PENGARUH TEBAL *CYLINDER HEAD GASKET* TERHADAP TEKANAN KOMPRESI, TORSI, DAN DAYA SUZUKI SATRIA 150 FI

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Progam Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Oleh

Darmadi Anwar

NIM.5202414008

PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Tebal *Cylinder Head Gasket* terhadap Tekanan Kompresi, Torsi, dan Daya Suzuki Satria 150 FI telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Unnes pada tanggal 5 Juli 2019.

Oleh:

Nama	: Darmadi Anwar
NIM	: 5202414008
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia:

Ketua	Sekretaris
Rusiyanto, S.Pd., M.T.	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 197403211999031002	NIP. 196901061994031003

Penguji I	Penguji II	Penguji III/ Pembimbing I
Drs. Winarno Dwi Rahardjo, M.Pd.	Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.	Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd.
NIP. 195210021981031001	NIP. 198704192014041002	NIP. 196302131988031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
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 di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan 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 di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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.

Yang membuat pernyataan,

Darmadi Anwar
NIM. 5202414008

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Koreksi dan perbaiki kesalahan diri, menjadilah lebih baik dari sebelumnya.
2. Tetaplah mencari ilmu dan informasi walaupun sedikit demi sedikit.
3. Perluas koneksi dan selalu menjalin hubungan baik terhadap orang lain.
4. Pastikan bersyukur dan bahagia setiap waktu.

PERSEMBAHAN

1. Alm. Bapak yang telah mendidik dan membekali ilmu yang bermanfaat.
2. Ibu yang senantiasa memberikan nasihat baik dan memberikan limpahan doanya.
3. Kakak yang selalu membantu dan membimbing dalam segala urusan.
4. Keluarga Teknik Mesin UNNES angkatan 2014 yang memberikan motivasi dan dukungan.
5. Anak-anak Kontrakan Biru yang selalu membuat bahagia.

SARI ATAU RINGKASAN

Anwar, Darmadi. 2019. Pengaruh Tebal *Cylinder Head Gasket* terhadap Tekanan Kompresi, Torsi, dan Daya Suzuki Satria 150 FI. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. M. Burhan Rubai Wijaya.

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket* terhadap tekanan kompresi, torsi, dan daya pada Suzuki Satria 150 FI dan untuk mengetahui variasi ketebalan *cylinder head gasket* yang menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya optimal pada Suzuki Satria 150 FI menggunakan Pertamax.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *toolset, compression tester* tipe ulir, *chassis dynamometer, blower, tachometer,* dan bahan yang digunakan yaitu *cylinder head gasket* tebal standar (0,5 mm), *cylinder head gasket* tebal 0,3 mm, *cylinder head gasket* tebal 1 mm, Suzuki Satria 150 FI, dan Pertamax. Pengujian tekanan kompresi, torsi dan daya pada setiap penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket* dilakukan sebanyak 4 (empat) kali pengujian. Hasil pengujian yang sudah dilakukan akan dihitung rata-ratanya.

Setelah dilakukan penelitian terhadap tekanan kompresi, torsi, dan daya terdapat pengaruh pada setiap pengujian. Tekanan kompresi tertinggi dicapai oleh *cylinder head gasket* tebal 0,3 mm sebesar 1.587,5 KPa mengalami peningkatan sebesar 15,45% . Torsi maksimal tertinggi dicapai oleh *cylinder head gasket* tebal 0,3 mm sebesar 14,8 N.m pada putaran mesin 8500 rpm mengalami peningkatan sebesar 8,03%. Daya maksimal tertinggi dicapai oleh *cylinder head gasket* tebal 0,3 mm sebesar 16,4 HP pada putaran mesin 10.000 rpm mengalami peningkatan sebesar 6,84%. Penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm merupakan variasi ketebalan gasket yang menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya paling besar dibandingkan variasi ketebalan *cylinder head gasket* yang lain di penelitian ini yang dilakukan pada Suzuki Satria 150 FI menggunakan Pertamax.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai variasi nilai oktan bahan bakar tidak hanya menggunakan Pertamax untuk mengetahui apakah ada penurunan atau peningkatan performa yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar pada Suzuki Satria 150 FI.

Kata kunci: *cylinder head gasket*, tebal, tekanan kompresi, torsi, daya, Suzuki Satria 150 FI

ABSTRAK

This research aimed to determine the effect of the use of the thickness of the cylinder head gasket on compression pressure, torque, and power on Suzuki Satria 150 FI and to determine the thickness variation of the cylinder head gasket that produces optimal compression, torque and power on Suzuki Satria 150 FI used Pertamax.

The tools used in this study were toolset, screw type compression tester, chassis dynamometer, blower, tachometer, and the materials were a standard thick cylinder head gasket (0.5 mm), cylinder head gasket 0,3 mm, cylinder head gasket 1 mm, Suzuki Satria 150 FI, and Pertamax. Testing of compression, torque and power pressure for each used of variations in cylinder head gasket thickness was carrying out 4 (four) times. The results of tests that have been done will be calculated on average.

After conducting research on compression, torque, and power pressure there was an influence on each test. The highest compression pressure achieved by the 0.3 mm cylinder head gasket of 1,587.5 KPa increased by 15.45%. The highest maximum torque was reached by a 0.3 mm gasket cylinder head of 14.8 N.m at 8500 rpm the engine speed has increased by 8.03%. The highest maximum power was reached by a 0.3 mm cylinder head gasket of 16.4 HP at 10,000 rpm engine speed increased by 6.84%. The use of 0.3 mm cylinder head gaskets was a variation of the thickness of the gasket that produces the compression pressure, torque, and power greater than the variations in thickness of the other cylinder head gaskets in this study conducted on Suzuki Satria 150 FI using Pertamax.

This research can be developed using various variations of octane value of fuel not only using Pertamax to find out whether there was a decrease or increase in performance caused by fuel use in Suzuki Satria 150 FI.

Keyword: cylinder head gasket, thickness, compression pressure, torque, power, Suzuki Satria 150 FI

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah-Nya, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi dengan judul "Pengaruh Tebal *Cylinder Head Gasket* terhadap Tekanan Kompresi, Torsi, dan Daya Suzuki Satria 150 FI" tanpa halangan berarti.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, saran, dan kerjasama dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rochman, M. Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT., IPM., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto, S.Pd., MT., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Dwi Widjanarko S.Pd., ST., MT., Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang.
5. Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd., Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran, dan masukan kepada penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.

6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang diberikan saat di bangku kuliah.
7. *TDR High Performance* Cakung, Laboratorium yang menjadi tempat penelitian performa mesin dalam penyusunan skripsi.
8. Ibu, Bapak, dan semua keluarga yang telah mendoakan, memotivasi dan memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam penyusunan proposal skripsi ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif S1 2014 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga apa yang terdapat dalam penyusunan proposal ini dapat bermanfaat bagi pihak yang bersangkutan.

