

**PENGARUH JUMLAH SUDU SWIRLING VANE DAN PENGGUNAAN  
JENIS MUFFLER TERHADAP DAYA MOTOR SUZUKI SHOGUN R FD 110  
TAHUN 2003**



Skripsi

Oleh:

**EDI SANUDIN**

**NIM. K 2502003**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2007**

**PENGARUH JUMLAH SUDU *SWIRLING VANE* DAN PENGGUNAAN  
JENIS *MUFFLER* TERHADAP DAYA MOTOR SUZUKI SHOGUN R FD 110  
TAHUN 2003**

**SKRIPSI**

Oleh:

**EDI SANUDIN**

**NIM. K 2502003**

Ditulis dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar  
Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**2007**

## PERSETUJUAN

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### Persetujuan Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

**Drs. Ranto. HS, MT**  
NIP. 131 569 201

**Drs. Karno.MW.ST**  
NIP. 130 529 719

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan menurut sepengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis mengacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, Maret 2007

Penulis

**Edi Sanudin**

NIM. K 2502003

## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana pendidikan.

Pada hari :.....

Tanggal :.....

Tim Penguji Skripsi

Nama Terang

Tanda Tangan

Ketua : Suhardi , M.T.

(.....)

Sekretaris :

(.....)

Anggota I : Ranto. HS, MT

(.....)

Anggota II :Karno. MW, Drs. ST

(.....)

Disahkan oleh:

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dekan

**Dr. H. Trisno Martono, M.M.**

NIP. 130 529 720

## ABSTRAK

Edi Sanudin, **PENGARUH JUMLAH SUDU SWIRLING VANE DAN PENGGUNAAN JENIS MUFFLER TERHADAP DAYA MOTOR SUZUKI SHOGUN R FD 110 TAHUN 2003**. Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Maret 2007.

Penelitian ini bertujuan: (1) Mengetahui pengaruh jumlah sudu *Swirling Vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. (2) Mengetahui pengaruh penggunaan jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. (3) Mengetahui pengaruh interaksi jumlah sudu *Swirling Vane* dan penggunaan jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel Silver Motor Sport Jl. Raya Ngagel 77 H-J, Surabaya Telp. 031-5041999, Fax. 031-5042999. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Sampel diambil dengan teknik "*Purposive Sampling*", sampel dalam penelitian ini adalah satu buah Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 AD 5412 CU dengan nomor mesin E 401 - ID 192691. Data didapat dari pengukuran daya motor pada roda belakang saat 8.000 rpm dengan jumlah sudu *Swirling Vane* 4 buah, 6 buah, dan 8 buah dan penggunaan jenis *Muffler* Standard, *Off Set Tube*, dan Resonansi. Jumlah data sebanyak 45 data yang diperoleh dengan melakukan 5 kali replikasi pada setiap perlakuan. Teknik analisis data menggunakan analisis varian dua jalan, kemudian dilanjutkan uji komparasi ganda atau uji pasca anava dan menghitung rerata sel, sebelumnya menghitung rerata sel serta uji prasyarat yaitu uji normalitas dan homogenitas.

Penelitian ini disimpulkan bahwa: (1) Ada pengaruh signifikan jumlah sudu *Swirling Vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003, yang ditunjukkan hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 667,79$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%. (2) Ada pengaruh signifikan penggunaan jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003, yang ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 344,23$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%. (3) Ada pengaruh interaksi signifikan jumlah sudu *Swirling Vane* dan penggunaan jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun 110 tahun 2003 yang ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 5,69$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 3,89$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%. (4) Daya motor optimal Suzuki Shogun 110 tahun 2003 saat 8.000 rpm pada roda belakang sebesar 3,96 HP pada jumlah sudu *Swirling Vane* 6 buah dan penggunaan jenis *Muffler* Resonansi, sedangkan daya motor terendah sebesar 3,08 HP pada jumlah sudu *Swirling Vane* 4 buah dan penggunaan *Muffler* Standard.

## MOTTO

*" Sesungguhnya Allah SWT tidak akan merubah keadaan suatu kaum jika kaum itu tidak berusaha merubahnya sendiri."*

(QS:Ar Ro'du:11)

*"Kebaikan adalah tindak tanduk (budi pekerti) yang baik, sedang dosa ialah sesuatu perasaan yang tidak enak dalam hatimu, dan kamu merasa tidak senang apabila hal itu diketahui orang banyak"*

(Hadits)

*"Hidup adalah Perjuangan, Do'a dan Ikhtiar adalah Instrumen Mendasar Mewujudkan Kebahagiaan, Yakin Usaha Sampai"*

(Ones)

*Orang Mu'min yang paling sempurna imannya adalah orang yang paling baik budi pekertinya.*

(H.R. Ahmad)

*Barang siapa ditanya sesuatu ilmu lalu disembunyikannya (tidak mau memberi keterangan), maka orang itu di hari kiamat kelak akan dikekang dengan api neraka.*

(H.R. Abu Daud)

*".....Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat....."*

(Al-Mujaadalah : 11)

## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillah  
Saya panjatkan kehadiran Allah SWT.  
Sholawat dan salam teruntuk baginda Rosul Muhammad SAW  
Skripsi ini dipersembahkan kepada:  
Bapak dan Ibu tersayang  
Kakak dan adik-adikku tercinta  
To some one always in my heart  
My best friends( *17 + Room*) PP. AL-MUAYYAD  
Sahabat-sahabat seperjuangan dan sepenanggungan (PTM 2002)  
Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Shalawat dan salam teruntuk Rasulullah Muhammad SAW, yang senantiasa kita harapkan syafaatnya kelak di hari kiamat.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu kewajiban untuk melengkapi syarat menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan izin penyusunan skripsi ini.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah menyetujui atas permohonan penyusunan skripsi.
3. Ketua Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan izin penyusunan skripsi.
4. Bapak Drs. Ranto. HS, MT, selaku pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Drs. Karno. MW.ST, selaku pembimbing II yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Kepala bengkel Silver Motor Sport Surabaya yang telah mengizinkan dan membantu penulis untuk melakukan penelitian.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bantuan, dorongan dan motivasi sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan

skripsi ini. Terakhir semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan para pembaca pada umumnya.

Surakarta, Maret 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	6
1. Motor Bensin 4 Tak.....	6
2. <i>Swirling Vane</i> .....	8
3. Pembakaran.....	12
4. Sistem Pembuangan .....	15

5. Daya Motor.....	17
6. Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003.....	22
B. Hasil Penelitian yang Relevan.....	24
C. Kerangka Pemikiran.....	26
D. Hipotesis .....	28
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
1. Tempat Penelitian .....	29
2. Waktu Penelitian .....	29
B. Metode Penelitian .....	29
C. Populasi dan Sampel .....	30
1. Populasi Penelitian .....	30
2. Sampel Penelitian .....	30
D. Teknik Pengumpulan Data .....	30
1. Identifikasi Variabel .....	30
2. Desain Eksperimen .....	32
3. Pelaksanaan Eksperimen .....	34
E. Teknik Analisis Data .....	41
1. Uji Prasyarat Analisis Data .....	41
2. Analisis Data .....	43
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	48
B. Uji Persyaratan Analisis .....	50
1. Uji Normalitas .....	50
2. Uji Homogenitas.....	51
C. Pengujian Hipotesis .....	52
1. Pengujian Hipotesis Pertama, Kedua dan Ketiga dengan Analisis Variansi (ANAVA) Dua Jalan.....	52
2. Hasil Komparasi Ganda Pasca Anava.....	53
D. Pembahasan Hasil Analisis Data .....	56

BAB V. SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	
A. Simpulan Penelitian.....	59
B. Implikasi .....	60
1. Implikasi Teoritis.....	60
2. Implikasi Praktis.....	60
C. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Daya yang dihasilkan tiap jenis <i>muffler</i> .....	24
Tabel 2. Desain Faktorial Eksperimen Pengukuran Daya Motor.....	33
Tabel 3. Harga-harga yang perlu untuk uji <i>Bartlett</i> .....	42
Tabel 4. Rangkuman Anava Dua Jalan.....	45
Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Daya Motor (HP) Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003 pada 8.000 rpm.....	48
Tabel 6. Hasil Perhitungan Rata-rata Daya Motor (HP)Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003 pada 8.000 rpm.....	49
Tabel 7. Hasil Uji Normalitas dengan Metode <i>Lilliefors</i> .....	51
Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas dengan Metode <i>Bartlett</i> .....	52
Tabel 9. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis dengan Anava Dua Jalan.....	52
Tabel 10. Hasil Komparasi Rataan Antar Baris .....	54
Tabel 11. Hasil Komparasi Rataan Antar Kolom.....	54
Tabel 12. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel pada Baris yang Sama.....	54
Tabel 12. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel pada Baris yang Sama.....	55

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Posisi Torak pada waktu TMA dan TMB.....	6
Gambar 2. Siklus Kerja Motor Bensin 4 Langkah.....	7
Gambar 3. <i>Swirling Vane</i> dalam Dua Dimensi.....	9
Gambar 4. Sketsa Perhitungan Kecepatan Aliran .....	9
Gambar 5. Pembelokan Aliran Fluida Setelah Melewati Sudu <i>Swirling Vane</i> .....	11
Gambar 6. Letak Pemasangan <i>Swirling Vane</i> .....	11
Gambar 7. Proses Pembakaran Sempurna .....	12
Gambar 8. Diagram Pembakaran dengan Terjadi Detonasi.....	14
Gambar 9. Proses Terjadinya <i>Pre-ignition</i> .....	14
Gambar 10. Penampang Knalpot dan bagiannya .....	16
Gambar 11. <i>Muffler</i> Jenis Resonansi.....	16
Gambar 12. <i>Muffler</i> Jenis <i>Off Set Tube</i> .....	17
Gambar13. Histogram Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Suzuki Shogun Tahun 2003 Berdasarkan Letak Pemasangan dan Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> .....	25
Gambar 14. Bagan Aliran Proses Eksperimen.....	35
Gambar 15. Sketsa Perhitungan Daya.....	37
Gambar 16. Histogram Pengaruh Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> dan Penggunaan Jenis <i>Muffler</i> Terhadap Daya Motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003.....	49
Gambar 17. Grafik Pengaruh Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> dan Penggunaan Jenis <i>Muffler</i> Terhadap Daya Motor Suzuki Shogu R FD 110 Tahun 2003.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. DYNomite tes "EDI on 2007-01-04" by PT Fuboru.....	62
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Daya Motor (HP) Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003.....	63
Lampiran 3. Standard Deviasi Untuk Uji Normalitas.....	64
Lampiran 4. Uji Normalitas Baris.....	66
Lampiran 5. Uji Normalitas Kolom.....	69
Lampiran 6. Uji Homogenitas Antar Baris.....	72
Lampiran 7. Uji Homogenitas Antar Kolom.....	73
Lampiran 8. Uji Analisis Varian Dua Jalan.....	74
Lampiran 9. Uji Pasca Anava (Metode <i>Scheffe</i> ).....	77
Lampiran 10. Peluang Normal Baku.....	86
Lampiran 11. Nilai Kritik Uji <i>Lilliefors</i> .....	88
Lampiran 12. Nilai Persentil Untuk Distribusi $X^2$ .....	89
Lampiran 13. Nilai Persentil Untuk Distribusi F .....	90
Lampiran 14. Spesifikasi DYNomite Dynamometer.....	94
Lampiran 15. Perijinan.....	97
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian .....	102

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini minat masyarakat terhadap kendaraan roda dua semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari penjualan sepeda motor yang mengalami peningkatan dari tahun ketahun, seperti yang dilaporkan oleh AISI penjualan sepeda motor pada tahun 1998 sebesar 0,52 juta unit, tahun 1999 sebesar 0,59 juta unit, tahun 2000 sebesar 0,98 juta unit, tahun 2001 sebesar 1,65 juta unit, tahun 2002 sebesar 2,32 juta unit, tahun 2003 sebesar 2,82 juta unit, tahun 2004 sebesar 3,90 juta unit, dan ditahun 2005 sebesar 5,07 juta unit. Karena dampak kenaikan harga BBM dan suku bunga di tahun 2006 penjualan sepeda motor mengalami penurunan 36%. Namun ditahun 2007 diperkirakan angka penjualan sepeda motor menyamai tahun 2005. ([http://www.wartaekonomi.com/12 Agustus 2006](http://www.wartaekonomi.com/12%20Agustus%202006)).

Pihak pabrikan sepeda motor berlomba-lomba menarik minat masyarakat dengan menciptakan sepeda motor yang tangguh (daya besar, irit bahan bakar, dan harga ekonomis). Namun demikian masih banyak konsumen yang belum puas dengan hasil pabrikan tersebut, hal ini terlihat dari modifikasi yang dilakukan oleh pemilik sepeda motor terhadap komponen-komponen tertentu seperti penggantian knalpot, penambahan alat penghemat bahan bakar, modifikasi ruang bakar, modifikasi karburator, dan lain-lain, dengan harapan dapat meningkatkan unjuk kerja motor. Modifikasi yang dilakukan harus dengan perhitungan yang cermat dan teliti, agar tujuan dari modifikasi yaitu meningkatkan unjuk kerja mesin dapat tercapai.

Daya mesin dipengaruhi antara lain oleh: pembakaran yang sempurna, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, saluran masuk, dan saluran buang. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna diperlukan campuran bahan bakar dengan perbandingan yang tepat. Campuran bahan bakar dan udara yang ideal adalah 1:15, yaitu satu bagian bahan bakar (berat) dan 15 bagian udara. Pengertian ideal dalam hal ini adalah satu bagian bahan bakar akan terbakar habis dengan 15 bagian udara, dengan kadar oxygen  $\pm$  35%. Pembakaran yang

sempurna tersebut akan menghasilkan tekanan pembakaran yang tinggi sehingga daya yang dihasilkannya pun tinggi pula.

"Perbandingan kompresi adalah suatu harga perbandingan yang ditentukan oleh besarnya volume langkah dan volume ruang bakar." (Toyota step 2, 1996: 1-1). Perbandingan kompresi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Perbandingan Kompresi} = \frac{\text{Volume Ruang Bakar} + \text{Volume Silinder}}{\text{Volume Ruang Bakar}}$$

Perbandingan kompresi yang lebih tinggi akan menghasilkan tenaga yang lebih besar tanpa merubah ukuran motor. Hal ini dapat terjadi karena dengan perbandingan kompresi yang tinggi maka tekanan awal pembakaran menjadi tinggi pula. Tekanan awal pembakaran yang tinggi akan menghasilkan tekanan pembakaran yang lebih tinggi, sehingga daya yang dihasilkannya pun tinggi pula. Namun perbandingan kompresi yang terlalu tinggi akan berakibat terjadinya detonasi. Bahan bakar dengan nilai oktan yang rendah tidak mampu menahan temperatur dan tekanan yang tinggi, sehingga terbakar dengan sendirinya. Bensin mempunyai titik didih  $\pm 190$  °C sedangkan solar mempunyai titik didih 370 °C.

Pada umumnya perbandingan kompresi ialah antara; 8:1 sampai 10:1 pada motor bensin dengan tekanan kompresi antara 10-17 bar yang memberikan suhu antara 400-600 °C pada akhir langkah kompresi. Sedangkan pada motor diesel perbandingan kompresinya antara 15:1 sampai 22:1 dengan tekanan kompresi antara 15:1 sampai 22:1 dengan tekanan kompresi antara 30-50 bar dan suhunya antara 700-900 °C. (Sumber: Daryanto, 2002: 22-24).

Efisiensi volumetrik adalah perbandingan antara campuran bahan bakar dengan udara yang dapat diisap masuk ke dalam silinder. Secara teoritis dapat ditulis dengan rumus:

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{Campuran bahan bakar yang masuk silinder}}{\text{Volume silinder}}$$

Besarnya efisiensi volumetrik akan mempengaruhi besarnya bahan bakar yang dapat diisap masuk ke dalam silinder, sehingga mempengaruhi pula besarnya

panas yang dihasilkan pada pembakaran tersebut. Semakin besar efisiensi volumetrik maka semakin besar pula tekanan pembakaran untuk mendorong torak dari TMA ke TMB yang menghasilkan gerak putar pada poros engkol.

Saluran masuk (*intake manifold*) berfungsi mengalirkan campuran bahan bakar dari karburator menuju ruang bakar. Agar campuran bahan bakar tersebut lebih homogen maka arah aliran yang semula laminar dirubah menjadi turbuler dengan cara memasang suatu alat (*swirling vane*) pada *intake manifold*.

*Swirling vane* adalah suatu alat yang terbuat dari plat tipis yang mempunyai sudu-sudu yang diam. Campuran bahan bakar yang melewati sudu-sudu tersebut akan berpusar menyebabkan campuran lebih homogen dan padat. Karena fluida ini bergerak maka ketika busi memercikkan bunga api campuran bahan bakar tersebut akan terbakar secara teratur, sehingga didapat pembakaran yang sempurna.

Saluran buang juga mempengaruhi besarnya daya mesin. Gas bekas hasil pembakaran di ruang bakar dibuang ke udara bebas melalui mekanisme pembuangan atau yang sering disebut knalpot. Gas bekas ini diupayakan dapat segera keluar tanpa mengalami hambatan yang berarti dari skat-skat peredam suara (*muffler*). Hal ini bertujuan untuk meminimalisir tekanan balik (*back pressure*), yaitu gas bekas kembali lagi ke silinder karena terhambat oleh skat-skat peredam suara, sehingga ketika langkah isap hanya sedikit bahan bakar yang terisap masuk ke dalam silinder karena sebagian ruangan sudah ditempati oleh gas bekas. Ini sangat merugikan karena akan menurunkan efisiensi volumetrik, sehingga daya yang dihasilkan akan berkurang. Untuk itu diperlukan suatu rancangan *muffler* yang dapat meningkatkan daya mesin dengan cara meminimalisir tekanan balik, sekaligus memberikan peredaman suara yang baik. Dari permasalahan di atas perlu dilakukan suatu penelitian dengan judul "PENGARUH JUMLAH SUDU *SWIRLING VANE* DAN PENGGUNAAN JENIS *MUFFLER* TERHADAP DAYA MESIN PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI SHOGUN R FD 110 TAHUN 2003"

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi permasalahan yang timbul berkenaan dengan penelitian ini, yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya daya motor yang dihasilkan pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pembakaran sempurna
2. Homogenitas campuran dilakukan dengan *swirling vane*
3. Perbandingan kompresi
4. Tekanan kompresi
5. Efisiensi volumetrik
6. Putaran mesin
7. Sistem pembuangan

## **C. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan lancar dan tidak menyimpang dari permasalahan yang akan diteliti, maka permasalahan dibatasi pada:

1. Daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
2. *Swirling vane*.
3. *Muffler*.

## **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas diperlukan suatu perumusan masalah agar penelitian dapat dilakukan secara terarah. Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Adakah pengaruh jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
2. Adakah pengaruh penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
3. Adakah interaksi antara jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

### **E. Tujuan Penelitian**

Setiap penelitian apapun tentunya mempunyai tujuan yang hendak dicapai, begitu pula dengan penelitian ini. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
2. Mengetahui pengaruh *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
3. Mengetahui pengaruh antara jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

### **F. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat yang dapat diambil, baik manfaat praktis maupun manfaat teoritis.

