

Perbandingan Kinerja Motor Bensin Dengan Penggunaan Bahan Bakar Premium dan Pertamina pada Variasi Rasio Kompresi

Baharuddin Mire

Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245
Telp/Fax (0411) 588400

Abstrak

Penggunaan motor bensin sebagai salah satu jenis penggerak mula yang memanfaatkan energi termal untuk melakukan kerja mekanis sebagian besar telah menyentuh masyarakat, berdasarkan hal tersebut telah banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi. Bahan bakar pertamax hadir menggantikan premix, pertamax memiliki stabilitas oksidasi yang lebih tinggi, oktan RON (Research Octane Number) 92, semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka cenderung untuk menaikkan efisiensi. Rasio kompresi yang tinggi menaikkan tekanan dan temperatur gas dalam ruang bakar, tingginya tekanan dan temperatur gas hasil pembakaran akan menaikkan kecepatan nyala. Penelitian ini membandingkan kinerja motor bensin dengan menggunakan bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Variasi rasio kompresi 7 : 1, 8 : 1, 9 : 1 dan 10 : 1, Putaran Poros 1500 rpm, 1700 rpm, 1900 rpm, 2100 rpm, 2200 rpm dan pembukaan katup gas 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil yang diperoleh menunjukkan untuk bahan bakar premium kinerja terbaik pada rasio 9 : 1 meliputi daya efektif maksimum 3,456 kW diperoleh pada pembukaan katup gas 100%, putaran poros 2200 rpm. Pemakaian bahan bakar spesifik minimum 0,531 kg/kWh dan efisiensi termal maksimum 15,71 diperoleh pada pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm untuk bahan bakar pertamax kinerja terbaik diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1 meliputi daya efektif maksimum 3,295 kW. Konsumsi bahan bakar spesifik minimum 0,520 kg/kWh dan efisiensi termal maksimum 16,04% masing-masing diperoleh pada pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm.

Kata kunci : kinerja motor bensin, bahan bakar, rasio kompresi

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini motor bensin sebagai salah satu jenis penggerak mula yang memanfaatkan energi termal untuk melakukan kerja mekanis sebagian besar telah menyentuh masyarakat, berdasarkan hal tersebut telah banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi. Bahan bakar pertamax hadir menggantikan bahan bakar premix. Bahan bakar pertamax diproduksi dengan menggunakan bahan baku berkualitas tinggi yang telah memenuhi Standar Internasional dan tidak mengandung timbal. Sifat fisika dan *properties* bahan baku pertamax memiliki stabilitas oksidasi yang lebih tinggi. Kandungan *olefin (alkene)*, *aromatic (benzene)* telah dibatasi sehingga pembakaran pertamax lebih sempurna. Bahan bakar pertamax memiliki oktan RON (*Research Octane Number*) 92. Semakin tinggi oktan suatu bahan bakar maka cenderung meningkatkan efisiensi.

Penelitian bertujuan untuk membandingkan kinerja motor bensin dengan menggunakan bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax pada variasi rasio kompresi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi industri otomotif dalam menentukan rasio kompresi untuk penggunaan suatu jenis bahan bakar. Rasio kompresi merupakan perbandingan volume total ruang bakar terhadap volume sisa ruang bakar. Secara teoritis kenaikan rasio kompresi dapat meningkatkan rasio kompresi yang tinggi menaikkan tekanan dan temperatur gas dalam ruang bakar serta sehingga kondisi ini dapat mengurangi *Ignition Lag*, pembakaran akan menaikkan kecepatan nyala pada tingkatan kedua pembakaran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan menggunakan mesin *Variable Compression Ratio Petrol Engine (VCRPE)*. Spesifikasi Mesin yang digunakan Type : 1- *cylinder, carburetor Variable compression, Compression Ratio* : 4 : 1 – 10 : 1, Maximum Speed (rpm) : 2200, Displacement (cc) : 468, *Borex stroke* (mm) : 85 x 82,5, Jumlah Langkah : 4, dan *Maximum Power Output* (kW) : 5.

Fasilitas pengujian yang digunakan adalah *Dinamometer Hidraulik*, Instrumen ini adalah fasilitas yang digunakan untuk mengukur daya efektif mesin. Dinamometer diberi pembebanan air untuk menghasilkan tahanan hidrolis. Aliran air digunakan dinamometer disuplai oleh pompa dari bak air pendingin. Akibat adanya pusaran air diantara mangkok rotor. Sehingga dinamometer memberi tahanan terhadap putaran tersebut. Beban torsi yang bekerja akibat penyerapan daya menimbulkan gerakan pada rumah dinamometer. Gerakan ini dipindahkkn ke sistem pemberat, sehingga besar torsi yang diabsorbsi dinamometer dapat terbaca. *Tachometer*, berfungsi untuk mengukur putaran poros, dengan cara menempelkannya pada poros yang berputar, data putaran poros langsung terbaca pada monitor. *Fuel Gauge*, terletak pada saluran antara tangki bahan bakar dan korburator. Instrumen ini merupakan alat ukur konsumsi bahan bakar. Alat ini sejenis tabung yang didalamnya dibuat bersekat-sekat. Setiap sekat mempunyai ukuran volume 25 cc, 50 cc, dan 100 cc, dengan bantuan *stopwatch* dapat diketahui waktu yang dibutuhkan mesin untuk sejumlah volume tertentu bahan bakar.

