

ANALISIS CELAH KATUP INTAKE DAN PANJANG INTAKE MANIFOLD TERHADAP PERFORMA MESIN YANMAR L48N6

Agam Seftian Effendi

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: agameffendi16050754053@mhs.unesa.ac.id

Agung Prijo Budijono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: agungbudijono@unesa.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja mesin pada berbagai kecepatan putar melalui variasi celah katup *intake* dan panjang *intake manifold*. Untuk melakukan peneliti tersebut dilakukan eksperimen dengan mengubah celah katup *intake* dan panjang *intake manifold*. Variabel terikat adalah konsumsi bahan bakar spesifik, torsi dan daya, variabel tetap adalah bahan bakar Dexlite CN 51 dan mesin Yanmar L48N. Masing-masing uji di setiap variabel dan putaran mesin dilakukan sebanyak 3 kali. Variasi panjang *manifold* yang digunakan yaitu, panjang standar (4cm), 10cm, 15cm, dan 20 cm. Variasi celah katup yang digunakan yaitu 0,1mm, 0,15mm dan 0,2mm. Hasil penelitian ini didapatkan performa Yanmar L48N6 dengan torsi terbesar dihasilkan oleh *intake manifold* 10cm dengan celah katup in 0,1mm pada putaran 2800 sebesar 15,04 Nm. Daya terbesar dihasilkan oleh *intake manifold* 10cm celah katup 0,15 mm yaitu pada putaran 3800 sebesar 5,36 kWh. Konsumsi bahan bakar spesifik terkecil dihasilkan oleh *intake manifold* 10 cm celah katup 0,1 mm pada putaran 3300 sebesar 261,87 g/kWh. Dapat disimpulkan bahwa variasi panjang *intake manifold* dan celah katup berpengaruh terhadap performa mesin Yanmar L48N6. Panjang *intake manifold* 10cm menghasilkan BSFC paling rendah dibandingkan *intake manifold* standar dan setelan celah katup *intake* 0,1mm menghasilkan BSFC paling rendah.

Kata Kunci: Panjang *Intake Manifold*, Celah Katup *Intake*, Mesin Diesel L48N6, KMHE

Abstract

The purpose of this study was to determine engine performance at various rotational speeds through variations in the intake valve clearance and intake manifold length. To do this, researchers conducted experiments by changing the intake valve clearance and the length of the intake manifold. The dependent variable is specific fuel consumption, torque and power, the fixed variables are Dexlite CN 51 fuel and Yanmar L48N engine. Each test on each variable and engine rotation was carried out 3 times. Variations in the length of the manifold used are standard length (4cm), 10cm, 15cm and 20cm. Variations in the valve clearance used are 0.1mm, 0.1mm and 0.2mm. The results of this study showed that the performance of the Yanmar L48N6 with the greatest torque was produced by a 10cm intake manifold with an inlet valve clearance of 0.1 at 2800 rpm of 15.04 Nm. The biggest power is generated by the intake manifold 10cm valve clearance of 0.15mm, namely at 3800 rotation of 5.36 kWh. The smallest specific fuel consumption is produced by an intake manifold of 10cm with a valve clearance of 0.1mm at 3300 rotation of 261.87 g/kWh. It can be concluded that variations in intake manifold length and valve clearance affect the performance of the Yanmar L48N6 engine. The intake manifold length of 10cm produces the lowest BSFC compared to the standard intake manifold and the intake valve clearance setting of 0.1mm produces the lowest BSFC.

Keywords: *Intake Manifold Length, Intake Valve Clearance, Diesel Engine L48N6, KMHE.*

PENDAHULUAN

Industri otomotif marak di era industri 4.0 yang lebih menekankan pada kendaraan hemat energi untuk menghadapi kemungkinan berkurangnya pasokan bahan bakar mineral seperti minyak dan gas yang tidak dapat diperbarui, dengan tujuan meningkatkan kinerja dan menurunkan polusi atau emisi dari gas buang kendaraan. Mesin mobil masa depan akan lebih ramah lingkungan dan hemat energi.

