



**PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN  
*BEARING* STANDAR DAN *BEARING RACING* PADA  
*CRANKSHAFT* TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA  
SEPEDA MOTOR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**Oleh  
Dika Dwi Saputra  
5202415093**

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



**PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN  
*BEARING* STANDAR DAN *BEARING RACING* PADA  
*CRANKSHAFT* TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA  
SEPEDA MOTOR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**Oleh  
Dika Dwi Saputra  
5202415093**

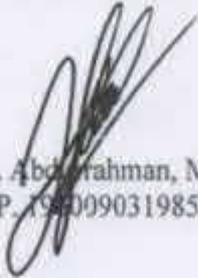
**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Dika Dwi Saputra  
NIM : 5202415093  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Judul : Perbandingan Antara Penggunaan *Bearing* Standar dan  
*Bearing Racing* pada *Crankshaft* Terhadap Daya dan  
Torsi pada Sepeda Motor

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 25 April 2019  
Pembimbing

  
Dr. Abdurrahman, M.Pd.  
NIP. 196009031985031002

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Perbandingan Antara Penggunaan *Bearing* Standar dan *Bearing Racing* pada *Crankshaft* Terhadap Daya dan Torsi pada Sepeda Motor" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 bulan Mei tahun 2019

Oleh

Nama : Dika Dwi Saputra  
NIM : 5202415093  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Panitia:

Ketua



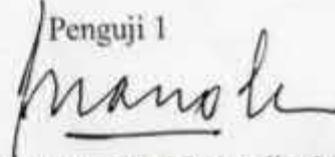
Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



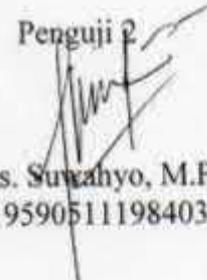
Dr. Dwi Wichanarko, S.Pd., ST., MT.  
NIP. 196901061994031003

Penguji 1



Drs. Winarno Dwi Rahardjo, M.Pd.  
NIP. 195210022018011308

Penguji 2



Drs. Suwahyo, M.Pd.  
NIP. 195905111984031002

Pembimbing



Dr. Abdurrahman, M.Pd.  
NIP. 196009031985031002

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana magister,dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing dan Tim Penguji. .
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 24 Mei 2019  
Yang membuat pernyataan,



Dika Dwi Saputra  
NIM. 5202415093

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Motto**

1. Tidak ada satu masalah yang tidak bisa diselesaikan selama diri sendiri punya komitmen dan usaha untuk menyelesaikannya.
2. Setiap pekerjaan dapat diselesaikan dengan mudah bila dikerjakan dengan hati yang tulus.
3. Bila ingin sukses hari ini, bergegaslah untuk terus maju ke depan. Jangan tunda sampai besok apa yang bisa engkau kerjakan hari ini.
4. Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua (Aristoteles)

### **Persembahan**

Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Bapak Munarso dan Ibu Jumi'atun, orang tua yang selalu memberikan kasih dan sayang, do'a, semangat tanpa batas, dan sudah mencukupi kebutuhan selama ini.
2. Rohmat Dian Yunarto, kakak yang selalu mendukung setiap langkah penulis.

## SARI

**Saputra, Dika Dwi. 2019.** Perbandingan Antara Penggunaan *Bearing* Standar dan *Bearing Racing* Pada *Crankshaft* Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor. Pembimbing Dr. Abdurrahman, M.Pd. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.

*Bearing racing* sering kali digunakan untuk keperluan putaran tinggi, menyebabkan sepeda motor menghasilkan performa motor yang lebih besar. Celah antara *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* yang dimiliki *bearing* standar sempit. Dengan mengubah celah yang lebih lebar dan juga mengubah jenis material pada *bearing crankshaft* supaya didapat tenaga mesin yang maksimal. Semakin cepat putaran *crankshaft* maka semakin cepat pula gerakan piston untuk mampu meningkatkan performa motor. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan penggunaan *bearing* standar dan *bearing racing* merk Faito pada *crankshaft* sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI* terhadap daya dan torsi yang dihasilkan.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan analisis statistik deskriptif. Obyek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian ini dengan menggunakan *dynamometer* untuk mengetahui daya dan torsi yang dihasilkan sepeda motor. Teknik yang dipakai pada penelitian ini yaitu dengan eksperimen melalui pengambilan data terhadap obyek yang diteliti dan merata-rata setiap data yang diperoleh. Prosedur pengujian dalam pengambilan data dilakukan pada *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* dengan putaran mesin paling rendah diambil pada 2500 rpm dan putaran mesin paling tinggi yaitu dibatasi sampai 7500 rpm untuk menghindari kerusakan mesin pada bagian ruang bakar.

Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh terhadap peningkatan performa mesin yang dihasilkan dengan menggunakan *bearing crankshaf racing* pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*. Peningkatan performa terdiri dari daya dan torsi, yaitu daya mesin dari 9,96 HP mejadi 10,23 HP pada putaran mesin 7500 rpm, sedangkan peningkatan torsi mesin dari 11,43 N.m menjadi 11,83 N.m pada putaran mesin 2500 rpm. Sehingga dapat disimpulkan dengan melakukan penggantian *bearing racing* pada *crankshaft* dapat meningkatkan daya sebesar 2% dan torsi sebesar 2,65%. Saran kepada pengguna kendaraan sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI* jika menginginkan daya dan torsi maksimal maka bisa menggunakan *bearing* merk Faito yang memiliki *clearent* 0,001 mm lebih lebar dari pada *bearing crankshaft* standar dan juga bobot yang ringan.

**Kata Kunci :** *Bearing Crankshaft* Standar, *Bearing Crankshaft Racing*, Daya, Torsi.

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perbandingan Antara Penggunaan *Bearing* Standar dan *Bearing Racing* Pada *Crankshaft* Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan teknik Otomotif S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah mengarahkan, memotivasi dan memacu saya untuk lebih giat dalam menyelesaikan skripsi.
3. Dr. Dwi Widjanarko. S.Pd., ST., MT., Ketua Program Studi (S1) Pendidikan Teknik Otomotif yang telah membimbing, mengarahkan, memberi motivasi dan semangat selama proses penulisan skripsi.
4. Dr. Abdurrahman, M.Pd., dosen pembimbing yang penuh perhatian, berkenan membantu, dan memberikan waktu ketika bimbingan dalam menyusun skripsi.
5. Drs. Winarno Dwi Rahardjo, M.Pd., dosen penguji I yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, dan menambah bobot pada skripsi.
6. Drs. Suwahyo, M.Pd., dosen penguji II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, dan menambah bobot pada skripsi.

7. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
8. Bapak Munarso, yang telah menjadi ayah luar biasa yang selalu menjaga, mengiringi langkah, mendukung, mencukupi kebutuhan selama ini dan memberikan cinta kasih yang tak terhingga. Tanpa ayah, penulis tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Ibu Jumi'atun, yang telah menjadi ibu yang tangguh dan menjadi panutan dalam kehidupan penulis. Terimakasih atas segala kasih dan sayang, panjat do'a, semangat yang telah diberikan kepada penulis. Semoga kedepannya bagi penulis dapat selalu menjadi anak yang membanggakan seperti harapan ibu.
10. Rohmat Dian Yunarto, yang telah menjadi kakak yang selalu menemani dalam suka dan duka, memberikan pelajaran kehidupan, dan makna kasih sayang dan persaudaraan. Semoga kita berdua dapat menjadi anak yang bisa membanggakan kedua orang tua.
11. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangatlah diperlukan. Semoga dengan adanya skripsi ini bisa memberikan banyak informasi serta manfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya pada dunia pendidikan.

Semarang, 24 Mei 2019



Dika Dwi Saputra

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	i
<b>LEMBAR BERLOGO</b> .....	ii
<b>JUDUL DALAM</b> .....	iii
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	iv
<b>PENGESAHAN</b> .....	v
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	vi
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>SARI</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Pembatasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan .....	7
F. Manfaat .....	7
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	8
A. Kajian Pustaka .....	8
B. Landasan Teori .....	11
1. Motor Bakar .....	11
2. Bahan Bakar .....	18
3. Pengapian .....	20
4. Kompresi .....	22
5. Pelumas .....	24

6. Mekanisme Poros Engkol ( <i>Crankshaft</i> ).....	26
7. <i>Bearing</i> .....	31
8. <i>Bearing Crankshaft</i> Standart .....	38
9. <i>Bearing Crankshaft Racing</i> .....	42
10. Pengaruh <i>Bearing Crankshaft</i> terhadap Daya dan Torsi .....	44
11. Perhitungan Performa Mesin .....	48
12. <i>Chassis Dynamometer</i> .....	51
C. Kerangka Berfikir.....	52
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	54
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	54
B. Desain Penelitian.....	54
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	56
D. Parameter Penelitian.....	59
E. Teknik Pengumpulan Data.....	60
F. Kalibrasi Instrumen.....	65
G. Teknik Analisis Data.....	68
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	70
A. Deskripsi Data.....	70
B. Analisis Data.....	71
C. Pembahasan .....	82
D. Keterbatasan Penelitian.....	88
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	89
A. Kesimpulan .....	89
B. Saran .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	91
<b>LAMPIRAN</b> .....	95

## DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

<b>Singkatan Teknis</b>	<b>Arti</b>
PGM-FI	<i>Program Fuel Injection</i>
ICE	<i>Internal Combustion Engine</i>
TMA	Titik Mati Atas
TMB	Titik Mati Bawah
km	kilo meter
ml	mili liter
CC	<i>Centimeter Cubic</i>
DK	Daya Kuda
kg	kilo gram
gr	gram
HP	<i>Horse Power</i>
kW	Kilo Watt
PS	Pferdestarke
N.m	Newton Meter
PK	Paardenkracht
RPM	<i>Rotation Per Minutes</i>
C	<i>Celcius</i>
AISI	<i>American Iron and Steel Institue</i>
UNS	<i>Unified Numbering System</i>
mm	milimeter
GPa	Giga Pascal
HRC	<i>Hardness Rockwell Cone</i>

MPa	Mega Pascal
GUI	<i>Grafik User Interface</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SOHC	<i>Single Over Head Camshaft</i>
MF	Mili Farad
Ah	Ampere Hours
DC	<i>Direc Curent</i>
CDI	<i>Capacitor Discharge Ignition</i>
WOT	<i>Wide Open Throttle</i>

### **Lambang**

### **Arti**

$C_0$	Kapasitas nominal dasar statis radial
$i$	jumlah alur bola dalam satu bantalan
$Z$	jumlah alur bola dalam satu bantalan
$D$	diameter bola (mm)
$\alpha$	nominal sudut kontak, nilai sudut antara garis aksi pada beban bola dengan bidang tegak lurus terhadap poros bantalan
$f_0$	faktor bantalan aktor bantalan
$L$	Umur pakai (putaran atau jam)
$C$	ijin beban dinamis (N)
$W$	beban dinamis ekuivalen (N)
$k$	faktor dinamis bantalan
$P_d$	jarak <i>clearance bearing</i> (mm)

$d_0$	diameter luar (mm)
$d_m$	diameter pada titik pusat <i>ball bearing</i> (mm)
D	diameter <i>ball bearing</i> (mm)
Ne	daya poros Nm/s (Watt)
T	torsi (N.m)
$\omega$	kecepatan sudut putar (rpm)
F	gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)
b	jarak benda ke pusat rotasi (m)
$\bar{X}$	Nilai rata-rata
Xn	Nilai data dalam penelitian
n	Jumlah banyak data dalam penelitian

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penunjukan, komposisi, sifat mekanis, dan aplikasi martensitit ..... 41	41
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan sifat antara bantalan baja (standar) dan bantalan silikon nitrida ( <i>racing</i> ) ..... 45	45
<b>Tabel 3.1</b> Pengambilan data pengujian torsi dan daya <i>bearing crankshaft</i> standar..... 66	66
<b>Tabel 3.2</b> Pengambilan data pengujian torsi dan daya <i>bearing crankshaft</i> <i>racing</i> ..... 67	67
<b>Tabel 4.1</b> Pengambilan data pengujian daya pada <i>bearing crankshaft</i> standar dan <i>bearing crankshaft racing</i> ..... 72	72
<b>Tabel 4.2</b> Pengambilan data pengujian torsi pada <i>bearing crankshaft</i> standar dan <i>bearing crankshaft racing</i> ..... 74	74

