

## PENGARUH LUAS PERMUKAAN *CYCLONE* DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA *ENGINE* 1500 CC

*WIDELY INFLUENCE OF CYCLONE SURFACE AND MACHINE ROUND  
TOWARDS THE PERFORMANCE OF 1500 CC ENGINE*

Sugeng Hadi Susilo<sup>1</sup>, Yaniar Wimby Herminingtyas<sup>2</sup>, Hari Rarindo<sup>3</sup>

*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang*

*Email: shadis172.gh@gmail.com, yaniar@gmail.com dan harirarindo@gmail.com*

### Abstrak

Perkembangan dunia otomotif yang semakin berkembang pesat membuat para industri otomotif memproduksi teknologi terbaru karena memiliki nilai efisiensi yang ekonomis termasuk dalam meningkatkan daya dan performansi kerja pada mesin. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan unjuk kerja mesin adalah dengan penambahan *cyclone* dengan variasi pada luas permukaan sudu dengan sudut kemiringan 30°.

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan performa mesin dengan perbandingan luas permukaan sudu *cyclone* yang berbeda serta menganalisis pengaruh dengan interaksi variasi putaran mesin.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode statistik dengan pengolahan data menggunakan metode regresi serta metode *DOE-Factorial* dalam mengetahui pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat yang ditentukan.

Hasil penelitian ini daya meningkat signifikan pada putaran mesin 4.500 rpm sampai 5.500 rpm menggunakan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup> mencapai hingga 87 Hp dengan torsi maksimum yang dihasilkan pada putaran mesin 3.000 rpm sebesar 317 Nm dan tekanan efektif rata-rata (*Bmep*) optimum dihasilkan pada putaran mesin 3.000 rpm yang dihasilkan sebesar 1.025 kPa atau setara 10 bar.

**Kata kunci :** performa mesin, luas permukaan *cyclone*, putaran mesin

### Abstract

*The development of the automotive world that is growing rapidly making the automotive industry to produce the latest technology because it has an economic value of efficiency, including in increasing the power and performance of work on the engine. One factor that can affect the increase in engine performance is the addition of cyclone with variations in the surface area of the blade with a slope angle of 30°.*

*The purpose of this study is to improve engine performance by comparing the surface area of different cyclone blades and analyzing the effect with the interaction of variations in engine speed.*

*The research method used is a statistical method with data processing using the regression method and the DOE-Factorial method in knowing the effect of the independent variables on the determined dependent variable.*

*The results of this study increased power significantly at 4,500 rpm to 5,500 rpm using a cyclone with a blade surface area of 1,620 mm<sup>2</sup> reaching up to 87 Hp with maximum torque generated at engine speed of 3,000 rpm at 317 Nm and optimum effective pressure (*Bmep*) produced at 3,000 rpm engine speed generated at 1,025 kPa or equivalent to 10 bar.*

**Keywords:** engine performance, cyclone surface area, engine speed

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan pada teknologi otomotif akhir-akhir ini mencuat sangat pesat. Perkembangan industri otomotif tersebut dapat kita lihat dari banyaknya produk-produk terbaru pada kendaraan. Kemajuan teknologi dan spesifikasinya yang semakin mewah tentunya mampu mempermudah bagi pengendara. Sesuai hal tersebut, maka pihak industri di bidang otomotif berlomba-lomba menarik minat

masyarakat dengan menciptakan teknologi yang tangguh dalam meningkatkan daya dan performansi kinerja pada mesin oleh karena itu, di perlukan modifikasi dalam hal perhitungan, pemilihan metode sistem yang tepat sehingga menghasilkan perancangan modifikasi yang optimal Sanudin, (2007)[8].

Menurut Winoko, (2017)[12] dalam meningkatkan performa pada mesin dapat dilakukan perbaikan dalam proses pembakaran.

