

## DESAIN DAN UJI PERFORMA MESIN GERINDA PENDUPLIKAT POROS CAM UNTUK APLIKASI BALAP MOTOR

Bayu Aji Girawan<sup>1)</sup>, Unggul Satria Jati<sup>2)</sup>, Irsyaduddin Aziz<sup>3)</sup>, Nafis Wandyatama<sup>4)</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap  
bayuajigirawan@pnc.ac.id

Received: October 10, 2022. Accepted: December 27, 2022

### Abstrak

Mesin ini adalah mesin gerinda yang digunakan untuk melakukan duplikasi poros cam. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan desain mesin penduplikat poros cam, dan melakukan pengujian performa dari mesin tersebut. Proses desain dimulai dari studi literatur dan lapangan, penyusunan ide dan catatan, pembuatan dan pengujian. Dari hasil desain diperoleh panjang mesin adalah 570 mm, lebar 320 mm, dan tinggi 529 mm, menggunakan motor listrik AC 1 fasa untuk gerinda, dan motor listrik DC sebagai pemutar poros cam. Dari hasil pengujian diperoleh ketelitian rata-rata pada lobe intake adalah sebesar 0,08 mm, dengan error rata-rata 10,1% dan error tertinggi sebesar 33,3% pada sudut 170° dan 180°. Sedangkan pada lobe exhaust diperoleh ketelitian rata-rata adalah sebesar 0,08 mm dengan error rata-rata 10,1% dan error tertinggi sebesar 44,4% pada sudut 170°.

Kata kunci: Duplikat Cam, Mesin Gerinda Duplikat, Balap Motor, Modifikasi Cam.

### Abstract

*This machine is a grinding machine which is used to duplicate the camshaft. The objective of this research is to design a camshaft duplicating machine, and perform a test to find out its performance. The design process starts from literature and field studies, drafting ideas and notes, and manufacturing and testing. The design results machine length of 570 mm, 320 mm in width, and 529 mm in height, using a 1 phase AC electric motor for grinding, and a DC electric motor on cam shaft side. The test results average accuracy of the intake lobe is 0.08 mm, with an average error of 10.1% and the highest error of 33.3% at angle of 170° and 180°. While on the exhaust lobe has average accuracy of 0.08 mm with an average error of 10.1% and the highest error of 44.4% at an angle of 170°.*

*Keyword: camshaft copy, grinding duplicate, road race, camshaft modification*

### PENDAHULUAN

*Road race* merupakan salah jenis balap motor yang menggunakan trek jalan umum. Sepeda motor yang digunakan adalah sepeda motor pabrikan dengan beberapa modifikasi yang diperbolehkan sesuai dengan aturan panitia. Telah banyak percobaan modifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan performa sepeda motor untuk keperluan *road race*

diantaranya adalah dengan memperbesar lubang buang [1], penggunaan ECU *unlimiter* [2], perubahan diameter lingkaran dasar poros cam [3], penggunaan knalpot *racing* [4], sampai dengan mengatur durasi pembukaan katup [5] yang berimbang pada meningkatnya performa pada sepeda motor.

Dari beberapa modifikasi sepeda motor untuk *road race*, hal utama yang sangat berpengaruh adalah

pada modifikasi poros cam dengan mengatur durasi bukaan katup isap dan katup buang. Beberapa studi tentang modifikasi cam diantaranya adalah penelitian tentang pengaruh variasi tinggi angkat poros cam. Metode yang dilakukan adalah dengan cara melakukan modifikasi profil poros cam untuk mengatur waktu pembukaan katup, tinggi pembukaan katup dan mengatur jarak puncak pembukaan katup (*lobe separation angle*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi pada durasi bukaan katup dapat meningkatkan daya dan torsi mesin [6]–[15]. Kenaikan performa mesin yang menggunakan poros cam modifikasi mempunyai performa yang lebih baik dengan konsumsi bahan bakar yang lebih boros [16] [17].

