EFEK PENAMBAHAN GASKET KEPALA SILINDER DAN VARIASI OKTAN BENSIN TERHADAP PERFORMA MESIN SILINDER TUNGGAL

Bahtiar Rahmat[1], Mohammad Burhan Rubai Wijaya[2], Fahmy Zuhda Bahtiar[3], Katiko Imamul Muttaqin[4], Yuris Bahadur Wirawan[5]

[1] Program Studi Teknik Produksi Furnitur, Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu

Jalan Wanamarta Raya No. 20, Kabupaten Kendal, Indonesia

[2] Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunung Pati, Kota Semarang, Indonesia

[3] Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Ivet

Jalan Pawiyatan Luhur IV No.16, Bendan Duwur, Kota Semarang, Indonesia

[4] Program Studi Tata Operasi dan Pemeliharaan Prediktif Alat Berat, Politeknik Negeri Banjarmasin

Jalan Brigadir Jendral Hasan Basri, Kota Banjarmasin, Indonesia

[5] Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Semarang

Jalan Profesor Soedarto,SH, Kota Semarang, Indonesia

bahtiar.rahmat@poltek-furnitur.ac.id [1]

Abstrak

Jumlah penjualan kendaraan bermotor mencerminkan peningkatan mobilitas masyarakat. Seiring dengan hal ini, industri juga mengembangkan mesin dengan tekanan kompresi tinggi untuk menghasilkan performa yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efek penambahan gasket pada kepala silinder serta variasi dari angka oktan bensin yang digunakan pada sebuah motor bakar silinder tunggal. Pengujian dynamometer dilakukan untuk melihat perbedaan keluaran torsi dan daya yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan jika mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 yang disertai penggunaan bensin RON 100 menghasilkan daya paling tinggi, yaitu sebesar 7,90 kW, dengan torsi puncak mencapai 9,93 Nm. Di sisi lain, torsi paling kecil dihasilkan oleh mesin yang sama saat diberikan bensin RON 92 yakni sebesar 4,78 Nm dengan keluaran daya terendah sebesar 5,43 kW.

Kata kunci : unjuk kerja, kompresi, oktan, dinamometer

Abstract

The total motor vehicle sales reflected an increase in people's mobility. Alongside this, the industry also developed high compression engines to achieve optimal performance. This research aims to examine the effects of adding a cylinder head gasket and variations in the octane number of gasoline used in a single-cylinder internal combustion engine. Dynamometer testing was conducted to observe the differences in torque and power output. The test results indicate that an engine with a compression ratio of 11,8 Kg/cm^2, coupled with the use of RON 100 gasoline, produces the highest power output, which is 7.90 kW, with peak torque reaching 9.93 Nm. On the other hand, the smallest torque is generated by the same engine when supplied with RON 92 gasoline, at 4.78 Nm, with the lowest power output of 5.43 kW.

Key words : *performance, compression, octane, dynamometer*

PENDAHULUAN

Mesin pembakaran bekerja dengan mekanisme merubah energi kimia bahan bakar menjadi energi termal melalui proses pembakaran atau oksidasi dengan udara di dalam mesin. Energi termal ini meningkatkan suhu dan tekanan dari gas di dalam mesin, dan gas bertekanan tinggi ini kemudian bergerak melawan mekanisme mekanik mesin [1]. Mesin yang digunakan pada kendaraan

bermotor beroperasi dengan mengandalkan gerakan bolak-balik dari sebuah torak di dalam silinder [2]. Mesin penyalaan busi (*spark-ignition engine*) adalah jenis mesin yang umum digunakan pada kendaraan pribadi seperti mobil atau sepeda motor. Mesin ini membuat campuran awal (*premixed*) bahan bakar dan udara sebelum memasuki silinder mesin, menggunakan karburator maupun sebuah injektor bahan bakar [3].

Kinerja sebuah mesin bergantung pada efisiensi pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Pada mesin dengan tekanan kompresi yang tinggi dan disertai dengan penggunaan bahan bakar berkualitas, maka hasilnya adalah kinerja mesin yang optimal [4]. Meningkatkan angka oktan pada bahan bakar memiliki efek yang terkait dengan menyederhanakan proses pembakaran dan mengurangi risiko terjadinya detonasi [5]. Zhou dkk melaporkan jika meningkatkan angka oktan (RON) secara signifikan meningkatkan efisensi dari konsumsi bahan bakar [6].

Penggunaan bahan bakar dengan oktan tinggi juga mengingkatkan *output* daya motor serta mempersingkat waktu akselerasi. Pemakaian bahan bakar dengan oktan tinggi juga akan mengurangi emisi gas buang, hal ini dikarenakan konsumsi dari bahan bakar yang semakin sedikit [7]. Menggunakan bahan bakar dengan angka oktan lebih tinggi dapat mengurangi efek dari detonasi (*knocking*) dan meningkatkan efisiensi termal pada mesin [8]. Pada saat terjadi detonasi, terjadi osilasi tekanan pada frekuensi tinggi yang bisa diamati [9].