DAFTAR ISI

HALAMAN LOGO ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

PERNYATAAN KEASLIAN iii

MOTTO DAN PERSEMBAHAN v

SARI ATAU RINGKASAN vi

PRAKATA viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1. Latar belakang 1

1.2. Identifikasi Masalah 3

1.3. Pembatasan Masalah 4

1.4. Rumusan Masalah 5

1.5. Tujuan Penelitian 5

1.6. Manfaat Penelitian 6

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 7

2.1. Kajian Pustaka 7

2.2. Landasan Teori 9

2.2.1. *Cylinder Head Gasket* 9

2.2.2. Mesin Pembakaran Dalam *(Internal Combustion Engine)* 12
2.2.3. Mesin Bensin Empat Langkah (4 Tak) 15
2.2.4. Performa Mesin 16
2.2.5. Efisiensi Mesin 22
2.2.6. *Dynamometer* 25
2.3. Kerangka Berpikir 26
2.4. Hipotesis Penelitian 28
BAB III METODE PENELITIAN 29
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan 29
3.1.1. Waktu Penelitian 29
3.1.2. Tempat Penelitian 29
3.2. Desain Penelitian 29
3.3. Alat dan Bahan Penelitian 29
3.3.1. Alat Penelitian 29
3.3.2. Bahan Penelitian 31
3.3.3. Skema Penelitian 33
3.4. Parameter Penelitian 34
3.4.1 Variabel Bebas 34
3.4.2 Variabel Terikat 34
3.4.3 Variabel Kontrol 34
3.5. Teknik Pengumpulan Data 35
3.5.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian 35
3.5.2 Proses Penelitian 36

3.5.3 Data Penelitian 40
3.6. Teknik Analisis Data 44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1. Hasil Data Penelitian 45
4.2. Deskripsi Data Penelitian 54
4.3.1. Deskripsi Data Tekanan Kompresi 54
4.3.2. Deskripsi Data Torsi 55
4.3.3. Deskripsi Data Daya 58
4.3. Pembahasan Data Penelitian 61
4.3.1. Pembahasan 61
4.3.2. Uji Lanjut menggunakan Uji T 65
4.4. Keterbatasan Penelitian 68
BAB V PENUTUP 69
5.1. Simpulan 69
5.2. Saran 71
DAFTAR PUSTAKA 72
LAMPIRAN 75

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Produksi Kendaraan Bermotor Dalam Negeri (Unit), 2011–2015..... 2

Tabel 2.2. Garis Besar Perbedaan Motor Bensin dan Diesel. 14

Tabel 3.1. Lembar Pengambilan Data Tekanan Kompresi 41

Tabel 3.2. Lembar Pengambilan Data Torsi 42

Tabel 3.3. Lembar Pengambilan Data Daya 43

Tabel 4.2. Data Torsi Suzuki Satria 150 FI dengan Variasi Tebal *Cylinder Head Gasket* 46

Tabel 4.3. Data Daya Suzuki Satria 150 FI dengan Variasi Tebal *Cylinder Head Gasket* 47

Tabel 4.4. Spesifikasi Standar yang Diukur 49

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Gaya tiap Variasi Ketebalan *Cylinder Head Gasket* 50

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Torsi tiap Variasi Ketebalan *Cylinder Head Gasket* 51

Tabel 4.7. Data Uji T antara Tekanan Kompresi dan Torsi..... 65

Tabel 4.8. Interval Koefisien Korelasi..... 65

Tabel 4.9. Data Uji T antara Torsi dan Daya..... 67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Diagram P-V dari Siklus Ideal Motor Bakar Bensin 4-Langkah 15

Gambar 2.3. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar 18

Gambar 2.4. Pengukuran Terhadap Torsi 20

Gambar 3.1. Skema Instalasi Pengujian Performa Suzuki Satria 150 FI..... 33

Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian..... 35

Gambar 4.1. Perbandingan Tekanan Kompresi Suzuki Satria 150 FI dengan Variasi Tebal *Cylinder Head Gasket*..... 54

Gambar 4.2. Perbandingan Torsi Suzuki Satria 150 FI dengan Variasi Tebal Cylinder Head Gasket 55

Gambar 4.3. Perbandingan Daya Suzuki Satria 150 FI dengan Variasi Tebal *Cylinder Head Gasket*..... 58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal Standar Putaran Mesin 4.000 rpm 75

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal Standar Putaran Mesin 5.500 rpm 76

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal Standar Putaran Mesin 7.000 rpm 77

Lampiran 4. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal Standar Putaran Mesin 8.500 rpm 78

Lampiran 5. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal Standar Putaran Mesin 10.000 rpm 79

Lampiran 6. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 1 mm Putaran Mesin 4.000 rpm..... 80

Lampiran 7. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 1 mm Putaran Mesin 5.500 rpm..... 81

Lampiran 8. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 1 mm Putaran Mesin 7.000 rpm..... 82

Lampiran 9. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 1 mm Putaran Mesin 8.500 rpm..... 83

Lampiran 10. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 1 mm Putaran Mesin 10.000 rpm 84

Lampiran 11. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 0,3 mm Putaran Mesin 4.000 rpm..... 85

Lampiran 12. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 0,3 mm Putaran Mesin 5.500 rpm..... 86

Lampiran 13. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 0,3 mm Putaran Mesin 7.000 rpm..... 87

Lampiran 14. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 0,3 mm Putaran Mesin 8.500 rpm 88

Lampiran 15. Hasil Pengukuran Torsi dan Daya *Cylinder Head Gasket* Tebal 0,3 mm Putaran Mesin 10.000 rpm 89

Lampiran 16. Hasil Pengukuran Tekanan Kompresi Menggunakan *Cylinder Head Gasket* Tebal Std 90

Lampiran 17. Hasil Pengukuran Tekanan Kompresi Menggunakan *Cylinder Head Gasket* 1 mm 91

Lampiran 18. Hasil Pengukuran Tekanan Kompresi Menggunakan *Cylinder Head Gasket* 0,3 mm 92

Lampiran 19. Hasil Pengukuran Temperatur Mesin *Cylinder Head Gasket* Standar 93

Lampiran 20. Hasil Pengukuran Temperatur Mesin *Cylinder Head Gasket* 1 mm ... 94

Lampiran 21. Hasil Pengukuran Temperatur Mesin *Cylinder Head Gasket* 0,3 mm 95

Lampiran 22. Hasil Pengukuran Temperatur Udara 96

Lampiran 23. Pengujian Torsi dan Daya Suzuki Satria 150 FI Menggunakan *Dynamometer* 97

Lampiran 24. Perhitungan Teoritis 98

Lampiran 25. Perhitungan Uji T 102

Lampiran 26. Tempat Pengujian di *TDR High Performance* Cakung 105

Lampiran 27. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji 106

Lampiran 28. Sertifikat Penelitian di *TDR High Performance* Cakung 107

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia telah membawa dampak yang sangat besar bagi kehidupan bagi manusia. Ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut manusia untuk berfikir menciptakan sesuatu yang mempermudah manusia melakukan aktivitas sehari-hari. Salah satu hasil perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat berguna bagi manusia adalah kendaraan. Kendaraan mampu mempermudah manusia berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat dan efisien. Kendaraan mampu bergerak karena disebabkan adanya motor bakar. Menurut Ariawan dkk, (2016: 52) "Motor bakar merupakan suatu mesin konversi energi yang merubah energi kalor menjadi energi mekanik".

Pertumbuhan penduduk menyebabkan bertumbuhnya penggunaan kendaraan di Indonesia. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia, (2016: 376) menyatakan bahwa jumlah produksi kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kendaraan yang paling banyak diproduksi adalah kendaraan jenis sepeda motor dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Oleh karena itu, produsen kendaraan khususnya jenis sepeda motor berlomba-lomba meningkatkan inovasi teknologinya untuk bersaing dengan produsen kendaraan lain.