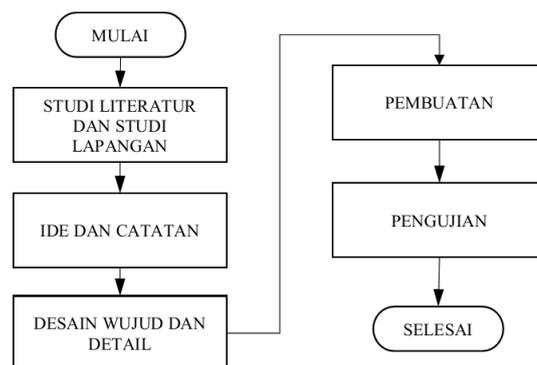
Untuk kepentingan *road race*, para mekanik tim telah melakukan riset tentang profil poros cam yang menghasilkan karakteristik kecepatan dan torsi tertentu sesuai dengan tipe sirkuit yang akan dilalui. Ada kalanya poros cam dengan profil

spesifik tersebut harus diduplikat untuk dipasang pada sepeda motor cadangan. Masalah yang muncul adalah bagaimana cara membuat duplikat poros cam sehingga mempunyai profil yang sama sehingga diperoleh performa yang sama. Beberapa mesin duplikat telah dibuat sebelumnya [18]–[20] namun belum ada investigasi tentang kepresisian dari hasil duplikasi.

Berdasarkan hal yang telah dipaparkan tersebut, maka perlu dilakukan rancang bangun mesin duplikat poros cam dan pengujian untuk mengetahui kepresisian duplikasi mesin tersebut.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pengembangan model (*research and development*) dari kebutuhan akan adanya penduplikat poros cam. Metodologi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Uraian dari tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur dan studi lapangan

Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pengaruh durasi tinggi pembukaan katup terhadap performa mesin. Penulis mempelajari berbagai hal yang sudah dikerjakan oleh peneliti lain, termasuk dalam hal pembuatan mesin penduplikat poros CAM. Selain itu, penulis melakukan studi lapangan ke Bengkel Yuwana Motor yang berlokasi di

Banjarnegara, yang telah mempunyai alat penduplikat poros cam konvensional.

2. Ide dan catatan

Pada tahap ini akan dilakukan inventarisir ide dan catatan sebagai acuan untuk pembuatan desain. Ide dan catatan ini dilakukan setelah mempelajari beberapa literatur dan survei lapangan.

3. Desain wujud dan detail

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan desain wujud menggunakan software CAD. Setelah desain wujud selesai kemudian dibuat

desain detail sebagai acuan untuk proses pembuatan part dan perakitan mesin.

4. Pembuatan

Proses pembuatan dilakukan menggunakan peralatan dan fasilitas yang ada di Bengkel Mekanik dan Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk melihat penyimpangan dari poros cam hasil duplikat terhadap masternya. Poros cam master dan hasil duplikat akan diukur menggunakan dial

indikator dan busur derajat tiap  $10^\circ$  dari mulai  $0^\circ$  sampai dengan  $180^\circ$ . Hasil pengukuran akan dibandingkan dan dihitung selishnya antara master dan hasil duplikat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan studi lapangan, dapat diidentifikasi bahwa alat modifikasi yang dimiliki oleh Bengkel Yuwana Motor masih konvensional seperti terlihat pada gambar 5.

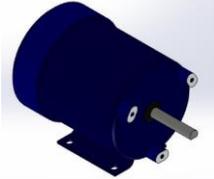
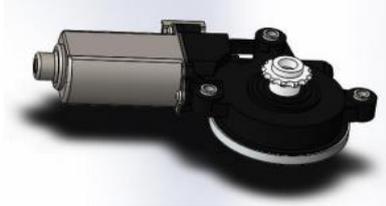
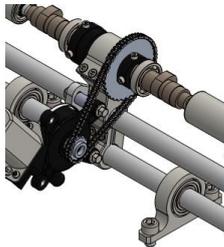


Gambar 5. Alat duplikat cam Bengkel Yuwana Motor

Dari hasil studi lapangan dan literatur diperoleh beberapa ide yang dituangkan dalam tabel ide dan gagasan seperti terlihat pada tabel 1. Beberapa

