

PENGARUH PEMBESARAN DIAMETER DAN PEMOLESAN *INLET PORT* PADA MESIN 4 TAK 150CC SOHC TERHADAP UNJUK KERJANYA

Abigunto Amoro Aji¹⁾, Ivan Halim²⁾, Hary Munandar^{3,*}, Larasati Rizky Putri⁴⁾

Universitas Trisakti

e-mail: ¹⁾abigunto@trisakti.ac.id, ²⁾ivanhalim654@gmail.com, ³⁾hary.munandar@trisakti.ac.id,

⁴⁾larasati.rizki@trisakti.ac.id,

*Korespondensi: hary.munandar@trisakti.ac.id

Abstract: *Porting & polishing is the process of enlarging the diameter of the cylinder head intake and exhaust duct holes, as well as smoothing the surface. This modification is carried out manually by a mechanic who has experience. This research examines changes in diameter and surface roughness on machine performance, namely power and torque. A number of samples with volume of cylinder 148,7 cc motorbikes were ported & polished manually for 1, 2 and 3 hours. Changes in diameter and surface roughness were recorded both before and after processing. Next, using a Dynoyet 250i dynamometer, power and torque measurements were carried out. A smooth surface will cause the fuel to touch the surface and evaporate, thus increasing the mixture of air and fuel because both are in the same phase and condition. Furthermore, in the diameter change range of up to 10.36% from the initial diameter, it was recorded that the increase in power and torque could reach 8.94%. In this way, porting & polishing is able to fulfill the racers' desires for competition activities*

Keywords: *power; engine air flow; inlet port; polish and porting; Dynoyet 250i*

LATAR BELAKANG

Harga sepeda motor yang terjangkau oleh masyarakat dari segala lapisan, memiliki fungsi utama yaitu memudahkan mobilitas penggunanya dengan biaya operasional murah. Dengan satu liter BBM dapat ditempuh paling tidak 10 km. Keuntungan lain yaitu harga sepeda motor yang terjangkau baik dengan cara pembayaran kontan ataupun kredit dengan persyaratan yang gampang, perawatan relatif murah, serta bebas macet walaupun tidak sepenuhnya demikian. Sungguhpun demikian ada pula segmen masyarakat yang secara ekonomi berlebih memiliki sepeda motor sekedar kesenangan (hobi), misalnya dengan mengoleksi sepeda motor “tua” ataupun MOGE sepeda motor gede. Namun demikian tidak dapat dipungkiri bahwa dengan mudahnya pengadaan sepeda motor juga menimbulkan dampak negatif. Kejahatan yang menggunakan sepeda motor meningkat dari penjahbretan sampai dengan perampokan, dapat disaksikan setiap hari diberbagai stasiun televisi. Lebih memprihatinkan lagi adalah anak-anak di bawah umur, berseliweran di jalan dikomplek perumahan sampai ke jalan raya, jelas mereka belum memiliki SIM. Kenakalan lain, mereka membentuk geng sepeda motor yang berulah mengganggu masyarakat dari menimbulkan polusi suara sampai dengan balapan liar di jalan raya. Bahkan sangat banyak dijumpai pemotor di jalan rayapun tidak mengindahkan tata tertip berlalu lintas dari melanggar lampu merah sampai melawan arus merupakan pemandangan biasa. Mereka sesungguhnya menyadari pelanggaran lalu lintas dapat membahayakan diri sendiri maupun orang lain. Tidak jarang dijumpai terjadi kecelakaan sepeda motor yang umumnya berakhir dengan tragis karena pengendara hanya melindungi diri dengan helm.

Memahami kondisi masyarakat tersebut khususnya bagi kaum milenial untuk memberikan kegiatan yang positif, pemerintah dan beberapa institusi terkait merespon dengan membangun arena balapan. Berbagai ajang dilombakan dengan berbagai model misalnya: *circuit racing*, *classic racing*, supermoto, drag race, trial motor, dan *hill climb*. Dengan demikian para milenial tersalurkan hobynya dengan kegiatan yang positif.