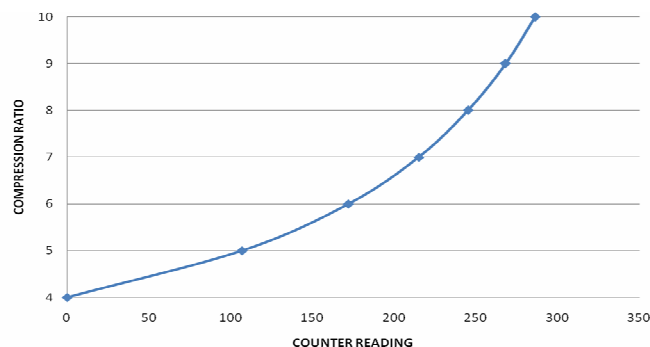
PENGUJIAN

Persiapan pengujian diperlukan untuk menjamin agar semua fasilitas pengujian dalam keadaan siap operasi, agar gangguan-gangguan selama pengujian dapat dihindari. Selain kesiapan mesin dan fasilitas lainnya juga bagian-bagian terpenting yang harus dilakukan lebih awal adalah bahan bakar, minyak pelumas, air pendingin dan menetapkan rasio kompresi yang dikehendaki. Rasio kompresi diatur dengan memutar pasak segi enam yang terdapat pada kepala mesin dengan terlebih dahulu menarik tuas pada *counter* yang juga ditempatkan pada kepala mesin. Setelah *counter* menunjukkan satu nilai yang bersesuaian dengan rasio kompresi tertentu yang dikehendaki, maka tuas pengunci di kembalikan ke posisinya semula guna menjaga pasak tidak bergeser.

Untuk menentukan daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi termal, maka dilakukan pengukuran sebagai berikut : Variasi rasio kompresi (7 : 1, 8 : 1, 9 : 1, dan 10 : 1), Putaran poros (1500, 1700, 1900, 2100, 2200) rpm, dan Pembukaan katup gas (25, 50%, 75%, dan 100)%. Pembacaan data sebagai berikut : Rasio kompresi (rk), Putaran poros (rpm), Pembukaan katup gas (%), dan Waktu yang dibutuhkan untuk konsumsi bahan bakar dalam volume tertentu (25 cc).

Menurut *Plint Installation and Operation Instruction Book*

Counter Reading	Clearance (cc)	Ratio
0	156	4 : 1
107	117	5 : 1
172	93.6	6 : 1
215	78	7 : 1
245	67	8 : 1
268	58.5	9 : 1
286	52	10 : 1



Gambar 1 Kurva kalibrasi untuk variabel kompresi mesin

Sumber: Plin, installation and operating instruction

Parameter Kinerja Mesin

Parameter kinerja dalam penelitian ini adalah parameter yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik kinerja mesin. Parameter tersebut adalah :

1. Daya efektif, P_e (kW)

Daya efektif merupakan daya berguna yang berhasil diperoleh sebagai daya poros penggerak beban. Daya ini dibangkitkan oleh suatu daya mula disebut daya indikator yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak, sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan-gesekan.

Untuk mengetahui daya mesin digunakan alat yang dinamakan dinamometer untuk mengukur momen putar atau torsi, T (Nm) dan tachometer untuk mengukur putaran poros, n (rpm). Selanjutnya daya efektif dihitung dengan persamaan :

$$P_e = \frac{T \cdot n}{9549,305} \text{ kW} \quad (1)$$

dengan : 9549,305 = konstanta dinamometer

2. Konsumsi bahan bakar, FC (kg/h)

Jumlah konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan jalan mengukur yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan sejumlah tertentu bahan bakar dalam gelar ukur. Hubungan itu dinyatakan dengan :

$$FC = \frac{V_{gu} \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot 3600}{t} \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \quad (2)$$

dengan : V_{gu} = volume gelas ukur = 25 cc, ρ_f = massa jenis bahan bakar = 0,74 kg/liter, t = waktu untuk menghabiskan 25 cc bahan bakar (det), 10^{-3} = faktor konversi dari cc ke liter.

Dengan mensubstitusi harga V_{gu} dan ρ_f ke dalam persamaan (2) diperoleh persamaan untuk menghitung konsumsi bahan bakar terhadap 25 cc volume bahan bakar sebagai berikut :

$$FC = \frac{66,6}{t} \text{ (kg/h)} \quad (3)$$

3. Konsumsi bahan bakar spesifik

Dengan menghitung konsumsi bahan bakar spesifik, maka dapat diketahui ukuran ekonomi dari suatu mesin, karena menyatakan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan setiap jam untuk menghasilkan 1 kW daya efektif. Konsumsi bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan persamaan :

$$SFC = \frac{FC}{P_e} \text{ (kg/kWh)} \quad (4)$$

Bila harga FC diambil dari persamaan (3) dan P_e dari persamaan (1), kemudian disubstitusi ke persamaan (4), maka didapatkan suatu persamaan untuk menghitung SFC , dengan data pengukuran yang menjadi variabel, maka persamaan tersebut adalah :

$$SFC = \frac{6,33984 \cdot 10^5}{T \cdot n \cdot t} \text{ (kg/kWh)} \quad (5)$$

4. Efisiensi termis efektif, η_t (%)

Efisiensi termis efektif suatu motor bakar didefinisikan sebagai antara energi kalor yang diubah menjadi daya efektif dengan jumlah energi kalor bahan bakar yang disuplai ke dalam silinder. Parameter ini menunjukkan kemampuan mesin dalam mengubah energi kalor dari bahan bakar menjadi energi mekanik, sehingga efisiensi termal dihitung menurut persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_e}{Q_{tot}} \times 100\% \quad (6)$$