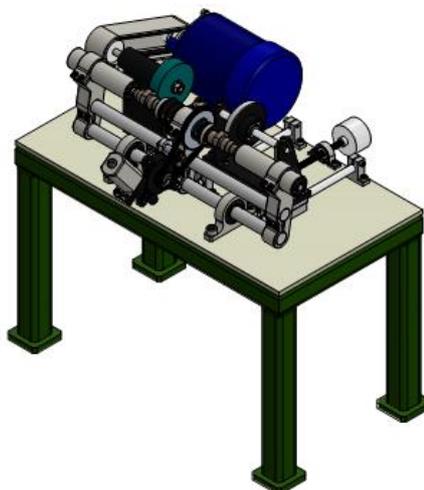
catatan tersebut digunakan untuk pertimbangan dalam melakukan desain.

Tabel 1. Inventarisasi ide dan gagasan

NO	PART	IDE DAN CATATAN	VISUALISASI
1	Penggerak	<p>Motor penggerak batu gerinda dipilih motor listrik 1 fasa dengan pertimbangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dapat beroperasi pada daya 900 Watt</li> <li>Tidak menimbulkan suara bising</li> </ol> <p>Motor penggerak lengan ayun untuk gerak pemakanan digunakan motor DC yang digunakan untuk penggerak power window dengan pertimbangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mempunyai torsi yang cukup untuk gerak pemakanan</li> <li>Mempunyai putaran yang rendah</li> </ol>	 
2	Transmisi	<p>Menggunakan jenis sprocket dan rantai untuk swing arm yang digunakan gerak pemakanan dengan pertimbangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Transmisi sprocket dan rantai tidak mengalami selip.</li> <li>Gerak pemakanan memerlukan langkah yang tidak terputus</li> </ol>	
3	Cutting tools	<p>Cutting tools yang digunakan adalah gerinda silinder dengan pertimbangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mudah diganti</li> <li>Mudah dalam mencari spare part</li> <li>Lebih awet dibanding amplas</li> </ol>	
4	Pencekam	<p>Pencekam akan dibuat menggunakan 4 buah baut sehingga memudahkan dalam penyetulan ketika mencekam poros cam</p>	

Berdasarkan catatan-catatan tersebut, maka dibuat desain wujud yang dapat dilihat pada gambar 6. Mesin tersebut secara garis besar mempunyai

pencekam master poros cam dan poros cam bahan, batu gerinda, dan *swing arm*.



Gambar 6. Hasil desain mesin gerinda penduplikat poros cam

Dimensi mesin gerinda penduplikat poros cam hasil desain tersebut secara keseluruhan memiliki panjang 570 mm, lebar 320 mm dan tinggi 529

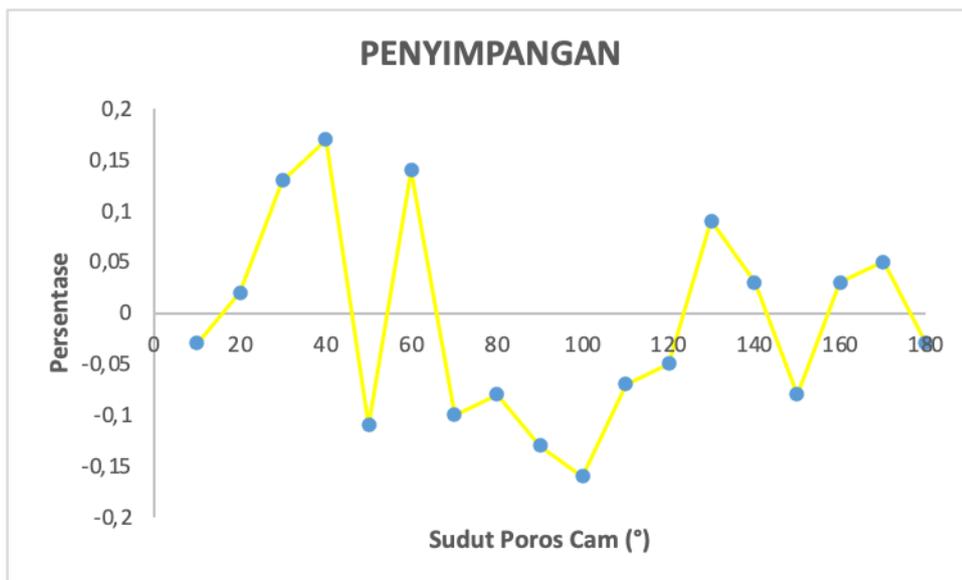
mm. Rangka yang digunakan adalah baja hollow dengan penampang segi empat berukuran 40 x 40 x 2 mm.



