




Experimental Study of Exhaust Manifold Modification using Orifice on Suzuki Satria F 150

Sartono Putro , Auliya Imam Maulana, Ribut Wahyu Purwanto

Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

 sp150@ums.ac.id

 <https://doi.org/10.53017/uje.179>

Received: 22/02/2022

Revised: 25/03/2022

Accepted: 26/03/2022

Abstract

*This study aims to determine the effect of modification of Exhaust Manifold using orifice on engine performance of Suzuki Satria F 150. Experiments were carried out by installing orifice blinds with diameters of 18, 20, 22 mm and circular perforated orifices with diameters of 19, 19.5, 20.5, and 20. mm on the exhaust manifold. Engine performance, torque and power were tested with dyno test. Fuel consumption is measured using a measuring tube. The results showed that using an orifice blind modification, the smaller the exhaust manifold area, the smaller the torque and power produced. The modification uses an orifice hole, the torque and power produced are close to the standard exhaust manifold. Optimal *sfc* on modifications using orifice blinds is obtained at engine speed of 6000 to 8500 rpm. While at engine speed of 9000 rpm and above, the modification of the exhaust manifold orifice hole is more optimal.*

Keywords: Exhaust manifold; Orifice; Engine Performance; *Sfc*

Studi Eksperimental Modifikasi Exhaust Manifold Menggunakan Orifice pada Suzuki Satria F 150

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi Exhaust Manifold menggunakan orifice terhadap performa mesin Suzuki Satria F 150. Eksperimen dilakukan dengan memasang orifice blind diameter 18, 20, 22 mm dan orifice berlubang melingkar dengan diameter 19, 19,5, 20,5, dan 20 mm pada exhaust manifold. Performa engine, torsi dan daya dilakukan pengujian dengan dynotes. Konsumsi bahan bakar diukur dengan menggunakan tabung ukur. Hasil penelitian menunjukkan modifikasi menggunakan orifice blind, semakin kecil luas aluan exhaust manifold, torsi dan daya yang dihasilkan semakin kecil. Modifikasi menggunakan orifice hole, torsi dan daya yang dihasilkan mendekati exhaust manifold standart. Kbbbs pada modifikasi menggunakan orifice blind unggul pada putaran engine 6000 s.d. 8500 rpm. Sedangkan pada putaran engine 9000 rpm ke atas, modifikasi exhaust manifold orifice hole lebih unggul

Kata kunci: Exhaust manifold; Orifice; Engine Performance; *Sfc*

1. Pendahuluan

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang menggunakan sistem kerja mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis. Peningkatan performa mesin *internal combustion* (IC) dapat dilakukan dengan cara memodifikasi pada bagian *intake*, yaitu dengan menerapkan teknologi *Multi valve*, *Fuel injection* dan VVT (*variable valve timing*). Modifikasi lainnya juga dapat dilakukan pada bagian *exhaust* yaitu dengan menggunakan *exhaust wrap*, *Super KIPS* dan *Magic ring*.

Exhaust manifold adalah bagian dari mesin yang berfungsi untuk mengumpulkan dan membawa gas buang dari kepala silinder kemudian menyalurkannya ke sistem pembuangan [1]. *Exhaust manifold* berpengaruh penting dalam kinerja sistem mesin IC, khususnya efisiensi emisi dan konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS).

Exhaust manifold dalam keadaan optimal konstruksi dan desain dapat meningkatkan daya mesin [2]. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh modifikasi *exhaust manifold* dengan *orifice* terhadap performa Suzuki Satria F 150.

1.1. Permasalahan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh modifikasi *exhaust manifold* menggunakan *orifice* terhadap performa mesin Suzuki Satria F 150 berupa torsi, daya, dan kbbs. Hasil penelitian dapat digunakan dalam upaya peningkatan performa sepeda motor. Penelitian dilakukan menggunakan pengujian *orifice blind* tiga variasi diameter 18, 20 dan 22 mm serta *orifice hole* diameter 19, 19,5, 20,5 mm, dan diameter 20 mm yang dikenal dengan "Magic ring".