Peggunaan bensin oktan rendah pada mesin dengan tekanan kompresi yang tinggi beresiko meningkatkan terjadinya detonasi. Detonasi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan fenomena gelombang yang terjadi ketika sebagian campuran udara-bahan bakar menyala secara spontan sebelum adanya nyala api dari busi [3]. Fenomena detonasi berpotensi menyebabkan berbagai jenis kerusakan, seperti kerusakan kepala piston & kebocoran pada gasket kepala silinder [10].

Berdasarkan data dari Asosiasi Sepeda Motor Indonesia, Penjualan sepeda motor dalam negeri terus mengalami pertumbuhan pada tahun 2022 hingga 2024. Dengan total angka penjualan mencapai 5,221,470 unit, mengalami kenaikan sekitar 3,24% dibandingkan dengan tahun sebelumnya pada tahun 2022, pertumbuhan sebesar 19,44% pada tahun 2023 dan kenaikan total penjualan 1,54% pada tahun 2024 sebanyak 6.333.310 unit. Sedangkan pada Kuartal 1 2025 (Januari s/d. Maret) tercatat penjualan sepeda motor sebanyak 1.683.262 unit dimana sepeda motor terindikasi sebagai pengguna terbesar bahan bakar bensin [11]. Saat ini indonesia memiliki beberapa jenis bensin yang dijual dengan varian jenis yang didasarkan pada nilai oktan (RON). Mulai dari RON 90, RON 92, RON 95, RON 98 bahkan RON 100 [12].

Data statistik terbaru dari Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi menunjukkan bahwa penjualan bensin RON 90 masih jauh lebih tinggi dibandingkan penjualan bensin RON 92 dan 95 [13]. Hal ini bermakna, jika masih banyak konsumen di Indonesia yang memilih bahan bakar dengan oktan rendah, meski pada mesin terbaru yang cenderung memiliki tekanan kompresi tinggi. Konsumsi bahan bakar bisa dikurangi secara efektif dengan meningkatkan tekanan kompresi [14]. Meningkatkan tekanan kompresi mesin juga bisa meningkatkan suhu pembakaran dalam silinder mesin, sehingga bisa meningkatkan persentase pembakaran yang sempurna, dimana hal ini secara aktif akan mengurangi emisi hidrokarbon [15].

Berdasarkan uraian di atas, kami akan melakukan pengujian unjuk kerja pada sebuah mesin satu silinder yang memiliki dua tingkat tekanan kompresi yang berbeda, yakni 11 Kg/cm^2 dan 11,8 Kg/cm^2 dengan menggunakan tiga jenis bensin yang berbeda, yakni bensin RON 92, RON 95, dan RON 100, dengan tujuan untuk mengamati perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan dari setiap pengujian.

METODE PENELITIAN

Pengujian ini menggunakan sepeda motor dengan mesin silinder tunggal berkapasitas 125 cc. Pemilihan jenis mesin ini didasarkan pada popularitas kendaraan di Indonesia yang menggunakan mesin silinder tunggal berkapasitas 125 cc. Penambahan jumlah gasket pada kepala silinder dimaksudkan agar terjadi perubahan volume dari ruang bakar sehingga terjadi perubahan tekanan kompresi. Selama pengujian, pengaturan *main jet, pilot jet*, dan jumlah putaran *idle screw* pada karburator konstan. Agar diperoleh data yang akurat dan konsisten, maka masing-masing skema pengujian diulang sebanyak tiga kali. Data hasil pengujian kemudian dianalisis secara langsung untuk mendapatkan kesimpulan. Selain itu, data hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk mempermudah pemahaman pembaca.

Keluaran torsi, serta daya atau tenaga yang dihasilkan oleh sebuah mesin diukur dengan dinamometer. Alat ini bekerja dengan cara mengukur gaya-gaya yang timbul dari mesin tersebut. Prinsip kerja dinamometer melibatkan memberikan beban resistansi pada mesin yang sedang diuji. Dalam pengujian unjuk kerja mesin, dinamometer akan mencatat data mengenai torsi

yang dihasilkan oleh mesin pada berbagai putaran mesin, dan data tersebut akan diolah untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh mesin pada putaran tertentu. Prinsip dasar ini memberikan pemahaman yang lebih akurat tentang performa dan karakteristik mesin[16].