Banyak hal positif dari kebijakan ini, salah satunya adalah munculnya para mekanik “mengulik” sepeda motor agar dapat memenangkan lomba. Para mekanik dengan berbagai cara meningkatkan unjuk kerja mesin, salah satunya adalah dengan *porting & polish*.

Adapun makalah ini tujuannya membahas *porting & polish* pengaruhnya terhadap unjuk kerja mesin.

LANDASAN TEORI

Porting adalah memodifikasi lubang masuk (*intake*) dan lubang buang (*exhaust*) pada mesin motor bakar standar. Sedangkan *polishing* adalah menghaluskan bagian-bagian yang sudah di-*porting*. *Porting* dan *polishing* bertujuan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin sebagaimana dinyatakan dari beberapa *reference* [1,2,3,4,5]. Mengacu pendapat B. Selvaraj, dkk. [1], desain kepala silinder untuk mesin SI otomotif penting karena berdampak pada kinerja, penghematan bahan bakar, dan emisi. Selanjutnya dikemukakan, merancang dan mengembangkan saluran masuk yang efektif adalah salah satu bidang penelitian utama dalam mesin SI karena menentukan efisiensi volumetrik dan pengisian silinder mesin yang mempengaruhi sifat termodinamika yang berhubungan langsung dengan keluaran daya dan emisi. Di Indonesia umumnya dilakukan pada kendaraan roda dua, untuk keperluan lomba. Dalam penelitian ini dimodifikasi mesin kendaraan roda dua Yamaha Jupiter MX.

Modifikasi saluran masuk dan atau saluran keluar dari geometri standar telah banyak dilakukan. M. F. Samuri, dkk melakukan *porting* dan *polishing* pada saluran masuk pada kepala silinder mesin bensin *Spark Ignition* (SI) 1,6 liter. Setelah dimodifikasi dilanjutkan eksperimen dengan kondisi katup terbuka secara maksimal, dengan penghitungan menggunakan mesin FlowBench SuperFlow SF 600. Pengujian meliputi nilai laju aliran masuk akibat pengangkatan katup dan koefisien pelepasan (C_d : *discharge coefficient*). Kepala silinder (*cylinder head*) yang dimodifikasi menghasilkan peningkatan aliran sebesar 12,7% pada pengangkatan katup maksimum dibandingkan dengan kepala silinder standar. Campuran udara-bahan bakar (AFR) yang masuk ke ruang bakar merupakan salah satu aspek terpenting dalam merancang kepala silinder yang efektif. Hilangnya daya dan torsi pada rentang operasi mesin akibat geometri port kepala silinder yang tidak sesuai menyebabkan suatu campuran yang partikel-partikelnya tersebar ke seluruh bagian yang akhirnya berupa tetesan cairan bahan bakar atau akan menggenang. Namun demikian disampaikan bahwa analisis ini dilakukan untuk melihat perubahan daya antara permukaan kasar dan permukaan halus setelah pemolesan. Bahwa permukaan yang kasar dapat memberikan aliran turbulen sehingga meningkatkan campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar. Sedangkan permukaan yang halus akan menyebabkan bahan bakar menguap, karena lapisan batas permukaan halus tidak nol, sehingga bahan bakar akan menyentuh permukaan dan mempertinggi campuran udara dan bahan bakar karena keduanya berada pada fasa dan kondisi yang sama. Dari segi *discharge coefficient*, kepala silinder yang dimodifikasi juga memberikan nilai *discharge coefficient* yang lebih tinggi dibandingkan kepala silinder standar, yaitu masing-masing sebesar 0,94 dan 0,82 pada pengangkatan katup maksimum. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian bahwa pekerjaan *porting* dan *polishing* pada *area intake port* dapat meningkatkan aliran ke dalam mesin secara signifikan dan meningkatkan *horsepower* mesin [2]. Dari eksperimennya [2] melaporkan bahwa *discharge coefficient* secara teoritis dapat dihitung yang besarnya bervariasi tergantung rasio dari bukaan terhadap diameter katup sebagaimana persamaan (1). Dinyatakan bahwa *discharge coefficient* menggambarkan perilaku aliran sesungguhnya (*real flows*) yang berkontraksi di suatu tempat yang memiliki hambatan aliran. Karena kinerja mesin bergantung pada jumlah udara yang masuk ke ruang bakar, maka desain *port* dalam penelitiannya bertujuan untuk meningkatkan aliran dan meningkatkan kualitasnya.