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui torsi motor bakar modifikasi *exhaust manifold* dengan *orifice blind* dan *orifice hole*.
- Mengetahui daya motor bakar modifikasi *exhaust manifold* dengan *orifice blind* dan *orifice hole*.
- Mengetahui kbbs motor bakar modifikasi *exhaust manifold* dengan *orifice blind* dan *orifice hole*.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menggunakan sepeda motor Suzuki Satria F 150.
- Menggunakan bahan bakar Pertamina.
- Indikator yang digunakan adalah torsi, daya, kbbs.
- Pengambilan data dilakukan pada saat motor dioperasikan pada gigi 4 hingga mencapai putaran 6000 s.d. 11750 RPM.

2. Tinjauan Pustaka

Dalam sebuah penelitian [3] menunjukkan adanya peningkatan Torsi sebesar 27,3 % dan Daya sebesar 25% dengan penggunaan knalpot uji 1¼ inch dan 1½ inch dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar pada putaran 6000 – 7000 RPM. Penelitian lainnya [4], menunjukkan bahwa knalpot yang dimodifikasi dengan memperbesar leher buang mengalami konsumsi energi yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena banyaknya energi kalor yang terbuang akibat diperbesarnya leher buang gas sisa. Pernyataan tersebut dapat diperjelas dengan teori neraca kalor yang mana energi kalor yang efektif hanya 25%, dan sisanya terbuang melalui saluran pendingin, akibat gesekan, melalui gas buang dan kerugian mekanik lainnya. Dalam penelitian Purnama [5], menunjukkan bahwa pada variasi 75% penutupan lubang knalpot terbukti membuat motor lebih hemat dengan tingkat *fuel consumption* lebih rendah yaitu sebesar 1,78 kg/jam, turun sebesar 18% dari kondisi standar.

3. Dasar Teori

3.1. Proses Pembakaran

Pada mesin SI (spark ignition), udara dan bahan bakar dicampur terlebih dahulu pada sistem *intake* sebelum memasuki saluran masuk silinder mesin menggunakan karburator maupun injeksi bahan bakar. Temperatur udara yang memasuki sistem *intake* dikondisikan dengan cara mencampurkan udara lingkungan dengan udara panas yang didapatkan dari hasil kontak dengan *exhaust manifold* [6]. Pada langkah *intake*, saat bahan bakar dan udara bercampur, residu gas hasil pembakaran dari siklus sebelumnya yang masih tersisa ikut tercampur. Setelah katup *intake* tertutup, silinder akan terkompresi dan piston naik ke titik mati atas atau *top dead center* (TDC) hingga tekanannya di atas atmosfer. Temperatur akan ikut meningkat seiring dengan berkurangnya volume silinder. Saat sudut *crank* diantara 10° s.d. 40° sebelum mencapai TDC, arus listrik dialirkan pada busi dan memulai proses pembakaran. Piston akan terdorong dan melakukan langkah ekspansi hingga mencapai *bottom Dead Center* (BDC) atau titik mati bawah. Ketika langkah ekspansi, sekitar $2/3$ dari langkahnya katup buang akan mulai terbuka. Kondisi tekanan silinder akan lebih besar dari *Exhaust Manifold* dan proses peniupan atau pembakaran terjadi. Gas yang terbakar mengalir melalui saluran *exhaust* hingga tekanan di dalam silinder dan *exhaust* setimbang. Langkah selanjutnya adalah langkah *exhaust*, dimana piston akan membuang gas hasil pembakaran dari silinder ke *manifold*. Katup buang terbuka sebelum langkah ekspansi selesai untuk memastikan bahwa proses peniupan tidak berlangsung terlalu lama hingga gas pembakaran ikut terbuang ketika langkah buang dimulai.

3.2. *Overlapping*

Overlapping adalah kondisi dimana katup masuk dan katup buang berada pada posisi terbuka sedikit secara bersamaan di akhir langkah buang dan di awal langkah hisap. *Overlapping* berfungsi sebagai proses pengosongan ruang bakar dari sisa-sisa pembakaran, pendingin suhu diruang bakar, dan membantu pelepasan gas buang. Derajat *overlapping* tergantung dari desain mesin [7].

3.3. Prestasi Mesin

Prestasi mesin berfungsi untuk menguji kemampuan mesin, dimana dalam pengujian ini terdiri dari beberapa macam dan prosedur yang biasanya menggunakan alat bantu *dyno test*. Prestasi mesin dapat diukur dari peningkatan torsi, daya, dan kbbs. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya [8]. Kemudian daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu [9]. Konsumsi bahan bakar spesifik adalah jumlah bahan bakar per satuan waktu untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP.

