



## Studi pengaruh volume ruang bakar pada kinerja sepeda motor empat langkah sebagai aktivitas dalam project-based learning termodinamika di sekolah menengah kejuruan

Budi Utama<sup>1,2</sup>, Yudhiakto Pramudya<sup>2\*</sup>, Abu Yazid Raisal<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Menengah Kejuruan Putra Bangsa Salaman, Indonesia

<sup>2</sup> Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

<sup>3</sup> Program Doktor Ilmu Pendidikan, Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Email: yudhiakto.pramudya@pfis.uad.ac.id

\* Penulis korespondensi

### Informasi artikel

Sejarah artikel:

Dikirim 25/01/22

Revisi 31/07/22

Diterima 31/07/22

### Kata kunci:

Kepala silinder  
Project based learning  
Tekanan  
Termodinamika  
Bahan bakar

### ABSTRAK

Termodinamika jarang diajarkan dengan kegiatan praktik. Penelitian dilakukan untuk menginvestigasi kinerja mesin kendaraan bermotor berkaitan dengan efisiensi penggunaan bahan bakar. Kinerja mesin dapat diajarkan dengan pendekatan *Project Based Learning*. Modifikasi volume ruang bakar pada kepala silinder dilakukan untuk mengubah kinerja mesin. Tekanan dan daya yang dimiliki oleh sebuah mesin kendaraan merupakan komponen utama pada kinerja mesin. Hasil analisis data pada modifikasi ruang bakar diperoleh diameter sebelum dimodifikasi 50 mm menjadi 54 mm, TMA dari 49,5 mm menjadi 54 mm, TMB dari 5,5 mm menjadi 3,5 mm, rasio kompresi dari 9 : 1 menjadi 15 : 1. Hal ini menyebabkan konsumsi bahan bakar dari 86,5 ml menjadi 89,5 ml pada putaran 6000 rpm, dari 62,33 ml menjadi 64,166 ml pada 4000 rpm, dari 48,166 ml menjadi 50 ml pada 2000. Modifikasi ini mengakibatkan kenaikan pada energi panas yang masuk ke sistem yaitu 0,1 kJ, efisiensi termal naik 0,1%, kerja bersih naik 0,4 kJ, dan tekanan efektif rata-rata naik sebesar 0,3 N/cm<sup>2</sup>.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license



### ABSTRACT

**Study of the Effect of Combustion Chamber Volume on Four-Step Motorcycle Performance as an Activity in Thermodynamics Project Based Learning in Vocational High Schools.** Thermodynamics is rarely taught with practical activities. The research was conducted to investigate the performance of motorized vehicle engines related to fuel efficiency. Machine performance can be taught with a Project Based Learning approach. Modification of the volume of the combustion chamber on the cylinder head is done to change engine performance. The pressure and power possessed by a vehicle engine are the main components of engine performance. The results of data analysis on the modification of the combustion chamber obtained the diameter before being modified from 50 mm to 54 mm, TMA from 49.5 mm to 54 mm, TMB from 5.5 mm to 3.5 mm, compression ratio from 9: 1 to 15: 1. This causes fuel consumption from 86.5 ml to 89.5 ml at 6000 rpm, from 62.33 ml to 64.166 ml at 4000 rpm, from 48.166 ml to 50 ml at 2000. This modification increases energy. The heat entering the system is 0.1 kJ, the thermal efficiency increases by 0.1%, the net work increases by 0.4 kJ, and the average effective pressure increases by 0.3 N/cm<sup>2</sup>.

### Keywords:

Cylinder head  
Project based learning  
Pressure  
Thermodynamics  
Fuel

### How to Cite:

Utama, B., Pramudya, Y., & Raisal, A. Y. (2022). Studi pengaruh volume ruang bakar pada kinerja sepeda motor empat langkah sebagai aktivitas dalam project-based learning termodinamika di sekolah menengah kejuruan. *Berkala Fisika Indonesia: Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran Dan Aplikasinya*, 13(2), 83–88. <https://doi.org/10.12928/bfi-jifpa.v13i2.23173>

