

PERBEDAAN PERBANDINGAN KOMPRESI TERHADAP TORSI, DAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR SPESIFIK BERBAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE, DAN PERTAMAX PLUS PADA SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH

Alfridho Leoparlin¹, Hasan Maksum², Toto Sugiarto³, Dony Novaliendry⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang

e-mail : alfridholeoparlin@gmail.com¹, hasan@ft.unp.ac.id², totosugiarto@ft.unp.ac.id³, dony.novaliendry@ft.unp.ac.id⁴

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan dari sepeda motor empat langkah dengan perbandingan kompresi berbeda dan menggunakan bahan bakar yang berbeda. penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Hasil penelitian pada perbandingan kompresi standar 9,6:1 torsi tertinggi sebesar 12,17 Nm menggunakan bahan bakar pertamax plus, sedangkan daya tertinggi sebesar 5,77 Kw menggunakan bahan bakar pertamax plus, dan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada penggunaan bahan bakar pertamax plus 0,1192 Kg/kWh. Pada saat perbandingan kompresi diturunkan 8,9:1 torsi tertinggi sebesar 9,38 Nm menggunakan bahan bakar pertamax plus, sedangkan daya tertinggi sebesar 4,03 Kw menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax plus, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada penggunaan bahan bakar pertamax plus 0,1537 Kg/kWh. Pada saat perbandingan kompresi dinaikkan 10,3:1 torsi tertinggi sebesar 20,19 Nm menggunakan bahan bakar pertamax plus, sedangkan daya tertinggi sebesar 6,67 Kw menggunakan bahan pertamax plus, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada penggunaan bahan bakar pertamax plus 0,1258 Kg/kWh.

Kata kunci : *Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik*

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the differences in torque, power, and specific fuel consumption produced by four-stroke motorcycles with different compression ratios and using different fuels. This study used an experimental method. The results of the study at a standard compression ratio of 9.6:1, the highest torque was 12.17 Nm using Pertamax Plus fuel, while the highest power was 5.77 Kw using Pertamax Plus fuel, and the lowest specific fuel consumption was in the use of Pertamax Plus fuel at 0.1192 Kg/kWh. At a compression ratio reduced to 8.9:1, the highest torque was 9.38 Nm using Pertamax Plus fuel, while the highest power was 4.03 Kw using Pertalite and Pertamax Plus fuel, while the lowest specific fuel consumption was in the use of Pertamax Plus fuel at 0.1537 Kg/kWh. When the compression ratio is increased to 10.3:1, the highest torque is 20.19 Nm using Pertamax Plus fuel, while the highest power is 6.67 Kw using Pertamax Plus fuel, while the lowest specific fuel consumption is when using Pertamax Plus fuel at 0.1258 Kg/kWh.

Keywords: *Torque, Power, Specific Fuel Consumption*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam industri otomotif saat ini tengah mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dan dinamis, menciptakan iklim kompetisi yang ketat di antara berbagai produsen kendaraan bermotor di Indonesia. Setiap pabrikan berlomba-lomba melahirkan inovasi produk terbaru yang tidak hanya unggul dari segi estetika, tetapi juga performa mesin, guna memenuhi selera pasar yang semakin beragam dan memengaruhi



keputusan pembelian konsumen (Fermayani et al., 2021; Wahyono et al., 2022). Fenomena ini terlihat jelas dari geliat produsen-produsen otomotif besar yang secara konsisten mengembangkan lini produksi mereka, mencakup berbagai jenis moda transportasi mulai dari mobil penumpang pribadi, kendaraan niaga seperti bus dan truk, hingga sepeda motor. Di antara berbagai jenis kendaraan tersebut, sepeda motor memegang dominasi yang tak terbantahkan dalam struktur transportasi nasional (Putri et al., 2023; Suadnyani et al., 2023). Merujuk pada data statistik mengenai volume kendaraan bermotor dalam beberapa tahun terakhir, populasi sepeda motor menunjukkan tren peningkatan yang paling signifikan dibandingkan moda transportasi lainnya. Hal ini menegaskan bahwa sepeda motor bukan sekadar alat transportasi, melainkan telah menjadi kebutuhan primer yang menopang mobilitas harian mayoritas masyarakat Indonesia di tengah padatnya lalu lintas perkotaan.

Seiring dengan tingginya permintaan pasar tersebut, persaingan di sektor otomotif, khususnya pada segmen kendaraan roda dua, menjadi semakin tajam dan variatif. Merek-merek raksasa asal Jepang seperti Honda, Yamaha, Suzuki, dan Kawasaki terus membanjiri pasar dengan berbagai model yang mengusung spesifikasi teknis yang beragam, salah satu yang paling krusial adalah rasio kompresi mesin. Perbandingan kompresi atau *compression ratio* pada setiap tipe sepeda motor dirancang berbeda-beda tergantung pada tujuan penggunaan dan performa yang ingin dicapai oleh pabrikan (Juwana et al., 2022; Putra et al., 2022; Sutrisno et al., 2021). Secara teknis, spesifikasi ini menuntut konsekuensi logis berupa pemilihan bahan bakar yang tepat. Kualitas bahan bakar yang digunakan seharusnya berbanding lurus dengan spesifikasi rasio kompresi mesin tersebut. Kesesuaian antara oktan bahan bakar dengan desain mesin merupakan syarat mutlak agar kendaraan dapat beroperasi pada titik efisiensi tertingginya (Sutrisno et al., 2021; Talakua, 2024). Tanpa pemahaman yang baik mengenai spesifikasi teknis ini, konsumen sering kali terjebak dalam penggunaan unit kendaraan yang tidak optimal, padahal teknologi yang disematkan sudah sangat canggih.