Tabel 1.1. Produksi Kendaraan Bermotor Dalam Negeri (Unit), 2011–2015.
Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, (2016: 376)

Jenis Kendaraan Bermotor	2011	2012	2013	2014	2015
Sedan [1]	3.231	4.869	58.047	224.716	238.601
Jeep 4x2	530.762	695.055 [r]	842.234	761928	556.078
Jeep 4x4	27.870	45.220 [r]	24.830	26.528	29.766
Bis	4.142	4.833 [r]	4.713	4.105	3.873
Pick Up	271.943	303.293 [r]	278.387	281.246	270.462
Sepeda Motor	8.006.293	7.079.721	7.736.295 [r]	7.926.104	6.708.384
Indonesia	**8.844.241**	**8.132.991 [r]**	**8.944.506 [r]**	**9.224.627**	**7.807.164**

Tuntutan kendaraan yang harus dipenuhi sekarang ini, yaitu: (1) harus menghasilkan performa yang tinggi; (2) harus dapat menghemat pemaikaian bahan bakar; (3) harus dapat menghasilkan suara dan getaran yang rendah; (4) harus dapat menghasilkan emisi gas buang yang rendah. Diantara empat tuntutan kendaraan yang harus dipenuhi, cara untuk meningkatkan performa kendaraan adalah modifikasi. Sepeda motor yang menjadi bagian dari kendaraan yang paling sering terkena modifikasi. Berbagai jenis modifikasi yang dilakukan di sepeda motor salah satunya mengganti *cylinder head gasket*. Satria 150 FI merupakan salah satu motor produksi Suzuki. Sepeda motor ini sering digunakan untuk modifikasi khususnya pada bagian mesin. *Cylinder head gasket* pada motor ini juga sering dimodifikasi dengan cara megurangi tebal dari *cylinder head gasket* dengan asumsi mampu menambah performa sepeda motor. Ketebalan *cylinder head gasket* yang digunakan pada sepeda motor mempengaruhi volume ruang bakar. Penelitian sebelumnya oleh Subkhan dkk,

(2012: 61) mengatakan bahwa, “Tekanan akhir kompresi maksimal pada ketebalan *gasket* 0,5 mm yaitu mencapai 12,78 atm. Sedangkan tekanan akhir kompresi minimal pada ketebalan *gasket* 56 mm yaitu mencapai 5,36 atm”. Dari kutipan tersebut, perubahan volume ruang bakar yang disebabkan karena perubahan ketebalan *gasket* juga mempengaruhi tekanan kompresi, sedangkan tekanan kompresi mampu mempengaruhi torsi dan daya. Penelitian ini ingin membuktikan adanya perbedaan tekanan kompresi, torsi, dan daya yang dipengaruhi oleh perbedaan ketebalan *cylinder head gasket* pada Suzuki Satria 150 FI. Penelitian ini juga melakukan perhitungan toritis untuk memperkuat hasil dan pembahasan yang diperoleh dari pengujian aktual. Oleh karena itu, penulis membuat Skripsi dengan judul “Pengaruh Tebal *Cylinder Head Gasket* terhadap Tekanan Kompresi, Torsi, dan Daya Suzuki Satria 150 FI”.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka masalah yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah:

1. Banyak masyarakat yang melakukan modifikasi motor tanpa mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap performa sepeda motor.
2. Masyarakat memodifikasi tebal *cylinder head gasket* dengan asumsi dapat menambah performa sepeda motor.

3. Suzuki Satria 150 FI adalah motor yang sering digunakan masyarakat untuk modifikasi.
4. Tebal *cylinder head gasket* mempengaruhi volume silinder.
5. Volume silinder mempengaruhi tekanan kompresi dan torsi maksimal.
6. Penelitian sebelumnya masih dilakukan pada sepeda motor jenis mesin dua langkah.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan agar pembahasan menjadi lebih spesifik dan tidak mengarah pada masalah yang tidak diangkat dalam penelitian, yaitu:

1. Performa sepeda motor yang diukur adalah torsi dan daya.
2. Sepeda motor yang digunakan yaitu Suzuki Satria 150 FI dengan jenis mesin empat langkah satu silinder.
3. Variasi tebal *cylinder head gasket* yang digunakan adalah tebal standar, 0,3 mm, dan 1 mm.
4. Putaran mesin yang digunakan dalam pengujian performa adalah 4.000 rpm, 5.500 rpm, 7.000 rpm, 8.500 rpm, dan 10.000 rpm.
5. Bahan bakar yang digunakan adalah bensin jenis Pertamax.
6. Pengukuran dilakukan menggunakan *Dynamometer*.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap tekanan kompresi pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI?
2. Bagaimana pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap torsi pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI?
3. Bagaimana pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap daya pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI?
4. Berapa variasi tebal *cylinder head gasket* yang digunakan untuk menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya optimal menggunakan pertamax?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Mengetahui pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap tekanan kompresi pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI.
2. Mengetahui pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap torsi pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI.
3. Mengetahui pengaruh tebal *cylinder head gasket* terhadap daya pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI.

4. Mengetahui variasi tebal *cylinder head gasket* yang digunakan untuk menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya optimal menggunakan pertamax.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Manfaat teoritis, penelitian ini memberikan manfaat teoritis yaitu:
   a. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai bahan rujukkan dan referensi peneliti lain dalam melakukan penelitian selanjutnya dengan topik yang sama.
   b. Menambah sumber keilmuan pada bidang akademik perguruan tinggi.
2. Manfaat praktis, penelitian ini memberikan manfaat praktis yaitu:
   a. Penggunaan variasi tebal *gasket cylinder head* akan berpengaruh pada tekanan kompresi sepeda motor.
   b. Penggunaan variasi tebal *gasket cylinder head* akan berpengaruh pada torsi sepeda motor.
   c. Penggunaan variasi tebal *gasket cylinder head* akan berpengaruh pada daya sepeda motor.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Penulis melihat dan melakukan penelitian awal terhadap pustaka yang ada berupa hasil penelitian sebelumnya yaitu berupa jurnal dan skripsi yang berhubungan dengan penelitian yang penulis lakukan sebagai pemikiran dasar.

Penelitian yang dilakukan Prasetiyo, (2014: 61) dengan judul Modifikasi Volume Silinder Motor Tossa 100 cc menjadi 110 cc untuk Meningkatkan Performa Mesin menyimpulkan bahwa memperbesar volume ruang bakar dengan cara memperbesar diameter piston menyebabkan tekanan kompresi menurun. Torsi sedikit meningkat ditunjukan dengan hasil penelitiannya yaitu diameter piston standar menghasilkan torsi sebesar 7,4 N.m dan daya sebesar 5,9 Kw. Diameter piston yang lebih besar 3 mm menghasilkan torsi sebesar 7,5 N.m dan daya sebesar 6 Kw.

Penelitian yang dilakukan Jatnika dkk, (2017: 12) dengan judul Pengaruh Pergantian Diameter Piston terhadap Kinerja Sepeda Motor 125 cc menyatakan bahwa mengganti piston dengan diameter yang lebih besar mampu meningkatkan torsi maksimal. Hal ini ditunjukan piston standar berdiameter 52,3 mm menghasilkan torsi maksimal sebesar 6,49 N.m, piston berdiameter 53 mm menghasilkan torsi maksimal sebesar 8,59 N.m, dan piston berdiameter 55 mm menghasilkan torsi maksimal sebesar 9,85 N.m.

Penelitian yang dilakukan Putra dkk, (2007) dengan judul Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin dan Variasi Rasio Kompresi pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007 menyatakan bahwa perubahan ukuran rasio kompresi mempengaruhi besarnya torsi dan daya. Pada pengukuran torsi yang dilakukan dengan menggunakan bahan bakar pertamax, rasio kompresi 9,5:1 menghasilkan torsi sebesar 9,57 N.m, rasio kompresi 10,2:1 menghasilkan torsi sebesar 10,23 N.m. Dari pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa perubahan rasio kompresi dari 9,5:1 menjadi 10,2:1 menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin besar apabila menggunakan pertamax.

Penelitian yang dilakukan oleh Aziz dkk, (2012) dengan judul Analisis Penggunaan Piston Kharisma pada Motor Supra Fit terhadap Peningkatkan Kinerja Compression Cylinder/CC menyatakan bahwa pergantian piston standar menjadi piston yang lebih besar menyebabkan tekanan kompresi menjadi naik. Tekanan kompresi menggunakan piston standar sebesar 6,7 Bar sedangkan tekanan kompresi menggunakan piston modifikasi menjadi 7,6 Bar. Sejalan dengan kenaikan tekanan kompresi menyebabkan torsi ikut naik. Torsi yang dihasilkan menggunakan piston modifikasi mengalami kenaikan sebesar 39% dibandingkan dengan menggunakan piston standar.

