

Case Study

Uji Cam Modifikasi dan *Rocker Arm* dengan Roller pada Yamaha 5D9

Testing of Cam Modified and Roller Rocker Arm on Yamaha 5D9

Bahtiar Wilantara*

Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Dharma Patria Kebumen

Jl. Letnan Jenderal Suprpto No.73, Kebumen, Jawa Tengah 54311, Indonesia

*Email: bahtiar@politeknik-kebumen.ac.iddoi: <https://doi.org/10.31603/ae.v2i1.2641>

Published by Automotive Laboratory of Universitas Muhammadiyah Magelang collaboration with Association of Indonesian Vocational Educators (AIVE)

Abstrak

Article Info

Submitted:

18/03/2019

Revised:

06/04/2019

Accepted:

24/04/2019

Artikel ini menyajikan pengaruh *cam* modifikasi dan aplikasi roller *rocker arm* terhadap torsi, daya, dan emisi gas buang sepeda motor. Pengujian torsi dan daya dilakukan dengan dynamometer tipe Rextor Pro Dyno dan pengujian emisi dilakukan dengan engine gas analyzer tipe Heshbon HG-510. Obyek penelitian adalah sepeda motor Yamaha 5D9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *cam* modifikasi dan roller *rocker arm* berpengaruh pada peningkatan torsi sebesar 0,04 Nm dan daya 3,4 kW namun berpotensi meningkatkan emisi CO dan HC.

Kata kunci: Cam modifikasi; Roller rocker arm; Daya; Torsi; Emisi

Abstract

This article presents the effect of a modified cam and the application of roller rocker arm to torque, power and exhaust emissions on the Yamaha 5D9. Torque and power testing are performed on the Rextor Pro Dyno dynamometer and emission testing is carried out with the Heshbon HG-510 gas analyzer engine. The results show that the use of a modified cam and roller rocker arm has an effect on increasing torque by 0.04 Nm and power of 3.4 kW but potential to increased CO and HC.

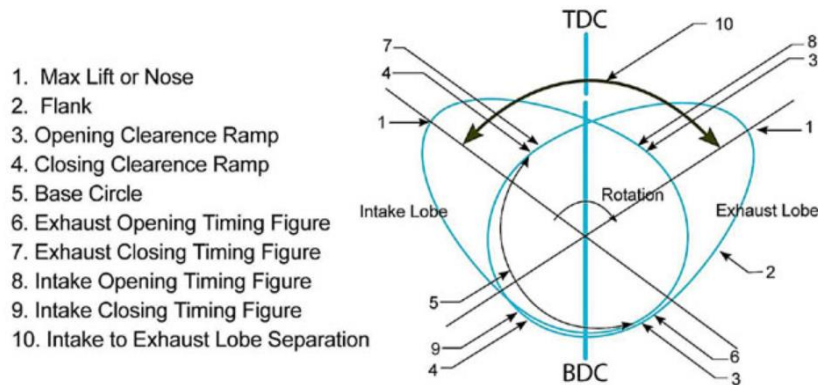
Key words: Cam modifikasi; Roller rocker arm; Power; Torque; Emission

1. Pendahuluan

Mekanisme katup memiliki peran penting dalam kinerja mesin 4 tak. Pada volume mesin yang sama, torsi dan daya bisa berbeda karena profil *cam* yang berbeda. Profil *cam* menentukan durasi, tinggi angkat katup, durasi, dan *overlapping valve*. Anatomi *cam* pada sepeda motor 4 tak disajikan pada Gambar 1.