Untuk menghemat bahan bakar maka dikembangkan kendaraan hibrid dan listrik, bahan bakar injeksi dan, sistem pengapian canggih, serta penemuan bahan bakar alternatif seperti bio-diesel dan bio-bensin, sehingga diadakanlah kompetisi mobil hemat energi atau dikenal dengan KMHE adalah salah satu cara untuk mengurangi konsumsi bahan bakar.

Upaya partisipasi yang dilakukan mahasiswa UNESA dalam rangka perlombaan KMHE adalah membuat mobil Urban diesel Gared 3 bermesin diesel 4 langkah Yanmar

L48N6. Kontes mobil hemat energi mempunyai berbagai aturan yang harus dipatuhi oleh peserta lomba. Salah satunya yaitu peserta diberikan waktu tempuh maksimal 25 menit untuk menyelesaikan delapan putaran. Untuk itulah pengemudi perlu menyesuaikan kecepatan kendaraan supaya mobil menyelesaikan seluruh putaran sesuai dengan waktu yang ditentukan. Mobil Gared 3 cenderung menggunakan kecepatan 40-58 km/jam. Pada kecepatan 40-58 km/jam, kecepatan putar mesin berada pada 2300-3300 rpm. Sehingga pada kondisi tersebut perlu dilakukan analisis panjang *intake manifold* dan penyetelan celah katup *intake* untuk menemukan konsumsi bahan bakar yang paling hemat. Berdasarkan data dari pabrikan, spesifikasi mesin Yanmar L48N6 menghasilkan performa mesin yang baik di kecepatan putar atas 2800 sampai kurang dari 3800 rpm, namun kurang baik di kecepatan putar bawah di 1800 sampai kurang dari 2800 rpm. Kondisi ini sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar mobil Gared 3 saat mengikuti KMHE. Salah satu faktor berkurangnya performa mesin diesel adalah kurangnya

pasokan udara di kecepatan putar bawah. Bagian yang memengaruhi pasokan udara adalah Intake. Karena Intake adalah lubang untuk asupan udara sebelum masuk ke ruang pembakaran. Di bagian intake terdapat *intake manifold* dan katup intake. Dengan demikian panjang *intake manifold* dan celah katup intake akan memengaruhi jumlah asupan udara yang masuk ruang pembakaran, hal tersebut juga akan memengaruhi terhadap kinerja mesin.

Intake manifold dapat dirancang untuk meningkatkan efisiensi volumetrik mesin. Proses ini disebut penyetelan *intake manifold*. Saat udara mengalir melalui *intake manifold* ke dalam silinder, pembukaan dan penutupan katup intake menyebabkan aliran udara berdenyut. Jika asupan udara dari *manifold* dibagi rata untuk setiap silinder, efek berdenyut dari aliran udara akan mendorong lebih banyak udara ke dalam silinder. Dengan menyesuaikan atau menyetel panjang manifold, pabrikan dapat merancang *intake manifold* untuk memasok jumlah udara yang dibutuhkan oleh mesin tertentu. Diameter yang lebih kecil, *intake manifold* yang lebih panjang mengalirkan lebih banyak udara ke dalam silinder pada putaran mesin yang lebih rendah. Untuk mendorong lebih banyak udara ke dalam silinder pada rpm yang lebih tinggi ketika denyut udara lebih cepat, *intake manifold* dirancang lebih besar dengan diameter dan lebih pendek. (Hadfield, 2013)

Untuk setelan celah klep yang renggang ini biasanya lebih hemat bahan bakar. Sementara setelan klepnya rapat umumnya dipakai untuk kecepatan tinggi. Untuk penyetelan balap atau high speed, biasanya klep dibuat lebih rapat. Ini dimaksudkan agar bahan bakar lebih cepat masuk dan pembuangan sisa pembakaran lebih lama agar bisa lebih maksimal. Agar BBM lebih hemat, penyetelan klep harus renggang. Konsekuensinya, performa mesin menjadi menurun untuk top speed. Selain itu, suara yang ditimbulkan lebih berisik (Fathun, 2020: 134).