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Diagram <i>otto p-v</i> .....	13
<b>Gambar 2.2</b> Langkah hisap .....	14
<b>Gambar 2.3</b> Langkah kompresi .....	15
<b>Gambar 2.4</b> Langkah usaha .....	16
<b>Gambar 2.5</b> Langkah buang.....	17
<b>Gambar 2.6</b> Piston .....	28
<b>Gambar 2.7</b> Batang piston .....	28
<b>Gambar 2.8</b> <i>Crankshaft</i> .....	29
<b>Gambar 2.9</b> <i>Bearing crankshaft</i> .....	30
<b>Gambar 2.10</b> Bagian-baian <i>bearing</i> .....	36
<b>Gambar 2.11</b> <i>Bearing Standar Honda Supra X 125 helm in FI</i> .....	38
<b>Gambar 2.12</b> <i>Bearing Racing Faito</i> .....	42
<b>Gambar 2.13</b> Dimensi <i>ball bearing</i> .....	47
<b>Gambar 2.14</b> <i>Dynmometer</i> .....	51
<b>Gambar 3.1</b> Desain penelitian <i>Posttest-only control design</i> .....	56
<b>Gambar 3.2</b> Skema instalasi pengujian daya dan torsi .....	57
<b>Gambar 3.3</b> Hubungan variabel terikat, bebas, dan kontrol .....	60
<b>Gambar 3.4</b> Diagram aliran penelitian .....	64
<b>Gambar 3.5</b> Skema penelitian.....	65
<b>Gambar 4.1</b> Data hasil pengujian rata-rata daya dalam bentuk grafik .....	76
<b>Gambar 4.2</b> Data hasil pengujian rata-rata torsi dalam bentuk grafik.....	78
<b>Gambar 4.3</b> Grafik daya dan torsi pada <i>bearing crankshaft</i> standar .....	81
<b>Gambar 4.4</b> Grafik daya dan torsi pada <i>bearing crankshaft racing</i> .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Surat Tugas Dosen Pembimbing Skripsi .....	95
<b>Lampiran 2</b> Surat Tugas Penguji dan Pembimbing Seminar Proposal .....	96
<b>Lampiran 3</b> Surat Izin Penelitian.....	97
<b>Lampiran 4</b> Surat Keterangan Penelitian .....	98
<b>Lampiran 5</b> Data Pengujian Torsi dan Daya <i>Bearing Crankshaft</i> Standar ...	99
<b>Lampiran 6</b> Data Pengujian Torsi dan Torsi <i>Bearing Crankshaft Racing</i> ....	101
<b>Lampiran 7</b> Hasil Penelitian Daya <i>Bearing Crankshaft</i> Standar Dan <i>Bearing Crankshaft Racing</i> .....	103
<b>Lampiran 8</b> Hasil Penelitian Torsi <i>Bearing Crankshaft</i> Standar dan <i>Bearing Crankshaft Racing</i> .....	104
<b>Lampiran 9</b> Dokumentasi .....	105

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dewasa ini kebutuhan manusia semakin berkembang, sehingga mendorong manusia untuk selalu menciptakan inovasi. Inovasi teknologi bidang otomotif, khususnya pada motor bakar yang semakin pesat. Motor bakar sendiri adalah salah satu mesin pembakaran dalam atau sering disebut dengan istilah *Internal Combustion Engine* (ICE) yaitu mesin yang mampu mengubah energi *thermal* menjadi energi mekanik, energi itu sendiri diperoleh dari pembakaran di dalam ruang bakar akibat proses pencampuran udara dan bahan bakar. Dengan adanya perkembangan dunia otomotif yang begitu pesat, dalam segi kualitas dan kuantitas produsen mesin dan suku cadang maka semakin berlomba-lomba dalam memberikan terobosan terbaru. Salah satunya dengan melakukan penggantian berupa *part* atau komponen yang dapat meningkatkan tenaga mesin kendaraan.

Salah satu alat transportasi kendaraan bermesin yang sederhana tapi banyak digunakan masyarakat Indonesia pada saat ini adalah sepeda motor. Sepeda motor adalah salah satu alat transportasi utama dibanyak negara asia, misalnya asia menyumbang 77% dari jumlah total sepeda motor di seluruh dunia pada 2012. Di negara asia, Cina memiliki jumlah pengguna sepeda motor tertinggi yang diikuti oleh India dan salah satunya negara Indonesia (Liu, et al., 2019: 170).

Menurut Badan Pusat Statistik, (2017: 21) menjelaskan bahwa, kebutuhan masyarakat terhadap kendaraan pribadi khususnya sepeda motor lebih banyak dipilih, hal ini dapat dilihat dari perkembangan jumlah kendaraan roda dua diseluruh Indonesia sebagai berikut:

Pada tahun 2013 sejumlah 84.732.652 unit, pada tahun 2014 bertambah menjadi 92.976.240 unit, pada tahun 2015 kembali bertambah menjadi 98.881.267 unit, pada tahun 2016 bertambah menjadi 105.150.082 unit, dan pada tahun 2017 kendaraan roda dua mencapai 113.030.793. Pada periode 2013-2017, terdapat peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi yaitu 7,40 persen per tahun.

Sehingga dapat diketahui perkembangan penggunaan kendaraan roda dua di Indonesia pada tahun 2013 sampai tahun 2017 bertambah sangat pesat. Sepeda motor sebagai salah satu alat transportasi yang menggunakan motor bakar sebagai pembangkit tenaga untuk menggerakkan roda. Sepeda motor pada umumnya memiliki 2 jenis, yaitu jenis motor 2 langkah dan 4 langkah. Prinsip kerja motor bakar 2 langkah dengan 4 langkah yaitu sama, dengan memanfaatkan energi kimia yang terdapat pada bahan bakar untuk dirubah menjadi energi mekanik pada poros motor bakar. Campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam ruang bakar yang disebut sebagai langkah hisap dan ketika kedua katup tertutup, langkah selanjutnya campuran udara dan bahan bakar dikompresikan dalam ruang silinder sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Posisi piston menjelang akhir kompresi atau sebelum Titik Mati Atas (TMA), percikan api busi membakar campuran udara dan bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran.

Konstruksi motor bakar dilengkapi dengan poros engkol atau *crankshaft* yang digunakan untuk kerja piston ketika melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Tenaga yang dihasilkan dari ruang bakar diteruskan sampai

bisa menggerakkan roda. Sepeda motor pada masa sekarang ini, selain digunakan untuk transportasi juga digunakan sebagai sarana olahraga otomotif. Untuk ajang perlombaan banyak mekanik melakukan perubahan pada sepeda motor agar bisa mendapatkan unjuk kerja mesin yang maksimal. Dalam ajang perlombaan dunia otomotif menuntut sepeda motor mampu melaju dengan kecepatan tinggi dan juga ketahanan mesin yang bagus. Tetapi para pembalap kurang puas akan kemampuan mesin sepeda motor yang standar pabrik dan tidak sedikit dari para pembalap menginginkan untuk meningkatkan kemampuan unjuk kerja mesin sepeda motor. Mekanik dalam bidang otomotif diharapkan mampu memodifikasi komponen yang berhubungan dengan unjuk kerja mesin untuk mampu meningkatkan performa mesin sepeda motor.

Kemampuan sepeda motor dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: bahan bakar, pengapian, kompresi, pelumasan, dan penggantian komponen mesin pada sepeda motor. Cara yang bisa dilakukan mekanik untuk meningkatkan performa mesin yaitu dengan mengoptimalkan kerja dengan mengganti komponen standar dengan komponen *racing* agar mesin sepeda motor mampu melaju lebih kencang pada saat dilakukan ajang balap sepeda motor. Selain melakukan modifikasi untuk menaikkan performa mesin, bisa juga digunakan untuk berkendara sehari-hari. Dalam meningkatkan performa, para mekanik dengan mengganti bagian *part bearing* pada *crankshaft* dengan produk *aftermarket* yaitu *bearing* yang diproduksi oleh pabrik dengan desain profil *bearing* yang berbeda dengan *bearing* standar yang digunakan pada sepeda motor yang dirakit oleh pabrik atau sering disebut dengan *bearing racing*. *Bearing racing* sering kali

digunakan untuk keperluan balapan, sehingga sepeda motor menghasilkan performa motor yang maksimal. *Bearing* yang ada pada sepeda motor keluaran pabrik masih standar, sehingga masih belum bisa memenuhi keinginan pembalap dan mekanik. Celah antara *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* yang dimiliki *bearing* standar sekarang ini masih kecil sehingga tenaga mesin yang dihasilkan tidak maksimal, oleh karena itu perlu merubah celah yang lebih besar dan juga jenis materialnya pada *bearing crankshaft* agar mendapatkan tenaga mesin yang maksimal. Semakin cepat putaran *crankshaft* yang dipengaruhi oleh *bearing* maka semakin cepat pula gerakan piston sehingga mampu meningkatkan performa motor. Sudarsono, et al., (2009: 110) menyatakan bahwa, “*Bearing* atau bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-balik dari elemen yang berhubungan dengan poros dapat ditransmisikan dan berlangsung halus, aman, dan panjang umur”. Setiap *crankshaft* pada sepeda motor dilengkapi dengan *bearing* untuk media agar *crankshaft* bisa berputar akibat mendapatkan gerakan dari piston, sistem kerja *crankshaft* salah satunya dipengaruhi oleh *bearing*, sehingga kinerja mesin akan berpengaruh. Efisiensi berat putaran *crankshaft* juga berpengaruh terhadap tenaga, maka memerlukan putaran pada *crankshaft* yang ringan untuk menghasilkan tenaga yang optimal.

*Bearing racing* yang ada pada pasaran saat ini memiliki banyak merk, salah satunya *bearing Faito*. Perbedaan pada setiap merk *bearing racing* dan *bearing* standar terdapat pada profil *bearing* yang berbeda jenis material dan celah antara *ball bearing* dengan *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway*. Oleh

karena itu, untuk memperoleh sepeda motor berkecepatan tinggi dan performa yang tinggi harus melakukan modifikasi pada sepeda motor, salah satunya dengan mengganti *bearing* standar dengan *bearing racing*.

Untuk membuktikan perbedaan performa sepeda motor maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Antara Penggunaan *Bearing* Standar dan *Bearing Racing* pada *Crankshaft* Terhadap Daya dan Torsi pada Sepeda Motor”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi berbagai permasalahan yang ada, diantaranya sebagai berikut:

1. Banyak masyarakat yang melakukan modifikasi motor tanpa mengetahui seberapa besar pengaruh tenaganya terhadap sepeda motor.
2. Masyarakat memodifikasi *bearing* pada *crankshaft* dengan asumsi dapat meningkatkan daya dan torsi.
3. Jenis material dan jarak *clearance bearing* diduga dapat mempengaruhi putaran *crankshaft*.
4. Menggunakan *bearing racing* kemungkinan dapat mengurangi gesekan antara *ball bearing* dengan *iner-ring raceway* dan *outer-ring raceway*.

### **C. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak keluar dari permasalahan yang akan diteliti dan tidak terpengaruh perlakuan dari luar, maka penelitian ini difokuskan masalah dengan dibatasi pada hal berikut:

1. Penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.
2. Penelitian hanya fokus pada komponen *bearing* pada *crankshaft* sepeda motor.
3. Pengujian membandingkan pengaruh penggunaan *bearing crankshaft* standar dengan *bearing crankshaft racing*.
4. Menggunakan *bearing racing* Faito.
5. Parameter yang akan diteliti yaitu hanya meliputi daya dan torsi.
6. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *dynamometer*.
7. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis pertalite.
8. Pengambilan data pada putaran 2500 rpm, 3500 rpm, 4500 rpm, 5500 rpm, 6500 rpm, dan 7500 rpm.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah ada perbedaan daya yang dihasilkan sepeda motor yang menggunakan *bearing crankshaft standart* dan *bearing crankshaft racing* pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.

2. Apakah ada perbedaan torsi yang dihasilkan sepeda motor yang menggunakan *bearing crankshaft standart* dan *bearing crankshaft racing* pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.

### **E. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuktikan adanya perbedaan daya dengan penggunaan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.
2. Membuktikan adanya perbedaan torsi dengan penggunaan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.

### **F. Manfaat**

Kegiatan penelitian ini diharapkan setelah seluruh rangkaian kegiatan penelitian terlaksana dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan solusi untuk meningkatkan daya dan torsi pada sepeda motor.
2. Memberikan informasi kepada para pengguna sepeda motor untuk mengetahui perbedaan performa yang menggunakan *bearing crankshaft racing* dibandingkan dengan menggunakan *bearing crankshaft* standar.
3. Memberikan pengetahuan tentang unjuk kerja mesin dengan menggunakan *bearing crankshaft racing* dan *bearing crankshaft* standar pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### A. Kajian Pustaka

Pada penulisan skripsi ini, dalam mencari informasi dari penelitian terdahulu yang bisa digunakan sebagai bahan perbandingan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan pada penelitian yang sudah ada sehingga dapat mengangkat suatu permasalahan untuk bisa dilakukan penelitian. Selain itu, peneliti sendiri juga mencari sumber informasi dari buku maupun jurnal terdahulu sehingga bisa mendapatkan suatu informasi mengenai teori yang memiliki hubungan dengan judul penelitian untuk bisa memperoleh landasan teori ilmiah.

