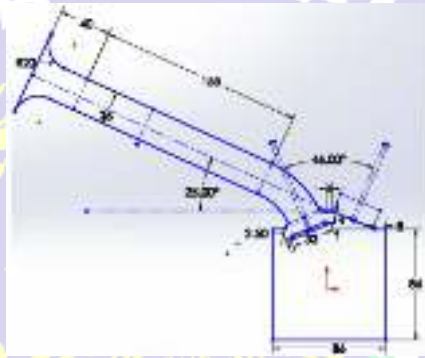


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

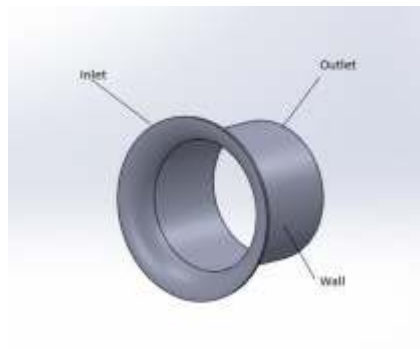
Menurut (Linton & Gao, 2017) hasil dari data analisis tersebut akan di tes pada secara langsung menggunakan *Dyno Test*, sehingga dapat membantu menentukan *stack* yang paling cocok untuk mesin Vauxhall untuk *rally* di Caribbean. Jika menggunakan panjang *Stack* dengan panjang 40mm akan memperoleh aliran udara yang cepat, sehingga rpm akan mudah naik. Akan tetapi pada 40mm *Stack* di saat katup membuka sedikit tidak akan beredar di seluruh silinder hal ini menyebabkan menghambat pada rpm rendah.



Gambar 2. 1 *Velocity stack* menurut Linton & Gao

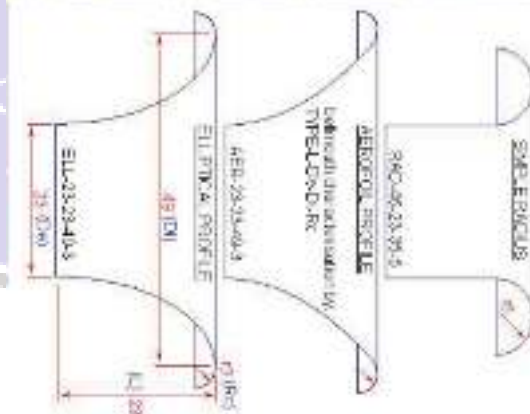
Menurut (Sutrisno & Pieter, 2017) dapat dikatakan bahwa kerja dari motor bakar ditentukan oleh rapat masa laju aliran udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar. Suatu upaya untuk meningkatkan performa dari sebuah mesin dengan, mengubah saluran *air intake*. Pada saluran *air intake* diciptakan *open air intake* dimana pada saluran udara tersebut terdapat sebuah filter udara terbuka yang berbentuk corong dengan kata lain *Velocity stack Intake*. Dengan adanya filter udara tersebut bertujuan untuk meningkatkan performa kendaraan dengan menghasilkan aliran udara yang memiliki turbulensi yang rendah. Pada penelitian tersebut yang di variasikan terletak pada radius *inlet Velocity stack*, dengan ukuran radius standart 8mm dan variasi radius inlet yang dilakukan penelitian tersebut 15mm dan 30mm. Untuk hasil dari pengujian terdapat peningkatan pada daya dan torsi sebesar 3,4% untuk daya dan 6,6% untuk torsi

dari standar. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk radius 30mm menghasilkan turbulensi yang kecil sehingga terjadi peningkatan daya dan torsi pada kendaraan.



Gambar 2. 2 *Velocity stack menurut Sutrisno & Pieter*

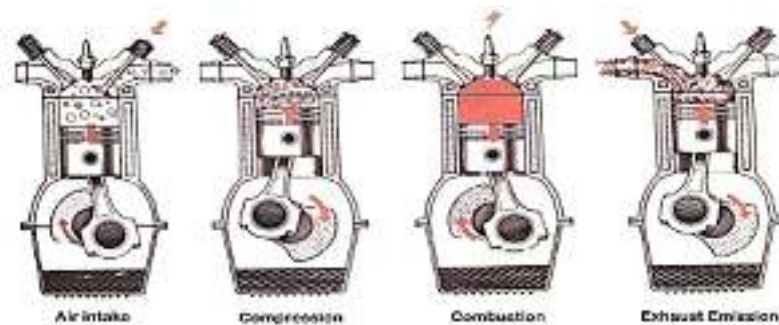
Menurut (Blair & Cahoon, 2006) pada penelitiannya profil elips sebagai pememenang, karena pada profil elips tersebut mempunyai kurva yang pas dengan polinomial orde ketiga dan persamaan terletak diatas gambar 13, nilai Y adalah CD dan nilai X adalah tekanan rasio PR. Kualitas kurva sesuai dengan yang terlihat, akan tetapi jika jalur CD diperlukan dalam simulasi mesin untuk *bellmouth* dipasang di pipa intake dimana terdapat pembatas diameter harus diikuti oleh pipa dengan nama lain pipa diffuser. Oleh karena itu untuk *bellmouth* profil elips ialah profil yang terbaik (ELL-23-23-49-3) sebagai grafik pada gambar 10 ialah kurva yang lebih pas serta penuh tekanan perbandingan.