#### 1. Manfaat Praktis

- a. Membantu para pemilik sepeda motor terutama Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 yang ingin meningkatkan daya motornya.
- b. Membantu dalam usaha mengembangkan kemajuan teknologi otomotif terutama dalam hal modifikasi motor 4 tak.

#### 2. Manfaat Teoritis

- a. Sebagai bahan referensi bagi penelitian yang sejenis dimasa yang akan datang.
- b. Sebagai sumbang saran bagi instansi pendidikan terutama Pendidikan Teknik Mesin, PTK, FKIP, UNS terutama pada mata kuliah Motor Bakar.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **A. Tinjauan Pustaka**

#### **1. Motor Bensin 4 Tak**

##### **a. Pengertian**

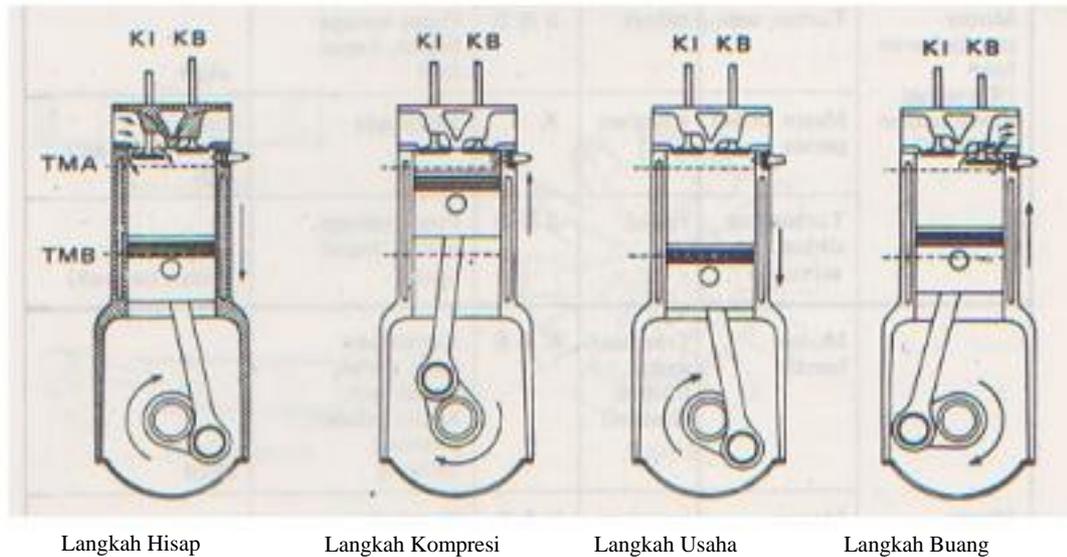
Wardan Suyanto (1989: 17) mengatakan bahwa "Motor bensin adalah motor yang menggunakan bahan bakar bensin untuk menghasilkan tenaga dengan jalan membakar bahan bakar tersebut di dalam ruang bakar". Sedangkan pengertian motor bensin 4 tak menurut Northop (1995: 22) adalah "Motor yang menghasilkan tenaga dalam empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. Satu langkah torak adalah setiap perjalanan torak dari TMA ( Titik Mati Atas ) menuju TMB ( Titik Mati Bawah ) atau sebaliknya dari TMB menuju TMA".

Pada saat torak di TMA maka posisi torak, batang torak, dan engkol membentuk garis lurus. Titik terendah yang dicapai torak tidak dapat lagi bergerak ke bawah dinamakan Titik Mati Bawah (TMB) atau Bottom Dead Center (BDC). Pada Titik Mati Bawah ini posisi torak terhadap batang torak membentuk garis lurus. Jarak atau gerakan torak dari TMA menuju TMB dinamakan langkah torak (*stroke*) (Wardan Suyanto, 1989: 21).

Gambar 1 Posisi torak pada waktu TMA dan TMB

### b. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak

Prinsip kerja motor bensin 4 tak meliputi: langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.



Keterangan:

KI = Katup Isap

KB = Katup Buang

Gambar 2. Siklus Kerja Motor Bensin 4 Langkah

(Sumber: Wiranto Arismunandar, 1983: 8).

#### 1) Langkah Hisap

Katup masuk dalam keadaan terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup. Engkol berputar setengah putaran yang menyebabkan torak bergerak dari TMA menuju TMB, sehingga di dalam silinder terjadi pembesaran volume dan pengecilan tekanan dengan kata lain di dalam silinder terjadi hampa udara. Karena adanya perbedaan tekanan antara ruang silinder dengan udara luar (tekanan ruang silinder lebih kecil daripada tekanan udara luar) maka bahan bakar dan udara yang sudah dicampur di dalam karburator terhisap masuk ke ruang silinder melewati *intake manifold*.

## 2) Langkah Kompresi

Katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup, engkol berputar satu kali putaran sehingga menggerakkan torak dari TMB menuju TMA. Bahan bakar dan udara yang sudah masuk ke ruang silinder dimampatkan oleh torak, sehingga temperatur dan tekanannya naik bersamaan dengan penurunan volume silinder. Pada saat akhir kompresi kira-kira 12° sebelum torak mencapai TMA terjadi pembakaran bahan bakar yang dimulai dengan loncatan bunga api listrik dari elektroda busi.

## 3) Langkah Usaha

Katup masuk dan katup buang masih dalam keadaan tertutup. Pembakaran yang terjadi diakhir kompresi tersebut menghasilkan tekanan dan temperatur yang sangat besar. Tekanan ini mampu mendorong torak dari TMA menuju TMB sehingga menggerakkan engkol menjadi satu setengah putaran.

## 4) Langkah Pembuangan

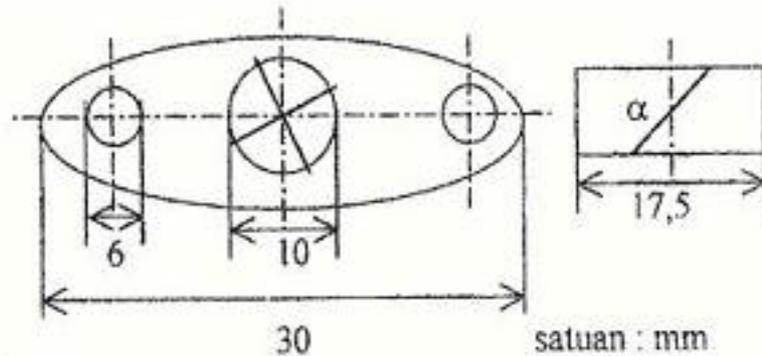
Katup masuk dalam keadaan tertutup dan katup buang dalam keadaan terbuka. Engkol berputar dua putaran yang menyebabkan torak bergerak dari TMB menuju TMA. Gas-gas bekas didesak keluar lewat katup buang menuju knalpot. Untuk gerak selanjutnya dimulai lagi dari pengisian, kompresi, usaha, dan pembuangan secara berurutan.

## 2. Swirling Vane

"*Swirling vane* adalah suatu alat yang terdiri dari sudu-sudu pemutar yang digunakan untuk menimbulkan pusaran pada aliran campuran bahan bakar dan udara yang melewatinya". ( Wahyudi, S dan Hamidi, N , 2003: 77 ).

Prinsip kerja dari *swirling vane* ini berkebalikan dengan prinsip kerja baling-baling (kipas angin). Pada kipas angin sudu-sudunya berputar karena digerakkan oleh motor listrik untuk memutar udara disekitarnya. Namun pada *swirling vane*, sudu-sudunya diam campuran bahan bakar dan udara dari karburator yang mempunyai kecepatan ketika melewati sudu-sudu yang diam tersebut akan membelok sesuai arah sudu dan akhirnya timbul pusaran. Pusaran udara inilah

yang membantu terciptanya homogenitas campuran sehingga ketika busi memercikkan bunga api pembakaran dapat merambat dengan teratur.



Gambar 3 , *Swirling Vane* Dalam Dua Dimensi  
(Sumber : Wahyudi, S dan Hamidi. N, 2003: 77)

a. Sudu *Swirling Vane*

*Swirling vane* terdiri dari sudu-sudu yang diam yang terbuat dari seng setebal 0,5 mm yang ditekuk dengan sudut  $45^\circ$  pada dua titik diagonalnya. Dengan lekukan sudu tersebut diharapkan fluida bergerak menyesuaikan dengan lekukan sudu. Telah diketahui bahwa fluida yang bergerak mempunyai energi untuk memutar sudu baling-baling pada turbin., jika sudu dibuat diam maka fluida tadi akan berbelok, momentumnya berubah, dan terhadap sudu dilakukan gaya. ( M. Aris Widodo Skripsi: 2003 )

Jumlah sudu dan sudut sudu *swirling vane* dapat mempengaruhi besarnya kecepatan aliran gas (campuran antara bahan bakar dan udara) yang melewatinya. Kecepatan aliran ini akan menyebabkan pusaran yang dapat menimbulkan homogenitas campuran bahan bakar dan udara.

Besarnya kecepatan aliran tersebut di hitung dengan rumus sebagai berikut

$$V_1 \quad d \quad h$$

$$V_2$$

Gambar 4 Sketsa perhitungan kecepatan aliran campuran bahan bakar.

Kecepatan aliran sebelum melewati sudu *swirling vane* ( $V_1$ ):

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (\text{dalam m/detik})$$

Luas penampang *intake manifold* ( $A_1$ ):

$$A_1 = \frac{P}{4} d^2 \quad (\text{dalam m}^2)$$

Luas penampang intake manifold yang dipasang *swirling vane* ( $A_2$ ):

$$A_2 = A_1 - (\text{luas penampang swirling vane})$$

$$A_2 = \frac{P}{4} d^2 - (p \cdot l \times \text{jumlah sudu})$$

Dalam hal ini profil sudu berukuran  $p = 10 \text{ mm}$  dan  $l = 0,5 \text{ mm}$

Kecepatan aliran setelah melewati sudu *swirling vane* ( $V_2$ ) dapat dicari dengan rumus persamaan kontinuitas :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (\text{dalam m}^3/\text{detik})$$

dimana  $Q = \text{debit}$

(Ranald V. Giles, 1993 : 72)

Maka;

$$V_2 = \frac{A_1 \cdot V_1}{A_2}$$

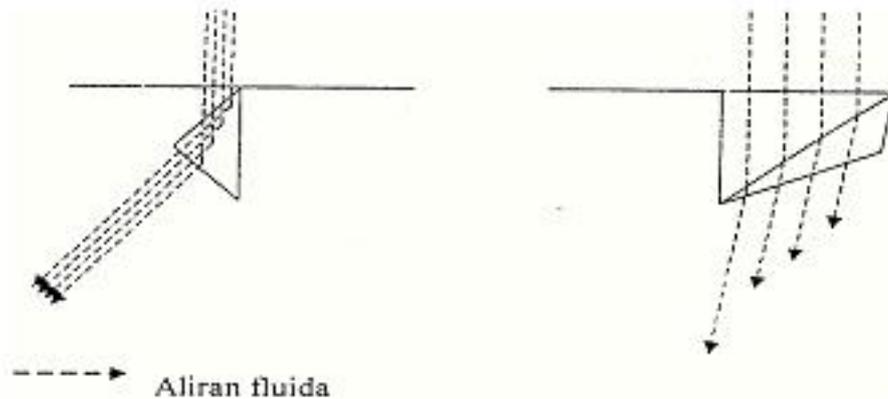
Dapat dilihat bahwa  $A_2 < A_1$  maka  $V_2 > V_1$ , sehingga kecepatan aliran gas setelah melewati sudu *swirling vane* lebih besar dari pada kecepatan aliran sebelum melewati sudu *swirling vane*.

Kecepatan keliling ( $U$ ) yang terjadi pada sudu dapat dihitung dengan rumus :

$$U = \frac{1}{2} \cdot V_2 \cdot \cos \alpha, \text{ dimana sudut } \alpha \text{ adalah } 45^\circ.$$

(Suwachid, 2006 : 48)

Pada penelitian ini akan memfariasi jumlah sudu *swirling vane* yaitu 4 buah, 6 buah, dan 8 buah. dengan sudut sudu  $45^\circ$ .

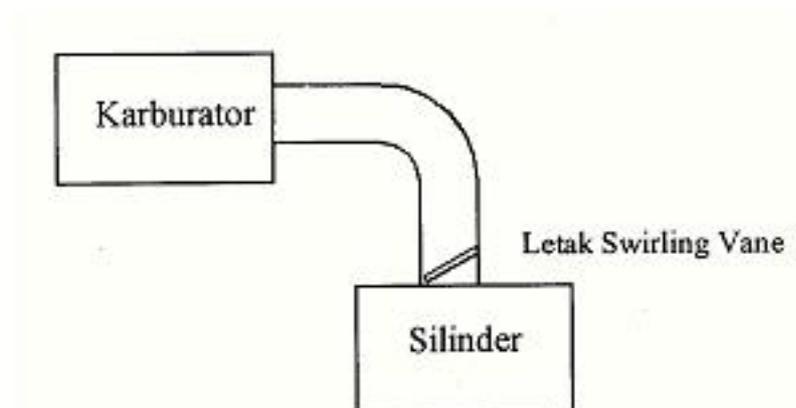


Gambar 5. Pembelokan Aliran Fluida Setelah Melewati Sudu *Swirling Vane*  
(Sumber: Wahyudi, S dan Hamidi, N, 2003: 77)

b. Letak Pemasangan *Swirling Vane*

"Pemasangan *swirling vane* pada *intake manifold* yaitu saluran penghubung antara karburator dengan katup pemasukan ruang bakar dimaksudkan untuk mendapatkan efek pusaran fluida yang optimal pada ruang bakar"(Wahyudi, S dan Hamidi,N, 2003:77)

Pada penelitian ini *swirling vane* akan dipasang pada mulut *intake manifold* yang berbatasan dengan saluran masuk ke ruang bakar.



Gambar 6. Letak Pemasangan *Swirling Vane*

Pada posisi *swirling vane* yang terlihat seperti pada gambar di atas menunjukkan arah aliran bahan bakar dari karburator melewati *intake manifold* menuju ruang bakar, namun sebelumnya bahan bakar akan menghantam sudu *swirling vane* yang dibuat sedemikian rupa sehingga bahan bakar yang melewatinya akan dibelokkan sesuai dengan arah sudu sehingga membentuk

pusaran. Pusaran bahan bakar ini akan langsung masuk ke ruang bakar tanpa mengalami hambatan. Pusaran udara tersebut menyebabkan campuran udara lebih homogen.

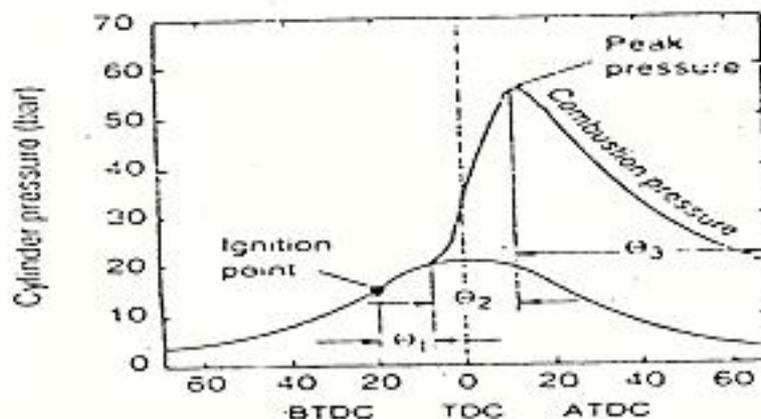
### 3. Pembakaran

Pembakaran pada motor merupakan hal yang sangat menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan motor. Campuran bahan bakar yang sudah dimampatkan oleh torak mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi sehingga pada saat busi memercikkan bunga api, bahan bakar akan segera terbakar. Pembakaran ini menghasilkan tekanan dan temperatur yang sangat tinggi yang mampu mendorong torak dari TMA menuju TMB sehingga menghasilkan tenaga putar pada poros engkol. Beberapa faktor yang mempengaruhi baik buruknya proses pembakaran antara lain, yaitu temperatur mesin, bahan bakar, sistem penyalaaan, perbandingan kompresi, perbandingan campuran, dan homogenitas campuran.

Menurut Wardan Suyanto (1989: 248) menyatakan bahwa "Pembakaran di dalam silinder adalah reaksi kimia antara unsur yang terkandung di dalam bahan bakar, yaitu *Hydro Carbon* (HC) dengan udara atau oksigen yang diikuti dengan timbulnya panas".

#### a. Pembakaran Sempurna

Dikatakan pembakaran normal apabila pembakaran di dalam silinder terjadi karena nyala api yang ditimbulkan oleh percikan bunga-bunga api oleh busi yang dengan bunga api ini proses terbakarnya bahan bakar berlangsung hingga seluruh bahan bakar yang ada di dalam silinder terbakar habis dengan kecepatan yang relatif konstan (Wardan Suyanto, 1989: 248)



Gambar 7. Proses Pembakaran Sempurna

(Sumber: BPM. Arends & H. Berenschot, 1994: 3)

Gambar 7 diatas menjelaskan beberapa tahap mekanisme pembakaran motor bensin 4 langkah. Tahap pertama ( $\epsilon_1$ ) meliputi periode saat tegangan tinggi menyalakan elektroda sampai saat busi memercikkan bunga api. Periode pertama ini terjadi pada saat torak berada pada  $20^\circ$  sebelum TMA dengan tekanan pembakaran  $\pm 15$  bar dan temperaturnya  $330^\circ\text{C}$ . Akhir dari periode pertama ini ditandai dengan tekanan perluasan gas di atas tekanan *compressive* normal. Tahap kedua ( $\epsilon_2$ ), terjadi pembakaran eksplosif oleh nyala kisi tekanan naik menjadi  $\pm 55$  bar dan temperaturnya berkisar antara  $2000-2500^\circ\text{C}$ . Posisi torak berada pada  $10^\circ$  setelah TMA. Ini merupakan tekanan tertinggi selama periode pembakaran. Kemudian tekanan sebesar  $\pm 55$  bar ini akan menurun selama langkah kerja, walaupun masih terjadi pembakaran lanjut. Penurunan tekanan sampai  $\pm 25$  bar, temperaturnya pun menurun menjadi  $1000^\circ\text{C}$ , kondisi ini dinamakan periode ketiga ( $\epsilon_3$ ).