## Pendahuluan

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran dalam struktur kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pembelajaran fisika membutuhkan kerjanya melalui praktikum (Fiqry, 2021). Kegiatan praktikum dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk menunjukkan peristiwa atau gejala fisik sehingga siswa dapat terlibat langsung dalam pengamatan. Termodinamika termasuk materi fisika yang sulit dipahami siswa (Alam, 2019; Handayani et al., 2018; Mahardika et al., 2022). Siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) masih memiliki kemampuan berpikir kritis yang rendah (Cahyono & Mayasari, 2017). Oleh karena itu, diperlukan serangkaian upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep fisika baik bagi siswa maupun guru SMK. Salah satunya melalui pelatihan bagi siswa dan guru SMK (Nurhasanah et al., 2019). Selain itu, konsep termodinamika dapat dipahami melalui eksperimen (Ritdamaya, 2018). Eksperimen dilakukan secara nyata melalui pengalaman langsung sehingga siswa dapat membangun pengetahuannya. Pembelajaran fisika dengan eksperimen dapat menggunakan pendekatan Project Based Learning (PjBL) (Marlinda, 2020). PjBL meningkatkan hasil belajar siswa SMK lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional (Emputri et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan praktik nyata dengan mengamati proses termodinamika pada mesin bensin empat langkah. Pengamatan proses termodinamika dapat dilakukan dengan mengamati proses termodinamika pada modifikasi mesin untuk mencapai daya mesin yang maksimal.

Perubahan proses termodinamika pada komponen mesin 4 langkah dapat diamati dengan mengubah ukuran atau memperbesar diameter lubang-lubang komponen mesin kendaraan. Modifikasi bisa dilakukan mulai dari sistem pengapian hingga sistem bahan bakar dan lain-lain untuk menambah tenaga pada sepeda motor. Sistem tersebut menjadi satu kesatuan dengan nama mesin pembakaran dalam. Motor pembakaran dalam adalah mesin kalor yang mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi mekanik, dan prosesnya terjadi dalam ruang bakar tertutup (Ramadhani, 2019). Energi kimia dalam bahan bakar terlebih dahulu diubah menjadi energi panas melalui proses pembakaran. Energi panas yang dihasilkan akan meningkatkan tekanan yang menggerakkan mekanisme mesin seperti piston, batang piston, dan poros engkol (Wijayanti & Irwan, 2014).

Proses termodinamika pada mesin kendaraan dapat diamati dengan memodifikasi volume ruang bakar di kepala silinder. Kepala silinder dipilih untuk dimodifikasi karena kepala silinder merupakan sarana modifikasi untuk meningkatkan performa kendaraan. Kepala silinder berperan sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar-udara yang telah dikompresi oleh piston di dalam silinder (Ryanto et al., 2018). Tekanan dan tenaga yang dimiliki oleh suatu mesin kendaraan mempengaruhi kinerja mesin tersebut. Kepala silinder berfungsi sebagai ruang bakar, mekanisme katup, tempat pemasangan busi, dan pemasangan pipa saluran masuk dan buang. Penambahan

volume pada ruang bakar yang lebih besar akan sangat mempengaruhi penggunaan bahan bakar. Demikian juga perubahan tekanan mesin dan efisiensi termal nantinya akan mempengaruhi kinerja mesin.

Penelitian ini memberikan khasanah baru pembelajaran termodinamika di SMK dengan mengedepankan *Project Based Learning*. Siswa dituntut untuk lebih kreatif. Siswa dapat mendiskusikan termodinamika dengan siswa lain, yang digunakan sebagai proyek yang diberikan oleh guru. Proses pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru dan menjadikan siswa aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume ruang bakar terhadap performa sepeda motor sebagai pengembangan pembelajaran termodinamika berbasis PjBL.

## Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan peralatan yang digunakan sebagai berikut: *tool box*, kepala silinder, *stop watch*, gelas ukur, dan *tachometer*. Mesin motor yang digunakan untuk penelitian adalah sepeda motor empat langkah 100 cc. Pengujian parameter kinerja mesin sepeda motor 4 tak adalah: (1) Pengujian berjalan dengan kecepatan konstan 20 km/jam untuk mengetahui konsumsi bahan bakar sebelum dan sesudah modifikasi, diujikan pada cuaca dan beban yang sama untuk jarak 1 km dan data akselerasi dari keadaan diam, (2). Pengujian stasioner pada putaran 2000 rpm, 4000 rpm, dan 6000 rpm selama sepuluh menit, pengujian ini untuk melihat perbandingan karakteristik mesin antara sebelum dan sesudah dimodifikasi. Pengujian ini dilakukan selama 5 menit dengan membandingkan konsumsi bahan bakar yang terpakai dengan konsumsi bahan bakar pada keadaan stasioner.