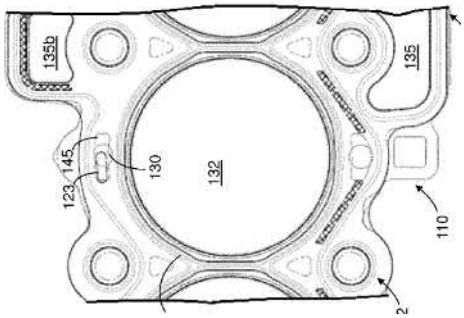
Penelitian yang dilakukan oleh Adi dan Sudarmanta, (2012: 6) dengan judul Perancangan Sistem Pemasukan Bahan Bakar secara Injeksi Langsung *(Direct Injection)* pada Mesin Sinjai 650 cc dan Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk

Kerja menyimpulkan bahwa apabila merubah ukuran rasio kompresi maka mempengaruhi besarnya torsi dan daya. Penelitian ini dilakukan dengan merubah rasio kompresi dari 9:1 menjadi 12:1 untuk mengetahui pengaruhnya terhadap torsi dan daya. Pada rasio kompresi 12:1 merupakan rasio kompresi yang mampu menghasilkan torsi dan daya paling optimal diantara variasi rasio kompresi yang lain. Rasio kompresi 12:1 menghasilkan torsi sebesar 50,43 N.m pada putaran mesin 3.000 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 27,89 kW pada putaran mesin 7.000 rpm.

2.2. Landasan Teori

Untuk mendukung penelitian ini, maka perlu dikemukanan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan ruang lingkup pembahasan sebagai landasan pada penelitian ini.

2.2.1. *Cylinder Head Gasket*



Gambar 2.1. *Cylinder Head Gasket*
Sumber: Hutchins, (2015)

Cylinder head gasket terbuat dari karbon dan lempengan baja. Karbon itu sendiri berfungsi mencegah kebocoran dan menambah daya lekat pada *gasket*.

> *Gaskets are made to accommodate a particular engine design and have sealing openings for the cylinders, oil passage opening(s) and water passage opening(s) as well as otherapertures or openings, for example, for enabling the gasket to be fixed to the cylinder block (for example using bolts)* (Hutchins, 2015: 1).

Gasket dapat didefinisikan sebagai bahan atau material yang dipasang diantara dua permukaan benda, di mana di dalamnya terdapat fluida bertekanan, untuk mencegah terjadinya kebocoran. Jenis-jenis material *gasket* yang digunakan dalam industri kimia berbeda-beda, disesuaikan dengan kondisi operasi (tekanan, temperatur) dan karakteristik bahan kimia yang kontak dengan *gasket*.

> *Since, following the installation of a cylinder-head gasket, a pressed sealing bead of a functional layer must exert considerable restoring forces so as to be able to ensure a Sufficient seal during engine operation, the sealing beads attempt to locally widen the seal gap between cylinder head and engine block in the bead regions* (Braun, 2016: 1).

Cylinder head gasket harus mampu mengikuti bentuk celah antara kepala silinder dengan blok silinder dan mampu menutup rapat celah tersebut agar tidak terjadi kebocoran.

> *Cylinder head gaskets are positioned between the engine block and the cylinder heads in an internal combustion engine. These gaskets seal around a plurality of cylinders in the engine block to ensure maximum compression and avoid leakage of coolant and engine oil into the cylinders* (Nelson, 2016: 1).

Cylinder head gasket ditempatkan diantara kepala silinder dan blok silinder harus mampu menjaga tekanan kompresi pada mesin saat langkah kompresi, karena tekanan kompresi pada mesin akan berkurang apabila tekanan kompresi bocor melewati celah antara kepala silinder dan blok silinder. Kebocoran tekanan kompresi

menyebabkan performa mesin menjadi berkurang. Secara umum, bahan dasar *gasket* ada tiga jenis, yaitu metal, non-metal dan setengah metal. *Gasket* metal terbuat dari baja, tembaga, aluminium atau kuningan. *Gasket* non-metal biasanya dibuat dari asbes, karet, kertas, rami, kulit, gabus dan keramik. Biasanya sebagai perapat antar komponen nonmetal gasket yang digunakan menggunakan bahan dasar asbes, karet dan kertas. Untuk bahan semi metal biasanya gabungan dari bahan metal dan non-metal.

Material yang umum digunakan sebagai bahan pembuat *gasket* menurut Subkhan, (2012: 46) adalah:

a) *Rubber Gasket*s

Banyak sekali jenis *gasket* yang menggunakan bahan rubber sheet atau lembaran karet, *seperti neoprene*, *nitrile*, *fluorocarbon*, *red rubber*, *aflas* dan *silicone.*

b) *Viton Gaskets*

Viton *gasket* banyak digunakan untuk sistem di mana terdapat bahan kimia yang bersifat asam atau basa, hidrokarbon dan minyak, baik nabati maupun hewani.

c) *PTFE Material*

Gasket PTFE atau Teflon *gasket* merupakan *gasket* yang paling banyak dikenal, karena bersifat multi fungsi. Teflon memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai bahan kimia, termasuk hidrogen peroksida.

d) *Graphite Gaskets*

Graphite fleksibel tahan terhadap panas. Selain itu, *gasket* jenis ini juga tahan pada kondisi sangat asam dan basa.

e) *EPDM Material*

Gasket dengan material *EPDM* tahan terhadap ozon, sinar UV, minyak alami dan berbagai jenis bahan kimia. *Gasket* harus terbuat dari bahan yang tahan panas serta tekanan, Biasanya *gasket* kepala silinder terbuat dari campuran karbon dan lempengan baja (*carbon cald sheet steel).*

2.2.2. Mesin Pembakaran Dalam *(Internal Combustion Engine)*

Setiyawan, (2017) menyatakan bahwa "Gas yang dibakar di ruang bakar diharapkan mampu menggerakkan torak yang dihubungkan dengan poros engkol sehingga dapat melakukan kerja mekanik". Mesin pembakaran dalam merupakan mesin kalor yang melakukan proses konversi zat kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi termal melalui proses pembakaran *(ignition)* dan menjadi energi mekanis dengan mekanisme pengubah gerak seperti torak, batang torak, pena torak, dan poros engkol. Utoyo dkk, (2005: 17) menjelaskan "Motor/engine/mesin adalah suatu alat yang merubah tenaga panas, listrik, air dan sebagainya menjadi tenaga mekanik. Sedang motor yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik disebut motor bakar".

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maulana dan Wulandari, (2016: 378) menyatakan bahwa, berdasarkan langkah kerjanya, mesin pembakaran dalam

(internal combustion engine) dibedakan menjadi mesin 4 langkah dan 2 langkah. Mesin 4 langkah, dalam dua kali putaran poros engkol menghasilkan satu siklus kerja. Sedangkan untuk mesin 2 langkah, dalam satu kali putaran poros engkol mesin sudah melakukan satu kali siklus kerja. Masing-masing mesin berdasarkan langkah kerjanya, mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Perbedaan yang paling jelas antara mesin dengan 4 siklus dengan mesin 2 siklus adalah mekanisme katup yang terdapat pada mesin dengan 4 langkah. Mesin 2 langkah terdapat pelumas yang berguna untuk melumasi dinding silinder dan ikut terbakar dalam siklus pembakaran, sehingga mesin 2 langkah cenderung lebih boros dari mesin 4 lagkah. Menurut Holkar et al, (2015: 30) "*The engine cycle of typical internal combustion engines consist of four consecutive processes as intake, compression, expansion (including combustion) and exhaust*." menyatakan bahwa, Siklus mesin pembakaran dalam *(internal combustion engine)* empat langkah memiliki siklus khas empat tahapan yaitu: 1) Langkah Hisap, 2) Langkah Kompresi, 3) Langkah Usaha, 4) Langkah Buang.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Potul et al, (2014: 223) "*Effectively adjusting the operating parameters such as the relative air–fuel ratio, ignition timing, spark advance fuel injection timing, valve timing, compression ratio in SI engines at different load conditions improves significantly the engine characteristics*." menyatakan bahwa, faktor-faktor yang mampu mempengaruhi karakteristik mesin SI diantaranya rasio udara dan bahan bakar, waktu pengapian, waktu penginjeksian bahan bakar, waktu pembukaan katup, dan rasio kompresi.