$$C_d = \frac{\dot{m}}{\sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P}{\rho} \cdot D^2 \cdot \frac{\pi}{4}}} \quad (1)$$

Keterangan:

\dot{m} = Laju aliran massa

- ΔP = Perbedaan tekanan
 d = Kerapatan udara
 D = Diameter katup

Peneliti lain, M T A Rahman, dkk, melakukan *porting* dan *polishing* untuk memperbesar diameter saluran *intake*, menurutnya diameter saluran masuk yang kecil akan menjadikannya sebagai hambatan pada lubang masuk, yang akan mengurangi aliran udara ke ruang bakar. Selain memperbesar diameter lubang intake juga dimodifikasi bukaan katup masuk. Oleh karena itu, Oleh karena itu, efisiensi mesin dapat ditingkatkan karena kecepatan udara masuk ke ruang bakar lebih tinggi. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi dan percobaan untuk menguji validitas modifikasi. Hasilnya memvalidasi bahwa diameter saluran masuk dan bukaan pengangkatan katup yang dikembangkan dapat mengoptimalkan kinerja mesin [3].

Guna mengurangi biaya eksperimen, Laxmikant P. Narkhede & Atul Patil menyimulasikan aliran udara di dalam saluran masuk menggunakan CFD yang selanjutnya dilakukan eksperimen untuk validasinya. Analisis ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi laju aliran volumetrik dan memaksimalkan penggunaan bahan bakar udara dalam proses pembakaran, sehingga mengurangi emisi terhadap lingkungan. Walaupun aliran udara pada *intake port* telah dioptimalkan, namun sistem *intake* tetap dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan bagian mesin lainnya seperti *intake manifold*, *Valve* dll. [4].

Selanjutnya N.A. Mohamad Shafie1, dkk melaporkan bahwa *system intake* merupakan salah satu sub-sistem krusial pada mesin yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap pencampuran udara-bahan bakar, pembakaran, konsumsi bahan bakar, serta pembentukan gas buang. Ada banyak parameter yang akan mempengaruhi kinerja mesin. Sistem saluran udara mesin yang baik diperlukan untuk mendapatkan laju aliran udara ke mesin yang lebih baik. Salah satu caranya adalah dengan memperbaiki sistem intake dengan memodifikasi desain intake port. Dalam penelitian ini diterapkan analisis *Computational Fluid Dynamics* pada dua mesin dengan bentuk *intake port* yang berbeda. Parameter tak berdimensi seperti koefisien pelepasan dan koefisien aliran digunakan untuk mengukur perubahan aliran masuk pada variasi pengangkatan katup yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika gaya angkat katup meningkat, akan diikuti peningkatan koefisien pelepasan karena laju aliran massa udara induksi yang lebih besar. Koefisien aliran dan pelepasan bergantung pada pengangkatan katup. Analisis aliran membuktikan hubungan tersebut dengan menghitung peningkatan koefisien aliran seiring dengan peningkatan bukaan katup. Analisis yang dihitung menunjukkan bahwa bentuk saluran masuk yang berbeda membawa pengaruh yang signifikan terhadap koefisien pembuangan dan koefisien aliran [5].