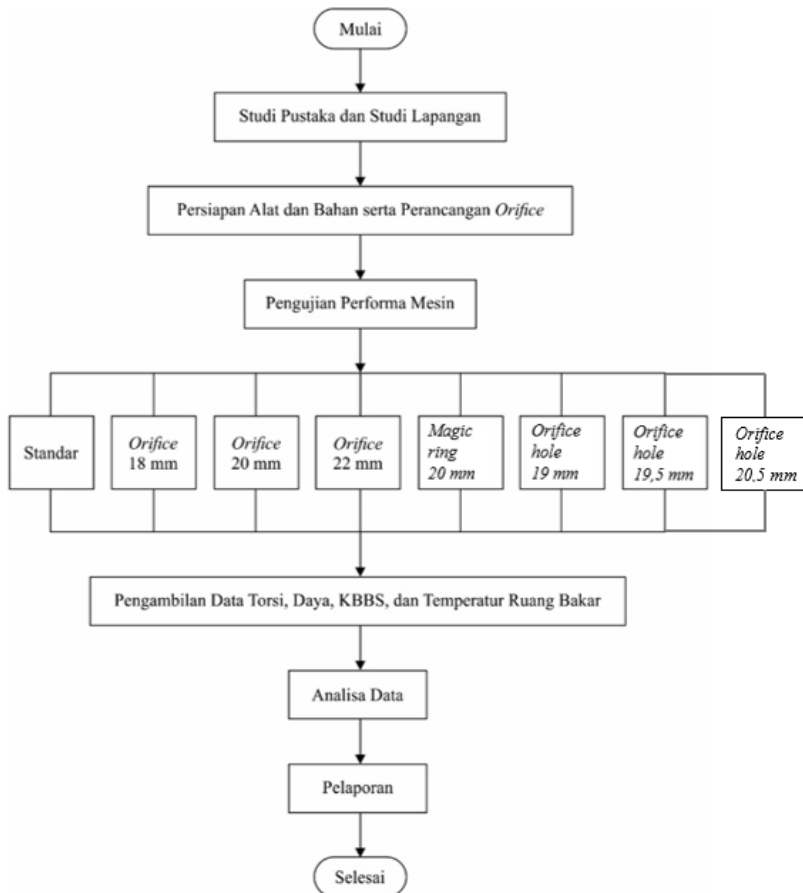
3.4. *Orifice*

Orifice adalah sebuah plat tipis dengan lubang yang berada di tengah yang berfungsi untuk menciptakan perbedaan tekanan antara *upstream* dengan *downstream*. Tekanan *upstream* lebih besar daripada tekanan *downstream* yang menyebabkan adanya tekanan balik pada bagian *upstream*. "Magic ring" merupakan produk *after market* berupa *orifice* yang memiliki lubang teratur di sekeliling lubang utama. *Magic ring* digunakan untuk memodifikasi geometri *exhaust manifold*. Klaim produsen, teknologi ini dapat menghemat bahan bakar dengan cara memanfaatkan kalor *exhaust gas* yang dimasukkan kembali ke dalam silinder mesin untuk membantu proses pembakaran.

4. Metodologi Penelitian

4.1. Diagram Alir Penelitian

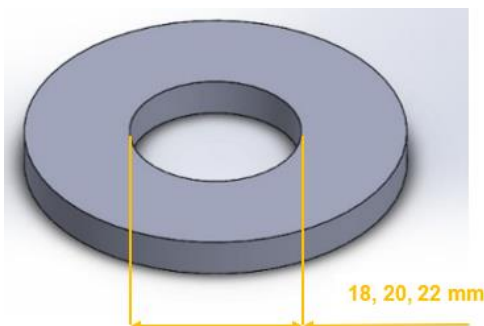
Diagram alir penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada [Gambar 1](#).