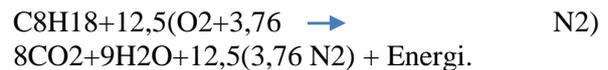
Proses pembakaran merupakan reaksi kimia yang berlangsung antara bahan bakar dan oksigen, sehingga menghasilkan energi panas dan gas sisa hasil pembakaran, pada proses ini dimulai dari busi memercikkan bunga api yang mempengaruhi ketika terjadi proses tersebut di dalam ruang silinder. Pembakaran sempurna tercapai jika proses pencampuran bahan bakar dan udara terdistribusi merata dan cukup homogen didalam silinder mesin. Pencampuran udara dan bahan bakar akan optimal bila menghasilkan aliran *turbulence*, hal ini disebabkan waktu pencampuran lebih lama sehingga memudahkan bahan bakar dan udara untuk bercampur Maharaka,(2018)[6]. Dalam meningkatkan performa pada mesin, maka di perlukan alat dalam penyempurnaan proses pembakaran ini salah satunya yaitu *Cyclone*. *Cyclone* merupakan alat yang terbuat dari *stainless steel* yang terpasang pada *intake manifold* dengan memiliki pluralitas sesuai dengan ukuran diameter *intake* berfungsi dalam merubah aliran udara dan bahan bakar dari aliran laminar menjadi aliran *turbulence* yang mampu memperbaiki tingkat pencampuran udara dan bahan bakar serta mencegah bahan bakar yang menempel pada *intake manifold* meregenerasi tekanan yang hilang setelah melewati *cyclone* Sei Y Kim,(1992)[10]. Hal ini terjadi sebagai akibat dari pembelokan udara secara paksa oleh adanya sudu-sudu dengan kemiringan tertentu saat melewati *cyclone* Fauzi,(2018)[4]. Dengan modifikasi sudu *cyclone* pada kemiringan sudut 30 menurut Susanto,(2013)[11] mampu menghasilkan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar paling efisien serta dengan memodifikasi pada jumlah sudu, kemiringan sudut tertentu dan variasi luas permukaan pada *cyclone* hasil terbaik ketika menggunakan modifikasi *cyclone* dengan jumlah sudu sebanyak 3 buah, menurut Muchammad,(2007)[7] alat ini mampu meningkatkan intensitas pembakaran dan kestabilan nyala api pembakaran serta mampu meningkatkan performa kendaraan secara optimal dan bentuk sudu yang datar menurut Cahyono,(2016)[3] mampu meningkatkan kecepatan dan aliran udara yang tinggi dengan tekanan yang dihasilkan juga baik serta lebih aerodinamis.

## II. DASAR TEORI

### 2.1. Proses Pembakaran

Proses pembakaran yang berlangsung pada ruang bakar menghasilkan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen (udara) diiringi dengan

kenaikan panas dan nyala. Pada sistem pembakaran dalam silinder motor, pembentukan panas itulah yang dibutuhkan. Hasil reaksi kimia dibuang sebagai asap dan tenaga yang kemudian panas itu diubah menjadi tenaga mekanis Santoso,(2012)[9]. Umumnya pada proses pembakaran terdiri dari dua unsur utama yaitu oksigen dan hidrogen yang terkandung dalam campuran bahan bakar akibat percikan bunga api busi secara teoritis menghasilkan reaksi



Menurut Anonim II, (2002)[1] salah satu faktor yang berpengaruh terhadap proses pembakaran yaitu :

1. Volume udara yang terkompresi (dimampatkan).  
Semakin banyak udara yang terkompresi maka akan menghasilkan suhu yang semakin tinggi. Saat jumlah udara terkompresi mencukupi, maka menghasilkan panas yang suhunya diatas suhu penyalaan.
2. Jumlah campuran udara dan bahan bakar.  
Tingkat turbulensi atau homogenya pecampuran udara dan bahan bakar mampu mempegaruhi proses pembakaran secara volumetrik dengan rasio atau jangka waktu yang singkat.
3. Penggunaan jenis bahan bakar dengan angka oktan sebab bahan bahan bakar memiliki efisiensi pembakaran yang berbeda dalam mengontrol hasil pembakaran.