Menurut penelitian *Bearing* TK, (2014) yang berjudul "*Bearing* TK". Hasil penelitian menunjukkan bahwa sepeda motor dengan menggunakan *bearing* standar pada putaran 9250 RPM daya yang dihasilkan 27,7 HP dan torsi yang didapat pada putaran 8924 RPM yaitu 21.60 N.m. Sedangkan setelah diganti dengan *bearing racing* pada putaran 9250 RPM daya yang dihasilkan 30.8 HP dan torsi yang didapat pada putaran 8924 RPM adalah 23.06 N.m. Sehingga terjadi kenaikan daya dan torsi dengan melakukan penggantian *bearing racing*.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wijiyanti dan Saparin, (2018: 23-24) yang berjudul "Pengaruh Material *Bearing* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Hemat Mobil Energi Tarsius GV-1". Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bahan bakar yang digunakan menggunakan *bearing* baja lebih banyak

dibandingkan menggunakan *bearing* keramik. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar, untuk *bearing* tipe keramik mencapai 132 km/liter sedangkan untuk tipe baja hanya mencapai 118 km/liter. Material keramik yang ringan menyebabkan gesekan sangat minim sehingga daya *gliding* yang dimiliki mobil menjadi lebih baik, sehingga jarak tempuh mobil menjadi lebih panjang. Untuk *bearing* keramik jarak tempuh 2,2 km tersebut, rata-rata bahan bakar yang digunakan hanya 16,77ml sehingga konsumsi bahan bakar mencapai 132,32 km/liter. Sedangkan untuk material pada *bearing* baja kebutuhan bahan bakar rata-rata adalah 18,67ml dengan hitungan konsumsi bahan bakar 118,80 km/liter.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Erinofiardi (2011: 44) yang berjudul “Desain Umur Bantalan *Carrier Idleer Belt Conveyor* PT. Pelindo II Bengkulu”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bantalan gelinding mempunyai banyak keuntungan yaitu ditimbulkan dengan gesekan yang sangat kecil. Elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Karena luas bidang kontak antara bola dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban per satuan luas menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan serta kekerasan yang tinggi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Purnawan, (2018: 36) yang berjudul “Alat Pemotong Keramik: Perkembangan, Karakteristik dan Prospek”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik material keramik yang sesuai digunakan pada proses permesinan dengan kecepatan tinggi yaitu titik leleh dan kekerasan tinggi, stabilitas kimia yang baik, ketahanan oksidasi dan suhu tinggi serta tahan korosi. Keunggulan tersebut dapat meningkatkan efektivitas dan umur

material, sehingga secara signifikan mampu meningkatkan efektivitas proses permesinan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Najamudin, et al., (2010: 63) yang berjudul “Pengaruh Modifikasi *Crankshaft* Terhadap Daya Efektif pada Motor Bakar 160 CC”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya indikator meningkat 17,922 DK dan momen puntir (torsi) menjadi 506,027 kg.cm.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rosid, (2015: 91) yang berjudul “Analisis Proses Pembakaran Sistem Injection pada Sepeda Motor dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium dan Pertamina”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi maksimum dicapai pada Pertamina dari 11.91 Nm pada putaran 7.933 rpm, diikuti oleh bensin 11.89 Nm pada putaran 7.885 rpm. Sedangkan daya maksimum pada Pertamina dari 14.42 hp pada putaran 9.253 rpm, diikuti oleh 14.36 Hp premium bensin pada putaran 9330 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik minimum 0.103 kg Pertamina dimiliki / kW.h pada 10 871 rpm, diikuti oleh bensin di 0.104 kg / kW.h pada putaran 10.837 rpm.

Menurut penelitian yang dilakukan Rajagukguk, (2012: 10) yang berjudul “Analisis Performa Mesin Bensin dengan Pengujian Angka Oktan Berbeda”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi angka oktan bahan bakar, maka tenaga yang dihasilkan dari motor juga akan besar, dan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah atau irit karena proses pembakaran yang sempurna dan tidak terjadi detonasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Machmud et al., (2013: 64) yang berjudul “Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin”. Variabel dalam penelitian ini adalah dengan memajukan titik pengapian sebesar  $3^\circ$  dan  $6^\circ$  dari standarnya yaitu  $15^\circ$  sebelum TMA. Hasil dari penelitian ini yaitu nilai torsi dan daya tertinggi dicapai pada waktu pengapian dimajukan  $6^\circ$  dari standarnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan putaran mesin, semakin sedikit waktu proses pembakaran. Untuk itu, derajat pengapian perlu dimajukan, agar setiap siklus pembakaran memperoleh waktu yang cukup, untuk menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal. Tekanan hasil pembakaran yang optimal menyebabkan torsi dan daya kendaraan menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan kajian pustaka di atas, perbedaan terhadap penelitian skripsi ini terletak pada *bearing* pada *crankshaft* yang dipakai. Metode penelitian pada kajian pustaka di atas dan penulisan skripsi ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Hasil dari eksperimen tersebut digunakan untuk membandingkan antara hasil sebelum dilakukan pengujian dan hasil sesudah dilakukan pengujian.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Motor Bakar**

Kendaraan memerlukan sumber tenaga awal untuk menghasilkan kendaraan tersebut bisa bergerak. Motor bakar adalah suatu mesin yang mampu mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar. Sebelum menjadi tenaga mekanik, energi kimia dari campuran bahan bakar dan udara diubah menjadi energi panas melalui pembakaran yang ada didalam ruang bakar. Sehingga daya

yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai penggerak daya pada poros (Raharjo dan Karnowo, 2008: 93).

Menurut Basyirun, et al., (2008: 12) menyatakan pemahaman dasar motor bakar disebut jenis mesin kalor sebagai berikut:

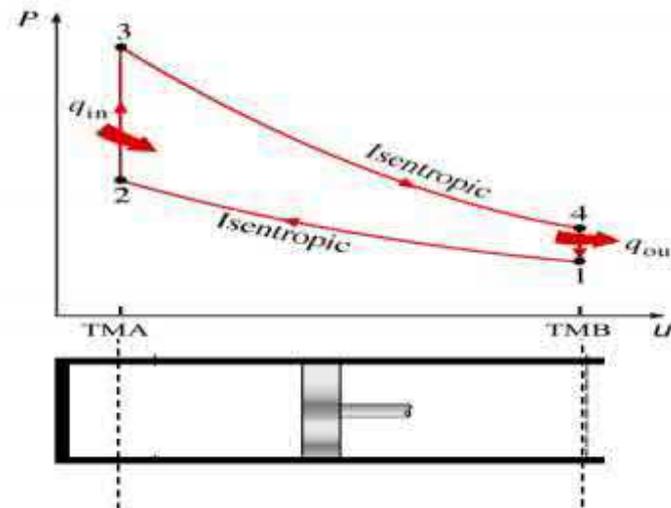
Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor itu sendiri sehingga gas pembakarannya yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Mesin pembakaran luar contohnya yaitu mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah.

Motor bakar torak menurut jenisnya ada dua, yang pertama yaitu motor bensin dan yang kedua yaitu motor diesel. Perbedaannya yang utama terletak pada penggunaan sistem pembakarannya. Pada motor bensin pembakaran campuran udara dan bahan bakar berasal dari percikan api dari busi, berbeda dengan motor diesel yang pembakarannya campuran udara dan bahan bakar terjadi karena tekanan yang sangat tinggi dari piston di dalam silinder dan bahan bakar yang dibutuhkan disemprotkan melalui *nozzle* ke ruang bakar.

Menurut Fuhaid, (2010: 40) menyatakan bahwa, “Motor bensin merupakan motor yang menggunakan bahan bakar bensin dimana untuk menghasilkan tenaga penggerak, bensin tersebut dibakar (setelah dicampur dengan udara) untuk memperoleh tenaga panas tersebut diubah kedalam bentuk penggerak”. Motor bensin empat langkah disebut juga *Motor Otto*. Menurut Raharjo dan Karnowo, (2008: 82) menyatakan bahwa, siklus *otto* adalah siklus volume konstan (*isokhorik*), yang biasa disebut dengan siklus ledakan (*explosion cycle*) karena

pada proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar terjadi sangat cepat dan terjadi peningkatan tekanan yang tiba-tiba akibat proses pembakaran.

Berikut gambar siklus *otto* diagram  $p-v$  :



Gambar 2.1 Diagram *otto*  $p-v$  (Basyirun, et al., 2008: 16)

Menurut Basyirun, et al., (2008: 15) menyatakan bahwa, urutan prosesnya siklus *otto* adalah sebagai berikut:

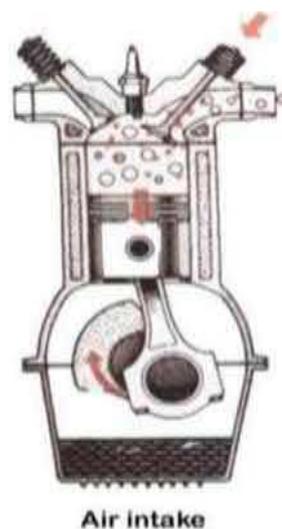
1. Langkah isap (0-1) sebagai langkah tekanan konstan.
2. Langkah kompresi (1-2) sebagai langkah adiabatik atau proses tidak adanya perpindahan panas antara sistem dengan lingkungan..
3. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
4. Langkah kerja (3-4) sebagai proses adiabatik atau proses tidak adanya perpindahan panas antara sistem dengan lingkungan.
5. Proses pembuangan kalor (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.

6. Langkah buang (1-0) merupakan proses tekanan konstan, gas pembakaran dibuang lewat katup buang.

Perinsip kerja motor bensin merupakan suatu siklus yang selalu berulang-ulang pada mesin. Pada satu siklus motor empat langkah memiliki empat langkah kerja yang terdiri dari langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.

a. Langkah Hisap

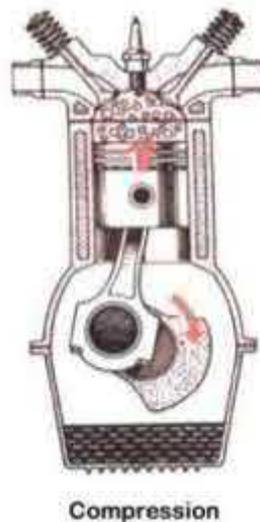
Pada langkah hisap bahan bakar dan udara masuk ke dalam ruang bakar, hal ini terjadi karena tekanan atmosfer dalam ruang bakar lebih rendah dari tekanan udara disekitarnya. Kristanto, (2015: 11) menyatakan bahwa, pada langkah hisap diawali dengan posisi torak di TMA dan berakhir di TMB, adanya gerakan piston turun kebawah mampu menghisap campuran bahan bakar dan udara kedalam ruang bakar. Dengan adanya katup masuk yang terbuka sebelum langkah hisap dimulai dan menutup setelah berakhirnya langkah hisap mampu meningkatkan massa campuran yang masuk kedalam ruang bakar.



Gambar 2.2 Langkah hisap (Samsiana dan Sikki, 2014: 45)

### b. Langkah Kompresi

Setelah langkah hisap, posisi piston yang berada di posisi TMB kembali lagi ke TMA. Sehingga memperkecil ruangan di atas piston untuk memadatkan campuran udara dan bahan bakar yang menyebabkan suhu dan tekanan naik. Beberapa derajat sebelum piston ke TMA terjadi percikan bunga api dari busi yang membakar campuran udara dan bahan bakar. Ketika piston bergerak ke atas, katup pemasukan tertutup dan pada waktu yang sama katup buang juga tertutup. Campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar dikompresi sampai TMA, sehingga dengan demikian mudah dinyalakan dan cepat terbakar. Kristanto (2015: 11) menyatakan bahwa, “Langkah kompresi terjadi ketika kedua katup tertutup di mana campuran bahan bakar di dalam silinder dimampatkan dan volumenya diperkecil. Menjelang akhir langkah kompresi, pembakaran diaktifkan dan tekanan silinder naik dengan cepat”.

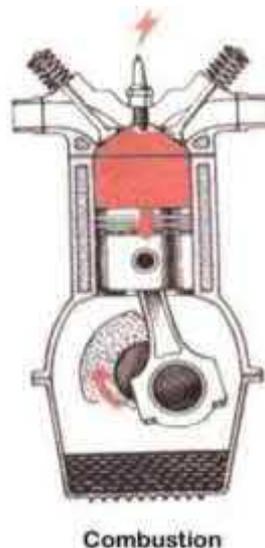


Gambar 2.3 Langkah kompresi (Samsiana dan Sikki, 2014: 45)

### c. Langkah Usaha

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Campuran terbakar sangat cepat, pada proses pembakaran menyebabkan campuran udara dan bahan bakar akan mengembang dan memuai, energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam ruang bakar menimbulkan tekanan ke segala arah, selanjutnya memutar poros engkol melalui *connecting rod* (Jama dan Wagino, 2008: 71).

Menurut Kristanto, (2015: 11) menyatakan bahwa, Langkah usaha diawali dengan posisi torak di TMA dan berakhir di TMB ketika temperatur dan tekanan gas yang tinggi mampu mendorong torak ke TMB dan memaksa poros engkol untuk berputar. Ketika torak mendekati TMB, katup *exhaust* mulai terbuka untuk mengawali proses buang gas pembakaran dan tekanan silinder turun mendekati tekanan buang.



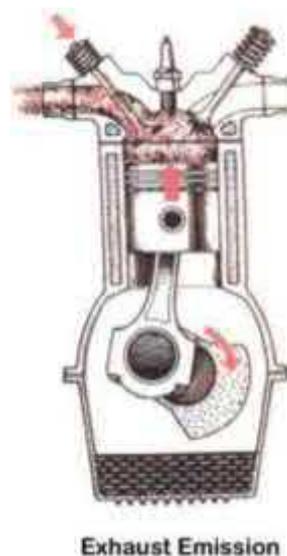
Gambar 2.4 Langkah usaha (Samsiana dan Sikki, 2014: 45)

#### d. Langkah Buang

Menurut Jama dan Wagino, (2008: 72) menyatakan pemahaman mengenai proses yang terjadi ketika langkah buang yaitu sebagai berikut:

Sebelum piston bergerak ke bawah ke TMB, klep pengeluaran terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir keluar. Sewaktu piston mulai naik dari TMB, piston mendorong gas sisa pembakaran yang masih tertinggal keluar melalui katup buang dan saluran buang ke atmosfer. Setelah piston mulai turun dari TMA klep pengeluaran tertutup dan campuran mulai mengalir ke dalam *cylinder*.

Menurut Daryanto, (2007: 20) menyatakan bahwa, ketika langkah pembuangan posisi torak dari TMB menuju TMA sedangkan pada katup buang menjadi terbuka dan katup masuk menjadi tertutup, gas hasil pembakaran di dalam ruang bakar mengalir keluar melalui katup pembuangan dan tekanan yang ada di dalam silinder menjadi 0,05 bar lebih tinggi dari pada tekanan *atmosfer*. Gas sisa pembakaran kemudian didorong keluar oleh torak ketika bergerak ke arah TMA. Sesaat piston setelah TMA, katup buang tertutup dan siklus dimulai lagi.