Sementara itu, Xiaodong Chen & Zhangsong Zhan juga melaporkan bahwa pengaruh bentuk lubang masuk terhadap kinerja pembakaran mesin bensin. Ada korelasi yang baik antara data simulasi CFD dan eksperimen, semua hasil menunjukkan kinerja pembakaran pada *intake port* dengan *tumble* tinggi lebih baik dibandingkan dengan intake port dengan *tumble* rendah, *tumble* tinggi pada silinder mentransfer energi kinetik turbulensi saat piston mendekat titik mati atas pada saat kompresi, baik untuk mempercepat proses pembakaran dalam silinder dan meningkatkan kinerja pembakaran [6].

METODE PENELITIAN

Porting & polish dimaksudkan agar saluran masuk bahan bakar (saluran isap) pada silinder head dimodifikasi yaitu dengan memperbesar diameter dan memperhalus permukaannya. Dalam makalah ini mesin sepeda motor yang akan dimodifikasi dengan spesifikasi sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin

Item	Rincian
1. Tipe mesin	: 4 langkah SOHC pendingin air
2. Diameter x Langkah	: 57,0 mm x 58,7 mm
3. Volume silinder	: 148,7 CC
4. Diameter valve	: In 19 / Ex 17
5. Daya	: 11,3 kW/8500 rpm
6. Torsi	: 13,8 Nm/7000 rpm
7. Suplai Bahan Bakar	: Injeksi
8. Kapasitas oli	: 1000 ml

Sebelum dimodifikasi dilakukan pengukuran diameter saluran isap dikedua ujungnya dan kekasaran permukaannya. Kemudian juga dilakukan hal yang sama untuk saluran buangnya. Gambar 1 *set-up* pengukuran diameter dan Gambar 2 *surface tester* yang digunakan untuk pengukuran kekasaran permukaan.



(a) (b)

Gambar 1. Pengukuran *Inlet* Diameter, (a) Sisi Luar, (b) Sisi Dalam

Selain itu juga dilakukan pengukuran jumlah aliran bahan bakar dan daya serta torsi, masing-masing menggunakan *flow bench* (HDR Mitratch) dan dinamometer (Dynoyet 250i). Gambar 3 memperlihatkan tampilan hasil pengukuran pada pununjuk *flow bench*.



Gambar 2. Alat Ukur Kekasaran Permukaan Mitutoyo Surfest SJ-301 dengan Kecermatan 0,02 μm



(a) (b)

Gambar 3. Pengukuran *Airflow*, (a) Saluran Isap (*Intake*) dan (b) Saluran Buang (*Exhaust*)

Tahap selanjutnya dilakukan modifikasi saluran isap dan buang. Pembesaran diameter dan penghalusan permukaan dilakukan menggunakan kikir bulat, dapat dilihat pada Gambar 4, istilah yang lebih populer dikalangan mekanik adalah *bor tuner*. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan geram (*chips*) hasil *porting & polish*.

Jumlah sampel (*cylinder head*) yang dimodifikasi sebanyak 3 buah masing-masing dilakukan pemesinan secara manual dengan waktu yang sama yaitu 1 jam. Sungguhpun pengerjaan pemesinan dalam waktu yang sama selama 1 jam akan tetapi menghasilkan perubahan geometrik saluran masuk yang berbeda karena dilakukan secara manual. Ketrampilan mekanik dalam melakukan pemesinan manual inilah yang memerlukan pengalaman agar diperoleh daya yang optimal, sehingga dari sini muncul mekanik yang memiliki reputasi bagus dalam *porting & polish*.



Gambar 4. Carbide Rotary File Tool yang Digunakan untuk Memperbesar Diameter



Gambar 5. Geram yang Terbentuk Hasil Proses Pengikiran

Setelah pemesinan, kemudian dilanjutkan pengukuran pada sampel sebagaimana dilakukan pengukuran pada *cylinder head* standar. Dengan demikian akan diketahui pengaruh *porting & polish* terhadap unjuk kerja mesin.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Perubahan Data Geometri Saluran Isap

Setelah dilakukan *porting & polish* terhadap ketiga sampel diperoleh data kekasaran permukaan dan diameter dari saluran isap maupun dari saluran buang. Gambar 6 a) dan b) berikut ini menunjukkan hasil pengukuran kekasaran permukaannya, merupakan contoh *print out* dari alat ukur.