### 2.2. Daya

Daya merupakan besar kerja motor bakar yang diperoleh dari hasil pengkonversian energi termal (panas) hasil pembakaran menjadi energi mekanik yang berfungsi dalam mendapatkan kondisi *top speed* mesin. Dalam pengaplikasiannya daya dibedakan dalam daya indikator berupa daya yang dihasilkan dari pembakaran gas dalam silinder dan daya mekanis berupa daya yang dihasilkan mesin untuk menggerakkan poros.

Parameter yang berhubungan dengan daya adalah,

1. Diameter silinder.
2. Volume silinder.
3. Perbandingan tekanan atau rasio kompresi.
4. Efisiensi volumetrik atau efisiensi pengisian.

5. Efisiensi mekanik.

Dalam hal ini, daya perlu ditingkatkan agar mencapai performa yang dibutuhkan pada kendaraan adalah dengan hal sebagai berikut.

- a. Memperbaiki pengisian silinder.
- b. Mempertinggi perbandingan tekanan.
- c. Perubahan layanan katup dan waktu (timing).
- d. Mengoptimalkan bagian-bagian yang bergerak.

Pengukuran pada daya dan torsi yang erat kaitannya dapat dilakukan dengan meletakkan mesin yang akan diukur pada torsi roda pada *engine testbed* dan poros keluaran dihubungkan dengan rotor *dynamometer* Heywood,(1988). Menurut Winoko,(2017)[12] persamaan pada daya didapat dengan sebagai berikut :

$$P = \frac{2 \pi n T}{60} (k) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan,

- P = Daya (kW)
- T = Torsi (Nm)
- n = Putaran Mesin (rpm)

**2.3. Torsi**

Torsi (momen gaya) merupakan gaya dalam memutar suatu benda pada porosnya. Grafik kinerja torsi menunjukkan bagaimana piston menekan poros engkol dengan berapa banyak gaya saat motor bakar berputar yang diteruskan ke roda. Torsi diperlukan untuk menggerakkan piston dari posisi diam hingga bergerak. Torsi pada ruang bakar terjadi saat langkah kompresi dimana campuran bahan bakar dan udara disulut dengan pemantik sehingga terjadi ledakan dalam silinder. Besarnya ledakan yang terjadi pada proses pembakaran tergantung pada jumlah udara yang masuk kedalam silinder. Saat putaran mesin rendah gerakan piston pelan sehingga pencampuran udara dan bahan bakar yang masuk rendah. Sebaliknya saat putaran mesin tinggi maka gerakan piston cepat dan jumlah udara yang masuk akan banyak Winoko,(2017)[12]. Namun torsi memiliki limit tertentu yang mana pada putaran mesin yang terlalu tinggi kemungkinan katup masuk menutup sebelum udara masuk kedalam silinder.

Besaran torsi menurut Arismunandar,(1994)[2] didapatkan sebagai berikut :

$$T = \frac{7,2 \times N}{n} \dots \dots \dots (2)$$

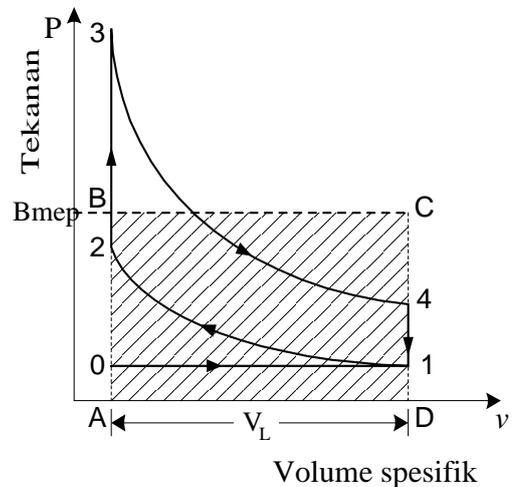
Dengan,

- Ne : Daya Poros Efektif (Hp)
- n : Putaran mesin (rpm)
- T : Torsi (kg.m)