Melihat hal ini maka peneliti melakukan analisis celah katup intake dan panjang *intake manifold* mesin diesel yang diharapkan dapat memenuhi kapasitas pasokan udara, sehingga performa mesin yaitu, konsumsi bahan bakar spesifik, torsi dan daya mesin mengalami perbaikan di putaran bawah serta di putaran yang cenderung digunakan pada mobil diesel Gared 3.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Sedangkan untuk variabel terikat adalah konsumsi bahan bakar spesifik, torsi dan daya. Variabel tetap adalah bahan bakar Dexlite CN 51 dan mesin Yanmar L48N, celah katup exhaust 0,15 mm, pembebanan 10kgf untuk pengujian BSFC. Pengujian untuk tiap variabel dilakukan 3 kali percobaan pada setiap kecepatan putar mesin yang diuji. variabel yang dipakai adalah *intake manifold* 4cm (standar), *intake manifold* 10cm *intake manifold* 15cm, dan *intake manifold* 20cm. Sementara untuk variasi celah katup *intake* menggunakan variasi 0,1mm, 0,15mm dan 0,2mm

Prosedur Penelitian

- Prosedur pengujian torsi dan daya
 - Siapkan peralatan–peralatan sebelum mesin beroperasi.
 - 1) *Filler gauge*
 - 2) *Intake manifold*
 - Melakukan penyetelan celah katup sesuai yang divariasikan.
 - Memasang *intake manifold* sesuai yang divariasikan.
 - Menyalakan mesin selama 5 menit untuk mencapai kondisi suhu kerja yang diinginkan. Dalam keadaan ini mesin tidak diberikan pembebanan sama sekali.
 - Pengambilan data
 - 1) Mulai menaikkan *throttle gas*.
 - 2) Saat kecepatan putaran tertinggi yaitu 3900rpm telah tercapai, lakukan pengereman hingga mencapai putaran mesin 3800 rpm, catat berat pembebanan yang terlihat di layar timbangan, kemudian lakukan pengereman lagi hingga mencapai putaran mesin 3300rpm catat hasil beban catat berat pembebanan yang terlihat.
 - 3) Untuk pada kecepatan putar 2800–1800 rpm sama seperti yang dilakukan pada langkah no. 2 dan begitu juga selanjutnya.
- Prosedur pengujian konsumsi bahan bakar
 - Siapkan peralatan–peralatan sebelum mesin beroperasi.
 - 1) Tabung ukur
 - 2) Tachometer
 - 3) Stopwatch
 - Setel celah katup sesuai yang divariasikan.
 - Pasang *intake manifold* sesuai yang divariasikan.
 - Menghidupkan mesin.
 - Pengambilan data
 - 1) Menuangkan solar dexlite kedalam buret sampai terisi penuh.
 - 2) Menyalakan mesin menggunakan stater elektrik.
 - 3) Menentukan kecepatan putar mesin
 - 4) Memulai hitung *stopwatch* ketika bahan bakar telah menyentuh garis setiap 1ml.
 - 5) Menghentikan *stopwatch* saat bahan bakar telah berkurang 1ml.
 - 6) Menghentikan mesin.
 - 7) Mencatat hasil perhitungan waktu *stopwatch*.
 - 8) Mengulang pengambilan data sebanyak 3 kali terhadap celah katup *intake* dan panjang *intake manifold*.
- Pengumpulan Data

Setelah data-data hasil yang diperlukan terkumpul, maka langkah berikutnya yaitu melakukan analisis data. Teknik analisis adalah langkah yang paling menentukan dari sebuah penelitian, karena analisis data digunakan untuk menyimpulkan hasil penelitian. Pada penelitian eksperimen ini memakai metode analisis data deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara akurat, sistematis, dan faktual mengenai hasil selama penelitian. Teknik pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan

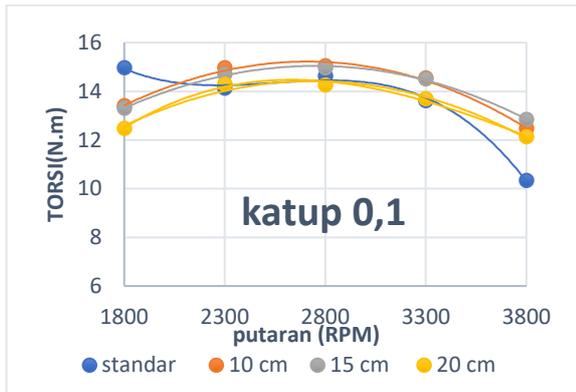
dengan menguji obyek yang diteliti atau mengukur dan mencatat hasil tersebut.

Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali dengan melakukan percobaan variabel panjang *intake manifold* dan variabel celah katup *intake*. Hasil data konsumsi bahan bakar, daya, dan torsi kemudian menghitung rata-rata dan dimasukkan ke dalam tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

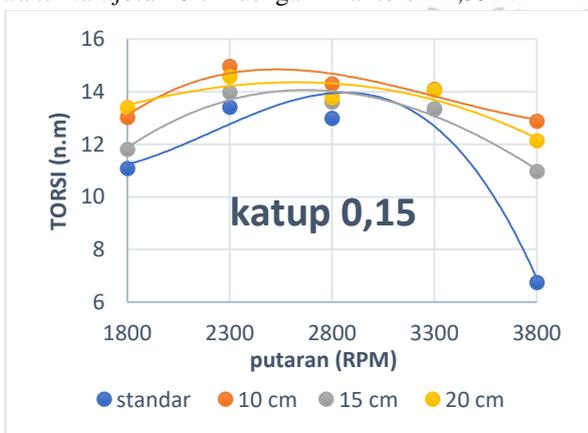
• **Hubungan antara Putaran Mesin dengan Torsi**

Perbandingan torsi pada variasi panjang *intake manifold* dengan celah katup *intake* diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.7 Grafik Torsi pada celah katup 0,1

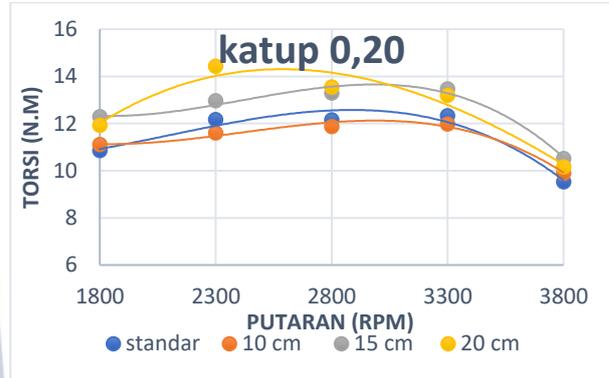
Pada Gambar 4.7 grafik perbandingan torsi pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa torsi tertinggi pada kecepatan putar 2300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai torsi 14,96 Nm, pada kecepatan putar 2800 rpm torsi tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai torsi 15,04 Nm. pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai torsi 14,55 Nm



Gambar 4.8 Grafik Torsi Pengereman pada celah katup 0,15

Pada Gambar 4.8 grafik perbandingan torsi pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa torsi tertinggi pada kecepatan putar 2300rpm terdapat pada panjang *intake*

manifold 10 cm dengan nilai torsi 14,96 Nm, pada kecepatan putar 2800 rpm torsi tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 10cm dengan nilai torsi 14,30 Nm. pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai torsi 14,09 Nm

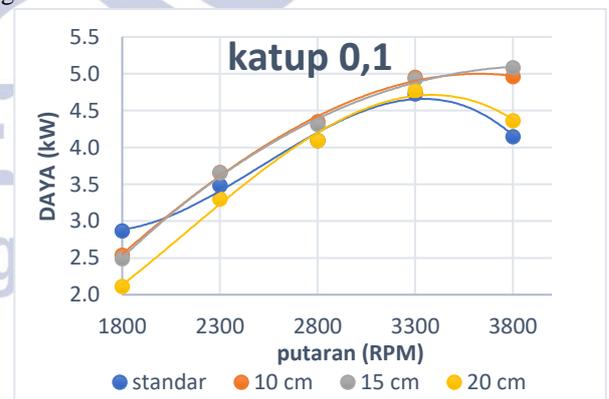


Gambar 4.9 Grafik Torsi Pengereman pada celah katup 0,2

Pada Gambar 4.9 grafik perbandingan torsi pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa torsi tertinggi pada kecepatan putar 2300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai torsi 14,42 Nm, pada kecepatan putar 2800 rpm torsi tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai torsi 13,55 Nm. pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 15 cm dengan nilai torsi 13,46 Nm.

• **Hubungan antara Putaran Mesin dengan Daya**

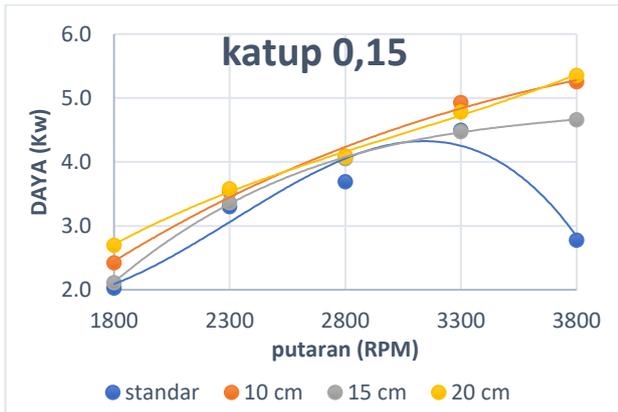
Perbandingan daya pada variasi panjang *intake manifold* dengan celah katup *intake* diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Grafik daya variasi *intake manifold* pada celah katup 0,1.

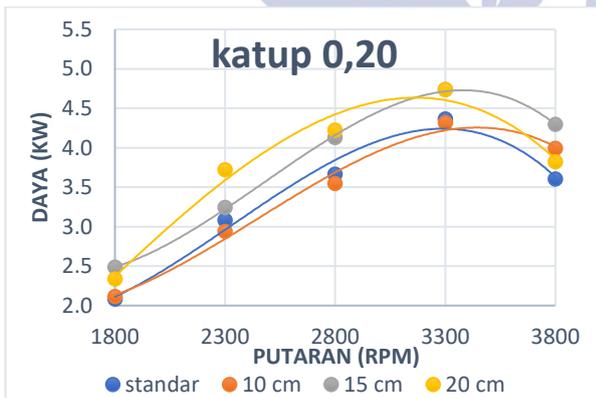
Pada Gambar 4.10 grafik perbandingan daya pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa daya tertinggi pada kecepatan putar 2300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai daya 3,66 kW, pada kecepatan putar 2800 rpm torsi tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai daya 4,35 kW.

pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai daya 4,93 kW.



Gambar 4.11 Grafik daya variasi *intake manifold* pada celah katup 0,15.

Pada Gambar 4.11 grafik perbandingan daya pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa daya tertinggi pada kecepatan putar 2300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai daya 3,58 kW, pada kecepatan putar 2800 rpm daya tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai daya 4,09 kW. pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 10 cm dengan nilai daya 4,93 kW



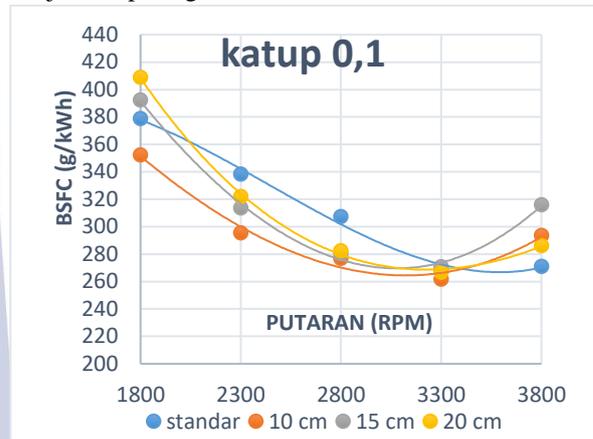
Gambar 4.12 Grafik daya variasi *intake manifold* pada celah katup 0,2.

Pada Gambar 4.12 grafik perbandingan daya pada celah katup 0,1 diperoleh bahwa daya tertinggi pada kecepatan putar 2300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai daya 3,75 kW, pada kecepatan putar 2800 rpm torsi tertinggi terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai daya 4,22 kW. pada kecepatan putar 3300 rpm terdapat pada panjang *intake manifold* 20 cm dengan nilai daya 4,74 kW.