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa} = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

#### b. Pembakaran Tidak Sempurna

"Yang dimaksud dengan pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata"(Wardan Suyanto, 1989: 257)

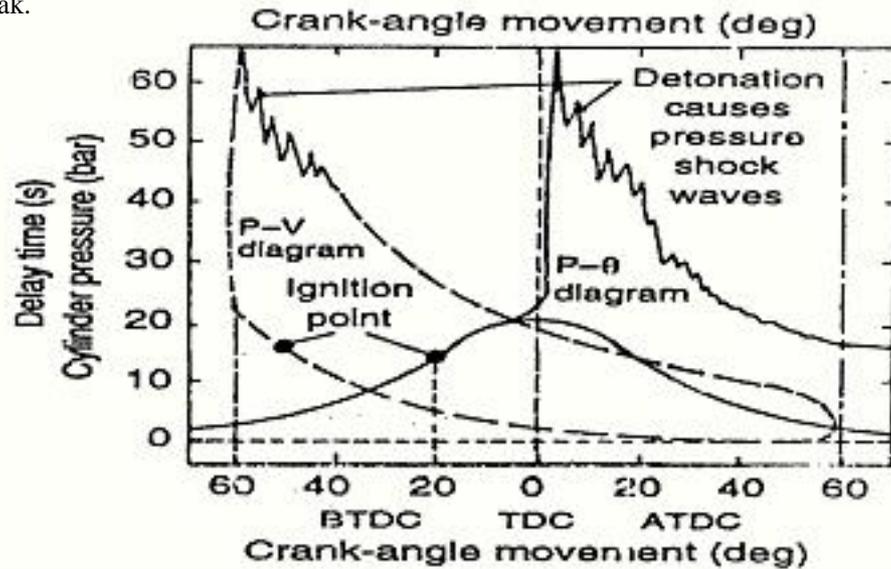
Pembakaran tidak sempurna terdiri dari tiga macam

##### 1) Detonasi

Detonasi adalah pembakaran yang terjadi bukan karena percikan api busi melainkan bahan bakar terbakar dengan sendirinya. Hal ini disebabkan karena perbandingan kompresi yang terlalu tinggi menyebabkan tekanan di dalam ruang bakar cukup tinggi. Ketika busi memercikkan api maka bahan bakar yang berada didekatnya terbakar dengan cepat. Bagian yang terbakar ini suhunya naik dan karena ekspansinya bahan bakar yang belum terbakar didesak sehingga suhunya bertambah tinggi oleh karena nilai oktan dari bahan bakar tersebut rendah maka bahan bakar terbakar dengan sendirinya.

Dengan terbakarnya bahan bakar tersebut secara tiba-tiba menimbulkan lonjakan tekanan yang tinggi menghantam torak, sehingga timbul suara

(knocking) mengakibatkan banyak panas yang hilang sia-sia, suhu torak dan katup buang naik, torak akan mencair serta mempercepat keausan cincin torak dan silinder torak.

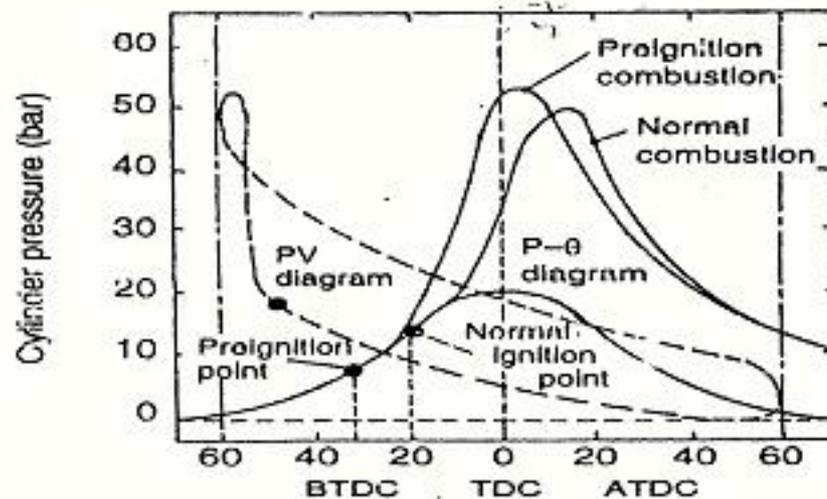


Gambar 8. Diagram Pembakaran dengan Terjadi *Detonasi*

(Sumber: *Heinz Heisler*, 1995: 171)

## 2) Pre- ignition

*Pre-ignition* adalah proses pembakaran bahan bakar yang terjadi dengan sendirinya sebelum busi memercikkan api. Pembakaran tersebut terjadi karena naiknya temperatur dan tekanan yang sangat tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan sendirinya. *Pre-ignition* hampir sama dengan detonasi, hanya saja pada *pre-ignition* bahan bakar terbakar sebelum busi memercikkan api.



Gambar 9. Proses Terjadinya *Pre- ignition*

(Sumber: *Heinz Heisler*, 1995: 175)

### 3) Dieseling

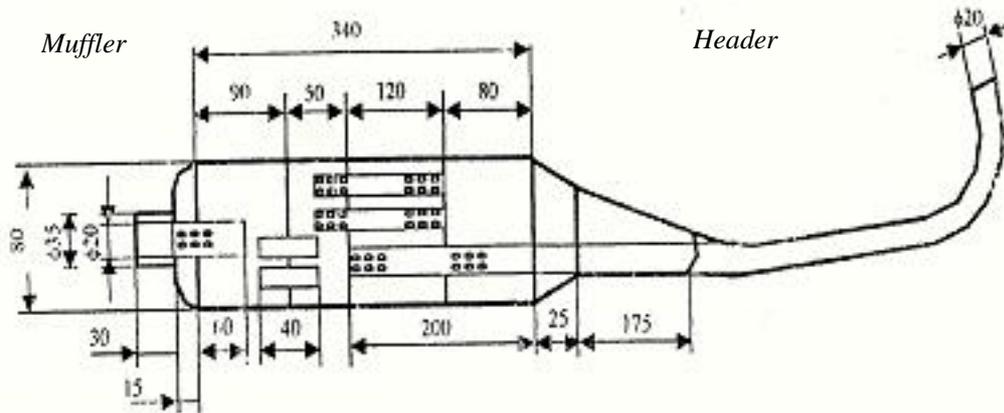
*Dieseling* adalah proses pembakaran bahan bakar dan udara yang tidak memerlukan percikan api busi. karena *dieseling* terjadi pada saat kunci kontak dimatikan sehingga busi sudah tidak dapat memercikkan api lagi. Pembakaran ini terjadi karena suhu yang sangat tinggi yang berasal dari arang para, yaitu terak (kotoran) hasil pembakaran. Suhu dan tekanan yang tinggi ini mampu mendorong torak dari TMA ke TMB, sehingga bahan bakar dari karburator terisap masuk ke ruang bakar. Bahan bakar yang sudah dimampatkan, pada akhir langkah kompresi terbakar dengan sendirinya tanpa percikan api busi.

### 4. Sistem Pembuangan

Setiap kendaraan bermotor dilengkapi dengan sistem pembuangan yang berfungsi untuk membuang gas bekas hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Gas bekas ini harus segera dikeluarkan dari dalam silinder untuk kemudian diganti muatan segar dari karburator. Pembuangan gas bekas ini harus tidak merugikan diri sendiri maupun orang lain. Kerugian bagi diri sendiri misalnya daya motor berkurang, sedangkan kerugian bagi orang lain adalah suara bising yang ditimbulkan bisa mengganggu pendengaran.

Agar sistem pembuangan tidak mempengaruhi tenaga motor, dalam arti mengurangi daya motor, maka diusahakan tidak ada tekanan balik yang akan menghambat keluarnya gas bekas dari dalam silinder. Apabila tekanan balik ini timbul di dalam saluran pembuangan maka akan menghambat keluarnya gas buang dari dalam silinder sehingga gas bekas tidak dapat keluar semuanya yang akibatnya akan ada sisa gas bekas di dalam silinder. Dengan adanya sisa gas bekas di dalam silinder maka akan mengurangi ruangan untuk gas baru yang masuk ke dalam silinder. Dengan demikian berarti akan mengurangi efisiensi volumetrik dari motor, yang akibatnya daya motor akan turun" (Wardan Suyanto, 1983: 341)

Konstruksi dari knalpot dapat kita lihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 10. Penampang knalpot dan bagianya.

a. Header

*Header* adalah sebuah pipa memanjang yang menghubungkan antara *exhaust* dengan *muffler*. Konstruksi dari *header* ini harus kuat dan perhitungannya harus teliti karena bagian inilah yang menampung gas bekas yang masih bertemperatur dan bertekanan tinggi.

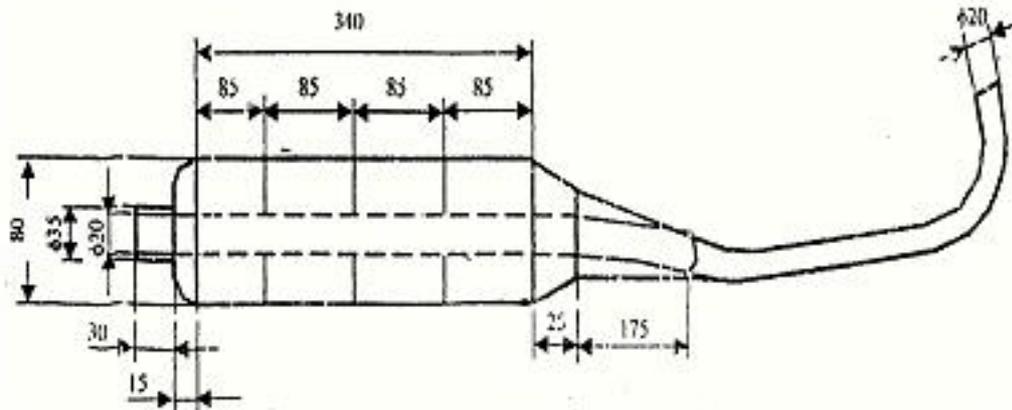
b. Muffler

*Muffler* adalah bagian dari knalpot yang di dalamnya terdapat skat-skat yang berfungsi untuk mengurangi amplitudo gelombang tekanan gas buang sehingga dapat meredam suara bising yang ditimbulkan sekaligus dapat meminimalisir terjadinya tekanan balik.

Pada penelitian ini digunakan 3 jenis *muffler*, yaitu *muffler* standard, *muffler off set tube*, dan *muffler* resonansi.

c. Pemakaian Jenis *Muffler*

1) *Muffler* Resonansi

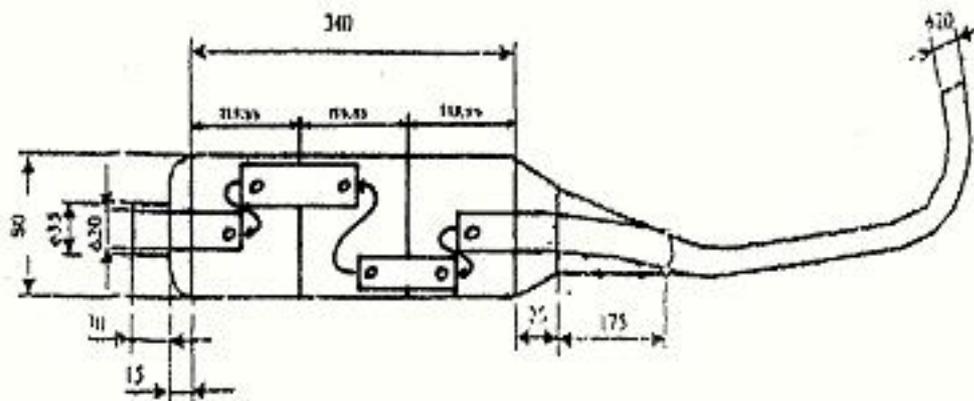


Gambar 11. *Muffler* jenis resonansi.

(Sumber: Janu Parbadi, 2005: 21)

Konstruksi dari *muffler* resonansi ini sangat sederhana dimana hanya terdapat satu tabung memanjang yang berlubang-lubang dan terdapat skat-skat yang berlubang-lubang pula. *Muffler* jenis ini sangat efektif untuk meredam suara dan mencegah terjadinya tekanan balik, karena gas bekas dapat keluar dengan lancar melalui tabung lurus berlubang-lubang tersebut.

2) *Muffler Off set tube*



Gambar12. *Muffler off-set tube*.

(Sumber: Janu Parbadi, 2005: 21)

*Muffler* jenis *off set tube* mempunyai tiga buah tabung yang dipasang menyilang diantara skat-skat. *Muffler* ini cukup baik untuk mencegah terjadinya tekanan balik dan cukup murah.

### 5. Daya Motor

Daya motor diperoleh dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang menghasilkan tekanan untuk mendorong torak sehingga menghasilkan daya putar pada poros engkol. Menurut BPM, Arens & H. Berenschot (1980: 18) "Daya motor adalah besarnya kerja motor selama waktu tertentu".

Daya motor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu daya indikator dan daya efektif:

#### a. Daya Indikator

Menurut Wiranto Arismunandar (1993: 24) "Daya indikator adalah daya yang dihasilkan oleh silinder". Dengan kata lain daya indikator adalah daya teoritis yang belum dipengaruhi faktor gesekan di dalam silinder motor. Kerja mekanis dari satu putaran adalah :

$$N_i = a \cdot P_i \cdot A \cdot L$$

Keterangan :

a = Faktor pengali, untuk motor 2 tak = 1 dan untuk motor 4 tak =  $\frac{1}{2}$

P<sub>i</sub> = Tekanan rata-rata yang diindikasikan

A = Luas Lingkaran Torak ( $\frac{p}{4} \cdot D^2$ )

L = Panjang langkah torak

"Daya mesin sebagai rata-rata kerja yang dilakukan dalam satuan waktu" (Toyota New Step, 1992: 14).

Maka daya yang dihasilkan selama n putaran adalah :

$$N_i = a \cdot P_i \cdot \frac{p}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot Z$$

Keterangan : n = Putaran Poros Engkol

Z = Jumlah Silinder

Dapat pula ditulis :

$$N_i = a \cdot P_i \cdot \frac{p}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot Z \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{100}$$

Dimana :

1/60 = Untuk mengubah satu menit = 60 detik

1/100 = Untuk mengubah 1 m = 100 cm

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ KW}$$

$$1 \text{ PS} = 0,7355 \text{ KW}$$

(Wiranto Arismunandar, 1983: 25)

b. Daya Efektif

"Daya efektif adalah daya yang sebenarnya yaitu daya indikator dikurangi daya yang hilang akibat gesekan-gesekan antara bantalan-bantalan".Eko Yogaswara.(2005: 62). Daya efektif atau yang sering disebut daya poros terjadi karena dibangkitkan oleh daya indikator yang berada di atas torak dari hasil pembakaran kemudian daya tersebut menekan torak ke bawah yang memutar poros. E. Karyanto, ( 2002: 32 ) mengemukakan bahwa Besarnya daya indikator ( $N_i$ ) yang telah dikurangi berbagai kerugian gesekan maka akan didapat nilai besarnya daya efektif ( $N_e$ ). Besar kecilnya kerugian karena gesekan yang terjadi di dalam mesin seperti gesekan antara torak dan dinding silinder akan mempengaruhi rendemen mekanik ( $h_m$ ). Maka daya efektif adalah :

$$N_e = N_i \times h_m .$$

Besarnya daya efektif dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N_e = \frac{P_e \cdot V \cdot n}{900} \quad (\text{Daryanto, 2002: 15}).$$

Keterangan :

$N_e$  = Daya Efektif (dalam HP)

$V$  = Isi silinder (  $\text{cm}^2$  )

$n$  = Putaran poros engkol ( Rpm )

$P_e$  = Tekanan efektif rata-rata indikator (dalam  $\text{Kg/cm}^2$ )

1) Daya Spesifik

"Daya spesifik sebuah motor ialah usaha yang dapat diberikan untuk tiap - tiap  $\text{dm}^2$  luas dinding silinder motor tersebut" ( E. Karyanto, 2002 : 40 ). Untuk menghitung daya spesifik dapat dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{N_e}{(Qc)_3^2}$$

Keterangan:

T = Daya Spesifik (dalam pk/ dm<sup>2</sup>)

Qc = Isi langkah tiap - tiap silinder (dalam dm<sup>3</sup>)

Ne = Daya Efektif

## 2) Pengukuran Daya.

Daya mesin yang sesungguhnya dapat diukur berdasarkan pada putaran poros dan momen torsi yang dihasilkan. Antara daya, momen dan torsi tersebut memiliki hubungan yang saling keterkaitan. Momen mesin ialah nilai yang menunjukkan gaya putar atau *twisting force* pada out put mesin (poros engkol) (New Step 1, 1995 :1-7). Nilai ini dinyatakan dengan satuan Newton Meter dan dihitung dengan persamaan :

$$\mathbf{T = P \times r}$$

Dimana: T = Momen Putar (Torsi )

P = Gaya

r = Jarak (*Distance*)

Daya *out put* mesin merupakan rata - rata kerja yang dilakukan dalam satu waktu. Satuan yang umum ialah Kilowatt (KW). Satuan lain yang digunakan ialah HP dan PS. Sedangkan hubungan antara Kilowatt, HP dan PS adalah seperti dalam persamaan di bawah ini :

$$1 \text{ PS} = 0,7355 \text{ KW (KiloWatt)}$$

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ KW}$$

Untuk memperjelas hubungan antara Daya, Torsi dan Putaran dapat dijelaskan sebagai berikut:

Apabila sebuah roda dengan jari - jari R padanya bekerja gaya keliling P yang menyebabkan roda berputar sebanyak n putaran per menit maka daya N yang bekerja adalah:

$$N_i = P \cdot 2 \cdot p \cdot R \cdot n \cdot \frac{1}{60} \quad \text{KgcM/detik.}$$

$$= \frac{P}{60 \cdot 100} \cdot 2 \cdot p \cdot R \cdot n \quad \text{Kgm/detik}$$

karena 1 HP = 75 Kgm/detik, maka :

$$Ni = \frac{P \cdot R \cdot n}{60 \cdot 100 \cdot 75} \text{ HP}$$

P x R adalah momen putar yang bekerja, jadi sama dengan Torsi  
maka kalau kita gantikan menjadi :

$$Ni = \frac{T \cdot n}{60 \cdot 100 \cdot 75} \text{ HP}$$

$$\text{Atau } T = \frac{60 \cdot 100 \cdot 75 \cdot Ni}{n} = \frac{60 \cdot 100 \cdot 75 \cdot Ni}{n} = 71620 \frac{Ni}{n}$$

Mesin yang bekerja terjadi kehilangan usaha untuk mengatasi gesekan - gesekan maka di dalam teknik telah diambil suatu rumus mengenai hubungan antara Torsi ( momen putar), daya, dan putaran sebagai berikut:

$$T = 71620 \frac{Ne}{n}$$

Yang mana;

T = adalah Momen Putar dalam kgcm.

Ne = adalah Daya dalam HP

n = adalah putaran mesin per menit.

Daya sepeda motor dalam penelitian ini diukur menggunakan alat DYNOMite Dynamometer buatan USA dengan cara memasang sepeda pada alat diatas rollernya untuk roda belakang dan diikat kedua sisi begel jok dengan rantai alat menggunakan tegangan tali seimbang, transmisi sepeda motor gigi 4, sepeda dinaiki orang dengan bobot 55 Kg. Untuk mengetahui daya tertinggi daya setiap pengukuran daya dilakukan pembukaan gas sampai putaran 8000 rpm. Adapun spesifikasi alat DYNOMite Dynamometer sebagai berikut :

#### **Spesifikasi DYNOMite Dynamometer**

Dimensi	: 35 inch x 92 inch x 16 inch
Berat	: 1.300 Pound
Kapasitas pengukuran	: 0 - 32,000 HP + RPM display
Kecepatan	: 0,0 - 255,0 MPH
Pengontrolan	: Electronic Auto-Load Control (Road Simulation)
Roller	: Diameter 25 Inch

Bahan : Heavy-duty structural, tubular and steel frame with diamond plate deck  
 Untuk lebih jelasnya spesifikasi DYNOMite Dynamometer dapat dilihat pada lampiran.