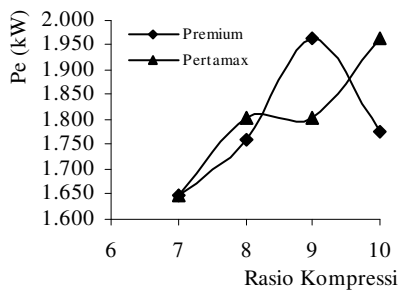
dan

$$Q_{tot} = \frac{LHV \cdot FC}{3600} \text{ kW} \quad (7)$$

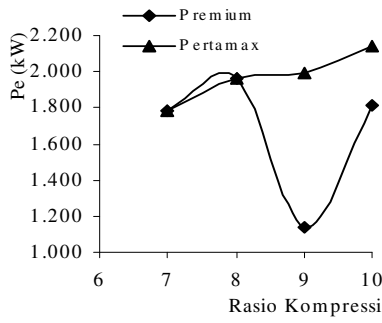
dengan : Q_{tot} = energi bahan bakar (kW), LHV = nilai kalor bawah pembakaran bahan bakar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

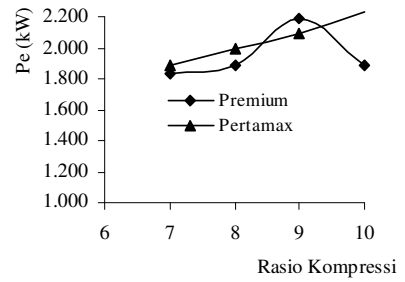
Perbandingan kinerja mesin *Variable Compression Ratio Petrol Engine (VCRPE)* dengan menggunakan bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax pada variasi rasio kompresi, menunjukkan hasil yang berbeda, hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :



Putaran poros 1500

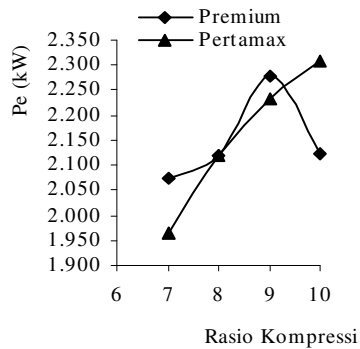


Putaran poros 1700

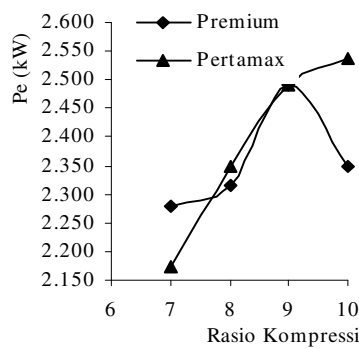


Putaran poros 1900

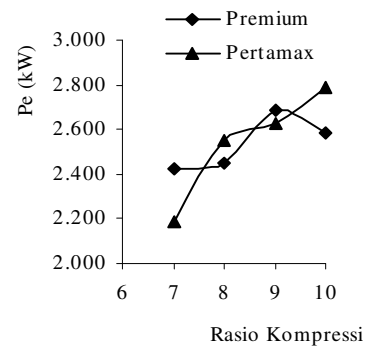
Pembukaan Katup Gas 25 %



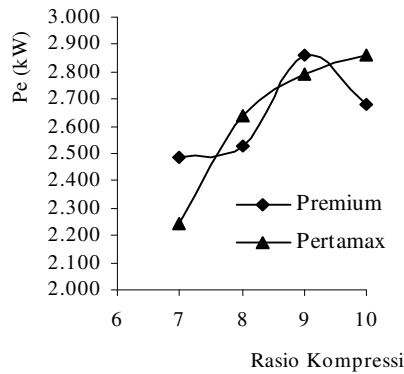
Putaran poros 1500



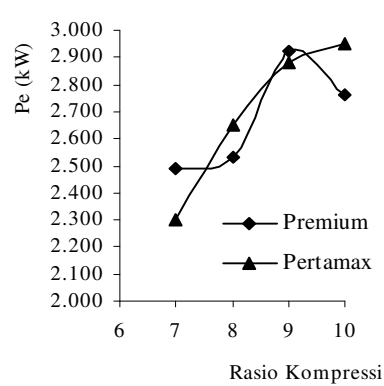
Putaran poros 1700



Putaran poros 1900

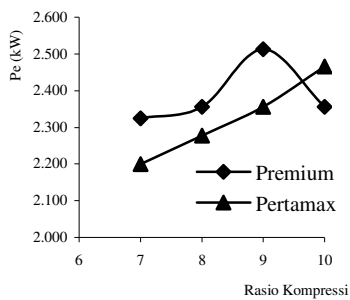


Putaran poros 2100

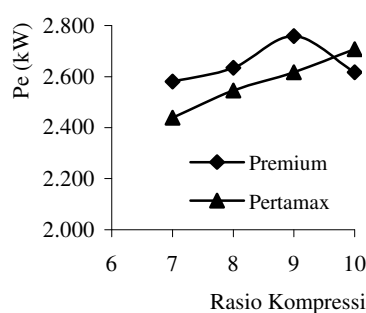


Putaran poros 2200

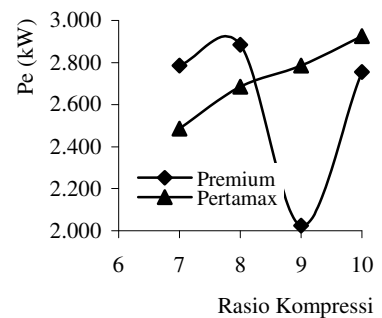
Pembukaan katup gas 50 %



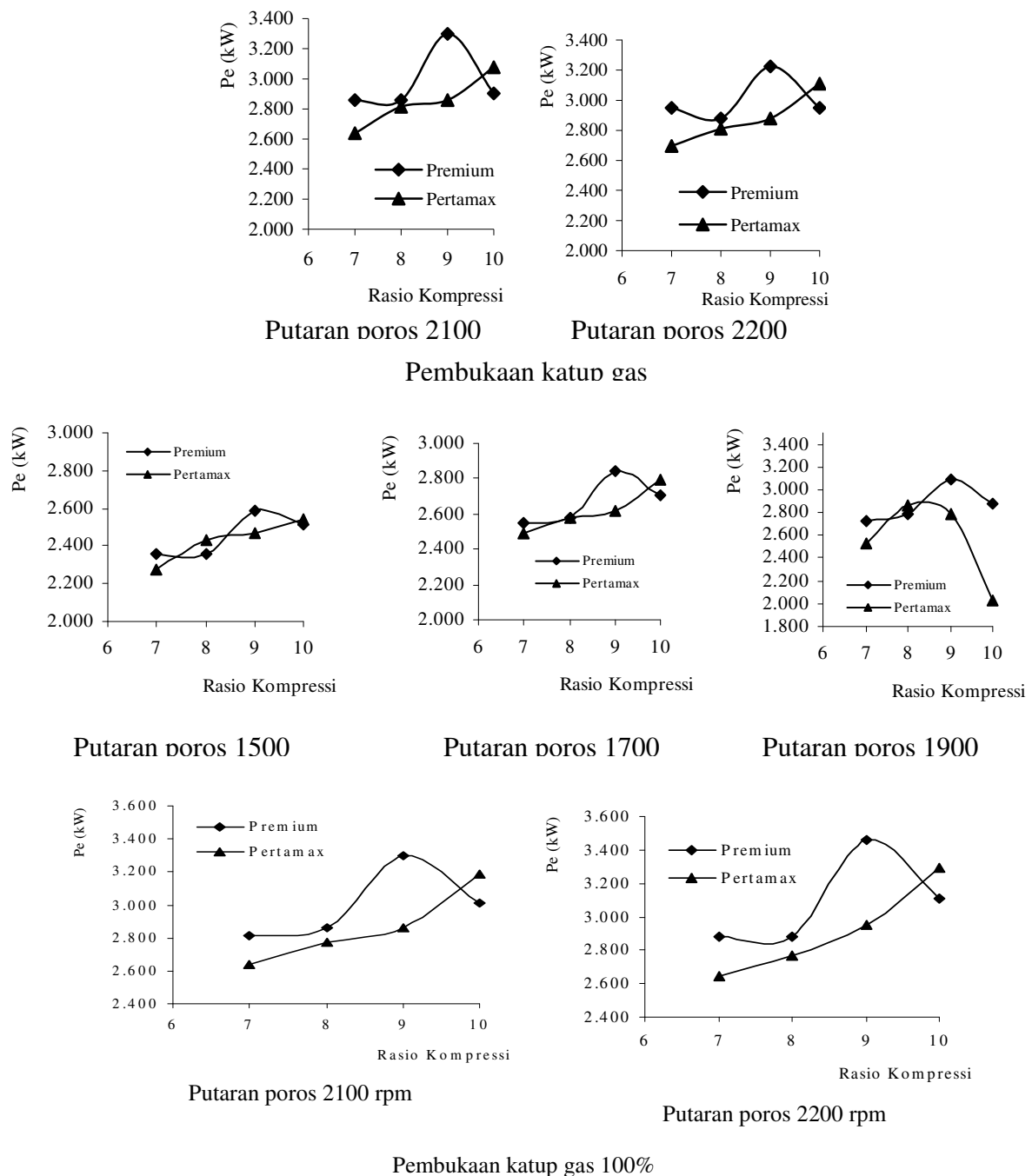
Putaran poros 1500



Putaran poros 1700



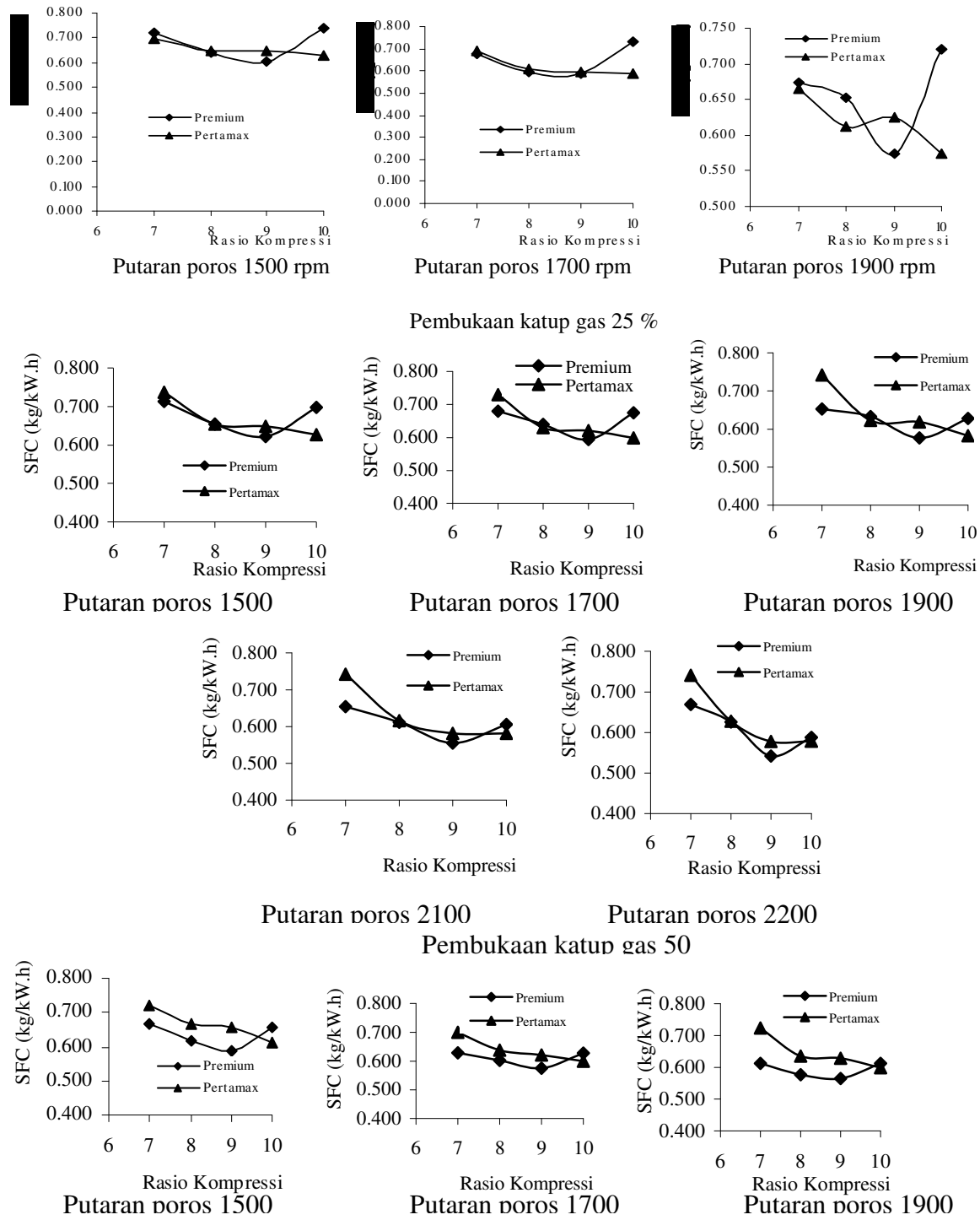
Putaran poros 1900

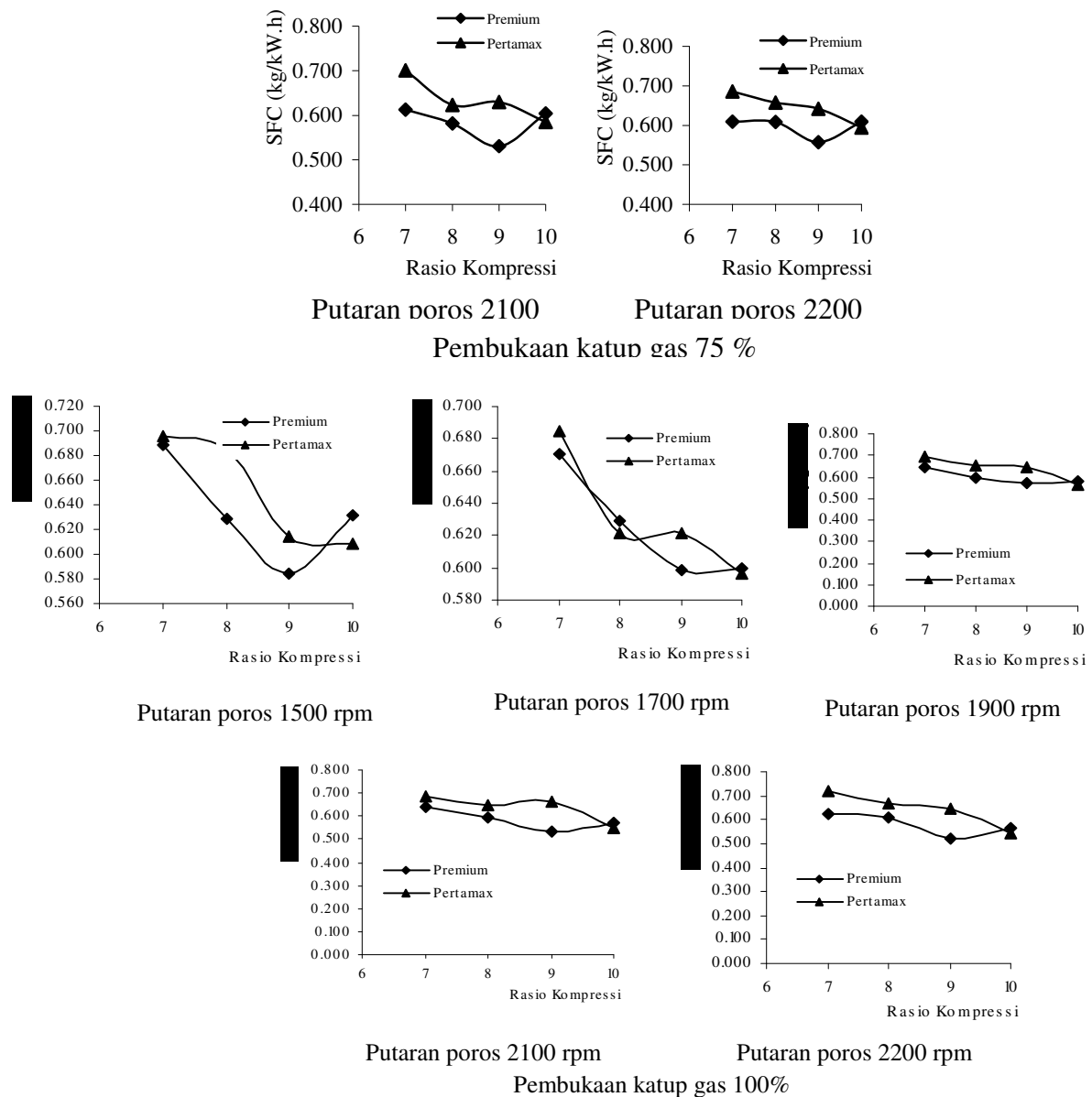


Gambar 2. Hubungan antara rasio kompresi dengan daya efektif

Gambar 2, hubungan rasio kompresi dengan daya efektif memperlihatkan bahwa secara keseluruhan nilai daya efektif (Pe) baik pada bahan bakar premium maupun pada bahan bakar pertamax cenderung naik. Dengan naiknya rasio kompresi dengan pembukaan katup gas serta putaran poros. Hal tersebut diperoleh daya efektif minimum untuk bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax sebesar 1,649 kW diperoleh pada pembukaan katup gas 25%, putaran poros 1500 rpm setelah rasio kompresi 7 : 1, sedangkan daya efektif maksimum untuk bahan bakar premium sebesar 3,456 kW diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1, pembukaan katup gas 100% serta putaran poros 2200 rpm. Pada rasio kompresi 10 : 1 daya efektif turun kembali sebesar 3,110 kW. Sedangkan untuk bahan