

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN CAMPURAN PERTAMAX DAN METANOL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EFISIENSI EKONOMI KENDARAAN

WADDI ELMAN SYAH PUTRA DAULAY¹⁾, ANDRIZAL²⁾,
HASAN MAKSUM³⁾, RIFDARMON⁴⁾

Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Waddidaulay@student.unp.ac.id¹, andrizal_55@yahoo.co.id², hasan@atft.unp.ac.id³ –
Rifdarmon@ft.unp.ac.id⁴

Abstract: *This study aims to analyze the effect of Pertamax and methanol blends on fuel consumption and economic efficiency of a Honda Beat Street 110 cc motorcycle. The research employed a quantitative experimental method using the Taguchi approach, with four factors: fuel blend percentage (0%, 10%, 20%), engine speed (2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm), vehicle speed (40 km/h, 60 km/h, 80 km/h), and engine temperature (70 °C, 90 °C, 110 °C). The results showed that the lowest fuel consumption was achieved with 0% methanol at 2500 rpm and 90 °C, recording 0.1378 ml/s, while the highest consumption occurred with 20% methanol at 2000 rpm and 90 °C, reaching 0.2500 ml/s. In terms of economic efficiency, the optimal condition was obtained with 10% methanol, 2500 rpm, 80 km/h, and 70 °C, resulting in the lowest operational cost of IDR 8,646/km. Thus, blending Pertamax and methanol at certain proportions can improve vehicle economic efficiency and serve as an alternative to reduce fuel expenses.*

Keywords: *Pertamax, Methanol, Fuel Consumption, Economic Efficiency, Taguchi.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan campuran Pertamax dan metanol terhadap konsumsi bahan bakar serta efisiensi ekonomi pada sepeda motor Honda Beat Street 110 cc. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan pendekatan Taguchi, menggunakan empat faktor yaitu persentase campuran bahan bakar (0%, 10%, 20%), putaran mesin (2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm), kecepatan kendaraan (40 km/jam, 60 km/jam, 80 km/jam), dan suhu mesin (70 °C, 90 °C, 110 °C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar terendah dicapai pada campuran 0% metanol dengan putaran 2500 rpm dan suhu 90 °C sebesar 0,1378 ml/detik, sedangkan konsumsi tertinggi terjadi pada campuran 20% metanol dengan 2000 rpm dan suhu 90 °C sebesar 0,2500 ml/detik. Dari aspek efisiensi ekonomi, kondisi optimal diperoleh pada campuran 10% metanol, 2500 rpm, kecepatan 80 km/jam, dan suhu 70 °C, dengan biaya operasional terendah sebesar Rp 8.646/km. Dengan demikian, pencampuran Pertamax dan metanol pada proporsi tertentu mampu meningkatkan efisiensi ekonomi kendaraan sekaligus menjadi alternatif dalam upaya penghematan biaya bahan bakar.

Kata Kunci: Pertamax, Metanol, Konsumsi Bahan Bakar, Efisiensi Ekonomi, Taguchi.

A. Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor. Hal ini menimbulkan kekhawatiran karena cadangan minyak bumi semakin menipis, sementara permintaan energi terus bertambah. Minyak bumi sebagai sumber energi utama memiliki sifat tidak terbarukan dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Menurut Sa'adah et al. (2017), impor BBM Indonesia mencapai 19 juta kiloliter per tahun untuk sektor transportasi, menunjukkan tingginya ketergantungan terhadap energi fosil.

Kesadaran akan keterbatasan energi fosil mendorong pencarian alternatif energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pergeseran menuju energi terbarukan

dianggap penting untuk menekan emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil Pramono (2024) . Salah satu alternatif yang potensial adalah bahan bakar berbasis alkohol, seperti etanol dan metanol, yang dapat diproduksi secara domestik dan memiliki karakteristik pembakaran lebih bersih.