Tabel 1. Spesifikasi mesin untuk uji performa

Tipe mesin	4-langkah, SOHC
Isi silinder (cc)	124,8
Diameter*langkah (mm*mm)	52,4 x 57,9
Perbandingan kompresi	9,0 : 1
Sistem pengabutan	Karburator

Persamaan (1) digunakan untuk pengukuran unjuk kerja mesin, di mana (T) merupakan torsi, (F) adalah gaya yang diterapkan pada rotor, dan (r) adalah jarak yang digunakan sebagai faktor perkalian.

$$T = \int r \,.F\, \delta r \text{.....(1)}$$

Persamaan (2) digunakan untuk mengukur besarnya *output* daya yang dihasilkan, dimana N adalah kecepatam putaran *crankshaft.*

$$P = \frac{2\,\pi\,N\,T}{60\ x\ 1000} \text{.....(2)}$$

Tabel 2 menunjukkan spesifikasi bahan bakar yang dipakai pada pengujian. Beberapa peralatan pendukung seperti buret ukur, peralatan servis dan *timer* atau *stopwatch* juga digunakan. Sebelum pengujian dengan *dynamometer*, langkah pertama adalah menempatkan sepeda motor dengan benar sehingga roda belakang berada secara tepat berada di atas *roller dynamometer.* Selanjutnya, kabel *tachometer* dari *dynamometer* disambungkan dengan kabel dari koil yang menuju pada busi, dan melepaskan selang yang terhubung dengan karburator. Kemudian, selang dari buret ukur akan menggantikan selang yang menuju karburator. Buret ukur akan diisi secara bergantian dengan bensin RON 92, RON 95 dan RON 100.

Tabel 2. Spesifikasi bensin untuk uji performa

Unit	**RON 92**	**RON 95**	**RON 100**
RON	92	95	100
Nilai kalor (kj/kg)	43848	43920	47336
Destilasi			
10% evap. volume (°C)	70	68	62
50% evap. volume (°C)	110	103	105
90% evap. volume (°C)	180	165	151
Titik Didih Akhir (°C)	215	205	203
Berat Jenis (Kg/m^3)	770	760	721

Pengujian unjuk kerja mesin bisa dilakukan oleh dua orang, dimana satu orang akan mengoperasikan sepeda motor, sedangkan satu orang lain akan mengoperasikan peragkat lunak pengujian *dynamometer* yang sudah terpasang sebelumnya pada komputer pengujian. Skema pengujian dengan *dynamometer* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 Skema uji *dynamometer*; (1) monitor, (2) *roller dynamometer*, (3) GPU (*graphic processing unit*), (4) kipas *blower*

HASIL DAN PEMBAHASAN

KOMPARASI *OUTPUT* TORSI

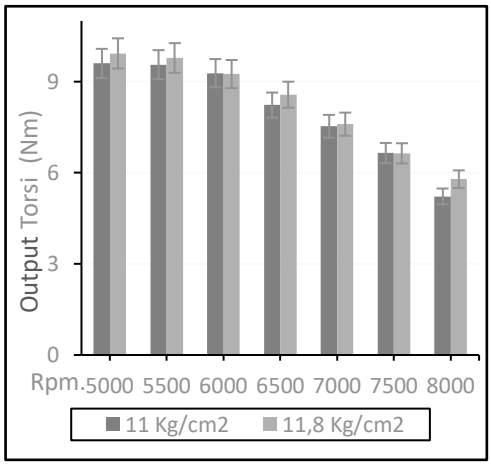
Pengujian dinamomter pada mesin silinder tunggal telah dilakukan untuk mengetahui besarnya keluaran torsi. Data yang tertera pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian *output* torsi mesin yang diberikan bensin RON 100. Setiap data yang muncul merupakan nilai rata-rata dari tiga kali pengulangan. Secara umum, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 mampu menghasilkan keluaran torsi yang lebih besar dibandingkan dengan mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2.

Tabel 3. *Output* torsi dengan bensin RON 100

Output torsi (Nm) pada variasi tekanan kompresi		
Rpm	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2
5000	9,60	9,93
5500	9,56	9,78
6000	9,28	9,25
6500	8,23	8,57
7000	7,53	7,60
7500	6,65	6,64
8000	5,22	5,79

Penggunaan bensin dengan angka oktan tinggi pada mesin dengan tekanan kompresi tinggi

akan menghasilkan keluaran torsi yang optimal [17]. *Output* torsi puncak sebesar 9,93 Nm diperoleh pada mesin tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 pada putaran 5000 Rpm. Di sisi lain, pada Rpm yang sama mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 hanya mampu mencapai *output* torsi sebesar 9,60 Kg/cm^2. Hasil pengujian *output* torsi pada mesin yang diberikan bensin RON 100 bisa dicermati pada Gambar 2.

