

## PENGARUH PENAMBAHAN *TURBO CYCLONE* AKSIAL TERHADAP ALIRAN DAN PERFORMA MOTOR BAKAR

Yusuf Rizal Fauzi

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Kotabaru  
Jalan raya Stagen, K.M. 9,5. Kotabaru, Kalimantan Selatan, Indonesia  
Email: rizal.fauzi@engineer.com

### Abstract

*Complete combustion is a process that is expected in a burning, this can be achieved when a mixture of fuel and air evenly and fairly homogeneously distributed in the engine cylinder. This research aims to determine the effect of the flow and performance of the Honda GL PRO motorcycles with a cylinder capacity of 156 cc. This test is done to determine the effect of pre-combustion and post-combustion engine using turbo cyclone and the flow passing through the carburetor. This method uses fluent 6.2 software and statistical tests. With the use of axial turbo cyclone, it can improve the performance of gasoline engine with swirl flow obtaining fuel-air mixture better and get the desired performance. The results obtained from testing Effective Power by using turbo cyclone is 0.7239654 HP average, and 0.4151938 HP average without turbo cyclone. Torque by using turbo cyclone 0.2592512 kg.m average, and 0.1486808 kg.m average without turbo cyclone, the value of Effective Fuel Consumption by using turbo cyclone is 0.325596 kg/HP.hour average and 0.9273914 kg/HP.hour average without turbo cyclone. Efficiency Thermic Effective ( $\eta_e$ ) by using turbo cyclone is 14.1434058 % average and 6.229145 % average without turbo cyclone.*

**Keywords:** Turbo cyclone, performance, and flow.

### PENDAHULUAN

Pembakaran sempurna merupakan proses yang sangat diharapkan pada suatu pembakaran, hal ini bisa tercapai apabila campuran bahan bakar dan udara terdistribusi merata dan cukup homogen didalam silinder *engine*. Dengan adanya aliran *swirl* ini *mixing* akan lebih sempurna karena disamping mempunyai kesempatan waktu lebih lama untuk bercampur juga bentuk *swirl* itu sendiri yang memudahkan bahan bakar dan udara untuk bercampur.

Penelitian mengenai *turbo cyclone* jenis radial terhadap *performance* mesin kijang pernah dilakukan [1], dimana penambahan *turbo cyclone* menyebabkan daya meningkat dan konsumsi bahan bakar menurun untuk putaran diatas 3500 rpm. Sedangkan efisiensi termis meningkat untuk putaran tinggi. Eksperimen tentang *turbo cyclone* jenis radial juga pernah dilakukan [2] dengan menggunakan *wintanel*, dimana *turbo cyclone* dengan

sudut pengarah 60° mempunyai vortex strength yang lebih kuat dibanding sudut pengarah 45°. Setelah itu muncul lagi penelitian *turbo cyclone* jenis aksial dengan bentuk pejal yang diletakan setelah karburator [3] juga menggunakan *wintanel*. Dimana hasil yang didapatkan adalah, aliran setelah melewati peralatan ini menjadi terpelintir dengan kecepatan terbesar memusat di tengah. Dengan menggunakan *wintanel* yang sama, namun menggunakan model *turbo cyclone* aksial yang berbeda, yaitu tidak lagi pejal melainkan menggunakan sudu-sudu, [4] juga melakukan penelitian. Hasilnya bahwa *turbo cyclone* dengan bentuk sudu lengkung memberikan intensitas *swirl* lebih tahan lama/berelaksasi lebih lama, ditunjukkan dengan variasi tekanan yang lebih besar untuk jarak yang sama dengan *Turbo cyclone* jenis pejal.

Banyaknya penelitian tentang *turbo cyclone* memunculkan ide meneliti tentang pengaruh penambahan *turbo cyclone* aksial

yang diletakkan sebelum karburator, mengingat dengan terbentuknya aliran *swirl* ketika melewati karburator membuat udara dan bahan bakar dapat bercampur lebih *homogen*.

Untuk pemakaian *axial turbo cyclone* secara luas karena dapat meningkatkan unjuk kerja mesin motor bakar bensin dengan memperoleh aliran *swirl* campuran bahan bakar udara yang lebih baik dan mendapatkan performance yang di inginkan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Turbo Cyclone

*Turbo Cyclone* merupakan suatu alat yang terbuat dari logam stainless steel yang mempunyai beberapa sirip/sudu dengan sudut kemiringan tertentu terhadap sumbu tegaknya dipasang pada saluran udara sebelum karburator yang berfungsi untuk mengarahkan udara yang masuk ke karburator, menjadi berbentuk *swirl* (terpelintir). Hal ini terjadi sebagai akibat pembelokan udara secara paksa oleh adanya sudu – sudu miring dengan sudut tertentu saat melewati *turbo cyclone*.

### Pengaruh Pemasangan *Turbo Cyclone* Pada Mesin

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Rudi Rubiantoro [1] pada tugas akhirnya, dapat diketahui bahwa dengan pemasangan *Turbo Cyclone* jenis radial pada motor empat langkah akan memberikan beberapa efek pada motor yaitu:

- Pada putaran motor antara 1500 – 3500 rpm (putaran rendah sampai pada putaran menengah) dengan penambahan *turbo cyclone* justru akan menurunkan daya dari mesin, tetapi pada putaran menengah keatas yaitu 3500 rpm lebih, penambahan *turbo cyclone* akan menaikkan daya dari mesin apabila dibandingkan dengan tanpa TC.
- Analisa pada sfc dapat diketahui bahwa dengan penambahan TC pada putaran rendah akan menaikkan sfc tetapi pada

putaran yang tinggi penambahan TC akan menurunkan sfc yang berarti konsumsi bahan bakar menjadi lebih sedikit (irit). Hal ini terjadi karena pada putaran motor tinggi aliran udara yang membentuk *swirl* menjadi lebih sempurna dan kuat sehingga dapat menghambat laju semprotan bahan bakar dari nozzel.

- Demikian juga dengan efisiensi thermis, dimana dengan penambah TC pada putaran rendah, efisiensi thermis rendah dengan penambahan TC tetapi pada putaran tinggi efisiensi thermis akan tinggi dengan pemasangan TC.

### Sifat Fisik Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran internal dan viscous (laminer atau turbulen) ditentukan oleh harga Reynold yang perbedaanya secara kualitatif di demonstrasikan oleh eksperimen Osborne Reynold, pada eksperimen tersebut, air dari reservoir dialirkan melalui saluran yang transparan. Pada bagian intrince saluran, diinjeksikan filamen tinta tipis untuk mengamati aliran secara visual.

Pada laju aliran yang rendah (angka Reynold kecil), tinta yang diinjeksikan kedalam aliran membentuk filamen tunggal yang membentuk garis lurus. Tinta tidak mengalami dispersi karena aliran adalah laminer. Pada aliran yang laminer, fluida mengalir pada lapisan (*layer*) tertentu dan tidak terjadi pertukaran (*mixing*) secara makroskopik diantara lapisan-lapisan fluida yang berdekatan.

Apabila laju aliran ditingkatkan, filamen tinta menjadi tidak stbil dan berubah menjadi gerak acak. Garis yang dibentuk oleh filamen tinta menjadi seperti benang kusut, dan kondisi ini dengan cepat menyebar ke seluruh medan aliran. Pertukaran partikel fluida diantara lapisan yang berdekatan, menyebabkan tinta terdispersi dengan cepat. Perilaku aliran turbulen ini mengarah ke fluktuasi kecepatan, sehingga analisa aliran turbulen didasarkan pada gerak rata-rata aliran.

Secara kuantitatif, perbedaan antara aliran laminar dan turbulen bisa diketahui dengan menempatkan alat ukur kecepatan yang sensitif pada medan aliran. Apabila dilakukan pengukuran terhadap komponen kecepatan (misal dalam arah x), maka untuk aliran steady laminar dan turbulen akan diperoleh variasi kecepatan terhadap waktu. Untuk aliran laminar steady, kecepatan di satu titik tertentu tetap konstan terhadap perubahan waktu, sedangkan untuk aliran turbulen, grafik kecepatan menunjukkan bahwa kecepatan sesaat untuk, berfluktuasi secara acak.