bakar pertamax daya efektif maksimum sebesar 3,295 diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1, pembukaan katup gas 100%, putaran poros 2200 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada bahan bakar premium daya efektif maksimum hanya dapat dicapai pada rasio kompresi 9 : 1, sedangkan bahan bakar pertamax sangat cocok untuk rasio

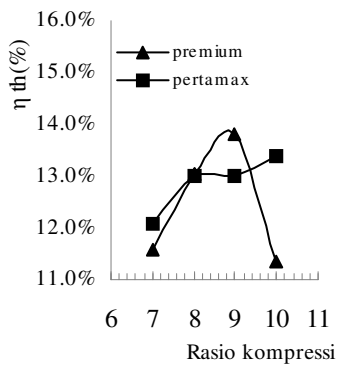
kompressi 10 : 1. Hal ini disebabkan karena bahan bakar pertamax dapat memakan tekanan kompressi lebih lama untuk mencegah bahan bakar terbakar sebelum busi menyala. Oleh karena nilai oktan bensin pertamax yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kesabaran yang tinggi untuk menyala. Sedangkan bahwa bahan bakar premium terjadinya penurunan daya efektif pada rasio kompressi 10 : 1 disebabkan karena naiknya temperatur dan tekanan akhir kompressi sehingga dapat menyebabkan pembakaran lebih awal (*Pre Ignition*) yaitu terjadinya pembakaran tidak disebabkan oleh percikan api dari busi, sehingga menimbulkan tekanan pada saat akan mencapai titik mati alas (TMA), sehingga akan menyebabkan turunnya daya efektif. Secara umum bahan bakar premium memberikan daya efektif lebih baik pada rasio kompressi 9 : 1 sedangkan bahan bakar pertamax memberikan daya efektif yang lebih baik pada rasio kompressi 10 : 1. Menurut Arismunandar, W (1980), bahan bakar dengan bilangan oktana yang lebih tinggi lebih sesuai pada motor bensin dengan rasio kompressi yang tinggi pula.



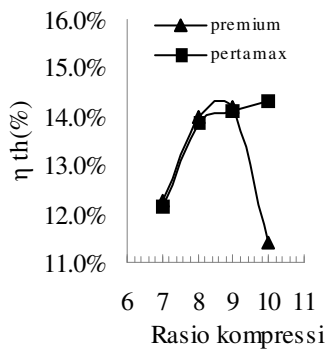


Gambar 3. Hubungan antara rasio kompresi dengan pemakaian bahan bakar spesifik (SFC)

