

## PENGEMBANGAN DESAIN INTAKE TROMP CYCLONE DENGAN MENGGUNAKAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC

Rully Faturachman\*), Amin Suhadi \*\*)  
Sekolah Menengah Kejurusan Negeri 1 Sukabumi  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta, Indonesia  
Email: rully.faturachman@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran udara pada Desain *Intake Tromp Cyclone* dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamic / CFD* dan unjuk kerja mesin (daya dan torsi), konsumsi bahan bakar juga kadar emisi gas buang pada sepeda motor 2DP 155cc yang menggunakan *Intake Tromp Cyclone*. Pengujian dilakukan meliputi *Dyno Test*, Uji jalan dan uji emisi dengan membandingkan sepeda motor 2DP 155cc yang menggunakan ITC dengan yang tidak menggunakan ITC. Hasil simulasi aliran udara pada ITC melalui CFD menunjukkan adanya aliran turbulen dengan nilai *Pressure Drop* sebesar 18,6 Pa pada ITC yang digunakan pada pengujian eksperimen. Hasil pengujian langsung juga menunjukkan peningkatan daya sebesar 0,292 HP atau 3,2% dan untuk torsi maksimum meningkat 0,9 Nm atau 7,4 %, lalu peningkatan jarak tempuh dalam konsumsi bahan bakar sebanyak 1 liter dapat menempuh jarak sejauh 46,6 km , bertambah 8,3 km atau 17,8%. Untuk emisi gas buang mengalami penurunan kadar, untuk Karbon Monoksida (CO) turun sebesar 0,03% dan untuk Hidro Karbon (HC) turun sebesar 29,5%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa karakteristik aliran udara pada ITC yang ada dipasaran adalah aliran turbulen dengan nilai *Pressure drop* sebesar 18,6 Pa. juga terjadi peningkatan unjuk kerja mesin, jarak tempuh konsumsi bahan bakar per 1 liter dan penurunan kadar emisi gas buang.

Kata Kunci: *Intake Tromp Cyclone*, ITC, CFD, 2DP 155cc, Unjuk kerja mesin.

### ABSTRACT

*This research aims at understanding the airflow characteristics of Intake Tromp Cyclone design by utilizing Computational Fluid Dynamic (CFD), as well as exploring the performance, fuel consumption, and emission of a 2DP 155cc motorbike which employs Intake Tromp Cyclone. The test was conducted using Dyno Test, riding test, and emission test by comparing 2DP 155cc which employs ITC to the one which does not. The airflow simulation of ITC using CFD showed the presence of turbulence flow of 18,6 on the Pressure Drop value in the experiment vehicle. Direct tests also showed increases in power at 0,292 HP or 3,2% and the maximum torque increased at 0,9 Nm or 7,4%. Improvement was also shown in the fuel efficiency; 1 liter of fuel could cover 46,6 km, adding 8,3 km or 17,8% to the mileage. Another advancement was presented in the gas emission. Carbon monoxide dropped at 0,03% and hydrocarbon was reduced 29,5%. Therefore, it can be concluded that the airflow found in marketed ITC has the turbulence with 18,6 Pa of Pressure drop value. It is also observed the improvement in the machine performance, gas mileage, and emission profile.*

Keyword: *Intake Tromp Cyclone*, ITC, CFD, 2DP 155cc, Machine Performace.

### PENDAHULUAN

Kondisi cadangan jumlah bahan bakar yang semakin menipis dan meurunnya produksi minyak bumi di Indonesia seperti yang disampaikan oleh [Faisal Basri] yaitu Produksi minyak dewasa ini tinggal sekitar separuh dari tingkat produksi puncak tahun 1980. Sementara itu konsumsi BBM tak terbendung, naik terus dengan cepat. Pada tahun 1980 konsumsi BBM baru sekitar 400 ribu barrel per hari atau hanya seperempat dari tingkat produksi, sedangkan pada tahun 2012 konsumsi

BBM naik hampir empat kali lipat dan telah mencapai 1,7 kali dari tingkat produksi".