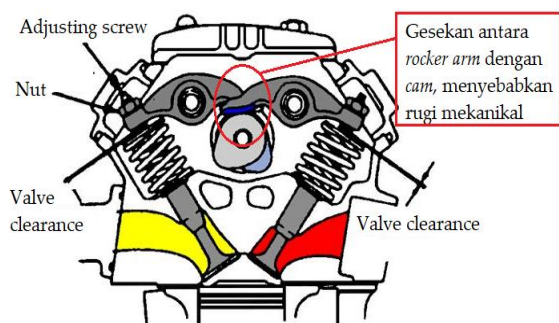
Salah satu bagian penting dari mekanisme katup adalah *rocker arm* yang terpasang pada *cam*

shaft untuk menggerakkan katup masuk dan katup buang. Gerak putar *cam shaft* ditransfer melalui *rocker arm* untuk menekan katup hisap dan katup buang. Ketika katup hisap tertekan oleh *rocker arm* maka campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam ruang bakar, sedangkan pada saat *rocker arm* menekan katup buang maka gas hasil pembakaran dapat keluar melalui katup buang [1]–[3].



Gambar 1. Anatomi cam [4]

Rasio *rocker arm* dapat didesain untuk mengatur tinggi angkat katup (*valve lifter*), yang memungkinkan tinggi angkat katup lebih besar daripada tinggi *cam* [5]. Sayangnya, pada *rocker arm* tanpa *bearing/roller*, gesekan antara *rocker arm* dan *cam shaft* mengakibatkan potensi kerugian mekanikal, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. *Cam shaft* yang terkikis berpotensi menurunkan efisiensi volumetrik.

Gambar 2. Mekanisme katup dengan *rocker arm* tanpa roller

Untuk mengurangi rugi mekanikal karena gesekan *rocker arm* dengan *cam*, inovasi teknologi dikembangkan dengan menambahkan *roller* pada *rocker arm*. *Roller* ditempatkan pada poros *rocker arm* dengan *needle bearing* [6] atau diujung *rocker arm* yang bergesekan dengan *cam shaft*, atau kombinasi keduanya [7]. Pemasangan *roller* agar koefisien gesek jadi berkurang. Berkurangnya gesekan memberikan keuntungan, yaitu: mesin berputar lebih ringan, suara mesin menjadi lebih halus, dinding *cam* menjadi lebih awet, dan kerja *camshaft* jadi lebih ringan, sehingga dapat meningkatkan performa mesin [8], [9]. Perbandingan *rocker arm* standar dengan *roller*

rocker arm disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut.

Gambar 3. Perbedaan *rocker arm* standar (a) dan *roller rocker arm* (b)

Berdasarkan latar belakang tersebut, sebuah *case study* dilakukan untuk menguji *cam* yang dimodifikasi dan aplikasi *roller rocker arm* pada mesin Yamaha 5D9. Sebuah pengujian standar (*pick power*) dilakukan pada untuk mengevaluasi kinerja *roller rocker arm* terhadap torsi dan daya. Selanjutnya, emisi gas buang juga diuji dengan *engine gas analyzer*.

2. Metode

Spesifikasi sepeda motor yang digunakan untuk penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi sepeda motor

No	Komponen	Spesifikasi
1	Mesin	4 langkah, SOHC, 2 valve
2	Sistem Pendingin	Udara
3	Jumlah Silinder	1 Silinder
4	Kapasitas Silinder	113,7 cc
5	Sistem Bahan Bakar	Karburator, VM17SH x1
6	Rasio Kompresi	9,3:1
7	Power Maksimal	6,0 kW / 7500 rpm
8	Torsi Maksimal	8,3 Nm / 4500 rpm
9	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	193 x 67,5 x 105,5 cm

Camshaft yang digunakan dimodifikasi dengan mengatur ulang base circle, ramp, flank, dan cam lift sehingga spesifikasi dasar menjadi berubah. Perbandingan data *camshaft* yang sudah dimodifikasi terhadap camshaft standar disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Sepeda Motor

Jenis Pengukuran	Standar	Modifikasi
Katup in Buka	9 derajat	21 derajat
Katup in Tutup	33 derajat	54 derajat
Katup ex Buka	3 derajat	27 derajat
Katup ex Tutup	34 derajat	48 derajat
Lift Katup in	6 mm	8,0 mm
Lift Katup ex	5,9 mm	8,0 mm
Durasi Katup in	222 derajat	255 derajat
Durasi Katup ex	217 derajat	255 derajat
Overlap	1,2 mm	3,0 mm