Pertamax merupakan salah satu bahan bakar unggulan Pertamina dengan kualitas lebih baik dibandingkan Premium dan direkomendasikan untuk kendaraan modern. Namun, harga Pertamax yang pada tahun 2024 mencapai Rp 12.950 per liter (Direktorat Jenderal Migas, 2023) menjadi beban bagi masyarakat pengguna kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor. Tingginya biaya operasional ini menuntut adanya alternatif bahan bakar yang lebih ekonomis dan efisien.

Metanol berpotensi menjadi bahan campuran karena memiliki angka oktan yang lebih tinggi (108 RON) dibandingkan Pertamax (92 RON) serta suhu penyalaan otomatis yang lebih tinggi, sehingga cocok digunakan pada mesin dengan rasio kompresi besar (Sipahutar & Madona, 2015). Pencampuran Pertamax dengan metanol diharapkan dapat menghasilkan bahan bakar dengan kualitas pembakaran lebih baik sekaligus menekan biaya penggunaan. Namun, hingga kini belum banyak penelitian yang mengkaji perbandingan efisiensi ekonomi antara Pertamax murni dan campurannya dengan metanol pada kendaraan skuter matik.

Selain faktor bahan bakar, konsumsi energi dan efisiensi ekonomi juga dipengaruhi oleh kondisi operasional mesin, seperti putaran, kecepatan, dan suhu kerja. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan metode Taguchi untuk mengoptimalkan variabel-variabel tersebut. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan komposisi campuran Pertamax–metanol dan kondisi pengoperasian mesin yang menghasilkan konsumsi bahan bakar paling rendah serta biaya operasional paling efisien, sekaligus mendukung pengembangan bahan bakar ramah lingkungan

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan pendekatan eksperimen semu (*quasi-experiment*) yang dirancang dengan metode Taguchi. Metode ini dipilih karena mampu menemukan faktor serta tingkatan optimal yang memengaruhi hasil, sekaligus mengurangi jumlah percobaan sehingga lebih hemat dalam hal waktu, biaya, dan sumber daya. Dalam penelitian ini, metode Taguchi digunakan untuk merancang variasi campuran bahan bakar pertamax dan metanol pada sepeda motor Beat Street. Proses pengujian meliputi pengukuran konsumsi bahan bakar dalam satuan mililiter (ml) serta perhitungan efisiensi ekonomi berdasarkan perbandingan antara biaya bahan bakar dengan jarak tempuh yang dicapai. Menurut Pratama Saputra et al. (2023) Metode Taguchi adalah pendekatan dalam desain eksperimen yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dan level yang dapat dikontrol guna meningkatkan mutu produk. Metode ini dirancang untuk mempercepat proses penyelesaian, menurunkan biaya produksi secara efisien, serta mendorong peningkatan produktivitas. Sebagai metode teknik, Taguchi menekankan desain eksperimen yang memungkinkan terciptanya produk berkualitas tinggi dengan efisiensi biaya dan pemanfaatan sumber daya yang optimal. Desain eksperimen Taguchi merupakan teknik statistik yang digunakan untuk meningkatkan dan menyempurnakan kualitas. Dengan pendekatan ini, perubahan pada variabel proses atau sistem diharapkan mampu menghasilkan respon yang optimal dan sesuai harapan. Pada metode taguchi dengan desain eksperimen menggunakan prinsip dasar dengan menentukan matriks orthogonal array, Untuk penggunaan ortogonal array dapat ditentukan tata letak eksperimennya Candra et al. (2023).

C. Hasil dan Pembahasan

1. Data Hasil Penelitian Konsumsi Bahan Bakar

Data hasil penelitian konsumsi bahan bakar diperoleh melalui pengujian menggunakan empat faktor dengan tiga level, yaitu campuran metanol, putaran mesin (RPM), suhu mesin, dan kecepatan kendaraan. Pengukuran dilakukan dengan metode buret *full to full*, di mana buret diisi penuh hingga batas tertentu kemudian mesin dijalankan sesuai kombinasi perlakuan dari keempat faktor tersebut. Setelah pengujian selesai, volume akhir bahan bakar pada buret dicatat, sehingga selisih volume awal dan akhir menunjukkan jumlah konsumsi bahan bakar.