Dalam kondisi ideal, penggunaan bahan bakar yang memiliki nilai oktan atau *Research Octane Number* (RON) yang sesuai dengan rasio kompresi mesin akan menghasilkan proses pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar. Pembakaran yang sempurna ini adalah kunci utama untuk menghasilkan ledakan tenaga yang maksimal, yang kemudian dikonversi menjadi *torque* (torsi) dan *power* (daya) yang besar untuk menggerakkan roda kendaraan (Anantama et al., 2023; Putra et al., 2022; Talakua, 2024). Ketika bahan bakar mampu menahan tekanan kompresi piston hingga titik api busi menyala pada waktu yang tepat, maka energi panas yang dihasilkan akan terkonversi menjadi energi gerak secara efisien. Implikasi positif dari kondisi ideal ini tidak hanya dirasakan pada performa tarikan mesin yang responsif dan bertenaga, tetapi juga pada efisiensi konsumsi bahan bakar yang menjadi lebih irit. Dengan demikian, kesesuaian antara bahan bakar dan mesin tidak hanya menjamin performa, tetapi juga memberikan keuntungan ekonomis jangka panjang bagi pemilik kendaraan melalui penghematan biaya operasional bahan bakar.

Akan tetapi, realitas yang terjadi di lapangan sering kali bertolak belakang dengan kondisi ideal yang disyaratkan oleh standar teknis pabrikan. Hingga saat ini, masih banyak ditemukan fenomena di mana pemilik sepeda motor dengan spesifikasi mesin rasio kompresi tinggi justru menggunakan bahan bakar jenis Premium yang memiliki nilai oktan rendah (RON 88). Keputusan ini umumnya didasari oleh pertimbangan ekonomis semata, mengingat harga Premium yang jauh lebih terjangkau dibandingkan dengan jenis bahan bakar berkualitas lebih tinggi seperti Pertalite atau Pertamax Plus. Kesenjangan antara kebutuhan teknis mesin modern yang menuntut bahan bakar beroktan tinggi dengan daya beli atau prioritas penghematan masyarakat menciptakan masalah teknis yang serius. Masyarakat sering kali mengabaikan fakta bahwa mesin berteknologi tinggi memerlukan asupan energi yang stabil dan tahan terhadap



tekanan tinggi, sehingga penggunaan bahan bakar murah justru menjadi bumerang yang merugikan kinerja mesin itu sendiri.

Dampak negatif dari ketidaksesuaian penggunaan bahan bakar ini sangat signifikan terhadap kesehatan mesin dalam jangka pendek maupun panjang. Penggunaan bahan bakar berkualitas rendah pada mesin dengan rasio kompresi tinggi akan memicu terjadinya fenomena detonasi atau yang lebih dikenal dengan istilah *knocking* (ngelitik). Hal ini terjadi karena campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar meledak terbakar akibat tekanan kompresi yang tinggi sebelum busi memercikkan api. Pembakaran dini yang tidak terkontrol ini menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak sempurna dan kacau. Akibatnya, tenaga yang seharusnya mendorong piston ke bawah justru berbalik menahan laju piston, menyebabkan penurunan performa yang drastis. Mesin akan terasa berat, konsumsi bahan bakar menjadi boros karena energi terbuang sia-sia, serta *torque* dan *power* motor menurun tajam. Jika kondisi *knocking* ini dibiarkan terus-menerus dalam waktu lama, komponen vital mesin seperti piston dan stang seher dapat mengalami kerusakan permanen yang fatal.

Melihat urgensi permasalahan teknis yang timbul akibat perilaku konsumen dan variasi spesifikasi mesin tersebut, diperlukan sebuah kajian empiris yang mendalam untuk mengukur dampaknya secara presisi. Penelitian ini menjadi sangat penting dilakukan untuk memberikan bukti ilmiah mengenai seberapa besar pengaruh perbedaan jenis bahan bakar terhadap performa mesin. Peneliti perlu menggali data kuantitatif mengenai perbedaan performa yang dihasilkan oleh sepeda motor empat langkah (*four-stroke engine*) ketika diberi asupan bahan bakar yang berbeda, mulai dari Premium, Pertalite, hingga Pertamax Plus. Analisis ini tidak hanya melihat dari sisi bisa atau tidaknya mesin menyala, tetapi lebih kepada parameter kinerja utama yaitu besaran *torque*, *power*, dan efisiensi bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Consumption*). Dengan adanya data ini, diharapkan dapat memberikan edukasi berbasis fakta kepada masyarakat mengenai kerugian teknis yang mereka alami ketika memaksakan penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai spesifikasi.

Oleh karena itu, penelitian ini dirancang secara khusus untuk membedah masalah tersebut dengan batasan yang jelas dan terukur. Fokus utama penelitian adalah menganalisis "Perbedaan Perbandingan Kompresi Terhadap Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Berbahan Bakar Premium, Pertalite, dan Pertamax Plus Pada Sepeda Motor Empat Langkah". Penelitian ini akan mensimulasikan berbagai kondisi kompresi untuk melihat respons mesin terhadap masing-masing jenis bahan bakar. Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada komparasi komprehensif antara tiga variabel bahan bakar populer di Indonesia terhadap variasi rasio kompresi, sehingga dapat ditemukan titik optimal operasional mesin. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pengguna kendaraan bermotor dalam memilih bahan bakar yang tepat, serta memberikan masukan bagi dunia akademis dan industri otomotif mengenai karakteristik pembakaran pada mesin empat langkah dengan variasi bahan bakar yang beredar di pasar domestik Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui torsi daya dan kosumsi bahan bakar spesifik pada sepeda motor empat langkah yang menggunakan jenis bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax plus dengan perbedaan perbandingan kompresi. Dalam model penelitian ini terdapat kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan pola pada tabel 1. Objek penelitian adalah sasaran atau objek yang dijadikan pokok pembicaraan dalam penelitian. Yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah sepeda motor empat langkah yaitu Suzuki Spin tahun 2008 (Tabel 2). Data yang akan

diambil yaitu seberapa banyak kosumsi bahan bakar premium, pertalite dan pertamax plus dengan perbandingan kompresi yang berbeda.