Data pada Tabel 2 diperoleh dengan metode seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Pengukuran durasi katup

Rocker arm standar diganti dengan *roller rocker arm*, seperti yang disajikan dalam Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Pemasangan roller rocker arm untuk menggantikan rocker arm standar

Selanjutnya, performansi *cam* modifikasi dan *roller rocker arm* diuji dengan dynamometer Rextor Pro Dyno dengan *roller inertia* 1,446. Penempatan sepeda motor pada dynamometer disajikan pada Gambar 6. Selanjutnya, pengaruh *cam* modifikasi dan *roller rocker arm* terhadap emisi diuji dengan *engine gas analyzer* tipe Heshbon HG-510.



Gambar 6. *Photographic view* penempatan sepeda motor pada dynamometer

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil uji torsi dan daya mesin

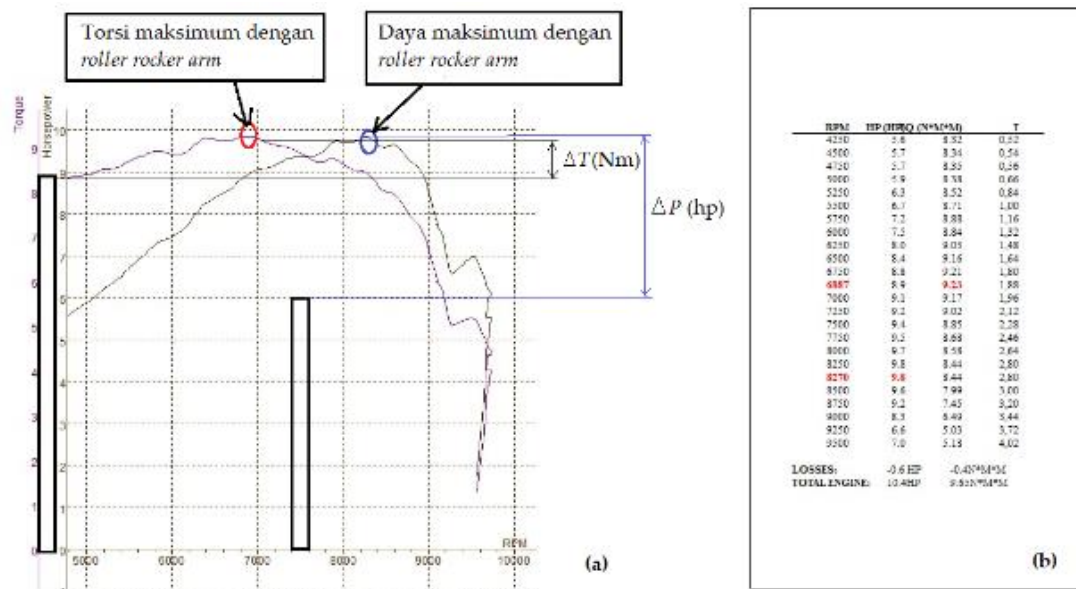
Pengujian torsi dan daya mesin dilakukan pada temperatur kamar 33 °C dengan kelembaban udara relatif (RH) 58% dan pada tekanan barometrik 1000 mbar. Hasil uji *cam* modifikasi dan *roller rocker arm* terhadap standar disajikan dalam Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7, Daya tertinggi yang dihasilkan dari pemasangan *cam* modifikasi dan *roller rocker arm* yaitu sebesar 9,8 kW pada putaran roda 8270 rpm. Sedangkan torsi tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 9,23 kW pada putaran roda 6887 rpm.