Tabel 1. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar rata - rata

Faktor				Hasil data 1	Hasil data 2	Hasil data 3	Rata-rata (ml/sekon)
(A)	(B)	(C)	(D)				
0%	2000	40	70 °C	0,1517	0,1689	0,2567	0,1924
0%	2500	60	90 °C	0,1378	0,1778	0,2567	0,1908
0%	3000	80	110 °C	0,1411	0,1733	0,2633	0,1926
10%	2000	60	110 °C	0,1756	0,2544	0,1344	0,1881
10%	2500	80	70 °C	0,1794	0,2500	0,1333	0,1876
10%	3000	40	90 °C	0,1806	0,2528	0,1361	0,1898
20%	2000	80	90 °C	0,2500	0,1433	0,1989	0,1974
20%	2500	40	110 °C	0,2517	0,1450	0,2028	0,1998
20%	3000	60	70 °C	0,2544	0,1472	0,2006	0,2007

Tabel menunjukkan dari data hasil pengujian berbagai faktor pada laju aliran (ml/detik): Faktor (A) dengan persentase 0%, 10%, dan 20% diuji pada berbagai nilai (B), (C), dan suhu (D) antara 70°C hingga 110°C. Dari hasil data 1 hingga data 3, rata-rata laju aliran berkisar antara 0,1881 ml/detik hingga 0,2007 ml/detik. Secara umum, peningkatan faktor (A) dari 0% ke 20% menunjukkan kecenderungan kenaikan rata-rata laju aliran, di mana nilai laju aliran tertinggi sebesar 0,2007 ml/detik terjadi pada kondisi faktor (A) 20%, (B) 3000, (C) 60, dan suhu 70°C. Pola ini mengindikasikan bahwa penyesuaian faktor dan suhu mempengaruhi konsistensi serta peningkatan aliran secara signifikan.

2. Data Hasil Perhitungan Efisiensi Ekonomi

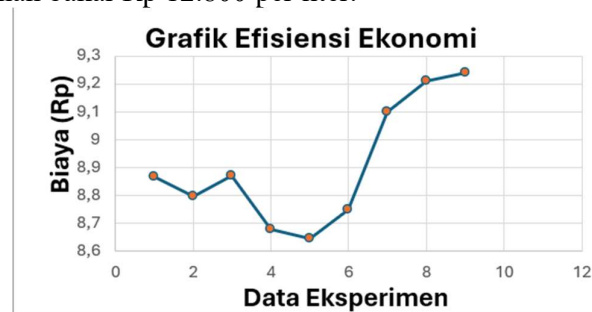
Tabel berikut menyajikan hasil penelitian yang mengkaji pengaruh beberapa faktor, yaitu persentase faktor (A), kecepatan putaran motor (B), waktu operasi (C), dan suhu operasi (D) terhadap efisiensi, harga bahan bakar (BB), serta biaya operasional per jam dalam satuan Rupiah per kilometer (Rp/km) yaitu dengan harga bahan bakar pertamax Rp.12.800 per liter (inews.id, 2025).

Tabel 2. Hasil perhitungan efisiensi ekonomi

Faktor				Efisiensi (L/jam)	Harga BB (Rp/L)	Biaya per jam (Rp/km)
(A)	(B)	(C)	(D)			
0%	2000 Rpm	40	70 °C	0,6926	12.800	8.868
0%	2500 Rpm	60	90 °C	0,6869	12.800	8.796
0%	3000 Rpm	80	110 °C	0,6934	12.800	8.872
10%	2000 Rpm	60	110 °C	0,6772	12.800	8.678
10%	2500	80	70 °C	0,6754	12.800	8.646

	Rpm					
10%	3000 Rpm	40	90 °C	0,6833	12.800	8.749
20%	2000 Rpm	80	90 °C	0,7106	12.800	9.101
20%	2500 Rpm	40	110 °C	0,7193	12.800	9.210
20%	3000 Rpm	60	70 °C	0,7225	12.800	9.242

Tabel tersebut menampilkan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan metode buret full to full dengan variasi campuran metanol (A), putaran mesin (B), kecepatan kendaraan (C), dan suhu mesin (D). Konsumsi bahan bakar disajikan dalam bentuk efisiensi (L/jam), lalu dikonversi menjadi biaya operasional (Rp/km) berdasarkan harga bahan bakar Rp 12.800 per liter.