Tabel 1. Pola Penelitian

| Kelompok | Perlakuan | Hasil pengujian | Keterangan |
|----------|-----------|-----------------|--|
| R | X | O ₁ | Tanpa perlakuan |
| R | X | O ₂ | Dengan perbandingan kompresi 8,9 : 1 berbahan bakar premium, pertalite, dan pertamax plus. |
| R | X | O ₃ | Dengan perbandingan kompresi 10,3 : 1 berbahan bakar premium, pertalite, dan pertamax plus . |

Ketangan :

R : Kelompok eksperimen dan control

X: Perlakuan dengan perbandingan kompresi, 9,6:1, 8,9:1 dan 10,3:1.

O1: Pengaruh tanpa perlakuan

O2: Pengaruh setelah menurunkan perbandingan kompresi menjadi 8,9:1

O3 : pengaruh setelah menaikkan perbandingan kompresi menjadi 10,3:1

Tabel 2. Spesifikasi Mesin

| | |
|-----------------|--|
| Jenismesin | 4 langkah,Pendingin Udara <i>OverHead Cam(OHC)</i> |
| Jumlah Silinder | 1 |
| Diameter | 53,5 mm |
| Langkah Piston | 55,2 mm |
| Isi silinder | 124 cc |
| Perbandingan | 9,6 : 1 |
| Dayamaksimum | 9,5 ps @7500 rpm |
| Torsi maksimum | 1,1 kg.m @6500rpm |
| Putaran | 1.600 ± 100 rpm |
| Sistem bahan | Karburator |

Sumber. Manual Book SUZUKI UY125 [6].

Prosedur penelitian ini dirancang secara sistematis melalui serangkaian tahapan teknis yang ketat, dimulai dari fase persiapan instrumen hingga pelaksanaan eksekusi pengujian kinerja mesin. Pada tahap awal, peneliti memfokuskan perhatian pada kelengkapan peralatan serta penyediaan tiga varian bahan bakar uji, yakni premium, pertalite, dan pertamax plus. Sebelum data diambil, mesin uji menjalani proses *tune-up* menyeluruh dan modifikasi sistem aliran bahan bakar dengan mengganti selang tangki menggunakan buret ukur demi presisi volume. Inti dari penelitian ini dilaksanakan menggunakan *chassis dynamometer*, di mana sepeda motor diposisikan di atas *roller* untuk mengukur parameter torsi dan daya yang terpantau secara *real-time* di monitor komputer. Pengujian dilakukan dalam kondisi operasional

mesin yang terkontrol pada suhu kerja optimal 80°C dan putaran stasioner stabil di angka 1600 rpm. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas data, setiap skenario pengujian dilakukan dengan sistem replikasi sebanyak tiga kali, di mana data konsumsi bahan bakar dicatat secara spesifik pada kondisi daya maksimum untuk kemudian dianalisis perbandingannya berdasarkan variasi rasio kompresi yang diterapkan.

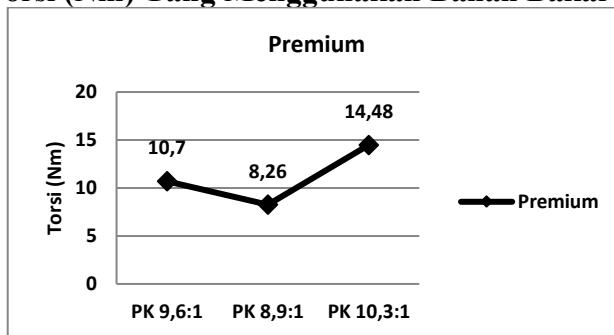
Teknik analisis data dalam studi ini menerapkan metode statistik deskriptif kuantitatif untuk mentransformasi data mentah hasil eksperimen menjadi kesimpulan yang objektif. Fokus utama analisis tertuju pada pengolahan variabel daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Consumption/SFC*). Langkah komputasi dimulai dengan menghitung nilai SFC menggunakan formula khusus yang mengorelasikan volume bahan bakar yang habis terbakar dalam durasi tertentu saat mesin mencapai daya maksimum. Selanjutnya, seluruh data yang terkumpul dihitung nilai rata-ratanya (*mean*) dan dianalisis menggunakan persentase untuk memetakan deviasi performa antara rasio kompresi modifikasi terhadap kondisi standar. Hasil perhitungan ini kemudian divisualisasikan ke dalam bentuk grafik komparatif untuk memperjelas tren kinerja pada tiap jenis bahan bakar. Tahap paling krusial adalah pengujian hipotesis menggunakan uji statistik *t-test*. Analisis ini bertujuan untuk memverifikasi apakah variasi perbandingan kompresi (standar 9,6:1, 8,9:1, dan 10,3:1) memberikan dampak yang nyata terhadap performa mesin, dengan cara membandingkan nilai *t*-hitung terhadap *t*-tabel (2,776) pada taraf signifikansi 5 persen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil penelitian torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada suzuki Spin tahun 2008 dengan perbedaan perbandingan Kompreksi seperti yang terlihat pada data hasil pengujian di atas. Namun untuk lebih detailnya penelitian ini, maka dilakukan uji statistik analisis dekriptif dengan mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang telah dilakukan kemudian untuk melihat pengaruh signifikan dan tidaknya dilakukan uji beda yaitu *t-test*, maka Analisis data dapat diuraikan ke dalam grafik dan tabel sebagai berikut :