**2.4. Tekanan Efektif Rata-Rata (Bmep)**

Tekanan efektif rata-rata atau *break man effective pressure* (Bmep) merupakan tekanan konstan teoritis, pada piston selama langkah kerja akan menghasilkan kerja netto per siklus yang sama dengan yang secara aktual Winoko,(2017)[12]. Tekanan maksimum ini dihasilkan berdasar dari desain mesin *standart*. Oleh karena itu, dari tekanan efektif rata-rata yang aktual dari beberapa mesin dapat meningkat serta dibandingkan dari perubahan volume mesinnya. Dan disertakan dengan perencanaan perhitungan, dalam meningkatkan performa mesin salah satunya adalah daya dan torsi, pada putaran mesin tertentu dapat di estimasi dalam mengansumsi nilai tekanan efektif rata-rata tersebut pada beberapa penentuan. Nilai dari tekanan efektif rata-rata tergantung dari tipe penggunaan mesin Heywood,(1988)[5].

Menurut Winoko,(2017)[12] siklus diagram pada tekanan efektif rata-rata adalah sebagai berikut,



**Gambar 2.1** Diagram Tekanan Efektif Rata-rata

Pada tipe mesin bensin nilai Bmep atau tekanan efektif rata-rata maksimum sekitar 850-1050 kPa (atau sekitar 125 sampai dengan 150 lb/in<sup>2</sup>) Heywood,(1988)[5].

Besarnya persamaan tekanan efektif rerata berdasarkan standart SI menurut Heywood,(1988)[5] adalah :

$$Bmep \text{ (kPa)} = \frac{P(k) \times n \times 1}{V (d^3) \times N \left(\frac{r-1}{3}\right)} \dots \dots \dots (3)$$

$$B_{mep} \quad (\text{lb/in}^2) = \frac{P(H) \times \pi \times 3}{V (ft^3) \times N \left(\frac{r}{min}\right)} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan

P : Daya poros efektif (Hp)/(kW).

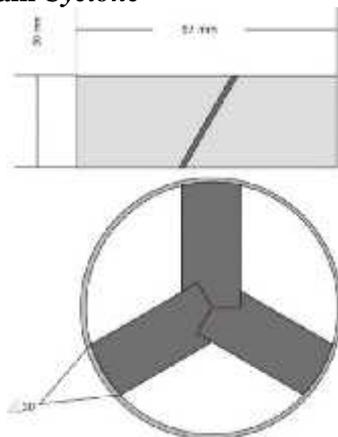
Vd : Volume mesin (dm<sup>3</sup>)/(in<sup>3</sup>)

n : Putaran Mesin (rpm)/(rps).

### III. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode *true eksperimental* dengan memvariasikan variabel tertentu terhadap variabel lainnya. Jenis kendaraan yang digunakan adalah daihatsu terios tahun produksi 2009 menggunakan standart pengujian ISO 1585 dengan metode P-Max sebanyak tiga kali perulangan. Dengan penelitian pada variasi putaran mesin 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000, 5.500 rpm dan 6.000 rpm dan variasi luas permukaan sudu *cyclone* sebesar 810 mm<sup>2</sup>, 1.620 mm<sup>2</sup>, dan 2.430 mm<sup>2</sup> terhadap pengaruh pada performa *engine* 1.500 cc yaitu daya, torsi dan tekanan efektif rata-rata (Bmep).

#### 3.1 Desain Cyclone

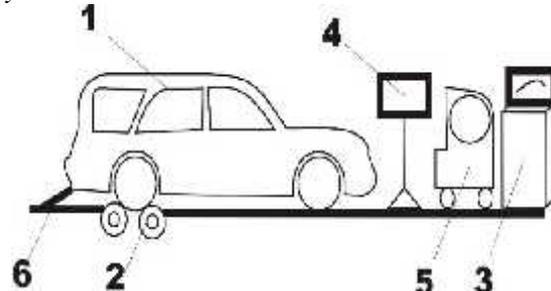


**Gambar 3.1** Desain Mekanik *Cyclone*

Setelah membuat desain pada aplikasi *corel draw*, kemudian mengukur diameter *intake manifold* ditemukan dengan nilai 54 mm kemudian penentuan jari-jari dari *cyclone* dengan rumus  $\frac{1}{2} \times$  Diameter ditemukan hasil 27 mm yang mana itu merupakan hasil dari panjang sudu *cyclone* dan lebar sudu *cyclone* ditentukan dengan nilai 10 mm, 20 mm dan 30 mm. Dalam menentukan luas permukaan pada sudu menggunakan rumus  $A =$  Panjang x Lebar dari masing-masing *cyclone* dengan penentuan jumlah 3 sudu *cyclone* maka luas dari masing-masing *cyclone* yaitu 810 mm<sup>2</sup>, 1.620 mm<sup>2</sup> dan 2.430 mm<sup>2</sup>.