Gambar 1. Grafik Hasil Efisiensi Ekonomi

Dari tabel tersebut terlihat bahwa efisiensi terbesar tercatat pada kondisi faktor 20% dengan kecepatan 3000 Rpm dan suhu 70 °C, yaitu sebesar 0,7225 L/jam. Pada kondisi ini, biaya operasional per jam juga mencapai nilai tertinggi sebesar Rp 9.242 per kilometer, meskipun harga bahan bakar tetap konstan pada Rp 12.800. Sebaliknya, efisiensi terendah terjadi pada faktor 10% dengan kecepatan 2500 Rpm dan suhu 80 °C, sebesar 0,6754 L/jam dengan biaya per jam Rp 8.646 per kilometer. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan faktor dan kecepatan motor pada suhu yang lebih rendah dapat mengoptimalkan efisiensi sekaligus berdampak pada peningkatan biaya operasional.

3. Pembahasan

Berdasarkan analisis Taguchi, kondisi optimal diperoleh pada kombinasi faktor A3, B3, C1, dan D3, yaitu campuran 20% metanol, putaran mesin 3000 rpm, kecepatan 40 km/jam, serta suhu 110 °C. Pada variasi ini, konsumsi bahan bakar tercatat stabil dengan rata-rata mendekati 0,19 ml/detik serta nilai SNR tertinggi (mendekati nol) yang menunjukkan kestabilan hasil uji. Validasi ini membuktikan bahwa meskipun konsumsi bahan bakar sedikit lebih tinggi dibandingkan campuran menengah, kombinasi A3B3C1D3 tetap memberikan performa paling optimal karena menghasilkan kestabilan dan efisiensi yang konsisten pada setiap pengulangan.

Hasil penelitian menegaskan bahwa konsumsi bahan bakar sangat dipengaruhi oleh kombinasi faktor campuran metanol, putaran mesin (RPM), kecepatan kendaraan, dan suhu kerja. Dari data pengujian, konsumsi terendah diperoleh pada campuran Pertamina murni (0% metanol) dengan putaran 2500 rpm, kecepatan 60 km/jam, dan suhu 90 °C sebesar 0,1378 ml/detik. Sebaliknya, konsumsi tertinggi terjadi pada campuran 20% metanol dengan putaran 2000 rpm, kecepatan 80 km/jam, dan suhu 90 °C sebesar 0,2500 ml/detik. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kadar metanol tidak selalu menurunkan konsumsi, melainkan dapat meningkatkannya, tergantung kombinasi faktor lainnya.

Dari aspek efisiensi ekonomi, biaya per kilometer terendah terdapat pada campuran 10% metanol dengan putaran 2500 rpm dan suhu 80 °C, yaitu Rp 8.646/km. Sedangkan biaya tertinggi muncul pada campuran 20% metanol dengan putaran 3000 rpm dan suhu 70 °C, yakni Rp 9.242/km. Fakta ini menegaskan bahwa penggunaan metanol berlebihan justru meningkatkan biaya operasional, meskipun secara teori nilai oktannya lebih tinggi dibandingkan Pertamina. Efisiensi terbaik justru diperoleh pada campuran menengah (10%), yang menguatkan konsep bahwa pencampuran metanol optimal hanya berlaku pada batas tertentu.

Jika dibandingkan antarvariasi, campuran 10% metanol memberikan hasil yang cukup seimbang. Pada kombinasi 2500 rpm, kecepatan 80 km/jam, dan suhu 70 °C, konsumsi bahan bakar tercatat rendah yakni 0,1333 ml/detik. Kondisi ini lebih baik daripada Pertamina murni pada putaran tinggi. Artinya, penambahan metanol mampu memperbaiki proses pembakaran sehingga lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar. Hal ini sejalan dengan penelitian Santoso (2012) yang menyatakan bahwa campuran metanol 20% (M20) dapat menghasilkan konsumsi bahan bakar lebih hemat dibandingkan variasi lainnya.