Gambar 1.
Diagram Alir
Penelitian

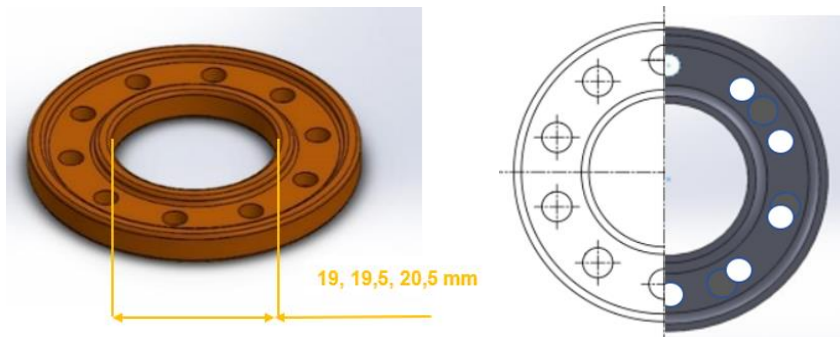
4.2. Bahan dan Alat Penelitian

- Sepeda Motor Suzuki Satria F 150
- Dyno test / Dynamometer*
- Pipa Ukur
- Thermocouple-thermo reader*
- Toolset*
- Orifice blind* diameter: 18, 20, dan 22 mm ([Gambar 2](#)).



Gambar 2. *Orifice blind*

- Orifice hole*, adalah produk *after market* dengan merk dagang “Magic Ring” diameter 20 mm, dan dibuat duplikasi dengan variasi diameter 19, 19.5, dan 20.5 mm ([Gambar 3](#)).



Gambar 3. Orifice hole

4.3. Pemasangan Alat

Skema pemasangan *orifice* ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Pemasangan *orifice* pada *Exhaust manifold*

4.4. Tahap Pengambilan Data

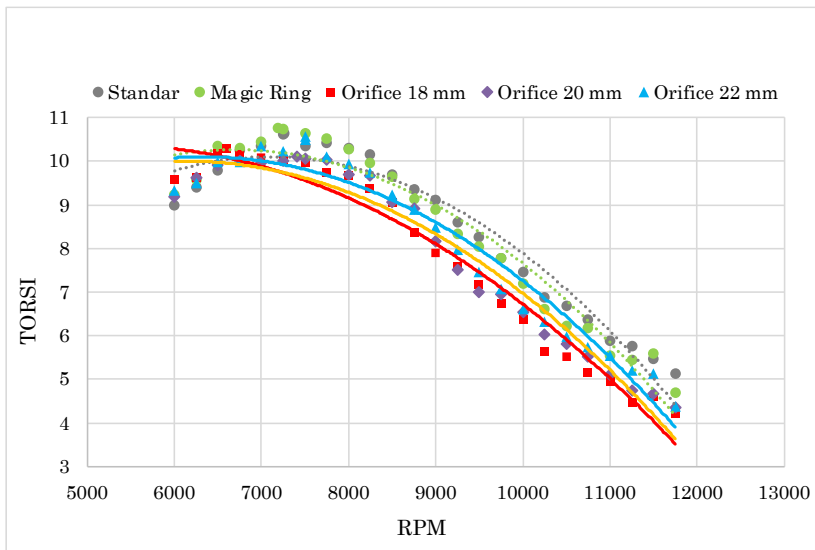
Tahapan dalam proses pengambilan data pengujian adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengecekan kondisi sepeda motor.
- Menyiapkan bahan penelitian yaitu bahan modifikasi *exhaust manifold*: *orifice blind* 18, 20, 22 mm dan *orifice hole* 19, 19.5, 20.5 mm, *magic ring* 20 mm.
- Memulai pengujian menggunakan alat *dyno test*. Pengujian dimulai dari sepeda motor pada kondisi standar, modifikasi *exhaust manifold* menggunakan *orifice blind* 18, 20, 22 mm dan menggunakan *orifice hole* 19, 19.5, 20.5 mm, *magic ring* 20 mm.
- Mengambil data torsi, daya, kbbs dan temperatur *neck exhaust manifold*. Proses pengambilan data, dilakukan dengan mengoperasikan sepeda motor pada putaran mesin 6000 s.d. 11750 RPM dengan pembebanan pada gigi 4.
- Setelah pengambilan data kemudian mesin dimatikan dan dibiarkan beberapa saat hingga temperatur mesin dan knalpot menurun.
- Pengambilan data selanjutnya melakukan pengulangan prosedur yang dimulai dari langkah 3 sampai dengan langkah 5. Pada masing-masing variasi dilakukan 3 kali percobaan untuk kemudian dirata-rata.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Hasil Pengujian Torsi

Torsi hasil dari pengujian ditunjukkan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.