Stat. Result			Stat. Result		
SampleSize	2		SampleSize	1	
Parameter	Ra		Parameter	Ra	
Toler. value			Toler. value		
Up Limit	0.000	µm	Up Limit	0.000	µm
LowLimit	0.000	µm	Lowlimit	0.000	µm
Mean	8.101	µm	Mean	6.846	µm
Std. Dev.	1.774	µm	Std. Dev.	0.000	µm
Max.	9.355	µm	Max.	6.846	µm
Min.	6.846	µm	Min.	6.846	µm
Pass Rate	0,0	%	Pass Rate	0,0	%

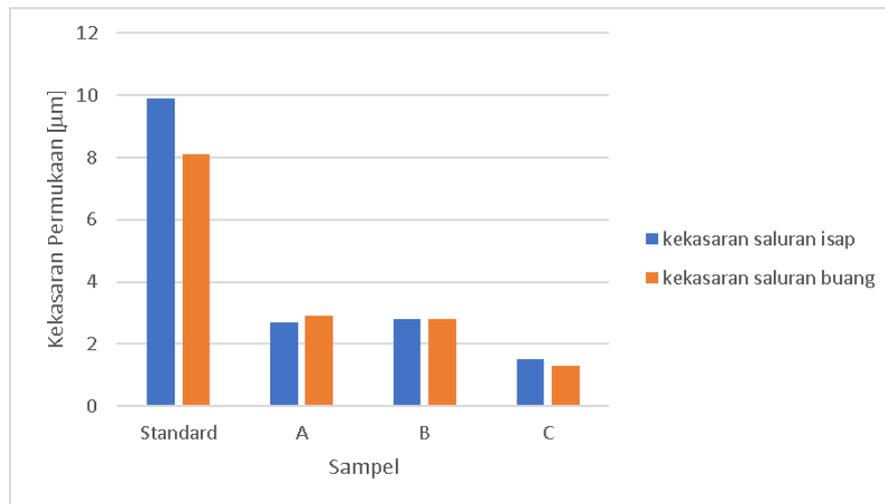
(a)

(b)

Gambar 6. *Print out* Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan, (a) Pada Saluran Isap, (b) Pada Saluran Buang

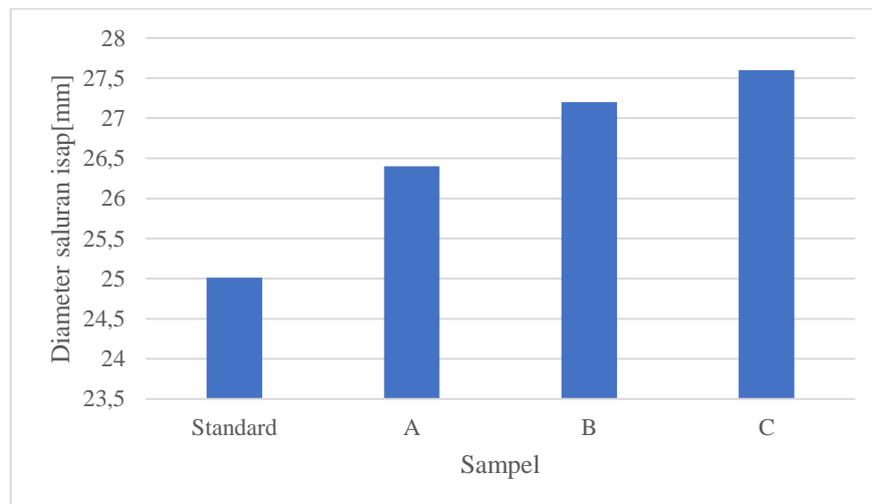
Sedangkan pada Gambar 7 ditunjukkan kekasaran permukaan keseluruhan data dari sampel standard dan ketiga sampel A, B dan C.