Gambar 2. 3 *Velocity stack menurut Blair & Cahoon*

## 2.2 Motor Bakar

Motor bakar empat langkah mempunyai siklus kerja yang diselesaikan empat kali gerak bolak balik meliputi langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang. langkah piston yaitu gerak piston teratas disebut titik mati atas (TMA) sampai yang terendah disebut titik mati bawah (TMB), pada siklus motor empat langkah dilakukan oleh gerak piston dalam silinder tertutup yang bekerja sesuai dengan pengaturan gerak katup isap dan katup buang (Samsiana & Sikki, 2014).



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Motor Empat Langkah.

Langkah kerja motor empat langkah dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Langkah isap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), disaat itu katup hisap terbuka dan katup buang tertutup sehingga di dalam silinder tekanan menjadi rendah atau dengan nama lain vacuum.

b. Langkah kompresi

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Di saat kompresi ini posisi katup isap dengan katup buang tertutup, sehingga tekanan dan tempraturnya pada ruang bakar menjadi naik sehingga dapat memudahkan proses pembakaran.

c. Langkah kerja

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Di saat langkah ini posisi katup isap dan buang masih ditutup, ketika piston menjelang titik mati atas busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran udara dan bahan bakar secara cepat akan terbakar berupa ledakan.

d. Langkah buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju ke titik mati atas (TMA). Pada langkah ini katup isap akan tertutup dan katup buang terbuka, disaat ini piston

bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas membawa sisa pembakaran yang akan di teruskan pada katup buang. (Samsiana & Sikki, 2014).

### 2.3 Intake Manifold

Intake manifold merupakan komponen yang berfungsi sebagai menyalurkan udara dan bahan bakar menuju ruang bakar. Intake manifold pada mesin sangatlah penting, mengingat tanpa adanya intake manifold pada mesin maka bahan bakar dan udara tidak akan sampai pada ruang bakar. Intake manifold ini terletak pada *silinder head* sehingga panas dari silinder head membantu proses penguapan campuran bahan bakar dan udara sehingga terjadi campuran yang homogen. (Juan, 2018)



Gambar 2. 5 Intake Manifold.

### 2.4 Injector

Pada komponen ini berfungsi sebagai menyemprotkan bahan bakar agar terjadi proses pencampuran antara bahan bakar dengan udara. Pada injector dapat dilengkapi dengan *plunger* yang berfungsi sebagai membuka dan menutup saluran bahan bakar yang terdapat pada *injector*, *plunger* tersebut di control oleh *solenoid* yang mendapatkan perintah dari ECU (Juan, 2018).



Gambar 2. 6 Injector.

### 2.5 Throttle body

*Throttle body* ini mempunyai fungsi yang sangat vital untuk kinerja mesin karena asupan udara akan melewati *Throttle body* terlebih dahulu serta mengatur udara yang masuk ke ruang bakar.

Komponen yang terdapat pada *Throttle body* diantaranya:

#### 2.5.1 Throttle valve

Pada bagian ini yang dinamakan *Throttle Valve* atau Katup Gas berfungsi mengatur jumlah udara yang masuk ke *Intake Manifold*, gerakan dari katup gas ini sesuai dengan pedal gas.

Untuk menghubungkan antara katup gas dengan pedal gas ada dua cara yaitu dengan menggunakan kabel seling gas dan menggunakan motor listrik yang lebih dikenal dengan nama lain yaitu *Throttle By Wire*. (Juan, 2018)



Gambar 2. 7 *Throttle body*.

### 2.5.2 Throttle Position Sensor (TPS)

Sensor Throttle Position Sensor (TPS) yang terdapat pada sistem injeksi yang berfungsi untuk mendeteksi katup *throttle*, dan sensor ini terletak pada *Throttle body* yang terhubung juga pada *Throttle Valve*. Bukaannya oleh TPS akan dikirimkan ke *Electric Control Unit* (ECU) untuk mengontrol kinerja mesin.



