

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu oleh Setyawan Bektu Wibowo (2015) tentang penambahan turbulator dengan metode penambahan bilah baling-baling menunjukkan peningkatan homogenitas campuran akan tetapi juga meningkatkan hambatan campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Semakin banyak bilah turbin yang digunakan dengan sudut sudu yang lebih kecil menunjukkan kenaikan turbulensi pada *intake manifold*. Akan tetapi dapat menimbulkan hambatan dan gradient tekanan yang berakibat kurang optimalnya pembakaran. Penggunaan turbulator 2 bilah dengan sudu  $45^\circ$  yang diletakkan pada ujung belakang *intake manifold* menghasilkan emisi terbaik.

Juga pada penelitian Untoro Budi Suro (2012) yang juga menambahkan turbulator pada intake manifold menunjukkan penambahan daya dan torsi yang signifikan dengan menggunakan bilah  $30^\circ$ . Hal ini ditunjukkan dari hasil uji daya dan torsi serta perhitungan BMEP yang rata-rata tinggi. Juga ditunjukkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Sedangkan bilah yang menggunakan sudut  $45^\circ$  menghasilkan nilai daya, torsi serta BMEP yang terendah. Selain itu bilah yang menggunakan sudut  $60^\circ$  menghasilkan konsumsi bahan bakar paling boros.

#### 2.2 Pengertian Fluida

Suatu zat yang berada pada fase cair atau gas disebut sebagai fluida. Perbedaan antara zat padat dan fluida adalah berdasarkan kemampuan suatu benda tersebut dalam menahan suatu tegangan geser (atau tangensial) yang akan cenderung merubah bentuknya. Benda padat dapat menahan tegangan geser yang diterimanya, sedangkan fluida akan berubah bentuk secara terus menerus mengikuti ruang yang ia tempati.

Dalam benda cair, molekul dapat bergerak relative antara satu dengan yang lain akan tetapi volumenya tetap relatif konstan karena kekuatan kohesif yang kuat antara molekul. Hal ini yang menyebabkan benda cair akan berubah bentuk sesuai dengan wadahnya, dan itu akan membentuk permukaan bebas akibat gaya gravitasi. Di sisi lain, sebuah gas akan mengembang sampai dengan bertemu dinding wadah dan mengisi seluruh ruangan yang tersedia. Hal ini dikarenakan molekul gas ditempatkan secara luas dan gaya kohesif antara molekul sangat kecil. Dan tidak seperti cairan, gas tidak dapat membentuk permukaan bebas. (Yunus, A. C. : 2010).

Pada mesin karburator maupun injeksi, bahan bakar disemprotkan melalui *intake manifold* agar sampai pada kepala silinder. Tak jarang banyak bahan bakar yang menempel pada dinding *intake manifold* dikarenakan gaya elektrostatis sehingga pencampuran antara bahan bakar dan udara menjadi kurang sempurna. Hal tersebut tidak diinginkan karena dapat menciptakan ketidak konsistensian dalam rasio pencampuran udara dan bahan bakar. Turbulensi pada *intake* menyebabkan pencampuran bahan bakar dan udara menjadi lebih merata. Maka permukaan *intake manifold* dan *intake* pada kepala silinder dibuat sedikit kasar. Akan tetapi turbulensi yang digunakan hanya dalam batasan tertentu dikarenakan turbulensi yang terlalu besar dapat menyebabkan turunnya tekanan udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar.

### **2.3 Pengertian Aliran**

Fluida adalah suatu zat yang bisa berupa cairan maupun gas. Fluida dapat dengan mudah merubah bentuk, pada zat cair volume tidak akan berubah sedangkan untuk gas volume akan menyesuaikan dengan apa yang membatasinya.

Salah satu cara untuk menerangkan gerak suatu fluida adalah dengan membagi-bagi fluida tersebut menjadi elemen volume yang sangat kecil yang dapat dinamakan partikel fluida dan mengikuti gerak masing-masing partikel ini.

Suatu massa fluida yang mengalir dapat dibagi menjadi tabung aliran, apabila aliran tersebut adalah tunak, waktu tabung-tabung tetap tidak berubah bentuknya dan fluida yang pada suatu saat berada di dalam sebuah tabung akan tetap berada dalam tabung ini seterusnya. Kecepatan aliran didalam tabung aliran adalah sejajar dengan tabung dan mempunyai besar berbanding terbalik dengan luas penampangnya. (pantar,s, 1997)

Konsep aliran fluida yang berkaitan dengan aliran fluida dalam pipa adalah :

1. Hukum kekentalan Massa
2. Hukum Kekentalan energi
3. Hukum kekentalan momentum
4. Katup
5. Orifacemeter
6. Arcameter (rotarimeter). (martomo, s, 1999)