Spesifikasi lain yang dipakai pada saat pengukuran daya motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003 adalah

Merek ban	: IRC
Ukuran ban	: 2,75 - 4 PR
Tekanan ban	: 2,25 Kg/cm <sup>2</sup> / 33 Psi / 225 Kpa
Busi	: NGK C 6 HS
Oli Mesin	: Federal Supreme
Rantai	: DID 428, 98 mata
Berat Pengendara	: 55 Kg
Celah Katup	: IN 0,05 mm / EX 0,05 mm

#### 6. Sepeda Motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003

Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003 merupakan salah satu produk unggulan dari PT. Indomobil Suzuki Internasional. Spesifikasi dari sepeda motor ini adalah sebagai berikut :

##### a. Dimensi dan Berat

Panjang x lebar x tinggi.....	1905 mm x 650 mm x 1050 mm
Jarak mesin ke tanah.....	1215 mm
Berat kosong.....	95 Kg

##### b. Mesin

Jenis.....	4 langkah, pendingin udara SOHC
Jumlah silinder .....	1 buah
Diameter silinder x langkah piston.....	53,5 mm x 48,8 mm
Isi silinder .....	109 cm <sup>2</sup>
Perbandingan kompresi.....	9,3 : 1
Karburator .....	MIKUNI VM 17SH, Tunggal
Sistem starter.....	Listrik dan engkol

c. Transmisi

Kopling.....	Basah P.E.C.S
Transmisi.....	4 Percepatan, konstann mesh
Reduksi awal.....	3.823(65/17)
Reduksi akhir .....	2.500(35/14)
Perbandingan gear, Rendah .....	3.000(33/11)
Kedua.....	1.875(30/16)
Ketiga.....	1.368(26/19)
Top .....	1.052(20/19)

d. Rangka

Suspensi depan .....	Teleskop, lingkaran pegas, peredam oli
Suspensi belakang .....	Swing arm, lingkaran pegas
Caster .....	63,4
Trail.....	83 mm
Radius putaran .....	1,9 m
Ukuran ban depan.....	2,50 - 17 4PR
Ukuran ban belakang.....	2,75 - 4PR

e. Kelistrikan

Jenis pengapian .....	DC - CDI
Busi .....	NGK C 6 HS atau ND U 20 FS - U
Generator.....	AC, Magnet
Battery .....	12 V 18,9Kc
Sekring .....	10 A
Lampu utama .....	12 V 30/30 W
Lampu belakang/rem .....	12 V 5/18 W
Lampu sein .....	12 V 10 W
Lampu tanda Dim.....	12 V 1.7 W
Lampu petunjuk sein .....	12 V 3.4

f. Kapasitas

Tangki bahan bakar.....	4,5 liter
Oli mesin pengganti .....	800 ml

### B. Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan dilakukan ini merujuk pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu :

- a. "Pengaruh Rancangan *Muffler* Terhadap Peredaman Suara dan Unjuk Kerja Mesin". (Jurnal Teknik 2. Janu Parbadi: 2005)

Hasil penelitian ini dapat dilihat dari tabel daya yang dihasilkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Janu Parbadi di bawah ini

Tabel 1. Daya yang dihasilkan tiap jenis *muffler*

Putaran mesin RPM	DAYA (kW)						
	Tanpa Muffler	Muffler 1	Muffler 2	Muffler 3	Muffler 4	Muffler 5	Muffler 6
1500	8,542	7,990	7,991	8,542	8,266	7,991	7,991
1750	12,859	11,894	11,573	12,859	12,537	11,894	12,216
2000	16,165	15,063	14,696	15,798	15,798	15,063	15,063
2250	19,840	18,600	18,186	19,013	19,426	18,186	18,600
2500	23,421	22,044	21,584	22,962	22,962	21,584	22,044
3000	29,208	27,555	26,452	28,657	28,106	27,224	27,555



Keterangan :

*Muffler 1 = Baffle*

*Muffler 4 = Three pass tube*

*Muffler 2 = Off set tube*

*Muffler 5 = Louvre*

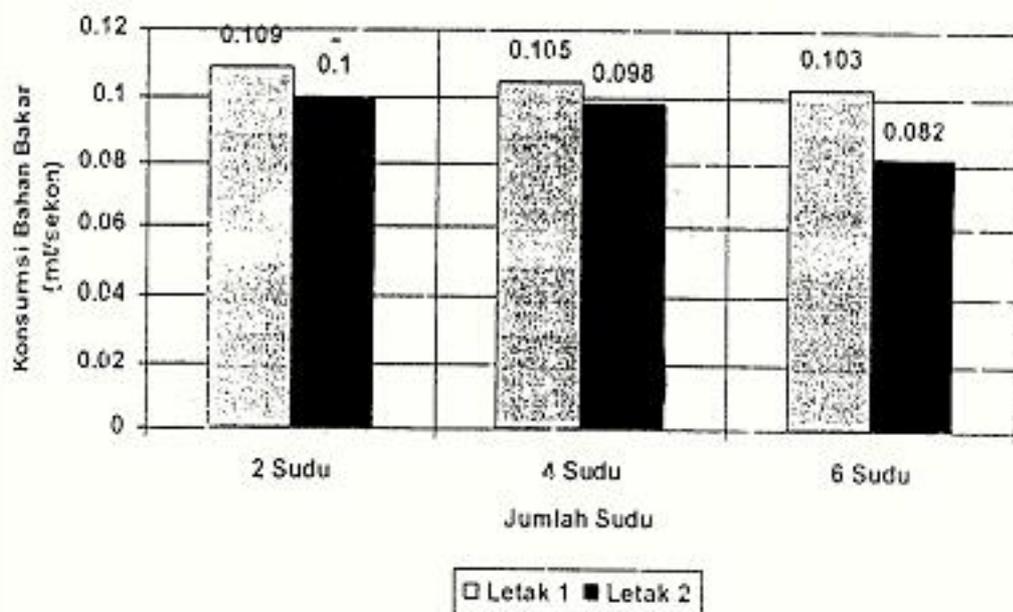
*Muffler 3 = Resonansi*

*Muffler 6 = Burgess manning*

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan variasi *muffler* jenis resonansi dan *off set tube* dapat meningkatkan daya mesin. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk menguji dan membandingkan penggunaan jenis *muffler*. Pada penelitian ini digunakan *muffler* standard, *muffler off set tube* ,dan *muffler* resonansi.

b. "Pengaruh Letak Pemasangan dan Jumlah Sudu *Swirling vane* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun Tahun 2003" (Skripsi: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, M. Aris Widodo: 2005)

Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Histogram Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Suzuki Shogun Tahun 2003 Berdasarkan Letak Pemasangan dan Jumlah Sudu *Swirling vane* di bawah ini :



Gambar 13. Histogram Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Suzuki Shogun Tahun 2003 Berdasarkan Letak Pemasangan dan Jumlah Sudu *Swirling Vane*

Pada gambar diatas dapat disimpulkan bahwa dengan memasang *swirling vane* bersudu 6 buah pada letak dua yaitu antara *intake manifold* dengan saluran masuk ke ruang bakar menghabiskan konsumsi bahan bakar yang paling sedikit. Hal ini karena pembakaran yang terjadi sempurna, seluruh bahan bakar terbakar habis sehingga daya yang dihasilkannya dapat meningkat.

### C. Kerangka Pemikiran

Dewasa ini banyak konsumen sepeda motor yang merasa belum puas terhadap hasil rancangan pabrikan sepeda motor. Hal ini dapat dilihat dari modifikasi-modifikasi yang mereka lakukan, seperti modifikasi pada *intake manifold*, dan modifikasi pada knalpot. Modifikasi yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin.

Salah satu cara untuk meningkatkan unjuk kerja motor dalam hal ini meningkatkan daya motor adalah dengan membuat pembakaran yang sempurna. Pembakaran yang sempurna dapat terjadi apabila campuran bahan bakar dan udara homogen. Untuk mendapatkan campuran yang homogen diperlukan suatu alat tambahan (*Swirling Vane*) yang dipasang pada *intake manifold*

*Swirling Vane* berfungsi merubah arah aliran fluida (campuran bensin dan udara) yang semula laminar menjadi turbulen. Aliran turbulen ini menyebabkan fluida berputar sehingga campuran bahan bakar lebih homogen. Ketika busi memercikkan api, bahan bakar akan terbakar habis secara teratur sehingga menghasilkan daya yang optimal. Banyak sedikitnya jumlah sudu *swirling vane* akan mempengaruhi besarnya pusaran yang dihasilkan, sehingga mempengaruhi pula pada homogenitas campuran.

Gas bekas pembakaran harus segera dikeluarkan dari dalam silinder melalui knalpot. *Muffler* adalah bagian dari knalpot yang berfungsi meredam bunyi sekaligus meminimalisir terjadinya tekanan balik (*back pressure*). Tekanan balik terjadi karena gas bekas yang akan keluar terhambat oleh skat-skot dan komponen peredam suara pada *muffler*, sehingga gas bekas tersebut kembali lagi ke ruang bakar. Ketika langkah isap hanya sedikit bahan bakar dari karburator yang masuk ke dalam silinder, karena sebagian ruangan sudah ditempati oleh gas bekas. Hal ini menyebabkan efisiensi volumetris berkurang yang pada akhirnya akan mengurangi daya motor.

Untuk lebih jelasnya kerangka pemikiran ini dapat digambarkan dalam paradigma sebagai berikut :

	1		
X1	2	1	
	3		
		3	Y
	1		
X2	2	2	
	3		

Keterangan :

X1 = *Swirling Vane*

X2 = *Muffler*

X11 = *Swirling Vane 4 sudu*

X12 = *Swirling Vane 6 sudu*

X13 = *Swirling Vane 8 sudu*

X21 = *Muffler Standard*

X22 = *Muffler Resonansi*

X23 = *Muffler Off Set Tube*

Y = *Daya Mesin*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Penelitian

##### 1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel Silver Motor Sport Jl. Raya Ngagel 77 H-J, Surabaya Telp. 031-5041999, Fax. 031-5042999. Tempat ini dipilih karena memiliki peralatan yang canggih yang sudah menggunakan sistem digital yaitu dengan alat Dinamometer untuk mengukur daya motor langsung dalam satuan HP.

##### 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2006 sampai dengan Januari 2007. Adapun jadwal penelitian sebagai berikut:

##### a. Perijinan Penelitian

1. Perijinan ke rektor : Tanggal 20 Desember 2006
2. Perijinan ke pudek III : Tanggal 22 Desember 2006
3. Perijinan ke tempat penelitian: Tanggal 25 Desember 2006

b. Pelaksanaan Penelitian : Tanggal 04-05 Januari 2007

c. Analisis Data : Tanggal 10-20 Januari 2007

d. Penulisan Laporan : Tanggal 20 Januari-20 Februari 2007

#### B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan merupakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (M. Nasser, 1988: 74). Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang datanya berupa angka-angka atau data kualitatif yang datanya diangkakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah



sudu *Swirling Vane* dan penggunaan jenis *Muffler* terhadap daya pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD110 Tahun 2003.

### **C. Populasi dan Sampel**

#### **1. Populasi Penelitian**

Suharsimi Arikunto (1993: 102) mengemukakan bahwa "populasi adalah keseluruhan obyek penelitian". Populasi dalam penelitian ini adalah sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003.

#### **2. Sampel Penelitian**

Pengertian sampel menurut sugiyono (1999: 57) "Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut". Ada beberapa syarat dalam pengambilan sampel antaralain sampel harus menjadi cermin dari populasi, sampel harus merupakan populasi dalam bentuk kecil (*miniature population*). Dalam penelitian ini teknik pengambilan sampel digunakan adalah "*purposive sampling*" yaitu teknik penentuan sampel untuk tujuan tertentu saja (Sugiyono, 2001: 62).

Sampel dalam penelitian ini adalah satu buah sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003 dengan nomor polisi AD 5412 CU, nomor rangka MH 8 FD 110 X 3 J 186789, dan nomor mesin E 401 ID 192691.

### **D. Teknik Pengumpulan Data**

#### **1. Identifikasi Variabel**

Devinisi variabel adalah obyek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Suharsimi Arikunto, 1983: 80). Didalam variabel terdapat satu atau lebih gejala. Yang mungkin pula terdiri dari berbagai aspek atau unsur sebagai bagian yang tidak terpisahkan. Dalam penelitian ini terdapat tiga buah variabel, sebagai berikut:

##### **a. Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki berbagai aspek atau unsur yang berfungsi mempengaruhi atau menentukan munculnya variabel lain yang disebut dengan variabel terikat, munculnya atau adanya

variabel ini tidak dipengaruhi atau tidak ditentukan oleh ada atau tidaknya variabel lain. Sehingga tanpa variabel bebas, maka tidak akan ada variabel terikat. Demikian dapat pula terjadi bahwa jika variabel bebas berubah, maka akan muncul variabel terikat yang berbeda atau yang lain.

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- 1). Penempatan *swirling vane* pada *intake manifold* yang terdiri dari *swirling vane* dengan 4 sudu, 6 sudu, dan 8 sudu.
- 2). Penggunaan variasi *muffler* knalpot yang terdiri dari 3 jenis yaitu *muffler* standar, *muffler off set tube* dan *muffler* resonansi.

#### b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki pula sejumlah aspek atau unsur di dalamnya, yang berfungsi menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi lain yang disebut variabel bebas, dengan kata lain ada atau tidaknya variabel terikat tergantung ada atau tidaknya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah daya sepeda motor Suzuki Shogun R 110 tahun 2003.

#### c. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah himpunan sejumlah gejala dengan berbagai aspek atau unsur di dalamnya, yang berfungsi untuk mengendalikan agar variabel terikat yang muncul bukan karena variabel lain. Tetapi benar-benar karena variabel bebas tertentu. Pengendalian variabel ini dimaksudkan agar tidak merubah atau menghilangkan variabel bebas yang akan diungkapkan pengaruhnya. Dengan kata lain kontrol yang dilakukan terhadap variabel ini akan menghasilkan variabel terikat murni.

Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah:

- 1) Keadaan mesin tanpa beban.
- 2) Sepeda motor distel dalam keadaan standard.
  - a. Busi standard NGK C 6 HS
  - b. Bahan bakar premium
  - c. Karburator standard MIKUNI VM 17 SH
  - d. Celah katup standard

- e. Stelan karburator standard
  - f. Pengapian standard DC-CDI
- 3) Selang waktu tiap pengambilan data dibuat selama  $\pm 30$  detik.
  - 4) Dimensi dan panjang *muffler* sama.
  - 5) Bahan *swirling vane* sama, yaitu plat setebal 0,5 mm tipis yang banyak dijual di pasaran.

## 2. Desain Eksperimen

"Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan teridentifikasi) sedemikian rupa sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat terkumpul". (Sudjana, 1989: 1).

Pada penelitian ini digunakan desain eksperimen factorial 3 x 3, definisi dari desain eksperimen adalah eksperimen yang semua (hampir semua) taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan dalam eksperimen tersebut, pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas yang kemudian pada desain eksperimen ini disebut faktor. Faktor pertama (A) mempunyai 3 taraf, meliputi pemasangan *swirling vane* dengan 4 sudu, *swirling vane* dengan 6 sudu, dan *swirling vane* dengan 8 sudu. Sedangkan faktor kedua (B) terdiri 3 taraf yaitu pemakaian jenis *muffler* standard, *muffler Off set tube* dan *muffler* resonansi. Sehingga pada desain eksperimen faktorial 3 x 3 ini akan diperoleh data sebanyak 45 data.

Tabel 2. Desain Ekperimen Faktorial Pengaruh Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Pemakaian Jenis *Muffler* Terhadap Daya Sepeda Motor Suzuki Shogun R 110 Tahun 2003.

	Taraf	<b>FAKTOR B</b>			Jumlah	Rata-rata
		Jenis <i>Muffler</i>			keseluruhan	keseluruhan
		Standar	<i>Off Set Tube</i>	Resonansi	N	n
(Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> )	4 sudu	Y <sub>111</sub>	Y <sub>121</sub>	Y <sub>131</sub>	J <sub>100</sub>	
		Y <sub>112</sub>	Y <sub>122</sub>	Y <sub>132</sub>		
		Y <sub>113</sub>	Y <sub>123</sub>	Y <sub>133</sub>		
		Y <sub>114</sub>	Y <sub>124</sub>	Y <sub>134</sub>		
		Y <sub>115</sub>	Y <sub>125</sub>	Y <sub>135</sub>		
	Jumlah	J <sub>110</sub>	J <sub>120</sub>	J <sub>130</sub>		
	Rata-rata	Y <sub>211</sub>	Y <sub>221</sub>	Y <sub>231</sub>		
	6 sudu	Y <sub>212</sub>	Y <sub>222</sub>	Y <sub>232</sub>	J <sub>200</sub>	
		Y <sub>213</sub>	Y <sub>223</sub>	Y <sub>233</sub>		
		Y <sub>214</sub>	Y <sub>224</sub>	Y <sub>234</sub>		
		Y <sub>215</sub>	Y <sub>225</sub>	Y <sub>235</sub>		
		Y <sub>210</sub>	Y <sub>220</sub>	Y <sub>230</sub>		
	Jumlah	J <sub>210</sub>	J <sub>220</sub>	J <sub>230</sub>		
	Rata-rata	Y <sub>311</sub>	Y <sub>321</sub>	Y <sub>331</sub>		
	8 sudu	Y <sub>312</sub>	Y <sub>322</sub>	Y <sub>332</sub>	J <sub>300</sub>	
		Y <sub>313</sub>	Y <sub>323</sub>	Y <sub>333</sub>		
		Y <sub>314</sub>	Y <sub>324</sub>	Y <sub>334</sub>		
		Y <sub>315</sub>	Y <sub>325</sub>	Y <sub>335</sub>		
		Y <sub>310</sub>	Y <sub>320</sub>	Y <sub>330</sub>		
	Jumlah	J <sub>310</sub>	J <sub>320</sub>	J <sub>330</sub>		Y <sub>300</sub>
	Rata-rata	Y <sub>010</sub>	Y <sub>020</sub>	Y <sub>030</sub>	J <sub>000</sub>	
	Jumlah besar	J <sub>010</sub>	J <sub>020</sub>	J <sub>030</sub>	J <sub>000</sub>	
	Rata-rata Besar	Y <sub>010</sub>	Y <sub>020</sub>	Y <sub>030</sub>	Y <sub>020</sub>	Y <sub>000</sub>

(Sumber: Sudjana, 1989:17)

Keterangan:

Y : Data daya motor

J : Jumlah data daya motor

Y : data rata-rata daya motor

### 3. Pelaksanaan Eksperimen

#### a. Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sbb:

##### 1. *Tool set*

Digunakan untuk membongkar dan memasang knalpot dan komponen lain yang diperlukan untuk mengukur daya motor antara lain:

##### 2. *Digital stop watch*

Digunakan untuk mengukur lama waktu yang diperlukan dalam pengambilan data pada saat penelitian.

##### 3. *Tachometer*

Digunakan untuk mengukur putaran mesin dalam rpm sepeda motor sesuai kebutuhan yang diinginkan untuk mengambil data yang sesuai diperlukan

##### 4. Dynamometer (DYNOMite)

Digunakan untuk mengukur besarnya daya motor yang dihasilkan.

##### 5. Blower

Sebagai media pendingin mesin.

#### b. Bahan penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Tiga buah *swirling vane* yang terdiri dari 4 sudu, 6 sudu dan 8 sudu.
2. *Muffler* yang terdiri 3 macam yaitu *muffler standard*, *muffler off set tube*, dan *muffler resonansi*.
3. Sepeda motor Suzuki Shogun R FD110 tahun 2003.

c. Tahap eksperimen

Tahap eksperimen dalam penelitian ini dapat dijelaskan dengan bagan aliran proses eksperimen sebagai berikut:

Sepeda Motor Suzuki Shogun R FD110 TH 2003

*Tune-Up*

*Swirling Vane  
Dengan 4 Sudu*

*Swirling Vane  
Dengan 6 Sudu*

*Swirling Vane  
Dengan 8 Sudu*

Jenis *Muffler* Standar

Jenis *Muffler* *Off set tube*

Jenis *Muffler* Resonansi

Jenis *Muffler* Standar

Jenis *Muffler* *Off set tube*

Jenis *Muffler* Resonansi

Jenis *Muffler* Standar

Jenis *Muffler* *Off set tube*

Jenis *Muffler* Resonansi

Perhitungan Daya mesin

Analisis data

Kesimpulan

Gambar 14. Bagan aliran proses eksperimen

Adapun urutan langkah eksperimennya adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

- a) Menyiapkan objek penelitian, yaitu sepeda motor Suzuki Shogun R FD110 Tahun 2003.
- b) Menyiapkan alat dan bahan.
- c) Memasang sepeda motor pada dynamometer.
- d) Mengkalibrasi dynamometer.
- e) Menghidupkan mesin untuk mendapatkan suhu kerja.

2. Pengujian

a. Dengan *swirling vane* 4 sudu.

- 1) Memasang *swirling vane* 4 sudu dan memasang *muffler* standard.
- 2) Menghidupkan mesin.
- 3) Memasukkan persneling ke gigi 4.
- 4) Membuka gas sampai 8000 rpm.
- 5) Melihat sekaligus mencatat daya (HP) terbesar yang dihasilkan dan mencatat putaran mesin (rpm) pada saat menunjukkan daya maksimal.
- 6) Menurunkan putaran mesin sampai putaran *iddle*.
- 7) Mengulangi untuk mendapatkan 5 replikasi.
- 8) Mematikan mesin.
- 9) Mengganti *muffler* standard dengan *muffler off set tube*.
- 10) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).
- 11) Mengganti *muffler off set tube* dengan *muffler* resonansi. Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).

b. Dengan *swirling vane* 6 sudu.

- 1) Memasang *swirling vane* 6 sudu dan memasang *muffler* resonansi.
- 2) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).
- 3) Mengganti *muffler* resonansi dengan *muffler off set tube*.
- 4) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).
- 5) Mengganti *muffler off set tube* dengan *muffler* standard.

c. Dengan *swirling vane* 8 sudu

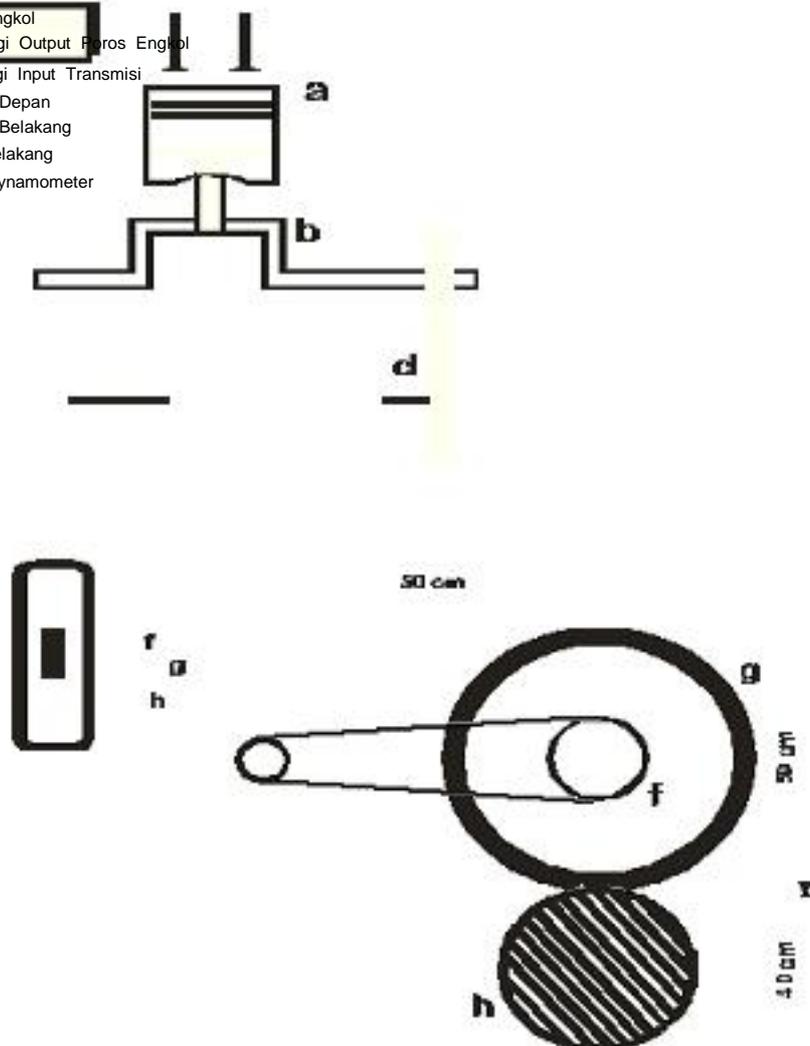
- 1) Memasang *swirling vane* 8 sudu dan memasang *muffler* standard.
- 2) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).
- 3) Mengganti *muffler* standard dengan *muffler off set tube*.
- 4) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).
- 5) Mengganti *muffler off set tube* dengan *muffler* resonansi
- 6) Mengulangi langkah (a.2) sampai langkah (a.8).

d. Prosedur Perhitungan Daya

a. *Sketsa*

Rancangan Gambar :

- b = Poros Engkol
- c = Roda Gigi Output Poros Engkol
- d = Roda Gigi Input Transmisi
- e = Sproket Depan
- f = Sproket Belakang
- g = Roda Belakang
- h = Roller Dynamometer



Gambar 15. Sketsa Perhitungan Daya

$$P = 9,8 \text{ Hp} / 8.000 \text{ rpm}$$

$$P = \frac{2p \cdot T \cdot n}{4500}$$

$$T_b = \frac{P \cdot 4500}{2p \cdot n} = \frac{9,8 \cdot 4500}{6,28 \cdot 8000} = 0,88 \text{ kg.m}$$

1) Menghitung Gaya di roda gigi *output* poros engkol (c):

$$T_c = T_b \quad \text{diketahui } r_b = 14 \text{ mm} \\ = 0,014 \text{ m}$$

$$T_c = F_c \cdot r_c$$

$$F_c = \frac{T_c}{r_c} = \frac{0,88}{0,014} = 62,86 \text{ kg}$$

2) Menghitung Torsi di roda gigi *input* transmisi (d):

$$F_d = F_c \quad \text{diketahui } r_d = 43,5 \text{ mm} \\ = 0,0435 \text{ m}$$

$$T_d = F_d \cdot r_d$$

$$T_d = 62,86 \times 0,0435 = 2,73 \text{ kg.m}$$

3) Menghitung Gaya di roda gigi *output* transmisi (e) pada gigi kecepatan ke-4:

$$T_e = T_d, \text{ gear ratio} = 1 \quad \text{diketahui } r_e = 0,0335 \text{ m}$$

$$T_e = F_e \cdot r_e$$

$$F_e = \frac{T_e}{r_e} = \frac{2,73}{0,0335} = 81,49 \text{ kg}$$

4) Menghitung Gaya dan Torsi di roda gigi belakang (f):

$$r = 7,9 \text{ cm}$$

$$r = 3,4 \text{ cm}$$

$$\sin a = \frac{x_1 - x_2}{L}$$

$$= \frac{7,9 - 3,4}{50} = 0,09$$

98

8,4

$$v = 98^2 - 8,4^2$$

$$V = 9,533,44 = 97,63 \text{ cm}$$

$$\cos a = \frac{v}{98} = \frac{97,63}{98} = 0,996$$

$$F_f = F_e \cdot \cos a \\ = 81,49 \times 0,996 = 81,16 \text{ kg}$$

$$T_f = F_f \cdot r_f \text{ à diketahui } r_f = 0,079 \text{ m} \\ = 81,16 \times 0,079 \\ = 6,41 \text{ kg.m}$$

5) Menghitung Gaya di roda belakang (g):

$$T_g = T_f \\ F_g = \frac{T_g}{r_g} \text{ à diketahui } r_g = 29,5 \text{ cm} = 0,295 \text{ m} \\ = \frac{6,41}{0,295} = 21,73 \text{ kg}$$

6) Menghitung Torsi di *Roller* (h):

$$F_h = F_g \\ T_h = F_h \cdot r_h \text{ à diketahui } r_h = 0,2 \text{ m} \\ T_h = 21,73 \times 0,2 = 4,35 \text{ kg.m}$$

7) Menghitung rpm di *Roller*:

$$n_b = 8000 \text{ rpm} \\ n_c = n_b \text{ (seporos)} \\ n_d = \frac{15 \times 8000}{77} = 1558,44 \text{ rpm (input transmisi)} \\ n_e = n_d \text{ (gear ratio = 1)} \\ n_f = \frac{14 \times 1558,44}{34} = 641,7 \text{ rpm} \\ n_f = n_f \text{ (seporos)} \\ n_g = \frac{n_f \cdot d_g}{d_h} = \frac{641,7 \times 59}{40} = 946,52 \text{ rpm} \\ n_h$$

8) Menghitung Daya di *Roller* (selip diabaikan):

$$P = \frac{2p \cdot n \cdot T}{4500} = \frac{6,28 \times 946,52 \times 4,35}{4500} = 5,75 \text{ HP}$$

**CATATAN:**

Menghitung Daya Teoritis dan Efektif secara matematis:

$$N_i = a \frac{p^4 D^2 L \cdot P_i \cdot z \cdot n}{75 \cdot 60} \text{ HP}$$

$$N_e = a \frac{p^4 D^2 L \cdot P_i \cdot z \cdot n}{75 \cdot 60} \cdot h \text{ HP}$$

Diketahui:

- a = 1/2 (motor 4 langkah)
- D = 53,5 mm = 0,0535 m
- L = 48,8 mm = 0,0488 m
- P<sub>i</sub> = 7,5 kg/cm<sup>2</sup> = 7,5 · 10<sup>4</sup> kg/m<sup>2</sup>
- Z = 1
- n = 8000 rpm

$$\rightarrow N_i = \frac{1}{2} \frac{3,14^4 \cdot (0,0535)^2 \cdot 0,0488 \cdot 7,5 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 8000}{75 \cdot 60}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{65788,24}{75 \cdot 60} = 7,3 \text{ HP}$$

Hasil guna Mekanik  $\zeta_m = 0,8$

$$\rightarrow N_e = N_i \cdot \zeta_m = 7,3 \times 0,8 = 5,84 \text{ HP}$$

### E. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, untuk menganalisa data digunakan analisis variasi (Anava) dua jalan. Namun sebelumnya terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

#### 1. Uji Persyaratan Analisis Data

##### a. Uji Normalitas

Uji normalitas ini bertujuan untuk mengetahui apakah data pada variabel-variabel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas *Liliefors*.

Adapun prosedur yang ditempuh dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1) Tentukan hipotesis

$H_0$  = Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

$H_1$  = Sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal.

2) Tentukan taraf nyata  $\alpha = 0,01$

3) Menentukan harga SD dengan rumus:

$$SD^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}$$

4) Pengamatan  $X_1, X_2, \dots, X_n$  dijadikan bilangan  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  dengan

menggunakan rumus :  $Z_1 = \frac{X_1 - X}{SD}$

5) Statistik uji yang digunakan  $L = \text{maks. } [F(Z_i) - S(Z_i)]$

Dengan  $F(Z_i) = P(Z < Z_i) : Z \sim N(0,1)$ :

$$S(Z_i) = \frac{\text{banyaknya } Z_1, Z_2, Z_3 = Z_i}{n}$$

6) Daerah kritik uji  $DK = \{L > L_{\alpha:n}\}$

$H_0$  ditolak apabila  $L_0 \text{ mak} > L \text{ tabel}$ .

$H_1$  diterima apabila  $L_0 \text{ mak} < L \text{ tabel}$ .

(Sumber: Budiono, 2000: 169)

b. Uji Homogenitas

Untuk menguji persyaratan homogenitas digunakan *Uji Bartlett*. Adapun prosedur yang harus ditempuh adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan Hipotesis  

$$H_0 = S_1^2 = S_2^2 \dots = S_k^2 ; H^{-1}$$
- 2) Tentukan taraf nyata  $\alpha = 0,01$
- 3) Menentukan tabel Uji *Bartlett*

Tabel 3. Harga-harga yang perlu untuk Uji *bartlett*

Sampel ke	Dk	1/dk	Si <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	(dk) Log Si <sup>2</sup>
1	$N_1 - 1$	$1/(N_1 - 1)$	Si <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	$(N_1 - 1) \text{Log Si}^2$
2	$N_2 - 1$	$1/(N_2 - 1)$	Si <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	$(N_2 - 1) \text{Log Si}^2$
kekeliruan	$N_k - 1$	$1/(N_k - 1)$	Si <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	$(N_k - 1) \text{Log Si}^2$
Jumlah	$\Sigma(N_i - 1)$	$\Sigma(1/N_i - 1)$			$\Sigma(N_i - 1) \text{Log Si}^2$

- 4) Untuk uji *Bartlett* digunakan statistik *Chi Kuadrat*

$$X^2 = (\ln 10) \{ B - \Sigma(N_i - 1) \log S_i^2 \}; \text{Dimana:}$$

$$B = \text{Koefisien Bartlett} = (\log S_i^2) \Sigma(n_i - 1)$$

$$S_i^2 = \text{Variasi gabungan dari semua sampel} = \{ \Sigma(N_i - 1) s_i^2 + \Sigma(N_i - 1) S_i^2 =$$

$$\sum_{n_i-1} Y_i^2 - \left( \sum Y_i \right)^2 / n_i$$

- 5) Daerah kritik (Daerah penolakan Ho)

$$\text{Ho ditolak apabila } X^2 \geq X^2_{\alpha, (k-1)}$$

$$\text{Ho diterima apabila } X^2 \leq X^2_{\alpha, (k-1)}$$

(Sumber: Sudjana,1982: 259)

## 2. Analisis Data

### a. Uji Hipotesis dengan Anava Dua Jalan

Dalam penelitian ini untuk menguji hipotesis setelah diperoleh data dengan metode eksperimen yang berdistribusi normal dan memiliki varian yang homogen. Maka digunakan analisis varian dua jalan. Dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

#### 1) Menentukan hipotesis

- a)  $H_0 : \sigma_A^2 = 0 ; H_{i1} : \text{ada salah satu perbedaan}$   
 b)  $H_0 : \sigma_B^2 = 0 ; H_{i2} : \text{ada salah satu perbedaan}$   
 c)  $H_0 : \sigma_B^2 = 0 ; H_{i3} : \text{ada salah satu perbedaan}$

#### 2) Memilih taraf signifikan tertentu ( $\alpha = 0,01$ )

#### 3) Menetapkan kriteria pengujian, yaitu :

- a)  $H_{01}$  diterima apabila  $F \leq F\alpha (a - 1, ab(n-1))$   
 $H_{01}$  ditolak apabila  $F \geq F\alpha (a - 1, ab(n-1))$   
 b)  $H_{02}$  diterima apabila  $F \leq F\alpha (b - 1, ab(n-1))$   
 $H_{02}$  ditolak apabila  $F \geq F\alpha (b - 1, ab(n-1))$   
 c)  $H_{03}$  diterima apabila  $F \leq F\alpha (a - 1)(b - 1, ab(n-1))$   
 $H_{03}$  ditolak apabila  $F \geq F\alpha (a - 1)(b - 1, ab(n-1))$

#### 4) Menentukan besarnya F

Rumus-rumus yang digunakan untuk menganalisa data guna menentukan jumlah kuadrat (JK), derajat kebebasan (dk), mean kuadrat (KT) dan F observasi adalah :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2, \text{ dengan dk} = abn$$

$J_{i00}$  = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke i faktor A

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$J_{j00}$  = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke j faktor B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$J_{ij0}$  = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke i faktor A dalam taraf ke J faktor B

$$= \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$J_{000}$  = Jumlah nilai semua pengamatan

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2$$

$R_y$  =  $\frac{J_{000}^2}{abn}$ , dengan dk = 1

$A_y$  = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk semua taraf faktor A

$$= bn \sum_{i=1}^a \left( \bar{Y}_{i00} - Y_{000} \right)^2$$

$$= \sum_{i=1}^a \frac{J_{000}^2}{bn} - RY \text{ dengan } dk = (a - 1)$$

$B_y$  = Jumlah kuadrat (JK) untuk semua taraf faktor B.

$$= an \sum_{i=1}^a \left( \bar{Y}_{i00} - Y_{000} \right)^2$$

$$= \sum_{i=1}^a \frac{J_{000}^2}{n} - RY \text{ dengan } dk = (b - 1)$$

$J_{ab}$  = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk semua sel untuk daftar a x b.

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \left( \bar{Y}_{ij0} - Y_{000} \right)^2$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{J_{0j0}^2}{n} - RY$$

$AB_y$  = Jumlah kuadrat-kuadrat untuk interaksi antara faktor A dan faktor B.

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \left( \bar{Y}_{ij0} - Y_{000} - \bar{Y}_{i00} - \bar{Y}_{0j0} \right)^2$$

$$= J_{ab} - A_y - B_y \text{ dengan } dk = (a - 1)(b - 1)$$

$E_y$  =  $\sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - AB_y$  dengan dk = ab(n - 1)

A = Mean kuadrat untuk faktor A

$$= A_y / (a - 1)$$

B = Mean kuadrat untuk faktor B

$$= A_y / (b-1)$$

AB = mean kuadrat untuk A dan B.

$$= AB_y / (a - 1) (b - 1)$$

E =  $E_v / ab (n - 1)$

Setelah perhitungan selesai, hasilnya dimasukkan ke dalam daftar anava sebagai berikut:

Tabel 4. Rangkuman Anava Dua Jalan.

Sumber Variasi	Derajat kebebasan(dk)	Jumlah Kuadrat (JK)	Mean Kuadrat (KT)	F
Rata-rata perlakuan	1	$R_y$	$A_y/dkA$	KTA/KTE
A	1 - 1	$A_y$	$B_y/dkB$	KTB/KTE
B	b - 1	$B_y$	$aby/dkAB$	KTB/KTE
AB	(a - 1) (b - 1)	$AB_y$	$E_y/dkE$	
Kekeliruan (E)	ab (n - 1)	$E_y$		
Jumlah	abn	$\Sigma Y^2$	-	-

Karena dalam penelitian ini ada dua buah taraf faktor A dan tiga buah taraf faktor B, yang semuanya digunakan dalam eksperimen, maka untuk menghitung statistik F, digunakan model tetap, yaitu:

Ho<sub>1</sub> dipakai statistik  $F_A = KTA/KTE$

Ho<sub>2</sub> dipakai statistik  $F_B = KTB/KTE$

Ho<sub>3</sub> dipakai statistik  $F_{AB} = KTAB/KTE$

5) Menetapkan kesimpulan.

$F_A \geq Ft_{1 \rightarrow}$  Ho<sub>1</sub> ditolak

$F_B \geq Ft_{1 \rightarrow}$  Ho<sub>2</sub> ditolak

$F_{AB} \geq Ft_{1 \rightarrow}$  Ho<sub>3</sub> ditolak

(Sumber: Sudjana,1989: 114)

b. Komparasi Ganda Pasca Anava Dua jalan

Komparasi ganda pasca anava bertujuan untuk mengetahui rerata mana yang berbeda atau rerata mana yang sama. Dalam penelitian ini, komparasi ganda yang digunakan untuk tindak lanjut anava ada dua jalan adalah dengan memakai metode *Scheffe*. Langkah-langkah yang harus ditempuh pada metode *Scheffe* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi semua pasangan komparasi rata-rata yang ada.
- 2) Menentukan tingkat signifikansi  $\alpha = 1\%$
- 3) Mencari nilai statistik uji F dengan menggunakan formula:
  - a. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar baris.

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left( \frac{1}{n \cdot i} + \frac{1}{n \cdot j} \right)}, \text{RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (p - 1) F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

- b. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar kolom

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left( \frac{1}{n \cdot i} + \frac{1}{n \cdot j} \right)}, \text{RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (q - 1) F_{\alpha; q-1, N-pq}\}$$

- c. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar sel pada kolom yang sama.

$$F_{ij-kj} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left( \frac{1}{n \cdot ij} + \frac{1}{n \cdot kj} \right)}, \text{RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (pq - 1) F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

- d. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar sel pada baris yang sama

$$F_{ij-ik} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left( \frac{1}{n \cdot ij} + \frac{1}{n \cdot ik} \right)}, \text{RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (pq - 1) F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

- 4) Menentukan keputusan uji untuk masing-masing komparasi ganda.

## BAB IV HASIL PENELITIAN

j

### A. Deskripsi Data

n baris ke j

Dari hasil penelitian daya motor yang dilakukan dengan faktor A berupa Variasi Jumlah Sudu *Swirling Vane* yaitu 4 sudu, 6 sudu, dan 8 sudu dan faktor B berupa Penggunaan Jenis *Muffler* yaitu *muffler standard*, *muffler off set tube*, dan *muffler resonansi* dapat dideskripsikan data sebagai berikut:

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Daya Motor (HP) Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 dengan Beban 55 kg pada 8.000 rpm.

Faktor A (Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> )		Faktor B (Penggunaan Jenis <i>Muffler</i> )			jumlah	rata-rata	
		Standard	<i>Off Set Tube</i>	Resonansi			
Faktor A (Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> )	4 Sudu	3.06	3.14	3.42	jumlah	rata-rata	
		3.10	3.25	3.45			
		3.08	3.28	3.48			
		3.09	3.25	3.49			
		3.08	3.32	3.48			
		3.08	3.32	3.48			
	6 Sudu	jumlah	15.41	16.24	17.32	jumlah	rata-rata
		rata-rata	3.08	3.25	3.46		
		3.52	3.75	3.95			
		3.54	3.78	3.98			
		3.58	3.80	3.95			
		3.60	3.82	3.99			
	8 Sudu	jumlah	17.83	18.87	19.81	jumlah	rata-rata
		rata-rata	3.57	3.77	3.96		
3.32		3.56	3.60				
3.27		3.54	3.65				
3.39		3.58	3.67				
3.36		3.60	3.60				
jumlah besar	jumlah	16.69	17.85	18.2	jumlah besar	rata-rata	
	rata-rata	3.34	3.57	3.64			
	jumlah besar	49.93	52.96	55.33			
	rata-rata	3.33	3.53	3.69			

52.74

3.52

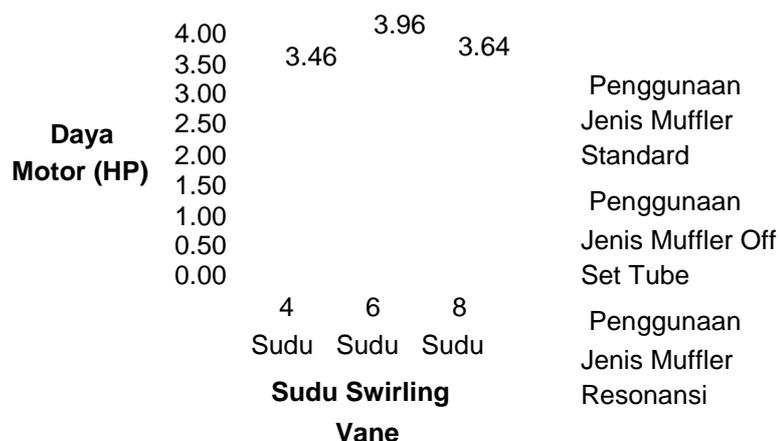
158.22

Data hasil pengukuran daya motor dalam Tabel 5 di atas diperoleh dari besarnya daya motor yang terukur pada dinamometer (*DYNOMite Dynamometer*). Secara umum hasil pengukuran daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 dapat dijelaskan pada Tabel 6 sebagai berikut:

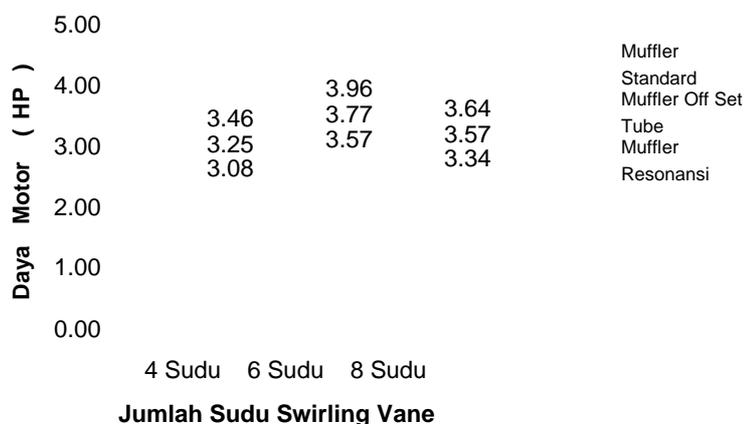
Tabel 6. Hasil Perhitungan Rata-rata Daya Motor (HP) Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 dengan Beban 55 kg pada 8.000 rpm.

Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i>	Penggunaan Jenis <i>Muffler</i>		
	Standard	<i>Off Set Tube</i>	Resonansi
4 Sudu	3,08	3,25	3,46
6 Sudu	3,57	3,77	3,96
8 Sudu	3,34	3,57	3,64

Dari hasil rata-rata pada Tabel 6 di atas dapat dijelaskan bahwa dari hasil pengukuran daya motor Suzuki Shogun 110 tahun 2003 didapatkan daya terendah saat 8.000 rpm pada roda belakang sebesar 3,08 HP pada *Swirling Vane* 4 sudu dan *Muffler* Standard. Daya motor meningkat ketika dilakukan Penggantian *Swirling Vane* 6 sudu dan penggunaan *Muffler* Standard, sehingga didapatkan daya motor optimal saat 8.000 rpm pada roda belakang sebesar 3,96 HP.



Gambar 16. Histogram Pengaruh Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler* Terhadap Daya Mesin Suzuki Shogun 110 tahun 2003.



Gambar 17. Grafik Pengaruh Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler* Terhadap Daya Mesin Suzuki Shogun 110 tahun 2003

## B. Uji Persyaratan Analisis

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, maka data yang diperoleh sebelum dianalisis dengan uji analisis varian dua jalan dilakukan uji pendahuluan atau uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas dipakai untuk menguji apakah data hasil penelitian yang didapatkan mempunyai distribusi yang normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji normalitas *Lilliefors*, dengan taraf signifikansi 1%. Selanjutnya mencari harga  $L_{maks}$   $[F(z_i) - S(z_i)]$  pada masing-masing kelompok perlakuan. Kemudian harga  $L_{maks}$  untuk baris dikonsultasikan dengan harga  $L_{Tabel}$  yang didapatkan dalam tabel dengan  $N = 15$  dan diperoleh  $L_{Tabel}$  sebesar 0,257 dan untuk kolom dikonsultasikan dengan harga  $L_{Tabel}$  yang didapatkan dalam tabel dengan  $N = 15$  dan diperoleh  $L_{Tabel}$  sebesar 0,257. Jika hasil perhitungan didapatkan harga  $L_{maks}$  lebih kecil dari harga  $L_{Tabel}$ , maka data berdistribusi normal. Adapun keputusan uji normalitas dan data selengkapnya terdapat dalam Tabel 7

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas dengan Metode *Lilliefors*

Sumber Perlakuan	Data Hasil Uji	Keputusan
Baris A <sub>1</sub>	$L_{Maks} = 0,1734 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Baris A <sub>2</sub>	$L_{Maks} = 0,1698 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Baris A <sub>3</sub>	$L_{Maks} = 0,2019 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Kolom B <sub>1</sub>	$L_{Maks} = 0,1976 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Kolom B <sub>2</sub>	$L_{Maks} = 0,1545 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Kolom B <sub>3</sub>	$L_{Maks} = 0,1787 < L_{(0,01)(15)} = 0,257$	Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Karena  $L_{maks}$  dari perlakuan tidak berada pada daerah kritik atau lebih kecil dari  $L_{Tabel}$ , maka  $H_0$  masing-masing perlakuan diterima. Jadi data hasil pengukuran daya mesin Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 dalam penelitian ini secara keseluruhan berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

## 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji kesamaan beberapa buah rata-rata data. Penelitian ini menggunakan metode *Bartlett* untuk uji homogenitas dengan pengambilan kesimpulan dengan taraf signifikansi 1%. Untuk uji homogenitas antar baris jika didapatkan harga  $X^2_{Hitung}$  lebih kecil dari harga  $X^2_{Tabel}$  [ $X^2_{(0,99)(14)} = 29,1$ ], berarti data yang didapatkan berasal dari sampel yang homogen. Sedangkan untuk uji homogenitas antar kolom jika didapatkan harga  $X^2_{Hitung}$  lebih kecil dari harga  $X^2_{Tabel}$  [ $X^2_{(0,99)(14)} = 29,1$ ], berarti data yang didapatkan berasal dari sampel yang homogen. Hasil uji homogenitas dengan metode *Bartlett* terlihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas dengan Metode *Bartlett*

Sumber Variasi	$X^2_{\text{Hitung}}$	$X^2_{\text{Tabel (1-}\hat{\alpha}\text{)(k-1)}}$	Keputusan Uji
Baris	0,72	29,10	$H_0$ diterima
Kolom	0,14	29,10	$H_0$ diterima

Karena masing-masing sumber memenuhi kriteria  $X^2 < X^2_{(1-\hat{\alpha})(k-1)}$  sehingga  $X^2_{\text{Hitung}}$  tidak terletak pada daerah kritik, maka  $H_0$  diterima. Jadi kedua faktor tersebut (baris dan kolom) berasal dari populasi yang homogen.

### C. Pengujian Hipotesis

#### 1. Uji Hipotesis dengan Anava Dua Jalan

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh Variasi Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis Muffler terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD110 tahun 2003, dilakukan pengujian statistik. Uji statistik penelitian ini adalah analisis varian dua jalan. Hasil analisis varian dua jalan sebagai indikator ada pengaruh jumlah sudu *swirling vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD110 tahun 2003.

Kemudian untuk melihat besarnya pengaruh masing-masing variabel dan interaksi antara kedua variabel tersebut dapat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis dengan Anava Dua Jalan.

Sumber Variasi	DK	JK	KT	$F_{\text{Observasi}}$	$F_{\text{Tabel}}$	p
Rata-rata Perlakuan	1	556,30				
A	2	1,90	0,95	667,79	5,25	< 0,01
B	2	1,98	0,45	344,23	5,25	< 0,01
AB	4	0,03	0,01	5,69	3,89	< 0,01
Kekeliruan (E)	36	0,05	0,001			
Jumlah	45					

Keterangan:

A : Jumlah Sudu *Swirling Vane*

B : Penggunaan Jenis *Muffler*

AB: Pengaruh bersama (interaksi) antara Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler*

Berdasarkan rangkuman hasil uji F untuk anava dua jalan pada Tabel 9 dapat diambil keputusan uji sebagai berikut:

a. Pengaruh Jumlah Sudu *Swirling Vane* Terhadap Daya Motor,

Tabel 9 menunjukkan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 667,79$  dan  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  sehingga  $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ . Hal ini berarti rerata berbeda signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Jadi hipotesis pertama diterima.

b. Pengaruh Jenis *Muffler* Terhadap Daya Motor.

Tabel 9 menunjukkan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 344,23$  dan  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  sehingga  $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ . Hal ini berarti rerata berbeda signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Jadi hipotesis kedua diterima.

c. Pengaruh Bersama (Interaksi) antara Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Jenis *Muffler* Terhadap Daya Motor.

Tabel 9 menunjukkan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 5,69$  dan  $F_{\text{Tabel}} = 3,89$  sehingga  $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ . Hal ini berarti rerata berbeda signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh bersama (interaksi) antara jumlah sudu *swirling vane* dan jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Jadi hipotesis ketiga diterima.

## 2. Hasil Komparasi Ganda Pasca Anava Dua Jalan

Setelah melakukan analisis menggunakan analisis varian dua jalan, maka untuk mengetahui perbedaan reratanya secara jelas, dilanjutkan dengan uji komparasi ganda. Uji komparasi ganda setelah anava dua jalan menggunakan uji *Scheffe*.

Tabel 10. Hasil Komparasi Rataan Antar Baris.

No.	Sumber Perbedaan Antar Baris (Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i> )	$F_{Obs}$	$(p-1)F_{\alpha;p-1;N-pq}$	Kesimpulan
1	4 Sudu >> 6 Sudu	1334,54	10,50	Berbeda Signifikan
2	4 Sudu >> 8 Sudu	333,64	10,50	Berbeda Signifikan
3	6 Sudu >> 8 Sudu	333,64	10,50	Berbeda Signifikan

Keterangan: Ada perbedaan jika  $F_{Obs} > (p-1)F_{\alpha;p-1;N-p}$

Tabel 11. Hasil Komparasi Rataan Antar Kolom.

No.	Sumber Perbedaan Antar Kolom (Jenis <i>Muffler</i> )	$F_{Obs}$	$(q-1)F_{\alpha;q-1;N-pq}$	Kesimpulan
1	Standard >> <i>Off Set Tube</i>	215,51	10,50	Berbeda Signifikan
2	Standard >> Resonansi	684,51	10,50	Berbeda Signifikan
3	<i>Off Set Tube</i> >> Resonansi	131,85	10,50	Berbeda Signifikan

Keterangan: Ada perbedaan jika  $F_{Obs} > (q-1)F_{\alpha;q-1;N-pq}$

Tabel 12. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel pada Baris yang Sama.

N	Sumber Perbedaan		$F_{Obs}$	$(pq-1)F_{\alpha;pq-1;N-pq}$	Kesimpulan
	Variasi Jumlah Sudu <i>Swirling Vane</i>	Faktor B (Jenis <i>Muffler</i> )			
1	4 Sudu >> 6 Sudu	Standard	48,51	24,32	Berbeda Signifikan
2	4 Sudu >> 8 Sudu	Standard	256,91	24,32	Berbeda Signifikan
3	6 Sudu >> 8 Sudu	Standard	82,14	24,32	Berbeda Signifikan
4	4 Sudu >> 6 Sudu	<i>Off Set Tube</i>	76,17	24,32	Berbeda Signifikan
5	4 Sudu >> 8 Sudu	<i>Off Set Tube</i>	276,08	24,32	Berbeda Signifikan
6	6 Sudu >> 8 Sudu	<i>Off Set Tube</i>	62,23	24,32	Berbeda Signifikan
7	4 Sudu >> 6 Sudu	Resonansi	94,76	24,32	Berbeda Signifikan
8	4 Sudu >> 8 Sudu	Resonansi	160,57	24,32	Berbeda Signifikan
9	6 Sudu >> 8 Sudu	Resonansi	8,63	24,32	Berbeda Signifikan

Keterangan: Ada perbedaan jika  $F_{Obs} > (pq-1)F_{\alpha;pq-1;N-pq}$

Tabel 13. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel pada Kolom yang Sama.

No	Sumber Perbedaan		F <sub>Obs</sub>	(pq-1)F <sub>á;pq-1;N-pq</sub>	Kesimpulan
	Jenis <i>Muffler</i>	Faktor A (Variasi <i>Swirling Vane</i> )			
1	Standard >< <i>Off set tube</i>	4 Sudu	412,42	24,32	Berbeda Signifikan
2	Standard >< Resonansi	4 Sudu	115,38	24,32	Berbeda Signifikan
3	<i>Off set tube</i> >< Resonansi	4 Sudu	91,52	24,32	Berbeda Signifikan
4	Standard >< <i>Off set tube</i>	6 Sudu	487,11	24,32	Berbeda Signifikan
5	Standard >< Resonansi	6Sudu	73,27	24,32	Berbeda Signifikan
6	<i>Off set tube</i> >< Resonansi	6 Sudu	436,63	24,32	Berbeda Signifikan
7	Standard >< <i>Off set tube</i>	8 Sudu	54,54	24,32	Berbeda Signifikan
8	Standard >< Resonansi	8 Sudu	182,54	24,32	Berbeda Signifikan
9	<i>Off set tube</i> >< Resonansi	8 Sudu	182,54	24,32	Berbeda Signifikan

Keterangan: Ada perbedaan jika  $F_{Obs} > (pq-1)F_{á;pq-1;N-pq}$

Hasil perhitungan uji *Scheffe* pasca anava menunjukkan bahwa semua  $F_{Obs}$  lebih besar dari kriteria uji, dengan demikian semua kombinasi perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 Tahun 2003.

Kesimpulan :

- Pada tabel 10 menunjukkan bahwa  $F_{Obs} > (p-1)F_{á;p-1;N-p}$  hal ini berarti rerata berbeda signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variasi jumlah sudu *swirling vane* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- Pada tabel 11 menunjukkan bahwa  $F_{Obs} > (q-1)F_{á;q-1;N-pq}$  hal ini berarti rerata berbeda signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua penggunaan jenis *muffler* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- Pada tabel 12 dan tabel 13 menunjukkan bahwa  $F_{Obs} > (pq-1)F_{á;pq-1;N-pq}$  hal ini berarti rerata berbeda signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

#### D. Pembahasan Hasil Analisis Data

Berdasarkan analisis data hasil penelitian daya motor dapat dikemukakan pembahasannya sebagai berikut:

1. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa pengaruh jumlah sudu *Swirling Vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 adalah  $F_A$  lebih besar daripada  $F_{Tabel}$  pada taraf signifikansi 0,01, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada pengaruh yang sangat signifikan antara jumlah sudu *Swirling Vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Hal ini karena jumlah sudu *Swirling Vane* berpengaruh pada besarnya pusaran campuran bahan bakar untuk menciptakan homogenitas campuran sehingga terjadi pembakaran yang sempurna. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal sehingga akan menghasilkan daya yang tinggi.
2. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa pengaruh jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 adalah  $F_B$  lebih besar dari pada  $F_{Tabel}$  pada taraf signifikansi 0,01, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada pengaruh jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Hal ini karena rancangan *muffler* yang baik dapat meminimalisir terjadinya tekanan balik sehingga dapat meningkatkan efisiensi volumetrik. Efisiensi volumetrik yang tinggi akan meningkatkan daya motor.
3. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa pengaruh bersama (interaksi) antara Variasi Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 adalah  $F_{AB}$  lebih besar daripada  $F_{Tabel}$  pada taraf signifikansi 0,01, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada interaksi antara Variasi Jumlah Sudu *Swirling Vane* dan Penggunaan Jenis *Muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Hal ini karena jumlah sudu *swirling vane* berpengaruh pada homogenitas campuran bahan bakar. Campuran bahan bakar yang homogen akan terbakar dengan sempurna sehingga menghasilkan daya motor yang optimal. Sedangkan *muffler* berfungsi untuk meminimalisir terjadinya tekanan balik, sehingga gas

bekas tidak kembali lagi ke ruang bakar. Dengan demikian efisiensi volumetriknya akan meningkat, dengan semakin meningkatnya efisiensi volumetrik maka daya motor yang dihasilkannya pun akan meningkat pula.