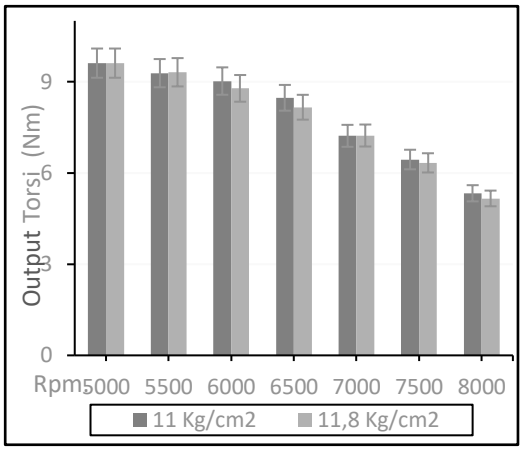


Gambar 2 *Output* torsi mesin dengan bensin RON 100 pada variasi tekanan kompresi

Rumus Nilai *output* torsi terendah dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 pada putaran 8000 Rpm, dimana hanya mampu mencatatkan torsi sebesar 5,22 Nm. Di sisi lain, mesin yang sama dengan tekanan komrpesi 11,8 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* torsi 10,9% lebih besar. Mesin dengan tekanan kompresi tinggi jika dikombinasi dengan pemilihan bensin dengan oktan yang sesuai akan menghasilkan pembakaran yang efisien, dimana hasilnya adalah *output* torsi yang optimal pula [7].

Berdasarkan data dari Tabel 4, terlihat hasil pengujian torsi mesin yang menggunakan bensin RON 95. *Output* torsi puncak, yaitu 9,61 Nm, dicapai oleh mesin pada rentang putaran mesin sebesar 5000 Rpm. Sedangkan pada putaran mesin 6000 Rpm, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* torsi lebih besar, yakni sebesar 9,02 Nm. Pada Rpm yang sama, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 justru menghasilkan *output* torsi lebih rendah yakni sebesar 8,78 Nm.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan *output* torsi dari mesin satu silinder dengan variasi tekanan kompresi yang diberi bensin RON 95. *Output* torsi terendah, yakni 5,16 Nm, dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 pada rentang putaran mesin 8000 Rpm. Pada rentang putaran mesin yang sama, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* torsi 0,17 Nm yang lebih besar.



Gambar 3 *Output* torsi mesin dengan bensin RON 95 pada variasi tekanan kompresi

Hal yang sama juga terjadi saat mesin berputar pada 7500 Rpm, dimana mesin tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* torsi hingga 6,44 Nm, di sisi lain, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 hanya mencatatkan *output* torsi sebesar 6,33 Nm. Pengujian ini kembali membuktikan, jika Pemilihan oktan bensin yang sesuai dengan tekanan kompresi mesin akan menghasilkan *output* torsi yang ideal [9]. Berdasarakan pengujian ini, Nampak jika penggunaan bensin RON 95 paling ideal digunakan pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2.

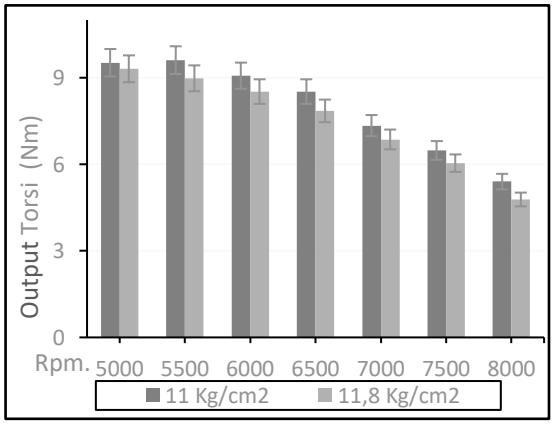
Pengujian torsi telah dilakukan pada berbagai tingkat tekanan kompresi dengan menggunakan bensin RON 92, RON 95, dan RON 100. Hasil pengujian torsi pada mesin yang menggunakan bensin RON 92 telah ditampilkan dalam Tabel 4. Setiap nilai torsi ini diperoleh melalui tiga uji coba berulang, dan angka yang tercantum di Tabel 4 adalah nilai rata-rata. Secara keseluruhan, torsi yang lebih tinggi pada semua putaran mesin dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2.

Tabel 4. *Output* torsi pada variasi tekanan kompresi dengan bensin RON 95 & RON 92

	Output torsi mesin (Nm)			
	RON 95		RON 92	
Rpm	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2
5000	9,61	9,61	9,52	9,31
5500	9,28	9,31	9,61	8,98
6000	9,02	8,78	9,07	8,52
6500	8,47	8,16	8,52	7,85
7000	7,22	7,23	7,34	6,86