Sedangkan *compression ignition* (CI) merupakan metode penyalaan bahan bakar menggunakan panas dari tingginya kompresi mesin itu sendiri. Tekanan yang tinggi mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara yang ada di ruang bakar mengalami kenaikan suhu yang signifikan sehingga memungkinkan terjadi pembakaran sendiri yang akan menghasilkan tenaga untuk mendorong piston.

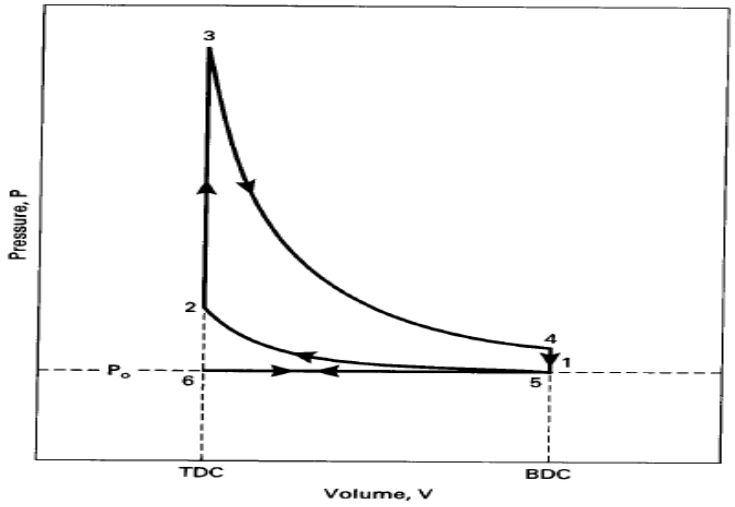
Penelitian sebelumnya menurut Sanchez et al, (2016: 54) "*Internal combustion engines are largely responsible for this effect, emitting gases such as CO, HC and NO among others.*" menyatakan bahwa mesin pembakaran dalam menghasilkan emisi gas buang seperti Karbon Monoksida (CO), Hidrogen Carbon (HC), dan Nitrogen Monoksida (NO). Emisi gas buang tersebut dihasilkan mesin pembakaran dalam akibat proses pembakaran di dalam ruang bakar.

Tabel 2.2. Garis Besar Perbedaan Motor Bensin dan Diesel.
Sumber: Utoyo dkk, (2005: 22-23)

Item	Motor Diesel	Motor Bensin
Siklus Pembakaran	Siklus Sabathe	Siklus Otto
Tekanan kompresi	16-22 Kg/cm^2	9-12 Kg/cm^2
Ruang bakar	Rumit	Sederhana
Percampuran bahan bakar	Diinjeksikan pada akhir langkah	Dicampur dalam karburator
Metode penyalaan	Terbakar sendiri	Percikan busi
Bahan bakar	Solar	Bensin
Getaran suara	Besar	Kecil
Efisiensi panas (%)	30-40	22-30

2.2.3. Mesin Bensin Empat Langkah (4 Tak)

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kristanto, (2017: 54) menyatakan bahwa "Mesin bensin merupakan salah satu jenis mesin pembakaran dalam *(internal combustion engine)* yang proses pembakaran bahan bakarnya dilakukan di dalam ruang bakar silinder itu sendiri dengan bantuan percikan bunga api dan busi". Mesin Otto adalah mesin yang menyelesaikan satu siklus operasi pada silinder mesin, memerlukan empat langkah piston atau dua kali putaran poros engkol sehingga dalam satu siklus kerja telah melakukan proses hisap, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan. Mesin bensin empat langkah mempunyai perawatan yang lebih sulit dibandingkan dengan motor bensin dua langkah karena mempunyai komponen mesin yang lebih rumit. Langkah kerja dari motor empat langkah dapat dijelaskan melalui siklus ideal dari siklus udara volume konstan yaitu:



Gambar 2.2. Diagram P-V dari Siklus Ideal Motor Bakar Bensin 4-Langkah
Sumber: Pulkrabek, (1997: 73)

Berikut ini merupakan prinsip kerja motor empat langkah menurut Rahardjo, (2014: 12), yaitu:

Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan-bakar harus dihisap dulu dengan langkah hisap [1]. Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA menuju TMB, katup isap terbuka sedangkan katup buang masih tertutup. Setelah campuran bahan-bakar udara masuk silinder kemudian dikompresi dengan langkah kompresi [2], yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA, kedua katup isap dan buang tertutup. Karena dikompresi volume campuran menjadi kecil dengan tekanan dan temperatur naik, dalam kondisi tersebut campuran bahan-bakar udara sangat mudah terbakar. Sebelum piston sampai TMA campuran dinyalakan terjadilah proses pembakaran menjadikan tekanan dan temperatur naik, sementara piston masih naik terus sampai TMA sehingga tekanan dan temperatur semakin tinggi. Setelah sampai TMA kemudian torak didorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi, katup isap dan buang masih tertutup. Selama piston bergerak menuju dari TMA ke TMB yang merupakan langkah kerja [3] atau langkah ekspansi. volume gas pembakaran bertambah besar dan tekanan menjadi turun. Sebelum piston mencapai TMB katup buang dibuka, katup masuk masih tertutup. Kemudian piston bergerak lagi menuju ke TMA mendesak gas pembakaran keluar melalui katup buang. Proses pengeluaran gas pembakaran disebut dengan langkah buang [4]. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah isap dan seterusnya. Piston bergerak dari TMA-TMB-TMA-TMB-TMA membentuk satu siklus. Ada satu langkah tenaga dengan dua putaran poros engkol.

2.2.4. Performa Mesin

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Majedi dan Puspitasari, (2017: 82) “Performa mesin motor bensin dapat ditingkatkan dengan cara: memperpanjang langkah torak, memperbesar diameter torak, mengubah inlet port dan outlet port, menaikan kompresi pada ruang bakar, atau mengubah waktu pembukaan port silinder”. Dalam artian performa mesin dapat meningkat atau berkurang apabila faktor-faktor tersebut diberikan perlakuan. Seperti contoh apabila kita memperbesar langkah torak, maka torsi (performa mesin) ikut naik. Daya yang langsung dimanfaatkan sebagai penggerak adalah daya pada poros.

Proses kerja dari mesin yang dimulai dari langkah pemasukan sampai langkah buang dan menghasilkan daya pada poros motor mengalami beberapa tahapan dan tidak mengalami perubahan energi sampai 100%. “Motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar” (Rahardjo, 2014: 23). Kerja mesin akan selalu mengalami kerugian yang dihasilkan dari proses perubahan tersebut, yang sesuai dengan hukum Termodinamika II yaitu “Tidak akan mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja”. Kemampuan motor bakar untuk mengubah energi yang masuk berupa campuran bahan bakar dan udara sehingga menghasilkan daya guna disebut dengan kemampuan mesin atau prestasi mesin. Keseluruhan dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara dirubah menjadi 25% daya yang berguna, 5% dirubah menjadi gesekan dan

aksesoris, 30% pendinginan, dan 40% menjadi gas buang. Artinya, dari 100% energi bahan bakar hanya 25% daya yang berguna dari keseluruhan energi, sedangkan sisanya digunakan dan menghasilkan efek lain.