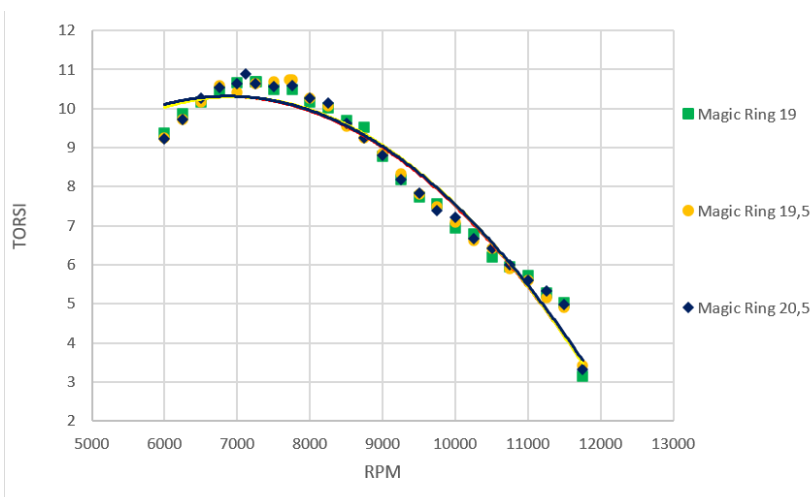


Gambar 5. Torsi Hasil Pengujian (1)

Berdasarkan data hasil pengujian pada putaran *engine* 6000 s.d. 11750 rpm, kurva torsi tertinggi berurutan dihasilkan oleh *exhaust manifold* (EM) *standart*, *magic ring* (MR), *orifice blind* (OB) diameter 22 mm, 20 mm, 18 mm. Apabila dilihat dari luasan laluan EM, bahwa luas laluan tertinggi berurutan dimiliki oleh EM std, MR, OB 22-20-18.

Orifice blind diameter 22 mm tingkat penutupan lubang yang relatif kecil yaitu sebesar 45% dari kondisi EM *standart*. *Orifice blind* diameter 20 mm tingkat penutupan lubang sebesar 50% dari kondisi EM *standart*. *Orifice blind* diameter 18 mm tingkat penutupan lubang sebesar 50% dari kondisi EM *standart*. Adapun *Orifice blind* diameter 20 mm atau *magic ring* tingkat penutupan lubang lebih rendah dibanding *orifice hole* diameter 22 mm karena memiliki lubang di sekeliling lubang utama.

Ini berarti aliran *exhaust gas* dapat dikeluarkan dengan lancar sebanding dengan luasan laluan pada EM. Secara teori kelancaran aliran *exhaust gas* dibuang dari ruang bakar dapat meminimalisasi *back pressure* sehingga *force* yang dihasilkan dari hasil pembakaran mampu mendorong piston tanpa hambatan.



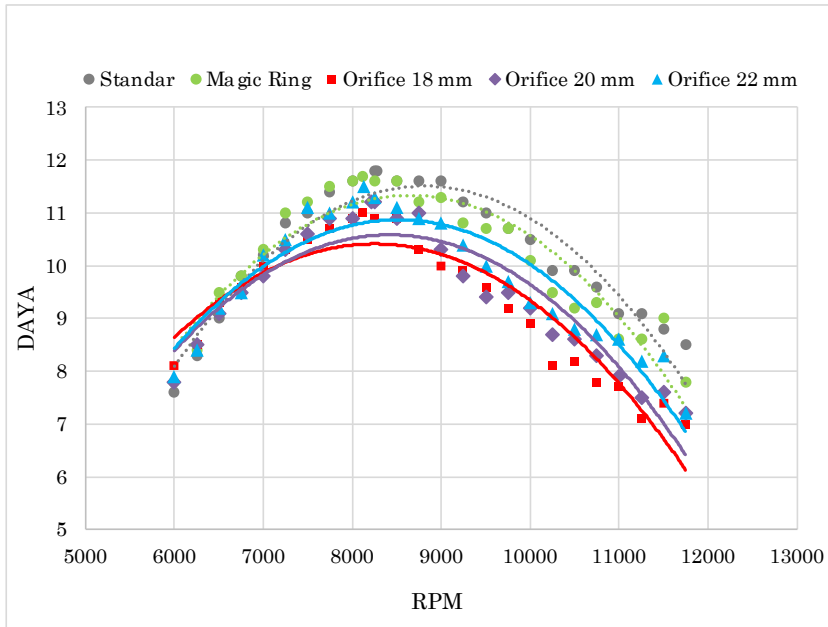
Gambar 6. Torsi Hasil Pengujian (2)