7500	6,44	6,33	6,48	6,04
8000	5,33	5,16	5,40	4,78

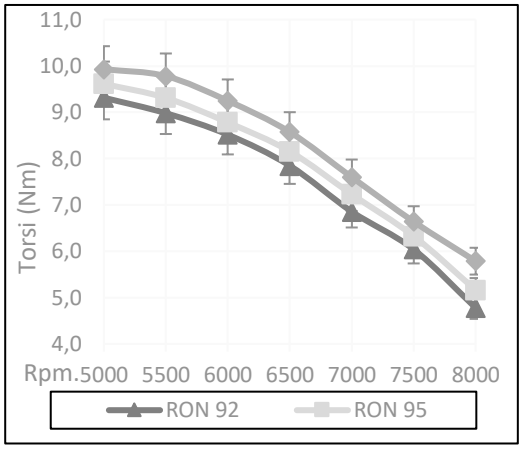
Pengujian torsi dengan bensin RON 92 mencatatkan *output* puncak torsi diperoleh pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 pada putaran 5500 Rpm. Di sisi lain, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 hanya mampu mencatatkan *output* torsi sebesar 8,98 Nm pada putaran mesin yang sama. Contoh lain, pada putaran 7000 Rpm, mesin dengan tekanan komrpesi 11 Kg/cm^2 mampu menyemburkan torsi sebesar 7,34 Nm, dimana nilai ini 7,1% lebih besar jika dibandingkan dengan mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2. Dari pengujian ini, Nampak jika bensin RON 92 sesuai jika digunakan pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2. Gambar 4 menunjukkan data hasil pengujian *output* torsi pada mesin yang diberi bensin RON 92 secara lebih jelas. Pengujian ini menegaskan bahwa mesin dengan tekanan kompresi tertentu yang diberikan bensin dengan oktan yang sesuai akan menghasilkan *output* torsi yang optimal [6].



Gambar 4 *Output* torsi mesin dengan bensin RON 92 pada variasi tekanan kompresi

Perbandingan *output* torsi yang dihasilkan oleh mesin yang beroperasi pada tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 dengan tiga jenis bahan bakar, yaitu RON 92, RON 95, dan RON 100, ditampilkan dalam data pada Gambar 5. Dari kisaran putaran mesin 5000 Rpm hingga 8000 Rpm, terlihat bahwa *output* nilai torsi yang lebih besar terlihat pada mesin yang menggunakan bensin RON 100. Secara keseluruhan, *output* torsi yang dihasilkan oleh mesin yang diberi bensin RON 100 mencatatkan 5,5% dan 9,9% lebih besar dibandingkan dengan mesin yang menggunakan bensin RON 95 dan bensin RON 92 secara berurutan.

Gambar 5 bisa diamati, jika mesin yang diberi bensin RON 95 secara keseluruhan menghasilkan *output* torsi yang lebih besar daripada mesin yang diberi bensin RON 92, namun tidak mampu melebihi *output* torsi mesin yang diberi bensin RON 100. Hal ini kembali memperkuat bahwa pengunaan bahan bakar dengan tingkat oktan yang tinggi pada mesin yang memiliki tekanan kompresi yang tinggi akan menghasilkan *output* torsi yang optimal [18]. Aplikasi dari bahan bakar dengan oktan yang lebih tinggi, selain mengurangi resiko terjadinya detonasi, juga mampu menurunkan kadar emisi karbon yang dihasilkan, karena mekanisme pembakaran yang optimal bisa tercapai [19].



Gambar 5 *Output* torsi dengan bensin RON 92, 95 & 100 pada kompresi 11,8 Kg/cm^2

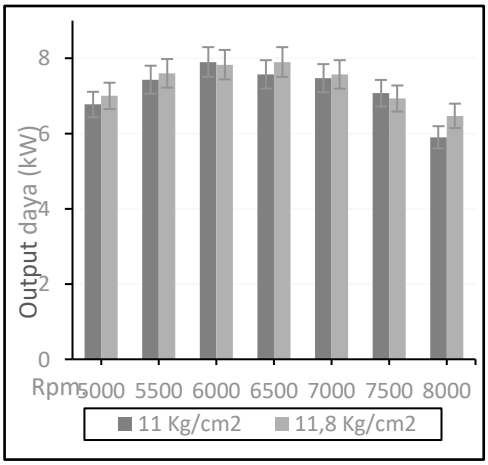
KOMPARASI *OUTPUT* DAYA

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam Tabel 5, perbandingan *output* daya pada berbagai tingkat tekanan kompresi ketika mesin diberi bensin RON 100 selama uji coba dapat diamati. Setiap data *output* daya diperoleh melalui tiga percobaan berbeda, nilai yang tercatat di Tabel 5 adalah nilai rata-rata dari ketiga percobaan tersebut. Secara keseluruhan, *output* daya yang lebih tinggi pada berbagai putaran mesin (Rpm) dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi yang lebih tinggi, yaitu 11,8 Kg/cm^2. Tabel 5 mencatat jumlah *output* daya dalam satuan *kiloWatt* (kW) pada berbagai variasi tekanan kompresi.

Tabel 5. *Output* daya dengan bensin RON 100

Output daya (kW) pada variasi tekanan kompresi		
Rpm	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2
5000	6,77	7,00
5500	7,43	7,60
6000	7,90	7,83
6500	7,57	7,90
7000	7,47	7,57
7500	7,07	6,93
8000	5,90	6,47

Secara keseluruhan, daya yang lebih tinggi pada berbagai putaran mesin (Rpm) juga dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2. Di sisi lain, daya yang lebih rendah cenderung dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi yang lebih rendah, yakni 11 Kg/cm^2, pada berbagai kisaran putaran mesin (Rpm). Sebagai contoh, pada putaran 6500 Rpm, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 menghasilkan *output* daya 4,4% lebih rendah dibandingkan dengan mesin yang memiliki tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2. Pada putaran mesin 6500 Rpm, daya puncak sebesar 7,90 kW dihasilkan oleh mesin dengan kompresi 11,8 Kg/cm^2. Informasi lebih rinci mengenai uji daya mesin yang diberi bensin RON 100 dapat ditemukan dalam Gambar 6.



Gambar 6 *Output* daya mesin dengan bensin RON 100 pada variasi tekanan kompresi

Output daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 juga dihasilkan oleh mesin yang menggunakan bensin RON 100 dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 pada hampir semua tingkat putaran mesin. Temuan ini secara jelas mengkonfirmasi bahwa mesin dengan tekanan kompresi yang lebih tinggi memerlukan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi untuk mencapai *output* daya yang optimal [20].

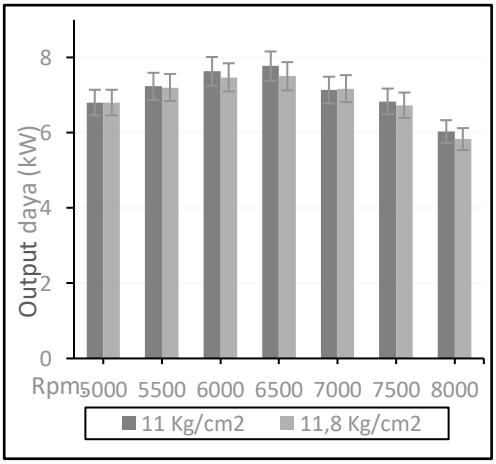
Berdasarkan data dari Tabel 6, terlihat hasil pengujian daya mesin yang menggunakan bensin RON 95. *Output* daya sebesar 7,50 kW, dicapai oleh mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 pada rentang putaran mesin sebesar 6500 Rpm. Sedangkan pada saat yang sama, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* daya yang lebih besar, yakni 7,77 kW.

Perbedaan *output* daya dari mesin satu silinder dengan variasi tekanan kompresi yang diberi bensin RON 95 juga terjadi. *Output* daya terendah, yakni 5,83 kW, kembali dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 pada rentang putaran mesin 8000 Rpm. Pada rentang putaran mesin yang sama, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* daya yang lebih besar sekitar 0,20 kW.

Tabel 6. *Output* daya pada variasi tekanan kompresi dengan bensin RON 95 & RON 92

Output daya mesin (kW)				
	RON 95		RON 92	
Rpm	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2	11 Kg/cm^2	11,8 Kg/cm^2
5000	6,80	6,80	6,70	6,57
5500	7,23	7,20	7,43	6,97
6000	7,63	7,47	7,67	7,20
6500	7,77	7,50	7,83	7,23
7000	7,13	7,17	7,27	6,80
7500	6,83	6,73	6,90	6,43
8000	6,03	5,83	6,13	5,43

Hal yang sama juga terjadi saat mesin berputar pada 7500 Rpm, dimana mesin tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menghasilkan *output* daya hingga 6,83 kW, di sisi lain, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 hanya mencatatkan output daya sebesar 6,73 kW. Pengujian ini kembali membuktikan bahwa pemilihan oktan bensin yang sesuai dengan tekanan kompresi mesin akan menghasilkan *output* torsi yang ideal [8]. Berdasarkan pengujian ini, nampak jika penggunaan bensin RON 95 paling ideal digunakan pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2. Data pengujian keluaran daya mesin dengan bensun RON 95 secara lengkap ditampilkan pada Gambar 7.

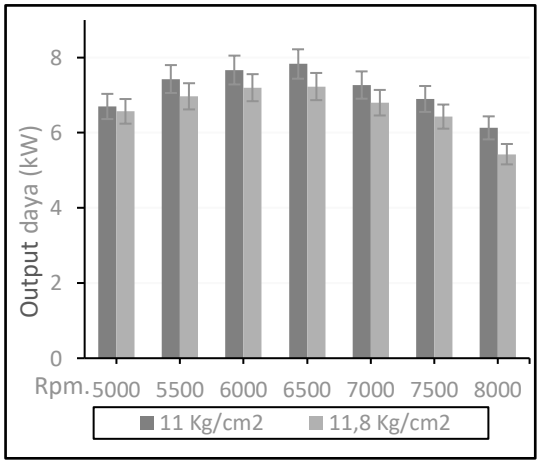


Gambar 7 *Output* daya mesin dengan bensin RON 95 pada variasi tekanan kompresi

Pengujian daya telah dilakukan pada berbagai tingkat tekanan kompresi dengan menggunakan bensin RON 92, RON 95, dan RON

100. Hasil pengujian daya pada mesin yang menggunakan bensin RON 92 telah ditampilkan dalam Tabel 6. Setiap nilai daya ini diperoleh melalui tiga uji coba berulang, dan angka yang tercantum di Tabel 6 adalah nilai rata-rata. Secara keseluruhan, daya yang lebih tinggi pada semua putaran mesin dihasilkan oleh mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2.

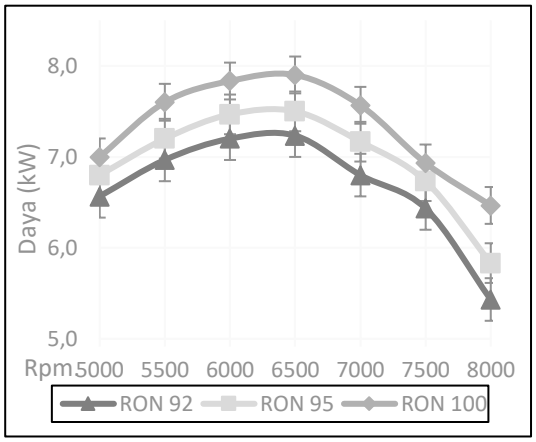
Gambar 8 menunjukkan data hasil pengujian *output* daya pada mesin yang diberi bensin RON 92 secara lebih jelas. Pengujian daya dengan bensin RON 92 mencatatkan *output* daya puncak diperoleh pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 pada putaran 6500 Rpm sebesar 7,83 kW. Di sisi lain, mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 hanya mampu mencatatkan *output* daya sebesar 7,23 kW pada putaran mesin yang sama. Sebagai contoh lain, pada putaran 5500 Rpm, mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2 mampu menyemburkan daya sebesar 7,43 kW, dimana nilai ini 6,3% lebih besar jika dibandingkan dengan mesin dengan tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2. Dari pengujian ini, nampak jika bensin RON 92 paling sesuai jika digunakan pada mesin dengan tekanan kompresi 11 Kg/cm^2. Pengujian ini semakin menegaskan bahwa mesin dengan tekanan kompresi tertentu yang diberi bensin dengan oktan yang sesuai akan menghasilkan *output* daya yang optimal [7].



Gambar 8 *Output* daya mesin dengan bensin RON 92 pada variasi tekanan kompresi

Perbandingan *output* daya yang dihasilkan oleh mesin yang beroperasi pada tekanan kompresi 11,8 Kg/cm^2 dengan tiga jenis bahan bakar, yaitu RON 92, RON 95, dan RON 100, ditampilkan dalam data pada Gambar 9. Dari kisaran putaran mesin 5000 Rpm hingga 8000 Rpm, terlihat bahwa *output* nilai daya yang lebih besar terlihat pada mesin yang menggunakan bensin RON 100. Secara keseluruhan, *output* daya yang dihasilkan oleh mesin yang diberi bensin RON 100 mencatatkan peningkatan sebesar 5,34% dan 10% dibandingkan dengan mesin yang menggunakan bensin RON 95 dan bensin RON 92 secara berurutan [21]. Peningkatan tekanan kompresi pada ruang bakar mampu meningkatkan daya dan torsi yang dihasilkan jika diikuti dengan bensin yang memiliki oktan yang tinggi. Namun oktan yang tinggi bermakna jika semakin sulit bahan bakar untuk terbakar, selain dari titik didih dari bensin itu sendiri, sehingga penyesuaian dari timing pembakaran juga perlu dilakukan agar memperoleh daya yang benar-benar optimal [22].

Berdasar data dari Gambar 9 juga bisa diamati bahwa secara keseluruhan, mesin yang diberi bensin RON 95 menghasilkan *output* daya yang lebih besar daripada mesin yang diberi bensin RON 92, tetapi tidak mampu melebihi *output* daya mesin yang diberi bensin RON 100. Hal ini sekali lagi memperkuat konsep bahwa penggunaan bahan bakar dengan tingkat oktan yang tinggi pada mesin yang memiliki tekanan kompresi yang tinggi akan menghasilkan daya yang optimal [22].



Gambar 9 *Output* torsi mesin dengan bensin RON 92, 95 & 100 pada kompresi 11,8 Kg/cm^2

KESIMPULAN

Kinerja sebuah mesin pembakaran dalam sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci, diantaranya: tekanan kompresi dan oktan dari bahan bakar yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin dengan tekanan kompresi sebesar 11,8 Kg/cm^2 serta menggunakan bensin RON 100, maka menghasilkan *output* daya dan torsi yang paling optimal. Oleh karena itu, pemilihan bahan bakar dengan angka oktan yang tepat yang sesuai tekanan kompresi mesin menjadi suatu hal yang sangat penting untuk mencapai *output* daya dan torsi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. Wisconsin: Prentice-Hall, 1997.