Daya dan torsi meningkat karena pemasangan *cam* modifikasi dapat meningkatkan

jumlah udara yang masuk pada mesin. Bertambahnya udara yang masuk diidentifikasi sebagai cara yang sangat efektif untuk meningkatkan tingkat pembakaran dan efisiensi pembakaran, sehingga berdampak pada peningkatan daya dan torsi [10]–[13]. Sementara

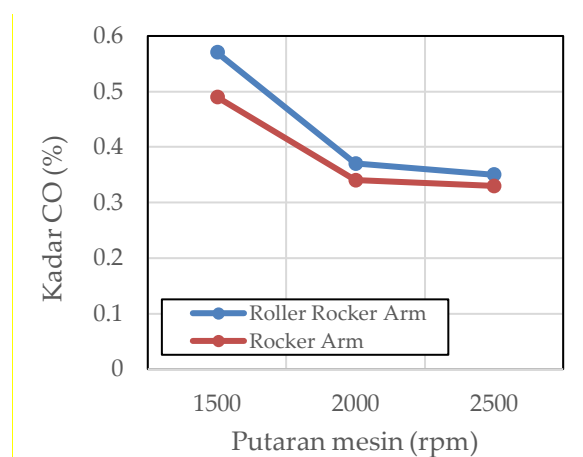
penggunaan *roller rocker arm* dapat mengurangi gesekan. Pada penelitian ini, bahan bakar yang digunakan adalah pertamax. Bahan bakar pertamax dipilih karena memiliki nilai oktan yang tinggi dibandingkan premium.



Gambar 7. Hasil uji pada dynamometer: (a) Grafik torsi dan daya; (b) Tabel hasil pengujian

3.2. Hasil uji emisi

Dari serangkaian pengujian diperoleh hasil uji emisi CO dan HC yang disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9, sebagai berikut.



Gambar 8. Diagram Hasil Pengukuran Kadar CO

Emisi gas CO timbul karena reaksi pembakaran yang tidak sempurna. Peningkatan emisi gas CO disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar yang tidak sesuai, pemasukan bahan bakar masih menggunakan karburator,

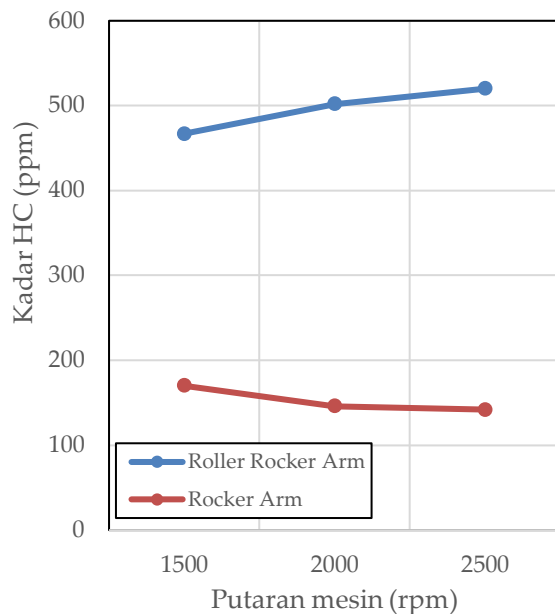
rasio kompresi rendah, dan tidak ada katalis pada system pembuangan [7].

Pada hasil pengujian kadar CO, penggunaan *cam* modifikasi *roller rocker arm* mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan penggunaan *rocker arm* biasa. Pada *roller rocker arm*, emisi gas CO yang dihasilkan lebih banyak karena jumlah bahan bakar yang masuk dalam silinder bertambah. Emisi CO dari kendaraan dipengaruhi oleh perbandingan campuran udara dengan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Namun, semakin tinggi putaran mesin, terjadi penurunan kadar CO pada penggunaan *roller rocker arm*. Pada saat putaran mesin ditingkatkan, maka campuran udara dan bahan bakar menjadi kurus (*lean*), sehingga ada kecenderungan emisi CO semakin turun [7].