Analisis Perbedaan Torsi (Nm) Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium

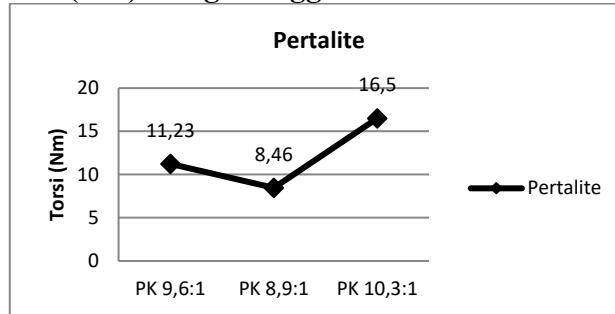


Gambar 1. Torsi Menggunakan Bahan Bakar Premium

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 1 mengenai torsi yang dihasilkan menggunakan bahan bakar Premium, terlihat adanya pengaruh perubahan rasio kompresi terhadap performa mesin. Penurunan rasio kompresi dari standar 9,6:1 menjadi 8,9:1 menyebabkan penurunan torsi sebesar 22,8% yang terbukti signifikan secara statistik. Sebaliknya, ketika rasio kompresi ditingkatkan menjadi 10,3:1, terjadi kenaikan torsi sebesar 35,3% secara deskriptif, namun hasil uji *t* menunjukkan bahwa peningkatan tersebut tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan Premium pada mesin ini sangat sensitif terhadap penurunan kompresi yang

berdampak nyata pada hilangnya torsi, sedangkan peningkatan kompresi tidak memberikan jaminan kenaikan performa yang nyata.

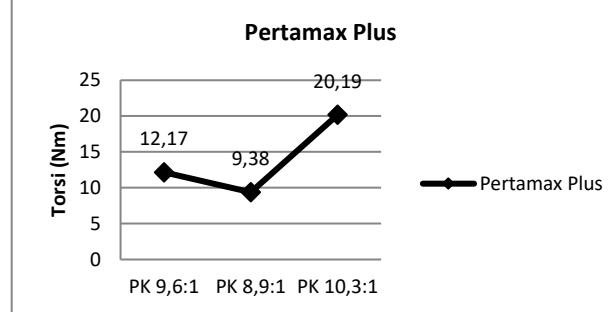
Analisis Perbedaan Torsi (Nm) Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertalite



Gambar 2. Torsi Menggunakan Bahan Bakar Pertalite

Analisis torsi dengan bahan bakar Pertalite yang tersaji pada Gambar 2 memperlihatkan pola yang mirip dengan penggunaan Premium. Penurunan rasio kompresi ke angka 8,9:1 mengakibatkan penurunan torsi yang cukup dalam yaitu sebesar 24,7% dengan status signifikan. Di sisi lain, menaikkan rasio kompresi menjadi 10,3:1 mampu mendongkrak torsi hingga 46,9%. Meskipun angka kenaikan ini terlihat besar secara nominal, pengujian statistik menyimpulkan bahwa perubahan tersebut tidak signifikan. Data ini menegaskan bahwa performa torsi mesin berbahan bakar Pertalite akan turun secara nyata jika kompresi direndahkan, namun peningkatannya pada kompresi tinggi belum terbukti kuat secara statistik.

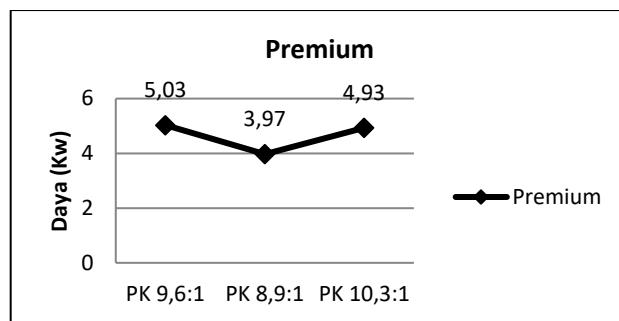
Analisis Perbedaan Torsi (Nm) Yang Menggunakan Bahan Bakar Petamax Plus



Gambar 3. Torsi Menggunakan Bahan Bakar Petamax Plus

Merujuk pada Gambar 3 tentang torsi menggunakan Pertamax Plus, terjadi penurunan performa sebesar 22,9% saat rasio kompresi diturunkan ke 8,9:1, di mana perubahan ini dinyatakan signifikan. Sementara itu, peningkatan rasio kompresi ke 10,3:1 menghasilkan lonjakan torsi drastis sebesar 65,9% secara deskriptif. Walaupun kenaikan ini tercatat paling tinggi dibandingkan jenis bahan bakar lainnya, uji t tetap menyatakan perbedaannya tidak signifikan. Hasil ini menyimpulkan bahwa meskipun bahan bakar beroktan tinggi berpotensi besar pada kompresi tinggi, variabilitas data menyebabkan perbedaannya dianggap tidak nyata, berbeda dengan penurunan kompresi yang dampaknya pasti merugikan performa.