Alternatif bahan bakar yang dapat digunakan pada kendaraan, selain itu juga banyak dikembangkan berbagai macam teknologi pendukungnya untuk menghasilkan kendaraan yang efisien dalam penggunaan bahan bakar tetapi memiliki unjuk kerja mesin yang baik serta ramah lingkungan, seperti pada Sepeda Motor jenis 2DP 155cc yang memiliki Teknologi paling maju dibanding sepeda motor dikelasnya, Diantaranya mekanisme pengaturan katup sudah elektrik atau VVA ( *Variable Valve Activation* ),

Pengaturan Sistem Bahan Bakar sudah Elektris atau (*Electric Fuel Injection*), teknologi teknologi tersebut merupakan teknologi pengaturan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke ruang bakar secara presisi yang diatur secara komputerisasi atau digital.

Selain teknologi yang ada pada sepeda motor 2DP 155cc dengan perencanaan yang kompleks dan berbiaya tinggi, ada juga inovasi dan kreatifitas sederhana dalam menghasilkan komponen pendukung atau alat tambahan yang dianggap dapat meningkatkan kinerja mesin dan menurunkan penggunaan bahan bakar serta ramah lingkungan diantaranya dengan alat pemasukan udara tambahan untuk mesin kendaraan yaitu *Intake Tromp Cyclone*, alat ini digunakan pada saluran masuk udara dan berfungsi untuk menghasilkan aliran udara yang berputar/turbulensi, pada ujung bagian depan alat ini disematkan sudu-sudu yang tidak berputar dengan tingkat kemiringan  $45^{\circ}$ .

Beberapa peneliti aliran fluida berpusar membuktikan bahwa aliran berpusar dapat meningkatkan intensitas turbulensi, dalam pengertian biasa turbulensi adalah kecepatan yang berubah-ubah pada satu titik di dalam aliran, perubahan kecepatan tersebut akan menimbulkan kecepatan fluktuasi terhadap kecepatan rata-rata pada titik tersebut.

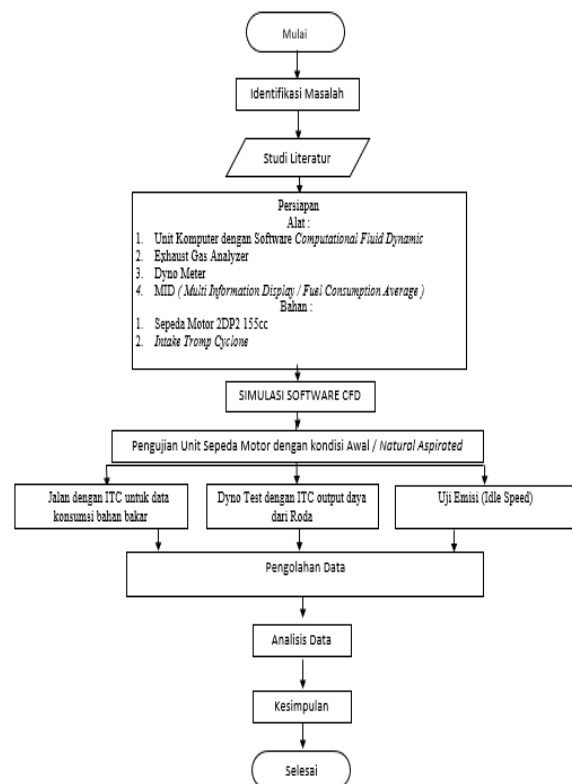
*Intake Tromp Cyclone* sendiri belum dilakukan pengujian dan penelitian secara empiris, tetapi alat ini diklaim oleh pembuatnya mampu membuat aliran udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar memiliki *VE (Volumetric Efficiency) yang tinggi akibat efek desain Velocity Stack dan adanya aliran udara yang berputar/Swirling* akibat adanya sudu-sudu pada ITC (*Fixed Vane*), berputarnya aliran udara akan memperbaiki tingkat efisiensi pencampuran bahan bakar dengan udara (*mixture*), oleh karena itu untuk membuktikannya penulis akan melakukan simulasi, terutama untuk mengetahui karakteristik aliran udara pada saluran masuk yang dihasilkan oleh *Intake Tromp Cyclone* secara simulasi digital dengan menggunakan *Software Computational Fluid Dynamic*, apakah desain yang dibuat telah sesuai dengan harapan yang diinginkan, juga untuk mengetahui hasil yang lebih akurat penulis akan melakukan pengujian secara langsung dari dua model alat ini melalui *Dyno test* untuk mengetahui Unjuk kerja yang dihasilkan, dan *Gas Analyzer* untuk mengetahui kadar emisi gas buang.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efek aliran internal dari memvariasikan kecepatan inlet di dalam ruang bakar. Bidang aliran di dalam ruang bakar dikendalikan oleh bentuk dan ukuran liner, bentuk