• **Hubungan antara Putaran Mesin dengan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC)**

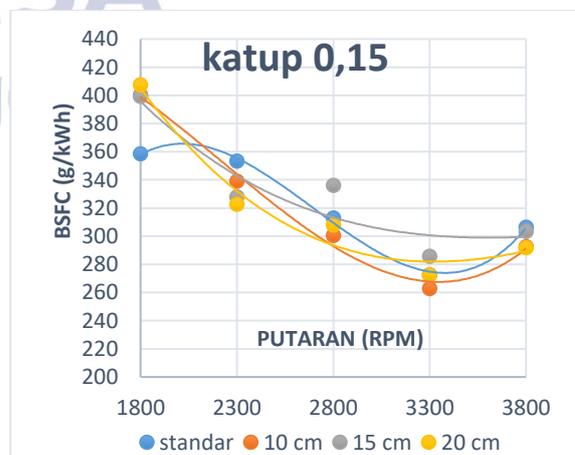
Konsumsi Bahan Bakar Spesifik merupakan tingkat konsumsi bahan bakar yang digunakan mesin untuk menghasilkan satu daya. Semakin besar BSFC maka menunjukkan mesin yang digunakan lebih banyak dalam penggunaan bahan bakar. BSFC lebih rendah menunjukkan pemakaian bahan bakar yang lebih sedikit untuk menghasilkan daya yang sama.

Perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi panjang *intake manifold* dengan celah katup *intake* ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



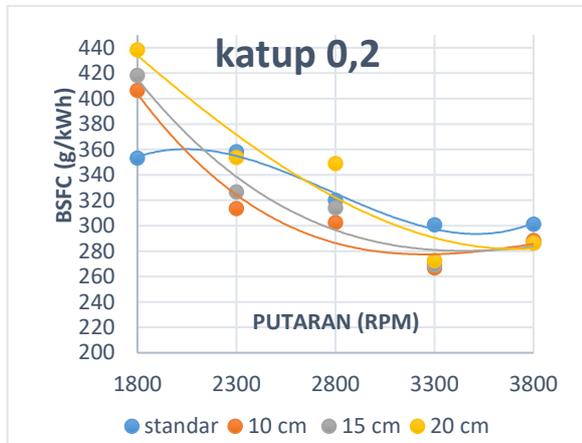
Gambar 4.3 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) pada setelan celah katup 0,1

Pada gambar 4.3 grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terendah didapatkan pada panjang *intake manifold* 10 cm pada putaran 2300 rpm dengan nilai 295,51 g/kWh, pada 2800 rpm BSFC terendah menggunakan panjang *manifold* 10 cm dengan nilai 276,84 g/kWh, dan pada 3300 rpm BSFC terendah menggunakan panjang *manifold* 10 cm dengan nilai 261,87 g/kWh.



Gambar 4.4 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) pada setelan celah katup 0,15

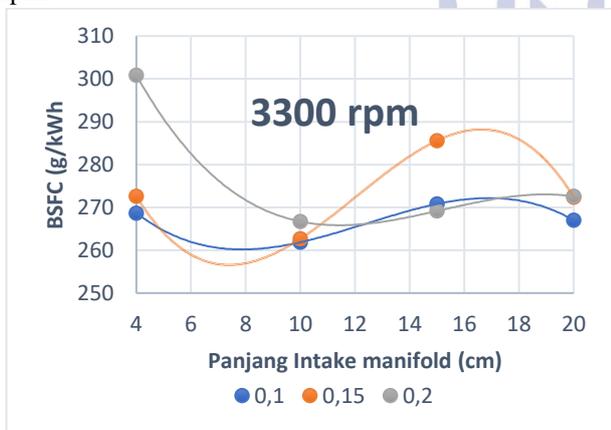
Pada gambar 4.4 grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terendah didapatkan pada *intake manifold* 20 cm pada putaran 2300 rpm dengan nilai 322,51 g/kWh, pada 2800 rpm BSFC terendah menggunakan *manifold* 10 cm dengan nilai 300,51 g/kWh, dan pada 3300 rpm BSFC terendah menggunakan *manifold* 10 cm dengan nilai 262,68 g/kWh.