## Results and Discussion

Serangkaian modifikasi volume ruang bakar mesin 4 langkah telah dilakukan di laboratorium bengkel SMK PUTRA BANGSA SALAMAN. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data mesin sebelum dan sesudah modifikasi

Butir	Sebelum modifikasi	Sesudah modifikasi
Diameter	50 mm	54 mm
TMA	49,5 mm	54 mm
TMB	5,5 mm	3,5 mm
Rasio kompresi	9 : 1	15 : 1
Putaran	6000 rpm	6000 rpm
Konsumsi bahan bakar	86,5 mL	89,5 mL
Waktu uji	300 detik	300 detik

Pada Tabel 1, setelah perubahan volume ruang bakar, maka perbandingan kompresi semakin besar (Dinyar et al., 2022), mengakibatkan kenaikan konsumsi bahan bakar (Anwar et al., 2022), dari 86,5 mL menjadi 89,5 mL. Nilai perbandingan konsumsi bahan bakar sebelum dan sesudah dimodifikasi pada pengujian stasioner diperoleh data pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan konsumsi bahan bakar sebelum dan sesudah modifikasi

<b>Putaran (rpm)</b>	<b>Pengujian</b>	<b>Sebelum modifikasi</b>	<b>Sesudah modifikasi</b>
<b>2000</b>	1	48 ml	51,5 ml
	2	47,5 ml	48 ml
	3	49 ml	50,5 ml
	Rata rata	48,116 ml	50 ml
<b>4000</b>	1	62 ml	64 ml
	2	63 ml	64,5 ml
	3	62 ml	64,166 ml
	Rata rata	62,33 ml	64,166 ml
<b>6000</b>	1	86,5 ml	89 ml
	2	84 ml	89,5 ml
	3	87,5 ml	90 ml
	Rata rata	86 ml	89,5 ml

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa konsumsi bahan bakar pada ruang bakar yang telah termodifikasi lebih besar daripada sebelum termodifikasi. Hal ini disebabkan karena campuran bahan bakar dan udara yang masuk pada ruang pembakaran lebih besar. Nilai perbandingan konsumsi bahan bakar sebelum dan sesudah dimodifikasi pada pengujian *road test* selama 5 menit diperoleh data pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan konsumsi bahan bakar pada *road test*

<b>Kecepatan</b>	<b>Pengujian</b>	<b>Sebelum</b>	<b>Sesudah</b>
<b>20 km/jam</b>	1	48 ml	51 ml
	2	46,5 ml	50 ml
	3	46 ml	53,5 ml
<b>Rerata</b>		46,833 ml	51,5 ml

Pada pengujian selama *road test*, perbandingan tingkat konsumsi bahan bakar lebih banyak daripada keadaan stasioner. Hal ini dikarenakan beban pengendara dan juga adanya akselerasi dari keadaan diam menjadi kecepatan 20 m/s. Pada Tabel 4, disajikan data hasil pengukuran beberapa beberapa data pada putaran mesin 2000, 4000, dan 6000. Untuk data yang diperoleh berupa volume ruang bakar maksimum dan minimum, perbandingan kompresi, konsumsi BBM, laju aliran massa bahan bakar, panas yang masuk ke sistem, BHP, efisiensi thermal, kerja bersih, dan tekanan efektif pada mesin.

Tabel 4. Data Pengukuran pada variasi putaran

<b>Rpm</b>	<b>BFC (L/jam)</b>	<b>Laju BBM (kg/s)</b>	<b>Qin (kj)</b>	<b>Efisiensi Termal</b>	<b>W</b>	<b>P ef</b>
2000	0,57799	2,72941E-07	3,6355697	0,575531544	2,092385	2,15E-05
	0,60000	2,83333E-07	3,7740000	0,656004334	2,47576	2,34E-05
4000	0,74796	3,53203E-07	4,7046684	0,575531544	2,707685	2,79E-05
	0,76999	3,63607E-07	4,8432497	0,656004334	3,177193	3E-05
6000	1,03200	4,87333E-07	6,4912800	0,575531544	3,735936	3,85E-05
	1,07880	5,09433E-07	6,7856520	0,656004334	4,451417	4,2E-05

<b>Rpm</b>	<b>bbm (mL)</b>	<b>TMA</b>	<b>TMB</b>	<b>v max (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>v min (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Kompresi</b>
2000	48,166	49,5	5,5	97143,75	10793,75	9,00
	50	54	3,5	105975	6868,75	15,43
4000	62,33	49,5	5,5	97143,75	10793,75	9,00
	64,166	54	3,5	105975	6868,75	15,43
6000	86	49,5	5,5	97143,75	10793,75	9,00
	89,9	54	3,5	105975	6868,75	15,43

Berdasarkan modifikasi pada kepala silinder dan uji kinerja mesin (Rahman et al., 2017), maka terdapat perubahan besaran fisika sesuai dengan konsep termodinamika. Aktivitas ini dapat digunakan sebagai pembelajaran fisika materi termodinamika dengan pendekatan *Project based Learning* (PjBL). Siswa dan guru diharapkan dapat mengoptimalkan peralatan yang tersedia di sekolah dan mengembangkannya untuk menyampaikan konsep termodinamika secara kontekstual. Terdapat peluang modifikasi pada bagian lainnya misalnya modifikasi *porting* dan *crankshaft* (Majedi & Puspitasari, 2017). Siswa dapat membandingkan efek dari serangkaian modifikasi.