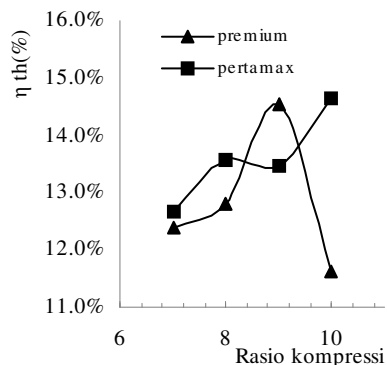
Gambar 3, hubungan rasio kompresi dengan pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) memperlihatkan bahwa secara umum nilai SFC turun dengan naiknya rasio kompresi. Hal ini terjadi baik pada bahan bakar premium maupun pada bahan bakar pertamax. Untuk bahan bakar premium nilai SFC tertinggi sebesar 0,721 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 7 : 1 pembukaan katup gas 25%, serta putaran poros 1500 rpm, sedangkan nilai SFC minimum sebesar 0,520 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1, pembukaan katup gas 100% dan putaran poros 2200 rpm. Kenaikan kembali SFC pada rasio kompresi 10 : 1 disebabkan turunnya daya efektif. Untuk bahan bakar pertamax nilai SFC tertinggi sebesar 0,742 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 7 : 1 putaran poros 1900 rpm dan pembukaan katup gas 50%, sedangkan nilai SFC minimum sebesar 0,546 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1 putaran poros 2200 rpm dan pembukaan katup gas 100%. Hal tersebut di atas menunjukkan bahwa untuk bahan bakar premium memberikan konsumsi bahan bakar lebih irit pada rasio 9 : 1, dibandingkan bahan bakar pertamax yang lebih irit pada rasio 10 : 1. Menurut khovakh nilai SFC untuk motor bensin yakni (0,245 ÷ 0,300) kg/kWh. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mesin VCRPE ini boros dalam konsumsi bahan bakar. Menurut hasil test plint operation diperoleh nilai SFC (0,508 ÷ 0,599) kg/kWh, sehingga nilai SFC hasil penelitian ini mendekati test plint operation.