Gambar 2.5 Langkah buang (Samsiana dan Sikki, 2014: 45)

## 2. Bahan Bakar

Menurut Raharjo dan Karnowo, (2008: 37) menyatakan bahwa, “Adapun definisi dari bahan bakar adalah material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas”. Dari pengertian tersebut dapat diketahui bahwa bahan bakar yaitu material yang digunakan untuk menghasilkan energi panas pada motor bakar dengan mengubah energi kimia menjadi energi mekanik.

Menurut Raharjo dan Karnowo, (2008: 38-39) menyatakan bahwa, jenis bahan bakar dalam yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari ada banyak, secara teori bahan bakar dapat dibedakan dari bentuk fisik dan jenis asal bahan bakar tersebut. Ditinjau dari bentuk fisiknya bahan bakar digolongkan menjadi tiga, yaitu bahan bakar padat, bahan bakar gas, dan bahan bakar cair. Berdasarkan dari asalnya bahan bakar bisa dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu bahan bakar fosil, bahan bakar mineral, dan bahan bakar nabati atau organik.

“Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda, karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut” (Raharjo dan Karnowo, 2008: 39). Bahan bakar bensin atau dalam bahasa Inggris *gasoline* adalah bahan bakar yang digunakan untuk motor bakar bensin atau *spark ignition engine*. “Bensin Pada dasarnya adalah persenyawaan jenuh dari hidro karbon, dan merupakan komposisi *isooctane* dengan *normal-heptana*” (Raharjo dan Karnowo, 2008: 43). Karakteristik bensin yang dipresentasikan dalam suatu

bilangan yang menunjukkan kemampuan bensin terhadap detonasi disebut dengan angka oktan. Jadi kualitas bensin dinyatakan dengan angka oktan dan *octane number*. “Angka oktan adalah prosentase volume *isooctane* di dalam campuran antara *isooctane* dengan *normal heptana* yang menghasilkan intensitas *knocking* atau daya ketukan dalam proses pembakaran ledakan dari bahan bakar yang sama dengan bensin yang bersangkutan” (Suprpto, 2004: 14). Angka oktan sebagai keterangan mengenai kualitas bahan bakar pada mesin bensin, yang menunjukkan kemudahan atau kesulitan terjadi pembakaran secara alami (*autoignition*) (Sukidjo, 2011: 61). Sehingga dapat diketahui bahwa semakin tinggi angka oktan maka kualitas bahan bakar semakin baik, karena bahan bakar lebih tahan terhadap *knocking* yang dapat merusak mesin sepeda motor dikarenakan memiliki sifat sulit terbakar.

Menurut Suprpto, (2004: 19) menjelaskan sifat-sifat dari bensin sebagai berikut:

Bensin mengandung gas yang mudah terbakar, umumnya bensin dipergunakan untuk mesin dengan pengapian busi. Sifat yang dimiliki bensin antara lain: (1) Mudah menguap pada temperatur normal, (2) Tidak berwarna, tembus pandang dan berbau, (3) Titik nyala rendah ( $-10^0$  sampai  $-15^0$  C), (4) Berat jenis rendah (0,60 s/d 0,78), (5) Dapat melarutkan oli dan karet, (6) Menghasilkan jumlah panas dengan besar (9.500 s/d 10.500 kcal/kg), dan (7) Setelah dibakar sedikit meninggalkan karbon.

Produk Pertamina yang digunakan sebagai bahan bakar sepeda motor yaitu terdiri dari beberapa macam, diantaranya Premium digunakan pada mesin motor dengan perbandingan kompresi 7:1 - 9:1 dengan memiliki nilai oktan 88, Pertalite digunakan pada mesin motor dengan perbandingan kompresi 9:1 - 10:1 dengan memiliki nilai oktan 90, dan Pertamax digunakan pada mesin motor dengan

perbandingan kompresi 10:1 - 11:1 dengan memiliki nilai oktan 92. Bahan bakar dengan oktan rendah tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan *knocking*.

### 3. Pengapian

Menurut Kristanto, (2005: 175) menjelaskan fungsi dasar sistem pengapian pada motor bensin sebagai berikut:

Menyediakan percikan bunga api tegangan dari busi untuk membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar, mengatur saat pengapian sedemikian hingga tekanan maksimum silinder terjadi sesaat sesudah torak mencapai puncak langkah kompresinya sehingga dihasilkan kinerja motor terbaik pada seluruh kondisi operasi, untuk memilih dengan benar silinder yang akan dinyalakan.

Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik, maka proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin berkurang. Sistem pengapian mempunyai peran yang sangat penting dalam pembangkitan tenaga (daya) yang dihasilkan oleh suatu mesin bensin. Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) mampu menghasilkan tenaga dengan cara membakar campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam silinder dengan bantuan percikan bunga api dari busi yang dihasilkan setelah langkah kompresi (Toyota, 1995: 6-12).

Toyota, (1994: 1) menyatakan bahwa, syarat penting yang harus dimiliki oleh motor bensin, agar *engine* beroperasi secara efektif yaitu:

- a. Tekanan kompresi yang tinggi
- b. Saat pengapian yang tepat dan bunga api yang kuat
- c. Campuran bahan bakar dan udara yang baik

Fungsi dasar sistem pengapian yaitu untuk membangkitkan bunga api yang dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder, oleh karena itu syarat-syarat berikut harus dipenuhi yaitu:

a. Bunga api yang kuat

Saat campuran bahan bakar dan udara dikompresikan di dalam silinder, maka hal yang paling sulit adalah ketika bunga api meloncat pada celah diantara elektroda busi sangat sulit yang dikarenakan udara merupakan tahanan listrik dan tahanan mampu naik ketika udara dikompresikan. Tegangan listrik pada busi harus cukup tinggi untuk menghasilkan bunga api yang kuat diantara celah elektroda busi. Terbentuknya percikan api yang kuat dipengaruhi oleh tegangan induksi yang dihasilkan oleh sistem pengapian, dengan semakin tinggi tegangan yang dihasilkan maka bunga api yang dihasilkan juga semakin kuat (Toyota, 1994: 1).

b. Saat pengapian yang tepat

Untuk terbentuknya pembakaran dari campuran bahan bakar dan udara sendiri yaitu ketika terjadinya percikan bunga api dari busi beberapa derajat sebelum titik mati atas (TMA) diakhir langkah kompresi. Pengapian yang tepat harus sesuai dengan kondisi putaran mesin, bahan bakar, dan beban kendaraan. Ketika campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang silinder sudah terbakar, maka api membutuhkan waktu tertentu untuk melakukan perambatan panas di dalam ruang bakar untuk dapat mencapai tekanan pembakaran yang sempurna (Toyota, 1994: 1).

### c. Ketahanan yang cukup

Apabila sistem pengapian tidak bekerja secara maksimal, maka mesin akan mati. Maka sistem pengapian harus mempunyai ketahanan yang cukup kuat terhadap perubahan pada setiap saat di ruang bakar, mampu menahan getaran dan panas yang dibangkitkan oleh mesin, demikian juga tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri (Toyota, 1994: 1).

Menurut Wiratno et al., (2012: 60) menjelaskan pembentukan tenaga yang dihasilkan motor bensin sebagai berikut:

Tenaga yang dihasilkan oleh motor adalah berasal dari adanya pembakaran gas didalam ruang bakar, oleh karena adanya pembakaran gas tersebut, maka timbullah panas. Dan panas ini mengakibatkan gas yang telah terbakar mengembang atau ekspansi. Pembakaran dan pengembangan gas ini terjadi di dalam ruang bakar yang sempit dan tertutup atau tidak bocor dimana bagian atas dan samping kiri kanan dari ruang bakar adalah statis atau tidak bisa bergerak, sedangkan yang dinamis atau bisa bergerak hanyalah bagian bawah, yakni piston sehingga dengan sendirinya piston akan terdorong ke bawah dengan kuatnya oleh gas yang terbakar dan mengembang tadi. Pada saat piston terdorong ke bawah ini, membawa tenaga yang sangat dahsyat, dan tenaga inilah yang dimaksud dengan tenaga motor.

Semakin tinggi putaran motor, maka campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar jumlahnya juga bertambah maka daya pengapian yang dibutuhkan juga lebih besar. Oleh karena itu semakin tinggi putaran mesin perlu dibutuhkan energi listrik yang besar dengan tujuan menstabilkan tegangan cadangan ketika tegangan terpakai lebih besar (Tjatur, 2013: 45).

## **4. Kompresi**

Tekanan kompresi adalah tekanan efektif rata-rata yang terjadi di ruang bakar tepat di atas piston. Pembakaran tidak akan sempurna apabila tekanan kompresi yang dihasilkan tidak mencukupi, akan tetapi jika tekanan kompresi

terlalu tinggi bisa mengakibatkan terjadinya pembakaran awal (*pre ignition*) (Boentarto, 2005: 30). Untuk mengetahui besarnya tekanan kompresi bisa dilakukan dengan menggunakan alat kompresi tester. Untuk mengukur tekanan kompresi harus dilakukan dua orang, yaitu satu orang menstarter sepeda motor dalam keadaan kontak *off* serta membuka *throttle* gas penuh dan satu orang lagi menekan alat ukur ke lubang busi dan posisinya tertutup rapat (Boentarto, 2005: 30).

“Perbandingan kompresi yang semakin tinggi berarti tekanan awal pembakaran menjadi semakin tinggi pula. Dengan tekanan awal pembakaran yang semakin tinggi berarti tekanan pembakaranpun akan menjadi lebih tinggi sehingga tenaga yang dihasilkan oleh pembakaran tersebut menjadi lebih besar pula” (Suyanto, 1989: 34). “Apabila gaya yang mendorong lebih besar maka akan lebih besar pula momen yang dihasilkan, sehingga semakin besar tekanan hasil pembakaran di dalam silinder maka akan semakin besar momen yang dihasilkan pada poros engkol” (Suyanto, 1989: 35). Pengaruh tekanan kompresi terhadap mesin adalah semakin besar tekanan kompresi semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin.

Semakin tinggi nilai perbandingan kompresi maka semakin tinggi pula nilai tekanan kompresi. Pengaruh tekanan kompresi terhadap mesin adalah semakin besar tekanan kompresi semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi mempunyai kelemahan yakni dengan tingginya tekanan pada akhir kompresi atau tekanan awal pembakaran berarti suhu dalam ruang kompresi juga akan naik. “Apabila hal ini

terjadi maka bisa terjadi detonasi (bila tekanan kompresi yang tinggi tidak diikuti dengan pemakaian bahan bakar yang beroktan tinggi) yang akan merusak bagian-bagian dari motor” (Suyanto, 1989: 34).

## 5. Pelumas

Arisandi, et al., (2012: 57) menyatakan bahwa, “Pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan, yang diberikan di antara dua benda yang bergerak untuk mengurangi gesekan”. Adanya pelumas tersebut akan sangat membantu dalam proses kerja permesinan. Fungsi pelumasan pada *bearing* digunakan untuk mengurangi gesekan antara permukaan yang bersinggungan untuk membawa panas yang dihasilkan karena faktor gesekan serta melindungi *bearing* terhadap keausan dan korosi (Khurmi dan Gupta, 2005: 970). Sifat kekentalan dari pelumas dapat membentuk, mempertahankan dan memberikan ketahanan terhadap gesekan. Semakin besar panas dan tekanan hasil dari kerja mesin maka tingkat kekentalan yang diperlukan dari pelumas harus lebih tinggi untuk mencegah penipisan film yang mampu menyebabkan keausan pada komponen yang saling bergesekan (Khurmi dan Gupta, 2005: 970). Secara umum, oli atau pelumas ringan digunakan untuk melumasi bantalan bola dan rol. Hanya minyak mineral murni yang harus digunakan karena keuntungan dari minyak adalah bahwa dapat membentuk segel untuk mencegah kotoran atau zat asing lainnya (Khurmi dan Gupta, 2005: 1018).

Menurut Suprpto, (2004: 92) menjelaskan karakteristik dari pelumas mesin kendaraan sebagai berikut:

Karakteristik pelumas atau oli, yaitu: (1) Mendinginkan dan membersihkan mesin, sebagai pelumas oli melumasi (*lubricating*) seluruh

komponen yang bergerak di dalam mesin untuk mencegah terjadinya kontak langsung antar komponen yang terbuat dari logam, dalam hal ini unsur kekentalan (viskositas) sangat penting, (2) Sebagai pelumas, yaitu mengurangi keausan bagian-bagian yang bergerak, (3) Mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap pembentukan lapisan film minyak yang dapat melindungi logam dari penyebab keausan, (4) Dapat mendinginkan mesin dengan menyerap kalor, artinya pelumas oli harus mampu mengurangi panas yang ditimbulkan oleh gesekan antar logam pada mesin yang bergerak, seperti klep (katup) atau *bearing* (laher), dan (5) Dapat membersihkan bagian-bagian mesin dari oksidasi sehingga dapat mencegah terjadinya korosi.

Suprpto, (2004: 77) menyatakan bahwa, pelumas berfungsi sebagai media untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara metal dan komponen-komponen mesin lainnya yang bersinggungan dengan membentuk lapisan film yang tipis pada permukaan metal atau komponen mesin, sehingga resiko kerusakan dapat diminimalkan, cairan oli yang membatasi metal-metal tersebut bergeser atau terdorong sewaktu mesin bergerak.

Secara fisik minyak pelumas mempunyai sifat kental yang menahan laju alirannya dalam suatu bejana uji, makin kental minyak laju aliran dekat permukaan akan makin lambat atau gaya gesek antara minyak dan permukaan makin besar. Pemilihan tingkat kekentalan minyak pelumas mesin harus disesuaikan untuk mencapai sirkulasi pelumas yang lancar dan kedua permukaan yang dilumasi dapat bergerak bebas. Pada sepeda motor untuk jenis sistem pelumasannya menggunakan kombinasi antara tekanan dan percik, “Pada sistem ini pelumasan untuk poros engkol, poros *rocker arm* dilakukan dengan cara ditekan menggunakan pompa oli, sedangkan pelumasan untuk dinding silinder dengan cara percikkan” (Suprpto, 2004: 108). Kekentalan minyak pelumas sebagai penunjuk kemampuan oli atau minyak pelumas untuk mengalir ketika

mesin dingin maupun panas. Semakin tinggi tingkat kekentalan minyak pelumas maka semakin lama waktunya untuk mengalir atau semakin susah untuk mengalir, tingkat kekentalan oli pelumas ditentukan oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE) (Suyanto, 1989: 414-415). Bantalan berpelumas hidrodinamik yaitu ketika terdapat film pelumas tebal antara bantalan dengan porosnya, kemampuan pelumas dalam membawa beban bantalan hidrodinamik yang muncul dikarenakan cairan kental yang menolak untuk ditekan (Khurmi dan Gupta, 2005: 965).

Menurut Khurmi dan Gupta, (2005: 965-966) menjelaskan faktor pembentukan ketebalan film minyak pelumas sebagai berikut:

Faktor untuk membentuk lapisan ketebalan pelumasan hidrodinamika pada *bearing* yaitu: (1) Pasokan minyak terus menerus, (2) Gerakan relatif antara kedua permukaan ke arah yang bersinggungan dengan permukaan, (3) Kemampuan salah satu permukaan dalam mengambil pelumas yang lebih kecil ke permukaan lain untuk ke arah gerak yang relatif, (4) Aksi tekanan oli yang dihasilkan harus bertepatan dengan aksi beban eksternal antara permukaan.

## **6. Mekanisme Poros Engkol (*Crankshaft*)**

Segi jumlah putaran *crankshaft* motor empat langkah berbeda dengan motor dua langkah. *Crankshaft* motor empat langkah memiliki satu kali usaha dalam dua kali putaran, sedangkan motor dua langkah memiliki satu kali usaha dalam satu kali putaran *crankshaft*. Mekanisme gerak *crankshaft* dirancang sedemikian rupa supaya piston dapat melakukan usaha untuk menggerakkan motor. Fungsi dari mekanisme *crankshaft* untuk membantu gerak piston supaya mampu melakukan prinsip kerja motor bensin yaitu melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang sehingga tenaga yang dihasilkan dari ruang bakar mampu diteruskan ke kopling yang mengakibatkan mampu menggerakkan roda

kendaraan. Komponen yang mampu menghasilkan putaran pada *crankshaft* yaitu dengan adanya bantuan bantalan atau *bearing*.

Terdapat dua tipe *crankshaft* yang sering digunakan pada kendaraan yaitu tipe terpisah dan tipe menyatu, tipe terpisah untuk mesin dengan satu silinder yang umumnya terdapat pada sepeda motor dan tipe menyatu untuk mesin dengan lebih dari satu silinder yang umumnya terdapat pada mobil. Apabila *crankshaft* tidak dapat bergerak dengan lancar maka akan berakibat pada tenaga motor yang dihasilkan, oleh karena itu kerja *crankshaft* perlu mendapat perhatian yang serius agar dapat melakukan tugasnya dengan sempurna dan menghasilkan tenaga yang maksimal semisal pada pelumasan.

#### a. Piston

“Motor bakar torak (piston) mempergunakan satu atau lebih silinder dimana terdapat piston yang bergerak bolak-balik atau gerak translasi yang diubah menjadi gerak putar atau rotasi poros engkol (*crankshaft*)” (Wjayanti dan Irwan, 2014: 35). Piston berfungsi untuk menerima tenaga hasil ledakan dari proses pembakaran dan meneruskan tenaga ke poros engkol untuk dirubah menjadi tenaga putar dengan perantara batang piston (*connecting rod*). Tenaga yang berasal dari dorongan *connecting rod* dihubungkan dengan poros engkol (*crankshaft*). Piston pada mesin mampu mengoptimalkan proses pembakaran yang ada di dalam ruang bakar dengan menyesuaikan rasio kompresi dan mampu meminimalisir gesekan antara piston dengan dinding silinder. Pada bagian piston terdiri *ring* yang berjumlah 3 buah, yang mana dua *ring* sebagai penahan kompresi agar tidak bocor dan satu *ring* sebagai *ring* pelumas oli pada piston.



Gambar 2.6 Piston  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Material yang digunakan piston terbuat dari aluminium paduan yang mempunyai sifat: bobot yang ringan, penghantar panas yang baik, pemuaian kecil, tahan terhadap keausan akibat gesekan, dan tahan pada temperatur kerja tinggi (Daryanto, 2002: 8).

b. Batang Piston (*Connecting Rod*)

Batang piston berfungsi untuk meneruskan gerak antara piston terhadap poros engkol (*crankshaft*). Ujung kecil (*small end*) batang torak yang bergerak bolak-balik disambungkan dengan pena torak dan bagian pangkalnya (*big end*) disambung pada jurnal poros engkol (*jurnal crank shaft*) yang berputar eksentrik.

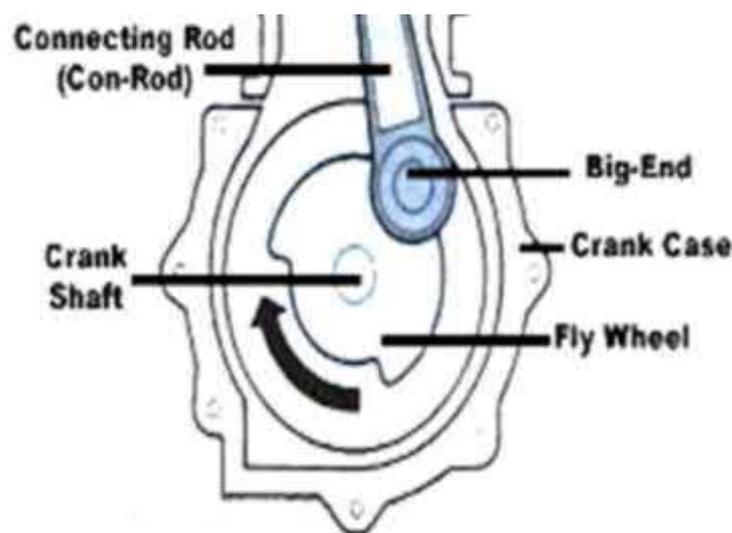


Gambar 2.7 Batang piston  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Poros engkol dapat berputar apabila piston melakukan usaha. “Batang penggerak dibuat dari bahan baja atau besi tuang” (Daryanto, 2002: 9). Batang penggerak yang konstruksinya keras dapat membantu untuk mengubah gerak lurus atau linear dari piston menjadi gerak melingkar atau rotasi pada *crankshaft* karena tarikan dan dorongan piston. Karena fungsinya yang sangat penting itulah maka batang piston harus diperhatikan dengan serius sehingga performa sepeda motor tetap maksimum.

### c. Poros Engkol (*Crankshaft*)

Najamudin, et al., (2010: 56) menyatakan bahwa, “Poros engkol berfungsi untuk mengubah gerakan naik dan turun dari pada piston didalam silinder mesin menjadi gerak berputar didalam silinder serta berfungsi untuk menerima tekanan gerak lurus dari piston dan diubah menjadi gerak putar”. *Crankshaft* menjadi pusat poros dari setiap gerakan piston. Pada umumnya *crankshaft* terbuat dari baja karbon tinggi karena harus mampu menahan beban atau momen yang kuat karena *crankshaft* harus menerima putaran mesin yang tinggi.



Gambar 2.8 *Crankshaft* (Samsiana dan Sikki, 2014: 45)

Jenis poros engkol yang digunakan pada mesin sepeda motor ada dua, yaitu jenis “*built up*” yang digunakan pada motor jenis kecil dengan jumlah silinder satu atau dua, sedangkan jenis “*one piece*” digunakan pada motor jenis besar yang mempunyai jumlah silinder lebih dari dua (Daryanto, 2002: 9). Untuk menghasilkan gaya yang merata, poros engkol dipasang pada roda penerus yang menyeimbangkan gaya yang dihasilkan oleh piston sehingga menghasilkan putaran mesin yang halus dan menghilangkan getaran pada poros engkol.

#### d. *Bearing Crankshaft*

“Pada pemakaian kendaraan bermotor kita tidak lepas oleh yang namanya *bearing* atau bantalan karena *bearing* ini merupakan suatu benda yang dibuat untuk membantu kinerja komponen pada kendaraan bermotor seperti pada roda, *crankshaft* dan lain-lain” (Sudarsono, et al., 2009: 109). Tanpa *bearing* akan bisa mengakibatkan semakin besar gesekan yang tergantung dari pembebanan, temperatur kerja, serta putaran yang terjadi pada poros. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.



Gambar 2.9 *Bearing Crankshaft*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Jenis *bearing* yang digunakan pada *crankshaft* sepeda motor yaitu dengan menggunakan jenis *rolling contact bearings* dengan bola radial alur dalam baris tunggal. *Bearing* alur dalam baris tunggal digunakan karena memiliki daya dukung beban yang tinggi dan mampu digunakan untuk putaran tinggi (Khurmi dan Gupta, 2005: 998). *Bearing* gelinding adalah *bearing* yang menggunakan elemen *rolling* untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil. Elemen gelinding bola dipasang antara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan jauh lebih kecil. Luas bidang kontak antara bola dengan cincinnya yang sangat kecil, maka besarnya beban persatuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

## **7. Bearing**

“Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama” (Irawan, 2009: 95). Kerusakan pada *bearing* dapat menurunkan kinerja mesin kendaraan secara total karena dapat menyebabkan timbulnya getaran yang tinggi akibat gesekan secara berlebihan. Supaya tidak terjadi kontak langsung pada bantalan maka antara bagian yang bergerak harus ada pelumasan. *Ball bearing* atau *roller bearing* terdiri dari *inner race* yang dipasang pada poros dan *outer race* yang menopang oleh *housing* atau *casing*. Di antara *inner race* dan *outer*

*race*, ada bola atau rol. Sejumlah bola atau rol digunakan dan ini diadakan pada jarak yang tepat oleh pengikat sehingga mereka tidak saling menyentuh. Pengikat atau *cage* pada *bearing* adalah lempengan tipis dan biasanya posisinya terdapat di dua bagian yang dirakit setelah bola ditempatkan pada alurnya dengan benar. (Khurmi dan Gupta, 2005: 997).

Ada dua macam bantalan yang digunakan pada motor yaitu bantalan jenis *sliding contact bearing* yang sering disebut dengan *bushing* dan *rolling contact bearing*. *Rolling contact bearing* dipakai pada poros engkol motor, sedangkan *bushing* dipasang pada batang torak yang berhubungan dengan pena torak dan pada poros nok yang dipasangkan pada blok silinder. Menurut Suyanto, (1989: 75) menyatakan bahwa, “Bantalan bekerja pada beban berat, temperatur yang bervariasi, dan lingkungan yang memungkinkan korosi. Oleh karena itu bantalan harus bersifat tahan terhadap beban yang menimpa”. Irawan, (2009: 96) menyatakan bahwa, klasifikasi bantalan berdasarkan gerakan bantalan gelinding yaitu ada beberapa macam : bantalan bola, peluru, jarum, dan rol bulat. Sedangkan klasifikasi berdasarkan arah beban bantalan yaitu:

- a. Bantalan radial : beban yang didapatkan tegak lurus dengan sumbu poros
- b. Bantalan aksial : beban yang didapatkan sejajar dengan sumbu poros
- c. Bantalan khusus : beban yang didapatkan tegak lurus dan sejajar dengan sumbu poros.

Mengenai jenis bantalan ada dua macam, yaitu bantalan luncur dan bantalan gelinding. Perbedaan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding yaitu:

- a. Karakteristik bantalan luncur menurut Irawan, (2009: 97-98) antara lain:
  1. Mampu menumpu poros pada putaran tinggi dengan beban yang berat.
  2. Terjadi gesekan sangat besar ketika *start* sehingga memerlukan torsi awal yang besar.
  3. Pelumasan tidak sederhana.
  4. Gesekan yang terjadi sangat besar.
  5. Timbul panas yang cukup tinggi.
  6. Adanya sistem pelumasan yang baik, bantalan luncur dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tak bersuara.
- b. Karakteristik bantalan gelinding menurut Irawan, (2009: 98) antara lain:
  1. Cocok digunakan pada beban yang lebih kecil.
  2. Putaran dibatasi oleh adanya gaya sentrifugal elemen gelinding pada bantalan.
  3. Produksi bantalan dilakukan dalam standarisasi.
  4. Gesekan yang terjadi sangat kecil.
  5. Pelumasan sangat sederhana.
  6. Gerakan elemen gelinding menimbulkan suara berisik.

Khurmi dan Gupta, (2005: 997-998) menyatakan bahwa, jenis bantalan bola radial ada beberapa macam, yaitu:

- a. *Single row deep groove bearing* yaitu bantalan alur dalam yang memiliki alur satu baris. Bantalan ini digunakan karena memiliki daya dukung beban yang tinggi dan cocok untuk kecepatan tinggi sehingga daya dukung beban *ball bearing* terikat dengan ukuran dan jumlah bola yang ada.

- b. *Filling notch bearing* yaitu bola bantalan yang mengisi lekukan. Bantalan ini memiliki lekukan di *Inner-ring Raceway* dan *Outer-ring Raceway* yang memungkinkan jumlah bola yang berukuran besar, maka bantalan ini memiliki kapasitas beban bantalan yang lebih besar.
- c. *Angular contact bearing* yaitu bantalan yang memiliki kontak antar sudut. Bantalan ini memungkinkan untuk membawa beban aksial dan radial yang relatif besar dalam satu arah, biasanya digunakan berpasangan sehingga beban dorong dapat dibawa kedua arah.
- d. *Double row bearing* yaitu bantalan yang memiliki alur baris ganda. Bantalan ini dapat dibuat dengan kontak radial atau sudut antara bola dan lintasannya, bantalan ini ukurannya jauh lebih sempit dari pada bantalan baris tunggal.
- e. *Self-aligning bearing* yaitu bantalan yang mampu menyelaraskan diri sendiri. Jarak normal bantalan bola terlalu kecil untuk berputar, jika unit dirakit dengan ketidak sejajaran maka beban bantalan dapat melebihi nilai desain dan bisa terjadi kegagalan.

Beban statis bantalan gelinding yaitu beban yang dapat ditahan oleh bantalan tidak berputar. Beban statis dasar didefinisikan sebagai beban statis radial atau beban aksial deformasi permanen pada bola, pada bantalan bola satu alur untuk beban statis dasar berhubungan pada komponen radial pada beban yang terjadi karena perpindahan letak radial cincin bantalan satu dengan yang lainnya. Kapasitas nominal dasar statis radial ( $C_0$ ) bantalan bola radial dapat diperoleh dengan :

$$C_0 = f_0 \cdot i \cdot Z \cdot D^2 \cdot \cos \alpha$$

Keterangan :

$i$  : jumlah alur bola dalam satu bantalan

$Z$  : jumlah bola pada tiap alur

$D$  : diameter bola (mm)

$\alpha$  : nominal sudut kontak, nilai sudut antara garis aksi pada beban bola dengan bidang tegak lurus terhadap poros bantalan

$f_0$  : faktor bantalan (tergantung pada tipe bantalan), nilai faktor bantalan ( $f_0$ ) untuk bantalan yang terbuat dari baja yang dikeraskan dapat menggunakan :

$f_0$  : 3,33, untuk bantalan bola dengan pengaturan sendiri.

: 12,5, untuk kontak radial dan bantalan alur kontak bersudut.

(Khurmi dan Gupta, 2005: 1003).

Beban dasar statis bantalan bola aksial dapat dihitung dengan :

$$C_0 = f_0 \cdot Z \cdot D^2 \cdot \sin \alpha$$

Keterangan :  $Z$  : jumlah bola yang membawa dorongan pada tiap alur.

$f_0$  : 49, untuk bantalan terbuat dari baja yang dikeraskan.

(Khurmi dan Gupta, 2005: 1004).

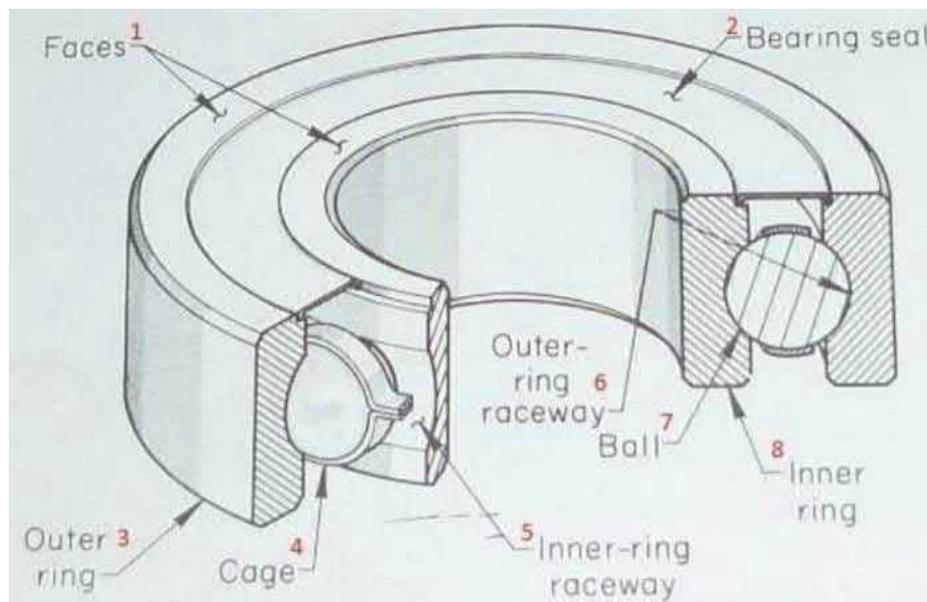
Pembebanan dinamik ekuivalen dapat didefinisikan sebagai harga konstan dari pembebanan radial bergerak dimana jika diberikan kepada sebuah bantalan dengan cincin dalam yang berputar dan cincin luar yang diam akan memberikan umur kerja yang sama dan mencapai harga kondisi sebenarnya pada pembebanan dan rotasinya.

$$L = \left( \frac{C}{W} \right)^k \times 10^6$$

- Keterangan : L : umur pakai
- C : ijin beban dinamis (N)
- W : beban dinamis ekuivalen (N)
- k : faktor dinamis bantalan
- : 3 untuk bantalan bola
- : 10/3 untuk bantalan rol.

(Khurmi dan Gupta, 2005: 1009).

“Suatu *bearing* mempunyai bagian-bagian yang merupakan dari keseluruhan *bearing* itu sendiri yang dapat meringankan putaran poros tersebut yaitu seperti *Faces*, *Inner ring*, *Outer ring*, *Ball bearing*, *Outer-ring raceway*, *Inner-ring raceway*, dan *Cage diameter*” (Purnama dan Ariosuko, 2014: 92).



Gambar 2.10 Bagian-Bagian *Bearing* (Purnama dan Ariosuko, 2014: 93)

a. *Faces*

Permukaan yang menjadi rumah bagi komponen-komponen pada *bearing*.

b. *Bearing Seal*

Bagian yang menutupi *balls bearing*

c. *Outer Ring*

Bagian *ring bearing* yang bagian luar yang terhubung dengan *housing* mesin.

d. *Cage*

Komponen yang memisahkan *ball bearing* yang bergulir dengan jarak tertentu agar seragam dan menjaga *ball bearing* untuk bergulir pada *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway*.

e. *Inner-ring Raceway*

Jalur atau lintasan permukaan terdalam *bearing* yang bersinggungan langsung dengan *balls bearing*.

f. *Outer-ring Raceway*

Jalur atau lintasan permukaan terluar *bearing* yang bersinggungan langsung dengan *balls bearing*.

g. *Ball Bearing*

Komponen *bearing* yang dapat bergulir sesuai jalurnya yang ditahan dengan *cage* dan juga sebagai penahan gaya tekanan dan gesekan bantalan.

h. *Inner Ring*

Bagian *ring bearing* yang bagian dalam yang terhubung dengan poros.

Menurut Toumi, et al., (2018: 428-429) menyatakan bahwa, bola *bearing* dianggap sebagai benda kaku yang istimewa dimana bagian *ball bearing* dapat

dideformasi (perilaku elastoplastik) sehingga dua *ring* penghubung *bearing* dapat memastikan *ball bearing* bisa berputar pada *raceway*.

## 8. *Bearing Crankshaft Standar*

### a. Karakteristik *Bearing Crankshaft Standar*



Gambar 2.11 *Bearing Standar Honda Supra X 125 helm in FI*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Bantalan atau *bearing* berguna untuk menghubungkan dua komponen yang memiliki gaya berputar, sehingga komponen dapat bergerak dengan terjaga akan minim gesekan dan ketika berputar bisa stabil yang dikarenakan *bering* memiliki celah. Akibat semakin besar gesekan antara *ball bearing* dengan *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* akan menimbulkan panas yang dikarenakan memiliki jarak yang kurang lebar. Ketika suhu mesin dan rpm tinggi *ball bearing* akan memuai, sehingga pengaruh gesekan dengan *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* semakin banyak.

*Bearing* standar memiliki karakteristik yang memungkinkan untuk digunakan yaitu: (1) Material *ball bearing* menggunakan baja tahan karat martensit, (2) Pengikat *ball bearing* terbuat dari baja, (3) Kemampuan gelinding

lebih singkat akibat beban dan gesekan yang besar, (4) *Ball bearing* lebih cepat memuai, (5) Suara mesin halus, (6) Memiliki *clearance* pada jarak *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* 3 *micron* atau 0,003 mm, (7) Tahan pada beban yang berat, (8) Anti korosi.

#### b. Material *Bearing* Standar

Callister dan Rethwisch, (2010: 392) menyatakan bahwa, material merupakan salah satu dari pemilihan benda yang memiliki kombinasi karakteristik secara tepat untuk aplikasi tertentu. Sifat paduan diubah oleh proses fabrikasi dan perubahan sifat lebih lanjut dapat disebabkan oleh penggunaan perlakuan panas yang tepat. Salah satunya baja, baja adalah paduan besi dan karbon yang mengandung konsentrasi unsur-unsur paduan lain yang cukup besar, bahkan ada ribuan paduan yang memiliki komposisi atau perlakuan panas berbeda (Callister dan Rethwisch, 2010: 394).

Material yang digunakan untuk pembuatan *bearing* pada umumnya yaitu baja tahan karat sangat tahan terhadap korosi (karat) di berbagai lingkungan, terutama atmosfer sekitar. Unsur paduan utama mereka adalah kromium, diperlukan konsentrasi sedikitnya 11% Cr. Ketahanan korosi juga dapat ditingkatkan dengan penambahan nikel dan molibdenum (Callister dan Rethwisch, 2010: 397). Cr merupakan unsur campuran penting yang digunakan untuk baja konstruksi dan baja perkakas, baja tahan karat dan baja tahan asam, karena unsur Cr dapat membentuk lapisan oksida di permukaan baja sehingga mampu meningkatkan kekerasan, keuletan, ketahanan aus, kemampuan

diperkeras, ketahanan panas, kerak, karat, asam, kemudahan dipoles, serta dapat menurunkan regangan (Budiyono, 2008: 21).

Menurut Praguna, et al., (2018: 128) menjelaskan pembentukan baja tahan karat jenis martensit sebagai berikut:

Fasa martensit pada baja tahan karat dapat dihasilkan pada proses *hardening* dimana baja dipanaskan pada suhu austenit sekitar 1000°C hingga 1100°C sehingga fasa didalam baja tahan karat menjadi fasa austenit dengan karbon didalam larutan padat. Kemudian baja tersebut didinginkan cepat menggunakan oli sehingga fasa austenit bertransformasi menjadi fasa martensit. Setelah baja tersebut mengalami proses *tempering*, fasa martensit bertransformasi menjadi fasa martensit *temper*.

Surdia dan Saito, (1985: 103) menyatakan bahwa, “Komposisi baja tahan karat martensit adalah 12-13% Cr dan 0,1-0,3% C. Kadar Cr sebanyak ini adalah batas terendah untuk ketahanan asam karena baja jenis ini sukar berkarat di udara, tetapi ketahanan karat dalam suatu larutan juga cukup”. Baja ini banyak dipakai karena mempunyai ketahanan panas yang baik sekali, dan dengan pengerasan dan penemperan dapat diperoleh sifat-sifat mekanik yang baik, oleh karena itu baja ini dapat dipakai untuk alat potong, perkakas, dan lain-lain. Semakin tinggi derajat jenuh karbon, semakin besar pula perbandingan satuan sumbu sel satuannya, maka martensit akan semakin keras dan getas. Menurut Budiyono, (2008: 14) menyatakan bahwa, karakteristik baja tahan karat martensit yaitu :

- a. Struktur mikronya, sebagai matriknya berupa fasa martensit
- b. Unsur paduan utama baja tahan karat martensik: Fe, Cr dan 0% Ni
- c. Dapat diperkeras atau diperkuat dengan cara perlakuan panas
- d. Bersifat magnet
- e. Penggunaannya: *bearing*, alat potong, sendok, dan garpu

AISI Number	UNS Number	Composition (wt%) <sup>a</sup>	Condition <sup>b</sup>	Mechanical Properties for Martensitic			Typical Applications
				Tensile Strength [MPa (ksi)]	Yield strength [MPa (ksi)]	Ductility [%EL in 50mm (2 in.)]	
410	S41000	0.15 C, 12.5 Cr, 1.0 Mn	Annealed	485 (70)	275 (40)	20	Rifle barrels, cutlery, jet engine parts
			Q & T	825 (120)	620 (90)	12	
440A	S44002	0.70 C, 17 Cr, 0.75 Mo, 1.0 Mn	Annealed	725 (105)	415 (60)	20	Cutlery, bearings, surgical tools
			Q & T	1790 (260)	1650 (240)	5	

Tabel 2.1 Penunjukan, Komposisi, Sifat Mekanis, dan Aplikasi Martensit (Callister dan Rethwisch, 1940: 398)

Pada baja tahan karat martensit dengan nomor AISI 410 yaitu baja tahan karat martensit dengan kegunaan umum, sedangkan nomor AISI 440A yaitu mengandung paling banyak Cr dan penambahan karbon untuk meningkatkan kekerasan. Berbagai sifat mekanik dikombinasikan dengan ketahanan yang sangat baik terhadap korosi sehingga mampu membuat baja tahan karat sangat fleksibel dalam penerapannya. Umumnya baja tahan karat sering digunakan pada temperatur tinggi dan lingkungan yang ekstrem dikarenakan tahan terhadap oksidasi.

## 9. *Bearing Crankshaft Racing*

### a. Karakteristik *Bearing Crankshaft Racing*



Gambar 2.12 *Bearing Racing* Faito  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

*Bearing racing* merk Faito memiliki karakteristik yang memungkinkan untuk digunakan yaitu: (1) Material *ball bearing* menggunakan keramik jenis silikon nitrida, (2) Pengikat *ball bearing* terbuat dari kayu komposit khusus, (3) Kemampuan gelinding lebih lama akibat beban yang ringan dan minim gesekan, (4) *Ball bearing* tinggi tidak mudah memuai, (5) Suara mesin sedikit berisik pada saat *ball bearing* belum memuai, (6) Memiliki *clearance* pada jarak *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway* 4 *micron* atau 0,004 mm, (7) Efek penggunaan *bearing racing* di balik putaran lebih ringan juga mampu mengurangi gesekan, (8) Anti korosi.

*Bearing racing* pada komposisi kimianya mengandung *cramic* sehingga disamping lebih ringan juga mampu mengurangi gesekan. Wijiyanti dan Saporin, (2018: 24) menerangkan bahwa, “Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil terbaik didapatkan oleh *bearing* dengan tipe keramik”. Menurut Guo, et al.,

(2018: 2) menyatakan bahwa, berbeda dengan bantalan logam, elemen bergulir dari bantalan keramik hibrida terbuat dari bahan keramik ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ , dan lain-lain) bukannya logam. Namun, perbedaan ini memberikan bantalan keramik hibrida dengan beberapa karakteristik unik seperti rendah kepadatan, kekerasan tinggi, tahan suhu tinggi, dan lain-lain, yang membuat bantalan keramik hibrida sangat cocok untuk putaran berkecepatan tinggi dari peralatan mesin. Khurmi dan Gupta, (2005: 1018) menyatakan bahwa, *Bearing* mendapat tekanan yang tinggi dengan besaran yang bervariasi pada setiap putaran *bearing*, maka dari itu diperlukan material *bearing* berkualitas tinggi.

#### b. Bahan *Bearing* Keramik

Menurut Callister dan Rethwisch, (2010: 509) menyatakan bahwa, pengembangan keramik canggih moderen pada era sekarang disebut telah dimulai dan akan terus mengembangkan inovasi yang menonjol dalam teknologi canggih. Sebuah bantalan terdiri dari bola dan alur yang bersentuhan dan saling bergesekan saat beroperasi. Dahulu komponen bola dan alur pada bantalan dibuat material baja tahan karat yang sangat keras, tahan korosi, dan dapat dipoles hingga permukaan yang sangat halus. Saat ini bola silikon nitrida ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) telah mulai menggantikan bola baja di sejumlah aplikasi, dikarenakan sifat  $\text{Si}_3\text{N}_4$  membuatnya menjadi bahan yang lebih diinginkan. Inovasi pada bola keramik dan alurnya disebut sebagai bantalan hybrid. Kerapatan pada material  $\text{Si}_3\text{N}_4$  jauh lebih sedikit dari pada baja (3,2 berbanding 7,8  $\text{g/cm}^3$ ) maka bantalan keramik berbobot lebih ringan dari pada bantalan baja, dengan demikian pemuatan sentrifugal lebih sedikit sehingga dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi (20% hingga

40% lebih tinggi). Selanjutnya, modulus elastisitas silikon nitrida lebih tinggi dari pada bantalan baja (320 GPa versus sekitar 200 GPa), jadi  $\text{Si}_3\text{N}_4$  lebih kaku dan mengalami deformasi yang lebih rendah saat digunakan, yang memuat pengurangan tingkat kebisingan dan getaran. Pada  $\text{Si}_3\text{N}_4$  tingkata kekerasan yang lebih tinggi menjadikan konstruksi benda semakin kuat (75 hingga 80 HRC dibandingkan dengan 58 hingga 64 HRC untuk bantalan baja) dan kekuatan tekan silikon nitrida yaitu (3000 MPa versus 900 MPa) yang bisa menghasilkan tingkat keausan yang lebih rendah. Selain itu, lebih sedikit panas yang dihasilkan menggunakan bantalan keramik, karena koefisien gesekan  $\text{Si}_3\text{N}_4$  adalah sekitar 30% dari pada bantalan baja. Hal tersebut mengarah pada peningkatan keawetan pelumas. Bahan keramik lebih tahan korosi dari pada paduan logam, dengan demikian bola silikon nitrida dapat digunakan dalam lingkungan yang lebih tahan korosif dan pada suhu operasi yang lebih tinggi. Karena koefisien pemuaian panas material  $\text{Si}_3\text{N}_4$  jauh lebih tinggi dari pada baja ( $2.7$  berbanding  $10.2 \cdot 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ ) maka bantalan kramik dalam ketahanan pemuaian panas lebih lama dari pada bantalan baja, dengan demikian gaya gesek akibat pemuaian lebih lambat (Callister dan Rethwisch, 2010: 511).

#### **10. Pengaruh *Bearing Crankshaft* terhadap Daya dan Torsi**

“Bantalan gelinding atau bisa disebut dengan *rolling element bearing* merupakan salah satu komponen yang sering digunakan pada mesin yang fungsinya untuk mengurangi besarnya gaya gesek yang ditimbulkan oleh poros yang berputar” (Maladzi, et al., 2017: 32). *Bearing* mampu menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbunya dan juga dapat menjaga komponen yang

bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. Supaya *bearing* bisa berputar terhadap sumbunya maka pada permukaan dalam *bearing* terdapat bola dan rol yang memiliki sifat kontak *bearing* dalam bentuk *rolling contact bearing*, dimana bola baja atau rol disiapkan di antara elemen bergerak dan elemen tetap, sedangkan bola memberi gesekan bergulir pada dua titik untuk setiap bola (Khurmi dan Gupta, 2005: 964).

Adapun perbedaan sifat antara *bearing crankshaft* standar dan *bearing crnkshaft racing* yang bisa mempengaruhi naiknya daya dan torsi yaitu sebagai berikut:

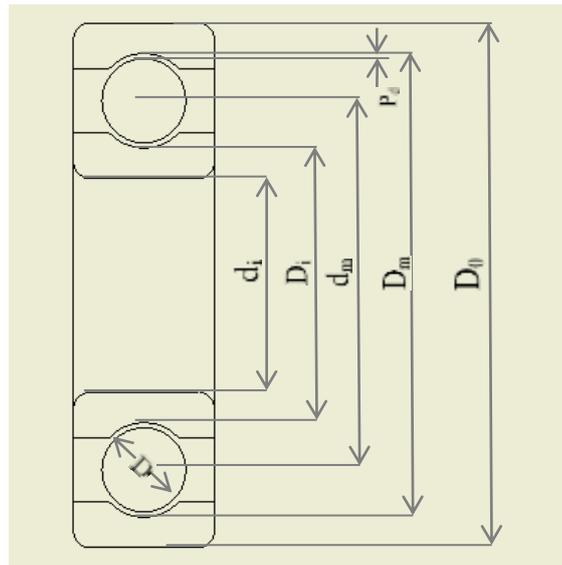
No	Sifat	Baja	Silikon nitrida	Keterangan
1.	Kerapatan ( $\text{g/m}^3$ )	7,80	3,3	Semakin tinggi kerapatanya maka semakin besar massa setiap volumenya.
2.	Modulus elastisitas (Gpa)	200	304	Semakin besar nilai modulus elastisitasnya maka lebih kaku dan mengalami deformasi yang lebih rendah saat digunakan
3.	Kekerasan (HRC)	58	75	Semakin tinggi nilai kekerasan menjadikan konstruksi benda semakin kuat.
4.	Pemuaiian panas	10,2	3,1	Nilai pemuaiian kecil mampu

	$10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$			beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi
5.	Koefisien gesek (kg.cm)	0,42	0,26	Nilai koefisien gesek tinggi menyebabkan semakin cepat timbul panas dan aus
6.	Penggunaan suhu maksimum ( $^{\circ}\text{C}$ )	200	1.096	Dengan semakin besar angkanya akan mampu bekerja pada suhu yang tinggi
7	<i>Clearance</i> ( <i>micron</i> )	3	4	Semkain tinggi angka <i>clearance</i> menyebabkan suara mesin lebih berisik pada saat suhu rendah
8.	Kekuatan tekan (MPa)	900	3000	Dengan angka yang semakin tinggi menghasilkan tingkat keausan lebih rendah

Tabel 2.2 Perbandingan sifat antara bantalan baja (standar) dan bantalan silikon nitrida (*racing*)

*Bearing* pada *crankshaft* menurut arah pembebanannya termasuk jenis bantalan radial yaitu beban kerja *bearing* yang didapatkan tegak lurus terhadap arah gerakan elemen bergerak atau sumbu poros (Khurmi dan Gupta, 2005: 963). *Bearing* radial mampu mendukung pembebanan dari torak saat berputar. Perubahan celah *bearing* dan jenis material yang digunakan mampu mempengaruhi kecepatan putaran *crankshaft* akibat minim gesekan. Salah satu akibat dari peningkatan kecepatan *crankshaft* adalah berubahnya daya dan torsi

yang dihasilkan mesin kendaraan. “Kenaikan putaran mesin dapat menaikkan torsi dan daya yang dihasilkan pada poros roda hingga torsi dan daya maksimal” (Purnomo, et al., 2012:20). “Adanya *clearance* pada *ball bearing* yang akan menyebabkan terjadinya perubahan posisi bola-bola jika putaran yang terjadi melebihi batasan teori yang digunakan” (Sugiyanto, et al., 1999: 1).



Gambar 2.13 Dimensi *ball bearing*  
(Sugiyanto, et al., 1999: 5)

Sugiyanto, et al., (1999: 5) menyatakan bahwa, *ball bearing* dan *roller bearing* secara umum didesain dengan memberikan adanya *clearance* antara *inner-ring raceway* dengan *outer-ring raceway*, jarak *clearance* dari gambar 2.13 dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$P_d = d_o - d_m - 2D$$

Keterangan:  $P_d$  = jarak *clearance bearing* (mm)

$d_o$  = diameter luar (mm)

$d_m$  = diameter pada titik pusat *ball bearing* (mm)

$D$  = diameter *ball bearing* (mm)

Kemampuan *bearing* pada beban tergantung besarnya ukuran *osculation* elemen yang menggelinding (*rolling element*) pada *raceways*. *Osculation* merupakan perbandingan antara jarak radius kelengkungan elemen *rolling* dengan *raceways* pada arah transversal terhadap *rolling*.

Menurut Irawan, (2009: 109) menjelaskan fungsi dan jenis pelumasan pada *bearing* sebagai berikut:

Pelumasan pada *bearing* digunakan untuk mengurangi gesekan antara permukaan dan untuk mengeluarkan panas akibat gesekan, juga mencegah *bearing* melawan korosi. Semua jenis pelumasan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu : (1) *Liquid*, (2) *Semi liquid*, (3) *Solid*. Pelumasan *liquid* biasanya digunakan pada *bearing* yaitu oli mineral dan sintetik. Oli mineral adalah yang paling umum digunakan karena stabil.

## 11. Perhitungan Performa Mesin

Kinerja suatu mesin dapat diketahui dengan membaca parameter daya dan torsi dari sepeda motor. Secara umum daya berbanding lurus dengan torak sedangkan torsi berbanding lurus dengan langkah torak. Mesin kendaraan adalah daya yang digunakann untuk menggerakkan beban, daya poros engkol didapat dari proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang dikompresi piston yang bisa memutarakan poros engkol. Tenaga putaran dari poros engkol disebut dengan torsi.

Menurut Zhixiong, et al., (2017: 1) menyatakan bahwa, torsi sangat diperlukan untuk kondisi penilaian pembakaran *Internal Combution Engine* (ICE). Karena itu, penting untuk mendapatkan torsi yang diindikasikan secara akurat, tekanan silinder, dan beban torsi untuk kontrol ICE yang optimal dan mengetahui persoalan pada batasan undang-undang emisi.

a. Daya

“Daya motor adalah besarnya kerja motor selama waktu tertentu” (Arends dan Berenschot, 1980: 18). “Daya digunakan untuk menyatakan seberapa besar kerja yang dapat dilakukan dalam suatu periode waktu tertentu” (Kristanto, 2015: 21). Untuk perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar pada kendaraan itu sendiri. Dengan semakin cepatnya putaran mesin maka rpm yang dihasilkan akan semakin besar, begitu pula momen putar motor. Maka dari itu jumlah putara mesin permenit atau rpm dan besarnya momen putar mampu mempengaruhi daya motor yang dihasilkan oleh sebuah motor. Sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$N_e = T \times \omega$$

Dimana :  $N_e$  : daya poros Nm/s (Watt)

$T$  : torsi (N.m)

$\omega$  : kecepatan sudut putar (rpm)

(Raharjo dan Karnowo, 2008:111)

Kristanto, (2015: 22) menjelaskan bahwa, daya dinyatakan dalam kW atau daya kuda (*horse power*, HP), dimana hubungannya dinyatakan melalui:

$$1 \text{ HP} = 0,746 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HP}$$

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

## b. Torsi

Menurut Basyirun, et al., (2008: 23) menyatakan bahwa, “Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi”. Kemampuan mesin tersebut dengan menggunakan gaya putar untuk menggerakkan kendaraan dari yang semula diam hingga sampai bisa bergerak. “Besaran torsi adalah besaran turunan yang bisa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya” (Raharjo dan Karnowo, 2008: 98). Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Rumus dari torsi sendiri adalah apabila suatu benda berputar mempunyai besar gaya sentrifugal sebagai  $F$ , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar  $b$ , dengan data tersebut torsi sendiri adalah sebagai berikut:

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

Dimana :  $T$  : torsi benda putar (N.m)

$F$  : gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

$b$  : jarak benda ke pusat rotasi (m)

(Raharjo dan Karnowo, 2008: 98)

“Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar pada porosnya, dan akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan” (Basyirun, et al., 2008: 24).