Gambar 7. Mesin gerinda penduplikat poros cam setelah proses pembuatan

Dari hasil pengujian diperoleh waktu untuk mengerjakan 1 lobe adalah selama 30 menit. Sehingga 1 buah poros cam dapat diselesaikan

dengan waktu 1 jam. Besarnya penyimpangan ukuran untuk *lobe intake* poros cam dapat dilihat pada gambar 8.

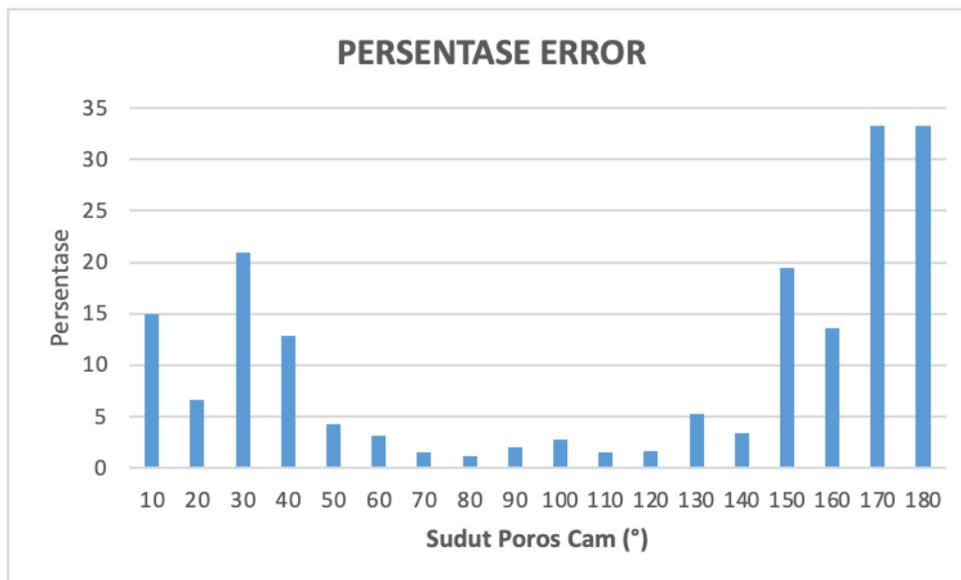


Gambar 8. Grafik penyimpangan ukuran poros cam intake hasil duplikasi

Secara keseluruhan, rata-rata penyimpangan pada hasil duplikat *lobe intake* adalah sebesar 0,08 mm dan penyimpangan tertinggi ada pada sudut 40° sebesar 0,17 mm. Hal ini disebabkan karena pada sudut 40° terdapat perubahan bentuk profil yang signifikan yang tidak diikuti dengan pengurangan

putaran mesin sehingga menghasilkan penyimpangan yang cukup tinggi.