Selanjutnya, hasil pengujian emisi HC dengan *cam* modifikasi dan *roller rocker arm* mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan penggunaan *rocker arm* biasa. Pada mesin dengan *cam* modifikasi dan *roller rocker arm*, emisi HC yang dihasilkan meningkat ketika putaran mesin semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena

putaran mesin yang tinggi sehingga bahan bakar tidak terbakar sepenuhnya, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 sebagai berikut.

s



Gambar 9. Diagram Hasil Pengukuran Kadar HC

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi cam modifikasi dengan durasi bukaan katup yang lebih besar dan roller rocker arm dapat meningkatkan daya dan torsi pada Yamaha 5D9. Peningkatan durasi meningkatkan jumlah udara yang masuk pada mesin sehingga berdampak pada peningkatan daya dan torsi. Sementara itu, aplikasi roller rocker arm menurunkan gesekan pada mekanisme katup. Namun demikian, modifikasi ini beresiko meningkatkan emisi, terutama emisi HC.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Staff Laboratorium Politeknik Dharma Patria untuk fasilitas penelitian yang diberikan. Tidak lupa, ucapan terimakasih juga disampaikan kepada para reviewer yang telah membantu meningkatkan kualitas artikel ini.

Referensi

[1] S. M. Husain and S. Sheikh, "Design and Analysis of Rocker ARM," *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics*

Researc, vol. 02, no. 3, pp. 191–197, 2016.

- [2] V. R. Magdum, S. H. Sawant, P. G. Student, M. Engineering, and J. J. M. College, "An Overview of Design and Analysis of Rocker Arm," *International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)*, vol. 4, no. 7, pp. 2499–2501, 2017.
- [3] S. M. Husain and S. Sheikh, "Rocker Arm : - a Review," *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 2, no. 4, pp. 1120–1126, 2013.
- [4] G. P. Garage, "How to read a cam spec card." [Online]. Available: <http://garage.grumpysperformance.com/index.php?threads/how-to-read-a-cam-spec-card.1477/>.
- [5] Y.-L. Lee, J. Pan, R. B. Hathaway, M. E. Barkey, and D. Taylor, "Stress-based analysis fatigue and design," *Fatigue Testing and Analysis*, pp. 103–180, 2005.
- [6] A. E. Fredericksen and R. D. Richtmeyer, "Needle Bearing Rocker Arm Assembly," US4878463A, 1989.
- [7] A. W. Hayman, R. S. McAlpine, and E. C. Douse, "High Performance Overhead Valvetrain Assembly," US007878168B2 (12), 2011.
- [8] H. K. Muhajir, A. A. P. Susastriawan, M. H. N. Aziz, and P. T. D. Rompas, "Pengaruh Variasi Tinggi Lift, Lobe Separation Angle Camshaft, dan Roller Rocker Arm Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah," *Frontiers: Jurnal Sains Dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 7–16, 2018.
- [9] P. Kubiak, K. Siczek, and K. Siczek, "the Analysis of Friction in the Bearing of Rocker Arms," *Journal of KONES. Powertrain and Transport*, vol. 23, no. 2, pp. 231–238, 2016.
- [10] F. I. Darmawangsa, "Analisis Pengaruh Penambahan Durasi Camshaft Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Pada Engine Sinjai 650 Cc," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [11] M. S. Al-Khaldi, M. K. A. Ariffin, S. Sulaiman, B. T. H. T. Baharudin, and N. Abdul Aziz, "Determination of optimum valve opening and height in the automotive engine," *ARPN*

- Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, no. 1, pp. 190–194, 2016.
- [12] C. Park, W. Park, Y. Kim, Y. Choi, and B. Lim, “Effect of Valve Timing and Excess Air Ratio on Torque in Hydrogen-Fueled Internal Combustion Engine for UAV,” *Energies*, vol. 12, no. 5, p. 771, 2019.
- [13] A. A. Sabaruddin, S. Wiriadidjaja, A. S. Mohd Rafie, F. I. Romli, and H. Djodihardjo, “Engine optimization by using variable valve timing system at low engine revolution,” *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 20, pp. 9730–9735, 2015.