasitas 599 cc sepeda motor tipe CBU Yamaha R6 dan Honda CBR600F4I berbahan bakar Pertamax Turbo. JMIO: Jurnal Mesin Industri dan Otomotif, 2(2), 21–26.
[15] Hashem, G. T., & Al-Dawody, M. F. (2022). Investigation study for the effect using LPG on characteristics of gasoline engine. Australian Journal of Mechanical Engineering, 21(5), 1642–1657.
[16] Yap, W. K., et al. (2013). Performance of single cylinder spark ignition engine fueled by LPG. Procedia Engineering, 53, 579–585.
[17] Liquefied Petroleum Gas (LPG) as an Alternative Fuel in Spark Ignition Engine: Performance and Emission Characteristics. (2009). IEEE International Conference on Energy and Environment.
[18] Measure of the Volumetric Efficiency and Evaporator Device Performance for a Liquefied Petroleum Gas Spark Ignition Engine. (2012). Energy Conversion and Management.
[19] Simsek, S., & Uslu, S. (2020). Investigation of the impacts of gasoline, biogas and LPG fuels on engine performance and exhaust emissions in different throttle positions on SI engine.
[20] Experimental Analysis on a Spark Ignition Petrol Engine Fuelled with LPG. (2011). Energy.

Submitted: **01/10/2026**; Accepted: **10/10/2026**; Published: **31/10/2026**