## 12. *Chassis Dynamometer*

*Chassis dynamometer* atau *dynotes* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tenaga dari nilai torsi dan daya keluaran yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor. Prinsip kerja alat *dynamometer* adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai mendekati 0 (nol) rpm, beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin (Raharjo dan Karnowo, 2008: 98-99). Informasi yang dihasilkan dari putaran mesin kemudian dilanjutkan transfer data putaran mesin yang dikonversikan pada nilai angka daya dan torsi sehingga hasilnya dapat dilihat pada sebuah layar monitor yang terhubung dengan alat *dynamometer*. Hassani dan Vosseini, (2016: 2) menyatakan bahwa, dalam kasus sepeda motor tes *Chassis dynamometer* adalah yang paling penting yang mana merupakan cara yang praktis dan mudah dilakukan untuk mengetahui perkembangan performa.



Gambar 2.14 *Dynmometer*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### C. Kerangka Berfikir

Performa sepeda motor banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu bahan bakar, pengapian, kompresi, pelumas dan salah satunya memodifikasi *bearing* pada *crankshaft*. *Bearing* pada *crankshaft* adalah komponen pada mesin berfungsi untuk menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. *Bearing crankshaft* terdapat *ball bearing* yang berfungsi sebagai media yang dapat bergulir sesuai jalurnya antara *inner-ring raceway* dan *outer-ring raceway*. Perubahan *bearing crankshaft racing* yang memiliki ukuran *clearance* antara *ball bearing* dengan alurnya yang lebih lebar dan perubahan material dengan jenis keramik akan mempengaruhi putaran *bearing* yang lebih ringan dan minim gesekan.

Peningkatan performa pada sepeda motor harus diimbangi dengan peningkatan kualitas bahan bakar, oleh karena itu peningkatan kualitas bahan bakar sepeda motor juga akan mempengaruhi performa sepeda motor. Perbandingan campuran udara, bahan bakar, dan angka oktan pada bahan bakar akan menentukan performa motor, karena hal ini berhubungan dengan proses pembakaran di dalam silinder. Bahan bakar masuk ke ruang silinder ketika sudah dicampur dengan udara, maka masuknya bahan bakar diatur oleh terbuka dan tertutupnya katup. Katup hisap dan buang tersebut bisa bekerja karena kerja dari *camshaft* yang digerakkan oleh *crankshaft*. Semakin cepat dan ringan putaran pada *crankshaft*, maka semakin cepat pula dapat menggerakkan *camshaft*. *Camshaft* mengatur sirkulasi bahan bakar dan udara yang diperlukan untuk

melakukan proses pembakaran yang ada di ruang silinder untuk menghasilkan tenaga.

Ketika mesin bekerja, sebagai tenaga yang dihasilkan dari proses pembakaran akan dipakai untuk menggerakkan komponen yang ada di dalam mesin, maka semakin besar pula tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan komponen mesin tersebut. Semakin kurangnya beban mekanis sebuah mesin, maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan. Dengan melakukan penggantian *bearing crankshaft* standar dengan *bearing crankshaft racing* serta diimbangi dengan pemberian pelumas yang sesuai mampu meminimalisir beban gesek pada mesin sepeda motor, sebagai salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi mekanis sebuah mesin sebagai upaya untuk bisa mempengaruhi performa mesin sepeda motor.

Melalui modifikasi perubahan *bearing crankshaft* maka dapat mempercepat campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang silinder. Salah satu akibat dari semakin cepatnya putaran *crankshaft* yaitu mampu merubah daya dan torsi yang dihasilkan mesin sepeda motor yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbedaan daya dan torsi motor Supra X 125 *helm in FI* dengan menggunakan variasi *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing*.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian data serta pembahasan yang sudah dilakukan pada Honda Supra X 125 *helm in FI* tentang perbandingan antara penggunaan *bearing* standar dan *bearing racing* pada *crankshaft* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya perbedaan antara penggunaan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terhadap daya pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*. Peningkatan daya tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terjadi pada putaran mesin 7500 rpm. Peningkatan nilai daya tertinggi pada *bearing crankshaft* standar mencapai 9,96 HP setara dengan 7,43 kW, sedangkan pada penggunaan *bearing crankshaft racing* mampu mencapai 10,23 HP setara dengan 7,64 kW. Dengan menggunakan *bearing crankshaft racing* daya sepeda motor dapat meningkatkan sebesar 2%.
2. Adanya perbedaan antara penggunaan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terhadap torsi pada sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI*. Peningkatan torsi tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terjadi pada putaran mesin 2500 rpm. Peningkatan nilai torsi tertinggi pada *bearing crankshaft* standar mencapai 11,43 N.m, sedangkan pada

penggunaan *bearing crankshaft racing* mampu mencapai 11,83 N.m. Dengan menggunakan *bearing crankshaft racing* torsi sepeda motor dapat meningkatkan sebesar 2,65%.

## **B. Saran**

Adapun saran yang diberikan sehubungan dengan penelitian tentang perbandingan antara penggunaan *bearing* standar dan *bearing racing* pada *crankshaft* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor, sebagai berikut :

1. Bagi pengguna sepeda motor Honda Supra X 125 *helm in FI* yang menginginkan performa motor optimal, dapat menggunakan *bearing crankshaft racing*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terhadap konsumsi bahan bakar dengan memakai bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *bearing crankshaft* standar dan *bearing crankshaft racing* terhadap sistem pengapian, tekanan kompresi dan pelumasan yang bisa mempengaruhi kelajuan *bearing crankshaft* untuk mengetahui daya dan torsi mesin sepeda motor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, G. Dan D. Darlis. 2015. Perancangan Dynotest Portable Untuk Sepeda Motor dengan Sistem Monitoring menggunakan Modul Ism Frekuensi 2.4 Ghz. *eProceedings of Applied Science* 1(2): 1231-1238
- Arends, BPM. dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Ariawan, W. B., I.G.B.W. Kusuma, dan I.W.B Adnyana. 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK* 2(1): 51-58.
- Arisandi, M., Darmanto, dan T. Priangkoso. 2012. Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar. *Jurnal Momentum UNWAHAS* 8(1): 56-61.
- Badan Pusat Statistika. 2017. *Statistik Transportasi Darat 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Basyirun, W.D. Raharjo, dan Karnowo. 2008. *Buku Ajar Mesin Konversi Energi*. Semarang: PKUPT Universitas Negeri Semarang.
- Bearing TK. 2014. *Bearing TK*. <http://www.tkracingpart.com/news/bearing-tk>. 8 Januari 2019 (14:25).
- Boentarto. 2005. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan & Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Budiyono, A. 2008. *Bahan Teknik I*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Callister, W. dan D. Rethwisch. 2010. *Materials Science and Engineering An Introduction*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Daryanto. 2002. *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. 2007. *Motor Diesel pada Mobil*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Erinofiardi. 2011. Desain Umur Bantalan *Carrier Idler Belt Conveyor* PT. Pelindo II Bengkulu. *Jurnal Teknik Mesin* 8(1): 42-49.
- Fuhaid, N. 2010. Pengaruh Filter Udara Pada Karburator Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor. *PROTON* 2( 2): 39 – 45.
- Guo, Y., S.B. Sun, X. Wu, J. Na, dan R.F. Fung. 2018. Experimental Investigation on Double-Impulse Phenomenon of Hybrid Ceramic Ball Bearing With Outer Race Spall. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 113: 189-198
- Hassani, A. dan V. Hosseini. 2016. An Assessment of Gasoline Motorcycle Emissions Performance and Understanding Their Contribution to Tehran Air Pollution. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 47: 1–12.

- Irawan, A. P. 2009. *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta: Universitas Tarumanagara.
- Jama, J. dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid I*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Khurmi, R. S. dan J. K. Gupta. 2005. *Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Kurdi, O. dan Arijanto. 2007. Aspek Torsi Dan Daya Pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Campuran Premium–Methanol. *ROTASI* 9(2): 54-60.
- Liu, X., B. Deng, J. Fu, Z. Xu, J. Liu, M. Li, Q. Li, Z. Ma, dan R. Feng. 2019. The Effect Of Air/Fuel Composition On The HC Emissions For A Twin-Spark Motorcycle Gasoline Engine: A Wide Condition Range Study. *Chemical Engineering Journal* 355: 170–180.
- Machmud, S., U.B. Surono, dan L. Sitorus. 2013. Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik* 3(1): 58-64.
- Maladzi, R., T. Prahasto, dan A. Widodo. 2017. Analisis Kerusakan Bantalan Gelinding Dengan Variasi Kecepatan Putar Berdasarkan Pola Getaran Menggunakan Metoda Envelope Analysis. *Jurnal Teknik Mesin* 5(1): 32-41.
- Najamudin, M. Zein, dan K. Sujana. 2010. Pengaruh Modifikasi Crankshaft Terhadap Daya Efektif pada Motor Bakar 160 CC. *Jurnal Teknik Mesin* 1(1): 56-64.
- Praguna, F. D., M.S. Anwar, Sunardi, dan E. Maburi. 2018. Ketahanan Impak, Kekerasan dan Strukturmikro pada Baja Tahan Karat Martensitik 13 Cr3Mo3Ni Dengan Variasi Suhu Perlakuan Panas. *Jurnal Sains Materi Indonesia* 19(3): 125-130.
- Purnama, A. dan Ariosuko, D. H. 2014. Analisis Perbandingan Sifat Fisis Dan Mekanis Bantalan Peluru Baru, Telah Dipakai dan Rusak Untuk Kendaraan Bermotor Roda Dua. *SINERGI* 18(2): 92-98.
- Purnawan, M. 2018. Alat Pemotong Keramik: Perkembangan, Karakteristik dan Prospek. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia* 27(1): 26 – 39.
- Purnomo, H., H. Bugis, dan Basori. 2012. Analisis Penggunaan CDI Digital *Hyper Band* dan Variasi Putaran Mesin Terhadap Torsi dan Daya Mesin Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter MX Tahun 2008. *NOSEL* 1(1): 9-22.
- Raharjo, W.D. dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Rajagukguk, J. 2012. Analisis Performa Mesin Bensin dengan Pengujian Angka Oktan Berbeda. *Jurnal Teknokrasi* 10(1): 4-11.

- Rosid. 2015. Analisis Proses Pembakaran Sistem Injection pada Sepeda Motor dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium dan Pertamina. *Jurnal Teknologi* 7(2): 86-92.
- Samsiana, S. dan M.I. Sikki. 2014. Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Model Kontur Radius Gelombang Sinus Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Islam 45 Bekasi* 2(1): 43-49.
- Siswanto, I. dan Y. Efendi. 2015. Peningkatan Performa Sepeda Motor Dengan Variasi CDI Programmable The Improvement of Motorcycles Performance using CDI Programmable. *SCIENCE TECH: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1): 1-15.
- Sudarsono, A. Purwanto, dan T.P. Anto. 2009. Analisis Tentang Main Time Break Failure Dari Bearing 6304 Pada Crankshaft Gasoline Engine. *Jurnal Teknologi* 2(1): 108-115.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: PT. Tarsito.
- Sugiyanto, D.B. Wibowo, dan A. Supriyanto. 1999. *Kaji Teoritis Ball Bearing Putaran Tinggi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta
- Sukidjo, F. X. 2011. Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium dan Pertamina. *Forum Teknik* 34(1): 61-66.
- Suprpto. 2004. *Paparan Kuliah Bahan Bakar Pelumas*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Surdia, T. dan S. Saito. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Suyanto, W. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: P2LPTK.
- Tjatur, S. 2013. *Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor*. Malang: PPPPTK BOE MALANG
- Toumi, M.Y., S. Murer, F. Bogard, dan F. Bolaers. 2018. Numerical Simulation and Experimental Comparison of Flaw Evolution on a Bearing Raceway: Case Of Thrust Ball Bearing. *Journal of Computational Design and Engineering* 5(4): 427-434.
- Toyota. 1994. *New Step 2 : Training Manual*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.
- Toyota. 1995. *New Step 1 : Training Manual*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.
- Wahyudin, A. 2015. *Metode Penelitian (Penelitian Bisnis & Pendidikan)*. Semarang: UNNES Press.
- Wijianti, E. S. dan Saparin. 2018. Pengaruh Material Bearing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mobil Hemat Energi Tarsius GV-1. *Jurnal Teknik Mesin* 4(2): 21-24.

- Wiratno, T., S. Rahardjo, dan J. Suwignyo. 2012. Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yamaha LS 100 CC. *TRAKSI* 12(2): 58-75.
- Wjayanti, F. dan D. Irwan. 2014. Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Islam 45 Bekasi* 2(1): 34-42.
- Zhixiong, L., G. Zhiwei, H. Chongqing, dan L. Aihua. 2017. On-Line Indicated Torque Estimation For Internal Combustion Engines Using Discrete Observer. *Computers and Electrical Engineering* 60: 100–115