[2] R. Stone, *Introduction to Internal Combustion Engines*. 1999. doi: 10.1007/978-1-349-14916-2.

[3] J. B. Heywood, *Internal Combustion Engine (ICE) Fundamentals*, vol. 21. 1988. doi: 10.1002/9781118991978.hces077.

[4] R. K. Maurya and A. K. Agarwal, "Experimental study of combustion and emission characteristics of ethanol fuelled port injected homogeneous charge compression ignition (HCCI) combustion engine," *Appl. Energy*, vol. 88, no. 4, pp. 1169–1180, 2011, doi: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.09.015

[5] J. Shao and C. J. Rutland, "Modeling Investigation of Different Methods to Suppress Engine Knock on a Small Spark Ignition Engine," *J. Eng. Gas Turbines Power*, vol. 137, no. 6, Jun. 2015, doi: 10.1115/1.4028870.

[6] Z. Zhou *et al.*, "The significance of octane numbers to drive cycle fuel efficiency," *Fuel*, vol. 302, p. 121095, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121095.

[7] J. Rodríguez-Fernández, Á. Ramos, J. Barba, D. Cárdenas, and J. Delgado, "Improving Fuel Economy and Engine Performance through Gasoline Fuel Octane Rating," 2020. doi: 10.3390/en13133499.

[8] F. Bi, T. Ma, and X. Wang, "Development of a novel knock characteristic detection method for gasoline engines based on wavelet-denoising and EMD decomposition," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 117, pp. 517–536, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2018.08.008.

[9] Y. Qi, Z. Wang, J. Wang, and X. He, "Effects of thermodynamic conditions on the end gas combustion mode associated with engine knock," *Combust. Flame*, vol. 162, no. 11, pp. 4119–4128, 2015, doi: https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2015.08.016.

[10] Z. Wang *et al.*, "Relationship between super-knock and pre-ignition," *Int. J. Engine Res.*, vol. 16, pp. 166–180, Jan. 2014, doi: 10.1177/1468087414530388.

[11] AISI, "Domestic Statistic Distribution of Motorcycle in Indonesia 2024," 2024. [Online]. Available: https://www.aisi.or.id/statistic/

[12] Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi, "Nomor: 0177K/10/DJM.T/2018. tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di dalam Negeri," 2018.

[13] Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi, "Statistik minyak gas dan bumi semester 1," 2021.

[14] B. Zhang, Y. Chen, Y. Jiang, W. Lu, and W. Liu, "Effect of compression ratio and Miller cycle on performance of methanol engine under medium and low loads," *Fuel*, vol. 351, p. 128985, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128985.

[15] C. Gong, F. Liu, J. Sun, and K. Wang, "Effect of compression ratio on performance and emissions of a stratified-charge DISI (direct injection spark ignition) methanol engine," *Energy*, vol. 96, pp. 166–175, 2016, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.062

[16] M. A. de M. Lourenço, J. J. Eckert, F. L. Silva, M. H. R. Miranda, and L. C. de A. e Silva, "Uncertainty analysis of vehicle fuel consumption in twin-roller chassis dynamometer experiments and simulation models," *Mech. Mach. Theory*, vol. 180, p. 105126, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2022.105126.

[17] B. Rahmat and M. B. R. Wijaya, "Performance Comparison of One Cylinder Combustion Engine with Variations of Compression Pressure and Octane Number Gasoline," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 17, no. 1, pp. 31–37, 2023, doi: https://doi.org/10.24853/sintek.17.1.31-37.

[18] B. Rahmat, M. B. R. Wijaya, Y. B. Wirawan, and F. Z. Bahtiar, "Performa motor bakar satu silinder dengan variasi oktan bahan bakar dan tekanan kompresi," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, pp. 83–89, 2023.

[19] N. Najamudin, "Analisa Pengaruh Penambahan Zat Aditif Alami Pada Bensin Terhadap Emisi Gas Buang Untuk Sepeda Motor 4 Langkah," *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 6–13, 2018, doi: 10.33019/jm.v4i1.446.

[20] B. Rahmat, M. B. R. Wijaya, F. Z. Bahtiar, Y. B. Wirawan, and K. I. Muttaqin, "EFFECT OF CYLINDER HEAD GASKET ADDITION AND VARYING OCTANE NUMBER GASOLINE TO INTERNAL COMBUSTION ENGINE," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 25, no. 1, pp. 50–63, 2024.

[21] B. Rahmat, M. B. R. Wijaya, Y. B. Wirawan, and F. Z. Bahtiar, "Performa motor bakar silinder tunggal dengan variasi angka oktan bahan bakar dan tekanan kompresi," *Din. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2024, doi: 10.29303/dtm.v14i1.677.

[22] Z. Zhou *et al.*, "The significance of octane numbers to hybrid electric vehicles with turbocharged direct injection engines," *Fuel*, vol. 334, p. 126604, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126604