4. Komparasi ganda pasca anava yang dilakukan dengan menggunakan uji *Scheffe* menunjukkan bahwa daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003 pada semua perlakuan mempunyai perbedaan. Tabel 10 menunjukkan hasil komparasi rata-rata antar baris (Variasi Jumlah Sudu *Swirling Vane*) dari data eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa keseluruhan  $F_{\text{Observasi}}$  lebih besar dari kriteria uji sehingga disimpulkan bahwa pada semua variasi jumlah sudu *swirling vane* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Tabel 11 menunjukkan hasil komparasi rata-rata antar kolom (Penggunaan Jenis *Muffler*) dari data eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa  $F_{\text{Observasi}}$  lebih besar dari kriteria uji sehingga disimpulkan bahwa pada penggunaan jenis *muffler* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Tabel 12 menunjukkan hasil komparasi rata-rata antar sel dalam baris yang sama dari data eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa  $F_{\text{Observasi}}$  lebih besar dari kriteria uji sehingga disimpulkan bahwa pada semua variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Sedangkan tabel 13 menunjukkan hasil komparasi rata-rata antar sel dalam kolom yang sama dari data eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa  $F_{\text{Observasi}}$  lebih besar dari kriteria uji sehingga disimpulkan bahwa pada variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* berbeda pengaruhnya terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
5. Berdasarkan Tabel 6, yang merupakan rangkuman hasil penelitian tingkat daya motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003, dapat dilihat tingkat daya motor pada jumlah sudu *swirling vane* 6 buah dan jenis *muffler* resonansi adalah yang paling optimal yaitu sebesar 3,96 Hp saat 8.000 rpm pada roda belakang. Hal ini karena jumlah sudu *swirling vane* 6 buah yang paling efektif menciptakan homogenitas campuran bahan bakar. Campuran bahan bakar

**BAB V**  
**SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN**

**A. Simpulan Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian daya motor yang dilakukan dan perumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh yang signifikan variasi jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 cc tahun 2003. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 667,79$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%.
2. Ada pengaruh yang signifikan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 cc tahun 2003-. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 344,23$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 5,25$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%.

3. Ada pengaruh bersama (interaksi) yang signifikan variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya motor Suzuki Shogun R FD 110 cc tahun 2003. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $F_{\text{Observasi}} = 5,69$  lebih besar dari  $F_{\text{Tabel}} = 3,89$  ( $F_{\text{Observasi}} > F_{\text{Tabel}}$ ) pada taraf signifikansi 1%.
4. Daya motor optimal Suzuki Shogun R FD 110 cc tahun 2003 saat 8.000 rpm pada roda belakang sebesar 3,99 HP pada jumlah sudu *swirling vane* 6 buah dan penggunaan *muffler* resonansi, sedangkan daya motor terendah sebesar 3,08 HP pada jumlah sudu *swirling vane* 4 buah dan penggunaan *muffler* Standard.

## B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian daya motor dan didukung oleh landasan teori yang telah dikemukakan, penelitian ini dapat diterapkan ke dalam beberapa implikasi sebagai berikut:

### 1. Implikasi teoritis

Penelitian ini menyelidiki pengaruh jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya motor pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar pengembangan penelitian yang relevan dimasa yang akan datang sesuai dengan masalah yang dibahas. *Swirling vane* berfungsi merubah aliran bahan bakar yang semula laminar menjadi turbuler sehingga bahan bakar akan menjadi lebih homogen. Bahan bakar yang homogen akan terbakar dengan sempurna sehingga akan menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal dan pada akhirnya akan meningkatkan daya motor.

Jumlah sudu *swirling vane* sangat berpengaruh terhadap keturbulenan aliran bahan bakar. Jumlah sudu yang terlalu banyak akan menghambat laju aliran bahan bakar sehingga akan mengurangi volume bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, sehingga akan mengurangi daya motor. Untuk itu ada batasan yang perlu diperhatikan dalam merancang jumlah sudu *swirling vane*. Dari hasil penelitian diperoleh jumlah sudu *swirling vane* yang paling bagus adalah 6 buah.

Penggunaan jenis *muffler* yang tepat akan meningkatkan daya motor, hal ini terjadi karena rancangan *muffler* dengan skat yang simpel akan memperlancar laju aliran gas buang, sehingga dapat meminimalisir terjadinya tekanan balik (*back pressure*). Tekanan balik tersebut sangat merugikan karena gas bekas kembali lagi kesilinder menempati ruang yang seharusnya ditempati muatan segar dari karburator, sehingga akan menurunkan efisiensi volumetrik. Dengan menurunnya efisiensi volumetrik maka daya motor yang dihasilkan akan menurun pula.

### 2. Implikasi praktis

Penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mendapatkan daya motor yang optimal dengan variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler*. Bagi para pemilik kendaraan bermotor roda dua, sebagai pedoman



1 jenis *muffler*

ang dihasilkan,

ningkatkan daya

*ld* yaitu dengan

; bakar dengan

erdampak negatif

ju aliran bahan

api berdampak

in bahan bakar

*re.*

p polusi suara

dimasa mendatang

ter) diharapkan

1 tali pengikat

**Data Hasil Pengukuran Daya Motor (HP) Suzuki Shogun R FD 110  
cc tahun 2003 Pada 8.000 rpm**

		Faktor B (Penggunaan Jenis <i>Muffler</i> )			jumlah	rata-rata
		Standard	<i>Off Set Tube</i>	Resonansi		
Faktor A (Variasi Jumlah Sudu Swirling Vane )	4 Sudu	3.06	3.14	3.42	48.97	3.26
		3.10	3.25	3.45		
		3.08	3.28	3.48		
		3.09	3.25	3.49		
		3.08	3.32	3.48		
		jumlah	15.41	16.24		
	rata-rata	3.08	3.25	3.46		
	6 Sudu	3.52	3.75	3.95	56.51	3.77
		3.54	3.78	3.98		
		3.58	3.80	3.95		
		3.60	3.82	3.99		
		3.59	3.72	3.94		
		jumlah	17.83	18.87		
	rata-rata	3.57	3.77	3.96		
	8 Sudu	3.32	3.56	3.60	52.74	3.52
		3.27	3.54	3.65		
3.39		3.58	3.67			
3.36		3.60	3.60			
3.35		3.57	3.68			
jumlah		16.69	17.85	18.2		
rata-rata	3.34	3.57	3.64			
jumlah besar	49.93	52.96	55.33	158.22		
rata-rata besar	3.33	3.53	3.69			

### Standar Deviasi Untuk Uji Normalitas

#### Standar Deviasi Untuk Baris A<sub>1</sub> (Swirling Vane 4 Sudu)

$$n = 15 \quad \sum x_i = 48,9700 \quad \sum x_i^2 = 160,2597$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 160,2597 - 48,97^2}{15(15-1)} = 0,1666848 \end{aligned}$$

#### Standar Deviasi Untuk Baris A<sub>2</sub> (Swirling Vane 6 Sudu)

$$n = 15 \quad \sum x_i = 56,5100 \quad \sum x_i^2 = 213,2973$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 213,2973 - 56,51^2}{15(15-1)} = 0,170146 \end{aligned}$$

#### Standar Deviasi Untuk Baris A<sub>3</sub> (Swirling Vane 8 Sudu)

$$n = 15 \quad \sum x_i = 52,7400 \quad \sum x_i^2 = 185,6998$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 185,6998 - 52,74^2}{15(15-1)} = 0,13783 \end{aligned}$$

#### Standar Deviasi Untuk Kolom B<sub>1</sub> (Muffler Standard)

$$n = 15 \quad \sum x_i = 49,9300 \quad \sum x_i^2 = 166,8005$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 166,8005 - 49,93^2}{15(15-1)} = 0,2070496 \end{aligned}$$

**Standar Deviasi Untuk Kolom B<sub>2</sub> (Muffler Off Set Tube)**

$$n = 15 \quad \sum x_i = 52,9600 \quad \sum x_i^2 = 187,7136$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 187,7136 - 52,96^2}{15(15-1)} = 0,228269 \end{aligned}$$

**Standar Deviasi Untuk Kolom B<sub>3</sub> (Muffler Resonansi)**

$$n = 15 \quad \sum x_i = 55,3300 \quad \sum x_i^2 = 204,7427$$

$$\begin{aligned} SD &= \frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{15 \cdot 204,7427 - 55,33^2}{15(15-1)} = 0,215269 \end{aligned}$$

**Uji Normalitas Baris A<sub>1</sub>**  
(Swirling Vane 4 Sudu)

## 1. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 2. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,2647 \quad SD_{A_1} = 0,166685$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.06	3.06	-0.2047	-1.23	0.1093	0.066667	0.0426
2	3.10	3.08	-0.1847	-1.11	0.1335	0.133333	0.0002
3	3.08	3.08	-0.1847	-1.11	0.1335	0.200000	-0.0665
4	3.09	3.09	-0.1747	-1.05	0.1469	0.266667	-0.1198
5	3.08	3.10	-0.1647	-0.99	0.1611	0.333333	-0.1722
6	3.14	3.14	-0.1247	-0.75	0.2266	0.400000	<b>-0.1734</b>
7	3.25	3.25	-0.0147	-0.09	0.4641	0.466667	-0.0026
8	3.28	3.25	-0.0147	-0.09	0.4641	0.533333	-0.0692
9	3.25	3.28	0.0153	0.09	0.5359	0.600000	-0.0641
10	3.32	3.32	0.0553	0.33	0.6293	0.666667	-0.0374
11	3.42	3.42	0.1553	0.93	0.8235	0.733333	0.0902
12	3.45	3.45	0.1853	1.11	0.8665	0.800000	0.0665
13	3.48	3.48	0.2153	1.29	0.9015	0.866667	0.0348
14	3.49	3.48	0.2153	1.29	0.9015	0.933333	-0.0318
15	3.48	3.49	0.2253	1.35	0.9115	1.000000	-0.0885

## 3. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,1734}$

4. Daerah Kritik (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitung} > L_{(\alpha)(n)} = 0,257$

$$L_{(0.01)(15)} = 0,257$$

## 5. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,1734} < L_{(0.01)(15)} = 0,2570$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Normalitas Baris A<sub>2</sub>**  
**(Swirling Vane 6 Sudu)**

## 1. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 2. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,7673 \quad SD_{A_2} = 0,170146$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.52	3.52	-0.2473	-1.45	0.0735	0.066667	0.0068
2	3.54	3.54	-0.2273	-1.34	0.0901	0.133333	-0.0432
3	3.58	3.58	-0.1873	-1.10	0.1357	0.200000	-0.0643
4	3.60	3.59	-0.1773	-1.04	0.1492	0.266667	-0.1175
5	3.59	3.60	-0.1673	-0.98	0.1635	0.333333	<b>-0.1698</b>
6	3.75	3.72	-0.0473	-0.28	0.3897	0.400000	-0.0103
7	3.78	3.75	-0.0173	-0.10	0.4602	0.466667	-0.0065
8	3.80	3.78	0.0127	0.07	0.5279	0.533333	-0.0054
9	3.82	3.80	0.0327	0.19	0.5752	0.600000	-0.0248
10	3.72	3.82	0.0527	0.31	0.6217	0.666667	-0.0450
11	3.95	3.94	0.1727	1.01	0.8438	0.733333	0.1105
12	3.98	3.95	0.1827	1.07	0.8577	0.800000	0.0577
13	3.95	3.95	0.1827	1.07	0.8577	0.866667	-0.0090
14	3.99	3.98	0.2127	1.25	0.8944	0.933333	-0.0389
15	3.94	3.99	0.2227	1.31	0.9049	1.000000	-0.0951

## 3. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,1698}$

Daerah Kritik (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitung} > L_{(\alpha)(n)} = 0,257$

$L_{(0.01)(15)} = 0,257$

## 4. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,1698} < L_{(0.01)(15)} = 0,2570$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Normalitas Baris A<sub>3</sub>**  
**(Swirling Vane 8 Sudu)**

## 5. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 6. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,5160 \quad SD_{A_3} = 0,137830$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.32	3.27	-0.2460	-1.78	0.0375	0.066667	-0.0292
2	3.27	3.32	-0.1960	-1.42	0.0778	0.133333	-0.0555
3	3.39	3.35	-0.1660	-1.20	0.1151	0.200000	-0.0849
4	3.36	3.36	-0.1560	-1.13	0.1292	0.266667	-0.1375
5	3.35	3.39	-0.1260	-0.91	0.1314	0.333333	<b>-0.2019</b>
6	3.56	3.54	0.0240	0.17	0.5675	0.400000	0.1675
7	3.54	3.56	0.0440	0.32	0.6255	0.466667	0.1588
8	3.58	3.57	0.0540	0.39	0.6517	0.533333	0.1184
9	3.60	3.58	0.0640	0.46	0.6772	0.600000	0.0772
10	3.57	3.60	0.0840	0.61	0.7291	0.666667	0.0624
11	3.60	3.60	0.0840	0.61	0.7291	0.733333	-0.0042
12	3.65	3.60	0.0840	0.61	0.7291	0.800000	-0.0709
13	3.67	3.65	0.1340	0.97	0.834	0.866667	-0.0327
14	3.60	3.67	0.1540	1.12	0.8686	0.933333	-0.0647
15	3.68	3.68	0.1640	1.19	0.883	1.000000	-0.1170

## 7. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,2019}$

Daerah Kritik (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitung} > L_{(\alpha)(n)} = 0,257$

$$L_{(0.01)(15)} = 0,257$$

## 8. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,2019} < L_{(0.01)(15)} = 0,2570$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Normalitas Kolom B<sub>1</sub>**  
**(Penggunaan Muffler Standard)**

## 1. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 2. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,3287 \quad SD_{B1} = 0,207050$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.06	3.06	-0.2687	-1.30	0.0968	0.066667	0.0301
2	3.10	3.08	-0.2487	-1.20	0.1151	0.133333	-0.0182
3	3.08	3.08	-0.2487	-1.20	0.1151	0.200000	-0.0849
4	3.09	3.09	-0.2387	-1.15	0.1251	0.266667	-0.1416
5	3.08	3.10	-0.2287	-1.10	0.1357	0.333333	<b>-0.1976</b>
6	3.52	3.27	-0.0587	-0.28	0.3897	0.400000	-0.0103
7	3.54	3.32	-0.0087	-0.04	0.3446	0.466667	-0.1221
8	3.58	3.35	0.0213	0.10	0.5398	0.533333	0.0065
9	3.60	3.36	0.0313	0.15	0.5586	0.600000	-0.0414
10	3.59	3.39	0.0613	0.30	0.6178	0.666667	-0.0489
11	3.32	3.52	0.1913	0.92	0.8212	0.733333	0.0879
12	3.27	3.54	0.2113	1.02	0.8461	0.800000	0.0461
13	3.39	3.58	0.2513	1.21	0.8869	0.866667	0.0202
14	3.36	3.59	0.2613	1.26	0.8962	0.933333	-0.0371
15	3.35	3.60	0.2713	1.31	0.9049	1.000000	-0.0951

## 3. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,1976}$

4. Daerah Kritis (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitun} > L_{(\alpha)(n)} = 0,257$

$$L_{(0.01)(15)} = 0,294$$

## 5. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,1976} < L_{(0.01)(15)} = 0,2940$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Normalitas Kolom B<sub>2</sub>**  
**(Penggunaan Muffler Off Set Tube)**

## 1. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 2. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,5307 \quad SD_{B_2} = 0,228269$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.14	3.14	-0.3907	-1.71	0.0433	0.066667	-0.0234
2	3.25	3.25	-0.2807	-1.23	0.1093	0.133333	-0.0240
3	3.28	3.25	-0.2807	-1.23	0.1093	0.200000	-0.0907
4	3.25	3.28	-0.2507	-1.10	0.1397	0.266667	-0.1270
5	3.32	3.32	-0.2107	-0.92	0.1788	0.333333	<b>-0.1545</b>
6	3.75	3.54	0.0093	0.04	0.5160	0.400000	0.1160
7	3.78	3.56	0.0293	0.13	0.5517	0.466667	0.0850
8	3.80	3.57	0.0393	0.17	0.5675	0.533333	0.0342
9	3.82	3.58	0.0493	0.22	0.5871	0.600000	-0.0129
10	3.72	3.60	0.0693	0.30	0.6178	0.666667	-0.0489
11	3.56	3.72	0.1893	0.83	0.7987	0.733333	0.0654
12	3.54	3.75	0.2193	0.96	0.8315	0.800000	0.0315
13	3.58	3.78	0.2493	1.09	0.8521	0.866667	-0.0146
14	3.60	3.80	0.2693	1.18	0.881	0.933333	-0.0523
15	3.57	3.82	0.2893	1.27	0.898	1.000000	-0.1020

## 3. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,1545}$

4. Daerah Kritik (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitung} > L_{(\alpha)(n)} = 0,294$

$$L_{(0.01)(15)} = 0,294$$

## 5. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,1545} < L_{(0.01)(15)} = 0,2940$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Normalitas Kolom B<sub>3</sub>**  
**(Penggunaan Muffler Resonansi)**

## 1. Hipotesis

$H_0$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

## 2. Komputasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai:

$$X = 3,6887 \quad SD_{B_3} = 0,215269$$

No	(Xi)	Xi	Xi - X	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	3.42	3.42	-0.2687	-1.25	0.1056	0.066667	0.0389
2	3.45	3.45	-0.2387	-1.11	0.1335	0.133333	0.0002
3	3.48	3.48	-0.2087	-0.97	0.1660	0.200000	-0.0340
4	3.49	3.48	-0.2087	-0.97	0.1660	0.266667	-0.1007
5	3.48	3.49	-0.1987	-0.92	0.1788	0.333333	-0.1545
6	3.95	3.60	-0.0887	-0.41	0.3408	0.400000	-0.0592
7	3.98	3.60	-0.0887	-0.41	0.3408	0.466667	-0.1259
8	3.95	3.65	-0.0387	-0.18	0.4286	0.533333	-0.1047
9	3.99	3.67	-0.0187	-0.09	0.4641	0.600000	-0.1359
10	3.94	3.68	-0.0087	-0.04	0.488	0.666667	<b>-0.1787</b>
11	3.60	3.94	0.2513	1.17	0.879	0.733333	0.1457
12	3.65	3.95	0.2613	1.21	0.8869	0.800000	0.0869
13	3.67	3.95	0.2613	1.21	0.8869	0.866667	0.0202
14	3.60	3.98	0.2913	1.35	0.9115	0.933333	-0.0218
15	3.68	3.99	0.3013	1.40	0.9192	1.000000	-0.0808

## 3. Statistik Uji

Dari perhitungan diperoleh  $L_{maks} [F(z_i) - S(z_i)] = \mathbf{0,1787}$

4. Daerah Kritik (Daerah penolakan  $H_0$ )

$H_0$  ditolak jika  $L_{Hitung} > L_{(\alpha)(n)} = 0,294$

$$L_{(0.01)(15)} = 0,294$$

## 5. Keputusan Uji

$H_0$  diterima karena  $L_{Maks} = \mathbf{0,1787} < L_{(0.01)(15)} = 0,2940$  pada taraf signifikansi 0.01, berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

**Uji Homogenitas Antar Baris  
(Baris A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub>)  
Variasi Jumlah Sudu Swirling Vane**

**Tabel Bantuan Uji Homogenitas**

NO	A1	A1 <sup>2</sup>	A2	A2 <sup>2</sup>	A3	A2 <sup>3</sup>
1	3.06	9.36	3.52	12.39	3.32	11.02
2	3.10	9.61	3.54	12.53	3.27	10.69
3	3.08	9.49	3.58	12.82	3.39	11.49
4	3.09	9.55	3.60	12.96	3.36	11.29
5	3.08	9.49	3.59	12.89	3.35	11.22
6	3.14	9.86	3.75	14.06	3.56	12.67
7	3.25	10.56	3.78	14.29	3.54	12.53
8	3.28	10.76	3.80	14.44	3.58	12.82
9	3.25	10.56	3.82	14.59	3.60	12.96
10	3.32	11.02	3.72	13.84	3.57	12.74
11	3.42	11.70	3.95	15.60	3.60	12.96
12	3.45	11.90	3.98	15.84	3.65	13.32
13	3.48	12.11	3.95	15.60	3.67	13.47
14	3.49	12.18	3.99	15.92	3.60	12.96
15	3.48	12.11	3.94	15.52	3.68	13.54
JML	48.9700	160.2597	56.5100	213.2973	52.7400	185.6998

Sampel ke	dk	1/dk	S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	Log S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(dk) Log S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(dk) S <sub>i</sub> <sup>2</sup>
A1	14	0.071429	0.027784	-1.556208	-21.7869149	0.38897
A2	14	0.071429	0.028950	-1.538359	-21.5370201	0.40529
A3	14	0.071429	0.018997	-1.721312	-24.0983640	0.26596
JUMLAH	42				-67.4222989	1.06023

$$s^2 = \frac{\sum (ni - 1) \frac{1}{is}}{\sum ni - 1} = \frac{1 \cdot 0.06023}{42} = 0,025243$$

Log S<sup>2</sup> = -1,5978506

Harga satuan Bartlet (B) = (Log S<sup>2</sup>)(<sub>ni</sub>-1) = -1,5978506 x 42 = -67,109724

Statistik Uji:

$$X_2 = \text{Ln}10\{B-(dk)\text{Log}S_i^2\}$$

$$= 2,3025851\{-67,109724 - (-67,4222989)\} = 0,719731$$

Daerah kritik (daerah penolakan H<sub>0</sub>) H<sub>1</sub> adalah ditolak jika X < X<sup>2</sup><sub>(1-α)(k-1)</sub>

Harga X<sup>2</sup><sub>Tabel</sub> pada taraf signifikansi 0,01 dengan dk=14 adalah X<sup>2</sup><sub>(0.99)(14)</sub> = 29,10

H<sub>0</sub> diterima karena harga X<sup>2</sup><sub>Hitung</sub> < X<sup>2</sup><sub>Tabel</sub> = 0,72 < 29,10

Kesimpulan: Sampel berasal dari populasi yang homogen.

**Uji Homogenitas Antar Kolom**  
(Kolom B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub>)  
Penambahan Octane Booster Dalam Premium

Tabel Bantuan Uji Homogenitas

NO	A1	A1 <sup>2</sup>	A2	A2 <sup>2</sup>	A3	A2 <sup>3</sup>
1	3.06	9.36	3.14	9.86	3.42	11.70
2	3.10	9.61	3.25	10.56	3.45	11.90
3	3.08	9.49	3.28	10.76	3.48	12.11
4	3.09	9.55	3.25	10.56	3.49	12.18
5	3.08	9.49	3.32	11.02	3.48	12.11
6	3.52	12.39	3.75	14.06	3.95	15.60
7	3.54	12.53	3.78	14.29	3.98	15.84
8	3.58	12.82	3.80	14.44	3.95	15.60
9	3.60	12.96	3.82	14.59	3.99	15.92
10	3.59	12.89	3.72	13.84	3.94	15.52
11	3.32	11.02	3.56	12.67	3.60	12.96
12	3.27	10.69	3.54	12.53	3.65	13.32
13	3.39	11.49	3.58	12.82	3.67	13.47
14	3.36	11.29	3.60	12.96	3.60	12.96
15	3.35	11.22	3.57	12.74	3.68	13.54
JML	49.9300	166.8005	52.9600	187.7136	55.3300	204.7427

Sampel	ke	dk	1/dk	S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	Log S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(dk) Log S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(dk) S <sub>i</sub> <sup>2</sup>
A1		14	0.071429	0.042870	-1.367851	-19.1499188	0.60017
A2		14	0.071429	0.052107	-1.283107	-17.9634939	0.72949
A3		14	0.071429	0.046341	-1.334035	-18.6764906	0.64877
JUMLAH		42				-55.7899033	1.97844

$$s^2 = \frac{\sum (ni - 1) s_i^2}{\sum ni - 1} = \frac{1,97844}{42} = 0,047106$$

$$\text{Log } S^2 = -1,3269264$$

$$\text{Harga satuan Bartlett (B)} = (\text{Log } S^2)(\sum ni - 1) = -1,3269264 \times 42 = -55,7899033$$

Statistik Uji:

$$X_2 = \text{Ln}10\{B - (dk)\text{Log}S_i^2\}$$

$$= 2,3025851\{-(-55,7899033)\} = 0,135839$$

Daerah kritik (daerah penolakan H<sub>0</sub>) H<sub>0</sub> adalah ditolak jika  $X < X^2_{(1-\alpha)(k-1)}$

$$\text{Harga } X^2_{\text{Tabel}} \text{ pada taraf signifikansi } 0,01 \text{ dengan } dk=14 \text{ adalah } X^2_{(0,99)(14)} = 29,10$$

$$H_0 \text{ diterima karena harga } X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{\text{Tabel}} = 0,14 < 29,10$$

Kesimpulan: Sampel berasal dari populasi yang homogen

### UJI ANALISIS VARIAN DUA JALAN

#### 1. Hipotesis

- $H_{0A}$  : Tidak ada pengaruh variasi jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- $H_{1A}$  : Ada pengaruh variasi jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- $H_{0B}$  : Tidak ada pengaruh penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- $H_{1B}$  : Ada pengaruh penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- $H_{0AB}$  : Tidak ada interaksi antara variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- $H_{1AB}$  : Ada interaksi antara variasi jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

#### Komputasi

##### a. komponen jumlah kuadrat.

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= 3,06^2 + 3,10^2 + 3,08^2 + 3,09^2 + 3,08^2 + 3,52^2 + 3,54^2 + 3,58^2 + 3,60^2 + 3,59^2 + 3,32^2 + \\ & 3,27^2 + 3,39^2 + 3,36^2 + 3,35^2 + 3,14^2 + 3,25^2 + 3,28^2 + 3,25^2 + 3,32^2 + 3,75^2 + 3,78^2 + \\ & 3,80^2 + 3,82^2 + 3,72^2 + 3,56^2 + 3,54^2 + 3,58^2 + 3,60^2 + 3,57^2 + 3,42^2 + 3,45^2 + 3,48^2 + \\ & 3,49^2 + 3,48^2 + 3,95^2 + 3,98^2 + 3,95^2 + 3,99^2 + 3,95^2 + 3,60^2 + 3,65^2 + 3,67^2 + 3,60^2 + \\ & 3,68^2 \\ & = 559,2568 \end{aligned}$$

$$R_y = \frac{158,22^2}{45} = 556,3015$$

$$\begin{aligned} A_y &= \sum \frac{A_i^2}{na} - R_y \\ &= \frac{48,97^2 + 56,51^2 + 52,74^2}{15} - 556,3015 = 1,8951 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_y &= \sum_i \frac{A_i^2}{nb} - R_y \\
 &= \frac{49,93^2}{5} + \frac{52,96^2}{5} + \frac{55,33^2}{5} - 556,3015 = 0,9768 \\
 J_{ab} &= \frac{15,41^2}{5} + \frac{16,24^2}{5} + \frac{17,32^2}{5} + \frac{17,83^2}{5} + \frac{18,87^2}{5} + \frac{19,81^2}{5} + \\
 &\quad \frac{16,69^2}{5} + \frac{17,85^2}{5} + \frac{18,20^2}{5} - 556,3015 \\
 &= 2,9042
 \end{aligned}$$

$$AB_y = J_{ab} - A_y - B_y = 0,0323$$

$$E_y = \frac{Y^2}{n} - R_y - A_y - B_y - AB_y = 0,0511$$

b. Komponen derajat kebebasan

$$dk_A = A - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dk_B = B - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dk_{AB} = dk_A \times dk_B = 2 \times 2 = 4$$

$$dk_E = AB(n-1)$$

$$= 3 \times 3(5-1) = 36$$

c. komponen rerata kuadrat

$$KTA = A_y / dk_A = 1,8951 / 2 = 0,94753$$

$$KTB = B_y / dk_B = 0,9768 / 2 = 0,48842$$

$$KTAB = AB_y / dk_{AB} = 0,0323 / 4 = 0,00808$$

$$KTE = E_y / dk_E = 0,0511 / 36 = 0,00142$$

2. Statistik Uji

$$a. F_A = KTA / KTE = 0,94753 / 0,00142 = 667,7948$$

$$b. F_B = KTB / KTE = 0,48842 / 0,00142 = 344,23$$

$$c. F_{AR} = KTAB / KTE = 0,00808 / 0,00142 = 5,69$$

3. Daerah kritik (daerah penolakan  $H_0$ )

a. Menetapkan kriteria pengujian yaitu:

$$H_{0A} \text{ ditolak apabila } F_A > F_{\alpha} \{(a-1), ab(n-1)\}$$

$$H_{0B} \text{ ditolak apabila } F_B > F_{\alpha} \{(b-1), ab(n-1)\}$$

$H_{0AB}$  ditolak apabila  $F_A > F_{\alpha} \{(a-1)(b-1), ab(n-1)\}$

$$F_{t0,01(2,36)} = 5,25$$

$$F_{t0,01(2,36)} = 5,25$$

$$F_{t0,01(4,36)} = 3,89$$

b. Kesimpulan

$$F_A > F_{Tabel} ; F_B > F_{Tabel} ; F_{AB} > F_{Tabel}$$

**Rangkuman Anava Dua Jalan**

Sumber Variasi	DK	JK	KT	F <sub>Observasi</sub>	F <sub>Tabel</sub>	p
Rata-rata Perlakuan	1	556,30				
A	2	1,90	0,95	667,79	5,25	< 0,01
B	2	0,98	0,45	344,23	5,25	< 0,01
AB	4	0,03	0,01	5,69	3,89	< 0,01
Kekeliruan (E)	36	0,05	0,001			
Jumlah	45					

4. Keputusan Uji

Dengan melihat rata-rata dan uji analisis varian dua jalan di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ada pengaruh jumlah sudu *swirling vane* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- Ada pengaruh penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.
- Ada interaksi antara jumlah sudu *swirling vane* dan penggunaan jenis *muffler* terhadap daya mesin pada sepeda motor Suzuki Shogun R FD 110 tahun 2003.

**UJI PASCA ANAVA**  
(Metode Scheffe)

## Hipotesis

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

$H_1$  : Terdapat perbedaan yang signifikan.

## Komputasi

nA1	15
nA2	15
nA3	15
nB1	15
nB2	15
nB3	15
nA1B1	5
nA1B2	5
nA1B3	5
nA2B1	5
nA2B2	5
nA2B3	5
nA3B1	5
nA3B2	5
nA3B3	5
RKG=KTE	0.00142

xnA1	3.265
xnA2	3.767
xnA3	3.516
xnB1	3.329
xnB2	3.531
xnB3	3.689
xnA1B1	3.082
xnA1B2	3.248
xnA1B3	3.464
xnA2B1	3.566
xnA2B2	3.774
xnA2B3	3.962
xnA3B1	3.338
xnA3B2	3.570
xnA3B3	3.640

**Uji Komparasi Antar Baris**

$$F_{A1-A2} = \frac{(X_{A1} - X_{A2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1}} + \frac{1}{n} \right)} = \frac{(3,326 - 3,77)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 1334,54$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (p-1)F_{\alpha; p-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $1334,54 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1-A3} = \frac{(X_{A1} - X_{A3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1}} + \frac{1}{n} \right)} = \frac{(3,326 - 3,52)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 333,64$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (p-1)F_{\alpha; p-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $333,64 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2-A3} = \frac{(X_{A2} - X_{A3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A2}} + \frac{1}{n} \right)} = \frac{(3,377 - 3,52)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 333,64$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (p-1)F_{\alpha; p-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $333,64 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

**Uji Komparasi Antar Kolom**

$$F_{B1-B2} = \frac{(X_{B1} - X_{B2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{B1}} + \frac{1}{n_B} \right)}$$

$$= \frac{(3,33 - 3,53)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 215,51$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (q-1)F_{\alpha; q-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $215,51 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{B1-B3} = \frac{(X_{B1} - X_{B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{B1}} + \frac{1}{n_B} \right)}$$

$$= \frac{(3,33 - 3,69)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 684,51$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (q-1)F_{\alpha; q-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $684,51 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{B2-B3} = \frac{(X_{B2} - X_{B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{B2}} + \frac{1}{n} \right)}$$

$$= \frac{(3,53 - 3,69)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} = 131,85$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (q-1)F_{\alpha; q-1; N-pq} = (3-1)F_{0,01; 2; 36} = (2) 5,25 = 10,50$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $131,85 > 10,50$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

**Uji Komparasi Antar Sel Dalam Satu Baris**

$$F_{A1B1-A1B2} = \frac{(X_{A1B1} - X_{A1B2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1B1}} + \frac{1}{n_{A1B2}} \right)}$$

$$= \frac{(30,8 - 3,25)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 48,51$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $48,51 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1B1-A1B3} = \frac{(X_{A1B1} - X_{A1B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1B1}} + \frac{1}{n_{A1B3}} \right)}$$

$$= \frac{(30,8 - 3,46)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 256,91$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $256,91 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1B2-A1B3} = \frac{(X_{A1B2} - X_{A1B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1B2}} + \frac{1}{n_{A1B3}} \right)}$$

$$= \frac{(32,5 - 3,46)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 82,14$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $82,14 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2B1-A2B2} = \frac{(X_{A2B1} - X_{A2B2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A2B1}} + \frac{1}{n_{A2B2}} \right)}$$

$$= \frac{(35,7 - 3,77)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 76,17$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $76,17 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2B1-A2B3} = \frac{(X_{A2B1} - X_{A2B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A2B1}} + \frac{1}{n_{A2B3}} \right)}$$

$$= \frac{(35,7 - 3,96)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 276,08$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $276,08 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2B2-A2B3} = \frac{(X_{A2B2} - X_{A2B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A2B2}} + \frac{1}{n_{A2B3}} \right)}$$

$$= \frac{(37,7 - 3,96)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 62,23$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $62,23 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A3B1-A3B2} = \frac{(X_{A3B1} - X_{A3B2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A3B1}} + \frac{1}{n_{A3B2}} \right)}$$

$$= \frac{(33,4 - 3,57)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 94,76$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $94,76 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A3B1-A3B3} = \frac{(X_{A3B1} - X_{A3B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A3B1}} + \frac{1}{n_{A3B3}} \right)}$$

$$= \frac{(33,4 - 3,64)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 160,57$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0.01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $160,57 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A_3B_2-A_3B_3} = \frac{(X_{A_3B_2} - X_{A_3B_3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A_3B_2}} + \frac{1}{n_{A_3B_3}} \right)}$$

$$= \frac{(3,357 - 3,64)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 8,63$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0.01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $8,63 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

**Uji Komparasi Antar Sel Dalam Satu Kolom**

$$F_{A_1B_1-A_2B_1} = \frac{(X_{A_1B_1} - X_{A_2B_1})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A_1B_1}} + \frac{1}{n_{A_2B_1}} \right)}$$

$$= \frac{(,308 - 3,57)^2 n_{A_2B_1}}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 412,42$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $412,42 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A_1B_1-A_3B_1} = \frac{(X_{A_1B_1} - X_{A_3B_1})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A_1B_1}} + \frac{1}{n_{A_3B_1}} \right)}$$

$$= \frac{(,308 - 3,34)^2 n_{A_3B_1}}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 115,38$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $115,38 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A_2B_1-A_3B_1} = \frac{(X_{A_2B_1} - X_{A_3B_1})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A_2B_1}} + \frac{1}{n_{A_3B_1}} \right)}$$

$$= \frac{(,357 - 3,34)^2 n_{A_3B_1}}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 91,52$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $91,52 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A_1B_2-A_2B_2} = \frac{(X_{A_1B_2} - X_{A_2B_2})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A_1B_2}} + \frac{1}{n_{A_2B_2}} \right)}$$

$$0,325 - 3,77)^2 = 487,11$$

$$0,00145 \frac{1}{5} + \frac{1}{5}$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $487,11 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1B2-A3B2} = \frac{(X_{A1B2} - X_{A3B2})^2}{RKG \frac{1}{n_{A1B2}} + \frac{1}{n_{A3B2}}}$$

$$0,00145 \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \frac{(0,325 - 3,57)^2}{n_{A1B2}} = 182,54$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $182,54 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2B2-A3B2} = \frac{(X_{A2B2} - X_{A3B2})^2}{RKG \frac{1}{n_{A2B2}} + \frac{1}{n_{A3B2}}}$$

$$0,00145 \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \frac{(0,377 - 3,57)^2}{n_{A2B2}} = 73,27$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\alpha; pq-1; N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0,01; 8; 36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $73,27 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1B3-A2B3} = \frac{(X_{A1B3} - X_{A2B3})^2}{RKG \frac{1}{n_{A1B3}} + \frac{1}{n_{A2B3}}}$$

$$0,00145 \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \frac{(0,346 - 3,96)^2}{n_{A1B3}} = 436,63$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\hat{a};pq-1;N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0.01;8;36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $436,63 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A1B3-A3B3} = \frac{(X_{A1B3} - X_{A3B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A1B3}} + \frac{1}{n_{A3B3}} \right)}$$

$$= \frac{(3,346 - 3,64)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 54,54$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\hat{a};pq-1;N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0.01;8;36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $54,54 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).

$$F_{A2B3-A3B3} = \frac{(X_{A2B3} - X_{A3B3})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{A2B3}} + \frac{1}{n_{A3B3}} \right)}$$

$$= \frac{(3,396 - 3,64)^2}{0,00145 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)} = 182,54$$

Dikonsultasikan dengan  $F_{Tabel} = (pq-1)F_{\hat{a};pq-1;N-pq} = (3 \times 3 - 1)F_{0.01;8;36} = (8) 3,04 = 24,32$

$F_{Obs} > F_{Tabel}$  ;  $182,54 > 24,32$ , sehingga keputusan diterima (ada perbedaan).