Dari Gambar 7 grafik kekasaran permukaan, menunjukkan bahwa kekasaran permukaan bertambah halus setelah *porting & polish*. Sungguhpun dilakukan secara manual terlihat hasilnya konsisten terjadi peningkatan. Peningkatan kekasarannya (bertambah halus) rata-rata mencapai 76,4% untuk saluran isap, dan 71,2% untuk saluran buang.



Gambar 7. Kekasaran Permukaan Hasil *Porting & Polish* dari Keseluruhan Sampel

Selanjutnya untuk pembesaran diameter saluran isap hasilnya ditunjukkan pada grafik Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Pembesaran Diameter Saluran Isap, Setelah Dilakukan *Porting & Polish* dengan Waktu Pengerjaan Berbeda

Perbedaan diameter setelah *porting & polish* selama 1 jam sebesar 5,6% dari diameter awal (sampel standar) 25, 02 mm, kemudian kenaikannya sebesar 8,8% setelah pengerjaan 2 jam dan kenaikan sebesar 10,4% setelah pengerjaan 3 jam, sebagaimana nampak pada Gambar 8.

Perubahan Unjuk Kerja

Pengukuran unjuk kerja meliputi jumlah bahan bakar yang mengalir setiap siklus, daya dan torsi dilakukan pada sampel standar dan sampel A, B, C. Hasil pengukuran jumlah bahan bakar yang masuk diukur menggunakan *flow bench*, sebagai contoh penunjukkannya diperlihatkan pada Gambar 9 yaitu jumlah bahan bakar masuk dari sampel A.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Jumlah Aliran Bahan Bakar Sampel A Menggunakan *Flow Bench*

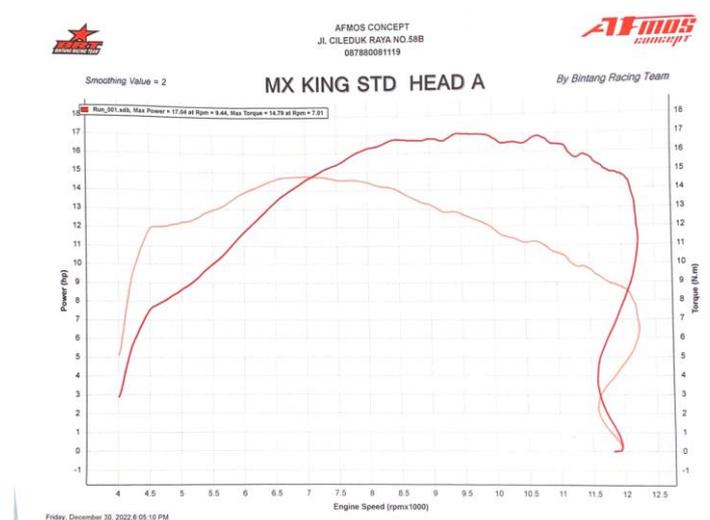
Sedangkan pengukuran daya dan torsi pada sampel A, menggunakan Dynoyet 250i hasilnya ditunjukkan pada Gambar 10. Grafik tersebut menunjukkan besarnya daya dan torsi sebagai fungsi dari putaran. Garis tebal pada grafik tersebut menunjukkan grafik daya dan garis yang lebih tipis menunjukkan torsi. Selanjutnya Tabel 2. adalah data yang diperoleh dari seluruh sampel, meliputi jumlah aliran bahan bakar, torsi dan daya.