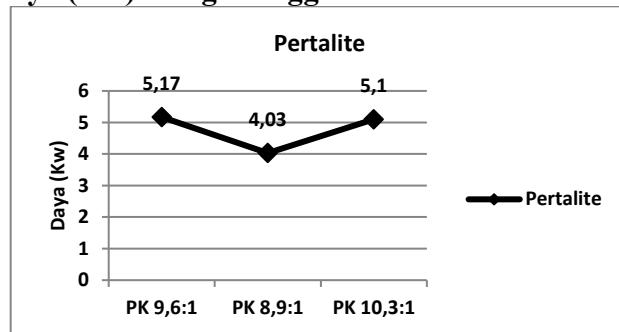
Analisis Perbedaan Daya (Kw) Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium



Gambar 4. Daya Menggunakan Bahan Bakar Premium

Hasil analisis daya mesin berbahan bakar Premium pada Gambar 4 menunjukkan tren negatif di kedua skenario perbandingan kompresi. Saat rasio kompresi diturunkan ke 8,9:1, daya mesin merosot tajam sebesar 21,1% dan terbukti signifikan. Menariknya, saat rasio kompresi dinaikkan ke 10,3:1, daya justru mengalami sedikit penurunan sebesar 2,0% namun tidak signifikan. Fakta ini mengisyaratkan bahwa bahan bakar Premium tidak cocok dipaksakan pada kompresi yang lebih tinggi dari standar karena justru menurunkan daya, serta akan mengalami kerugian tenaga yang sangat nyata apabila kompresi mesin diturunkan di bawah spesifikasi standarnya.

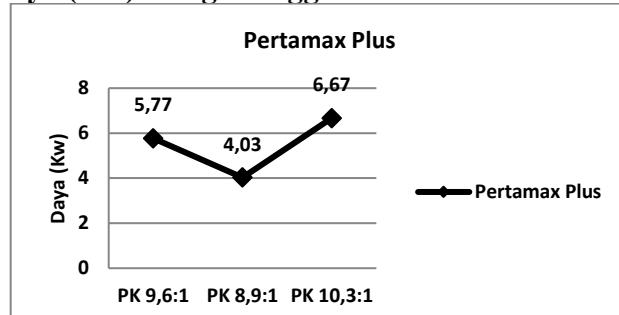
Analisis Perbedaan Daya (Kw) Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertalite



Gambar 5. Daya (Kw) Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertalite

Pada Gambar 5 yang menampilkan analisis daya menggunakan Pertalite, perilaku mesin hampir identik dengan penggunaan Premium. Penurunan rasio kompresi menjadi 8,9:1 mengakibatkan penurunan daya sebesar 22,1% yang signifikan secara statistik. Sementara itu, upaya peningkatan kompresi ke 10,3:1 juga mencatatkan penurunan daya tipis sebesar 1,4% yang tidak signifikan. Ini menegaskan bahwa performa puncak daya untuk bahan bakar Pertalite lebih optimal dan stabil pada rasio kompresi standar 9,6:1, mengingat perubahan ke arah kompresi lebih rendah sangat merugikan output tenaga, sedangkan kompresi lebih tinggi tidak memberikan keuntungan daya apapun.

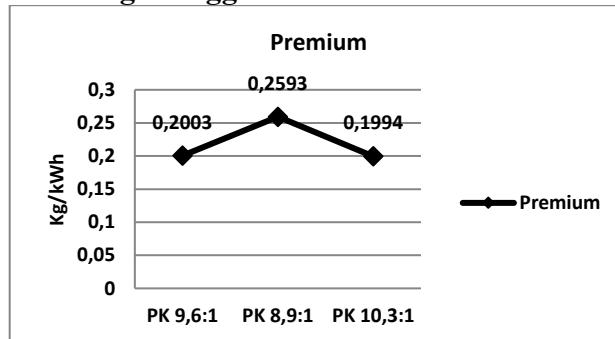
Analisis Perbedaan Daya (Kw) Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamax Plus



Gambar 6. Daya (Kw) Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamax Plus

Analisis daya untuk Pertamax Plus pada Gambar 6 memperlihatkan sensitivitas yang sangat tinggi terhadap penurunan kompresi. Terjadi penurunan daya yang masif sebesar 30,2% dan signifikan ketika rasio kompresi diturunkan ke 8,9:1. Sebaliknya, peningkatan rasio kompresi ke 10,3:1 mampu meningkatkan daya sebesar 15,6%, namun uji statistik menilainya tidak signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa bahan bakar beroktan tinggi seperti Pertamax Plus sangat menderita kerugian performa jika digunakan pada kompresi rendah, namun memiliki potensi peningkatan daya yang baik secara deskriptif pada kompresi tinggi meskipun belum terbukti signifikan secara statistik.

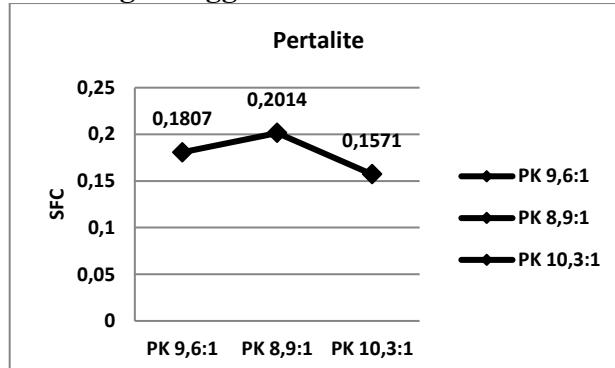
Analisis Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium.



Gambar 7. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium.

Berdasarkan Gambar 7 mengenai konsumsi bahan bakar spesifik atau SFC menggunakan Premium, tidak ditemukan perubahan yang signifikan pada kedua perbandingan kompresi. Penurunan kompresi ke 8,9:1 meningkatkan angka SFC sebesar 29,5% yang berarti lebih boros secara deskriptif, namun tidak signifikan. Sementara itu, peningkatan kompresi ke 10,3:1 menunjukkan efisiensi sangat tipis dengan penurunan SFC sebesar 0,4% yang juga tidak signifikan. Data ini menyiratkan bahwa variasi rasio kompresi pada rentang yang diuji tidak memberikan dampak statistik yang nyata terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar Premium, meskipun tren boros terlihat jelas pada setelan kompresi rendah.