#### 3.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dilakukan menggunakan alat penguji kinerja mesin yaitu *dynotest* atau dinamometer.

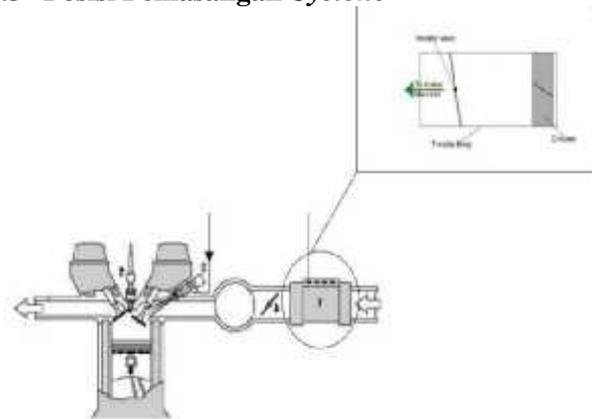


**Gambar 3.2** Metode Pengujian Daya

Keterangan :

1. Objek Pengujian
2. Roller *dynotest*
3. Komputer
4. Tachometer
5. Blower
6. Sabuk Pengaman.

#### 3.3 Posisi Pemasangan *Cyclone*



**Gambar 3.3** Metode Pemasangan *Cyclone*

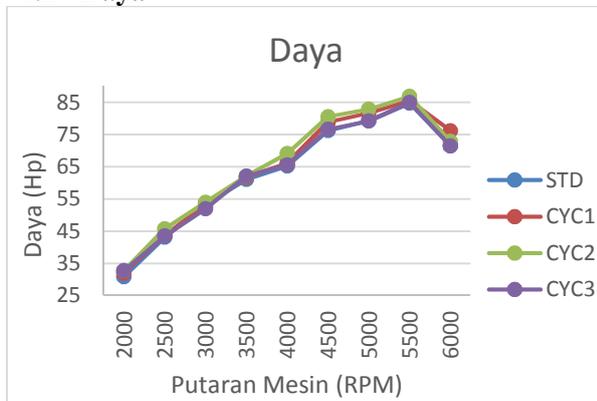


**Gambar 3.4** Pemasangan *Cyclone*

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengambilan data, maka dilakukan analisis pada data berupa grafik terdiri atas daya, torsi dan tekanan efektif rata-rata (Bmep).

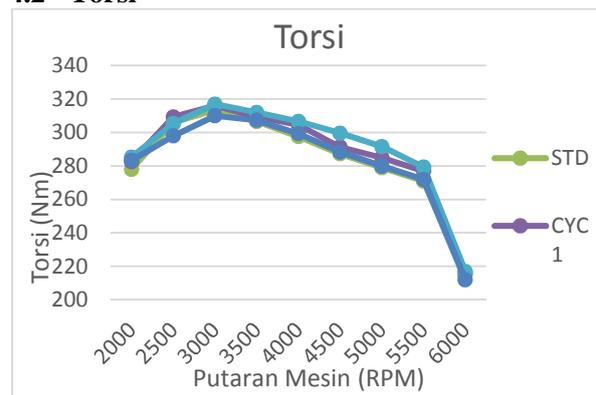
##### 4.1 Daya



Gambar 4.1 Grafik Data Daya

Pada penggunaan mesin *standart* daya yang dihasilkan pada putaran mesin 5500 rpm sebesar 85 Hp. Kemudian pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 810 mm<sup>2</sup> daya meningkat sebesar sekitar 86 Hp dari keadaan mesin *standart*. Pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan 1.620 mm<sup>2</sup> meningkat sebesar sekitar 87 Hp dari keadaan mesin *standart*. Lalu, pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 2430 mm<sup>2</sup> mulai menurun kembali sebesar 85 Hp sama dengan penggunaan mesin *standart*. Dari data yang dihasilkan, keseluruhan nilai daya mulai menurun ketika mencapai putaran mesin 6.000 rpm hal ini disebabkan pada saat putaran yang terlalu tinggi katup hisap menutup lebih cepat sebelum aliran udara dan bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar sehingga kapasitas aliran yang masuk rendah. Serta perolehan hasil daya maksimum yang optimal pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup>. Hal ini terjadi dikarenakan, koefisien drag pada penggunaan *cyclone* ini mampu menghasilkan aliran yang lebih *swirling* maka kecepatan pembakaran yang dihasilkan tinggi. Dibandingkan dengan penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 810 mm<sup>2</sup>, banyak aliran udara yang tidak menabrak sudu dengan luas permukaan sudu yang kecil sehingga aliran yang dihasilkan kurang homogen. Dan pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 2.430 mm<sup>2</sup> daya yang dihasilkan rendah dikarenakan dengan luas permukaan sudu terlalu tinggi sehingga aliran udara dan bahan bakar yang masuk menjadi terhambat.

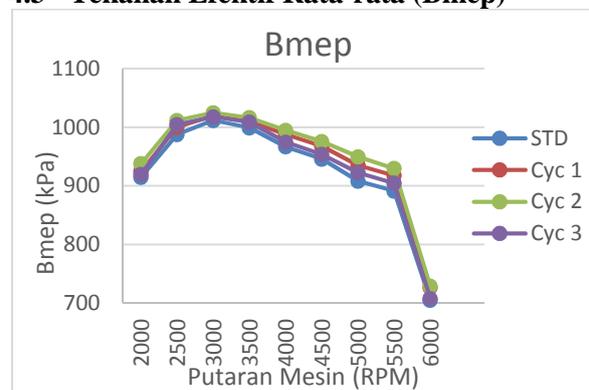
##### 4.2 Torsi



Gambar 4.2 Grafik Data Torsi

Pada penggunaan mesin *standart* torsi yang dihasilkan mulai meningkat pada putaran mesin 3.000 rpm sebesar 314 Nm. Kemudian pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 810 mm<sup>2</sup> meningkat 316 Nm dari keadaan mesin *standart*. Pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup> meningkat sebesar 317 Nm dari keadaan mesin *standart*. Dan pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 2.430 mm<sup>2</sup> mulai menurun sebesar 310 Nm dari kondisi mesin *standart*. Dari data yang dihasilkan, keseluruhan torsi mulai menurun pada putaran mesin 3.500 rpm hingga 6.000 rpm. Hal ini terjadi dikarenakan, ketika putaran mesin tinggi maka gerakan piston semakin cepat sehingga hambatan atau gesekan yang terjadi semakin besar dan torsi yang dihasilkan rendah. Serta perolehan hasil torsi optimum didapat pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan aliran udara dan bahan bakar yang dihasilkan lebih *swirling* sehingga mempercepat proses pembakaran dan juga berpengaruh pada proses kompresi sehingga tekanan yang dihasilkan tinggi.