### Prinsip Kerja Motor Empat Langkah.

Proses pembakaran di dalam motor bakar terjadi secara periodik. Di dalam motor empat langkah dalam satu siklus terjadi empat kali langkah torak. Adapun prinsip kerja motor empat langkah adalah sebagai berikut :

#### 1. Langkah Isap (*Intake Stroke*)

Langkah isap adalah torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah) yang mana pada saat tersebut katup isap terbuka dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dan udara terhisap dan mengalir melalui katup isap ke dalam silinder.

#### 2. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Torak bergerak dari TMB ke TMA untuk memampatkan campuran bahan bakar dan udara, dimana katup isap dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang terhisap tadi terkurung didalam silinder dan dimampatkan oleh torak yang bergerak ke TMA. Volume campuran bahan bakar dan udara itu menjadi kecil dan karena itu tekanan dan temperaturnya naik hingga campuran itu mudah sekali terbakar.

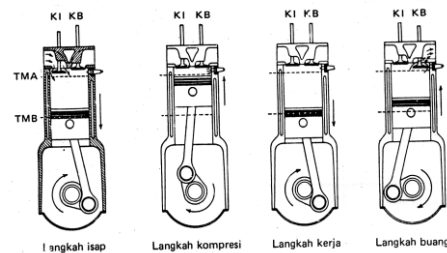
#### 3. Langkah Kerja (*Power Stroke*)

Pada saat torak hampir mencapai TMA campuran bahan bakar dan udara segar itu dinyalakan, terjadilah proses pembakaran sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Sementara itu torak masih bergerak menuju TMA,

berarti volume ruang bakar menjadi semakin kecil sehingga tekanan dan temperature gas di dalam silinder menjadi semakin tinggi. Akhirnya torak mencapai TMA dan gas pembakaran mampu mendorong torak untuk bergerak kembali dari TMA ke TMB. Sementara itu katup isap maupun katup buang masih tertutup selama torak bergerak dari TMA ke TMB.

#### 4. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

Saat torak hampir mencapai TMB katup buang sudah terbuka sedangkan katup isap tertutup. Torak bergerak kembali ke TMA mendesak gas hasil pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran buang.



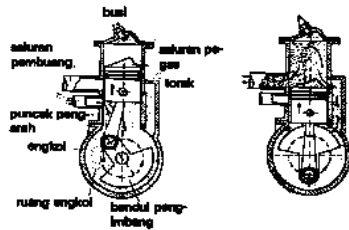
Gambar 1. Prinsip Kerja Motor 4 (Empat) Langkah

### Motor Dua Langkah

Motor dua tak adalah motor bakar dimana dalam satu proses pembakaran di dalam silinder memerlukan dua langkah kerja. Adapun konstruksi motor dua tak ini amat sederhana jika dibandingkan dengan motor empat tak.

Pada motor dua tak, untuk mencapai satu siklus kerjanya membutuhkan dua langkah gerakan piston atau satu putaran poros engkol. Siklus adalah rangkaian peristiwa yang selalu berulang kembali mengikuti jejak yang sama seperti semula dan membentuk rangkaian tertutup.

Konstruksi motor dua langkah lebih sederhana, semua pembukaan dan penutupan lubang hisap dan lubang buang dilakukan oleh toraknya sendiri. Oleh karena itu, bobot setiap satuan daya yang dihasilkan menjadi kecil.



Gambar 2. Rangkaian Siklus Motor Dua langkah

## METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan sistem software *Fluent 6.2* untuk mengetahui kecepatan aliran dan kontur tekanan yang masuk ke *turbo cyclone* dan uji statistik.

### Tempat Penelitian

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Latihan Kerja Banjarmasin, Kalimantan Selatan.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada eksperimen ini sebagai berikut:

1. Satu unit mesin Honda GL PRO 156CC
2. Satu unit *turbo cyclone* sudu 8.
3. Bahan bakar, dalam hal ini adalah bensin atau premium
4. *Stop watch*, untuk mengukur waktu dalam eksperimen
5. *Tachometer* Digital untuk mengukur putaran mesin.
6. Laptop untuk menjalankan software *fluent 6.2*

### Prosedur Penelitian

Prosedur atau langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut ini:

#### 1. Memilih masalah

Pengambilan masalah ini didasarkan pada survey awal dari pemakai sepeda motor Honda GL pro 156 cc yang di pasang *turbo cyclone*.