Adapun hasil pengujian modifikasi *exhaust manifold* menggunakan *orifice hole* (OH) diameter 19 mm, 19,5 mm, 20,5 mm ditunjukkan pada **Gambar 6**. Torsi yang dihasilkan oleh modifikasi EM menggunakan OH 19 mm, 19,5 mm, 20,5 mm, tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Ini berarti geometri OH yang memiliki lubang di sekeliling lubang utama mampu mengatasi perubahan diameter lubang utama *orifice*. Hasil penelitian

ini menunjukkan bahwa geometri OH atau MR tidak menghambat aliran *exhaust gas* yang signifikan sehingga tidak meningkatkan *back pressure*.

5.2. Hasil Pengujian Daya

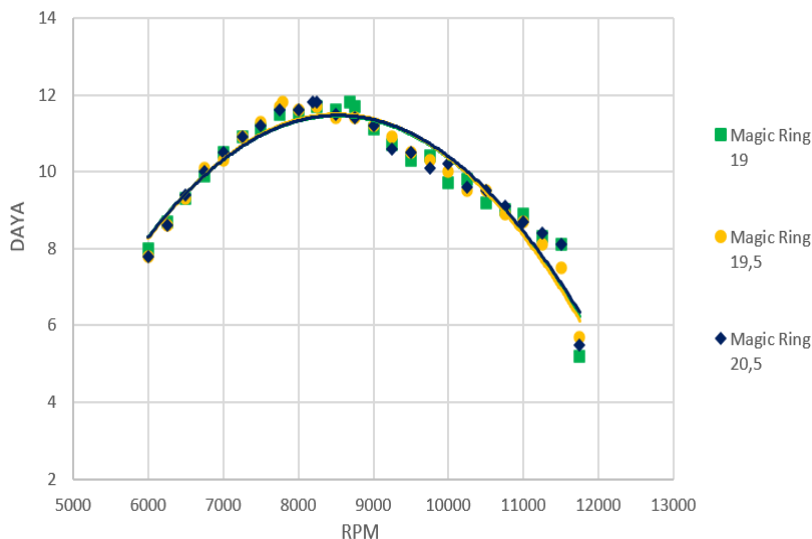
Daya hasil dari pengujian ditunjukkan pada [Gambar 7](#) dan [Gambar 8](#).



Gambar 7. Daya Hasil Pengujian (1)

Putaran *engine* 6000 s.d.11750 rpm, Kurva daya yang dihasilkan memiliki pola yang sama dengan torsi. Daya tertinggi berurutan dihasilkan oleh EM *std*, MR, OB 22 - 20 - 18 mm. Dilihat dari luasan laluan EM, bahwa luas laluan tertinggi berurutan dimiliki oleh EM *std*, MR, OB 22-20-18 mm. Ini berarti modifikasi EM menggunakan OB tidak mampu menahan kalor yang dibawa *exhaust gas*. Sedangkan daya hasil MR mendekati EM *std*. [Gambar 7](#).

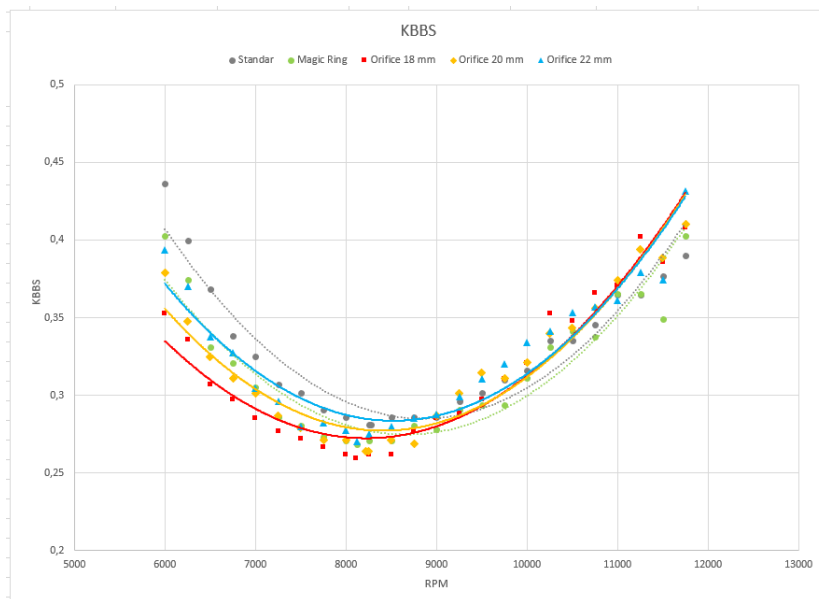
Daya yang dihasilkan oleh modifikasi EM menggunakan MR-OH 19 mm, 19,5 mm, 20,5 mm, tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Ini berarti geometri *magic ring* yang merupakan *orifice hole* tidak dapat menahan aliran kalor *exhaust gas*, sehingga tidak meningkatkan nilai W_{neto} yang dapat dilihat dari daya yang dihasilkan [Gambar 8](#).



Gambar 8. Daya Hasil Pengujian (2)

5.3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kbbs)

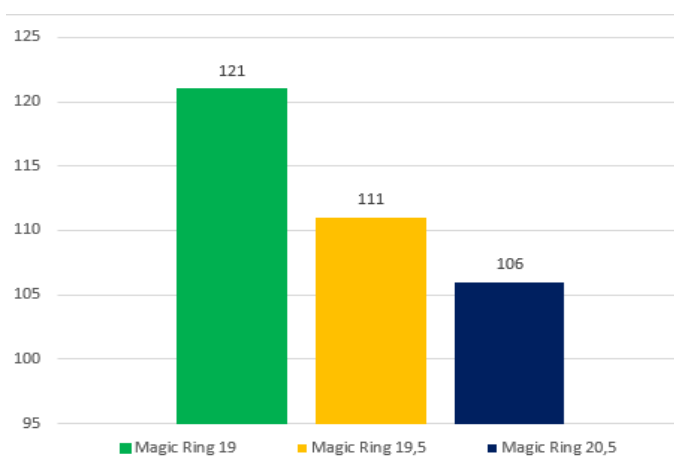
Kbbs hasil dari pengujian ditunjukkan pada [Gambar 9](#).



Gambar 9. Kbbbs Grafik Hasil Pengujian

Pada pengujian kbbs didapatkan hasil bahwa pada putaran engine 6000 s.d. 8500 rpm, kbbs toptimal berurutan dihasilkan oleh OB 18 mm, 20 mm, 22 mm. MR, EM *std.* Dilihat dari luasan laluan EM, bahwa luas laluan terkecil berurutan dimiliki oleh OB 18 mm, 20 mm, 22 mm, MR, EM *std.* Sedangkan pada putaran *engine* di atas 9000 rpm, MR, EM *std.* lebih unggul.

Ini berarti pengecilan luas laluan EM pada putaran *engine* 6000 s.d. 8500 rpm, bermanfaat dalam peningkatan efisiensi bahan bakar, namun pada putaran *engine* di atas 9000 rpm sudah tidak optimal lagi. Pada putaran *engine* di atas 9000 rpm kbbs yang dihasilkan oleh modifikasi EM menggunakan MR atau OH 19-19,5-20-20,5 mm, menunjukkan hasil optimal. Ini berarti geometri MR-OH yang merupakan mampu menahan aliran kalor dan mampu melepaskan materi *exhaust gas* dengan optimal dibanding variasi yang lain. Hal ini diperkuat dengan hasil pengukuran temperatur pada *exhaust manifold neck*, yang menunjukkan hasil rendah sehingga mampu meningkatkan nilai W_{neto} **Gambar 10.**



Gambar 10. Temperatur Exhaust Manifold Neck

6. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Pengurangan luas laluan *exhaust manifold* menggunakan OB, semakin kecil luas laluan EM, torsi yang dihasilkan semakin kecil. Torsi tertinggi berurutan dimiliki oleh EM *std.*,

- MR, OB 22-20-18 mm. Ini berarti kelancaran aliran *exhaust gas* mempengaruhi *back pressure* yang berkorelasi dengan torsi.
- b. Pengurangan luas laluan *exhaust manifold* menggunakan OH-MR 20 mm, torsi yang dihasilkan mendekati hasil torsi EM *std*. Adapun modifikasi EM dengan OH 19-19,5-20,5 mm dihasilkan kurva torsi yang berimpit. Ini berarti geometri *orifice hole* tidak menghambat aliran *exhaust gas* yang signifikan, sehingga torsi yang dihasilkan mendekati EM *std*.
 - c. Pengurangan luas laluan *exhaust manifold* menggunakan OB, semakin kecil luas laluan EM, daya yang dihasilkan semakin kecil. Daya tertinggi berurutan dimiliki oleh EM *std*, MR, OB 22-20-18 mm. Ini berarti modifikasi EM menggunakan OB tidak mampu menahan kalor yang dibawa *exhaust gas*.
 - d. Pengurangan luas laluan *exhaust manifold* menggunakan OH-MR 20 mm, daya yang dihasilkan mendekati hasil torsi EM *std*. Adapun modifikasi EM dengan OH 19-19,5-20,5 mm dihasilkan kurva daya yang berimpit. Ini berarti modifikasi EM menggunakan OH tidak mampu menahan kalor yang dibawa *exhaust gas* yang signifikan, sehingga daya yang masih di bawah EM *std*.
 - e. Kbps pada putaran *engine* 6000 s.d. 8500 rpm, pengurangan luas laluan *exhaust manifold* menggunakan OB, semakin kecil luas laluan EM, kbps yang dihasilkan semakin kecil. Sedangkan pada putaran *engine* 9000 rpm ke atas, modifikasi EM dengan OH lebih unggul. Kbps yang dihasilkan oleh modifikasi EM menggunakan OH 19-19,5 dan 20,5 mm, menunjukkan hasil yang optimal. Ini berarti geometri OH mampu menahan aliran kalor dan mampu melepaskan materi *exhaust gas* dengan optimal dibanding variasi yang lain. Hal ini diperkuat dari hasil pengukuran temperatur pada *exhaust manifold neck*, yang menunjukkan hasil rendah, sehingga mampu meningkatkan nilai W_{neto} .

Referensi

- [1] S. Jain and A. Agrawal, "Coupled Thermal-Structural Finite Element Analysis for Exhaust Manifold of an Off-Road Vehicle Diesel Engine," *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, vol. 3, pp. 223–226, 2013.
- [2] K. S. Umesh, V. K. Pravin, and K. Rajagopal, "Experimental Investigation of Various Exhaust Manifold Designs and Comparison of Engine Performance Parameters for These to Determine Optimal Exhaust Manifold Design for Various Applications," in *ACEEE Conference Proceedings Series*, 2013, vol. 2, pp. 711–730.
- [3] A. Sanata, "Pengaruh Diameter Pipa Saluran Gas Buang Tipe Straight Throw Muffler Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah," *Rotor*, vol. 4, no. 1, pp. 32–39, 2011.
- [4] A. N. Syaief, T. Norsujianto, R. R. Maulana, and S. Maknunah, "Pengaruh Exhaust Manifold Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Suzuki Smash Tahun 2007," *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. 1, no. 1, pp. 18–21, 2015.
- [5] R. P. Putra, Sutardi, W. A. Widodo, and R. P. Pratama, "Passive flow control in square duct and 90° elbow with circular turbulator at certain gaps," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2187, no. 1, p. 20044.
- [6] J. B. Heywood, *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill Education, 2018.
- [7] K. Philip, "Motor Bakar Torak-Teori & Aplikasinya," *ANDI. Yogyakarta*, 2015.
- [8] W. D. Raharjo, "Mesin Konversi Energi." Semarang: Universitas Negeri Semarang Press, 2008.
- [9] B. P. M. Arends and H. Berenschot, "Motor bensin," *Jakarta: Erlangga*, 1980.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)