Analisis Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertalite.

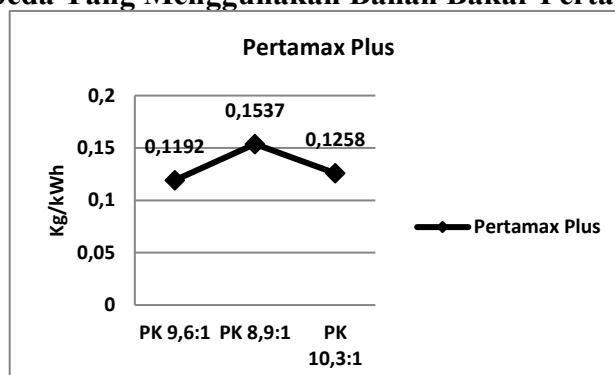


Gambar 8. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertalite

Data pada Gambar 8 menampilkan analisis SFC untuk bahan bakar Pertalite. Terlihat bahwa menurunkan rasio kompresi ke 8,9:1 membuat konsumsi bahan bakar meningkat 11,5%, sedangkan menaikkan kompresi ke 10,3:1 mampu menghemat bahan bakar sebesar 13,1%. Meskipun secara angka terlihat ada perbedaan efisiensi yang berlawanan arah yang cukup

menarik, hasil uji t menegaskan bahwa kedua perubahan tersebut tidak signifikan. Artinya, perubahan setelan kompresi mesin pada penggunaan bahan bakar Pertalite tidak secara otomatis mengubah tingkat keiritan bahan bakar secara nyata dalam pengujian statistik ini, walau tren efisiensi tampak pada kompresi tinggi.

Analisis Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamax Plus.



Gambar 9. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/kWh) Dengan Perbandingan Kompresi Yang Berbeda Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamax Plus

Analisis terakhir pada Gambar 9 mengenai SFC berbahan bakar Pertamax Plus menunjukkan peningkatan konsumsi bahan bakar di kedua skenario perubahan kompresi. Penurunan kompresi ke 8,9:1 menyebabkan kenaikan SFC sebesar 28,9%, sementara peningkatan kompresi ke 10,3:1 juga menaikkan SFC sebesar 5,5%. Kedua hasil ini dinyatakan tidak signifikan oleh uji t. Hal ini cukup unik karena biasanya kompresi tinggi identik dengan efisiensi yang lebih baik, namun data ini menunjukkan sebaliknya secara deskriptif. Kesimpulannya, perubahan rasio kompresi tidak memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi bahan bakar Pertamax Plus dalam parameter pengujian yang dilakukan.

Pembahasan

Analisis mendalam terhadap data torsi menunjukkan bahwa penurunan rasio kompresi mesin memiliki dampak negatif yang sangat signifikan terhadap kemampuan mesin dalam menghasilkan gaya putar, terlepas dari jenis bahan bakar yang digunakan. Berdasarkan prinsip termodinamika motor bakar, penurunan rasio kompresi dari standar 9,6:1 menjadi 8,9:1 secara otomatis menurunkan tekanan efektif rata-rata di dalam ruang bakar sebelum proses pembakaran dimulai. Akibatnya, energi ledakan yang dihasilkan untuk mendorong piston ke bawah menjadi lebih lemah, yang tercermin dari penurunan torsi drastis di kisaran 22,8% hingga 24,7% pada semua jenis bahan bakar. Penurunan ini terbukti signifikan secara statistik, menegaskan bahwa modifikasi penurunan kompresi pada mesin standar sangat tidak disarankan karena mereduksi efisiensi volumetrik dan kekuatan mekanis mesin secara nyata, membuat akselerasi kendaraan menjadi lebih berat dan kurang responsif dalam menghadapi beban jalan (Saefudin et al., 2024; Saputra et al., 2023).

Sebaliknya, fenomena peningkatan torsi pada rasio kompresi tinggi (10,3:1) memberikan gambaran yang menarik mengenai karakteristik bahan bakar, khususnya Pertamax Plus. Secara deskriptif, terjadi lonjakan torsi yang sangat masif hingga 65,9% saat menggunakan bahan bakar beroktan tinggi tersebut, jauh melampaui kenaikan pada bahan bakar jenis lain. Hal ini mengindikasikan bahwa densitas campuran udara dan bahan bakar yang lebih padat pada kompresi tinggi mampu melepaskan energi potensial yang lebih besar. Namun, fakta bahwa uji statistik *t-test* menunjukkan hasil yang tidak signifikan mengisyaratkan adanya variabilitas data yang tinggi atau faktor eksternal lain selama pengujian yang mempengaruhi



konsistensi hasil. Meskipun secara statistik belum terbukti nyata, tren deskriptif ini sejalan dengan teori dasar motor bakar bahwa semakin tinggi kompresi, semakin besar potensi torsi yang dihasilkan, asalkan bahan bakar memiliki nilai oktan yang mampu menahan tekanan tersebut tanpa mengalami *pre-ignition* (Haryoko, 2024; Saefudin et al., 2024).

Pada aspek daya mesin (*power*), penggunaan bahan bakar dengan nilai oktan lebih rendah seperti Premium dan Pertalite menunjukkan anomali ketika dihadapkan pada rasio kompresi tinggi. Data menunjukkan bahwa menaikkan kompresi ke 10,3:1 justru menyebabkan sedikit penurunan daya pada kedua bahan bakar tersebut, masing-masing sebesar 2,0% dan 1,4%. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui karakteristik ketahanan bahan bakar terhadap tekanan dan temperatur tinggi. Premium dan Pertalite memiliki titik nyala yang lebih rendah dibandingkan Pertamax Plus, sehingga pada kompresi tinggi, terdapat risiko terjadinya *detonation* atau *knocking* mikro yang mungkin tidak terdengar namun cukup untuk menghambat laju piston dan mengurangi efisiensi termal. Hal ini membuktikan bahwa sekadar menaikkan kompresi tanpa menyesuaikan kualitas bahan bakar tidak akan meningkatkan daya kuda mesin, bahkan berpotensi merugikan performa mesin dalam jangka panjang (Hermawan & Winarta, 2020; Nur, 2021).