#### 2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dimaksudkan untuk mencari informasi yang diperlukan agar masalah lebih jelas kedudukannya. Studi pendahuluan memuat informasi tentang *turbo cyclone*, bagaimana pengaruh pemasangan *turbo cyclone*.

### 3. Pelaksanaan eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

- a. Persiapan eksperimen, yang meliputi:
  - 1) Memastikan mesin dalam kondisi normal dan memeriksa peralatan yang akan digunakan dalam penelitian.
  - 2) Menyiapkan kendaraan atau mesin yang akan digunakan untuk penelitian, yang meliputi :
  - 3) Mempersiapkan *turbo cyclone* yang akan digunakan dalam pengujian. Melakukan pengujian dengan sepeda motor tanpa *turbo cyclone* untuk mengetahui kecepatan aliran dan *volt*, *ampere* dan konsumsi bahan bakar.
  - 4) Melakukan pemasangan *turbo cyclone* pada sepeda motor Honda GL pro. Mengetahui kecepatan aliran, *volt*, *ampere*, dan konsumsi bahan bakar.

#### b. Pelaksanaan Eksperimen

Mencari waktu konsumsi bahan bakar sebelum pemasangan *turbo cyclone*. Setelah mesin dihidupkan dan putaran mesin 2000 rpm, maka pengukuran jumlah bahan bakar yang terpakai dimulai dengan menggunakan *stop watch*, dalam menghabiskan bahan bakar 30 ml sambil melihat bahan bakar yang ada dalam gelas ukur. Sejumlah bahan bakar 30 ml akan dihabiskan dalam waktu tertentu. Mengukur waktu konsumsi bahan bakar mesin dengan pemasangan *turbo cyclone*. Setelah mesin dihidupkan dan putaran mesin 2000 rpm, pengukuran jumlah bahan bakar yang terpakai dimulai dengan menggunakan *stop watch* menghabiskan bahan bakar selama 30 ml sambil melihat bahan bakar yang ada dalam gelas ukur, bahan bakar akan dihabiskan dalam waktu tertentu. Pengambilan data dilakukan kembali selama lima kali percobaan dengan putaran 2000 rpm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Data Standard

#### 1. Daya efektif (Ne)

$$\begin{aligned} Ne &= \frac{(V.I) \times \cos \theta}{0.736 \cdot 10^2 \times \eta_g} \\ &= \frac{(11.25 \times 2.06) \times \cos 1}{0.736 \cdot 10^2 \times 0.8} \\ &= 0.393597 \text{ (PS) dimana} \\ 1 \text{ PS} &= 0,9863 \text{ HP} \\ 0.393597 \text{ PS} &= 0.388205 \text{ HP} \end{aligned}$$

Keterangan:

V = Tegangan (Volt)  
 $\eta_g$  = efisiensi Generator  
I = Kuat Arus (Ampere)  
Cos  $\theta$  = Generator phase 1 = 1  
Generator phase 3 = 0,8  
1 PS = 0,9863 HP

#### 2. Torsi (T)

$$\begin{aligned} T &= 716,2 \times \frac{Ne}{n} \\ &= 716,2 \times \frac{0.388205}{2000} \\ &= 0.139016 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Keterangan :

Ne = daya efektif (Hp)  
T = torsi (kg.m)  
n = putaran mesin (Rpm)

#### 3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif (SFCe)

$$\begin{aligned} SFCe &= \frac{FC}{Ne} \text{ dimana } FC = \frac{b}{t} \times \gamma \times f \times \frac{3600}{1000} \\ FC &= \frac{30}{204} \times 0,74 \times \frac{3600}{1000} \\ &= 0,391 \text{ kg/jam} \\ SFCe &= \frac{0,391}{0.388205} = 1.00917 \text{ kg/HP.jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

SFCe = Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (kg/HP.jam)  
Fc = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)  
Ne = Daya efektif (Hp)