Tabel 2. Data Unjuk Kerja Sebelum dan Sesudah *Porting & Polish*

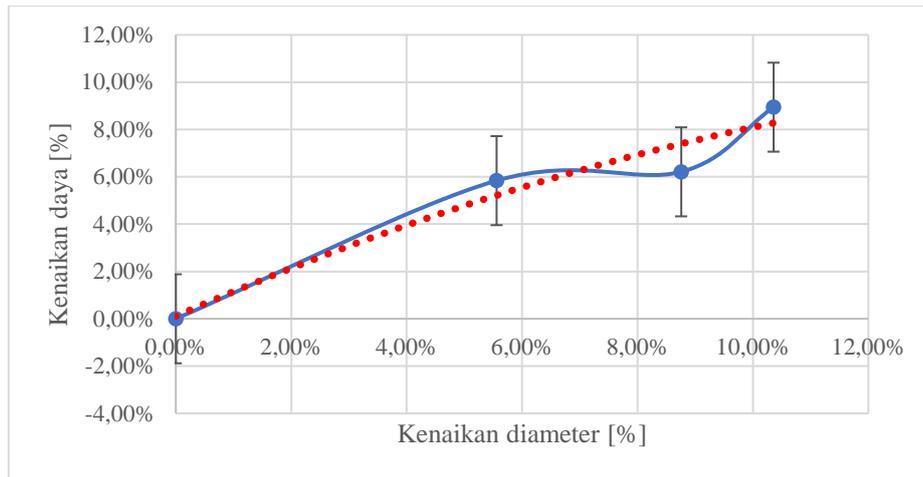
No.	Item	Standar			
		Standar	Sampel A	Sampel B	Sampel C
1.	Diameter saluran isap [mm]	25,02	26,40	27,20	27,60
2.	Air flow in [cfm]	57,7	58,2	56,7	57,5
3.	Torsi [Nm] / putaran [rpm]	14,51/ 7080	14,79/ 7010	14,8/ 6860	15,00/ 6730
4.	Daya[hp] / putaran [rpm]	16,1/ 8960	17,04/ 9440	17,1/ 4991	17,54/ 10360

Dari Tabel 2 di atas dapat dihitung persentase kenaikan diameter terhadap kenaikan Torsi dan Dayanya. Pada Gambar 11 dan Gambar 12 ditunjukkan grafik hasil penghitungan tersebut. Perubahan diameter saluran isap terbukti memberikan pengaruh perubahan terhadap daya dan torsi. Dalam rentang diameter yang diteliti, semakin besar perubahan diameter akan diikuti kenaikan daya dan torsi sungguhpun tidak linier [7].

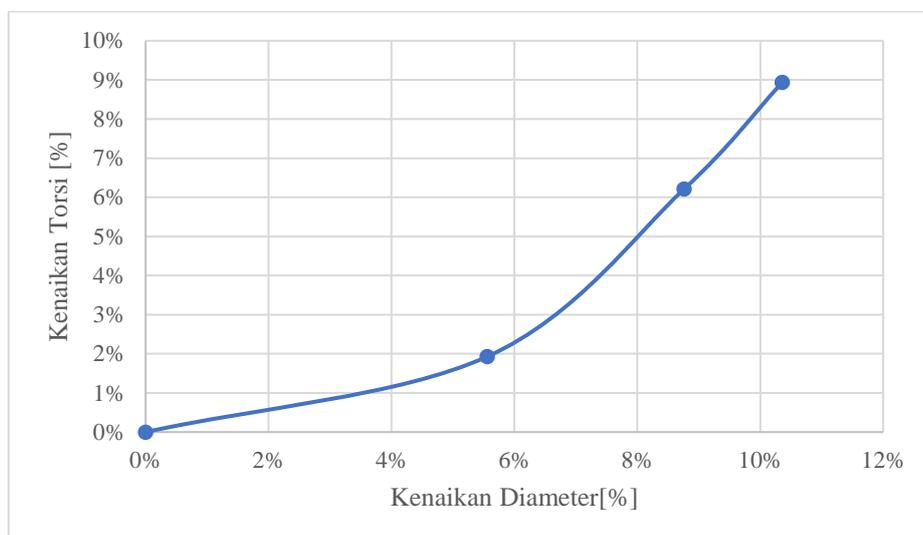
Untuk sampel A, yaitu *porting & polish* selama 1 jam kenaikan diameternya sebesar 5,6% menghasilkan kenaikan daya sebesar 5,84%. Sementara itu sampel B pengerjaan selama 2 jam kenaikan diameternya 8,8% menghasilkan kenaikan daya sebesar 6,21%.