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketika volume ruang bakar di perbesar maka akan mempengaruhi konsumsi pada bahan bakar yang semula 86,5 mL menjadi 89,5 mL, rasio kompresi dari 9:1 menjadi 15:1. Sedangkan untuk panas yang masuk ke sistem naik sekitar 0,1 kJ, efisiensi termal naik 0,1%, kerja bersih naik 0,4 kJ, dan tekanan efektif rata-rata naik sebesar 0,3 N/cm<sup>2</sup>. Oleh karena itu, volume ruang bakar sangat berpengaruh terhadap akselerasi pada mesin tersebut.

## Referensi

- Alam, Y. (2019). Pengaruh Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika pada Mata Kuliah Termodinamika. *BRILIANT: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 4(3), 282–288. <https://doi.org/10.28926/briliant.v3i4.338>
- Anwar, M. M., Marlina, E., & Robb, N. (2022). Pengaruh piston cekung dengan piston datar terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar supra x 125. *Jurnal Teknik Mesin*, 18(1), 64–70. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jts/article/view/14936>
- Cahyono, P. E., & Mayasari, T. (2017). Profil kemampuan berpikir kritis siswa SMK pada pelajaran fisika. *Prosiding Seminar Quantum*, 307–312. <http://seminar.uad.ac.id/index.php/quantum/article/view/277>
- Dinyar, B. A., Fadelan, F., & Winangun, K. (2022). Pengaruh modifikasi permukaan piston (dome) dengan bahan bakar ethanol terhadap torsi dan daya pada mesin 4 langkah astro 108cc. *KOMPUTEK*, 6(1), 32. <https://doi.org/10.24269/jkt.v6i1.1140>
- Emputri, Y., Ambiyar, A., Arwizet, A., & Rahim, B. (2019). Penerapan model pembelajaran project based learning untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar gambar teknik siswa SMK negeri 1 pariaman. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/10.24036/vomek.v1i1.17>
- Fiqry, R. (2021). Persepsi Mahasiswa Terhadap Pemanfaatan Aplikasi Sensor Smartphone untuk Praktikum. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 103–108. <https://doi.org/10.54371/jiip.v4i2.213>
- Handayani, N. D., Astutik, S., & Lesmono, A. D. (2018). Identifikasi miskonsepsi siswa menggunakan four-tier diagnostic test pada materi hukum termodinamika di SMA Bondowoso. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 189–195. <https://doi.org/10.19184/jpf.v7i2.7927>
- Mahardika, I. K., Subiki, Febriyanti, M. P., Anindy, R. S., Rahmawati, E., & Mufida, J. (2022). Efektivitas penggunaan media pembelajaran realia berwawasan lingkungan pada pelajaran fisika materi termodinamika terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMA di Jember. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 13–20. <https://doi.org/10.46918/karst.v5i1.1310>
- Majedi, F., & Puspitasari, I. (2017). Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 5(1), 82. <https://doi.org/10.32487/jtt.v5i1.216>
- Marlinda, N. L. P. M. (2020). Metode eksperimen berbantuan media PhET dengan model pembelajaran PjBL. *Sintesa Prosiding*, 295–299.

- Nurhasanah, R., Prayudi, P., Suhengki, S., Hendri, H., Andika, A., & Luqman, L. (2019). Pelatihan Ahli Refrigerasi Tingkat 1 Bagi Para Guru dan Siswa SMK Negeri 3 Pariaman. *TERANG*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.395>
- Rahman, M. D., Wigraha, N. A., & Widayana, G. (2017). Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(3), 45–54. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i3.20283>
- Ramadhani, S. (2019). Analisa perhitungan pembakaran pada motor diesel empat langkah. *Jurnal Laminar*, 1(1), 1–7. <http://jurnal.una.ac.id/index.php/laminar/article/view/1039>
- Ritdamaya, D. (2018). Asesmen keterampilan proses sains siswa SMK pada kegiatan eksperimen secara virtual dalam setting model pembelajaran learning cycle 5E materi thermodinamika. *Engineering Edu: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dan Ilmu Teknik*, 4(2), 1–8. <https://www.cv-kireinara.com/wp-content/uploads/2020/05/Volume-4-No.2-April-2018.pdf#page=5>
- Ryanto, N. A., Wigraha, N. A., & Dantes, K. R. (2018). Pengaruh Pemotongan Permukaan Penutup Ruang Bakar Pada Kepala Silinder Terhadap Daya Dan Torsi Pada Motor Jupiter Z. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v6i1.11510>
- Wijayanti, F., & Irwan, D. (2014). Analisis pengaruh bentuk permukaan piston terhadap kinerja motor bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma*, 2(1), 34–42.