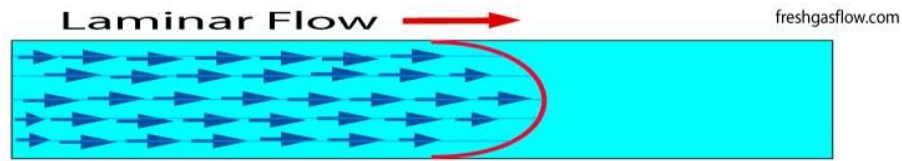
## **2.4 Macam-Macam Aliran**

Aliran dapat digolongkan dalam berbagai bentuk meliputi: turbulen, laminar, nyata, ideal, tidak mampu balik, mampu balik, tak seragam, tak seragam, rotasional, tak rotasional.

Aliran fluida melalui instalasi (pipa) terdapat dua jenis aliran yaitu :

### **2.4.1 Aliran Laminer**

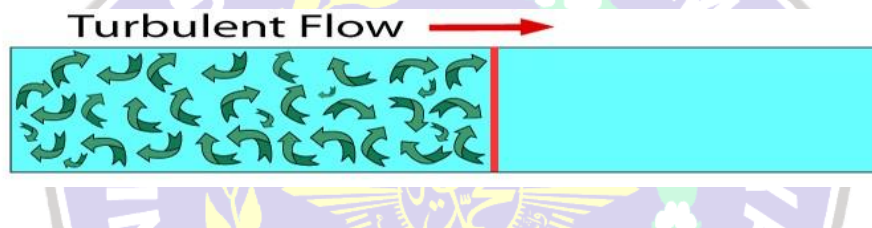
Aliran laminar adalah gerakan fluida yang sangat teratur dan memiliki permukaan yang halus. Kata laminar berasal dari pergerakan partikel-partikel fluida yang berdekatan dan bergerak bersama dalam "laminasi". Fluida dengan viskositas tinggi dan bergerak dengan kecepatan rendah biasanya merupakan aliran laminar. Aliran Laminer mempunyai bilangan Reynold kurang dari 2300.(Siregar, J. F., & Sinaga, J. B., 2013) Seperti halnya ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Aliran Laminar

#### 2.4.2 Aliran Turbulen

Gerakan fluida yang sangat tidak teratur dan biasa terjadi pada kecepatan tinggi dan ditandai dengan fluktuasi disebut turbulensi. Aliran cairan dengan viskositas rendah seperti udara pada kecepatan tinggi biasanya bergolak. Aliran Turbulen mempunyai bilangan Reynold lebih dari 4000. Aliran turbulen ditunjukkan seperti pada gambar 2.2 (Yunus, A. C., 2010 )



Gambar 2.2 Aliran Turbulen

Cairan dengan bentuk laminar akan lebih mudah mengalir. Dalam aliran fluida perlu ditentukan besarnya, atau arah vektor kecepatan aliran pada suatu titik ke titik yang lain. Guna mengetahui arti tentang medan fluida, kondisi rata-rata pada daerah atau volume yang kecil dapat dipilih dengan instrument yang cocok.

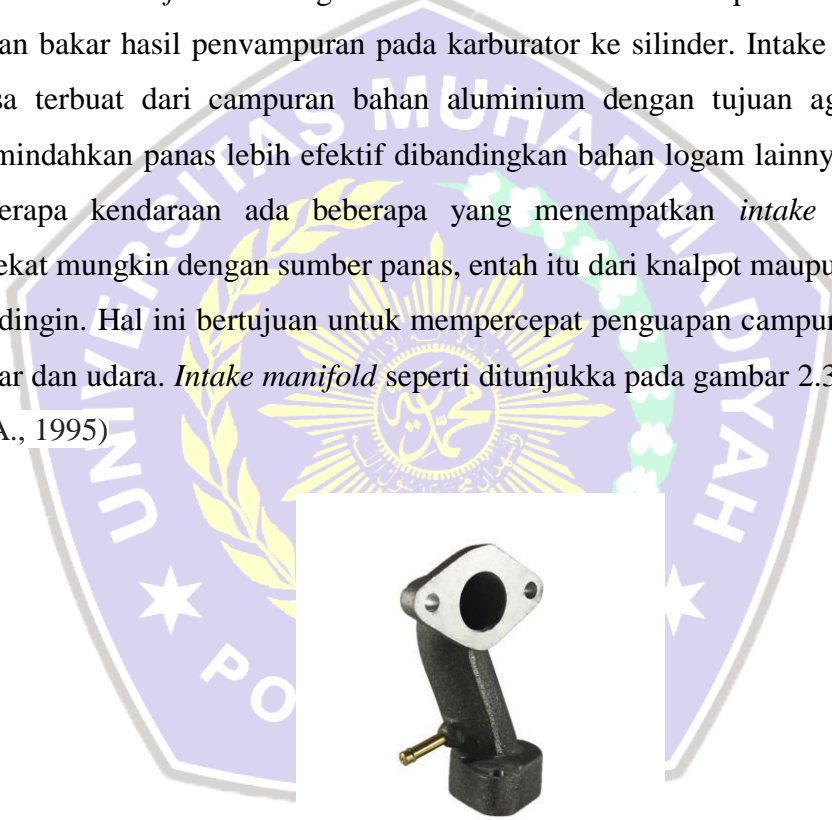
Pengukuran aliran bertujuan untuk mengetahui kapasitas aliran, massa laju aliran, volume aliran. Alat uku yang digunakan tergantung pada ketelitian, kemampuan pengukuran, harga, kemudahan pembacaan, kesederhanaan dan keawetan alat ukur tersebut.

Dalam mengukur fluida kita dapat melihat tekanan, kecepatan, debit, gradien kecepatan, turbulensi dan viskositas. Ada banyak cara dalam melaksanakan pengukuran, misalnya: secara langsung, tidak langsung, gravimetrik, volumetrik, elektronik, elektromagnetik dan optik. Pengukuran debit secara langsung terdiri dari atas jumlah fluida yang melalui

suatu penampang dalam batas waktu tertentu. Dalam metode tak langsung, pengukuran debit diperlukan penentuan tinggi tekanan, perbedaan tekanan atau kecepatan di beberapa titik pada suatu penampang dan dengan besaran perhitungan debit. Ada metode pengukuran yang lebih teliti yaitu penentuan gravimerik atau penentuan volumetrik dengan berat atau volume diukur atau penentuan dengan menggunakan tangki yang disesuaikan dalam suatu waktu . (Yunus, A. C., 2010)

## 2.5 Intake Manifold

*Intake manifold* berfungsi untuk mendistribusikan campuran udara dan bahan bakar hasil penvampuran pada karburator ke silinder. Intake manifold biasa terbuat dari campuran bahan aluminium dengan tujuan agar dapat memindahkan panas lebih efektif dibandingkan bahan logam lainnya. Dalam beberapa kendaraan ada beberapa yang menempatkan *intake manifold* sedekat mungkin dengan sumber panas, entah itu dari knalpot maupun dari air pendingin. Hal ini bertujuan untuk mempercepat penguapan campuran bahan bakar dan udara. *Intake manifold* seperti ditunjukkan pada gambar 2.3 ( Motor, T. A., 1995)



Gambar 2.3 Intake manifold Honda Revo

## 2.6 Porting

Porting adalah menata ulang lubang In dan Out, pada Intake manifold maupun kepala silinder dengan tujuan memperlancar ataupun memperbesar volume udara yang keluar maupun yang masuk ke ruang bakar. Akan tetapi porting tidak boleh dilakukan sembarangan ataupun melebihi batas

dikarenakamn semakin besar diameter lubang maka tekanan udara yang mengalir akan semakin kecil. Hal itu menyebabkan tenaga mesin pada putaran tertentu akan menjadi drop dan akan mengurangi efisiensi pada mesin. (Prasetyo, 2019)

### **2.6.1 Porting dimple**

Porting Dimple merupakan salah satu teknik porting yang bertujuan memperbesar turbulensi pada intake sehingga percampuran udara dan bahan bakar menjadi lebih baik. Teknik dimple dibuat menggunakan mata tuner berbentuk bola, baik itu secara manual maupun CNC. Bentuk porting ini adalah takik pada permukaan dalam intake dengan jumlah yang disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 2.4 Porting dimple

### **2.7 Homogenitas Campuran Bahan Bakar**

Syarat campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar ialah harus bercampur dengan sempurna. Haruslah sesuai dengan yang dibutuhkan mesin serta kecepatan rpm mesin agar memperoleh pembakaran yang sempurna. Udara mempunyai kandungan oksigen sekitar 20%, karena oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran tersebut dapat diperoleh melalui udara.

Gas bakar yang masuk ke ruang bakar sebisa mungkin campurannya sehomogen mungkin agar proses pembakaran pada ruang bakar berjalan dengan sempurna. Campuran antara udara dan bahan bakar ada pada

perbandingan nilai tertentu, nilai perbandingan yang sangat baik. Perbandingan yang baik ialah pada kisaran angka 1:15. Apabila perbandingan diatas 1:15 maka akan disebut campuran miskin, contohnya seperti campuran 1:19. Sedangkan campuran kurang dari 1:15 akan disebut campuran kaya, seperti contoh campuran 1:12. (Prasetyo, 2019)

## 2.8 Computational Fluid Dynamics

Computational fluid dynamics (CFD) adalah pemanfaatan simulasi komputer untuk menganalisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena terkait lainnya (seperti reaksi kimia). Cara ini mencakup fenomena yang berkaitan dengan aliran fluida, seperti sistem cairan dua fase, perpindahan panas dan massa, reaksi kimia, difusi gas, atau pergerakan partikel tersuspensi. Secara umum, kerangka CFD termasuk merumuskan persamaan transportasi yang berlaku, merumuskan kondisi batas yang sesuai, dan memilih atau mengembangkan kode perhitungan untuk menerapkan teknik numerik yang digunakan. Kode CFD terdiri dari algoritma numerik yang mampu memecahkan masalah aliran fluida. Kode CFD sendiri mencakup tiga elemen utama, yaitu pre-processor, solver dan post-processor. (Krisurya & Markus, 2017)

### 1. Pre-Processing

Pre-processing mencakup masukan dari suatu masalah aliran ke suatu program CFD dan perubahan dari masukan tersebut ke bentuk yang sesuai digunakan oleh solver. Langkah-langkah dalam tahap ini:

- Pendefinisian geometri yang telah diteliti.
- Grid generation, yaitu pembagian daerah domain menjadi bagian-bagian lebih kecil yang tidak tumpang tindih.
- Seleksi fenomena fisik yang perlu dimodelkan.
- Pendefinisian properti fluida.
- Pemilihan kondisi batas pada kontrol volume atau sel yang berimpit dengan batas domain.

- Penyelesaian permasalahan aliran (kecepatan, tekanan, temperatur, dan sebagainya) yang didefinisikan pada titik nodal dalam tiap sel. Keakuratan penyelesaian CFD ditentukan oleh jumlah sel dalam grid.

## 2. Solver

Ada tiga jenis solver yaitu : finite difference, finite element, finite volume dan metode spektral. Pada umumnya metode numerik solver tersebut terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

- Menggunakan fungsi sederhana guna memprediksi variabel aliran yang tidak diketahui.
- Diskretisasi dengan substitusi prediksi-prediksi tersebut menjadi persamaan-persamaan aliran utama yang berlaku dan kemudian melakukan manipulasi matematis.
- Penyelesaian persamaan aljabar.

## 3. Finite Element

Metode ini merupakan metode terkomputerisasi yang memprediksi bagaimana produk bereaksi terhadap gaya dunia nyata, getaran, panas, aliran fluida, dan efek fisik lainnya. Metode ini menunjukkan apakah produk akan cepat aus, rusak, atau berfungsi sesuai rancangannya. Dalam proses pengembangan metode ini digunakan untuk memprediksi apa yang akan terjadi ketika produk di gunakan.

Finite element bekerja dengan memecah objek nyata menjadi ribuan hingga ratusan elemen hingga, seperti kubus kecil.

Finite element membantu memprediksi perilaku produk yang di pengaruhi oleh banyak efek fisik , antara lain :

- Stress mekanis
- Getaran mekanis
- Kelelahan



- Gerakan
- Perpindahan panas
- Aliran fluida
- Elektrostatika
- Cetakan injeksi plastik

#### 4. Post Processing

Post-processing merupakan tahap visualisasi dari hasil tahap sebelumnya. Pasca-prosesor telah berkembang dengan kemajuan workstation teknik dengan kemampuan grafis dan visualisasi yang cukup besar. Alat visualisasi ini meliputi:

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

Pada saat simulasi, permodelan yang digunakan didiskretisasi menggunakan metode formulasi dan diselesaikan dengan menggunakan banyak algoritma numerik yang disesuaikan dengan permasalahan dan sistem yang akan dimodelkan.

### 2.9 Persamaan Atur

Persamaan untuk mengatur perpindahan fluida pertama kali diusulkan oleh Claude Navier pada tahun 1823 dan dinamakan persamaan Navier Stokes. Persamaan ini mengatur aliran udara melalui penyederhanaan yang diperoleh dari persamaan kontinum, momentum, persamaan transfer energi kinetik K, dan persamaan laju disipasi energi kinetik.  $\epsilon$  (Driss et al, 2015).

Persamaan kontinuitas :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (2.1)$$

Dimana  $v$  menandakan kecepatan gas,  $p$  menandakan tekanan gas,  $h$  untuk ketinggian gas dan  $g$  adalah percepatan gravitasi.

Persamaan momentum :

$$\text{Komponen x : } \frac{\partial(\rho u)}{\partial t}$$

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

Persamaan momentum:

Komponen x :

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{u} \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \text{div}(\mu \text{grad } u) + S_{Mx} \quad (2.2a)$$

Komponen y :

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{u} \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \text{div}(\mu \text{grad } u) + S_{My} \quad (2.2b)$$

Komponen z :

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{u} \mathbf{u}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \text{div}(\mu \text{grad } u) + S_{Mz} \quad (2.2c)$$

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.