##### 4.3 Tekanan Efektif Rata-rata (Bmep)



Gambar 4.3 Grafik Data Tekanan Efektif Rata-rata

Pada penggunaan mesin *standart* tekanan efektif rata-rata mulai meningkat pada putaran mesin 3.000 rpm sebesar 1.012 kPa. Kemudian pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 810 mm<sup>2</sup> pada putaran mesin 3.000 rpm meningkat sebesar 1.020 kPa dari keadaan mesin *standart*. Pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup> pada putaran mesin 3.000 rpm mulai meningkat sebesar 1.025 kPa dari keadaan mesin *standart*. Kemudian pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 2.430 mm<sup>2</sup> pada putaran mesin 3.000 rpm mulai meningkat sebesar 1.018 kPa dari keadaan mesin *standart*. Dari data yang dihasilkan tekanan efektif rata-rata mulai meningkat dari putaran mesin 3.000 rpm kemudian mulai menurun ketika mencapai putaran mesin 3.500 rpm hingga 6.000 rpm hal ini terjadi dikarenakan tekanan efektif rata-rata merupakan siklus yang terjadi saat proses pembakaran atau langkah kerja yang mana dengan semakin tingginya putaran mesin, maka pasokan pencampuran udara dan bahan bakar rendah diakibatkan dari bertambah cepatnya gerakan katup hisap sehingga tekanan yang dihasilkan rendah pula. Serta data hasil tekanan efektif rata-rata yang paling baik menggunakan luas permukaan sudu *cyclone* 1.620 mm<sup>2</sup> pada putaran mesin 3.000 rpm. Pada hal ini terjadi karena, pada luas permukaan sudu ini mampu memberikan aliran yang lebih *swirling* sehingga berpengaruh pada proses pembakaran yang mampu mempercepat proses tersebut yang lebih optimal sehingga pada tekanan yang dihasilkan baik. Dibandingkan pada penggunaan luas permukaan sudu *cyclone* 810 mm<sup>2</sup> aliran udara dan bahan bakar banyak yang tidak menabrak sudu sehingga aliran yang dihasilkan kurang homogen dan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan rendah. Dan pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 2.430 mm<sup>2</sup> aliran udara dan bahan bakar yang dihasilkan rendah diakibatkan dari luas permukaan sudu yang terlalu lebar sehingga menghambat aliran tersebut dan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan rendah.

## V. KESIMPULAN

Pada hasil penelitian yang dilakukan bahwa pada penggunaan *cyclone* memberikan pengaruh pada performa kendaraan terutama pada putaran mesin tinggi. Nilai Daya optimum dihasilkan pada penggunaan *cyclone* dengan luas permukaan sudu 1.620 mm<sup>2</sup>. Ketika putaran mesin mencapai 5.500 rpm sebesar 87 Hp. Lalu nilai torsi optimum dihasilkan ketika mencapai putaran mesin 3.000 rpm sebesar 317 Nm dan pada nilai tekanan

efektif rata-rata (Bmep) optimum dihasilkan ketika mencapai putaran mesin 2.500 rpm hingga 3000 rpm sebesar 1.025 kPa atau setara 10 bar.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [ 1 ] Anonim II. 2002. *Engine Indusion Course. Training center Trakindo*. Kuala Kencana
- [ 2 ] Arismunandar, W. 1994. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Penerbit ITB. Bandung.
- [ 3 ] Cahyono, B. 2016. “*Development of Swirl Generator in Intake Manifold to Increase Engine Performance Port Injection Gasoline Engine*”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [ 4 ] Fauzi, Yusuf Rizal. 2018. “*Pengaruh Penambahan Turbocyclone Aksial Terhadap Aliran dan Performa Motor Bakar*”, Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Kotabaru.
- [ 5 ] Heywood. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamental*. International, Edition, Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- [ 6 ] Maharaka, Y. 2018. *Pengaruh Variasi Turbo Cyclone pada Saluran Udara Masuk Terhadap Unjuk Kerja Mobil Avanza Veloz Tahun 2012*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [ 7 ] Muchammad. 2007. “*Simulasi Efek Turbo Cyclone Terhadap Karakteristik Aliran Udara Sepeda Motor 4 Tak 100 cc Menggunakan Computational Fluid Dynamic*”. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [ 8 ] Sanudin, Edi. 2007. *Pengaruh Sudu Swirling Vane dan Penggunaan Jenis Muffler Terhadap Daya Motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- [ 9 ] Santoso, 2012. *Buku ajar Sistem Bahan Bakar Motor Bensin*. Malang : Politeknik Negeri Malang.
- [ 10 ] Sei Y, Kim.1992. *Air Flow System for an Internal Combustion Engine*. Seoul : 5,113,8.
- [ 11 ] Susanto, H. 2013. *Pengaruh TurboCyclone pada Intake Manifold Terhadap Unjuk Kerja Motor 4 Tak*. Jember : Universitas Jember.
- [ 12 ] Winoko, Yuniarto A. 2017. *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang*. Edisi 1. Malang : Polinema Pre