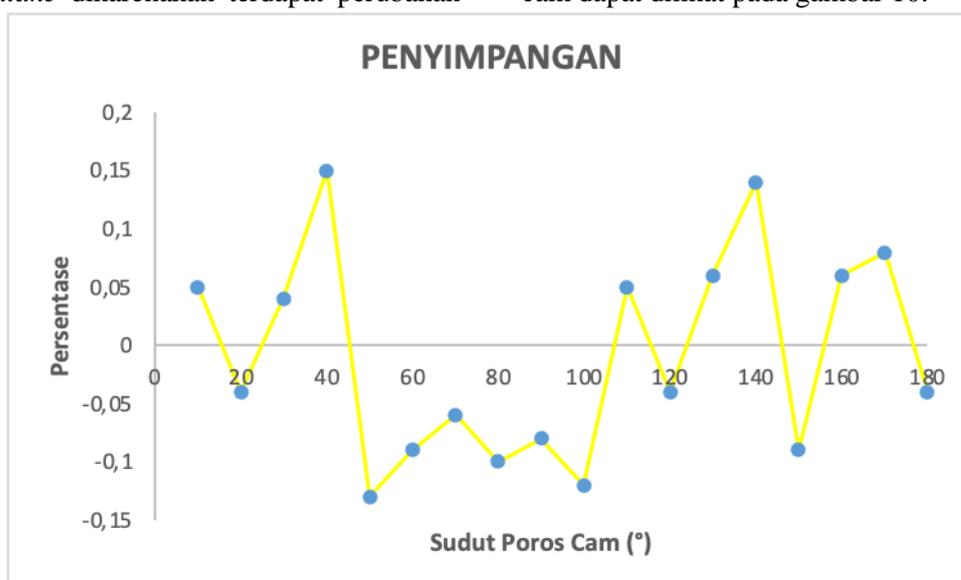
Besarnya persentase *error* pada *lobe intake* poros cam dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Persentase *error* pada *lobe intake*

Besarnya rata-rata *error* pada *lobe intake* duplikat poros cam adalah sebesar 10,10%, dengan *error* tertinggi ada pada sudut 170° dan 180° sebesar 33,33%. Besarnya penyimpangan pada awal dan akhir *lobe intake* dikarenakan terdapat perubahan

profil yang signifikan yang tidak diikuti dengan penurunan putaran mesin, sehingga profil tidak terbentuk dengan kepresisian yang tinggi. Besarnya penyimpangan ukuran untuk *lobe exhaust* poros cam dapat dilihat pada gambar 10.

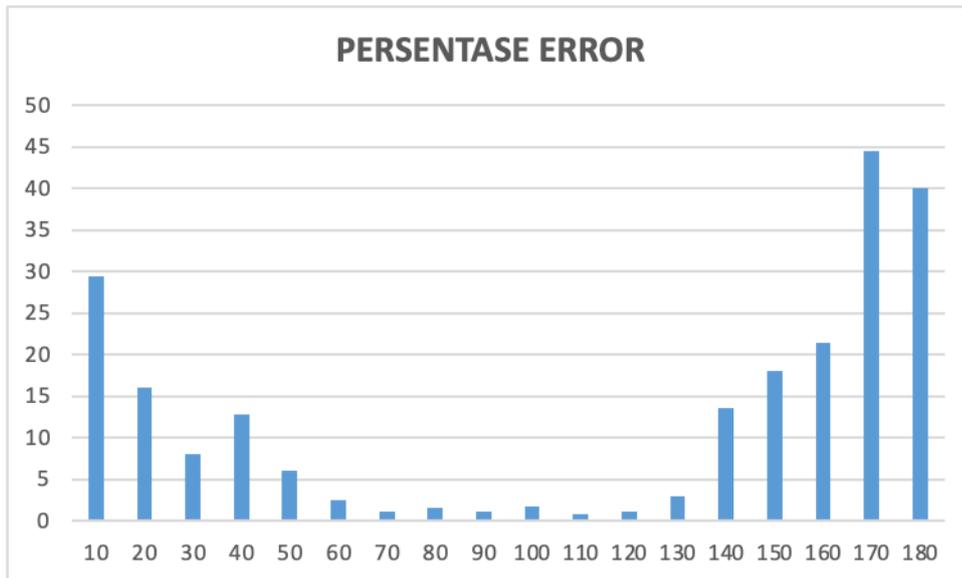


Gambar 10. Grafik penyimpangan ukuran poros cam *exhaust* hasil duplikasi

Secara keseluruhan, rata-rata penyimpangan pada hasil duplikat *lobe exhaust* adalah sebesar 0,08 mm dan penyimpangan tertinggi ada pada sudut 40° sebesar 0,15 mm. Penyimpangan tertinggi pada *lobe exhaust* juga terdapat pada sudut 40° dimana

terdapat perubahan profil yang signifikan tanpa diikuti pengurangan putaran mesin.