#### 4. Efisiensi Thermal Efektif ( $\eta_e$ )

$$\begin{aligned} \eta_e &= \frac{Ne}{Q_b} \times 632 \times 100 \% \text{ dimana } Q_b = FC \text{ LHV}_{bb} \\ Q_b &= 0,391 \times 11000 \\ &= 4309.412 \text{ kcal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_e &= \frac{0.388205}{4309.412} \times 632 \times 100 \% \\ &= 5.693247 \% \end{aligned}$$

Keterangan :

$\eta_e$  = Efisiensi Thermal efektif  
SFCe = Spesifik Fuel Consumption Efektif (kg/HP.jam)  
LHV<sub>bb</sub> = Nilai kalor bawah bahan bakar (11000 kcal/kg)

### Pengaruh Penambahan *Turbo Cyclone* Pada Bentuk Aliran

Untuk mengetahui pengaruh penambahan *turbo cyclone aksial* terhadap bentuk aliran yang melintasinya, dapat dilihat pada gambar dengan menggunakan media bantu serbuk tepung tampak bahwa, aliran yang yang melewati saluran pipa transparan akan mempunyai bentuk yang lurus selama tidak ada halangan yang menggangukannya. Tetapi ketika pada inlet saluran tersebut ditambahkan *Turbo Cyclone* dengan sudu-sudu lengkungnya, maka akan membuat aliran yang melewatinya menjadi berputar mengikuti bentuk sudu pada *Turbo Cyclone* seperti pada gambar. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar di bawah, dimana pada saat aliran mulai masuk / melintasi sudu-sudu lengkung dengan kecepatan  $V_1$  aliran masih dalam keadaan lurus, tetapi ketika mulai melewati sudu maka mulai terjadi pembelokan aliran.

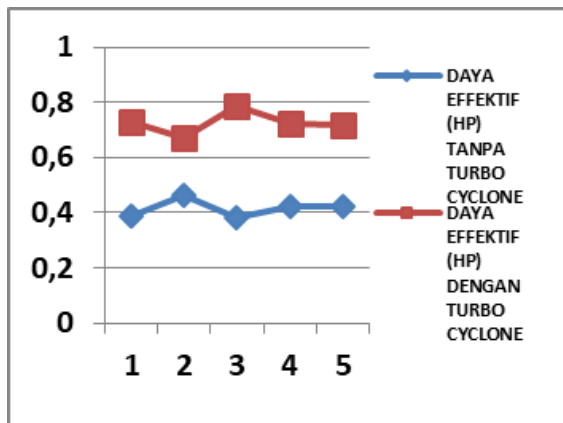


Gambar 3. Bentuk aliran Tanpa *Turbo Cyclone*



Gambar 4. Bentuk aliran Melewati *Turbo Cyclone*

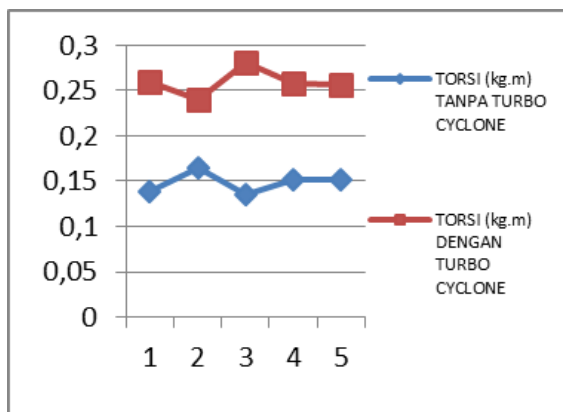
### Grafik Perbandingan Daya Efektif (Hp)



Gambar 5. Grafik Perbandingan Daya Efektif

Dari grafik analisa data diperoleh hasil bahwa nilai Daya Effektif dengan menggunakan Turbo cyclone dan tanpa turbo cyclone yaitu rata-rata 0,7239654 HP dan rata-rata 0,4151938 HP.