lubang sisi dinding, ukuran dan pengaturan (lubang primer, sekunder dan pengenceran), dan konfigurasi penukar udara primer. Air swirler menambahkan cukup putaran ke aliran masuk untuk menghasilkan daerah resirkulasi pusat (CRZ) yang diperlukan untuk stabilitas api dan peningkatan pencampuran udara bahan bakar. Oleh karena itu, merancang swirler udara yang tepat merupakan tantangan untuk menghasilkan pembakaran yang stabil, efisien dan rendah emisi dengan kehilangan tekanan rendah. Empat variasi kecepatan injeksi dari 30m / s hingga 60m / s dengan sudut baling-baling radial 50 derajat digunakan dalam analisis ini untuk menunjukkan efek kecepatan pada medan aliran internal. Perilaku aliran diselidiki secara numerik menggunakan pemecah CFD Ansys 14.0. Studi ini telah memberikan wawasan karakteristik ke dalam pola aliran di dalam ruang bakar. Hasil menunjukkan bahwa tindakan berputar ditambah dengan peningkatan kecepatan injeksi, yang mengarah pada peningkatan aliran balik teras, sehingga meningkatkan pencampuran bahan bakar dan udara di ruang bakar.

## METODE PENELITIAN

Alur penelitian yang akan dilaksanakan pada penelitian ini adalah ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Kerangka Penelitian

## Prosedur Penelitian

1.1 Bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah: *Intake Tromp Cyclone* yang sudah terjual dipasaran. Lalu dilakukan penggambaran ulang dengan menggunakan *Computer Aided Design / CAD*.

### Alat

Alat Utama yang digunakan dalam penelitian ini Adalah:

- Sepeda Motor 2DP 155cc
- Dynamo meter
- Gas Analyzer

### Proses Pengujian Sampel

Proses pengujian sampel dilakukan dalam rangka mengumpulkan data data yang diperlukan dalam penelitian ini, pada penelitian ini digunakan metode deskriptif eksperimen dan melakukan simulasi melalui software *Computational Fluid Dynamic* dalam melakukan pengumpulan data. Diantaranya adalah data spesifikasi intake tromp cyclone dan spesifikasi teknis sepeda motor 2DP 155cc, lalu melakukan uji jalan dengan dua siklus pengujian, yaitu: dengan menggunakan ITC dan tanpa menggunakan ITC, untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar, selanjutnya menggunakan Exhaust Gas Analyzer mendapatkan data Kadar Emisi Gas buang, dan menggunakan Dynamometer test dengan output pada roda ntuk mendapatkan data Unjuk Kerja dan Torque.

### Proses Simulasi *Intake Tromp Cyclone* dengan menggunakan perangkat lunak *Computational Fluid Dynamic/ Ansys Fluent*

Pelaksanaan simulasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik udara yang dihasilkan dari ITC ketika mengalirkan udara masuk pada sepeda motor 2DP 155cc, dari data dimensi yang ukur secara manual pada fisik ITC yang sudah dijual di pasaran, sudu yang ada pada ITC tersebut memiliki kemiringan sebesar  $45^{\circ}$  sebanyak 3 buah sudu, tujuan dari dibuatnya sudu pada ITC adalah untuk menghasilkan efek aliran udara yang turbulen atau memutar, hanya saja pada tahan desain dan pembuatannya belum pernah dilakukan simulasi secara digital atau empiris oleh pembuatnya, sehingga desain ITC yang ada ini belum diketahui desain optimumnya. Melalui simulasi ini akan dilakukan pengujian desain sudu dengan beberapa derajat kemiringan diantaranya  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ , dan diharapkan dari simulasi ini didapat prediksi karakteristik udara yang paling optimum untuk menghasilkan manfaat pada sepeda motor 2DP 155cc.

## Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan melalui dua metode, yang pertama dengan mensimulasikam data dimensi dari ITC yang sudah ada dengan menggunakan alat ukur manual yang selanjutnya diolah melalui perangkat lunak CAD dan *Solidwork*, selanjutnya pengolahan data ITC dilanjutkan dengan CFD *Ansys Fluent* untuk mengetahui karakteristik aliran udara yang dihasilkan oleh ITC dengan beberapa variasi kemiringan sudut Sudu.

Yang kedua dilakukan pengolahan data yang bersumber dari hasil eksperimen pada unit sepeda motor 2DP 155cc, metode eksperimen merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari perlakuan tertentu yang dilakukan di labotarium, pada penelitian ini sepeda motor 2DP 155cc akan diuji pada dua kondisi yaitu kondisi tanpa adanya alat ITC atau *Natural Aspiratid* (NA) dan dengan menggunakan ITC yang memiliki sudut kemiringan sudu sebesar  $45^{\circ}$ , untuk diketahui Unjuk kerja mesin berupa Daya dan Torsi, lalu emisi gas buang yang dihasilkan juga konsumsi bahan bakar spesifik dengan uji jalan.

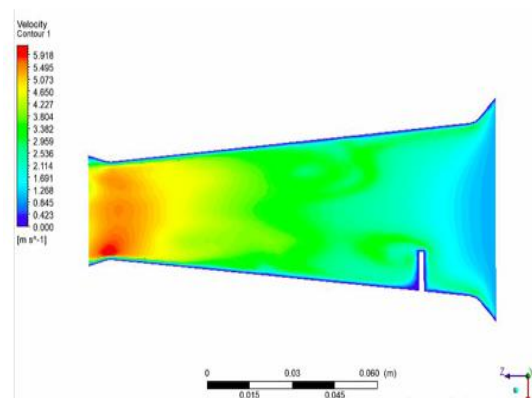
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Simulasi *Computational Fluid Dynamic* untuk *Intake Tromp Cyclone*

Simulasi dengan CFD bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran fluida pada ITC dengan variasi desain besaran sudut kemiringan sudu sebesar  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ , Adapun data yang dihasilkan sebagai berikut:

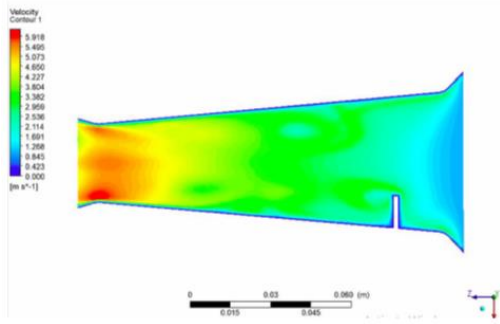
#### Hasil simulasi CFD pada ITC untuk distribusi kecepatan

#### Distribusi Kecepatan aliran fluida pada ITC dengan kemiringan Sudu $35^{\circ}$



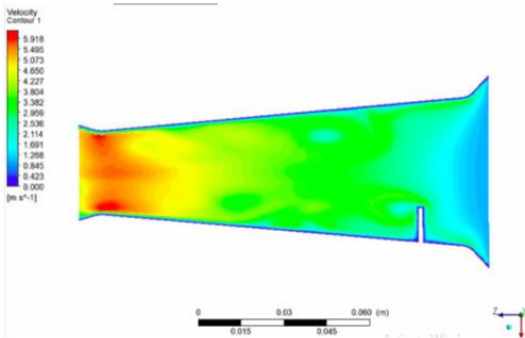
Gambar 2. ilustrasi distribusi kecepatan aliran fluida pada ITC  $35^{\circ}$