Besarnya persentase *error* pada *lobe exhaust* poros cam dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Persentase *error* pada *lobe exhaust*

Besarnya rata-rata *error* pada *lobe exhaust* duplikat poros cam adalah sebesar 10,10%, dengan *error* tertinggi ada pada sudut 170° sebesar 44,4%, dengan penyebab yang sama seperti pada *lobe intake* yaitu karena terdapat perubahan profil cam yang signifikan, yang tidak diikuti dengan penurunan putaran mesin. Hal ini menyebabkan hasil duplikasi mempunyai tingkat kepresisian yang paling rendah dengan tingkat *error* paling tinggi.

### KESIMPULAN

Kapasitas produksi mesin adalah 1 buah duplikasi cam (*lobe intake* dan *exhaust*) per jam.

1. Dari hasil pengujian, tingkat *error* yang paling tinggi pada *lobe intake* dan *exhaust* terjadi pada sudut 10°, 30°, 40°, 150°, 160°, 170° dan 180°.
2. Tingginya tingkat *error* disebabkan oleh perubahan profil yang signifikan pada poros cam, yang tidak diikuti dengan penurunan putaran mesin.
3. Mesin ini mempunyai ketelitian  $\pm 0,08$  mm.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap yang telah memberikan kesempatan dan dukungan, baik moril maupun peralatan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. H. Al-Rasyid, K. Anam, dan Towijaya, “Pengaruh Modifikasi Lubang Buang Terhadap Daya dan Torsi pada Sepeda Motor 2 Tak,” *Surya Teknika*, vol. 10, no. 1, hlm. 1–8, 2022, doi: <https://doi.org/10.48144/suryateknika.v6i1.1337>.
- [2] D. S. Ikhwanudin dan I. M. Arsana, “Pengaruh Penggunaan Engine Control Unit (ECU) Unlimiter Terhadap Engine Motor Yamaha V-ixion 150 CC,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, hlm. 175–184, 2021.
- [3] M. S. Ghaly dan Y. A. Winoko, “Analisis Perubahan Diameter Base Circle Camshaft Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor,” *Jurnal Flywheel*, vol. 10, no. 2, hlm. 7–12, 2019, doi: <https://doi.org/10.36040/flywheel.v10i2.742>.
- [4] Syarifudin, “Pengaruh Penggunaan Knalpot Standart Dengan Racing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Mio GT Soul Tahun 2012,” *Jurnal*