Gambar 10. Grafik Torsi dan Daya terhadap Putaran pada Sampel A, Pengukuran dengan Dynoyet 250i



Gambar 11. Perubahan Diameter VS Daya



Gambar 12. Perubahan Diameter Terhadap Torsi

Proses *porting & polishing* dalam penelitian ini dilakukan secara manual oleh mekanik yang telah memiliki pengalaman. Hasil perubahan diameter dan kekasaran permukaan selanjutnya diikuti perubahan jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, daya dan torsi mesin. pada rentang perubahan diameter sampai dengan 10,36% dari diameter awal, tercatat kenaikan daya dan torsi bisa mencapai 8,94%. Kenaikan daya dan torsi tentu akan berpengaruh pula terhadap komponen lain, misalnya terhadap umur bantalan. Untuk kebutuhan jangka pendek (lomba) *porting & polish* memang dapat memenuhi kebutuhan pembalap, namun untuk jangka panjang, terkait dengan keandalan mesin, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

SIMPULAN

Proses *porting* dan *polishing* akan memperbesar diameter dan menghaluskan permukaan saluran masuk maupun keluar, yang selanjutnya diikuti peningkatan jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, daya dan torsi mesin. Pada rentang perubahan diameter sampai dengan 10,36% dari diameter awal, tercatat kenaikan daya dan torsi bisa mencapai 8,94%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. B. Selvaraj, S.N. Sridhara, G. Indraprakash, M.S. Ramaiah, A. Senthilkumar, Arvind Pangaonkar, “Effects of Intake Port Geometry on the Performance of an SI”, DOI: <https://doi.org/10.4271/2011-32-0506>, Event: Small Engine Technology Conference & Exposition, ISSN: 0148-7191, e-ISSN: 2688-3627
- [2]. M. F. Samuri, a M. F. Muhamad Said, a,*, N. A. Mohamad Shafie, a Z. Abdul Latiff, a A. Abdul Aziz, a, “Intake Port Flow Study On Cylinder Head Using Flowbench”. *Journal of Transport System Engineering* 2:2 (2015) 29–35.
- [3]. M.T.A. Rahman, A Rahman, N.S. Ahmat and G.E. Suhri, ” Air Flow Quality Analysis in Optimizing MODENAS GT128 Engine Performance”, *Proceedings of 8th International Conference on Advanced Materials Engineering & Technology (ICAMET 2020)*, AIP Conf. Proc. 2347, 020209-1–020209-11; <https://doi.org/10.1063/5.0052408>
- [4]. Laxmikant P. Narkhede & Atul Patil, “Optimization For Intake Port”, Department of Mechanical Engineering, Godavari College of Engineering, Jalgaon, Maharashtra, India. *International Journal of Mechanical and Production, Engineering Research and Development (IJMPERD)*, ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001, Vol. 4, Issue 2, Apr 2014, 31-38.
- [5]. A. Mohamad Shafie, M. F. Muhamad Said, Z. Abdul Latiff and S. Rajoo, “Discharge And Flow Coefficient Analysis In Internal Combustion Engine Using Computational Fluid Dynamics Simulation”, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, ©2006-2017 Asian Research Publishing Network (ARNP). All rights reserved. www.arnpjournals.com.
- [6]. Xiaodong Chen & Zhangsong Zhan, “The Effect of Intake, Port Shape on Gasoline Engine Combustion in Cylinder”, *Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress*, Conference paper, First Online: 01 January 2012.
- [7]. Taufik Moch, Mufarida N. A, Finali A, “Pengaruh Diameter Porting Polish Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar 4 Langkah”, *J-Proteksion* ISSN:2528-6382, e-ISSN: 2541-3562, Vol 1, No 2, Februari 2017.