Analisis daya pada penggunaan Pertamax Plus mempertegas hubungan linear antara nilai oktan, rasio kompresi, dan *output* tenaga. Berbeda dengan dua bahan bakar sebelumnya, Pertamax Plus mampu mencatatkan kenaikan daya sebesar 15,6% pada kompresi 10,3:1 secara deskriptif. Hal ini terjadi karena bahan bakar oktan tinggi memiliki kemampuan terbakar yang lebih lambat dan terkontrol, sehingga tekanan pembakaran puncak terjadi pada sudut engkol yang tepat setelah titik mati atas (*Top Dead Center*). Meskipun uji statistik menyatakan kenaikan ini tidak signifikan, pola data ini mengonfirmasi literatur yang menyebutkan bahwa mesin berkompresi tinggi membutuhkan bahan bakar yang mampu menahan kompresi adiabatik tanpa terbakar dini. Penurunan daya yang sangat signifikan sebesar 30,2% saat kompresi diturunkan pada Pertamax Plus juga menjadi bukti bahwa bahan bakar kualitas tinggi akan sia-sia dan kehilangan potensinya jika digunakan pada mesin dengan spesifikasi kompresi rendah (Pratama et al., 2023; Wirawan, 2024).

Evaluasi terhadap efisiensi bahan bakar melalui parameter *Specific Fuel Consumption* (SFC) menunjukkan bahwa efisiensi mesin sangat bergantung pada kesesuaian rasio kompresi. Secara teoretis, siklus Otto menyatakan bahwa efisiensi termal berbanding lurus dengan rasio kompresi. Hal ini terkonfirmasi oleh data yang menunjukkan bahwa penurunan kompresi ke 8,9:1 secara konsisten meningkatkan konsumsi bahan bakar (lebih boros) pada semua jenis bahan bakar, dengan kisaran peningkatan 11,5% hingga 29,5%. Mesin dengan kompresi rendah gagal mengekstrak energi maksimum dari setiap tetes bahan bakar karena pembakaran yang kurang sempurna dan tekanan ekspansi yang rendah. Meskipun hasil uji beda tidak signifikan, tren grafik secara konsisten memperlihatkan bahwa memodifikasi mesin menjadi low compression adalah langkah mundur dalam hal efisiensi energi, yang berdampak langsung pada biaya operasional kendaraan yang semakin mahal akibat pemborosan bahan bakar.

Temuan menarik lainnya pada analisis SFC adalah perilaku bahan bakar Pertalite yang menunjukkan potensi penghematan paling baik pada kompresi tinggi, dengan penurunan konsumsi sebesar 13,1%. Hal ini mengindikasikan bahwa Pertalite memiliki karakteristik kimia yang cukup fleksibel dan berada pada titik optimal ("sweet spot") untuk mesin modifikasi ringan seperti pada objek penelitian ini. Di sisi lain, anomali terjadi pada Pertamax Plus yang justru sedikit lebih boros pada kompresi tinggi. Hal ini bisa disebabkan oleh *setting* pengapian atau *ignition timing* pada motor standar tahun 2008 yang belum disesuaikan untuk mengimbangi lambatnya rambat api bahan bakar oktan tinggi pada kompresi yang lebih padat. Ini menekankan bahwa perubahan mekanis pada ruang bakar harus diikuti dengan penyesuaian



sistem pengapian dan pengabutan bahan bakar agar efisiensi volumetrik dan termal dapat tercapai secara bersamaan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memvalidasi teori-teori terdahulu mengenai hubungan vital antara rasio kompresi dan performa mesin, sekaligus menyoroti keterbatasan signifikansi statistik dalam eksperimen skala terbatas. Hasil penelitian selaras dengan literatur yang menyatakan bahwa peningkatan rasio kompresi akan meningkatkan efisiensi termal dan performa, namun data empiris di sini menunjukkan bahwa signifikansi statistik sulit dicapai tanpa pengendalian variabel pengganggu yang ketat. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah rekomendasi bagi pengguna kendaraan untuk mempertahankan rasio kompresi standar pabrikan jika menggunakan bahan bakar harian, karena perubahan ekstrem tanpa penyesuaian menyeluruh (seperti *timing* pengapian) cenderung tidak memberikan keuntungan performa yang nyata secara statistik, namun justru membawa risiko penurunan efisiensi yang signifikan jika kompresi diturunkan di bawah standar spesifikasi mesin.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap performa mesin, disimpulkan bahwa rasio kompresi merupakan variabel determinan utama yang secara langsung memengaruhi torsi, daya, dan efisiensi bahan bakar. Penurunan rasio kompresi ke 8,9:1 terbukti berdampak sangat negatif secara signifikan pada semua jenis bahan bakar, menyebabkan penurunan torsi drastis di kisaran 22,8% hingga 24,7% dan penurunan daya hingga 30,1%, serta pemborosan bahan bakar yang meningkat hingga 29,6%. Sebaliknya, menaikkan rasio kompresi ke 10,3:1 secara konsisten meningkatkan torsi pada semua jenis bahan bakar, dengan lonjakan tertinggi terjadi pada Pertamax Plus yang mencapai 65,9%. Namun, peningkatan kompresi ini tidak serta-merta meningkatkan daya kuda (power) secara linear; daya justru menurun sedikit pada Premium (-2,0%) dan Pertalite (-1,3%) akibat ketidakmampuan bahan bakar menahan tekanan tinggi, sementara hanya Pertamax Plus yang mampu mengonversi kompresi tinggi menjadi kenaikan daya positif sebesar 15,6%.

Terkait efisiensi bahan bakar spesifik (SFC), hasil penelitian mengonfirmasi prinsip termodinamika bahwa kompresi tinggi berpotensi meningkatkan efisiensi, terutama terlihat pada penggunaan Pertalite yang mencatatkan penghematan bahan bakar terbaik sebesar 13,1% pada kompresi 10,3:1. Namun, terdapat anomali pada Pertamax Plus yang justru sedikit lebih boros (5,7%) pada kompresi tinggi, mengindikasikan perlunya penyesuaian teknis lanjutan seperti *ignition timing* agar selaras dengan karakteristik pembakaran oktan tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini memvalidasi bahwa performa optimal mesin adalah hasil sinergi antara rasio kompresi yang tinggi dan penggunaan bahan bakar bernilai oktan yang sesuai; ketidaksesuaian antara keduanya, baik berupa penurunan kompresi maupun penggunaan bahan bakar oktan rendah pada kompresi tinggi, akan mereduksi efisiensi mekanis dan termal mesin secara nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Anantama, H., Fuad, E. A., Waluyo, B., & Saifudin, S. (2023). Improved engine performance using ozone generator. *Borobudur Engineering Review*, 3(2), 17. <https://doi.org/10.31603/benr.9083>
- Fermayani, R., Egim, A. S., & Harahap, R. R. (2021). Pengaruh kualitas produk dan citra merek terhadap kepuasan konsumen Yamaha Nmax (Studi kasus pada PT. Yamaha Tjajaja Baru). *Jurnal Ecogen*, 4(3), 427. <https://doi.org/10.24036/jmpe.v4i3.12014>

- Haryoko, W. (2024). Effect of octane value and spark plug conductivity on motorcycle torque 115 cm³. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 281. <https://doi.org/10.33795/j-meeg.v3i1.4281>
- Hermawan, M. V., & Winarta, A. E. (2020). Studi eksperimen pengaruh jumlah lubang nosel injektor terhadap performa mesin sepeda motor. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 6(3), 77. <https://jurnal.sttw.ac.id/index.php/jte/article/view/91>
- Juwana, W. E., Rachmanto, R. A., Wiyono, M., & Istanto, I. (2022). Experimental study influences changes in compression ratio to performance of single cylinder Otto engine. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 21(2), 56. <https://doi.org/10.20961/mekanika.v21i2.59487>
- Nur, R. (2021). Effect of additives to premium on fuel consumption. *JMIO: Jurnal Mesin Industri dan Otomotif*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.46365/jmio.v2i01.401>
- Pratama, H. Y., Lapisa, R., Milana, & Wagino, W. (2023). Pengaruh campuran octane booster pada Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada Honda Beat ESP 110cc. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(3), 371. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i3.83>
- Putra, R. C., Sulaeman, A., Rofiroh, R., & Suhendri, A. (2022). Investigasi persentase kenaikan daya dan torsi awal putaran mesin pada motor bakar 125 cc dan 250 cc. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.31000/mbjtm.v5i2.5829>
- Putri, P. S., Sitania, F. D., & Wahyuda, W. (2023). Penggunaan metode Economic Order Quantity dalam analisis pengendalian persediaan oli guna optimalisasi kuantitas pemesanan dan minimasi total biaya persediaan. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1), 291. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.22406>
- Saefudin, S., Raharjo, S., Afif, I. Y., Cahyandari, D., Subri, M., & Awaludin, A. (2024). Improvement of gasoline engine performance: A study on modified cylinder block. In *Advances in Engineering Research* (p. 241). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-480-8_20
- Saputra, M. R., Margianto, & Robbi, N. (2023). Pengaruh modifikasi karburator menjadi injeksi terhadap kinerja mesin pada motor KLX 150. *Ring Mechanical Engineering*, 3(1), 53. <https://doi.org/10.33474/rm.v3i1.20318>
- Suadnyani, D. P. N., Muliana, I. G. N. A., Sumertayasa, K., & Dwipayana, A. D. (2023). Adaptasi perubahan iklim global terhadap dampak perubahan iklim transportasi darat melalui pendekatan mitigasi. *Berkala Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, 1(3), 687. <https://doi.org/10.19184/berkalafstpt.v1i3.599>
- Sutrisno, T., Falito, M. R., Anggono, W., & Simanjuntak, M. E. (2021). Bioethanol limbah kulit jeruk manis (*Citrus Sinensis L. Osbeck*) sebagai peningkatan nilai oktan. *Jurnal Teknik Mesin*, 18(2), 60. <https://doi.org/10.9744/jtm.18.2.60-64>
- Talakua, E. L. (2024). Implementasi sensor gas untuk deteksi jenis bahan bakar kendaraan bermotor menggunakan metode fuzzy Mamdani. *Cyclotron*, 7(1), 76. <https://doi.org/10.30651/cl.v7i01.21445>
- Wahyono, S. A., Hellyani, C. A., & Sin, L. G. (2022). Analisis pengaruh identitas, citra dan kepercayaan terhadap loyalitas merek. *Referensi: Jurnal Ilmu Manajemen dan Akuntansi*, 9(2), 145. <https://doi.org/10.33366/ref.v9i2.3031>
- Wirawan, T. S. (2024). Pengaruh pelepasan panas terhadap prestasi kerja mesin bensin. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 19(2), 71. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v19i02.678>