- Nozzle*, vol. 5, no. 1, hlm. 106–108, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.30591/nozzle.v5i1.803>.
- [5] W. Wardana, S. Widodo, dan K. Suharno, “Pengaruh Durasi Pembukaan Katup Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah 160 CC,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 2022.
- [6] H. K. Muhajir, A. A. P. Susastriawan, M. H. N. Aziz, P. T. D. Rompas, dan H. Khairul Muhajir, “Pengaruh Variasi Tinggi Lift, Lobe Separation Angle Camshaft, dan Roller Rocker Arm Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah,” *Jurnal Frontiers*, vol. 1, no. 1, hlm. 7–16, Apr 2018, [Daring]. Available: <http://ejournal.unima.ac.id/index.php/efronti>
- [7] I. G. N. S. Sanjaya, K. R. Dantes, dan I. N. P. Nugraha, “Analisis Perbandingan Durasi Cam Shaft Terhadap Torsi dan Daya Pada Motor Bensin 4 Langkah,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 7, no. 1, hlm. 29–35, Mar 2019, doi: <https://doi.org/10.23887/jjtm.v7i1.18589>.
- [8] O. D. Prakoso dan Wahyudi, “Pengaruh Penggunaan Variasi Camshaft dengan Beda Durasi Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor 4 Langkah,” *Automotive Science and Education Journal*, vol. 9, no. 1, hlm. 43–47, 2020, [Daring]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/asej>
- [9] I. T. Prasetyo, A. Sudrajad, dan Y. Yusuf, “Modifikasi Durasi Camshaft Untuk Meningkatkan Performa Mesin Satu Silinder 115 Cc,” *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, vol. 21, no. 2, hlm. 84–90, Jul 2020, doi: [10.23917/mesin.v21i2.10886](https://doi.org/10.23917/mesin.v21i2.10886).
- [10] L. D. Yuono dan E. Budiyanto, “Pengaruh Perubahan Sudut Camshaft Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Sebagai Upaya Efisiensi Energi,” *Turbo*, vol. 9, no. 1, hlm. 78–86, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v9i1.1162>.
- [11] S. Ardi, F. Abdillah, dan S. Mahendra, “Pengaruh Variasi Durasi Camshaft Terhadap Performance dan Emisi Gas Buang Pada Motor 4 Tak 150 Cc,” *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, vol. 2, no. 1, hlm. 41, Apr 2020.
- [12] Halim, R. Bachmid, dan S. P. Yudha, “Pengaruh Durasi Camshaft Terhadap Prestasi Mesin Bensin 110 Cc,” *Otopro*, vol. 17, no. 1, hlm. 1–7, Nov 2021, doi: <https://doi.org/10.26740/otopro.v17n1.p1-7>.
- [13] A. Habib dan A. Ghofur, “Pengaruh LSA (Lobe Separation Angel) pada Camshaft Terhadap Unjuk Kerja Mesin Jupiter Z1,” *ROTARY*, vol. 3, no. 1, hlm. 43–56, 2021, doi: [https://doi.org/10.20527/jtam\\_rotary.v3i1.3465](https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v3i1.3465).
- [14] W. N. Achmadin, I. N. D. K. Dewi, dan D. Wahyudi, “Pengaruh Modifikasi Lift Camshaft dengan Bahan Bakar Peralite dan Pertamina Terhadap Kinerja Mesin 110 Cc,” *Turbo*, vol. 10, no. 2, hlm. 231–238, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v10i2.1716>.
- [15] I. A. Syaifudin dan A. Rijanto, “Pengaruh Tinggi Lift Noken As Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor Yamaha Vixion,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi (Semastek)*, Sep 2022, vol. 1, no. 1, hlm. 360–363.
- [16] A. A. A. Sya’bani, K. R. Dantes, dan I. G. Wiratmaja, “Pengaruh Variasi Derajat Lobe Separation Angle Camshaft Terhadap Torsi, Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Motor Bensin 4 Langkah,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 2, hlm. 148–157, 2022.
- [17] M. Gufron, D. Wahyudi, dan I. K. Noor Dwi, “Analisis Performa Mesin Camshaft Standart dan Camshaft Modifikasi Sepeda Motor 110cc,” *Cermin: Jurnal Penelitian*, vol. 5, no. 2, hlm. 306–316, Des 2021, doi: [https://doi.org/10.36841/cermin\\_unars.v5i2.1086](https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v5i2.1086).
- [18] Sunarto, Carli, Daryadi, Hartono, dan B. Sumiyarso, “Desain Copy Grinding Machine Untuk Menggerinda Pahat Bubut Bentuk Ulir Radius,” dalam *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, Des 2018, hlm. 204–209.
- [19] N. T. Bunga, H. Sukma, H. Hariri, Richard, dan Y. A. Sihombing, “Rancang Bangun Mesin Gerinda Copy Camshaft,” *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, vol. 1, no. 1, hlm. 17–25, Jan 2019, doi: <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v1i1.214>.
- [20] A. Y. Nasution, R. E. Muhammad, dan R. N. Kholik, “Pembuatan Mesin Pengcopy Camshaft Racing Sepeda Motor 4 Tak dengan Kapasitas 1 Pcs/30 Menit,” dalam *Prosiding SEMNASTEK*, Okt 2019, vol. 16, hlm. 1–5.