Putaran poros 1500 rpm

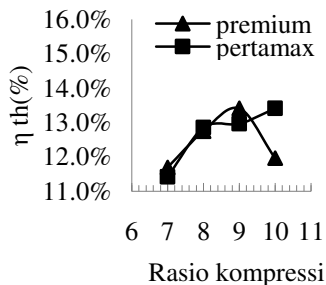


Putaran poros 1700 rpm

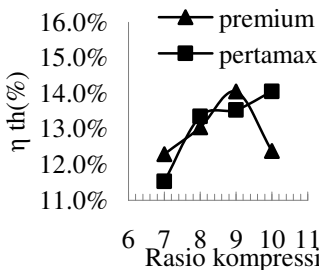


Putaran poros 1900 rpm

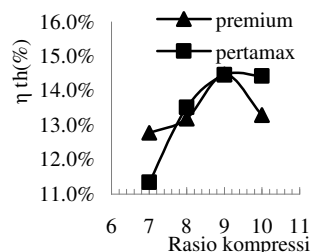
Pembukaan katup 25 %



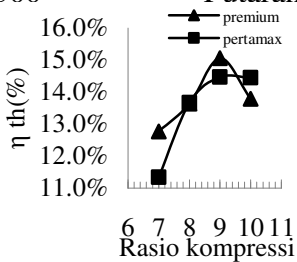
Putaran poros 1500



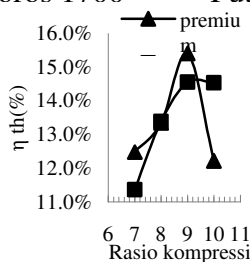
Putaran poros 1700



Putaran poros 1900

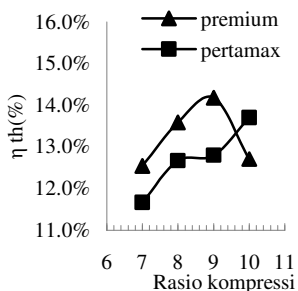


Putaran poros 2100

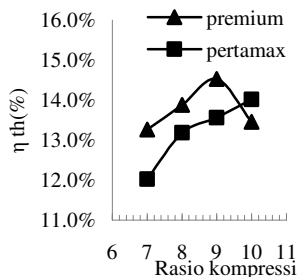


Putaran poros 2200

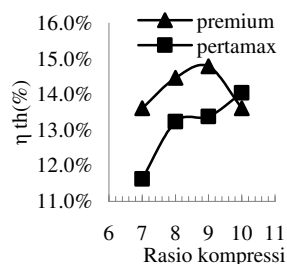
Pembukaan katup 50 %



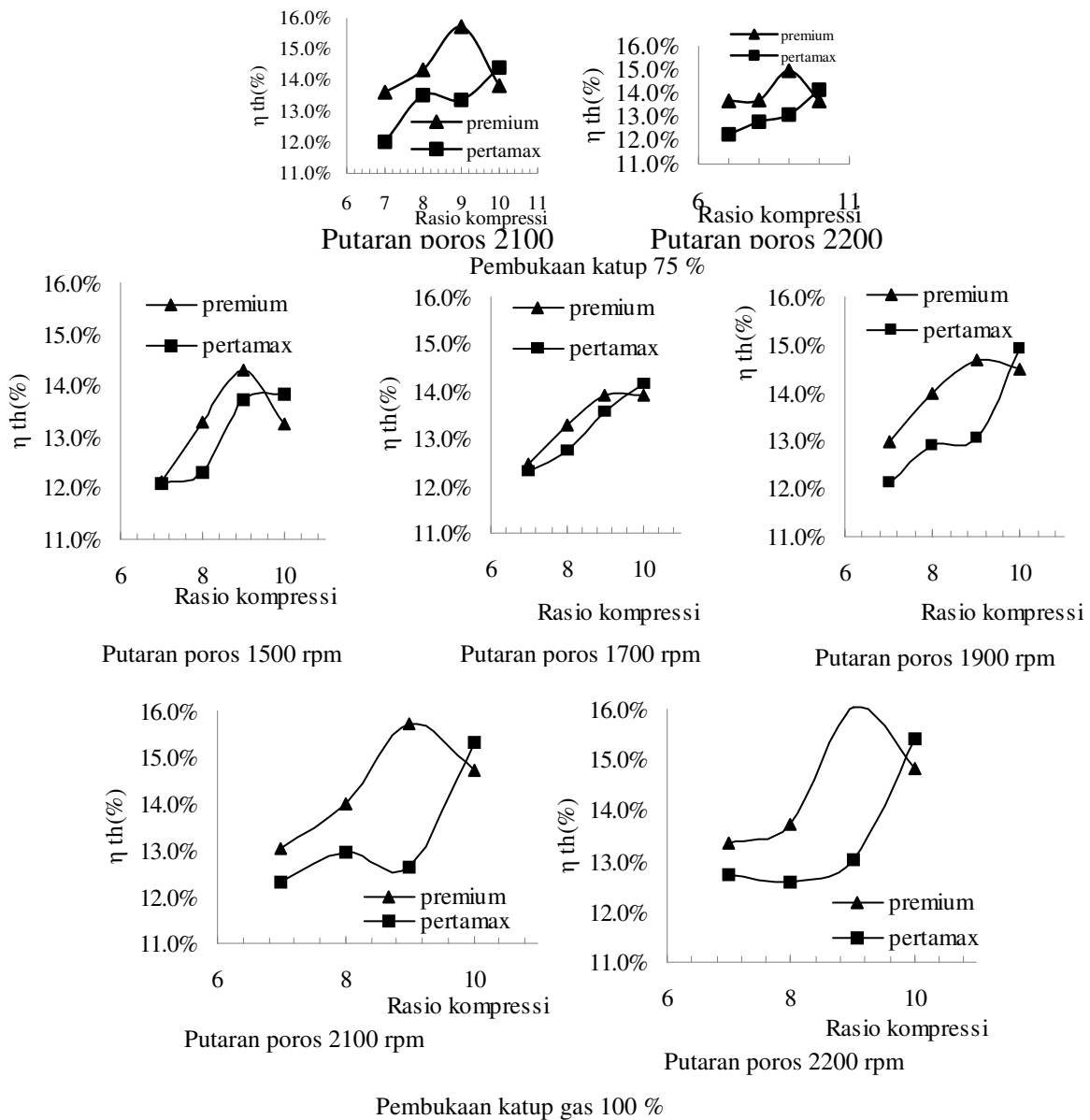
Putaran poros 1500



Putaran poros 1700



Putaran poros 1900



Gambar 4. Hubungan antara rasio kompresi dengan efisiensi termal (η_{th})

Gambar 4, hubungan rasio kompresi dengan efisiensi termal memperlihatkan bahwa secara keseluruhan nilai efisiensi untuk bahan bakar premium nilai efisiensi termal terendah sebesar 11,58% diperoleh pada pembukaan katup gas 25% rasio kompresi 7 : 1 putaran poros 1500 rpm, sedangkan efisiensi termal maksimum sebesar 16,04% diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1 pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm. Sedangkan untuk bahan bakar pertamax nilai efisiensi termal terendah sebesar 11,34% diperoleh pada rasio kompresi 7 : 1 pembukaan katup gas 50% putaran poros 1900 rpm sedangkan nilai efisiensi termal maksimum sebesar 15,41% diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1, pembukaan katup gas 100% diputar poros 2200 rpm. Hal tersebut menjelaskan bahwa pada bahan bakar pertamax efisiensi termal maksimum dicapai pada rasio kompresi 10 : 1, sedangkan untuk bahan bakar premium kaya sampai pada rasio kompresi 9 : 1 dapat menghasilkan efisiensi termal maksimum hal ini karena pada bahan bakar premium bila rasio kompresi dinaikkan sampai 10 : 1 maka pembakaran di dalam silinder cenderung mengalami *pre Ignition* yang dapat menyebabkan turunya efisiensi termal. Menurut Khovakh, nilai efisiensi termal untuk motor bensin empat langkah (25-29)%, nilai efisiensi dalam penelitian pada mesin VCRPE ini maksimum 16,04%, rendahnya efisiensi termal dalam penelitian ini disebabkan rendahnya daya efektif yang diperoleh dan pada pemakaian bahan bakar pada umumnya lebih boros.

4. KESIMPULAN

1. Kinerja terbaik untuk motor bensin dengan menggunakan bahan bakar premium dibatasi pada rasio kompresi 9 : 1, sedangkan untuk bahan bakar pertamax kinerja terbaik pada rasio kompresi 10 : 1.
2. Daya efektif maksimum untuk bahan bakar premium sebesar 3,456 kW diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1 pembukaan katup gas 100% di putaran poros 2200 rpm. Untuk bahan bakar pertamax sebesar 3,295 kW diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1 pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm.
3. Konsumsi bahan bakar spesifik minimum untuk bahan bakar premium sebesar 0,520 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1 pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm untuk bahan bakar pertamax sebesar 0,546 kg/kWh diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1, katup gas 100% putaran poros 2200 rpm.
4. Efisiensi termal maksimum untuk bahan bakar premium sebesar 16,04% diperoleh pada rasio kompresi 9 : 1, pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm, untuk bahan bakar pertamax sebesar 15,41% diperoleh pada rasio kompresi 10 : 1, pembukaan katup gas 100% putaran poros 2200 rpm.

Daftar pustaka

- Arismunandar W. 1988. Penggerak Mula, Motor Bakar Torak. Penerbit ITB, Bandung.
- Blundell J. K., Hydraulic Dynamometer TD4. England Tequipment Limited, Nottinham
- Eastop dan MC., Congkey. 1993 Applied Thermodynamics For Engineering Tecnologist. New York
- Heywood, J.B., 1989. Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc.Graw Hill Book Company, New York.
- Maleev, V. L., 1951. Internal Combustion Engines. Tokyo Kogakusha & Sons, & Co., Tokyo.
- Mathur M. L. dan Sharma R. P. Internal Combustion Engines. Dhampat Roi & Sons, New Delhi.
- Plint, Instalation and Operating Instruction. England Plint Engineers & Parners Ltd. Wokingham.