**Distribusi Kecepatan aliran fluida pada ITC dengan kemiringan Sudu sebesar 40°**



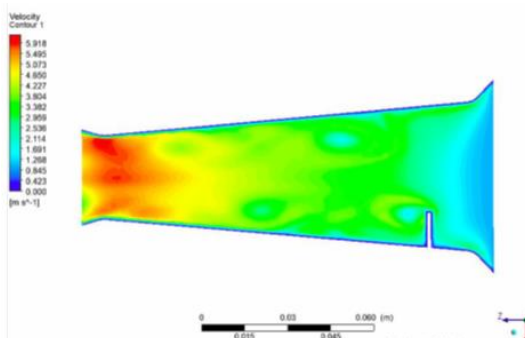
Gambar 3. ilustrasi distribusi kecepatan aliran fluida pada ITC 40°

**Distribusi Kecepatan aliran fluida pada ITC dengan kemiringan Sudu sebesar 45°**



Gambar 4. ilustrasi distribusi kecepatan aliran fluida pada ITC 45°

**Distribusi Kecepatan aliran fluida pada ITC dengan kemiringan Sudu sebesar 50°**



Gambar 5. ilustrasi distribusi kecepatan aliran fluida pada ITC 50°

**Analisis Hasil Simulasi**

1 Dilihat dari hasil simulasi CFD tentang distribusi kecepatan, distribusi tekanan, *Streamline* dan *Turbulence Kinetic*

*Energypada* aliran fluida di ITC, bahwa semakin tinggi sudut, maka aliran akan semakin tercampur, ini dapat dilihat dari indikasi pola *Streamline* yang semakin berputar dan pergeseran warna distribusi kecepatan dan tekanan kedepan, serta nilai *Turbulence Kinetic Energy* yang semakin tinggi.

- 2 Semakin intensif putaran aliran fluida dapat menyebabkan gesekan yang semakin tinggi di dalam aliran fluida, hal ini juga dapat mengakibatkan meningkatnya pressure drop.
- 3 Untuk memilih desain sudut yang optimal harus mempertimbangkan pengaruh antara besarnya nilai putaran aliran fluida dengan nilai pressure drop yang dihasilkan.

**Hasil Uji Unjuk Kerja Sepeda Motor 2DP 155cc dengan menggunakan Dynamo meter.**

Hubungan antara torsi dengan putaran mesin dan hasil uji unjuk kerja mesin 2DP 155cc menggunakan ITC 450 dan tanpa menggunakan ITC, dapat dilihat untuk Torsi maksimum tanpa menggunakan ITC sebesar 11,3 Nm pada 5100 Rpm, sedangkan untuk torsi maksimum dengan menggunakan ITC 450 sebesar 12,2 N-m pada 4900 Rpm

**Analisa Hasil Uji Unjuk Kerja**

Setelah melihat hasil uji unjuk kerja mesin 2DP 155c dengan menggunakan Dynamo meter dapat dibandingkan antara daya dan torsi maksimum dari dua kondisi yang berbeda, pada kondisi tanpa ITC didapat daya maksimum sebesar 9,106 Hp pada 8100 Rpm, sedangkan kondisi dengan menggunakan ITC didapat daya maksimum sebesar 9,398 Hp pada 9100 Rpm, dari hasil uji ini didapat peningkatan daya sebesar **0,292 Hp atau 3,2%** pada putaran mesin yang lebih tinggi 1000 Rpm, untuk torsi maksimum pada kondisi tanpa ITC sebesar 11,3 Nm pada 5100 Rpm sedangkan kondisi dengan menggunakan ITC diraih angka torsi maksimum sebesar 12,2 Nm pada 4900 Rpm, dari hasil uji ini didapat peningkatan sebesar **0,9 Nm atau 7,4 %** pada putaran mesin yang lebih rendah 200 Rpm. Secara detail dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian dynotest sepeda motor 2DP 155cc

Pengujian	Kondisi Sepeda Motor	Daya Maksimum (HP)	Peningkatan	Torsi Maksimum (Nm)	Peningkatan
1	Tanpa ITC	9,106	0,292 HP (3,2%)	11,3	0,9 Nm (7,4%)
2	Dengan ITC	9,398		12,2	