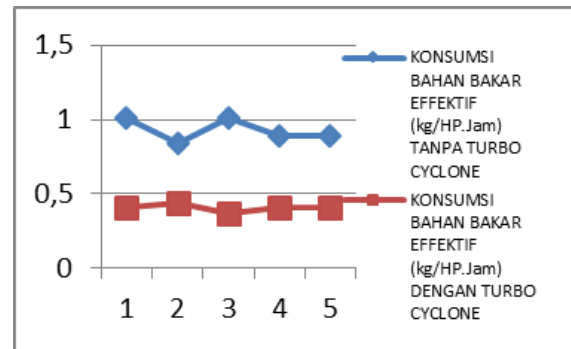
### Torsi (T)



Gambar 6. Grafik Perbandingan Torsi

Dari grafik analisa data diperoleh hasil bahwa nilai Torsi dengan menggunakan Turbo cyclone dan tanpa turbo cyclone yaitu rata-rata 0,2592512 kg.m rata-rata 0,1486808 kg.m.

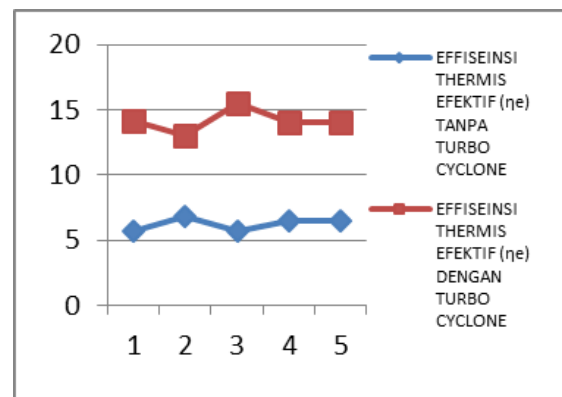
### Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (SFCe)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Dari grafik analisa data di peroleh hasil bahwa nilai Konsumsi Bahan Bakar Effektif (SFCe) dengan menggunakan *Turbo cyclone* dan tanpa *turbo cyclone* yaitu rata-rata 0,325596 kg/HP.jam dan rata-rata 0,9273914 kg/HP.jam

### Grafik Perbandingan Efisiensi Thermis Efektif ( $\eta_e$ )



Gambar 8. Grafik Perbandingan Efisiensi Thermis Efektif

Dari grafik analisa data diperoleh hasil bahwa nilai Effiseinsi Thermis Effektif ( $\eta_e$ ) dengan menggunakan *Turbo cyclone* dan *tanpa turbo cyclone* yaitu rata-rata 14,1434058 % rata-rata 6,229145 %.

### KESIMPULAN

Dapat disimpulkan *turbo cyclone aksial* akan bertambah besar, karena terjadi penyempitan luasan pada outlet *turbo cyclone* akibat sudut *chamber*  $\theta$ , (TC sudu 6  $\theta = 70^\circ$ ; TC sudu 8,  $\theta = 60^\circ$ ). Dengan menggunakan *CFD Fluent 6.2*.

Terjadi perubahan dengan menggunakan *Turbo cyclone* dan *tanpa turbo cyclone* pada Daya efektif 0,7239654 HP dan rata-rata 0,4151938 HP, Torsi 0,2592512 kg.m dan 0,1486808 kg.m, Konsumsi bahan bakar 0,325596 kg/HP.jam dan 0,9273914 kg/HP.jam, Efisiensi thermis 14,1434058 % dan 6,229145 %.

## REFERENSI

- [1]. Rudi Rubiantoro ,”Study Banding Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang dari Motor Bensin 4 Langkah terhadap Penambahan Peralatan Turbo Cyclone”, Tugas Akhir Teknik Mesin FTI ITS, 1989.
- [2]. Wisnu Satria I ,”Study eksperimental tentang karakteristik medan aliran tiga dimensi pada saluran outlet dari model internal flow cyclone (IFC)”Tugas akhir Teknik Mesin FTI ITS, 2001.
- [3]. I’im Nurhadi ,”Study eksperimental tentang pengaruh penambahan turbo cyclone terhadap intensitas vortek pada saluran berpenampang sirkular dengan luasan konstan”, Tugas Akhir Teknik Mesin FTI ITS, 1999.
- [4]. Victor L. street and E. Benjamin Wyle,” Fluid mechanic”,sevent edition , new york: McGraw-Hill.