Gambar 4.5 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) pada setelan celah katup 0,2

Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terendah didapatkan pada *intake manifold* 10 cm pada putaran 2300 rpm dengan nilai 313,47 g/kWh, pada 2800 rpm BSFC terendah menggunakan *manifold* 10 cm dengan nilai 302,56 g/kWh, dan pada 3300 rpm BSFC terendah menggunakan *manifold* 10 cm dengan nilai 266,72 g/kWh.

Setelah menganalisis ketiga grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa dengan berbagai variasi celah katup *intake* dan panjang *intake manifold* konsumsi bahan bakar spesifik paling rendah adalah pada kecepatan putar 3300 rpm.

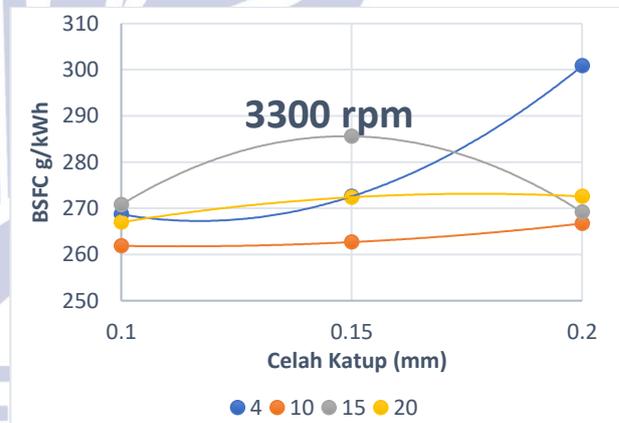


Gambar 4.6 Hubungan antara Panjang Intake manifold dengan BSFC pada celah katup 0,1 mm, 0,15 mm, 0,2 mm pada putaran 3300 rpm.

Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada putaran 3300 rpm didapatkan pada *intake manifold* 10 cm pada celah katup 0,1 mm dengan nilai

261,87 g/kWh, pada celah katup 0,15 mm dengan nilai 262,684 g/kWh dan pada celah katup 0,2 mm dengan nilai 266,715 g/kWh.

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa dimana dengan memperpanjang *intake manifold* dari standar 4 cm ke 10 cm mampu menurunkan BSFC tetapi pada *intake manifold* 15 cm mengalami kenaikan BSFC, kemudian pada manifold 20 cm mengalami penurunan BSFC kembali. Hal ini disebabkan pada saat udara masuk melalui *intake manifold*, dengan adanya *intake manifold* dan katup yang membuka dan menutup pada kecepatan tertentu, maka menyebabkan udara berhenti dan bergerak secara terus menerus sehingga udara memiliki efek gelombang tekanan negatif maupun positif yang sampai ke mulut *intake manifold*, sehingga mengalami refleksi/terpantul karena kondisi saluran yang relatif tiba-tiba berubah. Sehingga terbentuklah gelombang pantul, tekanan tinggi-rendah yang bergerak kembali menuju katup *intake*. pada saat inilah dengan disain panjang *intake manifold*, katup *intake* terbuka tepat saat gelombang tekanan tinggi berada di mulut katup *intake*, dan udara akan masuk dengan sangat kencang. Peristiwa inilah yang menghasilkan efisiensi volumetrik yang bagus pada *intake manifold* 10 cm dan 20 cm.

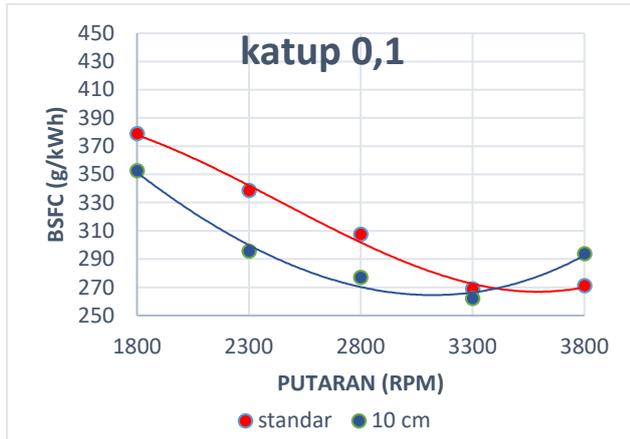


Gambar 4.7 Hubungan antara celah katup dengan BSFC pada panjang Intake manifold 4cm (standar), 10cm, 15cm, 20cm pada putaran 3300 rpm.

Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada putaran 3300 rpm didapatkan pada setelan celah katup 0,1 mm dengan *intake manifold* 4 cm dengan nilai 268,68 g/kWh, pada *intake manifold* 10 cm dengan nilai 261,87 g/kWh, pada *intake manifold* 15 cm dengan nilai 270,80 g/kWh dan pada *intake manifold* 20 cm dengan nilai 266,99 g/kWh.

Pada gambar 4.7 terlihat bahwa dimana semakin renggang celah katup maka BSFC yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini terjadi karena dengan semakin renggang celah katup maka semakin kecil bukaan katup, sehingga menghambat laju aliran udara pada saat langkah hisap yang menyebabkan berkurangnya kebutuhan udara

untuk proses pembakaran di ruang bakar. Jika udara berkurang maka daya yang dihasilkan akan berkurang meskipun konsumsi bahan bakarnya sama.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan BSFC panjang manifold standar dengan manifold 10 cm.

Tabel 4.1 Persentase Penurunan BSFC Panjang Intake Manifold Standar dan 10 cm.

Kecepatan putar mesin (rpm)	BSFC intake manifold standar (g/kWh)	BSFC intake manifold 10 cm (g/kWh)	Persentase penurunan BSFC
2300	338,36	338,36	12,66%
2800	307,41	276,84	9,94%
3300	268,68	261,87	2,53%

Pada tabel 4.1 dapat diambil kesimpulan bahwa dengan melakukan penggantian panjang manifold dari standar menjadi 10 cm didapatkan persentase penurunan BSFC. Pada kecepatan putar 2300 terjadi penurunan 12,66%, pada kecepatan putar 2800 terjadi penurunan 9,94%, pada kecepatan putar 3300 terjadi penurunan 2,53%.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dengan melakukan penggantian panjang manifold dari standar menjadi 10 cm berpengaruh terhadap penurunan BSFC. Hal ini karena pada intake manifold 10 cm menghasilkan efisiensi volumetrik yang bagus.

PENUTUP

Simpulan

- Pengaruh variasi terbaik adalah *intake manifold* 10 cm dengan celah katup in 0,1 dimana Torsi yang dihasilkan 15,04 Nm putaran 2800 rpm.
- Pengaruh variasi terbaik adalah *intake manifold* 10 cm dengan celah katup *intake* 0,15 dimana Daya yang dihasilkan 5,36 kWh pada putaran 3800 rpm.

- Pengaruh variasi terbaik adalah *intake manifold* 10 cm dengan celah katup *intake* 0,1 dimana Konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan 261,87 g/kWh pada putaran 3300 rpm.

Saran

- Disarankan untuk penelitian selanjutnya pengereman *prony brake* menggunakan tipe rem mekanik, untuk menghindari gesekan kampas rem saat tuas rem tidak ditekan, sehingga memudahkan saat kalibrasi *load scale*.
- Pengujian menggunakan alat ukur *flowmeter* yang memiliki ketelitian tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- G, B. J., & Jadhav, N. P. (2011). Effect of Variable Length Intake Manifold on Performance of IC Engine. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 5(5), 47–52.
- Jatnika, D., & Sujana. (2018). Pengaruh Penyetelan Celah Katup Terhadap Kinerja Mesin Sepeda 4 Langkah 100 CC. 13(2), 15–22.
- Cahyono, T., Farid2, A., & Fuhaid, N. (2013). PENGARUH JARAK CELAH KATUP TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR INJEKSI. 5(2), 35–41.
- Sianturi, T. A., & Tarigan, K. (2020). PENGARUH CELAH KATUP TERHADAP DAYA MESIN PADA MOBIL TOYOTA KIJANG INOVA. 1, 23–39
- Hadfield, C. (2013). *Today's Technician: Automotive Engine Repair & Rebuilding, Classroom Manual and Shop Manual, Spiral bound Version*. Cengage Learning.
- Tim Penyusun. 2004. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi* Unesa, Surabaya: Unesa.
- UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya