

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri otomotif di Indonesia khususnya industri sepeda motor sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan ditandai munculnya berbagai merek produk sepeda motor baru di Indonesia. Dapat terlihat juga dari banyaknya pengguna kendaraan sepeda motor daripada kendaraan roda empat/mobil yang ada di jalan raya. Diantara pengendara masih juga ada yang menggunakan sepeda motor konvensional atau yang menggunakan karburator. Tercatat seperti kendaraan tipe tersebut yang diproduksi sebelum adanya mesin injeksi mampu menghasilkan sumber pencemaran udara berupa gas buang dengan polusi yang tinggi dan disisi lain akibat tersebut juga berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia tiap tahunnya terus mengalami peningkatan yang sangat cepat, terlihat dari tahun 1987 adalah 5.554.305 unit sampai tahun 2000 adalah 13.563.017 unit dan data terakhir pada tahun 2013 yaitu 84.732.652 unit.<sup>1</sup>

Dampak peningkatan tersebut akan mengakibatkan semakin meningkatnya pencemaran lingkungan berupa polusi udara dari hasil sisa gas pembakaran yang dikeluarkan melalui knalpot kendaraan bermotor. Selain dari sisa gas pembakaran,

---

<sup>1</sup> BPS, Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2013 ([http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12), Diakses pada tanggal 6 februari 2015).

dapat juga berdampak pada ketersediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Indonesia yang semakin menipis khususnya bahan bakar untuk sepeda motor. Keadaan tersebut membuat kita harus lebih berhemat agar sumber daya alam tersebut dapat bermanfaat dan tidak terbuang percuma sehingga perlu adanya langkah pasti untuk mengatasi masalah tersebut.

Departemen ESDM mencatat, Indonesia rata-rata mengimpor 400.000 barel minyak mentah per hari ditambah 330.000 barel per hari dalam bentuk produk BBM. Dengan cadangan minyak yang hanya 4,5 Milyar barel pada tahun 2005, tingkat produksi sekitar 1 juta barel per hari dan dengan asumsi tidak ada penemuan sumber minyak baru, maka diperkirakan usia relatif minyak Indonesia tidak lebih dari 10 tahun lagi.<sup>2</sup>

Kendaraan berbahan bakar bensin pada tahun 2005 mampu menghasilkan emisi antara 1 dan 3 persennya dari karbon monoksida (CO) yang berukuran sebanding dengan kendaraan pada tahun 1970. Dalam hal ini untuk penurunan yang signifikan harus dilihat dari emisi kendaraan hidrokarbon (HC), oksida partikulat nitrogen (NO).<sup>3</sup> Di Jakarta, tercatat emisi gas buang kendaraan bermotor menjadi sumber pencemaran udara terbesar. Emisi gas buang parameter NO mencapai sekitar 30%, sedangkan emisi CO dan hidrokarbon lebih dari 90%.<sup>4</sup>

Proses pembakaran pada motor bakar merupakan hal yang terpenting. Dari proses ini akan terlihat konsumsi bahan bakar yang terpakai dari pembakaran

---

<sup>2</sup> Departemen ESDM, *Bijak dalam Menggunakan Energi BBM*, Artikel dalam SKH Republika Diakses pada tanggal 8 Desember 2005, dalam Tesis Dadan Nugraha (Jakarta : Departemen ESDM, 2006).

<sup>3</sup> A. J. Martyr and M. A. Plint, *Engine Testing Theory and Practice*, Third Edition (Butterworth Heinemann : Elsevier Linacre House, 2007), hal. 324.

<sup>4</sup> Wirahadikusumah K., *Jakarta Air Quality Management: Trends and Policies, The Regional Workshop on Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities*, dalam Tesis Dadan Nugraha, (Hongkong : BAQ, 2002), <http://www.cse.polyu.edu.hk>, Diakses pada tanggal 16-18 Desember 2002.

didalam mesin. Selain konsumsi bahan bakar, ada hal lain yang dihasilkan dari proses pembakaran yaitu berupa gas buang sisa pembakaran yang dikeluarkan melalui knalpot. Kandungan gas yang didapat dari proses pembakaran, seperti H<sub>2</sub>O, HC, CO, CO<sub>2</sub>, dan NO, diantara unsur-unsur tersebut ada yang sangat berbahaya bagi keadaan sekitar, seperti HC, CO, dan NO karena mengandung senyawa beracun, ini akan berdampak pada kesehatan makhluk hidup baik itu manusia, hewan, dan tumbuhan. Tetapi yang lebih merasakan dampaknya adalah manusia, karena manusia sehari-harinya selalu berhubungan dengan kendaraan dan jalan raya. Dalam mengurangi atau menghilangkan unsur-unsur berbahaya tersebut yang terkandung di dalam gas buang hasil pembakaran, yaitu dengan cara memperbaiki proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin.

Proses pembakaran yang baik yaitu dengan cara perbaikan mutu dari bahan bakar, campuran yang homogen antara bahan bakar dan udara, mengatur percikan api yang tepat saat pembakaran. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pembakaran saat masuk ke dalam silinder dipengaruhi oleh temperatur, kerapatan campuran, komposisi, dan turbulensi yang ada pada campuran.<sup>5</sup>

Campuran bahan bakar dan udara sebelum masuk ke dalam ruang bakar, dikontrol oleh jarum katup yang ada dikarburator. Kemudian melewati *intake manifold*, yang dimana saat dari karburator kecepatan aliran udara dan bahan bakar yang bercampur menjadi naik akibat dilewatkan pada venturi sehingga

---

<sup>5</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 257.

bercampur dengan perbandingan berat yang sesuai dengan yang dibutuhkan motor agar terjadi pembakaran sempurna.<sup>6</sup>

Kerapatan campuran sangat berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Semakin homogen maka semakin baik proses pembakarannya. Untuk menghasilkan kerapatan campuran yang homogen, *intake manifold* sudah didesain sedemikian rupa seperti leher angsa agar menimbulkan pusaran/turbulensi udara yang masuk ke ruang bakar. Tetapi rendahnya turbulensi yang ada didalam ruang bakar juga menambah kemungkinan terjadi detonasi dan juga akan mengurangi kecepatan rambat nyala api yang berarti menambah kemungkinan untuk berdetonasi.<sup>7</sup> Apabila hal itu terjadi akan menimbulkan kerusakan pada komponen-komponen mesin didalam ruang bakar dan juga sekaligus mengalami penurunan kinerja mesin.

Untuk permasalahan tersebut, maka penulis mencoba memberikan suatu alat yang dapat menambah aliran turbulensi yang masuk ke ruang bakar. Alat yang dimaksud berupa kipas yang diletakkan setelah karburator atau antara karburator dan *intake manifold*. Kipas adalah salah satu alat yang dapat memberikan aliran udara menjadi turbulensi/pusaran. Kipas itu sendiri mempunyai sudu yang jumlahnya bervariasi dan juga dengan kemiringan sudu yang berbeda. Maka, dalam pemasangan alat tersebut penulis ingin membuat variasi jumlah sudu dengan kemiringan sudu tertentu sebagai variabel yang dapat digunakan dalam memberikan aliran turbulensi yang masuk ke ruang bakar. Selanjutnya dari variabel jumlah sudu dan kemiringan sudu dapat diketahui ada tidaknya pengaruh dari penambahan kipas.

---

<sup>6</sup> *Ibid*, hal. 151.

<sup>7</sup> *Ibid*, hal. 264.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diperoleh beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat alat yang cocok dipasangkan pada *intake manifold* sepeda motor 4 tak ?
2. Jenis sepeda motor apa yang digunakan dalam penelitian ini ?
3. Jenis karburator apa yang digunakan dalam penelitian ini ?
4. Bagaimana cara mengambil data dalam penelitian ini ?
5. Apakah dengan menambahkan alat tersebut dapat mempengaruhi daya dan torsi mesin ?
6. Apakah dengan menambahkan alat tersebut dapat mengurangi emisi gas buang ?
7. Apakah dengan menambahkan alat tersebut dapat mengurangi pemakaian bahan bakar lebih irit ?
8. Apakah dengan menambahkan alat tersebut dapat menambah akselerasi pada kendaraan ?
9. Bagaimana ukuran dan bentuk dari kipas yang akan digunakan ?
10. Berapa jumlah sudu-sudu/*blade* yang akan digunakan ?
11. Peralatan apa saja yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini ?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin sepeda motor 4 tak yang menggunakan karburator.

2. Pengambilan data disimulasikan pada putaran mesin 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000.
3. Penambahan alat berupa kipas diletakkan setelah karburator.
4. Kipas yang digunakan dengan variasi jumlah sudu, yaitu 2 sudu, 5 sudu, 12 sudu dengan masing – masing kemiringan sudu  $30^0$  sebagai variabel awal dalam meletakkan kipas di saluran *intake manifold*.
5. Data yang diambil adalah daya, torsi, efisiensi volumetrik, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan, maka dapat dirumuskan “Apakah ada pengaruh dari penambahan kipas pada *intake manifold* terhadap prestasi mesin sepeda motor 4 tak ?”

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan kipas pada *intake manifold* terhadap daya dan torsi mesin sepeda motor 4 tak.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan kipas pada *intake manifold* terhadap konsumsi bahan bakar sepeda motor 4 tak.
3. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan kipas pada *intake manifold* terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 tak.
4. Mendesain kipas yang sesuai untuk *intake manifold* sepeda motor 4 tak.

5. Mendapatkan hubungan yang sesuai antara jumlah sudu – sudu kipas, putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam.<sup>8</sup>



**Gambar 2.1** Proses Motor Bakar<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Basyirun, Winarno, Karnowo, *Bahan Ajar Mesin Konversi Energi* (Semarang : Universitas Negeri Semarang, 2008), hal. 12.

<sup>9</sup> Doni, Proses Motor Bakar (<http://doni-marsas.blogspot.com>, Diakses pada tanggal 20 September 2012).

### **2.1.1 Motor Pembakaran Dalam**

Motor pembakaran dalam yaitu motor yang proses pembakaran bahan bakar terjadi di dalam motor, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya: turbin gas, motor bakar torak dan mesin propulsi pancar gas.

## **2.2 Motor Bensin**

Motor bensin adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam yang banyak digunakan untuk menggerakkan atau sebagai sumber tenaga dari kendaraan darat, baik itu motor bensin 4 tak ataupun motor bensin 2 tak. Motor bensin menghasilkan tenaga dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder, dimana dengan pembakaran bahan bakar ini akan timbul panas yang sekaligus akan mempengaruhi gas yang ada di dalam silinder untuk mengembang. Karena gas tersebut dibatasi oleh dinding silinder dan kepala silinder maka walaupun ingin mengembang tetapi tidak ada ruangan, akibatnya tekanan di dalam silinder akan naik. Tekanan inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga yang akhirnya dapat menggerakkan kendaraan.<sup>10</sup>

### **2.2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak**

Piston bergerak naik turun di dalam silinder, titik tertinggi yang dicapai oleh torak disebut Titik Mati Atas (TMA) disebut langkah torak. Pada motor 4 tak mempunyai 4 langkah dalam satu gerakan, yaitu : <sup>11</sup>

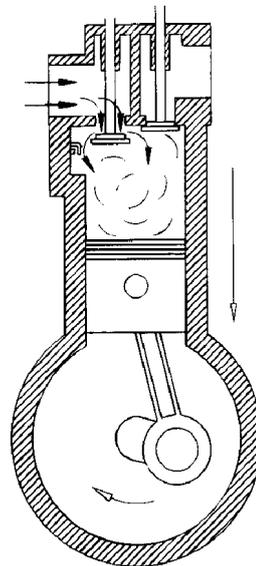
---

<sup>10</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 20.

<sup>11</sup> Daryanto, *Dasar-Dasar Teknik Mobil* (Jakarta : Bina Aksara, 2009), hal. 6.

### 2.2.1.1 Langkah Hisap

Pada gerak hisap, campuran udara bensin dihisap ke dalam silinder, hal ini terjadi disebabkan tekanan di dalam lebih rendah dari tekanan udara luar. Hal yang sama terjadi pada mesin, torak dalam gerakan turun dari TMA ke TMB menyebabkan kevakuman di dalam silinder dengan demikian campuran udara dan bensin (bahan bakar) dihisap ke dalam, selama langkah torak ini katup hisap akan membuka dan katup buang menutup.



**Gambar 2.2** Langkah Hisap<sup>12</sup>

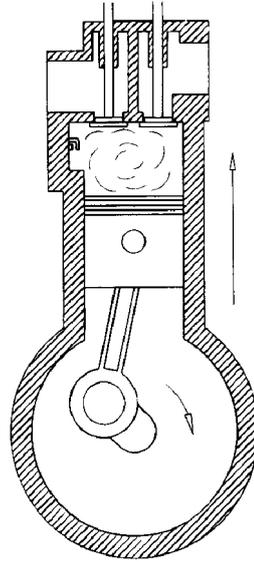
### 2.2.1.2 Langkah Kompresi

Dalam gerak ini campuran udara bensin yang di dalam silinder dimampatkan oleh torak yang bergerak ke atas dari TMB ke TMA, kedua katup hisap dan katup buang akan menutup selama gerakan tekanan dan suhu campuran udara bensin menjadi naik, bila tekanan campuran udara bensin ini ditambah lagi,

---

<sup>12</sup> Willard W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (Platteville : University of Wisconsin), hal. 16.

tekanan serta ledakan yang lebih besar lagi dari tenaga yang kuat ini akan mendorong torak ke bawah dan torak sekarang sudah melakukan dua gerakan atau satu putaran dan poros engkol berputar satu putaran.



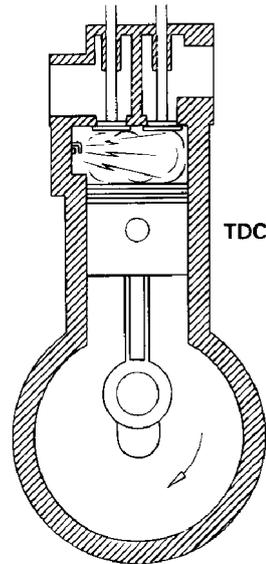
**Gambar 2.3** Langkah Kompresi<sup>13</sup>

Dalam langkah kompresi terjadi pembakaran, ini sepenuhnya dikembangkan oleh piston pada saat posisi TMA dan berlanjut pada tekanan konstan sampai injeksi bahan bakar selesai dan piston kembali menuju TMB.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Willard W. Pulkrabek, *loc.cit.*

<sup>14</sup> Daryanto, *op.cit.*, hal. 27.



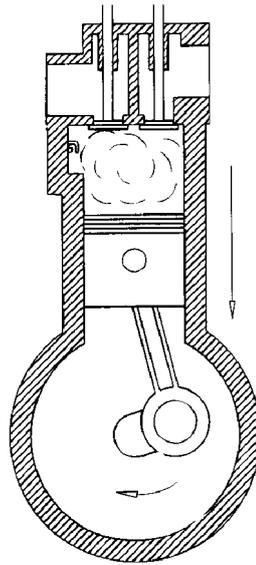
**Gambar 2.4 Pembakaran**<sup>15</sup>

### 2.2.1.3 Langkah Usaha

Dalam gerak kerja ini campuran udara bensin yang dihisap telah dibakar dan menyebabkan terbakar dan menghasilkan tenaga yang mendorong torak ke bawah meneruskan tenaga penggerak yang nyata, selama gerak ini katup hisap dan katup buang masih tertutup, torak telah melakukan tiga langkah dan poros engkol berputar satu setengah putaran.

---

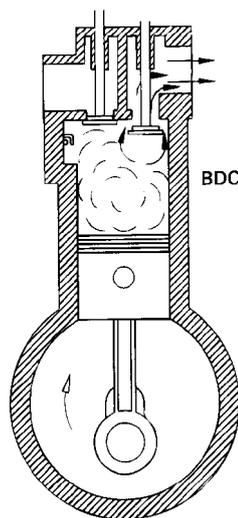
<sup>15</sup> Willard W. Pulkrabek, *op.cit.*, hal. 16.



**Gambar 2.5** Langkah Usaha<sup>16</sup>

#### 2.2.1.4 Langkah Buang

Dalam langkah buang, torak terdorong ke bawah ke TMB dan naik kembali ke TMA untuk mendorong ke luar gas-gas yang telah terbakar dari silinder, selama gerak ini kerja katup buang saja yang terbuka.

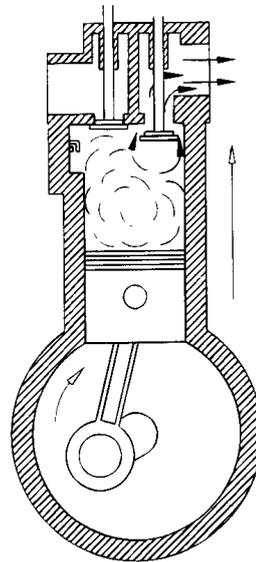


**Gambar 2.6** Piston Tegak Lurus Pada Langkah Buang<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Willard W. Pulkrabek, *loc.cit.*

<sup>17</sup> Willard W. Pulkrabek, *loc.cit.*

Apabila torak mencapai TMA sesudah melakukan pekerjaan seperti di atas, torak akan kembali pada keadaan untuk memulai gerak hisap, sekarang motor telah melakukan 4 gerakan penuh, yaitu hisap, kompresi, usaha, dan buang. Poros engkol berputar 2 putaran penuh dan telah menghasilkan satu tenaga. Pada motor; membuka dan menutupnya katup tidak terjadi tepat pada TMA atau TMB tetapi akan berlaku lebih cepat atau lambat, ini dimaksudkan untuk lebih efektif lagi untuk aliran gas.



**Gambar 2.7** Langkah Buang<sup>18</sup>

### 2.3 Pembakaran

Pembakaran adalah hal yang sangat menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan motor dengan disuplainya sejumlah bahan bakar kedalam silinder motor tersebut. Hal ini disebabkan karena dengan pembakaran inilah tenaga motor dihasilkan. Dengan adanya sejumlah bahan bakar didalam silinder yang sudah

---

<sup>18</sup> Willard W. Pulkrabek, *loc.cit.*

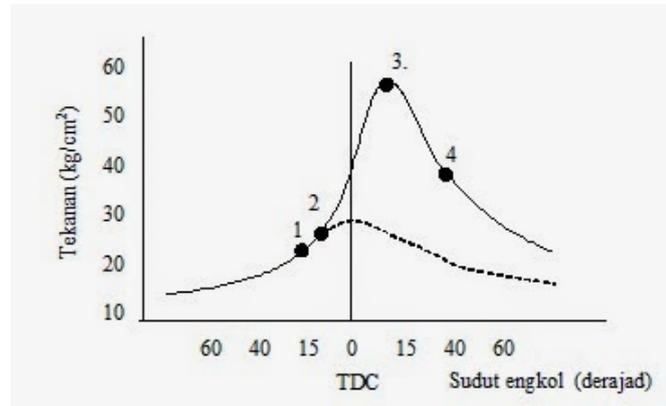
bercampur dengan udara yang kemudian dinyalakan oleh nyala api dari busi, maka pembakaran akan terjadi. Dengan adanya pembakaran ini maka temperatur ruang bakar akan naik yang mengakibatkan naiknya tekanan didalam silinder dan memungkinkan terjadinya gerakan torak akibat tekanan tersebut dan selanjutnya motor dapat bekerja.<sup>19</sup>

### **2.3.1 Pembakaran Normal**

Pembakaran dimana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan kondisi beban yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas bakar terbakar habis. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan api pada busi. Selanjutnya api membakar gas bakar yang berada disekelilingnya dan terus menjalar sampai seluruh partikel terbakar. Pada saat gas bakar dikompresikan , tekanan dan suhunya naik sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul hidro karbon terurai dan bercampur dengan oxygen dan udara. Bentuk ruang bakar yang dapat menimbulkan turbulensi pada gas tadi akan membuat gas dapat bercampur secara homogen.

---

<sup>19</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 248.



**Gambar 2.8** Grafik Pembakaran Normal<sup>20</sup>

### 2.3.2 Pembakaran Tidak Normal

Pembakaran tidak sempurna merupakan proses pembakaran dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama pada saat keadaan yang dikehendaki. Bila oxygen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka akan terjadi proses pembakaran tidak normal dan timbul asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Akibat pembakaran tidak sempurna, yaitu : detonasi dan *pre-ignition*.

#### 2.3.2.1 Detonasi

Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhu naik sampai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (detonasi) yang menghasilkan gelombang kejutan (*explosip*) berupa suara ketukan (*knocking noise*) yang terjadi pada akhir pembakaran. Tekanan pembakaran dalam silinder lebih cepat dari 40kg/cm<sup>2</sup> tiap 0,001 detik. Akibatnya tenaga mesin

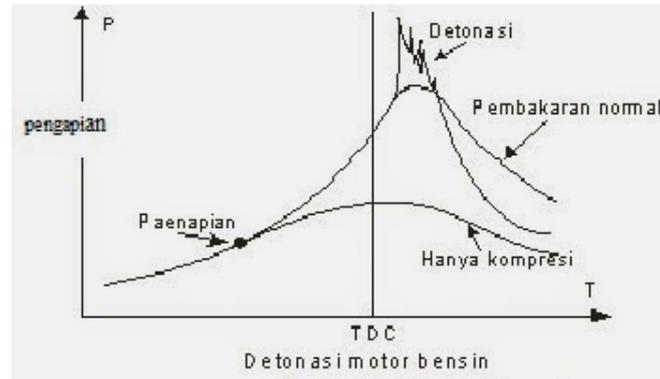
<sup>20</sup> Deny Farhan, *Proses Pembakaran* (<http://denyfarhanptm.blogspot.com/2014/05/proses-pembakaran.html>, Diakses pada Mei 2014, Pukul 18:24 WIB).

berkurang dan akan memperpendek umur mesin. Hal-hal yang menyebabkan knocking adalah:

- Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran, dan suhu silinder yang terlalu tinggi.
- Pengapian yang terlalu cepat.
- Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat.
- Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api terlampaui jauh.

Penyebab detonasi pada motor bensin terbagi dalam dua jenis :

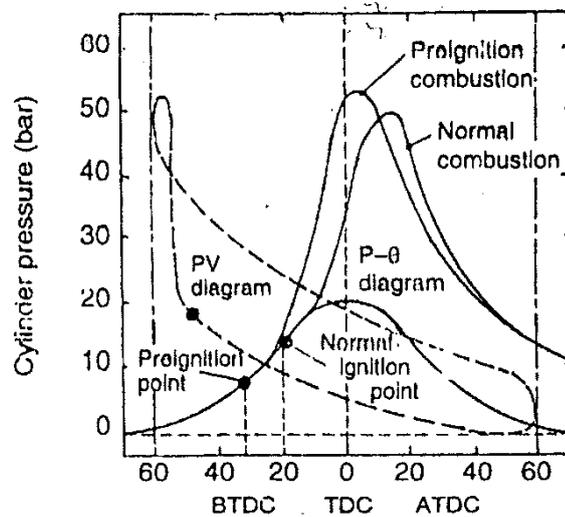
- Detonasi karena campuran bahan bakar sudah menyala sebelum busi mengeluarkan bunga api.. Hal ini disebabkan karena kotoran-kotoran arang yang tertimbun diatas kepala torak dan ruang bakar dan menyala terus menerus. Untuk menghilangkannya kotoran-kotoran yang menempel perlu dibersihkan.
- Detonasi karena kecepatan pembakaran bahan bakar di sekitar busi sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna dan meninggalkan sisa bahan bakar yang belum terbakar terkompresikan, menyebabkan suhu pembakaran naik. Bahan bakar terbakar dengan sendirinya tanpa melalui busi. Artinya pembakaran bahan bakar lebih cepat daripada pembakaran normal.



**Gambar 2.9** Grafik Detonasi Motor<sup>21</sup>

### 2.3.2.2 Pre-ignition

Gejala pembakaran tidak sempurna adalah *pre-ignition* peristiwanya hampir sama dengan *knocking* tetapi terjadi hanya pada saat busi belum memercikan bunga api.



**Gambar 2.10** Grafik *Pre-ignition* Motor<sup>22</sup>

Bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya percikan bunga api pada busi. Jadi

<sup>21</sup> Deny Farhan, *loc.cit.*

<sup>22</sup> Deny Farhan, *loc.cit.*

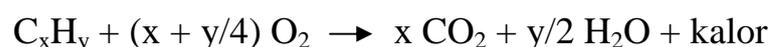
*pre-ignition* adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada waktu yang dikehendaki.

### 2.3.3 Reaksi Pembakaran

Reaksi pembakaran terjadi ketika bahan bakar bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor. Reaksi pembakaran selalu berupa reaksi eksoterm, yaitu reaksi yang menghasilkan kalor. Reaksi pembakaran biasanya memerlukan tiga hal, yaitu bahan bakar (hidrokarbon), oksigen, dan percikan api untuk membakar.<sup>23</sup>

Pembakaran hidrokarbon menjadi aktif bila hidrokarbon dipanaskan di atas suhu penyalanya dan tersedia cukup oksigen. Ikatan kimia hidrokarbon menjadi terurai dan unsur – unsur karbon dan hidrogen dalam hidrokarbon bergabung dengan oksigen untuk membentuk karbon dioksida dan air. Jumlah oksigen yang dibutuhkan agar pembakaran tersebut sempurna tergantung pada rasio karbon hidrogen dalam hidrokarbon. Semakin tinggi jumlah karbon dalam bahan bakar, semakin banyak oksigen diperlukan. Ketika ukuran molekul hidrokarbon bertambah, molekul ini tidak mudah menguap dan lebih sulit untuk dinyalakan. Berikut persamaan reaksi pembakaran hidrokarbon sempurna dan tidak sempurna :<sup>24</sup>

- Persamaan reaksi pembakaran sempurna




---

<sup>23</sup> Anonim, *Reaksi Pembakaran* ([www.acehlook.com/reaksi-pembakaran](http://www.acehlook.com/reaksi-pembakaran), Diakses pada tanggal 21 Februari 2015).

<sup>24</sup> *Ibid.*

Pembakaran sempurna disebut juga pembakaran stoikiometri atau pembakaran tanpa kelebihan udara. Jika bahan bakarnya mengandung sulfur (belerang), maka terbentuk pula sulfur dioksida.

Contoh :



Hal yang membuat pembakaran sempurna hidrokarbon adalah :

- Harus ada kelebihan  $\text{O}_2$  untuk membakar hidrokarbon
  - Hasil pembakarannya berupa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
  - Hidrokarbon terbakar dengan nyala api biru
- Persamaan reaksi pembakaran tidak sempurna



Ketika ikatan – ikatan dalam hidrokarbon terurai, mula – mula hidrogen bergabung dengan oksigen untuk membentuk uap air, lalu karbon bergabung dengan sisa oksigen. Karena itu, terbentuklah karbon padat atau karbon monoksida.

Contoh :



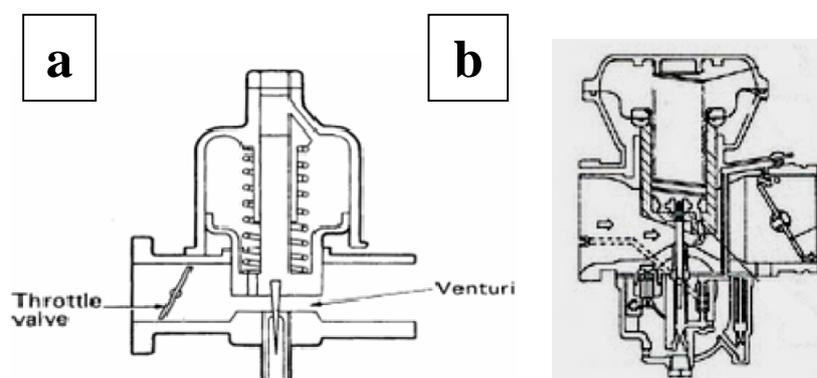
## 2.4 Bagian-Bagian Motor Bensin

### 2.4.1 Karburator

Karburator adalah alat untuk mencampur bahan bakar dengan udara pada perbandingan yang benar untuk pembakaran yang efisien. Karburator dipasang pada saluran pemasukan (*intake manifold*) dan bagian atasnya dilengkapi dengan penyaring udara.<sup>25</sup>

Karburator sendiri banyak jenis berdasarkan konstruksi dan arah aliran udara yang masuk. Tetapi pada karburator sepeda motor ada 2 jenis berdasarkan konstruksi dan 1 jenis berdasarkan arah aliran udara yang biasa digunakan, seperti :

- b. Karburator variabel venturi, dan
- c. Karburator dengan kecepatan konstan



**Gambar 2.11** Jenis Karburator Sepeda Motor<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 150.

<sup>26</sup> Rahmad Hidayat, *Jenis – Jenis Karburator*, (<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/jenis-jenis-karburator.html>, Diakses 16 Desember 2013).

#### **2.4.1.1 Karburator Variabel Venturi**

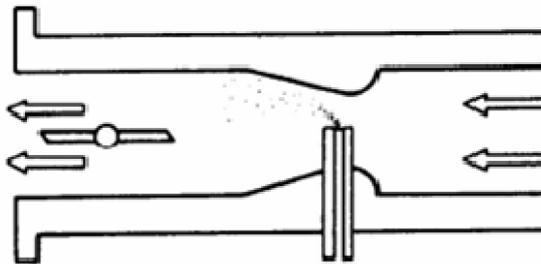
Karburator variabel venturi menggunakan sistem dimana permukaan venturi dikontrol sesuai dengan banyaknya udara yang dihisap. Salah satu keistimewaan karburator tersebut adalah perubahan membukanya venturi sama saat kecepatan rendah dan sedang, serta pada beban ringan dan sedang. Dengan mengatur besar kecilnya aliran bahan bakar dari ruang pelampung. Prinsip kerjanya sama dengan karburator biasa yaitu berdasarkan kevakuman. Pada saat motor idel, katup gas dalam posisi hamper tertutup penuh. Oleh karena katup gas menutup saluran didalam karburator, maka berarti kevakuman yang timbul dari dalam silinder terhambat oleh katup gas tersebut sehingga kevakuman yang sampai pada piston hanya rendah saja. Karena kevakuman yang terjadi hanya rendah maka piston juga hanya terangkat keatas sedikit. Hal ini karena kevakuman tersebut juga harus melawan kekuatan pegas piston dipasangkan diatas piston untuk menahan piston tetap dibawah atau menutup pada saat tidak terjadi kevakuman.<sup>27</sup>

#### **2.4.1.2 Karburator Arah Aliran Arus Datar**

Pada karburator arus datar, arah masuknya campuran udara dan bahan bakar adalah ke samping. Karburator tersebut pada umumnya digunakan pada mesin yang memiliki output yang tinggi. Jenis ini paling banyak di jumpai pada kendaraan sepeda motor, namun juga masih banyak mobil yang menggunakan karburator jenis ini.

---

<sup>27</sup> Wardan Suyanto, *op.cit.*, hal. 176 – 77.



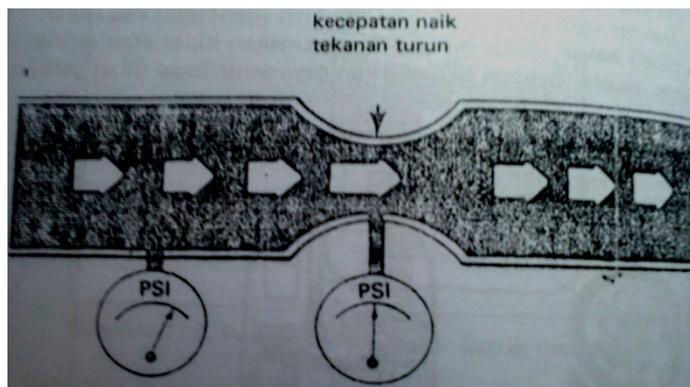
**Gambar 2.12** Karburator Arus Datar<sup>28</sup>

### 2.4.1.3 Prinsip Kerja Karburator

Karburator ini bekerja berdasarkan perbedaan tekanan antara ruangan didalam silinder dan tekanan diluar silinder. Karena perbedaan tekanan ini maka akan menyebabkan adanya aliran udara dari luar masuk kedalam silinder. Apabila aliran udara ini dilewatkan pada pipa yang dipersempit maka kecepatan alirannya akan naik dengan akibat tekanannya akan turun. Turunnya tekanan ini dimanfaatkan untuk mengeluarkan bahan bakar dari karburator supaya bersama-sama dengan udara yang mengalir tersebut sehingga bercampur dengan perbandingan berat yang sesuai dengan yang dibutuhkan motor agar terjadi pembakaran yang sempurna. Karena apabila terjadi pembakaran yang sempurna maka tenaga yang dihasilkan akan lebih besar dan motor menjadi lebih efisien.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Rahmad Hidayat, *Jenis – Jenis Karburator*, (<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/jenis-jenis-karburator.html>, Diakses 16 Desember 2013).

<sup>29</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 150-151.



**Gambar 2.13** Penurunan Tekanan Pada Venturi<sup>30</sup>

Pada gambar di atas menunjukkan terjadinya penurunan tekanan pada udara yang mengalir didalam sebuah pipa yang ada bagian yang dipersempit. Bagian yang dipersempit ini pada karburator yaitu venturi, maka kecepatan aliran udara naik dengan akibat tekanan pada bagian tersebut mengalami penurunan.

#### **2.4.2 Intake Manifold**

Fungsi utama dari intake manifold adalah untuk mendistribusikan secara merata campuran pembakaran (atau hanya udara dalam mesin injeksi langsung) kepada setiap *port* di kepala silinder. Distribusi yang merata penting untuk mengoptimalkan efisiensi dan kinerja mesin. Hal ini juga dapat berlaku pada karburator, throttle body, injector bahan bakar dan komponen lain dari mesin. Karena gerakan ke bawah dari piston dan batasan akibat katup *throttle*, dalam mesin berpiston pengapian busi, vakum sebagian (lebih rendah dari tekanan atmosfer) ada di *intake manifold*.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> *Ibid.*, hal. 151

<sup>31</sup> Anonim, *Inlet Manifold* ([http://en.wikipedia.org/wiki/Inlet\\_manifold](http://en.wikipedia.org/wiki/Inlet_manifold), Diakses pada tanggal 11 December 2014, Pukul 05:32 WIB).



**Gambar 2.14** *Intake Manifold* Sepeda Motor Honda Supra<sup>32</sup>

### 2.4.3 Mekanisme Katup

Mekanisme katup berfungsi untuk membuka dan menutup hubungan saluran masuk ke ruang bakar dan ruang bakar ke saluran buang, pada saat yang tepat sesuai dengan proses kerja motor. Mekanisme katup harus menjamin katup tertutup dengan rapat sehingga tidak terjadi kebocoran kompresi maupun tekanan hasil pembakaran. Katup juga harus terbuka pada saat yang tepat dengan lebar bukaan yang paling sesuai dengan karakteristik aliran campuran bahan bakar yang masuk maupun aliran gas sisa pembakaran ke knalpot. Kerja dan fungsi mekanisme katup mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap performa dan karakteristik mesin.

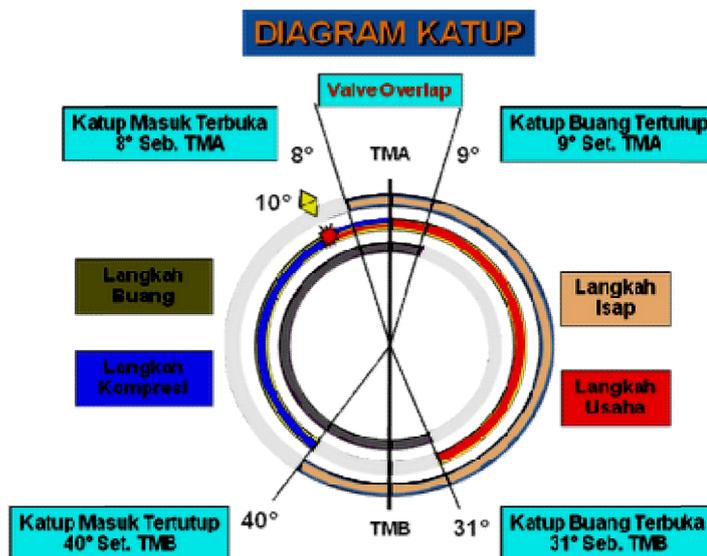
**Tabel 2.1** Posisi Katup Hisap dan Katup Buang Tiap Langkah Piston<sup>33</sup>

Langkah	Gerakan Piston	Katup Hisap	Katup Buang
Hisap	TMA ke TMB	Terbuka	Tertutup
Kompresi	TMB ke TMA	Tertutup	Tertutup
Usaha	TMA ke TMB	Tertutup	Tertutup
Buang	TMB ke TMA	Tertutup	Terbuka

<sup>32</sup> Anonim, *Intake Manifold Supra* (<http://gubugmodel.blogspot.com>, Diakses April 2013).

### 2.4.3.1 Diagram Pembukaan Katup (*Valve Timing Diagram*)

Membuka dan menutupnya katup harus sesuai dengan proses kerja motor yang sesuai dengan prinsip kerja motor 4 tak.



Gambar 2.15 Diagram Katup<sup>34</sup>

Pada tabel 2.1 tersebut katup hisap terbuka saat TMA langkah hisap dan tertutup di TMB, namun dalam perencanaan sesungguhnya katup hisap terbuka beberapa derajat sebelum TMA dan tertutup beberapa derajat setelah TMB. Pembukaan katup lebih awal dari TMA disebut pembukaan awal, sedangkan penutupan yang lebih lambat dari seharusnya yaitu di TMB disebut penutupan susulan. Tujuan pembukaan awal dan penutupan susulan adalah untuk meningkatkan efisiensi volumetrik atau jumlah campuran yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan inersia aliran campuran bahan bakar.

<sup>34</sup> Anonim, *Diagram Katup* (<http://doni-marsas.blogspot.com>, Diakses pada tanggal 20 September 2012).

**Tabel 2.2** *Timing Valve* pada Merk Sepeda Motor<sup>35</sup>

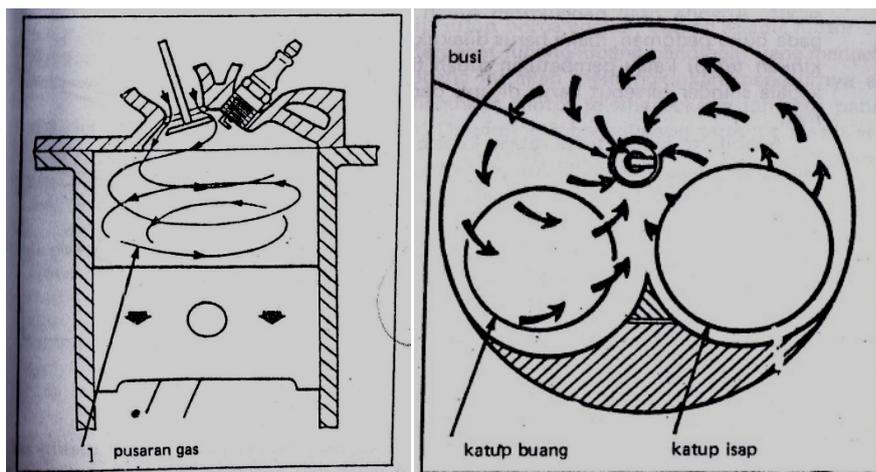
Merk/ tipe sepeda motor	Katup	Buka	Tutup	Durasi	Overlap
Kawasaki Kaze 1995	In	15 °	55 °	250 °	45 °
	Ex	50 °	30 °	260 °	
Kawasaki Kaze 1999	In	20 °	60 °	260 °	45 °
	Ex	55 °	25 °	260 °	
Honda Supra	In	2 °	25 °	207 °	2 °
	Ex	33 °	0 °	213 °	
Honda Karisma	In	2 °	25 °	207 °	2 °
	Ex	34 °	0 °	214 °	
Honda Tiger	In	10 °	40 °	230 °	20 °
	Ex	35 °	10 °	225 °	
Honda GL Max	In	10 °	40 °	230 °	20 °
	Ex	40 °	10 °	230 °	
Honda GL Pro	In	10 °	40 °	230 °	20 °
	Ex	40 °	10 °	230 °	

## 2.5 Bentuk Aliran Udara yang Masuk Ke Ruang Bakar

Proses masuknya udara dan bahan bakar yang telah bercampur dari karburator melewati *intake manifold* akan masuk ke ruang bakar harus menimbulkan turbulensi. Karena dengan menambah turbulensi berarti campuran bahan bakar dengan udara menjadi semakin homogen dan akan memungkinkan pembakaran yang lebih sempurna yang berarti pula mengurangi terjadinya bahaya polusi, disamping penggunaan bahan bakar yang menjadi semakin irit.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Anonim, *op.cit.*

<sup>36</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), hal. 44.



**Gambar 2.16** Bentuk Aliran Udara yang Masuk Ke Ruang Bakar<sup>37</sup>

## 2.6 Kipas

Sebuah kipas mekanis adalah mesin yang digunakan untuk membuat aliran berupa fluida, biasanya sebuah gas seperti udara. Kipas/*fan* terdiri dari susunan baling-baling yang berputar atau sudu yang bekerja pada fluida tersebut. Susunan sudu yang berputar dan terpusat dikenal sebagai impeller, rotor. Biasanya, ini termasuk dalam beberapa bentuk *casing*. Ini mungkin mengarahkan atau meningkatkan arah aliran dengan aman dan mencegah benda dari hubungan sudu kipas.

Kipas menghasilkan aliran dengan volume tinggi dan tekanan rendah (meskipun lebih tinggi dari tekanan lingkungan), walau berlawanan dengan kompresor yang menghasilkan tekanan tinggi pada volume relatif rendah. Sebuah sudu kipas akan sering memutar bila terkena aliran fluida, dan peralatan yang

<sup>37</sup> Wardan Suyanto, *loc.cit.*

memanfaatkan alat ini, seperti anemometer dan turbin angin, sering memiliki desain mirip dengan kipas.<sup>38</sup>

### 2.6.1 Kipas Aksial

Kipas aliran aksial memiliki sudu yang memaksa udara untuk bergerak sejajar dengan poros dimana sudu itu berputar. Kipas Aksial menghembuskan udara sepanjang sumbu dari kipas secara garis lurus. Jenis *fan*/kipas ini digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari *cooling fan* untuk yang elektronik kipas raksasa yang digunakan dalam terowongan angin. Kipas aliran aksial diterapkan untuk AC dan aplikasi industri. Kipas aliran aksial standar memiliki diameter 300-400 mm atau 1.800-2.000 mm dan bekerja di bawah tekanan sampai 800 Pa.<sup>39</sup>



**Gambar 2.17** Kipas Aksial<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> Anonim, *Mechanical Fan* ([http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical\\_fan](http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_fan), Diakses pada tanggal 31 Januari 2015, Pukul 19:31 WIB).

<sup>39</sup> *Ibid.*

<sup>40</sup> Anonim, *Mechanical Fan* ([http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical\\_fan#Axial-flow\\_fans](http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_fan#Axial-flow_fans))

## 2.7 Dynamometer (Dynotest)

*Dynamometer (dyno)* adalah untuk mendapatkan nilai torsi (*torque*) dan *horsepower* (HP) yang dihasilkan oleh mesin pada RPM (*Revolutions Per Minute*) tertentu. *Dynamometer* banyak jenisnya seperti :<sup>41</sup>

1. *Dynamometer engine*
2. *Dynamometer chasis*
  - *Axle dynamometer*
  - *On wheel chasis dynamometer*

### 2.7.1 Dynamometer Chasis

Pada tipe *dynamometer chasis*, mesin kendaraan tersambung ke transmisi, ke *transfer case* dan ke *axle differential*. Sehingga pemakaian ini menggunakan mesin dan seluruh sasis kendaraan dalam keadaan lengkap terpasang.

Pada umumnya kategori *dynamometer chasis* dibagi menjadi *on-axle* torsi & *horsepower* dan *on-wheel* torsi & *horsepower*.

#### 2.7.1.1 On-Wheel Chassis Dynamometer

Pada alat pengetesan menggunakan *on-wheel dynamometer*, roda kendaraan yang akan dites bertumpu pada "Roller" yang terhubung ke alat *dyno* sebagai input untuk pengetesan torsi dan *horsepower*. Dengan pengetesan dari roda, maka alat ini disebut sebagai *on-wheel dyno*. Hasil *dyno test* dari alat ini masuk dalam kategori On-wheel dyno karena velg dan ban terpasang.<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Ovi Sadjan, AS, *Dyno (Dynamometer) : Fungsi, Kegunaan Dan Jenis* (<http://mobil.sportku.com/berita/news/bisnis-teknologi/29609-dyno-dynamometer-fungsi-kegunaan-dan-jenis>, Diakses pada tanggal 28 Juli 2013, Pukul 12:00 WIB).

<sup>42</sup> Ovi Sadjan, AS, *loc.cit.*



**Gambar 2.18** *On-Wheel Chassis Dynamometer*<sup>43</sup>

## 2.8 Parameter Mesin

Parameter – parameter mesin yang didapat selama proses pengujian adalah berupa data mentah yang harus diolah menjadi data hasil pengujian. Data hasil pengujian tersebut nantinya akan menunjukkan ada tidaknya peningkatan atau penurunan performa mesin yang diujikan dengan pemasangan kipas antara karburator dan *intake manifold* dari variasi jumlah sudu-sudu kipas sebelum dan sesudah pemasangan. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan dari parameter-parameter, seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar, efisiensi volumetrik, dan emisi gas buang dari hasil pembakaran. Parameter tersebut akan diuraikan sebagai berikut :

### 2.8.1 Daya

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indiaktor. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi didalam silinder

---

<sup>43</sup> Ovi Sadjan, AS, *loc.cit.*

mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.<sup>44</sup>

*Power*/daya yang dihitung dengan satuan KW (Kilo Watt) atau *Horse Power* (HP) mempunyai hubungan erat dengan *torque*. *Power* dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{Power = torque \times angular\ speed}$$

Rumus diatas adalah rumus dasarnya, pada mesin maka rumusnya menjadi :

$$\mathbf{Power = torque \times 2 \pi \times rotational\ speed\ (RPM)}$$

Untuk mengukur *power* (KW) adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Power\ (kW) = torque\ (Nm) \times 2 \pi \times rotational\ speed\ (RPM) / 60000}$$

60000 dapat diartikan adalah 1 menit = 60 detik,

dan untuk mendapatkan kw = 1000 watt.

sedangkan untuk mengukur *power* (HP) adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Power\ (HP) = torque\ (lbs.\ ft) \times rotational\ speed\ (RPM) / 5252}$$

### 2.8.2 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda

---

<sup>44</sup> Basyirun, Winarno, Karnowo, *Bahan Ajar Mesin Konversi Energi* (Semarang : Universitas Negeri Semarang, 2008), hal. 25.

berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar  $b$ , dengan data tersebut torsiya adalah :<sup>45</sup>

$$\mathbf{T = F \times b}$$

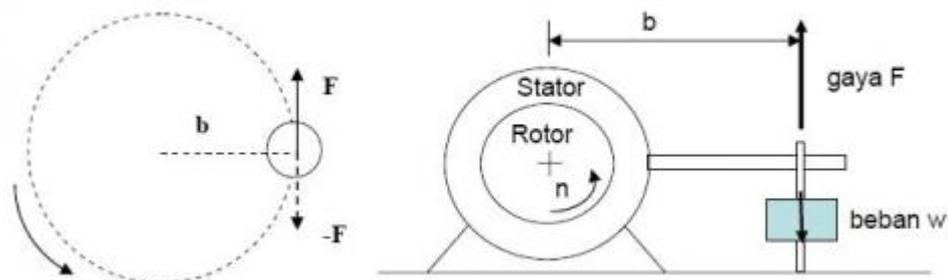
Dimana :

$T$  = Torsi benda berputar (N.m)

$F$  = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

$d$  = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.



**Gambar 2.19** Pengukuran Torsi<sup>46</sup>

### 2.8.3 Efisiensi Volumetrik

Salah satu proses yang paling penting dalam mengatur berapa banyak daya dan performa yang diperoleh dari mesin adalah mendapatkan jumlah maksimum udara ke silinder selama setiap siklus. Lebih banyak udara dan bahan bakar yang dapat dibakar dan energi yang dapat dikonversi menjadi daya keluaran. Mendapatkan volume bahan bakar cair yang cukup kecil ke dalam silinder jauh

<sup>45</sup> Basyirun, Winarno, Karnowo, *Bahan Ajar Mesin Konversi Energi* (Semarang : Universitas Negeri Semarang, 2008), hal. 24.

<sup>46</sup> *Ibid.*

lebih mudah daripada mendapatkan volume besar gas udara yang dibutuhkan untuk bereaksi. Sebenarnya, dimana massa udara sama dengan berat jenis udara dari volume langkah pada setiap siklus.<sup>47</sup>

Efisiensi volumetrik didefinisikan sebagai :

$$\eta_v = \frac{m_a}{\rho_a V_d} , \quad \eta_v = \frac{n \cdot \dot{m}_a}{\rho_a V_d N}$$

Dimana :

$m$  = massa udara masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus

= laju aliran massa udara masuk ke mesin (kg/jam)

= massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$V_d$  = volume langkah torak (m<sup>3</sup>)

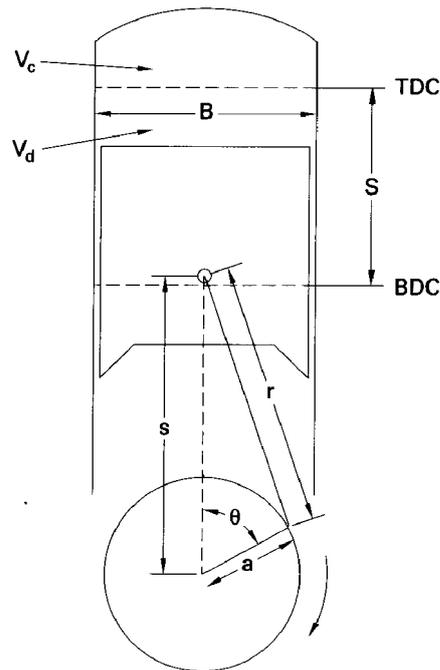
$N$  = kecepatan mesin (RPM)

$n$  = jumlah putaran per siklus

Dalam menghitung rumus ( $V_d$ ) volume langkah torak seperti pada gambar dibawah ini :

---

<sup>47</sup> Willard W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (Platteville : University of Wisconsin), hal. 60.



**Gambar 2.20** Pengukuran Piston dan Mesin<sup>48</sup>

Rumus volume langkah torak :

$$V_d = V_{BDC} - V_{TDC}$$

Dalam menghitung rumus  $V_d$  yang digunakan dalam penelitian ini untuk mesin 1 silinder adalah sebagai berikut :<sup>49</sup>

$$V_d = \left(\frac{\pi}{4}\right) B^2 \cdot S$$

Dimana :

$B = Bore$  (diameter silinder) (m)

$S = stroke$  (gerak piston dari BDC ke TDC atau sebaliknya) (m)

<sup>48</sup> *Ibid.*, hal. 36.

<sup>49</sup> *Ibid.*, hal. 38.

Sedangkan dalam menghitung ( ) laju aliran udara yang masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus menggunakan rumus :<sup>50</sup>

$$i_u = (V_1 \cdot z) \cdot n \cdot u \cdot \frac{60}{1000}$$

Dimana :

$V_1 = V_d$  = volume langkah torak

$i_u$  = laju aliran massa udara (kg/jam)

$z$  = jumlah silinder

$n$  = putaran motor (RPM)

= jumlah siklus/putaran

$u$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

Sedangkan dalam mencari “ ” menggunakan rumus :<sup>51</sup>

$$u = \frac{P}{R \cdot T}$$

Dimana :

= massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$P$  = tekanan udara luar (kPa)

$R$  = konstanta gas untuk udara sebesar 0,287 kJ/kg-K/53,33 ft-lbf/lbm-°R

$T$  = temperatur udara luar (Kelvin)

<sup>50</sup> I Made Astina, *Panduan Praktikum Pengujian Prestasi Mesin* (Bandung : Institut Teknologi Bandung, 2008) hal. 41.

<sup>51</sup> Willard W. Pulkrabek, *op.cit.*, hal 60.

### 2.8.4 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang dipakai selama proses pembakaran berlangsung. Secara umum, faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah kecepatan. Pada kecepatan yang semakin meningkat maka pemakaian bensin semakin tidak menguntungkan (semakin banyak bahan bakar yang dikonsumsi).

Dalam pengujian mesin, konsumsi bahan bakar diukur sebagai rata aliran tingkat massa persatuan waktu ( $f$ ). Parameter yang lebih berguna adalah konsumsi bahan bakar specific ( $sfc$ ) dari laju aliran bahan bakar per satuan daya keluaran. Hal ini dalam mengukur seberapa efisiensi sebuah mesin adalah menggunakan patokan dari bahan bakar untuk menghasilkan kerja.<sup>52</sup>

Dan untuk menghitung nilai konsumsi bahan bakar ( $sfc$ ) menggunakan rumus :<sup>53</sup>

$$Sfc = \frac{f}{P}$$

Dimana :

$Sfc$  = *specific fuel consumption*/konsumsi bahan bakar spesifik

$f$  = laju aliran bahan bakar (kg/s)

= daya mesin (kW)

Sedangkan dalam mencari “  $f$  ” adalah dengan menggunakan rumus :<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> John B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals* (New York : McGraw-Hill International, 1988), hal 51-52.

<sup>53</sup> Willard W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (Platteville : University of Wisconsin), hal. 56

$$f = \frac{\text{banyaknya bahan bakar}}{t} \rho_b \cdot 3,6$$

Dimana :

$t$  = waktu pemakaian bahan bakar (detik)

$\rho_b$  = massa jenis bensin,  $0.7329 \text{ g/cm}^3$

$k$  = konstanta, 3,6

### 2.8.5 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan. Ada empat emisi pokok yang dihasilkan oleh kendaraan, yaitu hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan partikel-partikel yang keluar dari gas buang.<sup>55</sup>

Hidrokarbon (HC) adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama sama gas buang menuju atmosfer. Hal ini bisa dipahami karena bahan bakar yang digunakan pada motor bensin adalah bahan bakar yang dibuat dari hidrokarbon. Emisi hidrokarbon ini dapat disebabkan oleh karena pembakaran yang kurang sempurna sehingga ada bahan bakar yang belum terbakar dan keluar masih dalam bentuk hidrokarbon, atau dapat juga disebabkan karena penguapan dari bahan bakar. Hidrokarbon dihasilkan dari motor yang kerjanya tidak baik dan bisa juga dari penguapan pada sistem bahan bakarnya atau karena dari blowby gas yang masuk kedalam ruang engkol dari motor dan dikeluarkan ke udara bebas melalui lubang pernapasan.

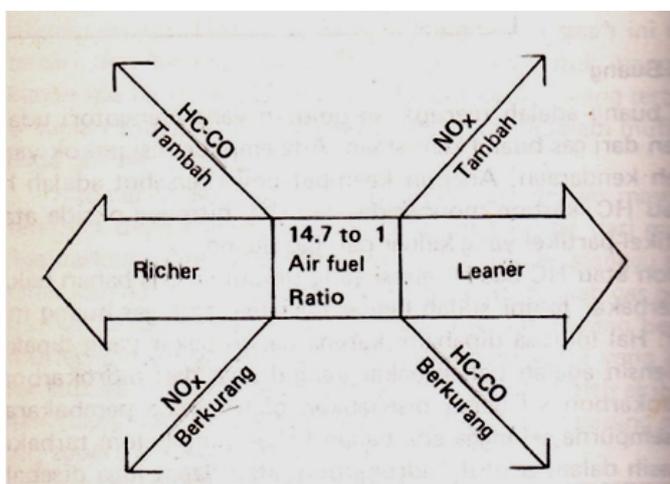
---

<sup>54</sup> I Made Astina, *Panduan Praktikum Pengujian Prestasi Mesin* (Bandung : Institut Teknologi Bandung, 2008) hal. 40.

<sup>55</sup> Wardan Suyanto, *Teori Motor Bensin* (Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989), h. 345.

Hidrokarbon bisa menyebabkan pedih dimata, tenggorokan sakit, paru-paru sakit, dan penyakit yang lain dan bahkan mungkin dapat menyebabkan kanker.<sup>56</sup>

Karbon monoksida (CO) adalah emisi yang dapat disebabkan karena bahan bakar yang terbakar sebagian. Hal ini karena disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Gas CO ini lebih berbahaya dibanding dengan HC, dimana gas ini tidak berwarna dan tidak berbau. Gas ini dapat menyebabkan pusing kepala, mual, gangguan pernapasan, dan bahkan dapat mematikan orang apabila agak lama didalam ruangan yang banyak mengandung CO.<sup>57</sup>



**Gambar 2.21** Hubungan Campuran Bahan Bakar dengan Emisi<sup>58</sup>

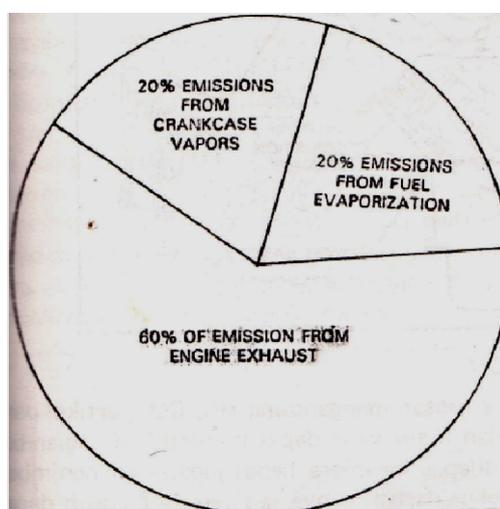
Oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>) adalah emisi yang dihasilkan oleh pembakaran yang terjadi pada temperature yang tinggi. Udara bebas yang digunakan untuk pembakaran mengandung nitrogen sekitar 80%. Pada temperature yang cukup tinggi sekitar 1370<sup>0</sup>C atau lebih nitrogen dan oksigen dalam campuran bahan bakar dengan udara akan bersatu dan membentuk Nox. Oksida nitrogen ini akan

<sup>56</sup> *Ibid.*

<sup>57</sup> *Ibid.*

<sup>58</sup> *Ibid.*, hal. 346.

menghasilkan warna coklat kotor pada gas buang. Disamping itu juga akan terasa pedas dimata dan mengganggu paru-paru. Gas ini akan bertambah pada motor yang menggunakan perbandingan kompresi yang tinggi dan campuran bahan bakar dengan udara yang kurus. Padahal motor yang demikian ini akan menghemat bahan bakar dan mengurangi kandungan HC dan kandungan CO. oleh karena itu homogen emisi harus bisa menghasilkan semua emisi yang rendah dengan tetap tidak berpengaruh pada tenaga yang dihasilkan motor dan menggunakan bahan bakar yang irit.<sup>59</sup>



**Gambar 2.22** Sumber Utama Polusi pada Motor<sup>60</sup>

### 2.8.5.1 Emisi Pada Mesin Pembakaran Dalam

Pada kedua proses yang ditampilkan pada Gambar 2.11 adalah lengkap dan tidak lengkapnya pembakaran dari bahan bakar hidrokarbon di udara (yang dimaksud disini adalah oksigen/nitrogen campuran). Produksi karbon dioksida dalam proses ini menjadi perhatian karena digolongkan sebagai gas rumah kaca,

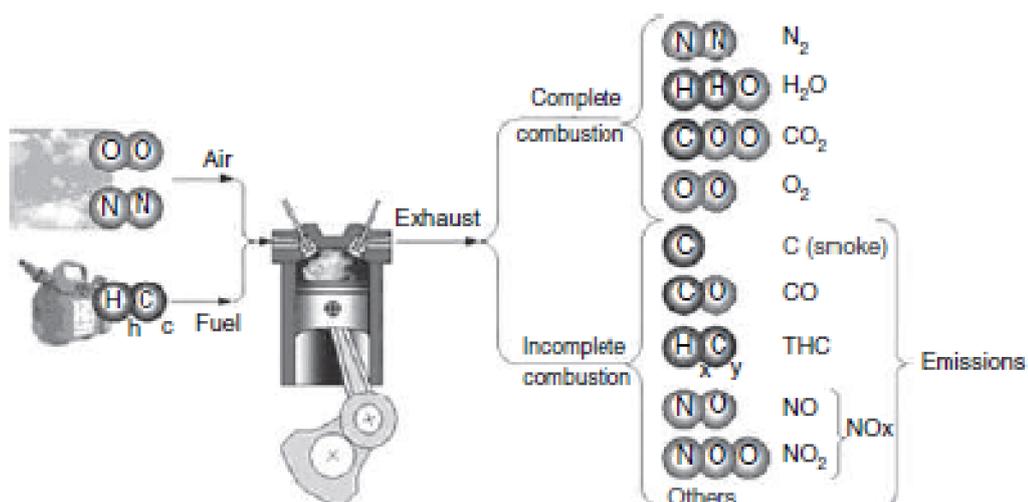
<sup>59</sup> Wardan Suyanto, *op.cit.*, hal. 345.

<sup>60</sup> *Ibid.*, hal. 347

tetapi hanya dapat dikurangi dengan cara peningkatan keseluruhan dari efisiensi mesin dan kendaraan sehingga menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah.<sup>61</sup>

Gas emisi dan polutan diatur oleh undang-undang, yang berdasarkan oleh tidak sempurnanya pembakaran dari :

- Karbon monoksida (CO), gas bau yang sangat beracun;
- Karbon (C), alami dari asap.

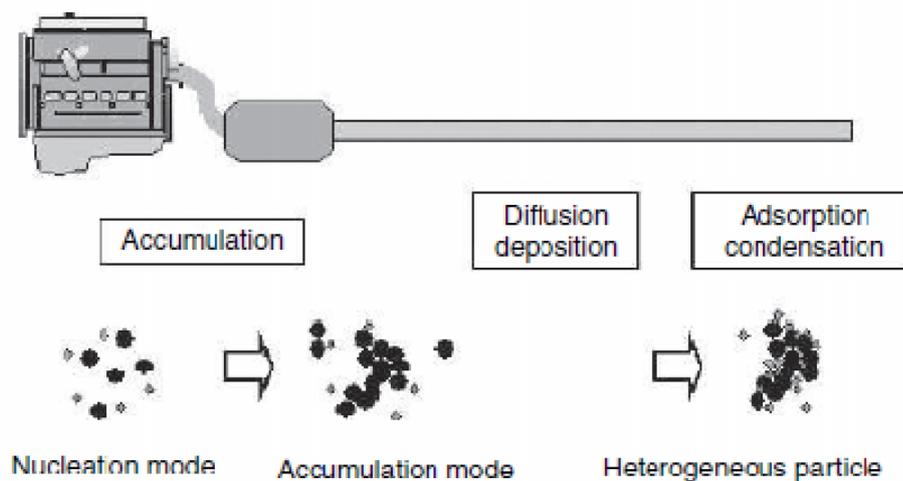


**Gambar 2.23** Unsur-unsur Gas dari Proses Pembakaran<sup>62</sup>

- Hidrokarbon (HC) dibentuk oleh fraksi yang tidak terbakar yang asli bahan bakar cair;
- Oksida nitrat (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), bersama-sama dianggap sebagai NO<sub>x</sub>.

<sup>61</sup> A. J. Martyr and M. A. Plint, *Engine Testing Theory and Practice*, Third Edition (Butterworth-Heinemann : Elsevier Linacre House, 2007), h. 324.

<sup>62</sup> *Ibid.*, hal. 325.



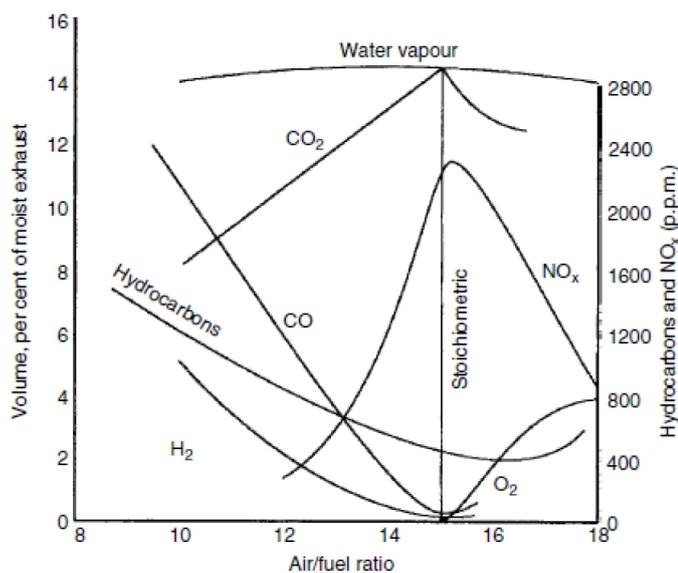
**Gambar 2.24** Fase Pembentukan Partikel<sup>63</sup>

### 2.8.5.2 Emisi dari Mesin Pengapian Busi

Mungkin hal yang paling karakteristik dari emisi gas buang, khususnya dalam kasus dari mesin pengapian busi adalah bahwa hampir setiap langkah yang dapat dirancang dalam rangka untuk mengurangi jumlah setiap polutan tertentu memiliki efek samping yang tidak diinginkan, paling sering meningkatnya sejumlah polutan lainnya.<sup>64</sup>

<sup>63</sup> *Ibid.*, hal. 326.

<sup>64</sup> A. J. Martyr and M. A. Plint, *op.cit.*, hal. 325.



**Gambar 2.25** Hubungan antara Emisi Gas Buang dan Udara/Rasio Bahan Bakar Mesin Bensin<sup>65</sup>

Gambar di atas menunjukkan pengaruh perubahan udara/bahan bakar rasio pada emisi dari polutan utama : CO, NO<sub>x</sub> dan hidrokarbon yang tak terbakar. Ini akan menjadi lebih jelas bahwa salah satu garis penanda adalah untuk membatasi pengoperasian untuk penyempitan, sekitar stoikiometrik dan dorongan utama dari pengembangan kendaraan mesin sejak pertengahan 1990-an terpusat pada mesin yang disebut 'stoikiometrik', digunakan sehubungan dengan tiga cara pembuangan melalui katalisator yang mengubah zat polutan menjadi CO<sub>2</sub> dan nitrogen.

<sup>65</sup> *Ibid.*, hal. 327.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.1.1 Tempat Penelitian**

- Pengujian daya dan torsi dilaksanakan di bengkel Polaris 99 beralamat di Jalan Kebon Jeruk III No. 99, Jakarta Barat.

Telp. (021) 62309552

- Pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang ini dilaksanakan di Lab. Otomotif Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

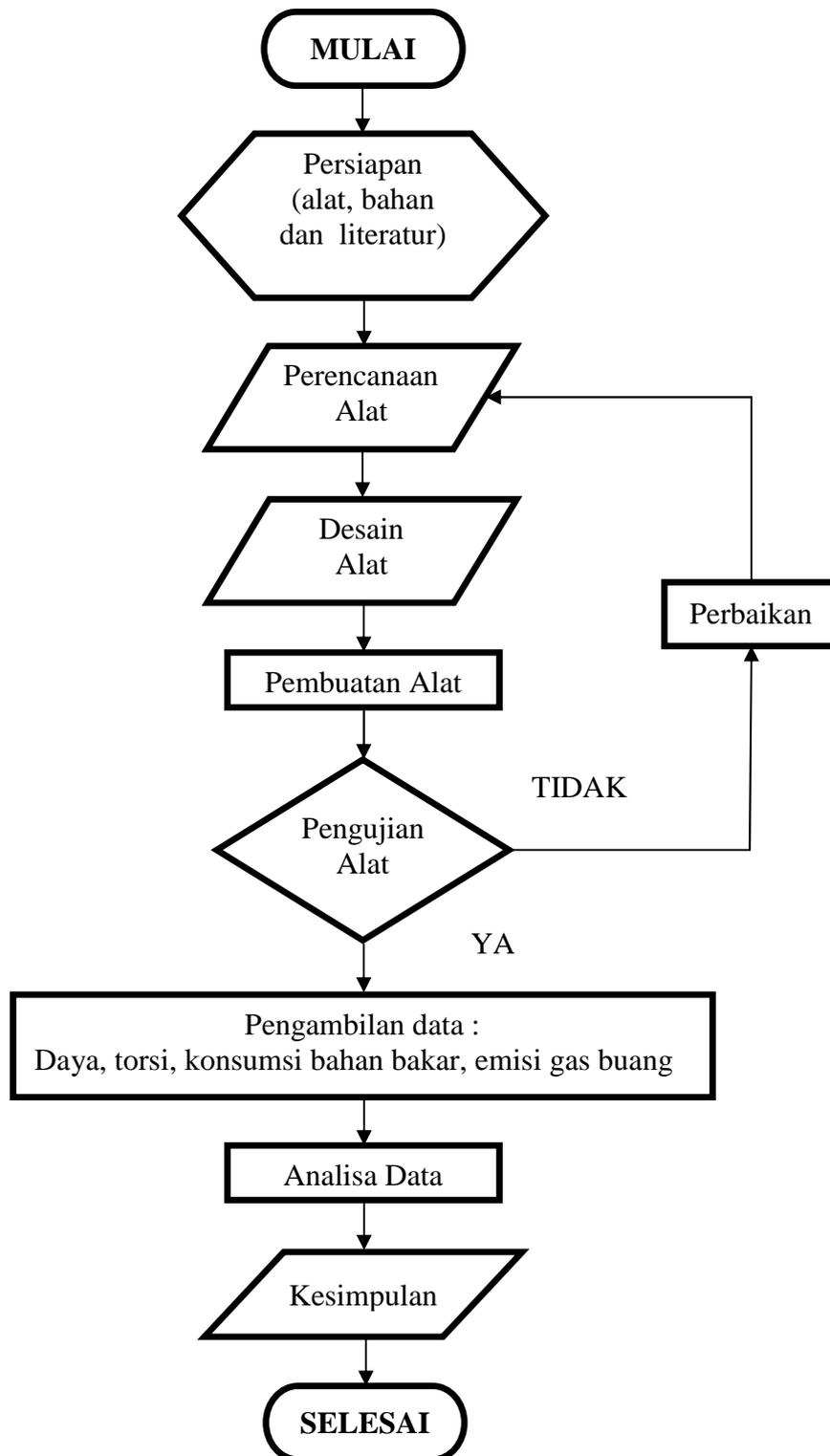
##### **3.1.2 Waktu Penelitian**

Adapun waktu penelitiannya dilakukan pada bulan 21 Juli 2014 sampai 29 Januari 2015.

#### **3.2 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada metode eksperimen, pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan penelitian secara langsung pada obyek penelitian. Penelitian yang dilakukan adalah merencanakan alat, mendesain alat, membuat alat dan dengan menambahkan kipas pada alat tersebut, yaitu kipas 2 sudu, 5 sudu, 12 sudu dengan masing-masing kemiringan sudut  $30^0$  dan diujikan pada mesin sepeda motor yang diletakkan setelah karburator/antara karburator dan *intake manifold*.

Diagram alur penelitian sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

### 3.3 Perencanaan Alat

Penelitian yang dilakukan dengan menambahkan kipas pada saluran masuk/*intake manifold* perlu rancangan sebuah alat yang sesuai/dapat dipasangkan pada *intake manifold* tanpa mengganggu kinerja mesin itu sendiri. Dalam merencanakan alat tersebut, penulis mengidentifikasi bagian - bagian dari alat yang dibuat nantinya seperti :

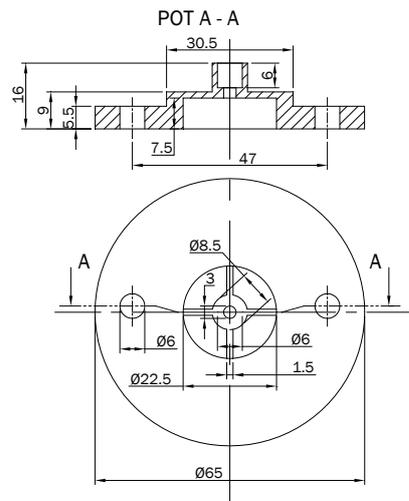
- Ukuran dan bentuk kipas. Kipas yang dibuat harus dapat bekerja (berputar) akibat terkena hisapan udara dari kevakuman yang terjadi di dalam silinder
- Ukuran dan bentuk dudukan kipas. Dudukan kipas dibuat sebagai tempat kipas bekerja yang mengarahkan aliran udara setelah mengenai kipas menuju ke *intake manifold*.
- Panjang dan lebar dudukan kipas. Panjang dan lebar dari dudukan kipas harus dibuat secocok mungkin agar terlihat saat pemasangan dengan karburator dan *intake manifold* nanti tidak terlalu besar ataupun kecil.
- Ukuran dan banyaknya *bearing* pada poros kipas. Jumlah bearing sangat menentukan mudahnya kipas berputar dalam memberikan aliran bentuk turbulensi yang masuk ke ruang bakar.
- Bahan/material yang digunakan :
  1. Material yang digunakan dalam membuat dudukan/*adapter* kipas harus sama/ yang mendekati dengan material dari *intake manifold*, yaitu aluminium.
  2. Material yang digunakan dalam membuat kipas, yaitu plat aluminium dengan tebal 0,2 mm.

### 3.4 Mendesain Alat

Setelah merencanakan alat yang akan dipasang pada saluran masuk/*intake manifold*, kemudian peneliti mendesain sekaligus membuat gambar dengan menggunakan *software* gambar AutoCAD.

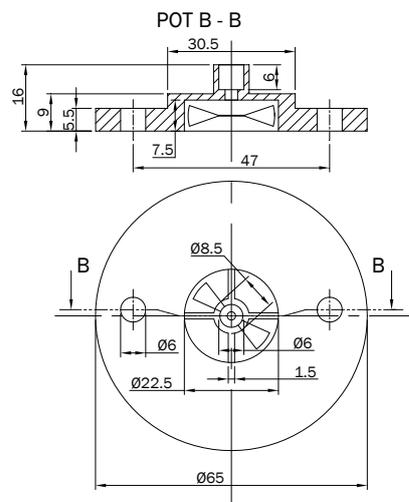
Sesuai dengan penelitian, ada beberapa model alat seperti di bawah ini :

- Desain alat utama/alat tanpa kipas



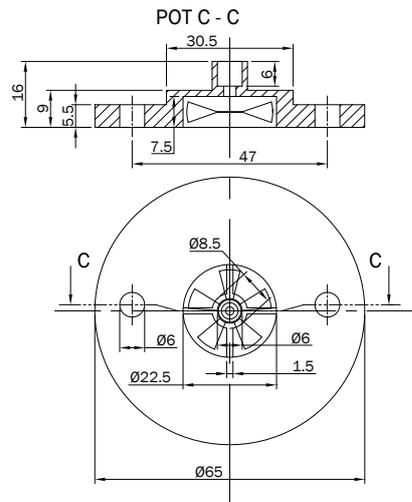
**Gambar 3.2** Alat Tanpa Kipas

- Alat dengan kipas 2 sudu



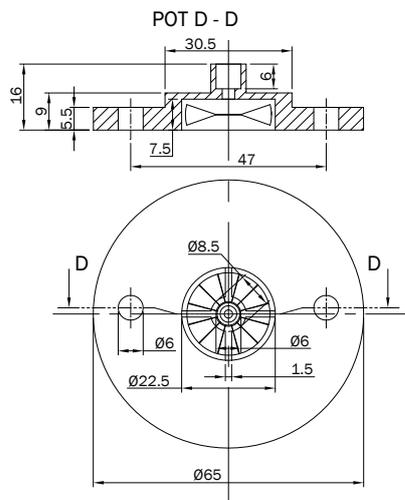
**Gambar 3.3** Alat dengan Kipas 2 Sudu

- Alat dengan kipas 5 sudu



**Gambar 3.4** Alat dengan Kipas 5 Sudu

- Alat dengan kipas 12 sudu



**Gambar 3.5** Alat dengan Kipas 12 Sudu

### 3.5 Membuat Alat

Setelah mendesain alat pada *software* AutoCAD yang akan dibuat pada pemasangan antara karburator dengan *intake manifold*, maka selanjutnya menuju proses pembuatan alat yang sudah biasa dipakai di Lab. produksi. Proses

pembuatannya perlu memiliki ketelitian tinggi karena alat yang dibuat akan digunakan pada saluran masuk udara dan bahan bakar karena aliran tersebut bertekanan dan memiliki kecepatan, maka diperlukan alat yang sangat kuat dalam menahan aliran tersebut.

### **3.5.1 Alat dan Bahan**

- Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah aluminium berbentuk tabung dengan ukuran panjang 10 cm dan berdiameter 10 cm. Dalam proses pemakanan bahan pada mesin bubut terkadang terjadi kesalahan maka dari itu untuk mencegahnya bahan dibagi menjadi 4 bagian dan panjangnya menjadi 2,5 cm yang ukuran tersebut mendekati dari desain alat yang dibuat nanti. Bahan tersebut dipilih karena mendekati bahan dari *intake manifold* dan juga mudah dalam proses kerja pembuatan dengan mesin bubut.
- Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam pekerjaan membuat alat ini dengan alat perkakas yang ada di Lab. Produksi Jurusan Teknik Mesin UNJ diantaranya : Mistar, Penitik, Penggores, Mata bor 3, 6, 20, Mesin bubut, Mesin bor duduk, Endmil 3, Kunci cak bor dan kunci ragam, Sigmat, Pahat dalam, kikir halus dan kasar, kikir profil.

### **3.5.2 Keselamatan Kerja**

Dalam melaksanakan pekerjaan ada hal yang harus diperhatikan, yaitu keselamatan kerja. Ini merupakan bagian penting dalam proses kerja. Keselamatan yang harus diperhatikan adalah :

- Menggunakan pakaian kerja/*warepack*

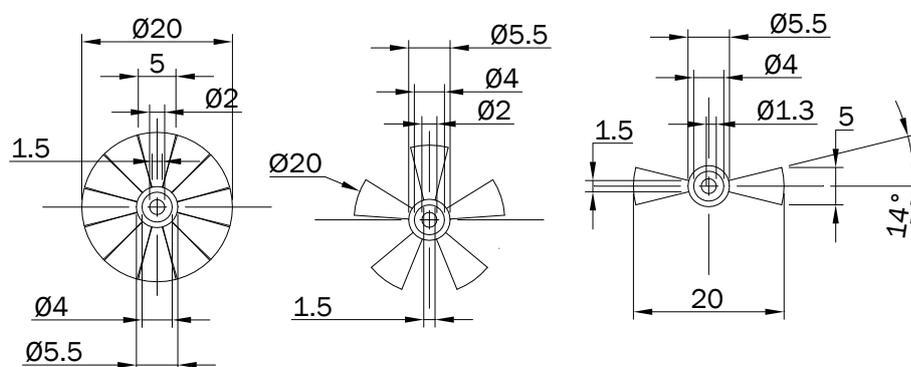
- Menggunakan earplak/penutup telinga, untuk menutup telinga dari kebisingan suara mesin bubut
- Menggunakan kaca mata agar terhindar dari serpihan tatal bahan saat proses pemotongan/pemakanan
- Menggunakan sepatu
- Menggunakan sarung tangan
- Menggunakan masker
- Mengikuti instruksi penggunaan mesin

### 3.5.3 Proses Pembuatan

Proses pembuatan alat bantu penambah aliran turbulensi ini dilakukan bertahap, diantaranya :

- Pembuatan kipas

Pembuatan kipas disini peneliti masih menggunakan alat-alat manual seperti tang, busur derajat, pulpen dan penggaris. Sekaligus bahan yang digunakan berupa plat aluminium dengan tebal 0.2 mm. Proses pembuatannya ialah dengan mengawali membuat pola dan ukuran kipas di *software* AutoCAD seperti di bawah ini :



**Gambar 3.6** Pola Kipas

Setelah pembuatan pola selesai, selanjutnya pola tersebut diprint/cetak dengan kertas karton. Kemudian ditempelkan pada plat aluminium dan digunting dengan sangat hati-hati agar bentuk dari tiap kipas hasilnya sama semua dari masing-masing *blade*.

- Pembuatanudukan kipas

Dalam membuat dudukan kipas, bahan aluminium silinder diletakkan dicekam/kepala tetap pada bagian mesin bubut. Pemakanan bahan pertama-tama dengan mengurangi diameter dari bahan tersebut dari ukuran 10 cm menjadi 7 cm. Pergunakan putaran tinggi saat pemakanan supaya menghasilkan permukaan yang bagus. Kemudian gunakan mata bor berdiameter 20 mm, untuk melubangi bagian tengah dari bahan tersebut. Selanjutnya gunakan pahat dalam untuk membesarkan diameter 20 mm menjadi 22.5 mm.



**Gambar 3.7** Pembesaran Diameter Dalam

Dalam pengerjaannya harus hati-hati sekali, karena untuk dudukan kipas ini terdapat tempat meletakkan *bearing* yang sangatlah berukuran kecil yaitu diameter dalam dudukan *bearing* 6 mm. Bila dalam

memperbesar diameter tersebut melebihi ukuran, maka tidak bisa digunakan lagi bahannya. Setelah pembesaran diameter selesai, dilanjutkan dengan mengambil ukuran panjang alat tersebut 16 mm dengan cara dipotong. Tetapi untuk mencegah gagalnya pemotongan, maka dilebihkan ukurannya menjadi 20 – 25 mm.

Setelah proses pemotongan selesai dilanjutkan dengan membuat lubang *bearing* dan lubang udara agar aliran campuran bahan bakar masuk dengan lancar. Buat lubang tempat *bearing* berada dengan hati-hati. Dalam membuat lubang bearing pertama menggunakan mesin bor duduk yang selanjutnya dipindahkan ke mesin bubut. Selanjutnya membuat lubang untuk aliran udara + bahan bakar menggunakan mata bor *endmill* 3 seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 3.8** Membuat Lubang Aliran/*Grill*

### **3.6 Merakit Alat**

Setelah proses pembuatan alat selesai, selanjutnya dengan merakit alat yang nanti digunakan dalam penelitian. Untuk menjadi satu alat yang utuh, perlu

merakit dari komponen-komponen menjadi satu bagian. Komponen-komponen dari alat tersebut diantaranya :

- Kubah kipas

Alat ini berfungsi untuk mengarahkan aliran udara + bahan bakar saat melewati alat tersebut ke arah masing – masing sudu. Bagian ini diperoleh dari salah satu *sparepart* mainan mobil tamiya.

- Penahan Kipas

Alat ini berfungsi untuk menahan kipas antara lubang aliran dengan *bearing* supaya saat berputar tidak terhambat. Bagian alat ini juga diperoleh dari salah satu *sparepart* mainan mobil tamiya.

- Baut dan Mur

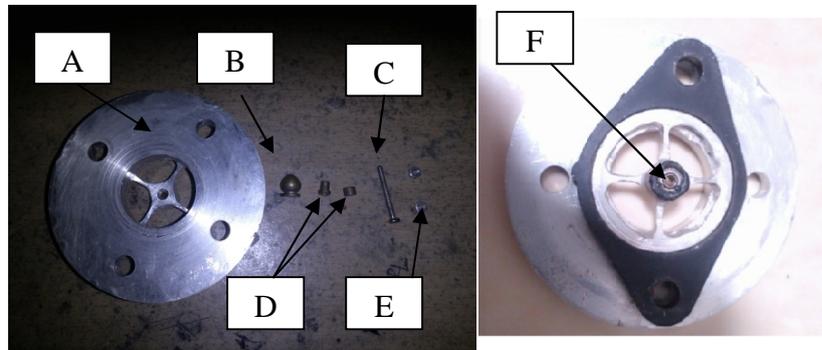
Baut yang digunakan dalam membuat alat ini sebagai poros untuk memutar kipas saat terkena hembusan campuran aliran udara + bahan bakar setelah melewati karburator. Sedangkan mur digunakan sebagai pengikat/pengunci antara kipas dengan penahan kipas. Bagian alat ini juga diperoleh dari salah satu *sparepart* mainan mobil tamiya.

- Dudukan Kipas

Dudukan kipas adalah yang utama dari alat yang direncanakan dalam penelitian ini. Dudukan kipas ini berfungsi sebagai tempat kipas berputar yang memberikan bentuk aliran turbulensi sebelum melewati *intake manifold*.

- *Bearing*

Untuk memutar kipas dengan mudah menggunakan *bearing*. *Bearing* yang digunakan dari *sparepart* mainan tamiya juga. Dengan ukuran diameter luar 6 mm, diameter dalam 2 mm, dan tebal 3 mm.

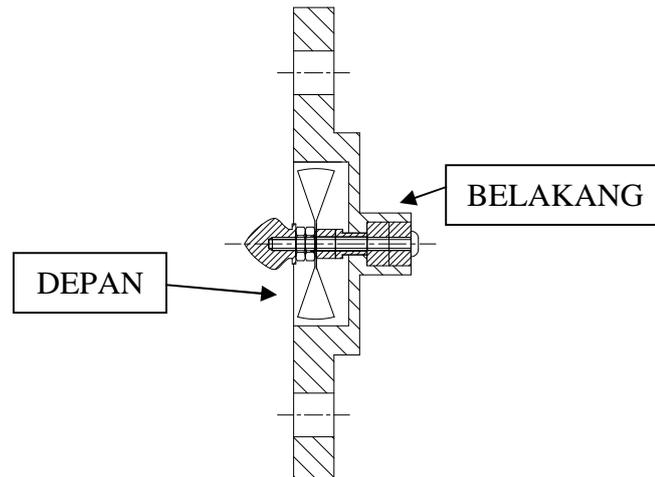


**Gambar 3.9** Dudukan Kipas (A), Kubah Kipas (B), Baut (C), Penahan Kipas (D) Mur (E), dan *Bearing* (F)

### 3.6.1 Proses Merakit Alat

Proses merakit alat yaitu dengan menyatukan tiap komponen agar dapat berfungsi seperti yang sudah direncanakan. Urutannya sebagai berikut :

- Letakkan *bearing* pada dudukan kipas, posisikan dibelakang dari dudukan kipas. Disini menggunakan 2 buah *bearing*. Gunakan lem besi untuk merekatkan *bearing* dengan dudukan supaya tidak lepas.
- Masukkan baut sebagai poros pemutar kipas ke lubang *bearing* dari arah belakang dudukan tersebut.
- Letakkan penahan kipas dibagian depan tempat kipas diletakkan.
- Masukkan kipas, dan kunci dengan mur. Disini menggunakan 2 buah mur supaya kuat.
- Kemudian, letakkan kubah didepan setelah mur.



**Gambar 3.10** Posisi Perakitan Alat

### 3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah :

1. Bahan Penelitian
  - a. Bahan bakar premium

2. Alat – Alat Penelitian

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sepeda motor Honda Supra Fit New 2007 dengan spesifikasi sebagai berikut :<sup>66</sup>

Mesin :

- 4-stroke, SOHC
- Kapasitas mesin : 97,1 cc (100)
- Bore x stroke : 50 x 49,5 mm
- Rasio kompresi : 9,0 : 1

<sup>66</sup> Anonim, *Spesifikasi Honda New Supra Fit* ([www.motorganteng.com/2014/01/spesifikasi-honda-new-supra-fit\\_7.html](http://www.motorganteng.com/2014/01/spesifikasi-honda-new-supra-fit_7.html)).

- Max. *power* : 7,3 ps @ 8000 rpm
- Max. torsi : 0,74 kgf.m @ 6000 rpm
- Pendingin : udara
- Karburator : Keihin
- Pengapian : AC-CDI
- *Battery/accu* : 12V-5Ah
- Busi : ND U22FS-U / NGK C7HSA
- Transmisi : 4-*speed* (N-1-2-3-4-N), *constant mesh*
- Kopling: otomatis, ganda, sentrifugal, wet (basah)
- Starter: *electric* dan *kick*

Dimensi :

- Panjang x lebar x tinggi: 1907 x 702 x 1069 mm
- Jarak sumbu roda : 1234 mm
- Jarak ke tanah : 147 mm
- Kapasitas oli mesin: 0,70 liter/ pergantian periodik
- Tangki bbm: 3,7 liter
- Berat: 99.4 kg

Rangka : *backbone*

Suspensi :

- depan: *telescopic*
- belakang: *swing arm, double shock*

Ban :

- depan : 70/90 - 17M/C 38P
- belakang : 80/90 - 17M/C 44P

Rem :

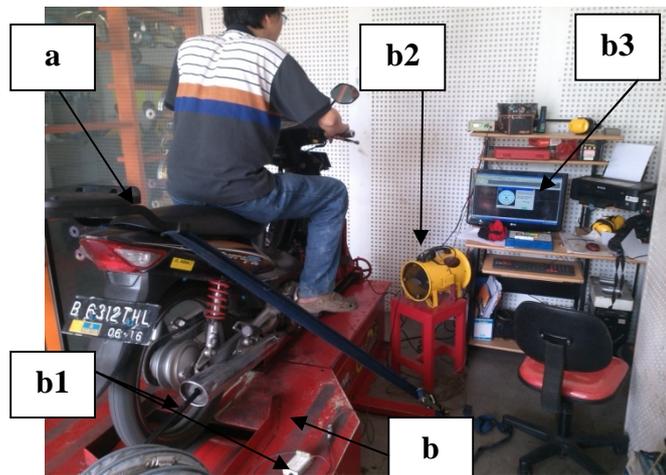
- depan : tromol dan cakram hidrolik, piston ganda
- belakang : tromol

b. *Dynotest* dengan tipe *dynojet* 250i beserta perlengkapan pengukurannya, seperti :

b.1 Alat ukur AFR

b.2 Kipas/blower

b.3 1 set *software* pembaca hasil daya dan torsi



**Gambar 3.11** Pengujian Pada Mesin *Dynotest*

c. Alat uji, alat tersebut terdiri dari :

- 3 jenis kipas, yaitu 2 sudu, 5 sudu dan 12 sudu
- 1udukan/penghubung tempat kipas diletakkan
- 2 jenis *intake manifold*, diantaranya *intake manifold* asli bawaan dari sepeda motor dipakai sebagai acuan dari kondisi standar sepeda motor dan *intake manifold custom* sebagai acuan dalam pengambilan data terhadap sebelum atau sesudah pemasangan alat

dengan variasi jumlah kipas. Dikarenakan *intake manifold custom* kebanyakan yang ada dipasaran lebih pendek dari standar asli *intake manifold* yang digunakan pada sepeda motor, peneliti mencoba agar penggunaan dalam mengambil data nantinya diharapkan hasil akan mendekati dengan penggunaan *intake manifold* asli. Untuk itu agar panjangnya sama dengan *intake manifold* asli yaitu dengan cara menambahkan penghubung/dudukan sebagai alat dalam penempatan kipas. Ukuran dari alat tersebut diambil dari pengurangan panjang *intake manifold* asli dengan panjang *intake manifold custom*. Dari hasil pemasangan tersebut panjang ukuran *intake manifold custom* akan sama dengan *intake manifold* asli bawaan sepeda motor.

- d. *Stopwatch* untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam satuan detik dalam menghabiskan bahan bakar yang dipanaskan.
- e. *Tachometer* untuk mengukur putaran mesin.
- f. Alat uji emisi/gas *analyzer* untuk mengukur emisi gas yang keluar melalui knalpot.
- g. Tool set untuk keperluan dalam penyetelan katup gas.
- h. *Thermometer digital* dan *infra red* untuk mengukur temperatur kerja mesin dan suhu ruangan pengujian.
- i. Gelas ukur untuk mengukur volume bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
- j. Lembar observasi untuk mencatat data-data hasil dari pengujian.

- k. Kipas angin untuk mencegah terjadinya overheat pada mesin saat pengambilan data.



**Gambar 3.12** Alat Penelitian

### 3.8 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ada 2 macam, diantaranya :

#### 1. Prosedur Pengujian Daya dan Torsi

Pada pengujian ini mesin di *tune up* dahulu seperti membersihkan karburator, menyetel katup, membersihkan kabel gas, membersihkan busi sebelum menggunakan alat dinamometer sasis untuk mengetahui hasil daya dan torsi tersebut pada berbagai tingkat kecepatan.

Tahapan pengujiannya sebagai berikut :

- a. Menaikkan sepeda motor ke atas *dynotest*
- b. Mengunci roda depan pada bagian pengunci yang terdapat di *dynotest*
- c. Meletakkan roda belakang tepat berada di atas *drum roller*

- d. Mengikatkan bagian belakang sepeda motor sebelah kiri dan kanan dengan sabuk, posisikan sepeda motor tidak boleh miring dan atur pengencangan seberat 1 orang pengendara
- e. Memperhatikan tekanan ban belakang
- f. Memperhatikan rantai motor tidak boleh terlalu kendur
- g. Mempersiapkan alat-alat yang digunakan saat pengujian ini
- h. Menghidupkan mesin selama 15 menit sampai kira-kira temperatur kerja mesin dan selanjutnya menyesuaikan putaran mesin dengan putaran *roller* pada *dynotest* sesuai prosedur penggunaan *dynotest*
- i. Melakukan pengetesan mesin setelah mesin kiranya tidak terlalu panas dalam pengambilan hasil untuk mendapatkan data daya dan torsi pada kondisi standar *intake manifold* asli bawaan sepeda motor
- j. Pengetesan tersebut dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan selanjutnya diambil rata-ratanya
- k. Melepas dan ganti dengan *intake manifold custom* tanpa kipas saat kondisi mesin benar-benar dingin
- l. Menghidupkan mesin selama 15 menit sampai kiranya temperatur kerja mesin tercapai
- m. Melakukan pengetesan mesin setelah mesin kiranya tidak terlalu panas
- n. Pengetesan tersebut dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan selanjutnya diambil rata-ratanya seperti pengetesan kondisi standar *intake manifold*
- o. Lepas karburator dan tambahkan dengan kipas 2 sirip pada kondisi *intake manifold custom*

- p. Saat kondisi mesin sudah dingin, hidupkan lagi mesin selama 15 menit
- q. Lakukan pengambilan data seperti percobaan sebelumnya dan juga untuk percobaan selanjutnya hanya mengganti kipas dengan 5 sirip dan 12 sirip dengan *intake manifold custom*
- r. Pengambilan data daya dan torsi dilakukan dari gigi 1 sampai tenaga puncak mesin pada gigi 4 kemudian didapatkan hasil daya dan torsi pada layar monitor *dynotest*

## 2. Prosedur Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang

Pada pengujian ini mesin di *tune up* seperti pada pengujian daya dan torsi. Pengujian disini tidak menggunakan *dynotest*, dikarenakan kedua pengujian dilakukan ditempat yang berbeda dan juga perlengkapan dalam pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang tidak ada di tempat pengujian *dynotest* begitu juga sebaliknya.

Tahapan pengujiannya sebagai berikut :

- a. Persiapkan sepeda motor uji dalam keadaan standar 2
- b. Melepas bodi motor dan *bracket*
- c. Pasang *tachometer* digital dan sambungkan kabelnya sesuai urutan yang ada dipanduan
- d. Letakkan gelas ukur bensin ditempat yang tegak lurus dan lebih tinggi dari karburator supaya dalam pengambilan data konsumsi bahan bakar akurat
- e. Pasang selang penghubung antara gelas ukur dengan saluran bahan bakar di karburator

- f. Persiapkan gas *analyzer* dibelakang sepeda motor
- g. Sambungkan kabel gas *analyzer* ke saklar listrik dan hidupkan tunggu sampai waktu selesai pada alat tersebut
- h. Masukkan besi pendeteksi pada gas *analyzer* ke dalam lubang knalpot dan usahakan tidak kendur
- i. Isi bensin secukupnya ke dalam gelas ukur dan hidupkan mesin selama 15 menit
- j. Ukurlah suhu pada blok silinder bagian kanan dengan menggunakan thermometer digital sampai menunjukkan penurunan suhu  $70^0$
- k. Setelah mendekati suhu  $70^0$ , hidupkan mesin dan atur putaran mesin pada 1500 RPM dengan menyetel sekrup pedal gas tangan di karburator.
- l. Catat waktunya selama bahan bakar habis di 10 ml pada gelas ukur dengan *stopwatch* bersamaan dengan hasil emisi yang dihasilkan pada 10 ml bahan bakar pada layar gas *analyzer* dan cetak hasilnya
- m. Ukur suhu pada blok silinder mesin bagian kanan sesaat bahan bakar habis di 10 ml dan catat pada lembar observasi
- n. Pengetesan tersebut dilakukan tanpa gigi transmisi bekerja/roda tidak bergerak dan juga pada kondisi standar *intake manifold*
- o. Lakukan sebanyak 3 kali dan kemudian hasilnya diambil rata-rata
- p. Pengetesan selanjutnya mengganti kondisi standar *intake manifold* ke standar *intake manifold custom* lalu ke standar *intake manifold custom* dengan kipas 2 sirip, standar *intake manifold custom* dengan kipas 5 sirip, standar *intake manifold custom* dengan kipas 12 sirip

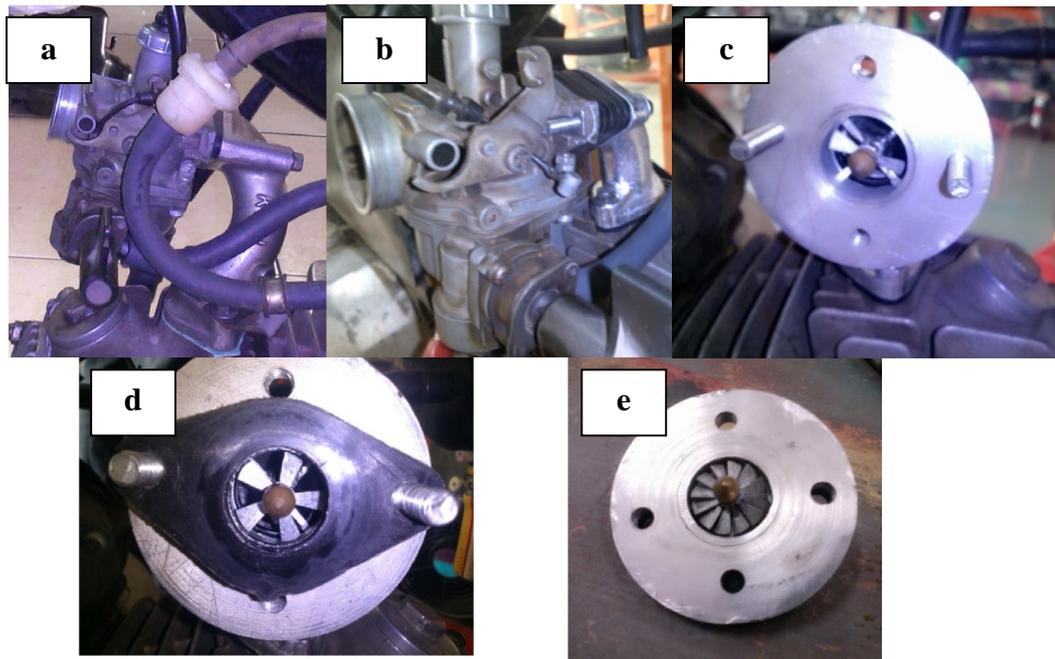
- q. Lakukan pengetesan seperti langkah-langkah pada saat pengambilan data kondisi standar *intake manifold*

### 3.9 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode eksperimen. Data-data yang didapatkan dari metode ini adalah daya, torsi, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Untuk data daya dan torsi dimana dalam pengambilan data dilakukan di atas mesin *dynotest* dari putaran gigi 1 sampai puncak di gigi 4 sedangkan dalam pengambilan data konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang tidak di atas mesin *dynotest* dikarenakan dalam pengambilan ke 4 data tersebut berbeda tempat. Setiap pengambilan data-data tersebut dilakukan pengujian sebanyak 3 kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Dalam pengambilan data dilakukan dalam beberapa skema, diantaranya :

- a. Kondisi standar *intake*
- b. Kondisi standar *intake custom*
- c. Kondisi *custom intake* + kipas 2 *blade*
- d. Kondisi *custom intake* + kipas 5 *blade*
- e. Kondisi *custom intake* + Kipas 12 *blade*

Pada kondisi *custom intake* yang ditambahkan kipas 2 *blade*, 5 *blade*, dan 12 *blade* dimaksudkan untuk mengetahui turbulensi yang terbaik dalam memberikan pengaruh terhadap proses pembakaran yang terjadi di ruang silinder.



**Gambar 3.13** Skema Penelitian

### 3.10 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif adalah menjelaskan hasil dari data-data pengukuran yang didapat saat pengujian dengan penambahan kipas setelah karburator. Selanjutnya dari penambahan alat tersebut mana yang lebih baik pada kondisi sebelum atau sesudah penambahan kipas diolah dalam bentuk tabel dan grafik yang kemudian dapat dideskripsikan menjadi sebuah kalimat dalam mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

Data-data yang didapatkan dari hasil pengujian seperti konsumsi bahan bakar dan juga dalam mencari nilai efisiensi volumetrik masih perlu dihitung dengan rumus sebagai berikut :

### a. Efisiensi Volumetrik

Rumus efisiensi volumetrik didefinisikan sebagai :

$$v = \frac{m}{\rho_a V_d} \quad , \quad v = \frac{n \cdot \dot{m}}{\rho_a V_d N}$$

Dimana :

$m$  = massa udara masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus

= laju aliran massa udara masuk ke mesin (kg/jam)

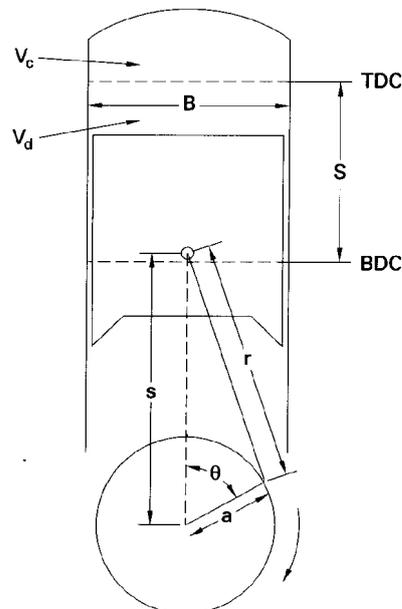
= massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_d$  = volume langkah torak ( $\text{m}^3$ )

$N$  = kecepatan mesin (RPM)

$n$  = jumlah putaran per siklus

Dalam menghitung rumus ( $V_d$ ) volume langkah torak seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3.14** Pengukuran Piston dan Mesin<sup>67</sup>

Rumus volume langkah torak :

$$V_d = V_{BDC} - V_{TDC}$$

Dalam menghitung rumus  $V_d$  yang digunakan dalam penelitian ini untuk mesin 1 silinder adalah sebagai berikut :

$$V_d = \left(\frac{\pi}{4}\right) B^2 \cdot S$$

Dimana :

$B = Bore$  (diameter silinder) (m)

$S = stroke$  (gerak piston dari BDC ke TDC atau sebaliknya) (m)

Sedangkan dalam menghitung ( ) laju aliran udara yang masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus menggunakan rumus :

$$\dot{m}_{iu} = (V_1 \cdot z) \cdot n \cdot \rho_u \cdot \frac{60}{1000}$$

Dimana :

$V_1 = V_d =$  volume langkah torak

$\dot{m}_{iu} =$  laju aliran massa udara

$z =$  jumlah silinder

$n =$  putaran motor (RPM)

$=$  jumlah siklus/putaran

$\rho_u =$  massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

---

<sup>67</sup> Willard W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (Platteville : University of Wisconsin), hal. 36.

Sedangkan dalam mencari “ ” menggunakan rumus :

$$= \frac{P}{R \cdot T}$$

Dimana :

= massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

P = tekanan udara luar (kPa)

R = konstanta gas untuk udara sebesar 0,287 kJ/kg-K/53,33 ft-lbf/lbm-°R

T = temperatur udara luar (Kelvin)

### b. Konsumsi Bahan Bakar

Rumus konsumsi bahan bakar (sfc) menggunakan rumus :

$$sfc = \frac{f}{W}$$

Dimana :

Sfc = *specific fuel consumption*/konsumsi bahan bakar spesifik

$f$  = laju aliran bahan bakar (kg/s)

= daya mesin (kW)

Sedangkan dalam mencari “ $\dot{m}_f$ ” adalah dengan menggunakan rumus :

$$f = \frac{\text{banyaknya bahan bakar}}{t} \rho_b \cdot 3,6$$

Dimana :

t = waktu pemakaian bahan bakar (detik)

$\rho_b$  = massa jenis bensin, 0.7329 g/cm<sup>3</sup>

k = konstanta, 3,6

Kemudian dari hasil perhitungan yang menggunakan rumus diatas akan diolah satu persatu dan selanjutnya akan dibuatkan kedalam tabel dan grafik dari masing – masing data pada parameter mesin tersebut.

## BAB IV

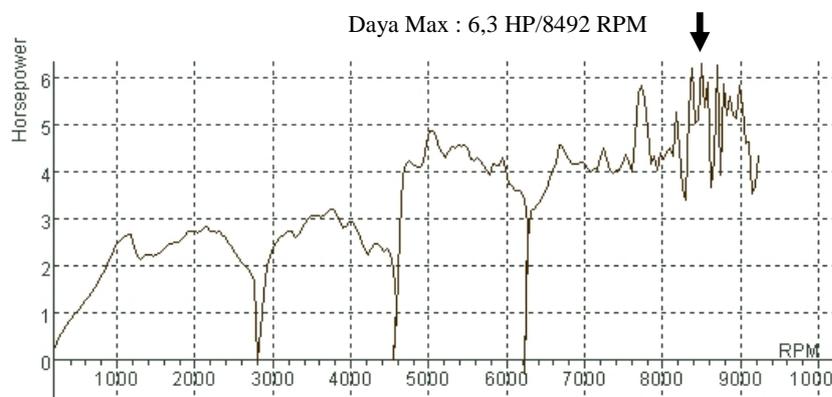
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

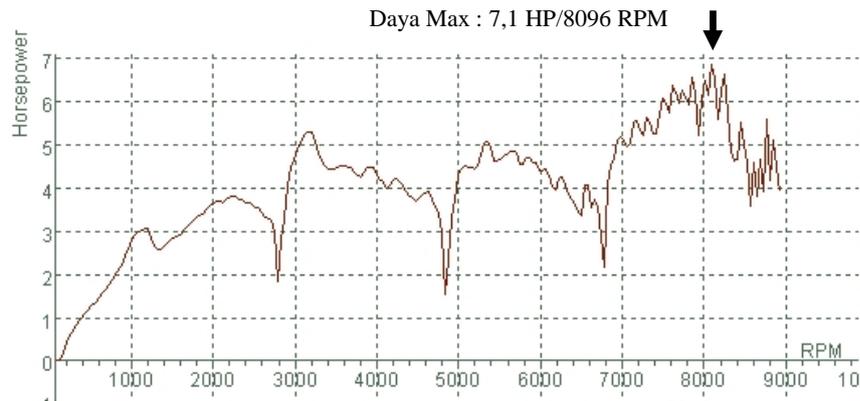
##### 4.1.1 Data Hasil Pengujian Daya Mesin

Pengujian daya mesin dilakukan pada mesin *dynotest* yang berada di luar lingkungan Universitas Negeri Jakarta. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur besar tenaga dari sebelum dan sesudah pemasangan alat yang mengubah aliran udara menjadi turbulensi pada mesin uji yang digunakan dan dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran agar lebih akurat. Alat yang digunakan adalah berupa penambahan kipas pada sebuah dudukan yang dihubungkan antara karburator dan *intake manifold*. Kipas yang dipasangkan pada dudukan tersebut ada 3 macam, yaitu dengan 2 sudu, 5 sudu dan 12 sudu dengan masing-masing kemiringan sudu  $30^{\circ}$ .

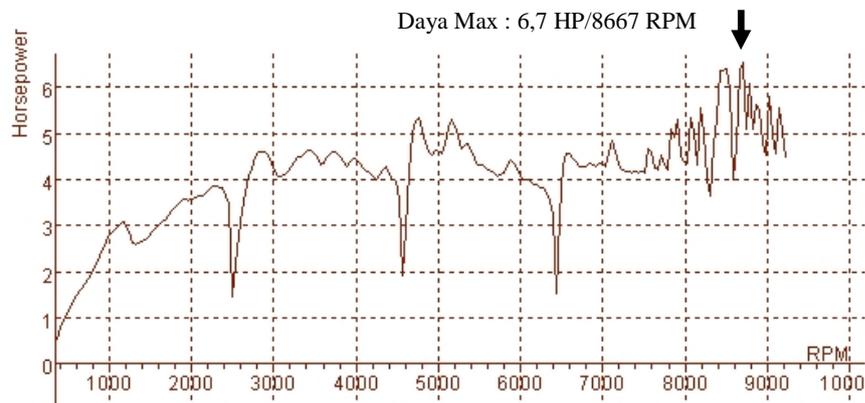
Data hasil pengukuran daya mesin diambil dari yang paling tertinggi saat pengambilan data dengan mesin *dynotest* yang dapat dilihat seperti berikut ini :



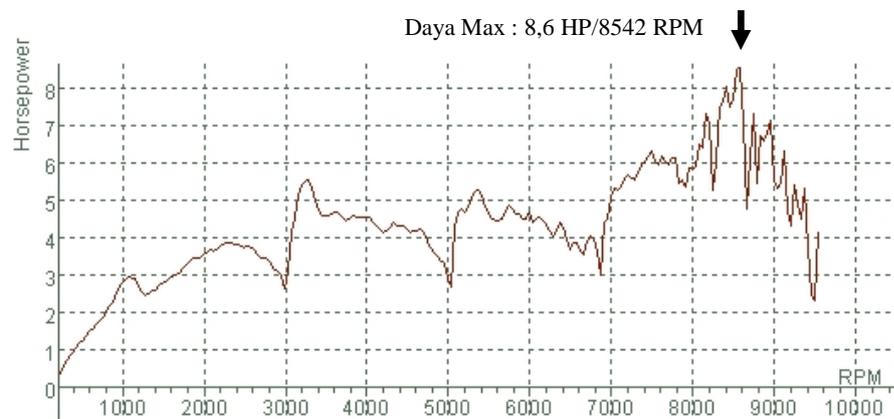
**Gambar 4.1** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



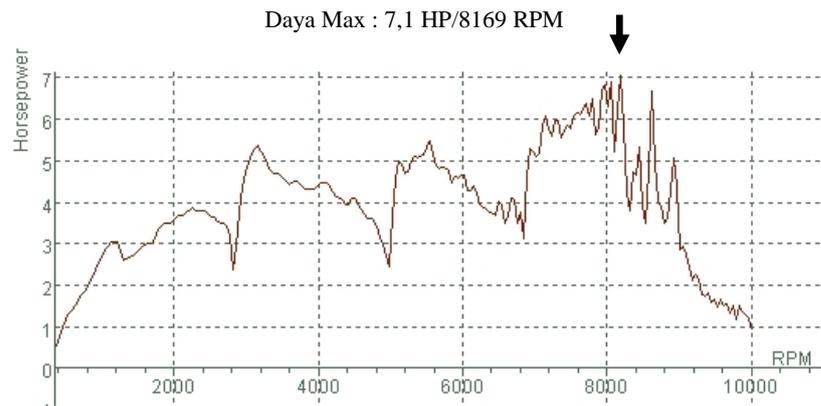
**Gambar 4.2** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



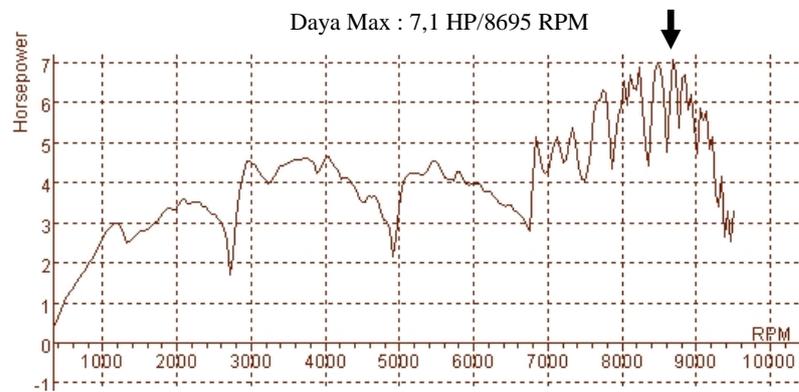
**Gambar 4.3** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



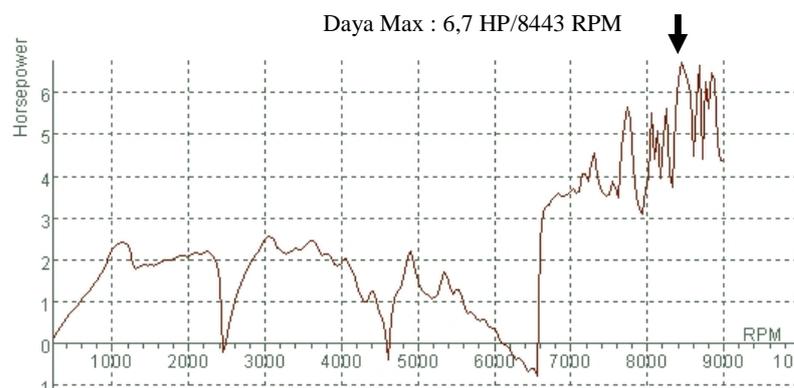
**Gambar 4.4** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



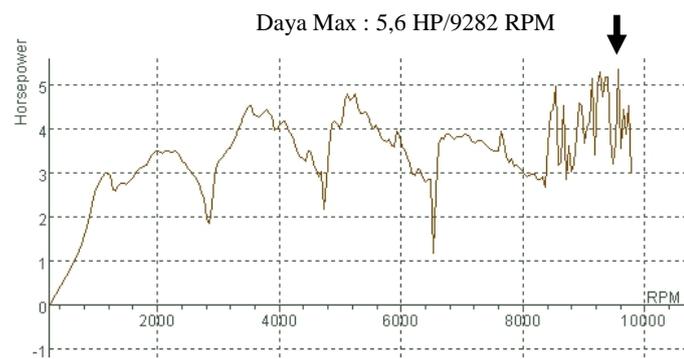
**Gambar 4.5** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



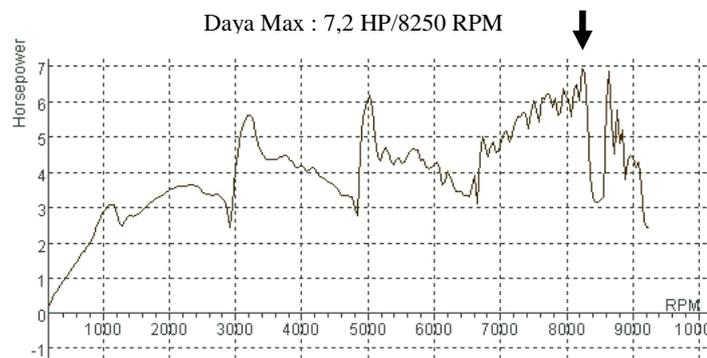
**Gambar 4.6** Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



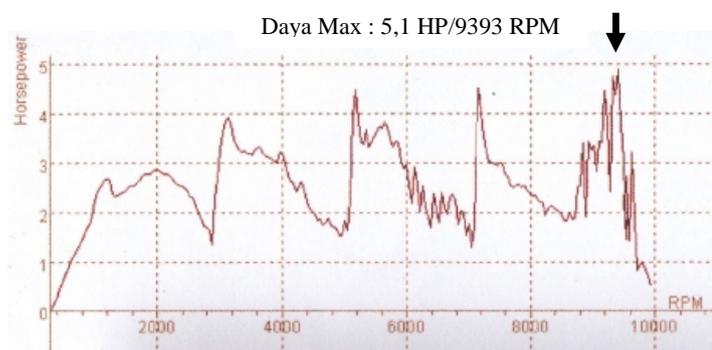
**Gambar 4.7** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom + Kipas 2 Sudu* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



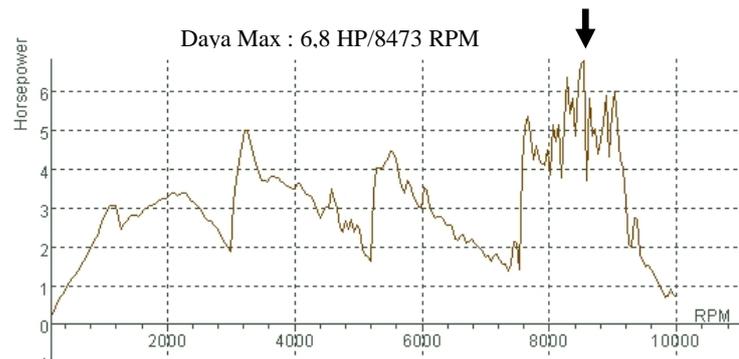
**Gambar 4.8** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 2 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



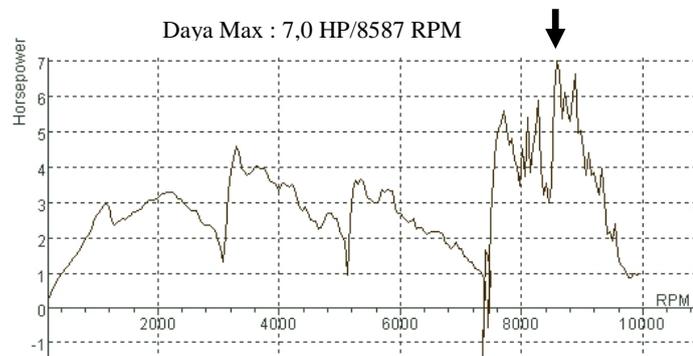
**Gambar 4.9** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 2 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



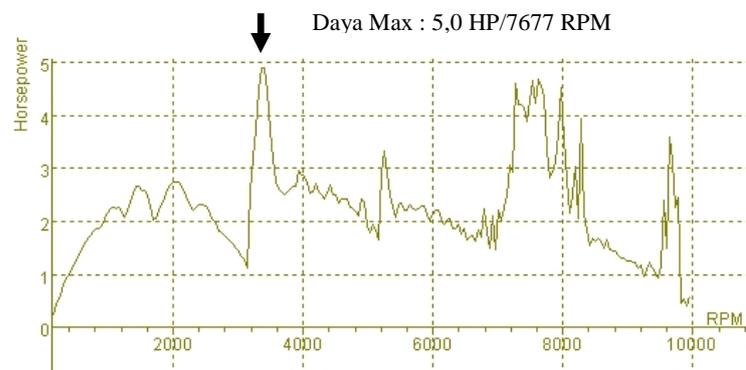
**Gambar 4.10** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



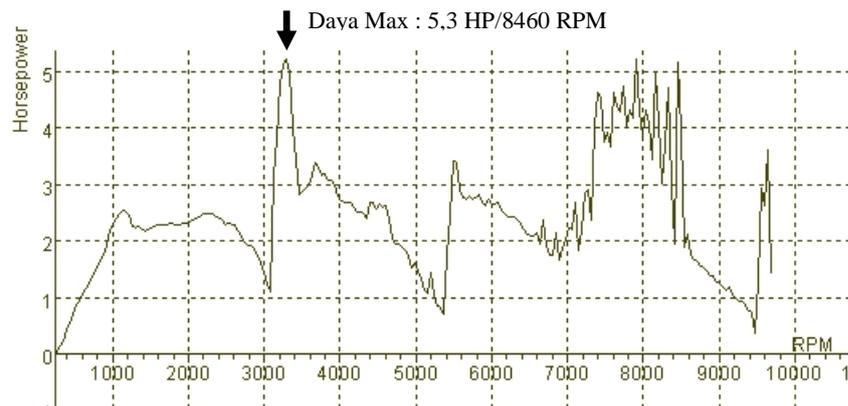
**Gambar 4.11** Grafik Data Hasil Pengujian n Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



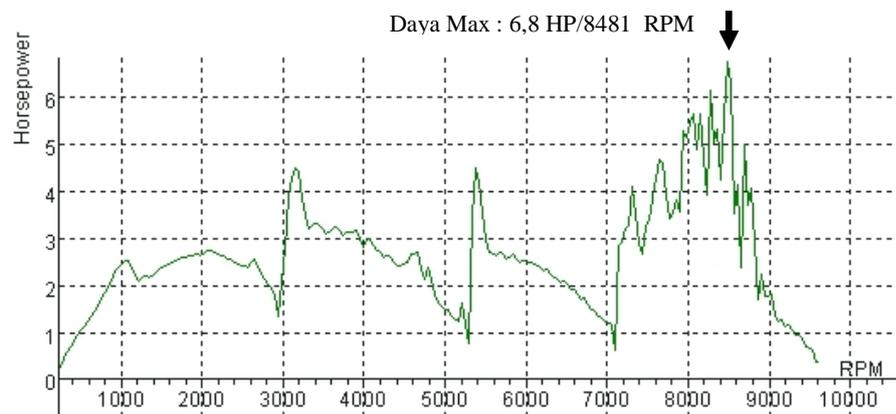
**Gambar 4.12** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



**Gambar 4.13** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



**Gambar 4.14** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



**Gambar 4.15** Grafik Data Hasil Pengujian Daya Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 Sudu Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)

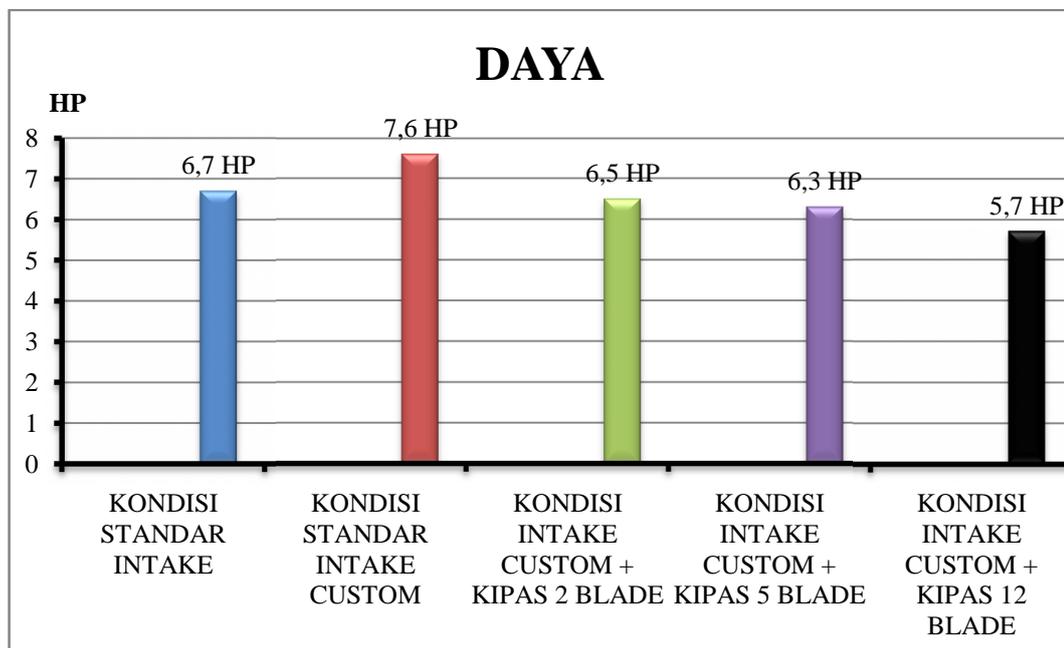
Selanjutnya hasil data-data pengukuran tersebut diolah dan dihitung rata-ratanya dalam bentuk tabel seperti dibawah ini :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Daya Mesin Pada Mesin *Dynotest*

Kondisi	Daya (HP)/RPM			Rata-rata
	Tes 1	Tes 2	Tes 3	
Kondisi Standar <i>Intake</i>	6,3/8492	7,1/8096	6,7/8667	6,7/8418
Kondisi Standar <i>Intake Custom</i>	8,6/8542	7,1/8169	7,1/8695	7,6/8469
Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 2 Blade</i>	6,7/8443	5,6/9282	7,2/8250	6,5/8658
Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 5 Blade</i>	5,1/9393	6,8/8473	7,0/8587	6,3/8818
Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 12 Blade</i>	5,0/7677	5,3/8460	6,8/8481	5,7/8206

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian daya yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian daya yang terendah

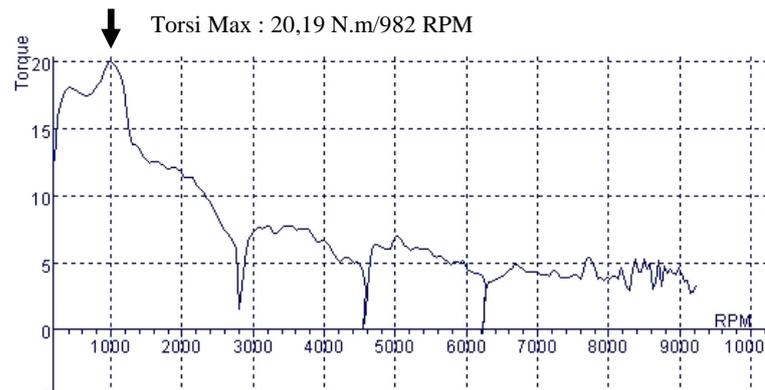


Gambar 4.16 Grafik Daya Mesin Tiap Kondisi Pemasangan Alat

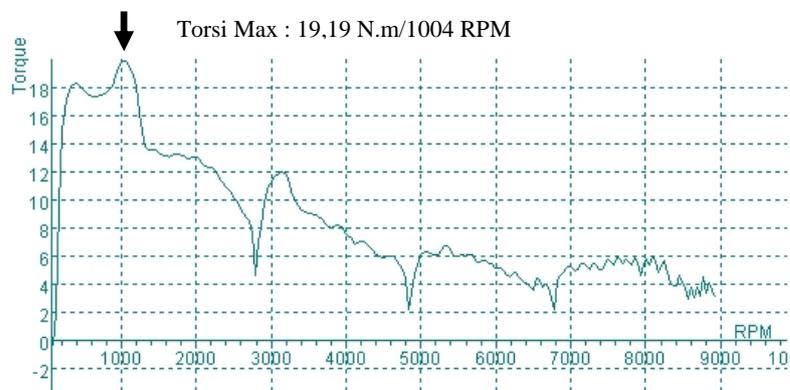
#### 4.1.2 Data Hasil Pengujian Torsi Mesin

Pengujian torsi pada mesin juga dilakukan sama halnya seperti pengujian daya mesin yang menggunakan *dynotest*.

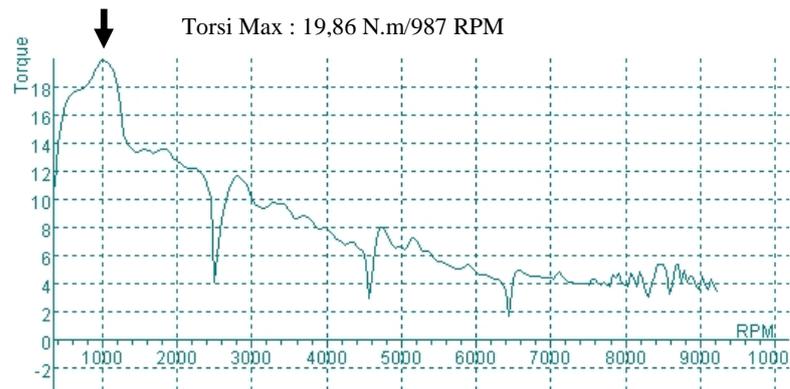
Berikut ini adalah hasil pengujian torsi mesin pada *dynotest* yang sudah dalam bentuk grafik.



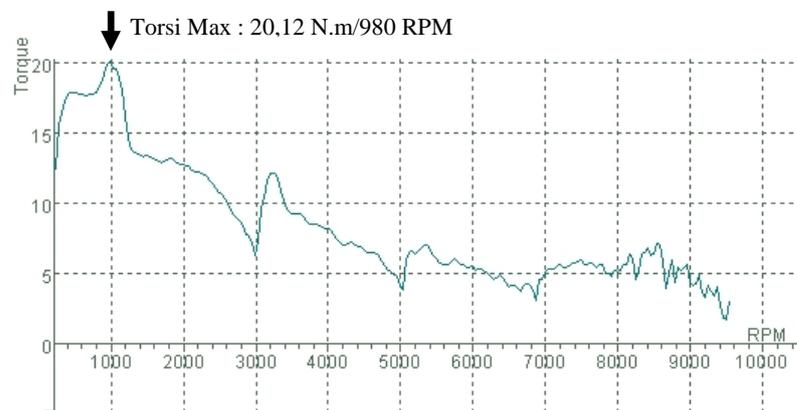
**Gambar 4.17** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



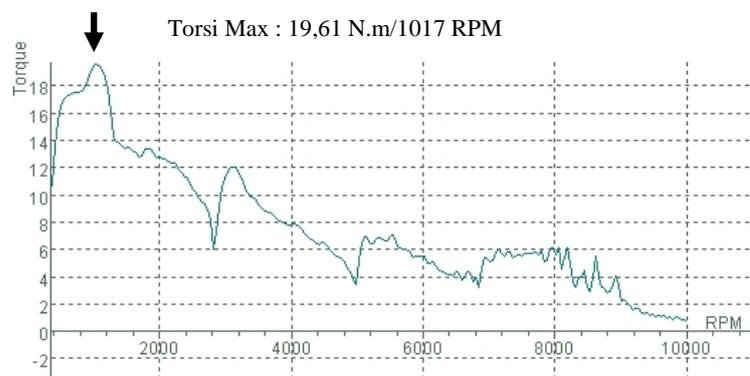
**Gambar 4.18** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



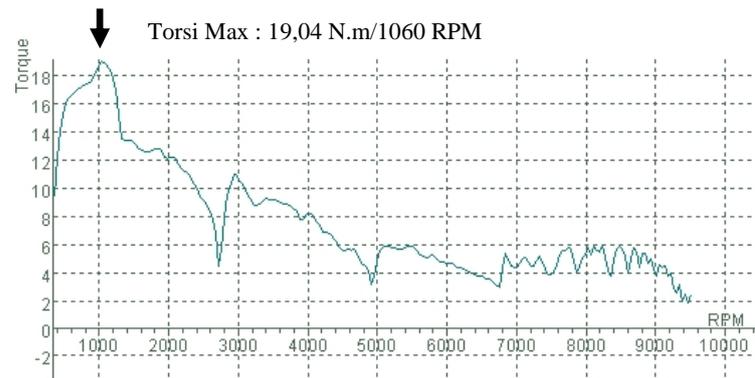
**Gambar 4.19** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



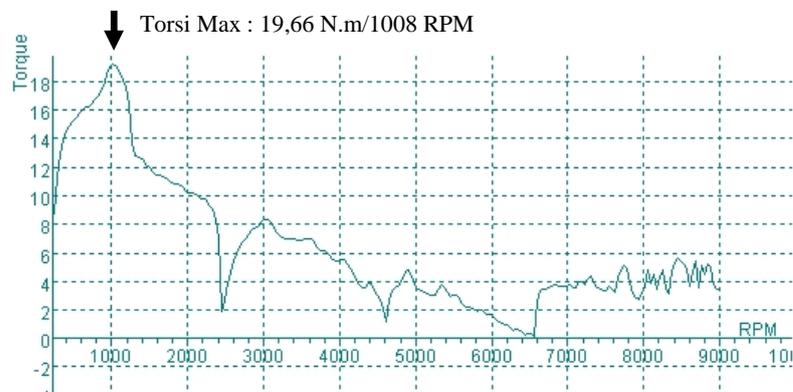
**Gambar 4.20** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



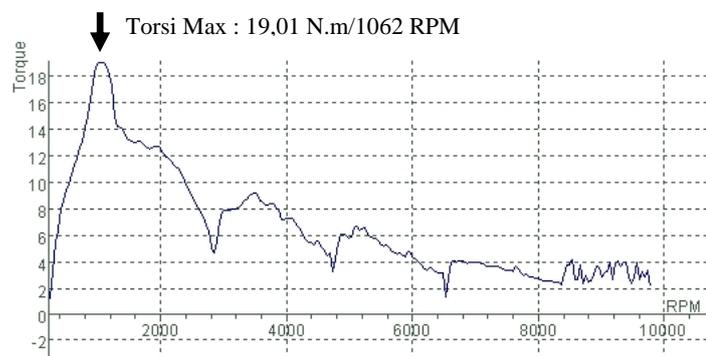
**Gambar 4.21** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



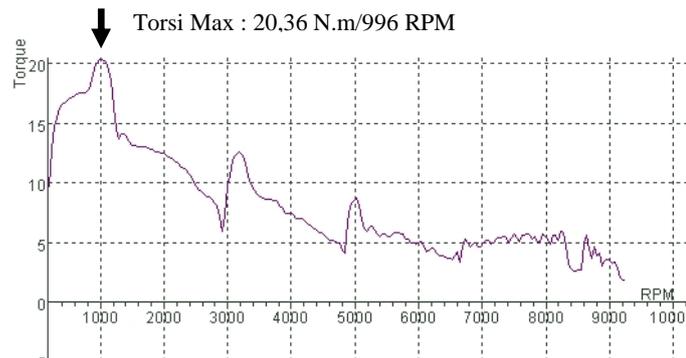
**Gambar 4.22** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



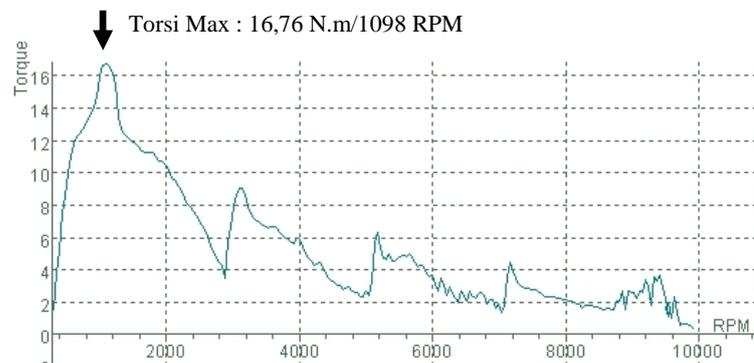
**Gambar 4.23** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom + Kipas 2 Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



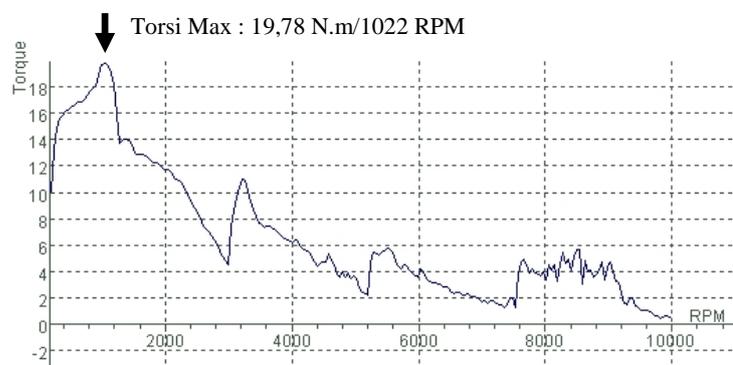
**Gambar 4.24** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom + Kipas 2 Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



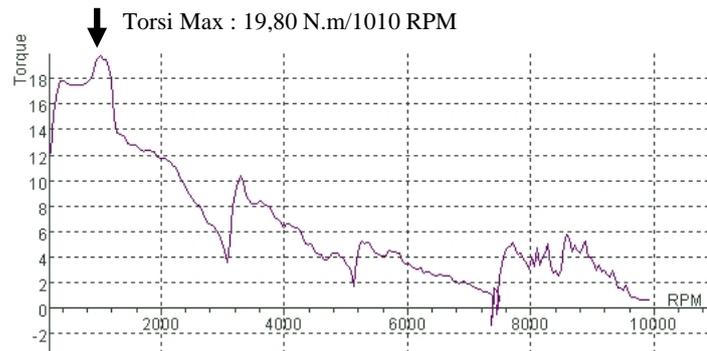
**Gambar 4.25** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 2 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



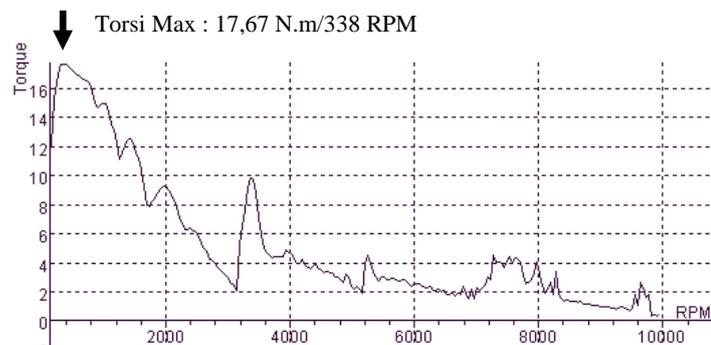
**Gambar 4.26** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



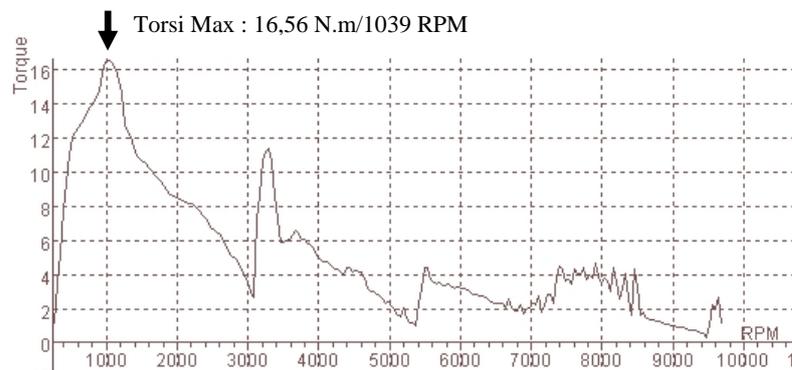
**Gambar 4.27** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



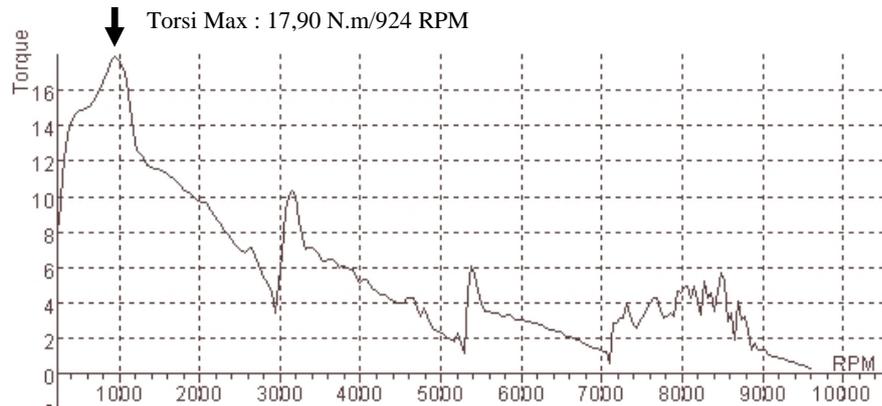
**Gambar 4.28** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 5 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)



**Gambar 4.29** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 1)



**Gambar 4.30** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 2)



**Gambar 4.31** Grafik Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Kondisi Standar *Intake Manifold Custom* + Kipas 12 *Blade* Pada Mesin *Dynotest* Terhadap Putaran Mesin (Tes 3)

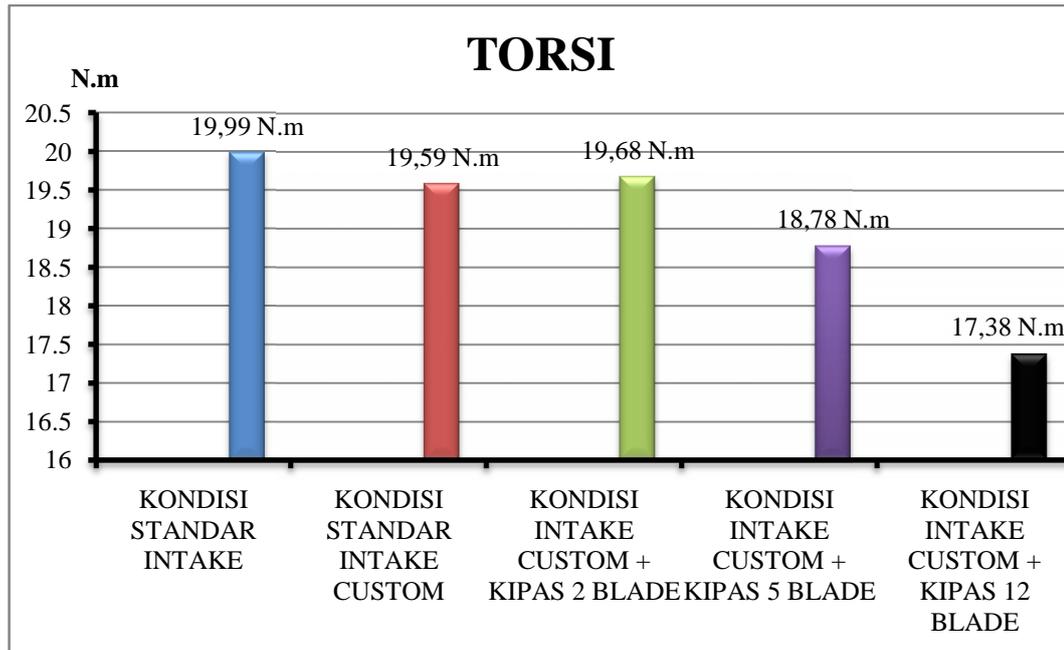
Selanjutnya hasil data-data pengujian tersebut diolah dan dihitung rata-rata dari 3 kali pengukuran dalam bentuk tabel seperti dibawah ini :

**Tabel 4.2** Data Hasil Pengujian Torsi Mesin Pada *Dynotest*

Kondisi	Torsi (N.m)/RPM			Rata-rata
	Tes 1	Tes 2	Tes 3	
<b>Kondisi Standar <i>Intake</i></b>	20,19/982	19,91/1004	19,86/987	<b>19,99/991</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i></b>	20,12/980	19,61/1017	19,04/1060	19,59/1019
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i> + Kipas 2 <i>Blade</i></b>	19,66/1008	19,01/1062	20,36/996	<b>19,68/1022</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i> + Kipas 5 <i>Blade</i></b>	16,76/1098	19,78/1022	19,80/1010	18,78/1043
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i> + Kipas 12 <i>Blade</i></b>	17,67/338	16,56/1039	17,90/924	<b>17,38/767</b>

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian torsi yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian torsi yang terendah



**Gambar 4.32** Grafik Torsi Mesin Tiap Kondisi Pemasangan Alat

#### 4.1.3 Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar pada penelitian ini dilakukan berdasarkan waktu habisnya bahan bakar sebanyak 10 ml pada gelas ukur. Pencatatan waktu dengan menggunakan *stopwatch* dan dilakukan bertahap dari putaran *idle* mesin 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, dan 5000 RPM. Data hasil pengambilan konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.3** Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Kondisi	Putaran mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar/ 10 ml				
		Tes 1	Tes 2	Tes 3	Rata-rata	
					Menit	Detik
Kondisi Standar Intake	1500	04:16:15	04:31:04	04:40:05	04:29:08	269
	2000	03:17:10	02:58:83	03:20:44	03:32:46	212
	2500	02:21:96	02:43:49	02:17:20	02:27:55	147
	3000	02:09:78	02:15:41	02:05:57	02:10:59	130
	3500	01:50:41	01:56:33	01:45:15	01:50:30	110
	4000	01:16:75	01:24:72	01:25:50	01:22:66	82

	4500	01:12:76	01:12:45	01:08:28	01:11:50	<b>71</b>
	5000	01:00:82	01:03:36	01:05:71	01:03:63	<b>63</b>
<b>Kondisi Standar Intake Custom</b>	1500	04:22:21	04:29:15	04:23:89	04:25:42	<b>265</b>
	2000	03:14:65	03:03:19	03:07:33	03:08:39	<b>188</b>
	2500	02:59:52	02:37:49	02:41:98	02:46:66	<b>166</b>
	3000	02:18:77	02:05:00	02:08:59	02:10:45	<b>130</b>
	3500	01:46:06	01:42:59	01:48:29	01:45:31	105
	4000	01:33:86	01:31:85	01:27:01	01:30:57	<b>90</b>
	4500	01:18:36	01:20:12	01:18:31	01:19:26	<b>79</b>
	5000	01:09:21	01:03:62	01:12:94	01:08:59	68
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 2 Blade</b>	1500	04:24:01	04:29:58	04:35:48	04:29:36	269
	2000	03:24:49	03:55:84	03:26:94	03:35:76	215
	2500	02:59:29	02:59:58	02:47:37	02:55:41	175
	3000	02:05:82	02:22:38	02:28:39	02:18:53	138
	3500	02:00:66	01:59:99	02:10:12	02:23:59	<b>143</b>
	4000	01:46:72	01:38:76	01:45:56	01:43:68	<b>103</b>
	4500	01:26:42	01:18:01	01:28:00	01:24:14	84
	5000	01:02:62	01:02:81	01:07:57	01:04:67	<b>64</b>
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 5 Blade</b>	1500	03:53:56	04:13:51	04:27:49	04:31:52	<b>271</b>
	2000	03:21:01	03:23:88	03:34:40	03:26:43	206
	2500	03:10:60	03:00:54	02:48:54	03:19:56	196
	3000	02:27:52	02:37:92	02:29:82	02:31:75	<b>151</b>
	3500	02:00:51	01:56:48	02:08:58	02:21:52	141
	4000	01:36:31	01:41:39	01:37:90	01:38:53	98
	4500	01:17:51	01:20:07	01:20:25	01:19:28	<b>79</b>
	5000	01:12:16	01:13:45	01:07:84	01:11:48	71
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 12 Blade</b>	1500	04:27:69	04:35:17	04:29:01	04:30:29	270
	2000	03:40:82	03:35:34	03:41:19	03:39:45	<b>219</b>
	2500	02:57:58	03:13:08	03:07:90	03:26:52	<b>206</b>
	3000	02:32:39	02:17:53	02:22:81	02:24:58	144
	3500	01:58:90	01:55:43	02:11:88	01:41:74	<b>101</b>
	4000	01:33:76	01:30:89	01:33:00	01:32:55	92
	4500	01:21:78	01:28:38	01:26:09	01:25:42	<b>85</b>
	5000	01:11:03	01:14:22	01:14:76	01:13:34	<b>73</b>

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian dengan waktu tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian dengan waktu terendah

Dari tabel diatas didapatkan dari pengujian langsung ke objek penelitian seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 10 ml. Sedangkan untuk keadaan sebenarnya kendaraan yang diukur ialah

berdasarkan banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan tenaga/daya mesin dalam waktu satuan detik. Penggunaan rumus yang digunakan dalam mencari nilai konsumsi bahan bakar tersebut adalah :

$$sfc = \frac{f}{P}$$

Dimana :

Sfc = *specific fuel consumption*/konsumsi bahan bakar spesifik

$f$  = laju aliran bahan bakar (kg/s)

= daya mesin (kW)

Besarnya laju aliran bahan bakar ( $\dot{m}_f$ ) dihitung dengan rumus :

$$\dot{m}_f = \frac{\text{banyaknya bahan bakar}}{t} \rho_b \cdot 3,6$$

Dimana :

$t$  = waktu pemakaian bahan bakar (detik)

$\rho_b$  = massa jenis bensin, 0,7329 g/cm<sup>3</sup>

Dengan memasukkan nilai ( $\rho_b$ ), dan nilai ( $t$ ) yang didapat dari percobaan sebelumnya, maka laju aliran bahan bakar untuk pengujian kondisi standar *intake manifold* dengan :

Diketahui :

Banyak bahan bakar = 10 ml

Putaran = 1500 RPM

$t$  = 269 s

Ditanya :  $\dot{m}_f$ ?

Jawab :

$$f = \frac{\text{banyaknya bahan bakar}}{t} \rho_b \cdot 3,6$$

$$f = \frac{10}{269} \cdot 0,7329 \cdot 3,6$$

$$f = 0,0980833 \text{ g/s}$$

$$f = 0,0000981 \text{ kg/s}$$

Dengan diperoleh perhitungan besar laju aliran bahan bakar, maka dapat dihitung untuk nilai konsumsi bahan bakar (*sfc*) pada pemasangan alat kondisi standar *intake manifold* sebagai berikut :

Diketahui :

$$1 \text{ HP} = 0,75 \text{ kW}$$

$$\text{Daya} = 6,7 \text{ HP} = 5,03 \text{ kW}$$

Ditanya : *sfc* ?

Jawab :

$$sfc = \frac{mf}{W}$$

$$sfc = \frac{0,0000981}{5,03}$$

$$sfc = 0,0000195 \text{ kg/kW-sec}$$

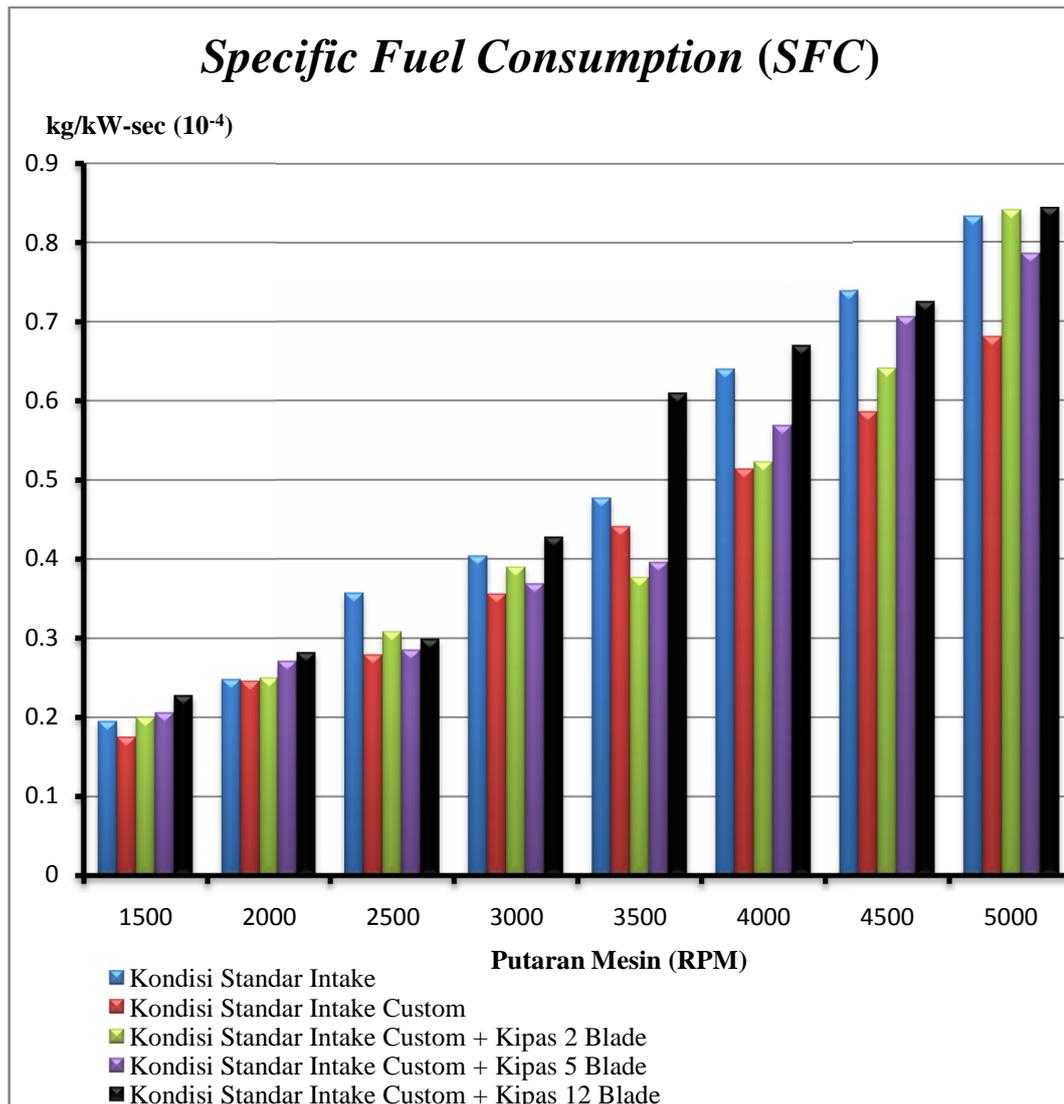
$$sfc = 1,95 \cdot 10^{-5} \text{ kg/kW-sec}$$

Dengan cara yang sama untuk setiap jenis pengujian pada putaran berbeda, kondisi berbeda, maka hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.4** Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*SFC*)

Kondisi	Putaran Mesin (RPM)	Specific Fuel Consumption (SFC) (kg/kW-sec)
<b>Kondisi Standar Intake</b>	1500	0.0000195
	2000	0.0000248
	2500	0.0000357

	3000	0.0000404
	3500	0.0000477
	4000	0.000064
	4500	0.0000739
	5000	0.0000833
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i></b>	1500	0.0000175
	2000	0.0000246
	2500	0.0000279
	3000	0.0000356
	3500	0.0000441
	4000	0.0000514
	4500	0.0000586
	5000	0.0000681
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 2 Blade</i></b>	1500	0.00002
	2000	0.000025
	2500	0.0000308
	3000	0.000039
	3500	0.0000377
	4000	0.0000523
	4500	0.0000641
	5000	0.0000841
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 5 Blade</i></b>	1500	0.0000206
	2000	0.0000271
	2500	0.0000285
	3000	0.0000369
	3500	0.0000396
	4000	0.0000569
	4500	0.0000706
	5000	0.0000786
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 12 Blade</i></b>	1500	0.0000228
	2000	0.0000282
	2500	0.0000299
	3000	0.0000428
	3500	0.000061
	4000	0.000067
	4500	0.0000725
	5000	0.0000844



**Gambar 4.33** Grafik *SFC* Terhadap Putaran Mesin

#### 4.1.4 Data Hasil Perhitungan Nilai Efisiensi Volumetrik

Perhitungan nilai efisiensi volumetrik pada penelitian ini didapat dari perhitungan data-data yang terkumpul pada percobaan sebelumnya dengan menggunakan rumus :

$$v = \frac{n \cdot m_a}{p_a \cdot V_d \cdot N}$$

Dimana :

$m$  = massa udara masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus

= laju aliran massa udara masuk ke mesin (kg/jam)

= massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$V_d$  = volume langkah torak (m<sup>3</sup>)

$N$  = kecepatan mesin (RPM)

$n$  = jumlah putaran per siklus

Besarnya nilai ( $V_d$ ) yang digunakan dalam penelitian ini untuk mesin 1 silinder adalah sebagai berikut :

$$V_d = \left(\frac{\pi}{4}\right) B^2 \cdot S$$

Dimana :

$B$  = *Bore* (diameter silinder) (m)

$S$  = *stroke* (gerak piston dari BDC ke TDC atau sebaliknya) (m)

Dengan memasukkan nilai diameter silinder (*bore*) dan *stroke* yang sudah diketahui berdasarkan spesifikasi mesin, maka diperoleh hasilnya sebagai berikut :

Diketahui :

Diameter silinder (*bore*) = 50 mm

Jarak langkah piston dari TMA ke TMB (*stroke*) = 49,5 mm

Ditanya :  $V_d$  ?

Jawab :

$$V_d = \left(\frac{\pi}{4}\right) B^2 \cdot S$$

$$V_d = \left(\frac{\pi}{4}\right) 50^2 \cdot 49,5$$

$$V_d = 0,785 \cdot 2500 \cdot 49,5$$

$$V_d = 97143,75 \text{ mm}^3 = 0,0000971 \text{ m}^3$$

Selanjutnya dalam mencari besaran “ ” dari tiap kondisi pemasangan alat terhadap putaran mesin yang berbeda dijelaskan sebagai berikut :

- **Kondisi Standar *Intake Manifold* Pada 1500 RPM**

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut :

$$= \frac{P}{R.T}$$

Dimana :

= massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

P = tekanan udara luar (kPa)

R = konstanta gas untuk udara sebesar  $0,287 \text{ kJ/kg-K}/53,33 \text{ ft-lbf/lbm-}^\circ\text{R}$

T = temperatur udara luar (Kelvin)

Diketahui :

P = diasumsikan tekanan pada 1 atm = 101,325 kPa

R = 0,287 kJ/kg-K

T =  $28,2^\circ\text{C} = 301,15 \text{ K}$

Ditanya : ?

Jawab :

$$= \frac{P}{R.T}$$

$$= \frac{101,325}{0,287.301,15}$$

$$= \frac{101,325}{86,43005}$$

$$= 1,1723353 \text{ kg/m}^3$$

Sedangkan dalam menghitung ( ) laju aliran udara yang masuk ke mesin (silinder) dalam 1 siklus menggunakan rumus :

$$i_u = (V_1 \cdot z) \cdot n \cdot u \cdot \frac{60}{1000}$$

Dimana :

$V_1 = V_d$  = volume langkah torak

$i_u$  = laju aliran massa udara

$z$  = jumlah silinder

$n$  = putaran motor (RPM)

= jumlah siklus/putaran = 1/2

$u$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

Dengan memasukkan nilai ( $V_d$ ), ( $z$ ), ( $n$ ), ( ) dan ( ) yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya, maka dapat mencari nilai ( ) seperti berikut ini :

Diketahui :

$$V_d = 0,0000971 \text{ m}^3$$

$$z = 1 \text{ silinder}$$

$$n = 1500 \text{ RPM}$$

$$= 1/2$$

$$= 1,1723353 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya : ?

Jawab :

$$= (V_d \cdot z) \cdot n \cdot u \cdot \frac{60}{1000}$$

$$= (0,0000971 \cdot 1) \cdot 1500 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,1723353 \cdot \frac{60}{1000}$$

$$= 0,0051225 \text{ kg/jam} = 0,30735 \text{ kg/menit}$$

Dengan diperolehnya nilai ( ), (  $m$  ) dan (  $V_d$  ) maka dapat menghitung besarnya efisiensi volumetrik (  $v$  ) sebagai berikut :

Diketahui :

$$= 0,30735 \text{ kg/menit}$$

$$= 1,1723353 \text{ kg/m}^3$$

$$V_d = 0,0000971 \text{ m}^3$$

$$N = 1500 \text{ RPM}$$

$$n = 1/2$$

Ditanya :  $v$  ?

Jawab :

$$v = \frac{n \cdot \dot{m}_a}{\rho_a \cdot V_d \cdot N}$$

$$v = \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,30735}{1,1723353 \cdot 0,0000971 \cdot 1500}$$

$$v = \frac{0,0025613}{0,1707}$$

$$v = 0,9002636$$

$$v = 90 \%$$

Dengan cara yang sama untuk setiap jenis pengujian pada putaran berbeda, kondisi berbeda, maka hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Efisiensi Volumetrik ( $\eta_v$ )

Kondisi	Putaran Mesin (RPM)	Efisiensi Volumetrik	$\eta_v$ (%)
<b>Kondisi Standar Intake</b>	1500	0,9002636	90 %
	2000	0,8998681	89 %
	2500	0,9003592	90 %
	3000	0,9003609	90 %
	3500	0,9000604	90 %
	4000	0,8997623	89 %
	4500	0,8997594	89 %
	5000	0,9000017	90 %
<b>Kondisi Standar Intake Custom</b>	1500	0,8997535	89 %
	2000	0,9002511	90 %
	2500	0,8999577	89 %
	3000	0,9001587	90 %
	3500	0,9001512	90 %
	4000	0,8998545	89 %
	4500	0,900353	90 %
	5000	0,9003548	90 %
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 2 Blade</b>	1500	0,9000708	90 %
	2000	0,8998803	89 %
	2500	0,8996811	89 %
	3000	0,8998848	89 %
	3500	0,8998784	89 %
	4000	0,8998803	89 %
	4500	0,8999111	89 %
	5000	0,8998292	89 %
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 5 Blade</b>	1500	0,9002467	90 %
	2000	0,8999604	89 %
	2500	0,8996617	89 %
	3000	0,8996564	89 %
	3500	0,9001512	90 %
	4000	0,9003508	90 %
	4500	0,900053	90 %
	5000	0,9000583	90 %
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 12 Blade</b>	1500	0,8997529	89 %
	2000	0,9002518	90 %
	2500	0,9002544	90 %
	3000	0,9002562	90 %
	3500	0,9002574	90 %
	4000	0,8997551	89 %
	4500	0,900053	90 %
	5000	0,9000583	90 %

#### 4.1.5 Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

##### 4.1.5.1 Kadar Gas CO

Data hasil pengujian kadar gas buang CO berdasarkan kondisi pemasangan alat dan variasi putaran mesin yang berbeda dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 4.6** Kadar Gas CO

Kondisi	Putaran Mesin (RPM)	Kadar Gas CO (%)
<b>Kondisi Standar Intake</b>	1500	0,45
	2000	2,77
	2500	3,51
	3000	4,42
	3500	5,08
	4000	5,14
	4500	5,38
	5000	6,1
<b>Kondisi Standar Intake Custom</b>	1500	0,48
	2000	2,25
	2500	3,09
	3000	4,19
	3500	4,62
	4000	5,15
	4500	5,13
	5000	5,8
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 2 Blade</b>	1500	0,75
	2000	1,81
	2500	2,74
	3000	3,91
	3500	4,89
	4000	5,29
	4500	6,06
	5000	7,71
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 5 Blade</b>	1500	0,31
	2000	1,12
	2500	1,72
	3000	3,67
	3500	3,06
	4000	3,65
	4500	3,92
	5000	4,68

<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 12 Blade</i></b>	1500	<b>0,14</b>
	2000	<b>0,6</b>
	2500	<b>1,54</b>
	3000	<b>2,35</b>
	3500	3,13
	4000	<b>3,65</b>
	4500	<b>3,86</b>
	5000	<b>4,44</b>

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian kadar gas CO yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian kadar gas CO yang terendah

#### 4.1.5.2 Kadar Gas CO<sub>2</sub>

Data hasil pengujian kadar gas buang CO<sub>2</sub> berdasarkan kondisi pemasangan alat dan variasi putaran mesin yang berbeda dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 4.7** Kadar Gas CO<sub>2</sub>

<b>Kondisi</b>	<b>Putaran Mesin (RPM)</b>	<b>Kadar Gas CO<sub>2</sub> (%)</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake</i></b>	1500	<b>3,7</b>
	2000	<b>5,5</b>
	2500	<b>4,5</b>
	3000	<b>4,7</b>
	3500	<b>4,4</b>
	4000	<b>4</b>
	4500	<b>4</b>
	5000	<b>4,6</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i></b>	1500	<b>4,8</b>
	2000	5
	2500	<b>4,9</b>
	3000	<b>4,7</b>
	3500	<b>4,1</b>
	4000	<b>4,1</b>
	4500	<b>3,9</b>
	5000	4,7
<b>Kondisi Standar</b>	1500	4,6
	2000	<b>5,4</b>

<b>Intake Custom + Kipas 2 Blade</b>	2500	5
	3000	5,7
	3500	5,8
	4000	5,7
	4500	5,8
	5000	5,9
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 5 Blade</b>	1500	4,7
	2000	5,2
	2500	5,7
	3000	5,7
	3500	5,2
	4000	4,3
	4500	4
5000	4,6	
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 12 Blade</b>	1500	3,7
	2000	3,4
	2500	5,3
	3000	5,1
	3500	4,8
	4000	4,3
	4500	3,9
	5000	4,6

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian kadar gas CO<sub>2</sub> yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian kadar gas CO<sub>2</sub> yang terendah

#### 4.1.5.3 Kadar Gas O<sub>2</sub>

Data hasil pengujian kadar gas buang O<sub>2</sub> berdasarkan kondisi pemasangan alat dan variasi putaran mesin yang berbeda dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 4.8** Kadar Gas O<sub>2</sub>

Kondisi	Putaran Mesin (RPM)	Kadar Gas O <sub>2</sub> (%)
<b>Kondisi Standar Intake</b>	1500	18,84
	2000	18,58
	2500	19,09
	3000	18,58
	3500	19,36
	4000	18,84

	4500	<b>19,36</b>
	5000	<b>19,36</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom</i></b>	1500	18,84
	2000	19,87
	2500	19,62
	3000	19,1
	3500	19,87
	4000	19,36
	4500	19,87
	5000	19,62
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 2 Blade</i></b>	1500	<b>21,15</b>
	2000	<b>21,80</b>
	2500	<b>20,65</b>
	3000	<b>20,39</b>
	3500	<b>20,90</b>
	4000	<b>20,52</b>
	4500	<b>20,65</b>
	5000	<b>21,15</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 5 Blade</i></b>	1500	9,83
	2000	9,83
	2500	<b>9,71</b>
	3000	<b>9,71</b>
	3500	<b>9,71</b>
	4000	9,71
	4500	<b>9,71</b>
	5000	<b>9,71</b>
<b>Kondisi Standar <i>Intake Custom + Kipas 12 Blade</i></b>	1500	<b>8,96</b>
	2000	<b>9,46</b>
	2500	<b>9,71</b>
	3000	<b>9,71</b>
	3500	<b>9,71</b>
	4000	<b>9,46</b>
	4500	<b>9,71</b>
	5000	<b>9,71</b>

Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian kadar gas O<sub>2</sub> yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian kadar gas O<sub>2</sub> yang terendah

#### 4.1.5.4 Kadar Gas HC

Data hasil pengujian kadar gas buang HC berdasarkan kondisi pemasangan alat dan variasi putaran mesin yang berbeda dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 4.9** Kadar Gas HC

<b>Kondisi</b>	<b>Putaran Mesin (RPM)</b>	<b>Kadar Gas HC (ppm)</b>
<b>Kondisi Standar Intake</b>	1500	<b>106</b>
	2000	<b>155</b>
	2500	<b>214</b>
	3000	<b>248</b>
	3500	<b>274</b>
	4000	<b>339</b>
	4500	<b>398</b>
<b>Kondisi Standar Intake Custom</b>	5000	<b>509</b>
	1500	<b>192</b>
	2000	<b>159</b>
	2500	<b>191</b>
	3000	<b>210</b>
	3500	<b>249</b>
	4000	<b>330</b>
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 2 Blade</b>	4500	<b>406</b>
	5000	<b>453</b>
	1500	146
	2000	<b>70</b>
	2500	<b>86</b>
	3000	<b>137</b>
	3500	160
<b>Kondisi Standar Intake Custom + Kipas 5 Blade</b>	4000	<b>188</b>
	4500	<b>203</b>
	5000	346
	1500	<b>76</b>
	2000	85
	2500	102
	3000	142
<b>Kondisi Standar</b>	3500	<b>158</b>
	4000	193
<b>Kondisi Standar</b>	4500	225
	5000	<b>323</b>
<b>Kondisi Standar</b>	1500	96
	2000	<b>70</b>

<b>Intake Custom + Kipas 12 Blade</b>	2500	110
	3000	141
	3500	205
	4000	244
	4500	307
	5000	339

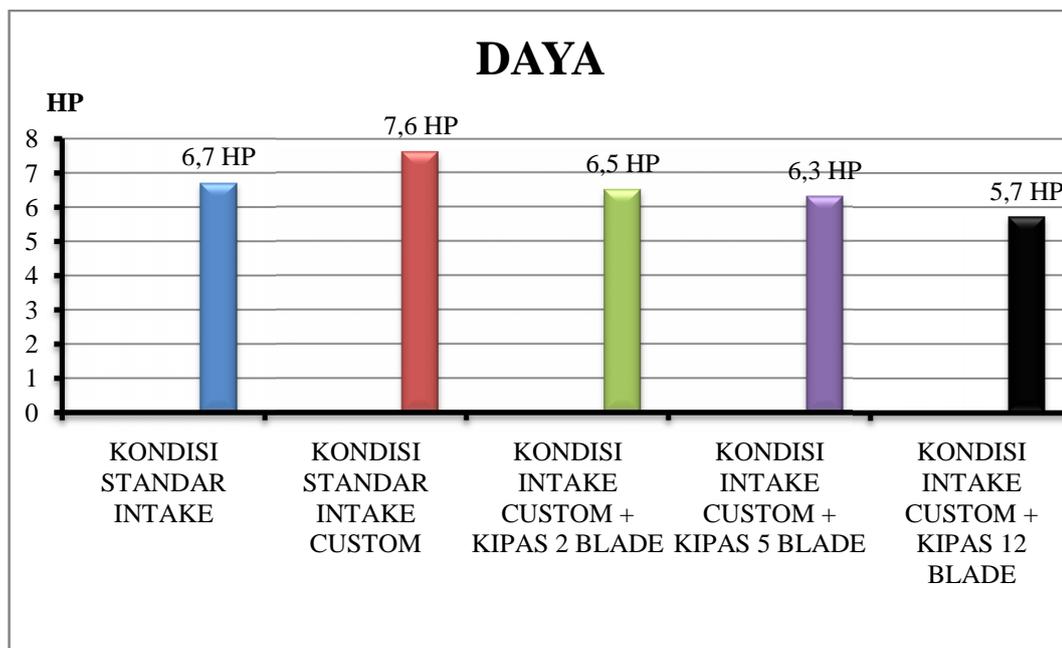
Keterangan :

- **Merah** : Variabel kontrol kondisi *intake manifold* ASLI
- **Hijau** : Hasil pengujian kadar gas HC yang tertinggi
- **orange** : Hasil pengujian kadar gas HC yang terendah

## 4.2 Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengaruh pada pemasangan kipas diantara sambungan karburator dan *intake manifold* terhadap prestasi mesin, seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan HC.

### 4.2.1 Daya



**Gambar 4.34** Grafik Daya Mesin Tiap Kondisi Pemasangan Alat

Dari gambar di atas menunjukkan daya dari tiap kondisi pemasangan alat yang berbeda. Daya tertinggi yang dihasilkan terjadi pada kondisi standar *intake manifold custom*, yaitu 7,6 HP pada 8469 RPM sedangkan daya terendah terjadi pada kondisi standar *intake manifold custom* dengan menggunakan kipas 12 sudu, yaitu 5,7 HP pada 8206 RPM. Tetapi tidak lain halnya dengan penambahan kipas 2 sudu juga dapat meningkatkan daya mesin dari ketiga jenis kipas yang berbeda jumlah sudunya.

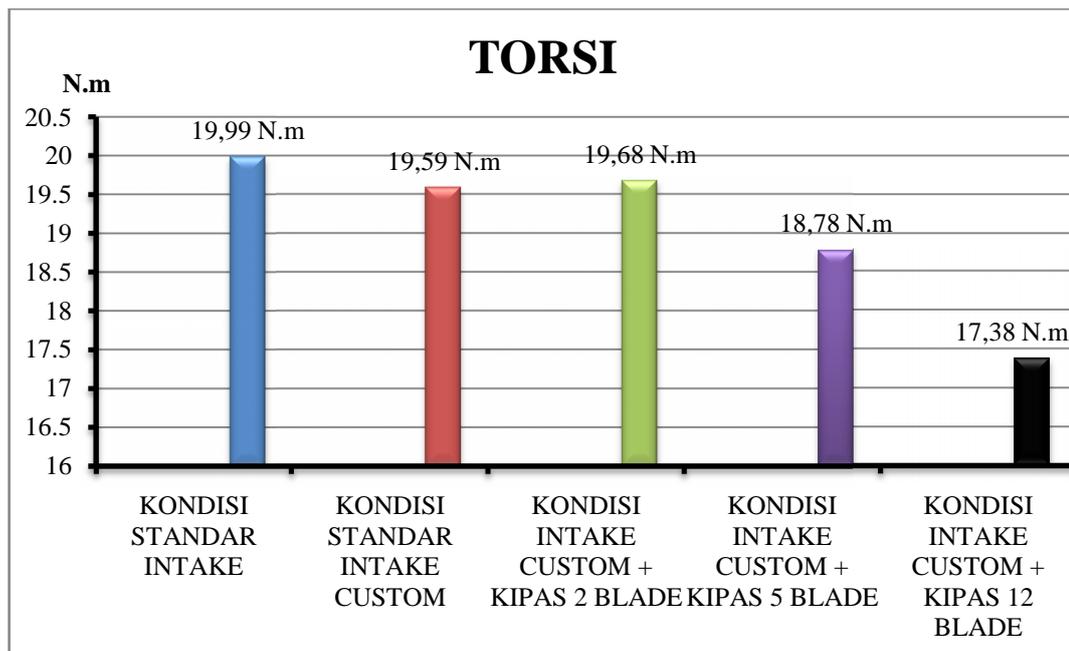
Penambahan kipas diantara karburator dan *intake manifold* dengan semakin banyak jumlah sudu kipas dapat memberikan efek yang menyebabkan hambatan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar berkurang dari semestinya. Berkurangnya campuran bahan bakar dan udara juga dapat mempengaruhi dari reaksi pembakaran didalam mesin yang dimana berputarnya poros engkol yang terjadi akibat dorongan piston menjadi lambat dan akan menghasilkan daya yang kecil juga.

Pemasangan jenis *intake manifold custom* juga dapat berpengaruh terhadap daya mesin yang dihasilkan meningkat. *Intake manifold custom* yang dimaksud adalah yang diperjualbelikan di pasar otomotif. Persamaan fisik dari *intake manifold custom* tersebut hampir sama dengan *intake manifold* asli bawaan sepeda motor supra fit *new*, seperti diameter dalam lubang *intake* sama – sama berukuran 2 cm, lubang baut penghubung antara *intake* ke karburator dan dari *intake* ke lubang baut pada *head silinder*. Tetapi ada jg perbedaan dari masing – masing *intake manifold*, seperti posisi *intake manifold custom* menghadap kesamping dari tegak lurus nya mesin, panjang *intake manifold custom* lebih pendek apabila tidak dipasangkan alat.

Sedangkan maksud dari pemasangan kipas pada *intake manifold custom* agar aliran campuran bahan bakar dan udara yang melewati *intake manifold custom* dengan *intake manifold* asli panjang aliran yang melewatinya sama.

Kemudian pada *intake manifold custom* dimana bentuknya menghadap ke samping yang memungkinkan aliran udara saat masuk ke karburator memberikan arah aliran yang berbeda dengan penggunaan *intake manifold* asli yang memungkinkan tekanan yang masuk lebih besar yang membuat banyaknya bahan bakar keluar dari lubang main jet dan pilot jet.

#### 4.2.2 Torsi



**Gambar 4.35** Grafik Torsi Mesin Tiap Kondisi Pemasangan Alat

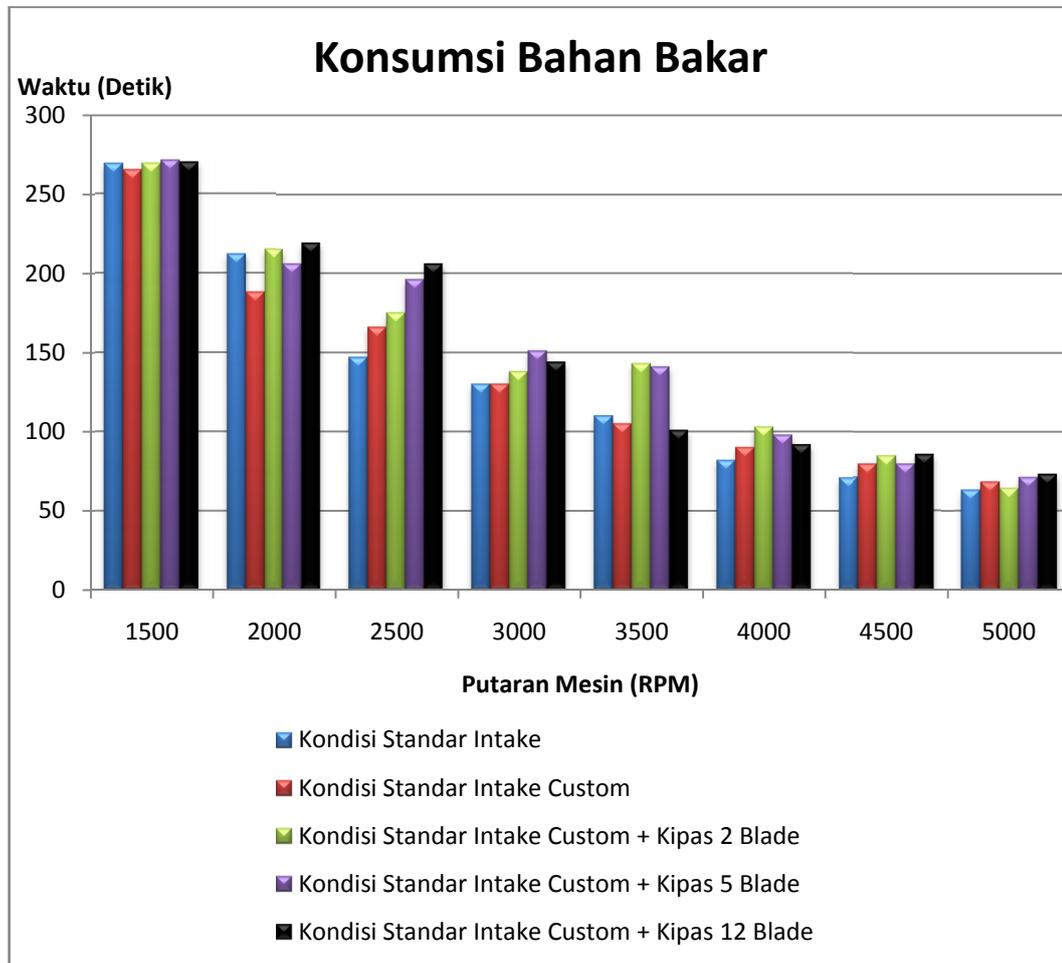
Dari gambar di atas menunjukkan torsi dari tiap kondisi pemasangan alat yang berbeda. Torsi tertinggi yang dihasilkan terjadi pada kondisi standar *intake manifold*, yaitu 19,99 N.m pada 991 RPM sedangkan torsi terendah terjadi pada

kondisi standar *intake manifold* dengan kipas 12 sudu, yaitu 17,38 N.m pada 767 RPM. Kemudian dari ketiga jenis kipas yang digunakan dengan memvariasikan jumlah sudu, pada kipas dengan jumlah 2 sudu mendapatkan torsi tertinggi daripada 2 jenis kipas lainnya sebesar 19,68 N.m.

Torsi sangat erat kaitannya dengan jumlah udara yang masuk ke ruang silinder. Apabila jumlah udara dan bahan bakar yang masuk lebih banyak, maka akan memberikan tekanan yang tinggi saat piston melakukan langkah kompresi. Pada saat tersebut busi memercikan api dan membakar campuran bahan bakar dan udara. Pembakaran tersebut menyebabkan gas yang terbakar mengembang dan menimbulkan tekanan di dalam ruang silinder yang akan memberikan gaya dorong kepada piston agar melakukan langkah usaha yang membuat poros engkol mudah berputar.

Penambahan kipas dengan 12 *blade* diantara sambungan karburator dan *intake manifold* menghasilkan torsi mesin yang paling kecil. Penyebab hal tersebut dikarenakan celah antara sudu sempit, itulah yang membuat jumlah udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar menjadi sedikit dan menghasilkan tekanan pada saat langkah kompresi kecil yang membuat gaya dorong kepada poros engkol menjadi berkurang.

### 4.2.3 Konsumsi Bahan Bakar



**Gambar 4.36** Grafik Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin

Gambar di atas menunjukkan hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar dimana waktu pemakaian bahan bakar sebanyak 10 ml yang diletakkan pada gelas ukur saat mesin hidup tanpa memutar roda.

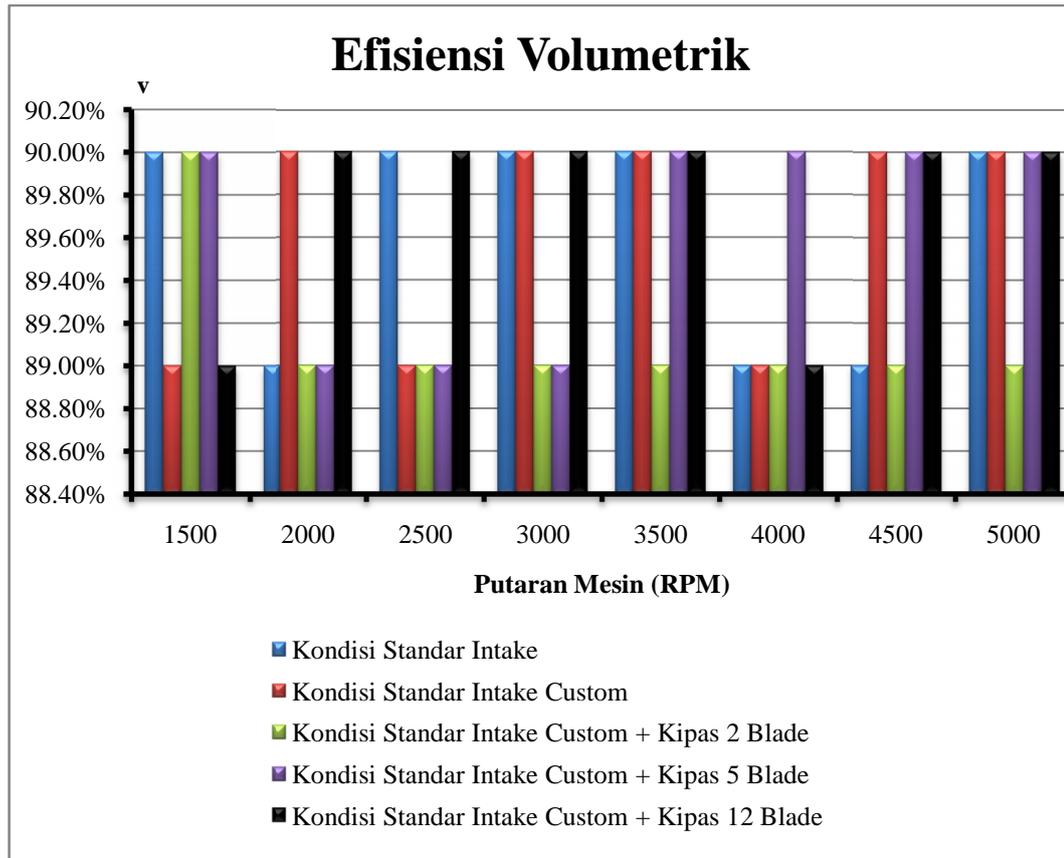
Pada kondisi standar *intake manifold custom* dengan penambahan kipas 12 sudu terjadi waktu yang lebih lama dalam pemakaian bahan bakar sebanyak 10 ml dari tiap RPM mesin 2000, 2500, 4500, dan 5000 dibandingkan dengan kondisi lainnya. Sedangkan pada kondisi standar *intake manifold custom* di RPM mesin

1500, 2000, 2500, 3000, 4000 dan 4500 terjadi waktu yang lebih singkat dalam pemakaian bahan bakar sebanyak 10 ml.

Pada kondisi standar *intake manifold custom* dengan menggunakan kipas 2 *blade* dan 5 *blade* pada RPM 3500 seperti tabel diatas terlihat hasil dari konsumsi bahan bakar hampir sama. Hal tersebut mungkin terjadi akibat jumlah sudu pada kipas 2 *blade* dan 5 *blade* sama – sama bekerja menghasilkan jumlah campuran bahan bakar dan udara sama pada putaran sedang yang menghasilkan nilai dari konsumsi bahan bakar hampir sama. Dan dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa Semakin rendah putaran mesin maka semakin lama waktu kebutuhan bahan bakar yang diperlukan mesin. Dapat diartikan juga pemakaian bahan bakar semakin irit dan tenaga yang dihasilkan juga tidak besar. Begitu juga Semakin tinggi putaran mesin maka semakin cepat kebutuhan bahan bakar yang diperlukan mesin. Dapat diartikan juga pemakaian bahan bakar semakin boros dan tenaga yang dihasilkan juga semakin besar. Penambahan kipas dengan jumlah sudu yang banyak dapat menghambat jumlah campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar sedikit akibatnya menjadi tambah hemat tetapi dapat berdampak pada daya dan torsi yang dihasilkan akan menurun.

#### **4.2.4 Efisiensi Volumetrik**

Efisiensi volumetrik menunjukkan jumlah udara sebenarnya yang masuk ke ruang bakar terhadap banyaknya udara terhisap masuk saat langkah hisap. Hasil efisiensi volumetrik yang didapat dari perhitungan menggunakan rumus dan diolah dalam bentuk tabel didapatkan pada tiap kondisi pemasangan alat terhadap putaran mesin dihasilkan rata – rata sebesar 90 %.

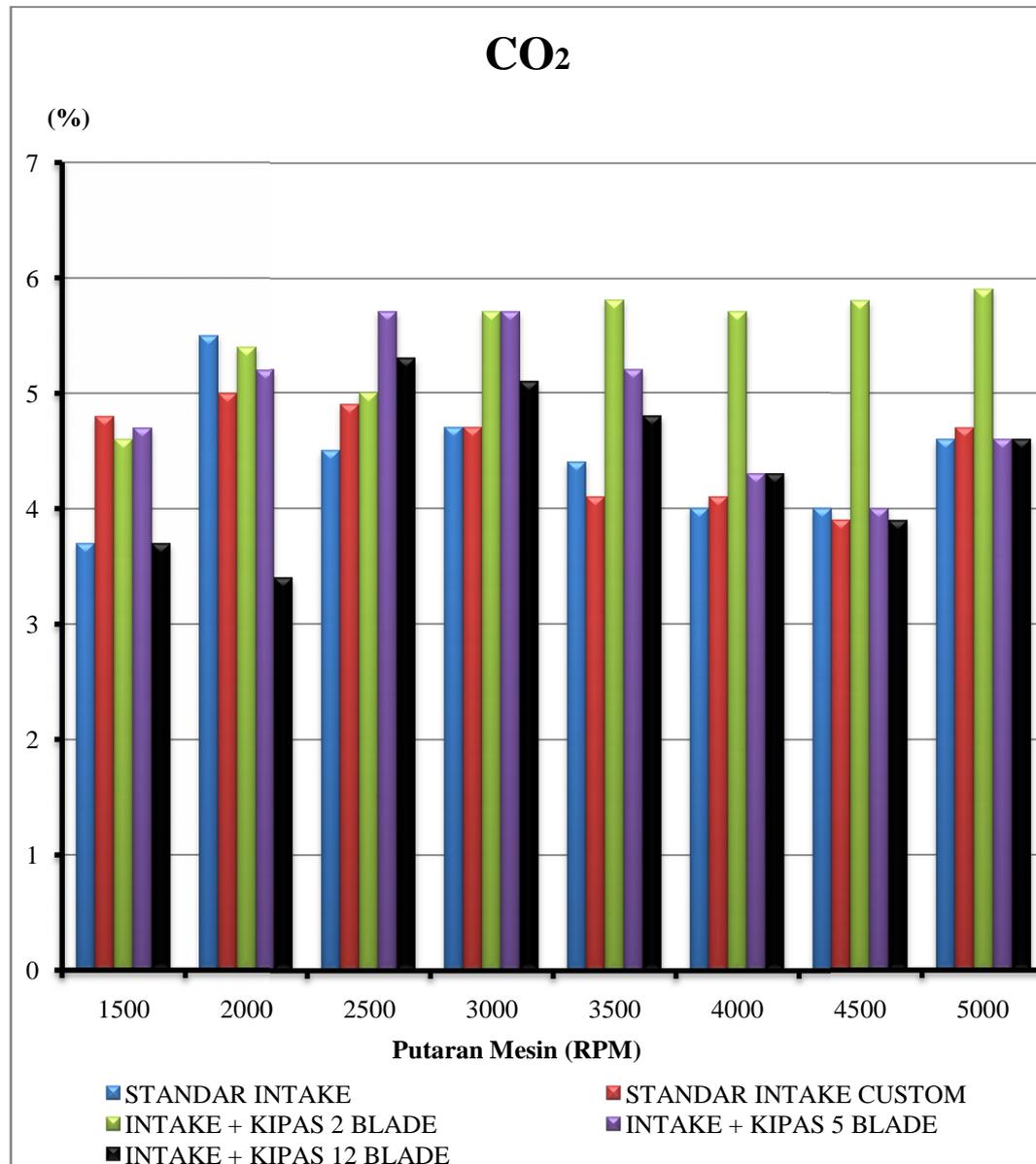


**Gambar 4.37** Grafik Efisiensi Volumetrik Terhadap Putaran Mesin



Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa kadar gas CO pada kondisi *intake manifold* dengan kipas 12 sudu pada tiap RPM menghasilkan kadar gas CO terendah kecuali di RPM 3500. Kemudian peningkatan kadar gas CO terjadi pada kondisi *intake manifold* dengan kipas 2 sudu yang terjadi pada RPM 4000, 4500, 5000. Hal tersebut bisa saja dikarenakan kecepatan putaran kipas 2 sudu dibarengi dengan semakin meningkatnya putaran mesin yang membuat aliran turbulensi campuran bahan bakar dan udara yang masuk ruang bakar berkurang. Pada saat busi memercikan api seharusnya membakar bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan secara merata. Namun dikarenakan kurangnya turbulensi pada saat tersebut yang masuk ke ruang bakar menjadi tidak homogen. Apabila tidak homogen antara campuran bahan bakar dan udara maka tidak akan terbakar secara merata. Sedangkan turbulensi berguna mempercepat rambat nyala api secara merata. Dan sifat dari gas CO adalah gas yang sebagian tidak terbakar ikut keluar saat langkah buang.

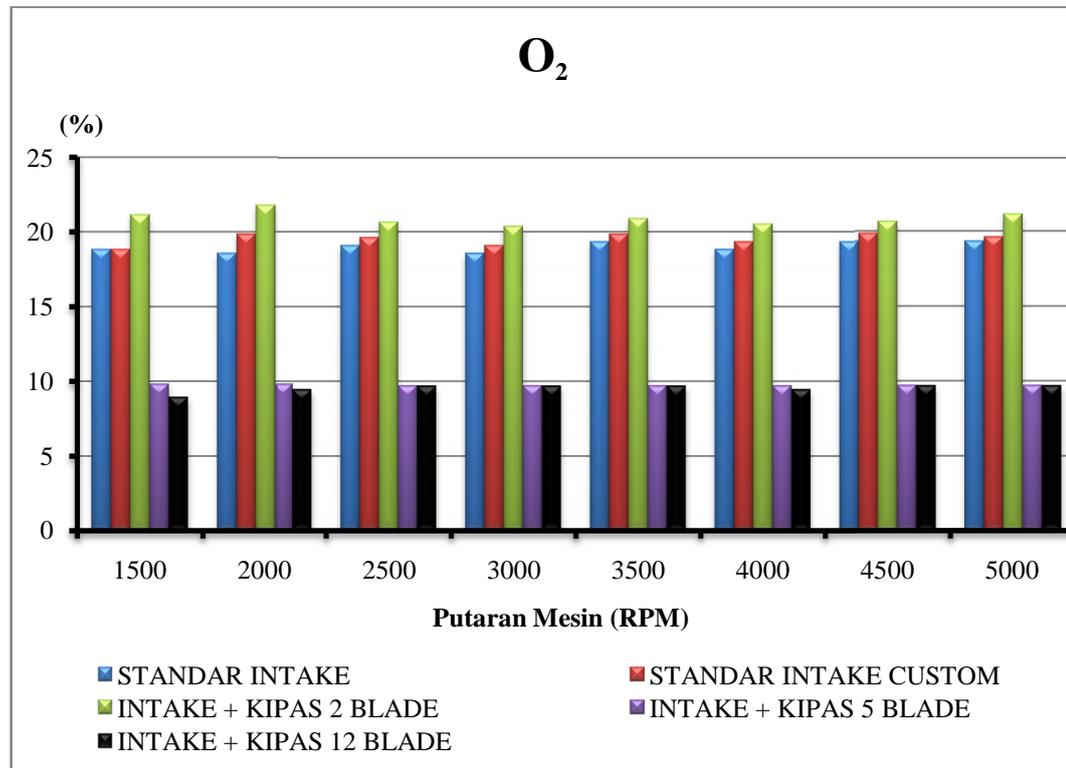
#### 4.2.5.2 Kadar Gas CO<sub>2</sub>



**Gambar 4.39** Grafik Kadar Gas CO<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa kadar gas CO<sub>2</sub> pada kondisi *intake manifold custom* kipas 2 sudu terjadi peningkatan kadar gas CO<sub>2</sub> sebesar 5 – 6 % pada RPM 2000, 3000, 3500, 4000, 4500, dan sampai RPM 5000 keatas. Penurunan kadar gas CO<sub>2</sub> terbanyak terjadi pada kondisi standar *intake manifold custom* pada RPM 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 sebesar 4 – 5 %.

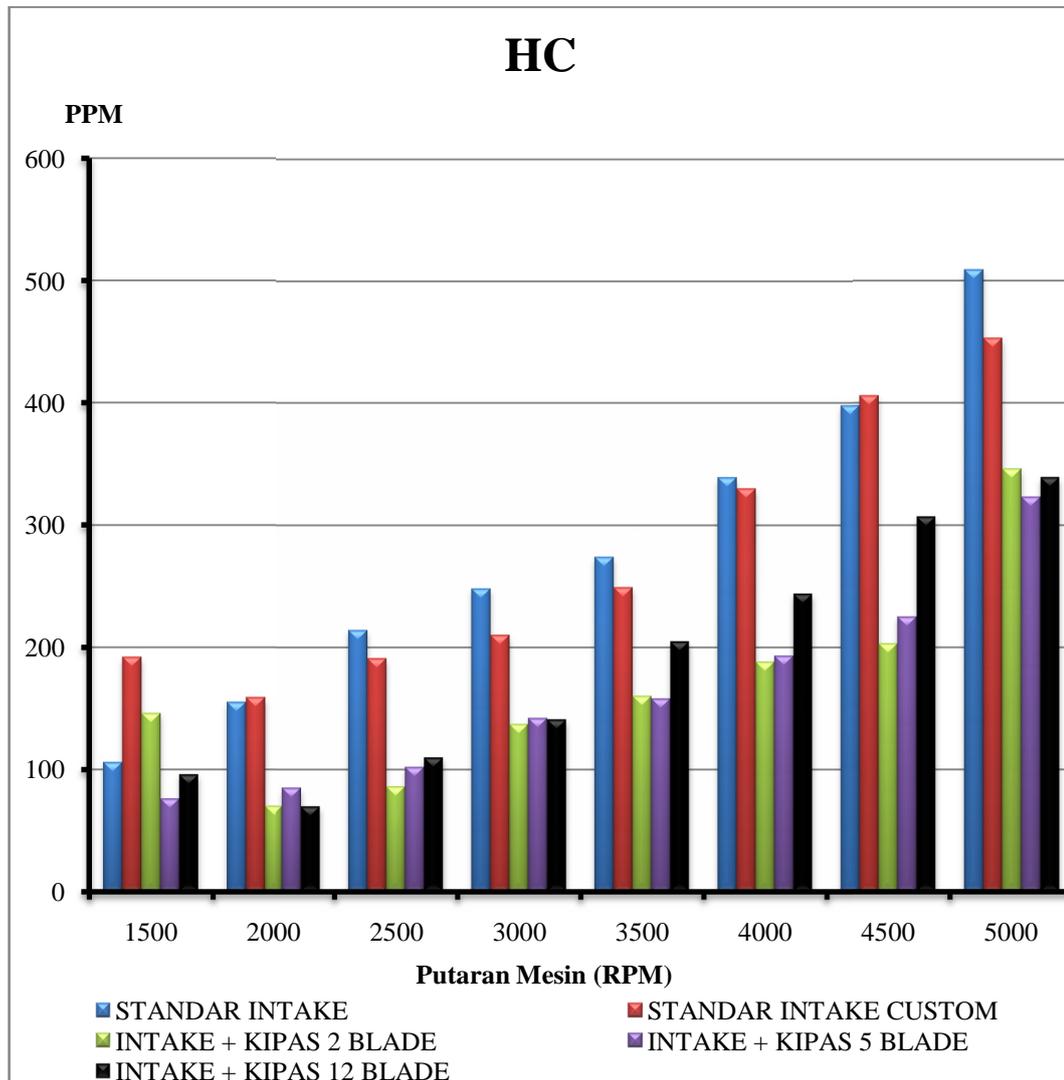
#### 4.2.5.3 Kadar Gas O<sub>2</sub>



**Gambar 4.40** Grafik Kadar Gas O<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin

Dari hasil grafik diatas diketahui bahwa kadar gas O<sub>2</sub> mengalami penurunan pada pemasangan alat kondisi *intake manifold* dengan kipas 5 sudu dan 12 sudu. Penurunan yang lebih rendah diperoleh dari pemasangan alat kondisi *intake manifold* dengan 12 sudu, yaitu dari RPM 1500 – 5000 RPM sebesar 9 – 10 %. Pemasangan alat pada kondisi *intake manifold* dengan 2 sudu mengalami peningkatan kadar gas O<sub>2</sub> pada setiap RPMnya sebesar 20 – 22 %.

#### 4.2.5.4 Kadar Gas HC



**Gambar 4.41** Grafik Kadar Gas HC Terhadap Putaran Mesin

Dari hasil grafik diatas diketahui kadar gas HC mengalami penurunan terendah ditunjukkan pada kondisi pemasangan alat dengan kipas 2 sudu pada RPM 2000, 2500, 3000, 4000 dan 4500. Meningkatnya kadar gas HC terjadi pada kondisi standar *intake manifold custom* pada tiap RPM dengan hasil yang tertinggi daripada kondisi pemasangan alat lainnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari alat yang dibuat dan kondisi pemasangan alat tanpa kipas ataupun dengan kipas mempunyai karakteristik hasil pengujian yang berbeda – beda.
2. Dengan menggunakan kipas 2 sudu dapat meningkatkan torsi dibandingkan kondisi pemasangan alat lainnya.
3. Dengan menggunakan kipas 12 sudu dapat memberikan waktu lebih lama dalam pemakaian bahan bakar.
4. Dengan menggunakan kipas 12 sudu dapat menurunkan kadar gas CO sebesar 0,1-4,44 %.
5. Dengan menggunakan kipas 2 sudu dapat meningkatkan kadar gas CO<sub>2</sub> pada RPM 3000-5000.
6. Dengan menggunakan kipas 2 sudu dapat meningkatkan kadar gas O<sub>2</sub> pada RPM 1500-5000 dengan hasil konstan seperti pada grafik kadar gas O<sub>2</sub>.
7. Dengan menggunakan kipas 2 sudu dapat menurunkan kadar gas HC pada RPM 2000-3000, 4000, dan 4500.
8. Dengan menggunakan kipas 2 sudu banyak mempengaruhi hasil dari prestasi mesin pada pengujian ini, seperti meningkatkan torsi mesin,

meningkatkan kadar gas CO<sub>2</sub>, meningkatkan kadar gas O<sub>2</sub> dan menurunkan kadar gas HC.

## 5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan diatas dari hasil penelitian ini, maka peneliti menyarankan :

1. Penelitian selanjutnya disarankan penempatan kipas diakhir *intake manifold*.
2. Penelitian selanjutnya disarankan penempatan kipas didepan karburator dengan bentuk dan variasi jumlah kipas yang sama.
3. Penelitian selanjutnya disarankan mengukur tekanan kompresi sebelum/sesudah pemasangan kipas.
4. Penelitian selanjutnya disarankan menambah jumlah kipas 2 atau 3 buah pada alat untuk memaksimalkan turbulensi yang masuk ke ruang bakar.
5. Penelitian selanjutnya disarankan dalam pengambilan data konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang agar menaikkan indikator suhu mesin di atas 70°C.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. J. Martyr and M. A. Plint. (2007). *Engine Testing Theory and Practice*, Third Edition. Butterworth Heinemann : Elsevier Linacre House.
- Anonim. (2014). *Inlet Manifold*. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Inlet\\_manifold](http://en.wikipedia.org/wiki/Inlet_manifold)).
- Anonim. (2015). *Mechanical Fan*. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical\\_fan](http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_fan)).
- Anonim. (2015). *Reaksi Pembakaran* ([www.acehlook.com/reaksi-pembakaran](http://www.acehlook.com/reaksi-pembakaran), Diakses pada tanggal 21 Februari).
- Anonim. (2014). *Spesifikasi Honda New Supra Fit*. ([www.motorganteng.com/2014/01/spesifikasi-honda-new-supra-fit-7.html](http://www.motorganteng.com/2014/01/spesifikasi-honda-new-supra-fit-7.html)).
- Astina, I Made. (2008). *Panduan Praktikum Pengujian Prestasi Mesin*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- AS, Ovi Sadjan. (2013). *Dyno (Dynamometer) : Fungsi, Kegunaan Dan Jenis*. (<http://mobil.sportku.com/berita/news/bisnis-teknologi/29609-dyno-dynamometer-fungsi-kegunaan-dan-jenis>).
- Basyirun, Winarno, Karnowo. (2008). *Bahan Ajar Mesin Konversi Energi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- BPS. (2015). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2013*. ([http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12)).
- Daryanto. (2009). *Dasar-Dasar Teknik Mobil*. Jakarta : Bina Aksara.
- Dedi Hermawan. (2013). *Dyno (Dynamometer): Torsi Dan Horsepower*. (<http://mobil.sportku.com/berita/news/bisnis-teknologi/29689-dyno-dynamometer-torsi-dan-horsepower>).
- Departemen ESDM. (2006). *Bijak dalam Menggunakan Energi BBM*. Artikel SKH Republika dalam Tesis Dadan Nugraha. Jakarta : Departemen ESDM.

Heywood, John B. (1988) *Internal Combustion Engine Fundamentals*.  
New York : McGraw-Hill International.

K. Wirahadikusumah. (2002). *Jakarta Air Quality Management: Trends and Policies, The Regional Workshop on Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities*. Hongkong : BAQ. (<http://www.cse.polyu.edu.hk>, Diakses pada tanggal 16-18 Desember).

Pulkrabek, Willard W. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. Platteville : University of Wisconsin.

Riva Al Haroni. *Perbaikan Sistem Pembakaran*.  
(<https://www.scribd.com/doc/75847958/perbaikan-sistem-pembakaran>).

Wardan Suyanto. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.

# LAMPIRAN

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**YUGO ARGO HARTOPO**, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 1 Juli 1991 dari Bapak Mubarak dan Ibu Siti Tuti Ati. Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar Negeri Malaka Sari 13 Pagi, Perumnas Kelender, Jakarta Timur dari tahun 1996 – 1999. Pindah Sekolah ke SDN Sumber Jaya 05, Kecamatan Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi dari tahun 2000, Lulus tahun 2003. Kemudian melanjutkan sekolah di SMPN 1 Tambun Selatan lulus tahun 2006, melanjutkan Sekolah di SMKN 1 Ciakarang Barat lulus tahun 2009.

Tahun 2009 melanjutkan ke Perguruan Tinggi Universitas Negeri Jakarta melalui jalur PENMABA (Penerimaan Mahasiswa Baru) di Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Konsentrasi Otomotif.

Anggota TIPE (BEM FT) dari tahun 2009 – 2010.