Gambar 2.3. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar
Sumber: Rahardjo, (2014: 23)

a. Tekanan Kompresi *(Compression Pressure)*

Besarnya volume ruang bakar mempengaruhi tekanan kompresi. Hukum Boyle menyatakan bahwa volume dari suatu massa gas berbanding terbalik dengan tekanan saat suhu dipertahankan konstan dalam ruang tertutup. Jadi, apabila volume ruang bakar diperbesar, maka tekanan kompresi yang dihasilkan semakin kecil. Apabila volume ruang bakar diperkecil, maka tekanan kompresi yang dihasilkan semakin besar. Hal itu sejalan dengan modifikasi ketebalan *cylinder head gasket.* Semakin tebal *cylinder head gasket* maka semakin besar volume ruang bakar dan mengakibatkan tekanan kompresi semakin kecil, begitu sebaliknya. Dari hukum boyle diatas, dapat diperoleh rumus sebagai berikut:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Sumber: Hidayattulah, (2012)

Dimana:

p_1 = Tekanan kompresi variasi *cylinder head gasket* standar (pascal)

p_2 = Tekanan kompresi variasi *cylinder head gasket* modifikasi (pascal)

V_1 = Volume ruang bakar variasi *cylinder head gasket* standar (m^3)

V_2 = Volume ruang bakar variasi *cylinder head gasket* modifikasi (m^3)

b. Torsi *(Torque)*

Suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F dan benda berputar pada porosnya dengan jari-jari. "Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi" (Rahardjo, 2014: 23). Dalam penelitian ini, gaya yang dimaksud yaitu gaya yang ditimbulkan dari ledakan pembakaran yang diterima oleh permukaan piston. Gaya yang ditimbulkan dipengaruhi oleh tekanan kompresi. Apabila tekanan kompresi semakin besar, maka gaya yang dihasilkan semakin besar pula. Oleh karena itu, untuk mencari gaya dapat diperoleh dari perhitungan rumus sebagai berikut:

$$F = p \cdot A$$

Sumber: Hidayattulah, (2012)

Dimana:

F = Gaya yang bekerja pada piston (N)

p = Tekanan Kompresi (pascal)

A = Luas penampang piston (m^2)

Gaya yang bekerja pada piston mempengaruhi torsi atau momen putar. Apabila gaya yang diberikan ke piston semakin besar, maka torsi yang dihasilkan

semakin besar pula. Hal itu terjadi karena gaya yang menghempaskan piston dari TMA ke TMB setelah langkah kompresi semakin besar. Dari penjelasan tersebut, torsi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = F \cdot b$$

Sumber: Rahardjo, (2014: 24)

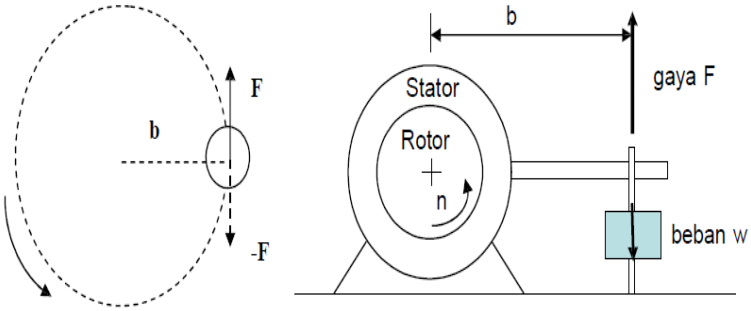
Dimana:

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang bekerja pada piston (N)

b = Jarak tegak lurus antara lengan *crankshaft* dengan *connecting rod*

Torsi menyebabkan benda berputar terhadap porosnya dan benda akan berhenti jika terdapat usaha untuk melawan torsi dengan besaran yang sama dengan arah berlawanan. Berikut ini adalah skema untuk melakukan pengukuran terhadap torsi.



Gambar 2.4. Pengukuran Terhadap Torsi
Sumber: Rahardjo, (2014: 24)

Rahardjo, (2014: 24) menjelaskan bahwa pengukuran terhadap torsi pada poros motor menggunakan alat yang dinamakan *Dinamometer* dengan prinsip memberi beban perlawanan terhadap arah putaran sampai mendekati 0 rpm

(revolution per minute), beban yang diberikan mempunyai nilai yang sama dengan torsi poros. Pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman menggunakan stator dikenai beban sebesar (w), mesin dinyalakan kemudian pada poros disambung dengan *Dynamometer*. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin.

c. Daya

Daya dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar dengan udara di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya yang dihasilkan dikenakan pada torak yang bekerja secara bolak-balik (translasi) di dalam silinder mesin, sehingga terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. "Jumlah energi yang dihasikan mesin setiap waktunya yang disebut dengan daya mesin, Kalau energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros" (Rahardjo, 2014: 24).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mulyono dkk, (2014: 31) mengatakan bahwa,

> Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan akan semakin besar.

Oleh karena itu, perhitungan daya motor *(horse power)* dinyatakan per detik, kecepatan putaran per menit dan torsi dalam Nm sehingga dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$P(\mathrm{kW}) = 2\pi N(\mathrm{rev/s})T(\mathrm{N \cdot m}) \times 10^{-3}$$

Sumber: Heywood, (1988: 46)

Karena satuannya dikonversikan menjadi HP, maka rumusnya menjadi:

$$P = \frac{2.\pi.T.n}{60\ x\ 746}$$

Dimana:

P = Daya motor (HP)

T = Torsi (N.m)

n = Putaran motor (rpm)

$\frac{2\pi}{60}$ = Faktor konversi kecepatan putar (rpm) menjadi translasi (m/detik)

2.2.5. Efisiensi Mesin

a. Efisiensi Termal

$$\mathbf{Q = m.c.\Delta T}$$

Rumus di atas menjelaskan bahwa perubahan temperatur mempengaruhi besarnya kalor. Temperatur mesin dikontrol pada temperatur kerja agar temperatur bahan bakar yang masuk ke dalam ruang pembakaran semakin meningkat karena dipengaruhi temperatur mesin tersebut. Hal ini menyebabkan perubahan temperatur bahan bakar menjadi lebih besar, nilai dari **ΔT** semakin membesar, dan kalor yang dihasilkan semakin membesar. Oleh karena itu, energi yang dapat digunakan mesin (energi masuk) untuk diubah menjadi energi lain semakin besar pula. Sebaliknya, apabila temperatur mesin belum mencapai temperatur kerja, nilai dari **ΔT** menjadi

kecil, dan kalor yang dihasilkan menjadi kecil. Energi yang dapat digunakan mesin (energi masuk) untuk diubah menjadi energi lain menjadi kecil pula.

Energi berguna adalah pengurangan antara energi masuk dengan energi terbuang. “Efisiensi termal adalah konsep dasar dari efisiensi siklus ideal yang didefinisikan perbandingan antara energi yang berguna dengan energi yang masuk” (Rahardjo, 2014: 25). Jadi efisiensi termal dirumuskan dengan persamaan :

$$\eta = \frac{Energi\ berguna}{Energi\ masuk}$$

Sumber: Rahardjo (2014:26)

Secara teoritis berdasarkan rumus efisiensi termal, semakin besar efisiensi termal (rentang besarannya yaitu dari 0 sampai 100%) maka semakin besar pula energi yang dapat digunakan. Apabila efisiensi termal mampu mencapai 100%, maka energi yang masuk semuanya dapat digunakan. Namun, faktanya sampai sekarang belum ada yang mampu menghasilkan efisiensi termal sebesar 100%.