Gambar 2. 8 *Throttle Position Sensor (TPS)*.

### 2.5.3 Idle Speed Control (ISC)

Sensor ini berfungsi untuk mengalirkan udara dari saluran *By Pass* ketika mesin stasioner, karena disaat stasioner udara yg melewati katup valve hanya sedikit ketika saat katup valve posisi tertutup.

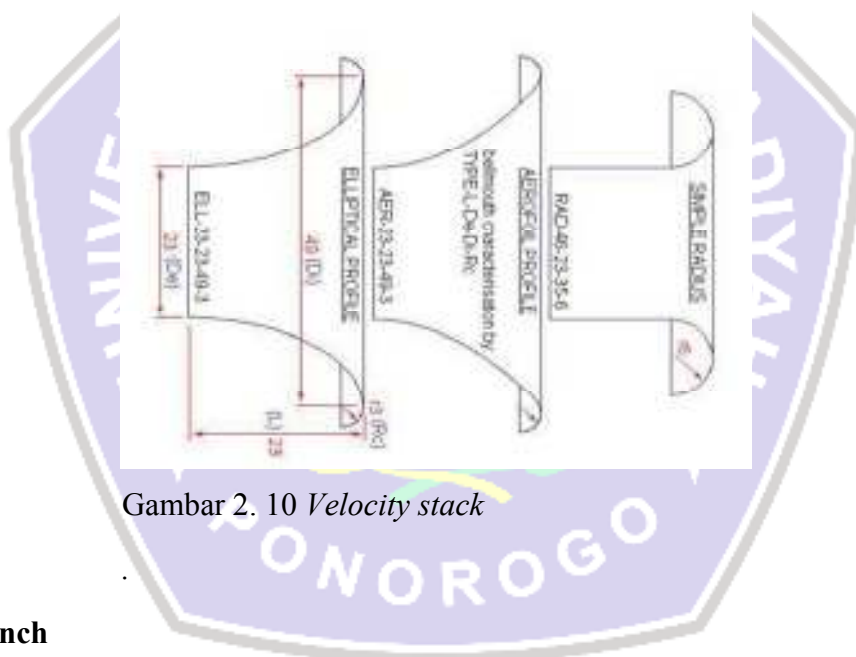
Sensor ISC ini di control oleh ECU dan ECU menerima data dari mesin untuk di kirim ke sensor ISC tersebut sehingga ketika stasioner perbandingan bahan bakar dan udara tidak terlalu kaya ataupun tidak terlalu kurus. (cicakkreatip, 2016)



Gambar 2. 9 Idle Speed Control (ISC).

## 2.6 Mulut Lonceng (*Bellmouth*)

Mulut Lonceng (*Bellmouth*) berupa saluran tirus yang berguna untuk mengarahkan aliran dengan benar untuk asupan intake mesin, dengan cara bertahap konvergen dinding ke arah tengah akan membuat entri yang halus ke dalam mesin. Dalam proses ini lapisan batas aliran dari hulu ke hilir dengan pengurangan dimensi, pertumbuhan ini mengurangi efektif fluida (Blair & Cahoon, 2006).



Gambar 2. 10 *Velocity stack*

## 2.7 Flow bench

Superflow SF-110 Flow bench alat ini dipergunakan untuk mengetahui daya tahan aliran udara pada *intake manifold*, *velocity stuck*, kepala silinder dan plat pembatas. Cara kerja dari *Flow bench* tersebut, udara di hisap melalui kepala silinder ke dalam mesin, melalui *blower* udara dan keluar melalui lubang plat di atas Superflow SF-110 Flow bench.



Gambar 2. 11 Flow bench Superflow SF-110.

Pada alat Flow bench dapat menampilkan data dalam rangka untuk meningkatkan kinerja bagian yang diuji, pangujian aliran udara dapat membantu dalam proses memodifikasi komponen mesin dengan bertujuan menyesuaikan dengan karakter aliran udara yang menjadi lebih baik, dengan begitu potensi kinerja mesin akan meningkat. (Battes, 2010). Hasil dari percobaan pada Flow bench berupa angka dengan satuan standar aliran angin yaitu *Cubic feet per minute (Cfm)*. *Cubic feet per minute (Cfm)* dengan nilai tinggi menunjukkan bahwa lebih banyak angina mengalir melalui titik tertentu, *Cubic feet per minute (Cfm)* kira kira dua liter per detik (J, M, Ram, Khanderi, & Mojar, 2019).

## 2.8 Analisis *Computational Dynamics Fluid (CFD)*

Dinamika fluida komputasi dapat disingkat dengan CFD adalah sebuah metode analisis fenomena yang berkaitan dengan aliran fluida, perpindahan massa dan panas, reaksi kimia serta pergerakan partikel tersuspensi. Kerangka kerja CFD meliputi dari persamaan formulasi transport yang sudah berlaku, pemilihan ataupun pengembangan kode-kode komputasi untuk menerapkan teknik numerik. (Krisurya & Markus, 2017).

Kode CFD tersusun dari algoritma numerik yang akan dapat menyelesaikan permasalahan aliran fluida, kode tersebut meliputi tiga elemen utama yaitu:

### 1. *Pre-Processing*

Meliputi masukkan dari sebuah permasalahan aliran ke suatu program CFD dan transformasi dari masukan ke bentuk yang cocok untuk digunakan solver. Ada beberapa langkah dalam tahap ini:

- Proses geometri yang akan dianalisa.
- *Grid geration* pembagian daerah yang menjadi bagian lebih kecil.

- Selesksi pada fenomena fisik yang akan dimodelkan.
- Pemilihan property fluida.
- Pemilihan untuk *boundary condition* (kondisi batas) pada sel yang berimpit dengan batas domain.
- Dari penyelesaian permasalahan aliran yang dapat didefinisikan pada titik nodal didalam tiap sel.,

## 2. *Solver*

Pada elemen ini masih dibagi menjadi tiga jenis meliputi *finite difference*, *finite element*, dan *finite volume*. Ada beberapa langkah untuk metode numerik *solver* sebagai berikut:

- Untuk prediksi variable aliran yang tidak diketahui menggunakan fungsi sederhana.
- Diskretisasi menggunakan substitusi dengan prediksi tersebut akan menjadi persamaan di aliran utama yang berlaku dan melakukan manipulasi matematis.
- Penyelesaian persamaan aljabar.

## 3. *Finite volume*

Metode ini adalah pengembangan khusus dari formulasi *finite difference*. Pada metode ini digunakan pada aplikasi CFD. Algoritma pada metode ini terdiri dari:

- Diskretiasi persamaan intergral menjadi system persamaan aljabar.
- Integrasi persamaan aliran fluida yang digunakan pada control volume domain.
- Penyelesaian persamaan aljabar dengan metode iterasi

## 4. *Post-processing*

Sebuah tahap visualisasi dari hasil tahapan sebelumnya, *post-processor* semakin berkembang selang majunya *engineering workstation* yang mempunyai kemampuan grafik serta visualisasi cukup besar. Alat visualisasi diantaranya sebagai berikut:



- Domain geometrid dan *display*.
- Plot vector.
- Plot kontur.
- Plot 2D dan 3D *surface*.
- Manipulasi tampilan (translasi, rotasi, skala, dan sebagainya).
- Animasi *display* hasil dinamik.

Didalam simulasi ini terdapat model-model yang digunakan didiskretisasi dengan menggunakan formulasi yang diselesaikan dengan menggunakan algoritma-algoritma numerik yang disesuaikan pada permasalahan dan sistem yang akan dimodelkan. (Krisurya & Markus, 2017).



### 2.8.1 Persamaan Atur

Persamaan untuk mengatur perpindahan fluida pertama kali ditulis oleh Claude Navier pada tahun 1823 dapat disebut dengan persamaan Navier-Stokes. Persamaan ini mengatur tentang aliran udara dengan penyederhanaan yang didapatkan dari persamaan kontinuitas, momentum, persamaan transport energy kinetic K dan persamaan laju disipasi energy kinetic  $\varepsilon$  (Driss et al 2015).

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{D\rho}{Dt} + \text{div}(\rho\mathbf{u}) = 0 \quad (3)$$

Dimana  $\rho$  menandakan densitas fluida,  $t$  adalah waktu, dan  $\mathbf{u}$  menandakan kecepatan vector

Persamaan momentum:

$$\text{Komponen x : } \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \text{div}(\mu \text{ grad } u) + S_{Mx} \quad (4a)$$

$$\text{Komponen y : } \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \text{div}(\mu \text{ grad } u) + S_{My} \quad (4b)$$

$$\text{Komponen z : } \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \text{div}(\mu \text{ grad } u) + S_{Mz} \quad (4c)$$

Dimana  $u$ ,  $v$ , dan  $w$  adalah sebuah komponen kecepatan vector  $\mathbf{u}$  pada arah sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . sedangkan  $\mu$  adalah viskositas dinamis dari fluida,  $p$  adalah tekanan, dan  $S_M$  adalah istilah asal momentum untuk menjelaskan tegangan viskositas.