Peningkatan unjuk kerja mesin dengan menggunakan ITC kemiringan  $45^{\circ}$  dapat diartikan bahwa adanya peningkatan kecepatan aliran udara dan kevakuman pada saluran keluar ITC  $45^{\circ}$  seperti terlihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.7. sehingga *Volumetric Efficiency* pada ruang bakar meningkat atau jumlah udara yang masuk lebih besar dibanding dengan tidak menggunakan ITC, desain ITC yang seperti terompet dengan diameter saluran keluar yang lebih kecil dibanding dengan saluran masuknya yang memberikan dampak seperti desain *Velocity Stuck*.

#### Analisa hasil uji jalan untuk konsumsi bahan bakar sepeda motor 2DP 155cc

Konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 2DP 155cc diketahui melalui Uji jalan dengan perolehan informasi jarak tempuh yang diraih disetiap penggunaan 1 liter bahan bakarnya melalui MID sepeda motor tersebut, untuk kondisi tanpa ITC atau *Natural Aspirated* diraih jarak 38,3 KM sedangkan pada kondisi menggunakan ITC dapat diraih jarak 46,6 KM atau ada penambahan jarak sejauh **8,3 km atau sebesar 17,8%**, adapun secara detail dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. hasil uji jalan konsumsi bahan bakar sepeda motor 2DP 155cc

Penguujian	Kondisi Kendaraan	Jarak yang diraih untuk 1 liter bahan bakar	Jarak Uji Jalan (KM)
		Jarak (KM)	
1	Tanpa ITC	38,3	26,8
2	Menggunakan ITC	46,6	26,8

#### Hasil Uji Kadar emisi gas buang pada sepeda motor 2DP 155cc

Atmosfir bumi atau udara terdiri dari dua gas utama yaitu Oksigen/ $O^2$  sekitar 21% dan Nitrogen /  $N_2$  sekitar 78% serta sisanya 1% terdiri dari bermacam macam gas diantaranya adalah karbondioksida dan argon. Disamping argon dan karbondioksida, masih banyak gas/zat yang dihasilkan manusia seperti karbon monoksida/CO, Hidro karbon/HC, Nitrogen oxid /  $NO_x$  dan sulfur dioksida/Sox.

Kendaraan bermotor juga menghasilkan beberapa gas/zat berbahaya, diantaranya Karbon monoksida/CO, Hidrokarbon/HC dan Nitrogen oxid/ $NO_x$ , gas ini dapat mengganggu pernapasan dan berbahaya terhadap makhluk hidup lainnya. Hanya sekitar 23-28% energi panas yang dihasilkan pada proses pembakaran di dalam

silinder mesin dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai tenaga.

#### Analisis Hasil uji kadar emisi gas buang pada sepeda motor 2DP 155cc

Tabel 3. hasil uji kadar emisi gas buang pada sepeda motor 2DP 155cc

Penguujian	Kondisi Kendaraan	Hasil Uji Kadar Emisi Gas Buang		Penguujian
		CO (%)	HC (Ppm)	
1	Tanpa ITC	0,32	0,129	Pada 1500 - 1600 Rpm
2	Menggunakan ITC	0,29	0,091	

Dapat dilihat secara jelas tentang hasil uji kadar emisi gas buang yang dilaksanakan pada kondisi tanpa menggunakan ITC dan kondisi menggunakan ITC dengan metode uji putaran mesin idle sekitar 1500-1600 rpm

Untuk kadar emisi gas karbonmonoksida pada kondisi tanpa ITC didapat data sebesar 0,32 % sedangkan pada kondisi menggunakan ITC didapat data sebesar 0,29% atau terjadi penurunan kadar emisi karbon monoksida sebesar **0,03 (9,4%)**, selanjutnya untuk kadar emisi gas hidro karbon/HC pada kondisi tanpa ITC didapat data sebesar 0,129 Ppm sedangkan pada kondisi menggunakan ITC didapat data sebesar 0,091 Ppm atau terjadi penurunan **sebesar 0,038 Ppm (29,5%)** untuk kadar gas hidro karbon / HC.

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan tentang pengembangan desain *Intake Tromp Cyclone* terhadap karakteristik aliran udara pada saluran masuk udara sepeda motor 2DP 155cc, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik udara pada saluran masuk sepeda motor berdasarkan hasil simulasi melalui *Computational Fluid Dynamic* pada *Intake Tromp Cyclone* bahwa semakin tinggi sudut, maka aliran akan semakin tercampur, ini dapat dilihat dari indikasi pola *Streamline* yang semakin berputar dan pergeseran warna distribusi kecepatan dan tekanan kedepan, serta nilai *Turbulence Kinetic Energy* yang semakin tinggi, hal ini juga berdampak pada meningkatnya nilai *Pressure drop* yang berdampak pada menurunnya unjuk kerja mesin, hal ini diimbangi dengan desain terompet dari ITC yang dapat memberikan efek peningkatan *Volumetric Efficiency*. Adapun hasil simulasi

aliran udara pada *Intake Tromp Cyclone* yang digunakan dalam penelitian eksperimen dengan kemiringan sudu sebesar 45°, dapat terlihat aliran turbulensinya melalui *Streamline* yang dihasilkan, juga memiliki nilai *Pressure drop* sebesar 18,6 Pa.

2. Dengan nilai *Pressure drop* 18,6 Pa pada *Intake Tromp Cyclone* dengan sudu 45°, ada peningkatan unjuk kerja mesin sepeda motor 2DP 155cc yang menggunakan ITC, untuk daya maksimum meningkat 0,292 Hp atau 3,2% dan untuk torsi maksimum meningkat 0,9 Nm atau 7,4 %, lalu peningkatan jarak tempuh dalam konsumsi bahan bakar sebanyak 1 liter dapat menempuh jarak sejauh 46,6 km , bertambah 8,3 km atau 17,8%. Untuk emisi gas buang mengalami penurunan kadar, untuk Karbon Monoksida (CO) turun sebesar 0,03% dan untuk Hidro Karbon (HC) turun sebesar 29,5%

- [10] Ginting, Yunan., *Otomotif Dasar*, Angkasa - Bandung 1999
- [11] Ruslan, Wegie., *Semburan Fluida Berpusar*, Universitas Atma Jaya-Jakarta, 2013

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] [https://www.kompasiana.com/faisalbasri/sesat-pikir-pengelolaan-migas-ii\\_552fafd26ea834ba198b4595](https://www.kompasiana.com/faisalbasri/sesat-pikir-pengelolaan-migas-ii_552fafd26ea834ba198b4595) diakses pada tanggal 7 Desember 2017 Pukul 08.00 Wib.
- [2] <https://www.google.com/patents/US4962642> diakses pada tanggal 7 Desember 2107 Pukul 08.22 Wib
- [3] <https://otomotifnet.gridoto.com/read/02108452/tes-velocity-stack-di-suzuki-satria-f150-dongkrak-power-dan-torsi?page=all> diakses pada tanggal 7 desember 2017 Pukul 08.35 Wib
- [4] Suliyono dan Marsudi, Pengaruh Penggunaan Turbo Cyclone dan Busi Iridium terhadap emisi gas buang pada motor bensin 4 tak, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya ( Nopember, 2014 )
- [5] Nely Ana Mufarida, Analisis Prestasi Kerja Motor 4 Tak Dengan Penggunaan Turbo Cyclone Prodi. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember ( Vol.1No. 1 Agustus 2016)
- [6] Mohamad Shaiful Ashrul Ishaka, Mohammad Nazri Mohd. Jaafar, *Effect of Velocity Variation at High Swirl on Axial Flow Development inside a Can Combustor*, School of Manufacturing Engineering, Universiti Malaysia Perlis (24Agustus2014)
- [7] Arismunandar, W., *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Edisi Kelima ITB Bandung, 2002
- [8] <http://www.yamaha-motor.co.id/product/nmax-155-abs> diakses pada tanggal 7 Desember 2017 pukul 10.12 Wib
- [9] <https://www.facebook.com/groups/288773298146103/permalink/385718961784869/> diakses pada tanggal 7 Desember 2017 pukul 10.30 wib.