Hasil validasi dengan kombinasi A3 (20% metanol), B3 (3000 rpm), C1 (40 km/jam), dan D3 (110 °C) menunjukkan efisiensi konsumsi sebesar 0,4788 L/jam dengan biaya operasional Rp 6.129/jam pada harga bahan bakar Rp 12.800 per liter. Kondisi ini membuktikan bahwa performa mesin dapat tetap stabil dengan konsumsi rendah serta biaya operasional yang ekonomis. Validasi Taguchi ini sekaligus memperkuat bahwa kombinasi tersebut dapat dijadikan rujukan praktis bagi pengguna kendaraan dalam memilih campuran bahan bakar yang efisien.

Selain itu, validasi pada kondisi A3B3C1D3 juga memperlihatkan konsistensi dari tiga kali pengujian dengan rata-rata konsumsi 0,133 ml/detik atau setara dengan 0,4788 L/jam. Konsistensi ini menunjukkan bahwa campuran 20% metanol pada putaran tinggi dengan suhu kerja optimal mampu menjaga stabilitas pembakaran serta memberikan biaya operasional yang terukur. Dengan demikian, variasi ini tidak hanya efisien dari segi konsumsi, tetapi juga memberikan kestabilan performa mesin yang penting untuk aplikasi nyata di lapangan.

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan campuran Pertamina dan metanol terbukti mampu menekan biaya operasional berkat tingginya angka oktan dan kandungan oksigen pada metanol yang membuat proses pembakaran lebih sempurna serta efisien. Campuran 10% dan 20% metanol menunjukkan perbedaan konsumsi bahan bakar pada kombinasi putaran mesin, kecepatan, dan suhu tertentu, sekaligus memengaruhi kestabilan kinerja mesin. Analisis metode Taguchi menegaskan bahwa kombinasi 20% metanol pada 3000 rpm, kecepatan 40 km/jam, dan suhu 110 °C merupakan kondisi terbaik dengan efisiensi ekonomi tertinggi dan biaya terendah. Oleh karena itu, campuran 20% metanol dapat dijadikan pilihan efektif untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar, sekaligus menjadi dasar pengembangan inovasi mesin, kebijakan diversifikasi energi, serta penelitian lanjutan yang meninjau aspek daya, torsi, emisi, dan umur pakai mesin.

Daftar Pustaka

- Candra, R. P., Yazid Bustomi, M., & Aisy, A. R. (2023). Analisa Parameter Proses Oven Terhadap Kualitas Cat Dengan Metode Taguchi. *Neutral: Journal of Engineering*, 1(1). <https://doi.org/10.22441/nje.xxx>
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, K. E. (2023). Statistik Minyak dan Gas Bumi Semester I 2023.

- inews.id. (2025). *Daftar Harga BBM Pertamina 20 Agustus 2025, Pertamina*.
- Pramono. (2024). Peranan Keberlanjutan Energi: Meminimalkan Dampak Negatif Pembangkit Energi Terhadap Lingkungan dan Kesehatan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 2024–2025. <https://doi.org/10.55338/saintek.v6i1.3102>
- Pratama Saputra, A., Purwanto, W., Wagino, & Setiawan, M. Y. (2023). Optimasi Penerapan Nano Spray Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Dengan Metode Taguchi. *JTPVI: Jurnal Teknologi Dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 2(1), 67–76. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v2i1.131>
- Sipahutar, R., & Madona, L. (2015). Pengaruh Pencampuran Metanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Angka Oktan, Nilai Kalori, Dan Konsumsi Bahan Bakar (Vol. 15, Issue 2).
- Santoso, R. S. & D. (2012). Studi Pengaruh Penambahan Aditif Metanol Terhadap Angka Oktan dan Konsumsi Bahan Bakar pada Bahan Bakar Pertamina. Universitas Sriwijaya (UNSRI), Palembang.