Penelitian yang dilakukan oleh Darmawangsa dan Sudarmanta, (2016: 24) menyatakan bahwa “Efisiensi termal pada mesin saat ini telah diketahui berkisar antara 32 sampai 35%”. Energi yang masuk ke dalam ruang pembakaran seharusnya digunakan sebagai energi gerak. Namun pada kenyataannya, energi tersebut tidak sepenuhnya diubah menjadi energi gerak melainkan dikonversi menjadi energi lain seperti energi panas (temperatur mesin). Temperatur mesin yang kurang dari temperatur kerja akan menyerap energi yang masuk ke dalam ruang pembakaran agar

temperatur mesin tersebut mencapai temperatur kerja. Sedangkan apabila temperatur mesin yang lebih dari temperatur kerja akan menyebabkan *overheating*.

b. Efisiensi Volumetrik

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Loong dan Salim, (2013: 51) "*The internal combustion engine power output and volumetric efficiency is highly dependent on the amount of air being ingested into the combustion chamber which is then discharged by the exhaust system"* menyatakan bahwa, output daya mesin pembakaran dalam *(internal combustion engine)* dan efisiensi volumetrik dipengaruhi oleh banyaknya udara yang masuk ke dalam ruang bakar dan dibuang melalui pipa pembuangan. Semakin besar efisiensi volumetrik, semakin besar pula output daya yang dihasilkan. Semakin kecil efisiensi volumetrik, semakin kecil pula output daya yang dihasilkan.

Kristanto, (2015: 28) menyatakan bahwa, "Besar daya dan kinerja yang dapat diperoleh motor tergantung pada jumlah maksimum udara di dalam silinder sepanjang tiap siklus. Lebih banyak udara berarti lebih banyak bahan bakar yang terbakar dan lebih banyak energi yang dapat dikonversikan ke keluaran daya". Oleh karena itu, efisiensi volumetrik dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta_v = \frac{n \; x \; \dot{m}_{ud}}{\rho_{ud} \; x \; V_L \; N}$$

Sumber: Kristanto, (2015: 28)

Dimana:

$\dot{m}_{ud}$ = Aliran udara masuk ke dalam motor dalam keadaan stedi

ρ_{ud} = Kerapatan udara yang dievaluasi pada kondisi atmosfer

V_L = Volumen langkah

N = Kecepatan motor

n = Jumlah putaran per siklus

= 2 kali untuk motor empat langkah

Berdasarkan rumus efisiensi volumetrik, Temperatur udara mempengaruhi kerapatan udara. Semakin besar temperatur udara menyebabkan kerapatan udara semakin renggang. Hal ini menyebabkan udara yang masuk ke dalam rung bakar semakin sedikit sehingga efisiensi volumetrik yang dihasilkan semakin kecil. Apabila temperatur udara rendah, kerapatan udara semakin sempit. Hal ini menyebabkan udara yang masuk ke dalam ruang bakar semakin banyak sehingga mampu memperbesar efisiensi volumetrik.

2.2.6. *Dynamometer*

Dynamometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya dari suatu mesin kendaraan bermotor. Penelitian sebelumnya oleh Simmons, et al, (2015: 149) "*Since rotational mechanical power is the product of torque and angular velocity, the base dynamometer components are a torque sensor and a tachometer*"

mengatakan bahwa, daya rotasi mekanis menghasilkan torsi dan kecepatan sudut, sehingga komponen dasar *dynamometer* adalah sensor torsi dan *tachometer*.

Dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi mesin, sebagaimana yang disampaikan oleh Heywood, (1988: 45-46) sebagai berikut :

> *Engine torque is normally measured with a dynamometer.' The engine is clamped on a test bed and the shaft is connected to the dynamometer rotor. The rotor is coupled electromagnetically, hydraulically, or by mechanical friction to a stator, which is supported in low friction bearings. The stator is balanced with the rotor stationary. The torque exerted on the stator with the rotor turning is measured by balancing the stator with weights, springs, or pneumatic means*

Dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi mesin, sebagaimana yang disampaikan oleh Heywood, (1988: 45-46) sebagai berikut :

> Torsi mesin biasanya diukur dengan dinamometer. ' mesin dijepit pada *test bed* dan poros terhubung ke rotor dinamometer. rotor digabungkan elektromagnetik, hidrolik, atau oleh gesekan mekanis ke stator, yang didukung dalam bantalan gesekan rendah. stator yang seimbang dengan stasioner rotor. Torsi diberikan pada stator dengan balik rotor diukur dengan menyeimbangkan stator dengan bobot, mata air, atau cara pneu*matic*

2.3. Kerangka Berpikir

Penelitian ini membahas tentang perubahan volume ruang bakar yang disebabkan oleh pergantian ketebalan *cylinder head gasket.* Variasi ketebalan *cylinder head gasket* sesuai dengan yang sudah ditentukan pada pembatasan masalah. Pengurangan ketebalan *cylinder head gasket* menyebabkan volume ruang bakar menjadi lebih kecil. Hal itu terjadi karena pengurangan ketebalan *cylinder head*

gasket menyebabkan berkurangnya tinggi dari ruang pembakaran. Volume ruang bakar yang lebih kecil menyebabkan tekanan kompresi yang dihasilkan menjadi lebih besar. Tekanan kompresi yang lebih besar menyebabkan campuran bahan bakar yang dikompresikan pada langkah kompresi menjadi lebih padat. Setelah itu pada saat busi memercikan bunga api, ledakan yang terjadi akibat pembakaran campuran bahan bakar menjadi lebih besar sehingga menyebabkan gaya yang mendorong piston dari menjadi lebih besar. Semakin besar gaya yang mendorong piston, maka semakin besar pula torsi maksimal yang dihasilkan. Daya dipengaruhi oleh torsi dan putaran mesin dimana semakin besar torsi, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Sejalan dengan putaran mesin dimana semakin besar putaran mesin yang terjadi, semakin besar pula daya yang dihasilkan.

Penambahan ketebalan *cylinder head gasket* menyebabkan volume ruang bakar menjadi lebih besar. Hal itu terjadi karena penambahan ketebalan *cylinder head gasket* menyebabkan bertambahnya tinggi dari ruang pembakaran. Volume ruang bakar yang lebih besar menyebabkan tekanan kompresi yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Tekanan kompresi yang lebih kecil menyebabkan campuran bahan bakar yang dikompresikan pada langkah kompresi menjadi lebih longgar. Setelah itu pada saat busi memercikan bunga api, ledakan yang terjadi akibat pembakaran campuran bahan bakar menjadi lebih kecil sehingga menyebabkan gaya yang mendorong piston dari menjadi lebih kecil. Semakin kecil gaya yang mendorong piston, maka semakin kecil pula torsi maksimal yang dihasilkan. Daya dipengaruhi oleh torsi dan putaran mesin

dimana semakin kecil torsi, maka semakin kecil pula daya yang dihasilkan. Sejalan dengan putaran mesin dimana semakin kecil putaran mesin yang terjadi, semakin kecil pula daya yang dihasilkan.

2.4. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir, muncul hipotesis sebagai berikut:

1. Ada pengaruh positif tekanan kompresi terhadap torsi pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI yang disebabkan penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket*.
2. Ada pengaruh positif torsi terhadap daya pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI yang disebabkan penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket*.

BAB V
PENUTUP

5.1. Simpulan

Penelitian pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI dengan variasi ketebalan *cylinder head gasket* dengan variasi ketebalan 0,3 mm, standar (0,5 mm), dan 1 mm menggunakan bahan bakar pertamax telah dilakukan dan telah mendapatkan hasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Ada pengaruh penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket* pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI yang menyebabkan perubahan tekanan kompresi dimana pada penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal standar menghasilkan tekanan kompresi sebesar 1.375 KPa, penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm mengalami peningkatan tekanan kompresi menjadi 1.587,5 KPa, dan penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 1 mm mengalami penurunan tekanan kompresi menjadi 1.175 KPa.

2. Ada pengaruh penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket* pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI yang menyebabkan perubahan torsi dimana pada penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal standar menghasilkan torsi maksimal sebesar 13,7 N.m pada putaran mesin 8.500 rpm, penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm mengalami peningkatan torsi maksimal menjadi 14,8 N.m pada putaran mesin 8.500 rpm, dan penggunaan

cylinder head gasket dengan tebal 1 mm mengalami penurunan torsi maksimal menjadi 7,825 N.m pada putaran mesin 8.500 rpm.

3. Ada pengaruh penggunaan variasi ketebalan *cylinder head gasket* pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI yang menyebabkan perubahan daya dimana pada penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal standar menghasilkan daya maksimal sebesar 15,35 HP pada putaran mesin 10.000 rpm, penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm mengalami peningkatan daya maksimal menjadi 16,4 HP pada putaran mesin 10.000 rpm, dan penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 1 mm mengalami penurunan daya maksimal menjadi 14,675 HP pada putaran mesin 10.000 rpm.

4. Penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm merupakan variasi ketebalan gasket yang menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya paling besar dibandingkan variasi ketebalan *cylinder head gasket* yang lain di penelitian ini yang dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI menggunakan bahan bakar Pertamax. Dengan nilai oktan 92, bahan bakar Pertamax masih cocok digunakan pada Suzuki Satria 150 FI yang menggunakan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm. Karena pada saat penelitian, Suzuki Satria 150 FI ini tidak mengalami *knocking* yang dapat menyebabkan kehilangan energi sehingga torsi dan daya yang dihasilkan tetap optimal.

5.2. Saran

Berdasarkan simpulan yang telah diuraikan di atas, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm mampu menghasilkan tekanan kompresi, torsi, dan daya lebih besar dari *cylinder head gasket* dengan tebal standar. Hal ini menunjukan adanya peningkatan performa pada Suzuki Satria 150 FI. Penggunaan *cylinder head gasket* dengan tebal 0,3 mm hanya untuk kepentingan penelitian dan tidak dianjurkan untuk Suzuki Satria 150 FI yang digunakan untuk perjalanan sehari-hari karena *cylinder head gasket* tersebut sangat tipis dan rawan terjadinya kebocoran pada celah antara *cylinder head* dengan *cylinder block* yang dapat menyebabkan oli dapat keluar melalui celah tersebut dan dapat menyebabkan menurunnya performa sepeda motor akibat kehilangan tekanan kompresi.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai variasi nilai oktan bahan bakar tidak hanya menggunakan Pertamax untuk mengetahui apakah ada penurunan atau peningkatan performa yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar pada sepeda motor Suzuki Satria 150 FI.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, M., dan B. Sudarmanta. 2014. Perancangan Sistem Pemasukan Bahan Bakar Secara Injeksi Langsung (Direct Injection) pada Mesin Sinjai 650 cc dan Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja. *Jurnal Teknik Pomits* 1(2).

Ariawan, B. W., 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.

Aziz, M. S. A., Mustaqim, dan Siswiyanti. 2012. Analisis Penggunaan Piston Kharisma pada Motor Supra Fit terhadap Peningkatkan Kinerja Compression Cylinder/CC. *Engineering* 5(2).

Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. *Statistik Indonesia 2016*. Badan Pusat Statistik.

Braun. 2016. Cylinder-Head Gasket, and a Sealing System Comprising such a Gasket. *U. S. Patent 2016/0334016*.

Darmawangsa, F. I., dan B. Sudarmanta. 2016. Analisis Pengaruh Penambahan Durasi Camshaft terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Engine Sinjai 650 cc. *Jurnal Teknik ITS* 5(1): 824-829.

Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United States of America: McGraw-Hill.

Hidayattulah, A. S. 2012. Analisis Pengaruh Proses Oversize Piston terhadap Kinerja Motor dan Pengujian Ketahanan Mekanik Piston dengan Menggunakan Perangkat Lunak Catia V5R14. Universitas Gunadarma.

Holkar, R., Y. N. Sule-Patil, dan S. M. Pise. 2015. Numerical Simulation of Steady Flow through Engine Intake System Using CFD. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* 12(1): 30-45.

Hutchins. 2015. Gasket and System for Control of the Temperature of an Engine. *U.S. Patent 2015/0345364*.

Jatnika, Dadang, dan N. T. Kusumah. 2017. Pengaruh Pergantian Diameter Piston terhadap Kinerja Sepeda Motor 125 cc. *Isu Teknologi STT Mandala* 12(2).

Kristanto, D. 2017. Pengaruh Perubahan Durasi Camshaft terhadap Performance Mesin FD 110 cc. *Jurnal Teknik Mesin* 3(2) : 54-57.

Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak.* Yogyakarta: ANDI.

Loong, Y. K., dan S. M. Salim. 2013. Experimentation and Simulation on the Design of Intake Manifold Port on Engine Performance. *Eureca*: 51-52.

Majedi, F., dan I. Puspitasari. 2017. Optimasi Daya dan Torsi Motor 4 Tak dengan Modifikasi Cranksaft dan Porting pada Cylinder Head. *Jurnal Teknologi Terpadu* 5(1): 82-89.

Maulana, M. H. dan D. Wulandari. 2016. Pengaruh Pergantian Koil Sepeda Motor dengan Koil Mobil Tipe Kering Merk Diamond dengan Busi Iridium terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Yamaha Mio Tahun 2011. *Jurnal Teknik Mesin* 4(3): 377-383.

Mulyono, S., Gunawan, dan B. Maryanti. 2014. Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Premium dan Pertamax terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *Jurnal Teknologi Terpadu* 2(1): 28-35.

Nelson. 2016. Cylinder Head Gasket with Push-Rod Eyelets. *U. S. Patent 9,482,179*.

Potul, S., R. Nachnolkar, dan S. Bhave. 2014. Analysis Of Change In Intake Manifold Length And Development Of Variable Intake System. *International Journal of Scientific & Technology Research* Volume 3, Issue 5 : 223-228.

Prasetiyo, G. B. 2014. Modifikasi Volume Silinder Motor Tossa 100 cc menjadi 110 cc untuk Meningkatkan Performa Mesin. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik* 10(3): 51-62.

Pulkrabek, W. W. 1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (No. 621. 43 P8). Prentice Hall.

Putra, N., H. Bugis, dan Ranto. 2014. Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin dan Variasi Rasio Kompresi pada Sepeda Motor Suzuki Shogun Fl 125 Sp Tahun 2007. *Jurnal Nosel*, 2(3).

Rahardjo, W. D. 2014. *Mesin Konversi Energi.* Buku Ajar Jurusan Teknik Mesin Unnes: Semarang.

Sanchez, J. C., P. Casanova, dan K. Solis. 2016. Using the oxyhydrogen as an additive to increase the performance of an internal combustion engine. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)* Vol. 06 Issue. 06 : 54-58.

Setiyawan, A. 2017. Analisa Sudut Kelengkungan Intake Manifold Terhadap Performa Mesin Pada Motor Empat Tak Analysis Angle Curvature Intake Manifold Against Of Performance Engine At Four Stroke Motor. *Simki-Techsain* Vol. 01 No. 04. Kediri. Universitas Nusantara Pgri Kediri.

Simmons, A., T. K. A. Brekken, P. Lomonaco, dan C. Michelen. 2015. Creating a dynamometer for experimental validation of power take-off forces on a wave energy converter. In *Technologies for Sustainability (SusTech). IEEE Conference on* (pp. 148-153).

Subkhan, S. Rahardjo, dan J. Suwiknyo. 2012. Pengaruh Ketebalan Gasket Blok Silinder terhadap Performance Suzuki GP 100. *Traksi* 12(1): 44-62.

Sugiharto, S. 2016. *Mata Pelajaran Kimia (Teknologi dan Rekayasa) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Utoyo, B., M. Yulianto, Basuki, Andin, dan M. Rahino. 2005. *Pemeliharaan/Servis Engine dan Komponen-Komponennya*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional.