



**PEMBUATAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG SERI 5K SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN PRAKTIK TEKNOLOGI MOTOR BENSIN
(PERBAIKAN *ENGINE* TOYOTA KIJANG SERI 5K
UNTUK SMK MUHAMMADIYAH CANGKRINGAN)**

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Disusun Oleh:

Tohirin

12509134040

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “Pembuatan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Bensin (Perbaikan *Engine* Toyota Kijang 5K Untuk SMK Muhammadiyah Cangkringan)” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 8 April 2016

Dosen Pembimbing,




Lilik Chaerul Y., M.Pd.
NIP.19570217 198303 1 002

**LEMBAR PENGESAHAN
PROYEK AKHIR**

**PEMBUATAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG SERI 5K SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIK TEKNOLOGI MOTOR BENSIN
(PERBAIKAN *ENGINE* TOYOTA KIJANG SERI 5K UNTUK SMK
MUHAMMADIYAH CANGKRINGAN)**

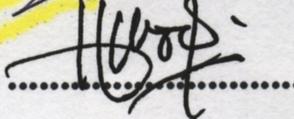
Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

TOHIRIN

NIM 12509134040

Telah dipertahankan di depan panitia pengujian Proyek Akhir
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Pada tanggal 15 April 2016

DEWAN PENGUJI

Nama		Tanda tangan	Tanggal
Lilik Chaerul Yusmono, M.Pd	Ketua Penguji		20/4-16
Sukaswanto, M.Pd	Sekretaris Penguji		22/4-16
Martubi, M.Pd, M.T	Penguji Utama		20/4/2016

Yogyakarta, 15 April 2016

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Moch Bruri Triyono

NIP.19560216 198603 1 003 h

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, 8 April 2016

Yang menyatakan,

Tohirin

NIM. 12509134040

MOTTO

- ❖ "Percaya pada pengaturan waktu Allah..

Hadapilah tantangan hidup ini setiap hari, dan apabila merasa tawar, lalu mendekatlah kepada tuhan, kekuatannya dapat membuat setiap musu yang penuh kekuatan dan keindahan ".

(Dennis Haan)

- ❖ "Orang yang ingin sukses, harus selalu berpikir tentang keberhasilan, harus berpikir progresif, kreatif, konstruktif, dan di atas semuanya itu dia harus optimis.

(DR. Orison Swett Marden)

- ❖ "Kehidupan adalah nikmat yang telah di berikan oleh Allah.....

Tinggal jalani bagaimana kita menjalani nikmat yang telah diberikan Nya.

PERSEMBAHAN

Dengan menyampaikan syukur Alhamdulillah laporan Proyek Akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Ayah dan ibu tercinta, yang selalu memberikan doa, membimbing, menasihati, memberi dukungan , dan memberikan motivasi.
2. Tri wadiah beserta keluarga di Brebes yang selalu mengingatkan untuk menyelesaikan tugas ini.
3. Bapak Lilik Chaerul Y., M.Pd. yang senantiasa membimbing sampai selesainya laporan ini.
4. Teman – teman Mahasiswa kelas D Teknik Otomotif FT UNY Angkatan 2012 yang selalu memberikan motivasi dan semangat.

**PEMBUATAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG SERI 5K SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIK TEKNOLOGI MOTOR BENSIN
(PERBAIKAN *ENGINE* TOYOTA KIJANG SERI 5K UNTUK SMK
MUHAMMADIYAH CANGKRINGAN)**

**Oleh :
Tohirin
NIM. 12509134040**

ABSTRAK

Tujuan dari perbaikan ini mengembalikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K agar berfungsi kembali, mengidentifikasi kerusakan dan melakukan proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K secara efektif dan efisien, serta mengetahui kinerja mesin setelah dilakukan proses perbaikan.

Proyek akhir ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu, perancangan, proses perbaikan dan pengujian mesin. Proses perancangan yang dilakukan adalah merancang proses rekondisi yang akan dilakukan, rancangan langkah kerja, merancang kebutuhan alat dan bahan yang akan dibutuhkan, merancang anggaran biaya yang akan diperlukan, dan rancangan pengujian.

Proses identifikasi kerusakan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dilakukan dengan cara memeriksa kondisi komponen, memeriksa kinerja komponen, dan melakukan pengukuran. Proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dilakukan melalui beberapa tahap yaitu *overhoule*, identifikasi terhadap kerusakan-kerusakan yang terjadi. Penggantian komponen yang mengalami kerusakan dan tidak bisa digunakan lagi. Mesin Toyota Kijang seri 5K yang awalnya berada dalam kondisi mati dan tidak dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukannya perbaikan dapat berfungsi kembali. Dari hasil pengujian yang dilakukan di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, menunjukkan bahwa *engine stand* Toyota Kijang seri 5K yang awalnya berada pada kondisi mati dapat hidup kembali dengan baik. Pengujian kinerja dilakukan meliputi pengukuran kompresi, pengujian emisi dan pengukuran konsumsi bahan bakar. Hasil dari pengujian menunjukkan, tekanan kompresi rata-rata 11 kg/cm², dari pengujian emisi kadar HC 4.853 % sedangkan CO 4932 ppm, dan konsumsi bahan bakar dengan waktu 1 menit pada putaran 750 rpm menghabiskan 18,5 cc bahan bakar, pada putaran 1500 rpm menghabiskan 21 cc bahan bakar, pada putaran 2500 rpm menghabiskan 38 cc bahan bakar, pada putaran 3000 rpm menghabiskan 48 cc bahan bakar.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan kesehatan yang diberikan kepada penyusun sehingga dalam pembuatan dan penulisan laporan proyek akhir ini dapat terlaksana dengan baik dan tanpa hambatan yang berarti.

Keberhasilan penyusunan Proyek Akhir ini dapat terwujud dengan adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya atas kelancaran dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini diucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd., selaku pembimbing saya yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.
2. Bapak Sutiman, M.T., selaku Penasehat Akademi kelas D Prodi Teknik Otomotif angkatan 2012.
3. Bapak Amir Fatah, M.pd., selaku koordinator Proyek Akhir D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
5. Bapak Moch. Solikin, M.Kes., selaku kaprodi Teknik Otomotif D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

6. Bapak Dr. Mochamad Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Bapak Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.pd, MA, selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Segenaf Dosen dan Staf Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
9. Ayah dan ibu tercinta yang telah memberikan semangat dan do'a restunya.
10. Teman-teman Teknik Otomotif D3 angkatan 2012 khususnya kelas D.
11. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan dan penyusunan Proyek Akhir.

Semoga hasil dari perbaikan *engine stand* dan laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Demikianlah laporan Proyek Akhir Perbaikan *Engine Stand* Toyota Kijang seri 5K ini, semoga bisa memberikan manfaat sebagaimana mestinya. Kiranya Allah SWT senantiasa memberkati kita semua.

Yogyakarta, 8 April 2016

Tohirin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
G. Keaslian gagasan.....	6

BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Pengertian Media Pendidikan	7
1. Perkembangan Media Pendidikan.....	8
2. Kegunaan Media Pendidikan dalam Proses Belajar Mengajar.	8
B. Mesin.....	10
C. Prinsip Kerja Mesin Empat Langkah.....	10
1. Langkah hisap	11

2. Langkah usaha	11
3. Langkah usaha	12
4. Langkah buang.....	12
D. Komponen Pemeriksaan dan Perbaikan Bagian Utama Mesin...	12
1. Kepala silinder	12
2. Blok silinder.....	14
3. Torak	17
4. Pen torak	18
5. Ring torak.....	19
6. Batang torak.....	22
7. Poros engkol.....	23
8. Bantalan	25
9. perapat.....	25
10. mekanisme katup	26
11. Roda gila (<i>flywheel</i>)	36
12. <i>Intake manifold</i> dan <i>Exhaust manifold</i>	37

BAB III KONSEP RANCANGAN PERBAIKAN

A. Analisa kebutuhan.....	39
B. Rancangan langkah kerja	42
C. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan.....	44
D. Rancangan anggaran biaya.....	46
E. Rancangan pengujian	47

BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Perbaikan	52
1. Identifikasi awal.....	52
2. Proses Pembongkaran sistem Komponen utama	54
3. Membersihkan komponen-komponen yang telah dibongkar..	55
4. Pengukuran Komponen Mekanisme Mesin	55
5. Melakukan penggantian komponen yang mengalami kerusakan	67
6. Perakitan semua komponen mekanisme mesin.....	70

7. Hasil perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan	79
B. Hasil	81
C. Pembahasan.....	87
1. Pembahasan perbaikan.....	87
2. Pembahasan Hasil Pengujian	90

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	92
B. Keterbatasan	94
C. Saran.....	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1: Siklus pembakaran motor 4 langkah	11
Gambar 2. Kepala silinder dilihat dari bawah.....	13
Gambar 3. Urutan pelepasan baut Kepala silinder.....	14
Gambar 4. Pemeriksaan kerapatan kepala silinder	14
Gambar 5. Blok silinder	15
Gambar 6. Pengukuran diameter silinder.....	16
Gambar 7. Torak dan bagian - bagiannya	17
Gambar 8. Pengukuran diameter torak.....	18
Gambar 9. Pen torak dan batang torak	19
Gambar 10. Tipe <i>semi-floating</i>	19
Gambar 11. Ring kompresi	20
Gambar 12. Ring oli.....	21
Gambar 13. Mengukur keausan celah atau alur ring torak	21
Gambar 14. Bagian batang torak.....	22
Gambar 15. Poros engkol.....	23
Gambar 16. Pengukuran kebengkokan poros engkol.....	24
Gambar 17. Pemeriksaan <i>end play</i> dengan <i>feeler gauge</i>	24
Gambar 18. Bantalan poros engkol.....	25
Gambar 19. <i>Gasket</i>	26
Gambar 20. Mekanisme katup	27
Gambar 21. Katup (<i>valve</i>).....	28

Gambar 22. Pemeriksaan tebal pinggir kepala katup.....	29
Gambar 23. <i>Grease</i> khusus katup	30
Gambar 24. Pegas katup.....	30
Gambar 25. Memeriksa kelurusan pegas katup	31
Gambar 26. Mengukur panjang bebas pegas	31
Gambar 27. Mengukur tegangan pegas katup.....	32
Gambar 28. Pengangkat katup (<i>valve lifter</i>)	33
Gambar 29. Poros nok.....	34
Gambar 30. Pengukuran tinggi tonjolan poros nok	34
Gambar 31. Pengukuran diameter jurnal	35
Gambar 32. <i>Rocker arm</i> dan <i>shaft</i>	36
Gambar 33. Roda gila (<i>flywheel</i>)	36
Gambar 34. <i>Intake manifold</i>	37
Gambar 35. <i>Exhaust manifold</i>	38
Gambar 36. Kondisi Mesin sebelum diperbaiki.....	53
Gambar 37. Pengangkat katup <i>Hidraulis (valve lifter)</i>	57
Gambar 38. Posisi pengukuran kerataan kepala silinder	61
Gambar 39. Kondisi torak.....	62
Gambar 40. Kondisi tidak lengkapnya bantalan <i>connecting rod</i>	63
Gambar 41. Posisi pengukuran diameter <i>crankshaft</i>	64
Gambar 42. Sisi pemeriksaan permukaan blok silinder.....	65
Gambar 43. Pengukuran lubang silinder.....	66
Gambar 44. Pengukuran blok silinder.....	66

Gambar 45. <i>Gasket full set</i>	67
Gambar 46. Bantalan <i>connecting rod</i>	68
Gambar 47. <i>Ring piston</i>	68
Gambar 48. <i>Filter oli</i>	69
Gambar 49. <i>Valve lifter</i>	70
Gambar 50. Tanda pada piston dan batang piston	71
Gambar 51. Bantalan batang torak.....	71
Gambar 52. Pemasangan poros kam	72
Gambar 53. Meluruskan pin dengan tanda	73
Gambar 54. Meluruskan tanda pada roda gigi dan rantai	73
Gambar 55. Kepala silinder sesudah komponen katup dan pegas katup dipasang	74
Gambar 56. Urutan pengencangan baut kepala silinder.....	75
Gambar 57. Urutan pengencangan baut rakitan <i>rocker shaft</i>	76
Gambar 58. Pompa bahan bakar	77
Gambar 59. Oli mesin Mesran SAE 20W – 50W	79
Gambar 60. Memasang alat <i>compression tester</i>	83
Gambar 61. Pengujian emisi	84
Gambar 62. Pengukuran Tekanan Kompresi	85
Gambar 63. Data <i>print</i> uji emisi.....	85
Gambar 64. Pengukuran konsumsi bahan bakar	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi tinggi tonjolan poros nok.....	35
Tabel 2. Kebutuhan Alat	44
Tabel 3. Kebutuhan Alat Pengukuran.....	45
Tabel 4. Kebutuhan Bahan.....	46
Tabel 5. Rancangan Anggaran Biaya.....	47
Tabel 6. Baku mutu emisi kendaraan bermotor menurut Kepmen LH No. 06 tahun 2006.....	49
Tabel 7. Pengukuran tonjolan <i>cam lobe</i>	56
Tabel 8. Pengukuran diameter jurnal	56
Tabel 9. Pengukuran <i>valve lifter</i>	57
Tabel 10. Pengukuran tebal margin katup.....	58
Tabel 11. Pengukuran panjang pegas pegas.....	59
Tabel 12. Pengukuran kemiringan pegas	59
Tabel 13. Pengukuran tegangan pegas katup.....	59
Tabel 14. Pengukuran diameter roda gigi + rantai.....	60
Tabel 15. <i>Limit</i> diameter roda gigi + rantai minimum.....	60
Tabel 16. Pengukuran tebal penegang rantai dan peredam getaran.....	60
Tabel 17. Pengukuran kerataan kepala silinder.....	61
Tabel 18. Pengukuran diameter luar torak	62
Tabel 19. Pengukuran diameter luar jurnal utama	62
Tabel 20. Pengukuran ketirusan dan keovalan jurnal	64

Tabel 21. Pengukuran kerataan kepala silinder.....	65
Tabel 22. Pengukuran diameter silinder.....	66
Tabel 23. Hasil sebelum dan sesudah perbaikan.....	82
Tabel 24. Data hasil uji Tekanan Kompresi.....	85
Tabel 25. Hasil pengujian emisi.....	86
Tabel 26. Hasil pengukuran pemakaian bahan bakar.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data <i>print out hasil</i> pengujian emisi	96
Lampiran 2. Foto <i>engine stand</i> Toyota kijang seri 5K dan pengujian <i>engine</i> . 97	
Lampiran 3. Kartu bimbingan Proyek Akhir.....	99
Lampiran 4. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir.....	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Melihat semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di era global menyebabkan persaingan antara individu di dunia semakin ketat. Perkembangan informasi dan teknologi di Indonesia tidak lepas dari dunia pendidikan. Pendidikan di Indonesia merupakan seluruh pendidikan yang diselenggarakan di Indonesia. Salah satu jenis pendidikan di Indonesia adalah pendidikan menengah kejuruan. Pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja sesuai dengan spesialisasi bidang keahliannya.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) termasuk dalam jenis pendidikan formal yang bertujuan menyiapkan siswa agar dapat mengisi kebutuhan dunia usaha dan industri. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai salah satu institusi pendidikan, dituntut mampu menghasilkan lulusan yang berdaya saing tinggi, kompeten dibidang keahliannya, terampil, *professional*, dan siap kerja. Kemajuan dan keberhasilan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam proses pendidikan salah satunya dapat dilihat dari kemampuan dan kemauan siswa dalam menyerap ilmu dari bidang yang dipelajarinya.

Salah satu proses pembelajaran yang ada di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah model praktikum. Proses pembelajaran praktik di bengkel merupakan perwujudan dari pembelajaran secara teori ke dalam

bentuk nyata. Dengan demikian siswa memperoleh pengalaman yang nyata dari bidang yang dipelajarinya. Fasilitas praktik yang baik akan mendorong terciptanya pembelajaran yang baik terutama pada mata pelajaran yang mengharuskan siswa melakukan praktik. Kelengkapan fasilitas praktik yang kurang dapat berpengaruh terhadap mutu lulusan di SMK. Hal ini didasari bahwa kegiatan praktikum dalam kegiatan pembelajaran di SMK mengakomodasi program produktif kejuruan yang bermutu, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Kegiatan pembelajaran praktik di bengkel Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) harus memiliki kelengkapan fasilitas praktik terutama alat dan bahan praktik karena memiliki peranan penting dalam menunjang dalam proses belajar mengajar praktik.

Usaha peningkatan mutu pendidikan harus terus diupayakan karena di era globalisasi ini perkembangan teknologi dan informasi berkembang sangat pesat sekali. Guna memenuhi tuntutan tersebut maka diperlukan penyelenggaraan pembelajaran yang efektif dan berkualitas. Salah satu cara untuk meningkatkan efektifitas dan kualitas tersebut, yaitu dengan penggunaan media pembelajaran yang berkualitas, mudah dipahami, sesuai dengan perkembangan teknologi dan ditunjang dengan proses pembelajaran yang *professional*.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan, terdapat mesin bensin yang sudah tidak terpakai dan kondisi komponen terpisah. Peralatan praktik pada mata pelajaran Media pembelajaran praktik teknologi motor bensin di bengkel

SMK Muhammadiyah Cangkringan menggunakan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dengan kondisi komponen terpisah dari mesin tentunya harus memeriksa kembali komponen dan mengukur kembali sesuai spesifikasinya.

Melihat kondisi mesin Toyota Kijang seri 5K tersebut dan kebutuhan mesin dengan kondisi rusak dan komponen masih kurang, maka kami berkesimpulan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K tersebut perlu dilakukan perbaikan dengan harapan dapat membantu mempermudah dan mengefektifkan pembelajaran mesin bensin. Pada Perbaikan ini akan dilakukan perbaikan mesin dan penggantian komponen yang rusak dengan tujuan mesin dapat digunakan lagi sebagai *training object* di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dapat diidentifikasi beberapa kebutuhan yaitu :

1. Dibutuhkan bahan-bahan untuk keperluan bagian *engine* Toyota Kijang seri 5K. Seperti pada sistem pendingin komponen-komponen yang tidak ada antara lain *thermostat*, tutup radiator, selang radiator, *reservoir* radiator.
2. Pada sistem pelumasan komponen yang dibutuhkan antara lain oli, colokan oli, *filter* oli.
3. Bagian *engine stand* tidak dengan keadaan utuh. Seperti kondisi komponen yang terpisah diantaranya kepala silinder, radiator, bak oli,

tutup radiator, *thermostat*, *filter* bensin, selang-selang, dan baut-baut yang hilang, dan kondisi mesin dalam keadaan mati.

4. Diperlukan perbaikan pada komponen utama motor yang mengalami kerusakan antara lain kebengkokan pada kepala silinder, bisa menyebabkan bercampurnya oli dan air pendingin sehingga timbul asap saat mesin dihidupkan, *gasket* kepala silinder yang sudah rusak, bisa menyebabkan kebocoran pada katup-katupnya.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, banyak masalah yang terdapat pada *engine stand* sebagai media pembelajaran di SMK Muhammadiyah Cangkringan, sehingga perlu dilakukan perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K. Dalam melakukan perbaikan pada *engine stand* Toyota Kijang seri 5K hanya akan dibatasi pada sistem mekanisme mesin, mengingat keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya maka diambil satu permasalahan yaitu “Perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K”. Dalam hal ini, mesin merupakan salah satu sistem dari motor bensin yang memegang peranan penting sebagai media pembelajaran terutama pada mata pelajaran praktik motor bensin di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

D. Rumusan Masalah

Dari batasan masalah diatas penyusun dapat merumuskan masalah yang akan dipecahkan yaitu :

1. Bagaimana cara mengidentifikasi kerusakan *engine* Toyota Kijang seri 5K?
2. Bagaimana cara memperbaiki mekanisme mesin Toyota Kijang seri 5K yang telah lama tidak digunakan?
3. Bagaimana kinerja *engine* Toyota Kijang seri 5K setelah dilakukan perbaikan?

E. Tujuan

Tujuan perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini mengembalikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K agar berfungsi kembali.

Tujuan Perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini adalah :

1. Dapat mengidentifikasi kerusakan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K secara efektif dan efisien.
2. Dapat melakukan proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K secara efektif dan efisien.
3. Dapat mengetahui kinerja *engine stand* Toyota Kijang seri 5K setelah dilakukan diperbaiki.

F. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh ketika media pembelajaran motor bensin pada mesin Toyota Kijang seri 5K telah dibuat yaitu :

1. Dapat difungsikannya kembali *engine stand* Toyota Kijang seri 5K sebagai *training object* di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.
2. Dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa dengan lancarnya proses pembelajaran di jurusan Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah Cangkringan.
3. Mengkondisikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K agar lebih mudah digunakan sebagai *training object* yang efektif dan efisien.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini sudah ada sebelumnya yang membuat penyusunan tentang perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K. Proyek ini merupakan hasil diskusi dengan guru Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan didasari dengan adanya prasarana SMK khususnya *engine* Toyota Kijang seri 5K yang tidak dapat digunakan dengan baik yang disebabkan oleh banyaknya kerusakan pada komponen dan bagian-bagian mesin yang rusak. Untuk itulah melalui perbaikan ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai *Training object* di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Pengertian Media Pendidikan

Kata “*media*” berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata “*medium*” yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar. Banyak batasan yang diberikan orang tentang media. Asosiasi teknologi dan komunikasi pendidikan (*Association of Education and Communication Technology/AECT*) di amerika, membatasi media sebagai segala bentuk dan saluran yang digunakan orang untuk menyalurkan pesan atau informasi. Asosiasi Pendidikan Nasional (*National Education Association/NEA*) memiliki pengertian yang berbeda tentang media. Menurut Asosiasi Pendidikan Nasional (*National Education Association/NEA*) Media adalah bentuk – bentuk komunikasi baik tercetak maupun audio visual serta peralatannya. (Arief S, Sadiman, 2014 : 7)

Media hendaknya dapat dimanipulasi, dapat dilihat, didengar dan dibaca. Apa pun batasan yang diberikan, ada persamaan diantara batasan tersebut yaitu bahwa media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi (Arief S, Sadiman, 2014 : 7)

1. Perkembangan Media Pendidikan

Pada mulanya media hanya dianggap sebagai alat bantu mengajar guru (*teaching aids*). Alat bantu yang dipakai adalah alat bantu visual, misalnya gambar, model, objek dan alat-alat lain yang dapat memberikan pengalaman konkret, motivasi belajar serta mempertinggi daya serap dan retensi belajar siswa. Akan tetapi jika terlalu memusatkan perhatian pada alat bantu visual yang dipakainya orang kurang memperhatikan aspek desain, pengembangan pembelajaran (*instruction*) produksi dan evaluasinya. Dengan masuknya pengaruh teknologi audio pada sekitar pertengahan abad ke-20, alat visual untuk mengkonkretkan ajaran yang dilengkapi dengan alat audio sehingga sering dikenal sebagai alat audio visual atau *audio visual aids* (AVA).

2. Kegunaan Media Pendidikan dalam Proses Belajar Mengajar

Secara umum media pendidikan mempunyai kegunaan-kegunaan sebagai berikut.

- a. Memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistis (dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan belaka).
- b. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, seperti misalnya:
 - 1) Objek yang terlalu besar bisa digantikan dengan realita, gambar, film bingkai, film, atau model.
 - 2) Objek yang kecil dibantu dengan proyektor mikro, film bingkai, film atau gambar.

- 3) Gerak yang terlalu lambat atau terlalu cepat, dapat dibantu dengan *high speed photography*.
 - 4) Kejadian atau peristiwa yang terjadi di masa lalu bisa ditampilkan lewat rekaman film, video, film bingkai dan foto.
 - 5) Objek yang terlalu kompleks (misalnya seperti mesin-mesin) dapat disajikan dengan model, diagram, dan lain-lain.
 - 6) Konsep yang terlalu luas (misalnya seperti gunung berapi, iklim dan lain-lain) dapat divisualkan dalam bentuk film, gambar, dan lain-lain.
- c. Penggunaan media pendidikan secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif. Dalam hal ini media pendidikan berguna untuk:
- 1) Menimbulkan kegairahan belajar.
 - 2) Memungkinkan interaksi yang lebih langsung dengan lingkungan dan kenyataan.
 - 3) Memungkinkan untuk belajar sendiri-sendiri menurut kemampuan dan minatnya.
- d. Dengan sifat lingkungan dan pengalaman yang berbeda, maka guru banyak mengalami kesulitan karena latar belakang lingkungan guru dengan siswa juga berbeda. Masalah ini dapat diatasi dengan media pendidikan, yaitu dengan kemampuannya dalam:
- 1) Memberikan perangsang yang sama.
 - 2) Mempersamakan pengalaman.

Menimbulkan persepsi yang sama. (Arief S, Sadiman, 2014 : 17)

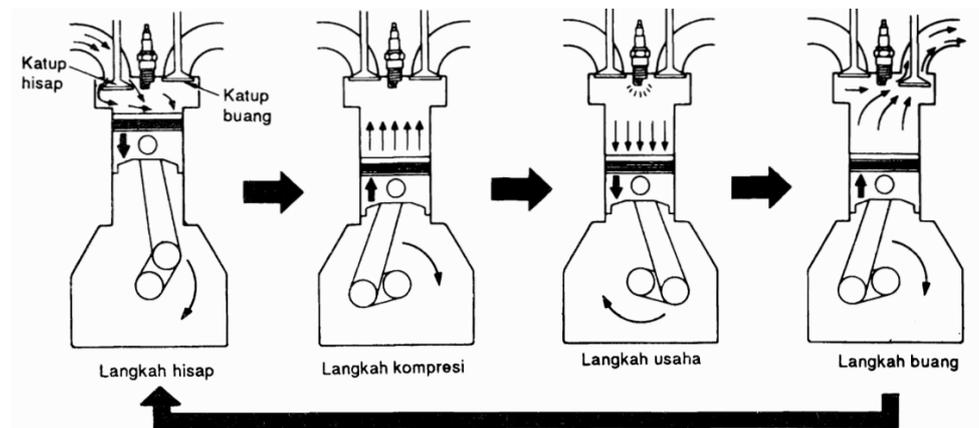
B. Mesin

Bagian yang menghasilkan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan mobil adalah mesin. Sebagian besar mesin yang digunakan pada mobil adalah model torak (*reciprocating piston*), dan model pembakaran dalam (*internal combustion*). Seperti motor bensin, yang mana campuran udara dan bensin dilakukan dalam karburator dan disirkulasikan ke dalam silinder, campuran ini dipampatkan oleh torak, dan dibakar untuk memperoleh tenaga. Motor bensin terdiri dari mesin, yang menghasilkan tenaga, sistem bahan bakar yang menyediakan bensin, sistem pelumas yang melumasi bagian-bagian mesin, sistem pendingin yang mencegah mesin menjadi terlalu panas, sistem pengapian yang membakar gas, campuran udara dan bensin, dan sistem pemasukan dan pembuangan gas. Bagian ini memungkinkan menghasilkan tenaga yang besar dengan suatu perbandingan unit ukuran kecil. (Anonim, 1989: 3)

C. Perinsip Kerja Mesin Empat Langkah

Torak bergerak naik turun didalam silinder dalam gerakan *reciprocating*. Titik tertinggi yang dicapai oleh torak disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah disebut titik mati bawah (TMB). Jarak atau gerakan dari TMA ke TMB disebut langkah torak (*stroke*).

Seperti telah diuraikan di atas, satu motor 4 gerakan melakukan satu *cycle* dalam 4 gerakan ini akan diterangkan secara terperinci.



Gambar 1. Siklus pembakaran motor 4 langkah
(Anonim, 1995: 3-4)

1. Langkah hisap

Campuran udara dan bahan bakar dihisap ke dalam silinder, katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi *vacum*, maksudnya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*).

2. Langkah Kompresi

Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperatur menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai titik mati atas (TMA).

3. Langkah Usaha

Proses langkah usaha ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*).

4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas ke luar dari silinder.

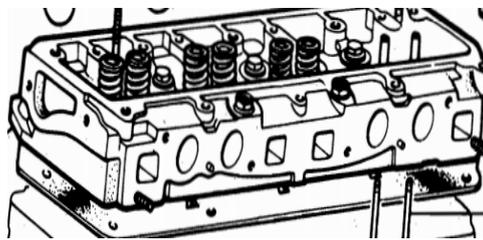
Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam 1 siklus terdiri dari 4 langkah, hisap, kompresi, usaha, buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin 4 langkah. (Anonim, 1995: 3-4)

D. Komponen, Pemeriksaan, Dan Perbaikan Bagian Utama Mesin

1. Kepala silinder

Kepala silinder (*cylinder head*) ditempatkan dibagian atas blok silinder. Bagian ini berfungsi sebagai tempat untuk pembakaran dan menempatkan mekanik katup. Kepala silinder dipasangkan pada blok silinder dengan baut-baut. Diantara blok silinder dan kepala silinder

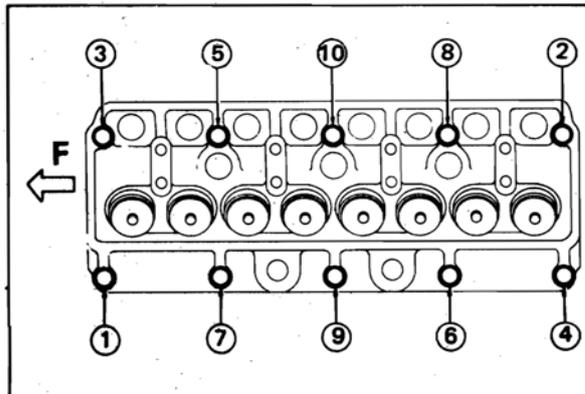
diberi lapisan *gasket* (paking), *gasket* kepala silinder ini berfungsi untuk mencegah kebocoran gas kompresi, gas pembakaran, air pendinginan, dan oli. (Maman Suratman, 2001: 21)



Gambar 2. Kepala Silinder
(Anonim, 1981: 3-5)

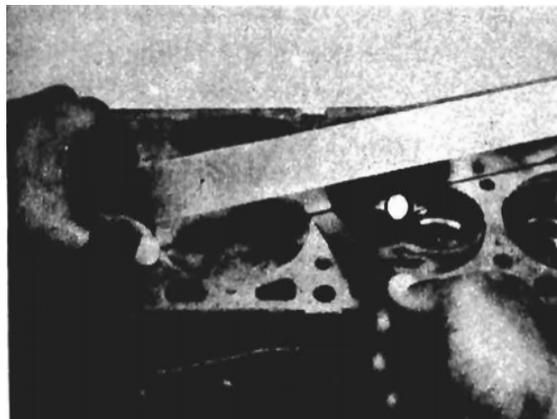
Kepala silinder tidak diperkenankan dibuka ketika mesin dalam keadaan panas, karena dapat mengakibatkan kepala silinder menjadi melengkung. Pembukaan kepala silinder harus dilakukan apabila mesin sudah dingin.

Hal yang terpenting saat melepas kepala silinder dari silinder blok yaitu dengan cara mendorongkan dan melepaskan baut-baut pengikat secara berurutan.



Gambar 3. Urutan pelepasan baut kepala silinder
(Anonim, 1981:3-3)

Memeriksa kerapatan kepala silinder dengan alat berupa garis baja dan *feeler gauge*. Penggaris baja diletakan pada bagian permukaan kepala silinder. Spesifikasi *limit* kebengkokan permukaan 0,05 mm yang diperiksa pada bagian posisi pada gambar 3.



Gambar 4. Pemeriksaan kerapatan kepala silinder
(Anonim, 1981: 3-5)

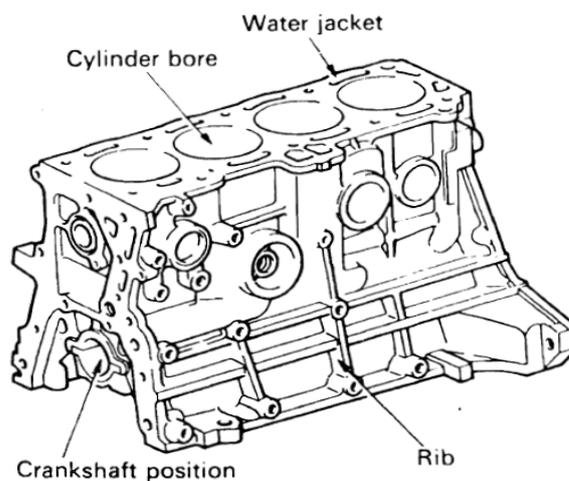
2. Blok Silinder

Blok silinder merupakan bentuk dasar dari mesin yang berfungsi sebagai tempat untuk menghasilkan tenaga dari proses pembakaran. Pada bagian luar blok silinder, terdapat dudukan-dudukan untuk

menempatkan kelengkapan-kelengkapan mesin seperti starter, alternator, pompa bensin, dan distributor. (Maman Suratman, 2001: 21)

Blok silinder sebagai bentuk dasar kerja mesin, dan biasanya terbuat dari *cast iron*, tetapi belakangan ini banyak juga blok silinder yang terbuat dari paduan aluminium dengan maksud untuk mengurangi berat serta menambah panas radiasi.

Beberapa silinder disusun pada blok silinder, bagian atasnya ditutup dengan kepala silinder, bagian bawah blok silinder ini membentuk bak engkol (*crankcase*) untuk pemasangan poros engkol, sumbu nok dan mekanik katup. Sebagian besar mobil-mobil menggunakan pendingin air, dan pada blok silinder diberi mantel pendingin untuk kemungkinan sirkulasi air pendingin disekeliling silinder. (Anonim,1989: 17)



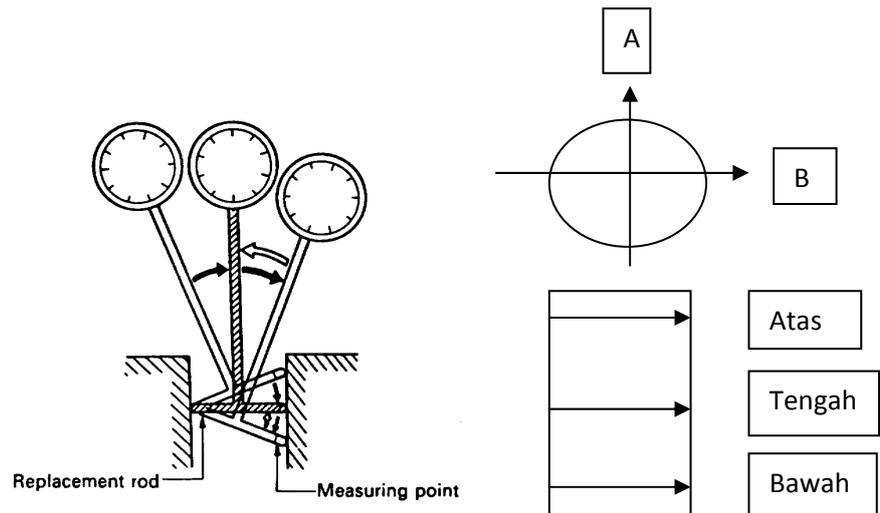
Gambar 5. Blok silinder
(Anonim, 1995: 3-6)

a. Pemeriksaan

Pemeriksaan secara visual berupa keretakan pada blok silinder dan goresan pada silinder Spesifikasi *limit* kebengkokan 0,05 mm. Memeriksa diameter silinder diperlukan *bore gauge* dengan *micrometer* luar yang masing-masing berfungsi untuk mengukur diameter silinder.

b. Pengukuran

Pengukuran diameter silinder ini dilakukan beberapa kali dengan posisi dan dilakukan pengukuran pada tiga tempat yaitu bagian atas, tengah, dan bagian bawah dari silinder, spesifikasi lubang standar untuk mesin Toyota kijang 5K 80,50-80,53 mm dan untuk batas limitnya 0,2 mm. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui keausan, keovalan, dan ketirusan silinder serta masih memenuhi syarat atau tidak. Apa bila sudah tidak memenuhi syarat maka harus diperbaiki dan sudah tidak mungkin diperbaiki maka harus diganti. (Anonim, 1981 : 3-38)

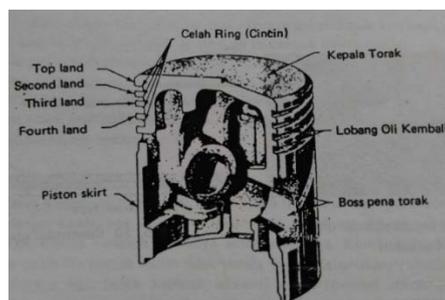


Gambar 6. Pengukuran diameter silinder (Anonim, 1995: 1-23)

3. Torak

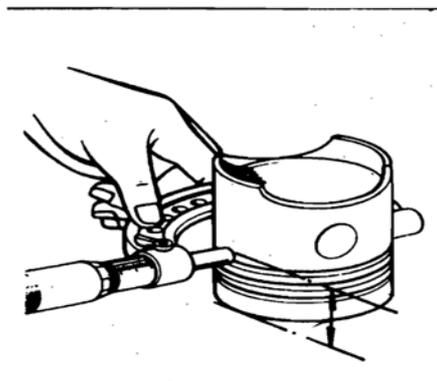
Torak berfungsi untuk menerima tenaga pembakaran dan diteruskan ke poros engkol dengan melalui batang torak (*connecting rod*). Bagian yang menghubungkan torak dengan batang torak disebut pen torak (*piston pin*). Untuk menjaga agar tidak terdapat kebocoran antara torak dan dinding silinder dan mencegah masuknya minyak ke dalam ruang bakar, maka pada bagian atas torak dipasangkan 2 atau 3 buah pegas torak.

Torak harus mempunyai sifat yang tahan terhadap tekanan dan suhu yang tinggi, dan dapat berkerja dengan kecepatan tinggi. (Anonim, 1989: 23)



Gambar 7. Torak dan bagian-bagiannya (Anonim, 1989: 24)

Pemeriksaan torak berupa pengukuran pada diameter torak dan kelonggaran alur ring torak serta celah ujung ring torak. Mengukur diameter torak menggunakan *micrometer* luar. Untuk spesifikasi standar diameter torak mesin Toyota kijang 5K yaitu 80,45-80,48 mm. Mengukur keausan celah atau alur ring torak digunakan alat *feeler gauge*. (Anonim, 1981 : 3-38)



Gambar 8. Pengukuran diameter torak
(Anonim, 1981: 3-33)

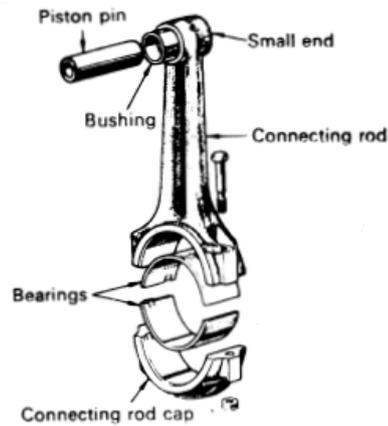
4. Pen torak

Pen torak berfungsi untuk menghubungkan torak dengan ujung batang torak. Pen torak ini berbentuk pipa untuk mengurangi berat, dan untuk mencegah agar pen torak tidak keluar dari torak dipasangkan sesuatu dengan beberapa metode sebagai berikut :

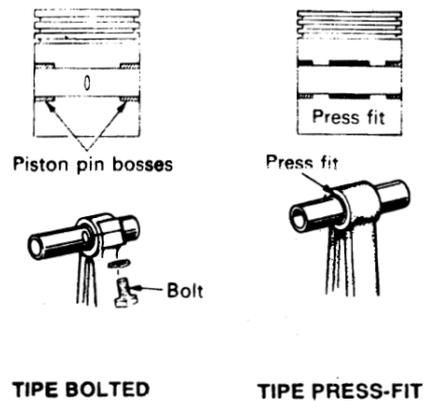
- a. Model bebas memikul (*full floating type*). *Snap ring* dipasangkan pada ujung pen torak pada alur yang terdapat bos torak, pen torak menjadi bebas dari bos torak dan batang torak.
- b. Model setengah bebas memikul (*semi floating type*).

c. *Fixed type*, pada model ini, pen toraknya dibaut pada bos torak.

(Anonim, 1989: 25-26)



Gambar 9. Pen torak dan batang torak
(Anonim, 1995: 3-15)



Gambar 10. Tipe semi-floating (Anonim, 1995 3-15)

5. Ring torak

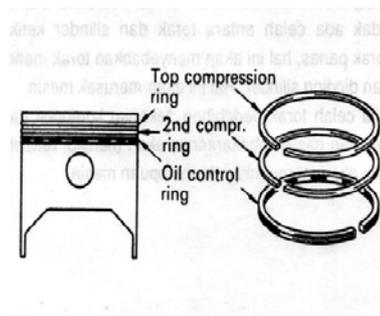
Torak pada mesin untuk prinsip empat langkah memiliki dua ring kompresi dan satu ring oli. Ring torak berfungsi membentuk perapat

yang kedap terhadap kebocoran gas antara celah torak dan silinder, sekaligus, mengatur pelumasan torak dan dinding silinder. Ring torak terdiri atas ring kompresi dan ring pelumas.

a. Ring Kompresi (*compression ring*) dan Ring Oli (*oli control ring*)

1) Ring Kompresi (*compression ring*)

Ring kompresi berfungsi mencegah kebocoran campuran antara udara dan bahan bakar dan pembakaran yang melalui celah antara torak dengan dinding silinder ke dalam bak engkol selama langkah kompresi dan usaha. Mencegah oli yang melumasi torak dan silinder masuk ke ruang bakar. Memindahkan panas dari torak ke dinding silinder untuk mendinginkan torak. (Anonim, 1995: 3-12)

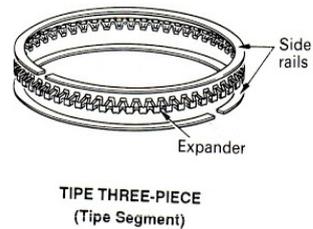


Gambar 11. Ring kompresi
(Anonim, 1995: 3-12)

2) Ring Oli (*oli control ring*)

Ring oli berfungsi mencegah pelumas lewat dari torak ke ruang pembakaran dimana pelumas itu dapat menimbulkan gangguan karena menyimpan arang. Arang, kotoran dan juga

bagian abu terbawa ke dinding silinder bersama dengan abu.
(Daryanto 2013:57)



Gambar 12. Ring oli (Anonim, 1995: 3-13)

b. Pemeriksaan

Pengukuran berupa pengukuran ujung pegas torak dan celah ke samping yang bertujuan memeriksa keausan ring torak. Pengukuran celah pegas torak dilakukan setelah pegas torak dilepas dari torak dan dibersihkan diukur keausan dengan memasukan ke dalam silinder pada bagian bawah yang memiliki keausan terkecil. Celah ring torak diukur dengan *feeler gauge*. Untuk spesifikasi celah alur ring jika melebihi *limit* ring no satu 0,03 mm dan ring no dua 0,02 - 0,06 mm.
(Anonim, 1981 : 3-40)

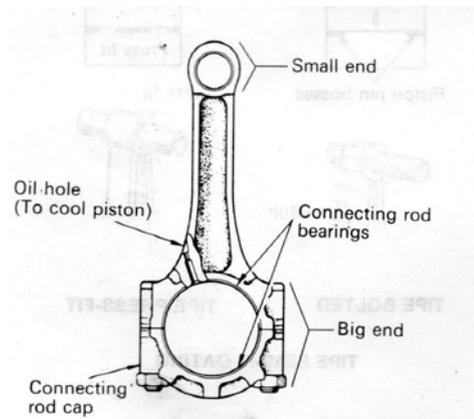


Gambar 13. Mengukur keausan celah atau alur ring torak
(Anonim, 1981: 3-40)

6. Batang Torak

Batang torak berfungsi untuk menghubungkan torak ke poros engkol dan selanjutnya meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh torak ke poros engkol. Batang penggerak mengubah gerak bolak-balik menjadi gerakan putar melalui poros engkol dan roda penerus.

Bagian ujung batang torak yang menghubungkan dengan torak disebut *small end*. Sedangkan bagian yang menghubungkan poros engkol disebut *big end* batang torak ini dibagi menjadi dua bagian untuk memudahkan pemasangan pada *crank pin*. Pemasangan dikunci oleh *bearing cap* yang diikat dengan mur. (Anonim, 1995: 3-16)



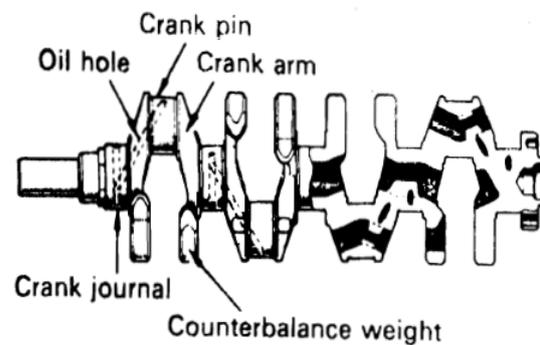
Gambar 14. Bagian batang torak
(Anonim, 1995: 3-16)

Pada batang torak memiliki beberapa tanda pemasangan antara *bearing cap* dengan batang torak. Tanda ini berupa huruf atau angka dan tanda urutan nomor silinder dimana torak dipasang serta tanda pemasangan antara torak dengan batang torak.

7. Poros Engkol

Poros engkol (*crank shaft*), berfungsi mengubah gerak bolak-balik torak menjadi gerak putar yang selanjutnya digunakan untuk memutar roda. Poros engkol dilengkapi bantalan-bantalan yang berfungsi menghindari gesekan yang terjadi antara poros engkol dengan bagian yang berputar lainnya. (Maman Suratman 2001:24)

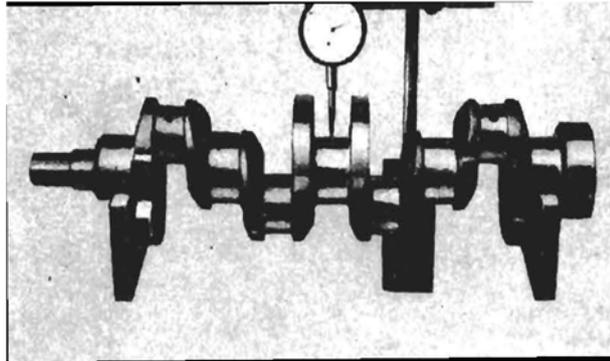
Bagian jurnal yang berputar pada dudukannya dengan ditopang oleh bantalan utama dan *bearing cap*. *Crank pin* yang menghubungkan *big end* batang torak dipasang bantalan. Bagian ujung depan poros engkol dipasang tempat untuk dudukan *timing gear*, sedangkan bagian belakang dipasang roda gila.



Gambar 15. Poros engkol
(Anonim, 1995: 3-16)

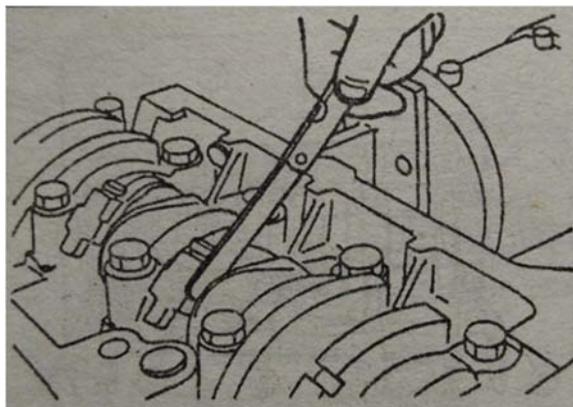
Pemeriksaan poros engkol yaitu pemeriksaan pengukuran diameter, dan kebengkokan serta kekocakan poros engkol. Pemeriksaan permukaan bantalan berupa ketidakrataan dan goresan berlebih. Pengukuran diameter dilakukan pada beberapa posisi, untuk menentukan bentuk masih oval, atau ketirusan. Memeriksa

kebengkokan poros engkol dipasangkan *dial indicator* pada bagian tengah jurnal engkol. Untuk spesifikasi diameter jurnal utama 45,976 - 50,000 mm *limit* ketirusan dan kelongjongan 0,01 mm dan spesifikasi kebengkokan *limit* : 0,04 mm. (Anonim, 1981 : 3-41)



Gambar 16. Pengukuran kebengkokan poros engkol
(Anonim, 1981: 3-41)

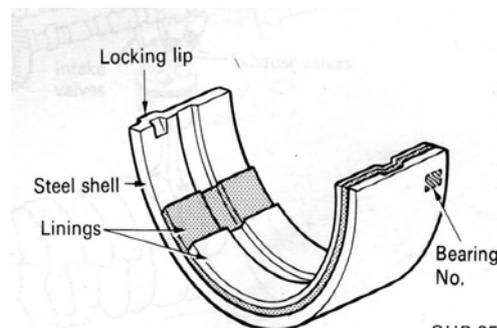
Memeriksa kelonggaran poros engkol atau celah ke samping dapat menggunakan *feeler gauge* yang disisipkan bagian antara pipi engkol dengan bantalan atau bantalan tetap. Untuk spesifikasinya 0,10 - 0,51.



Gambar 17. Pemeriksaan *end play* dengan *feeler gauge*
(Maman Suratman, 2001: 166)

8. Bantalan

Bantalan dipasangkan pada *journal* poros engkol dan *crank pin* membentuk suatu lapisan pelumasan pada permukaan-permukaan untuk mencegah terbakarnya bantalan-bantalan dan mengurangi keausan disebabkan terjadinya gesekan-gesekan. Bantalan engkol atau bantalan jalan terdiri dari dua keping yang ditempatkan pada rumah bantalan engkol masing-masing. (Daryanto 2013:49)



Gambar 18. Bantalan poros engkol (Anonim, 1995: 3-17)

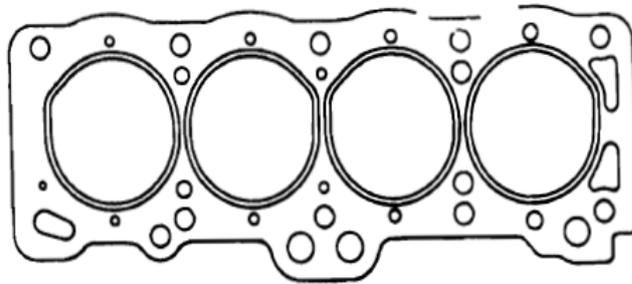
9. Perapat

Perapat digunakan pada motor untuk mencegah terjadinya kebocoran atau untuk merapatkan antara dua bagian baik yang sama-sama diam atau dua bagian yang diam dan bergerak. Kebocoran yang dimaksudkan berupa gas, air, oli, atau bahan bakar. Ada dua jenis perapat yang digunakan pada motor yaitu *gasket* dan *seal*.

a. Gasket

Secara sederhana *gasket* dapat diartikan sebagai lapisan umumnya *gasket* dibuat dari *carbon clad sheet steel* (gabungan *carbon* dengan lempengan baja) karbon itu sendiri melekat dengan

graphite, dan keduanya berfungsi untuk mencegah kebocoran yang ditimbulkan antara blok silinder dan kepala silinder, serta untuk menambah kemampuan melekat pada *gasket*. (Anonim, 1995: 3-10)



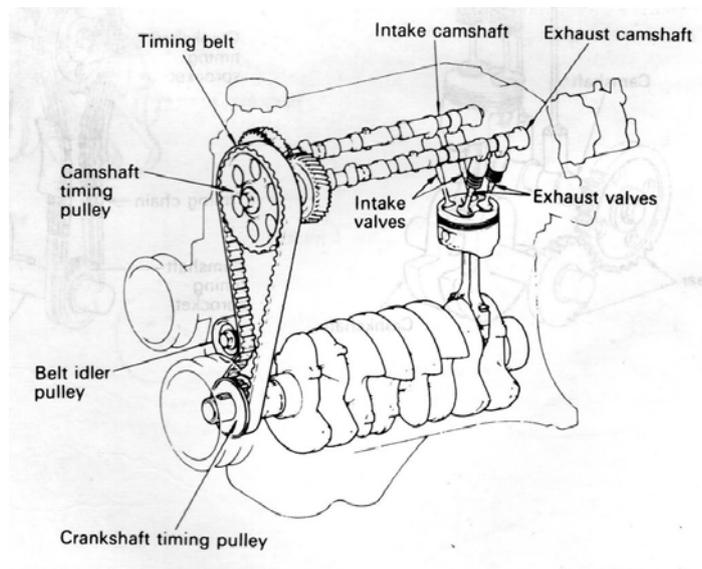
Gambar 19. *Gasket*
(Anonim, 1995: 3-10)

b. *Seal*

Seal digunakan untuk mencegah terjadinya kebocoran cairan yang ada di mesin, seperti *seal* katup, apabila *seal* katup terjadi kebocoran maka oli akan masuk ke ruang bakar dan menyebabkan bocornya kompresi.

10. Mekanisme katup

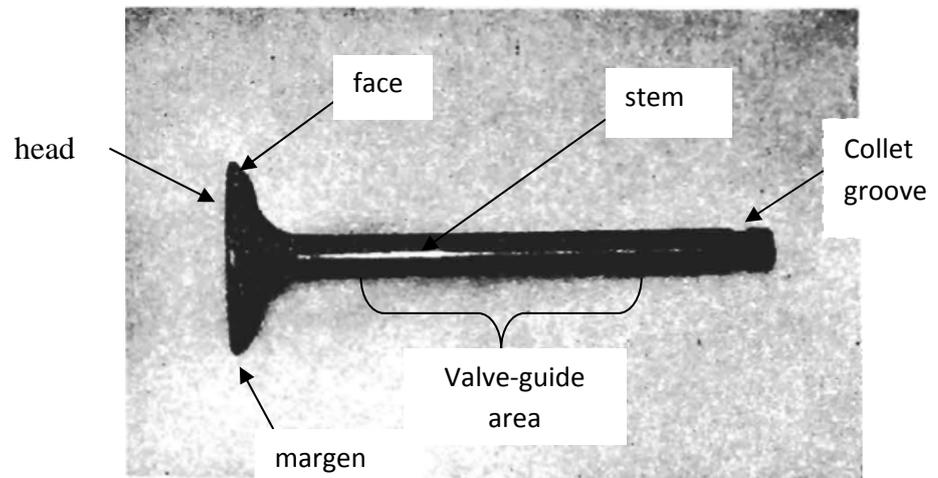
Mekanisme katup pada mesin 4 langkah berfungsi mengatur pembukaan dan penutupan katup-katup. Mekanisme katup ini dirancang sedemikian rupa, sehingga poros nok (*camshaft*) berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali putaran poros engkol. (Anonim, 1995 : 3-39)



Gambar 20. Mekanisme katup
(Anonim, 1995: 3-19)

a. Katup (*valve*)

Katup (*valve*), berfungsi membuka dan menutup saluran hisap dan buang. Diameter katup hisap dibuat lebih besar dari pada diameter katup buang. Katup hisap berfungsi mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara dari karburator ke dalam silinder. Katup buang berfungsi mengatur keluarnya gas sisa pembakaran dari silinder. (Maman Suratman, 2001:25)

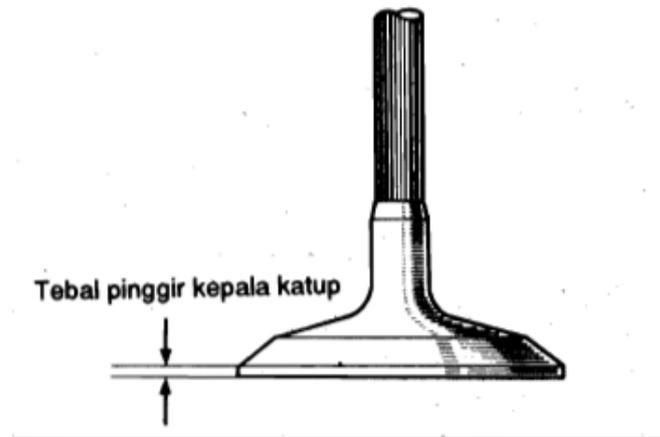


Gambar 21. Katup (*valve*)
(Anonim, 1981: 3-6)

1) Pemeriksaan

Pemeriksaan katup diantaranya dengan melihat kondisi fisik, batang katup, sudut katup. Kemungkinan permukaan yang tidak rata dan retak. Pemeriksaan katup secara visual dapat dilakukan setelah melakukan pelepasan dan dibersihkan.

Memeriksa keausan katup. Spesifikasi tebal pinggir kepala katup untuk katup hisap 0,8 mm dan katup buang 0,9 mm. Untuk memeriksa kebocoran katup dapat dilakukan dengan cara memasukan bensin ke dalam lubang saluran katup *intake port* dan *exhaust port*. Kemudian memperhatikan apakah bensin yang tadi dimasukan ke dalam lubang saluran *intake port* dan *exhaust port* terjadi rembesan di bagian ruang bakar.
(Anonim, 1981 : 3-8)



Gambar 22. Pemeriksaan tebal pinggir kepala katup
(Anonim, 1981: 3-8)

2) Perbaikan

Katup tidak dapat diperbaiki atau tidak bisa digunakan lagi apa bila keadaan katup sudah tidak memenuhi syarat spesifikasi diantaranya keausan batang katup sudah melebihi spesifikasi pabrik, batang katup bengkok, permukaan dudukan katup sudah aus dan retak.

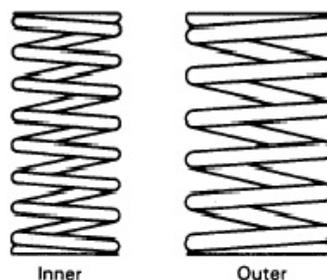
Jika permukaan dudukan katup aus hanya sedikit maka bisa diperbaiki dengan cara menskur lagi. Namun apa bila permukaan dudukan katup pecah maka perbaikan harus melakukan pergantian katup baru.



Gambar 23. Grease khusus katup

b. Pegas katup

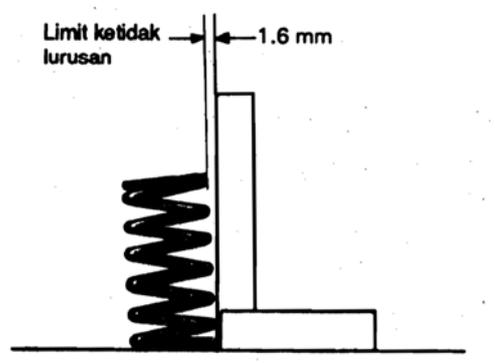
pegas katup berfungsi untuk bergerak didalam penghantar batang katup (*valve stem guide*) karena itulah katup harus dapat bergerak dengan baik. Pada bagian bawah batang katup terdapat alur untuk tempat pemasangan penahan pegas. (Anonim,1989: 35)



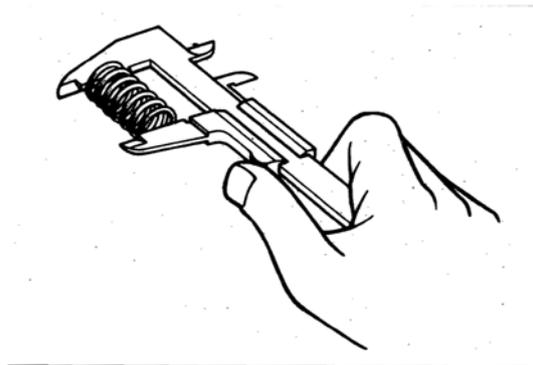
Gambar 24. Pegas katup

Memeriksa pegas katup bisa dilakukan dengan cara memeriksa keadaan pegas katup, mengukur panjang bebas pegas katup, mengukur sudut kemiringan pegas katup, dan pengukuran tegangan pegas katup. Mengukur tinggi tegangan pegas katup

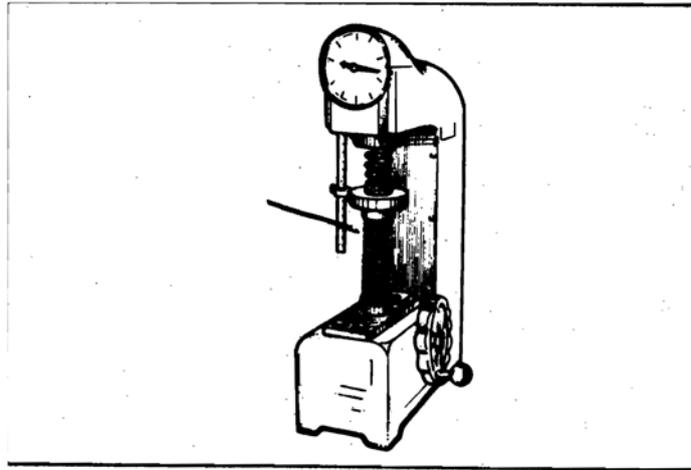
terpasang dilakukan bersamaan menggunakan pengetes pegas katup. Untuk spesifikasi kelurusan pegas katup *limit* ketidak tirusan 1,6 mm, spesifikasi panjang bebas pegas katup 46,5, dan untuk spesifikasi tegangan pegas standarnya 31,8 kg sedangkan limitnya 25,0 kg. (Anonim, 1981 : 3-10)



Gambar 25. Memeriksa kelurusan pegas katup
(Anonim, 1981: 3-10)



Gambar 26. Mengukur panjang bebas pegas
(Anonim, 1981: 3-10)

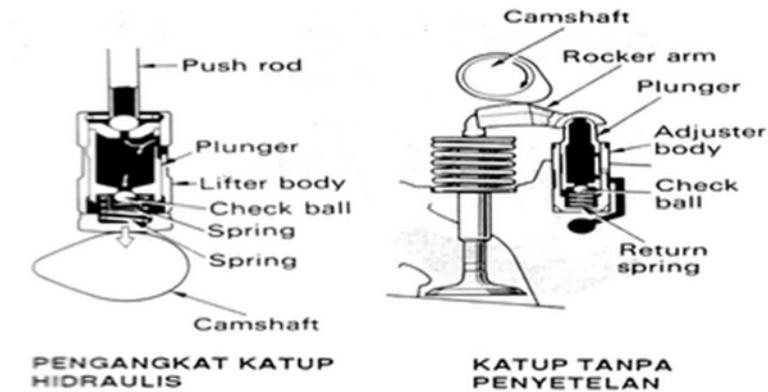


Gambar 27. Mengukur tegangan pegas katup
(Anonim, 1981: 3-10)

c. Pengangkat katup

Pengangkat katup (*valve lifter*) berfungsi memindahkan gerakan bubungan (nok) ke tuas katup (*rocker arm*) melalui batang penekan (*push rod*). Mesin yang mempunyai pengangkat katup konvensional celah katupnya harus disetel dengan tepat atau sesuai spesifikasinya, sebab tekanan panas mengakibatkan pemuaian pada komponen kerja katup.

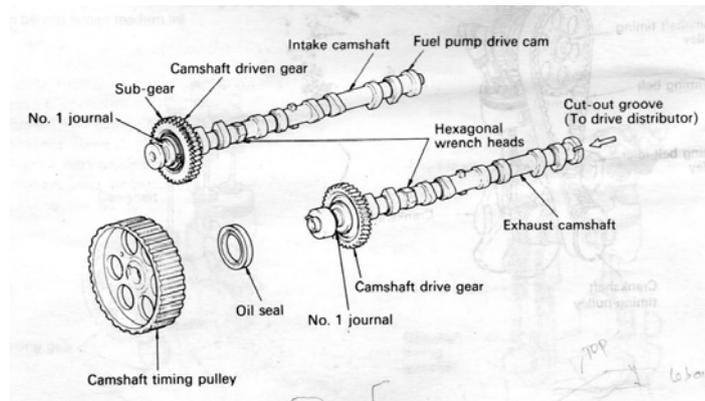
Beberapa mesin yang modern ada yang bebas penyetelan celah katupnya yaitu dengan menggunakan pengangkat katup *hidraulis*, dan dalam pengaturan celah katupnya dipertahankan pada 0 mm setiap saat. (Anonim, 1995 : 3-23)



Gambar 28. Pengangkat katup (*valve lifter*)
(Anonim, 1995: 3-23)

d. Poros nok (*camshaft*)

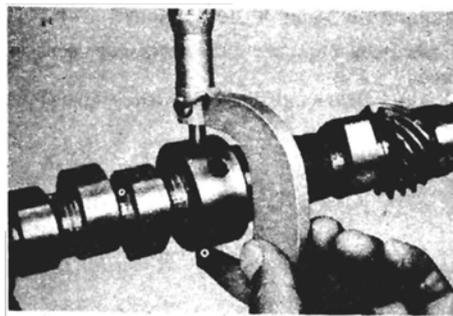
Poros nok berfungsi untuk membuka dan menutup katup. Poros nok diputar oleh poros engkol melalui gigi *timing*. Gerakan pemindahan poros engkol digerakan oleh roda *timing* dan rantai. Rantai ditegangkan oleh pemegang rantai. Gigi *timing* nok giginya selalu dua kali lebih banyak dari gigi *timing* poros engkol menimbulkan perbandingan 2:1. Maksudnya poros nok berputar satu kali putaran dan poros engkol berputar dua kali putaran yang memberi pembukaan (katup masuk dan katup buang) setiap putaran poros engkol. (Daryanto 2013: 59)



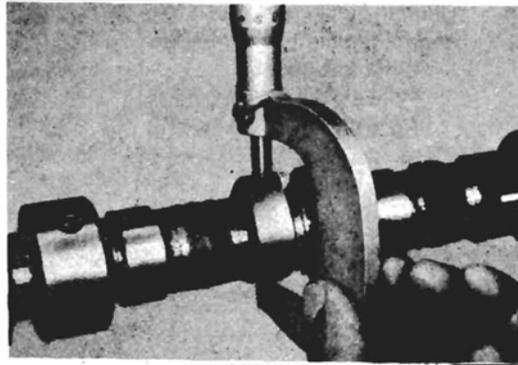
Gambar 29. Poros nok (Anonim, 1995: 3-22)

Pemeriksaan poros nok berupa pemeriksaan keausan dan goresan dengan cara mengukur diameter dengan menggunakan alat ukur *micrometer*. Memeriksa kebengkokan sumbu nok pada bagian jurnal dengan *dial indicator*.

- 1) Spesifikasi diameter jurnal poros nok yaitu sebagai berikut:
 - a) No 1. 43,209-43,225 mm
 - b) No 2. 42,945-42,970 mm
 - c) No 3. 42,704-42,720 mm
 - d) No 4. 42,459-42,475 mm



Gambar 30. Pengukuran tinggi tonjolan poros nok (Anonim, 1981: 3-22)



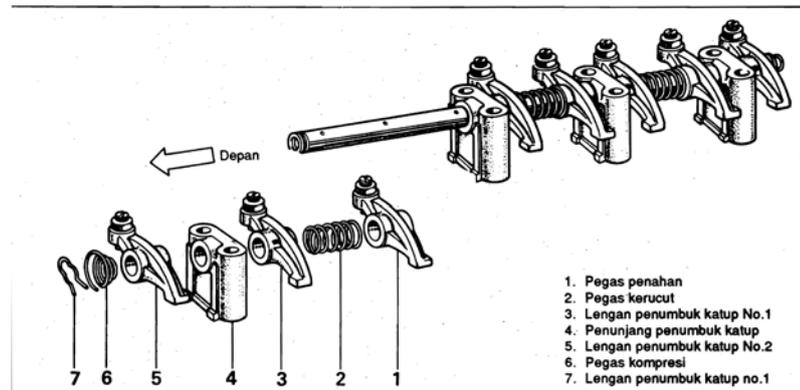
Gambar 31. Pengukuran diameter jurnal
(Anonim, 1981:3-23)

2) Tabel 1. Spesifikasi tinggi tonjolan poros nok

		Dengan <i>lifter</i> konvensional	Dengan <i>lifter</i> otomatis
STD	IN	36.469-36.569 mm	36.588-36.688 mm
	EX	36.369-36.469 mm	36.403-36.503 mm
Limit	IN	36.17 mm	36.29 mm
	EX	36.07 mm	36.10 mm

e. **Rocker arm dan shaft**

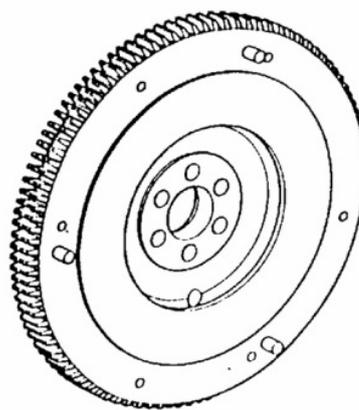
Rocker arm berfungsi menekan batang katup, sehingga katup dapat membuka. Celah (kerenggangan) antara *rocker arm* dan *push rod* disebut celah katup. *Rocker arm* dipasang pada *rocker arm shaft*. Bila *rocker arm* ditekan ke atas oleh batang penekan (*push rod*), katup akan tertekan dan membuka. *Rocker arm* yang menggunakan pengangkat katup *hidraulis* tidak dapat dilengkapi skrup dan mur penyetel. (Anonim, 1995: 3-23)



Gambar 32. *Rocker arm* dan *shaft*
(Anonim, 1981: 3-11)

11. Roda gila (*flywheel*)

Roda gila atau roda penerus, berfungsi menerima sebagian tenaga yang diperoleh dari langkah kerja dan memberikan tenaga kepada langkah-langkah lainnya. Di bagian luar roda gila dipasang roda cincin (*ring gear*). Roda gila ini digunakan untuk berkaitan dengan roda gigi pinion pada motor starter pada saat mesin akan dihidupkan. (Maman Suratman, 2001:24)



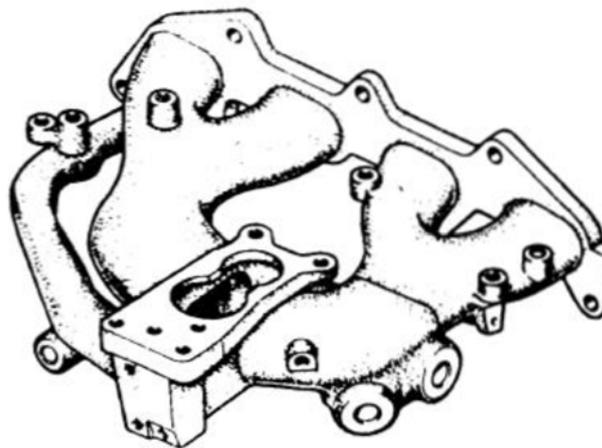
Gambar 33. Roda gila (*flywheel*)
(Anonim, 1995: 3-17)

12. *Intake manifold dan Exhaust manifold*

Bensin dan udara yang sudah tercampur pada karburator, disalurkan ke dalam silinder melalui *intake manifold*. Sedangkan gas sisa pembakaran dikeluarkan ke pipa pembakaran melalui *exhaust manifold*. (Maman Suratman, 2001: 41)

1) *Intake manifold*

Intake manifold menyalurkan campuran udara bensin ke dalam silinder. Udara mengalir dari saringan udara masuk ke karburator, dan campuran udara dan bensin yang disiapkan dalam karburator dipanaskan didalam *intake manifold* oleh adanya pendingin yang telah panas atau gas buang. (Anonim, 1995: 3-38)

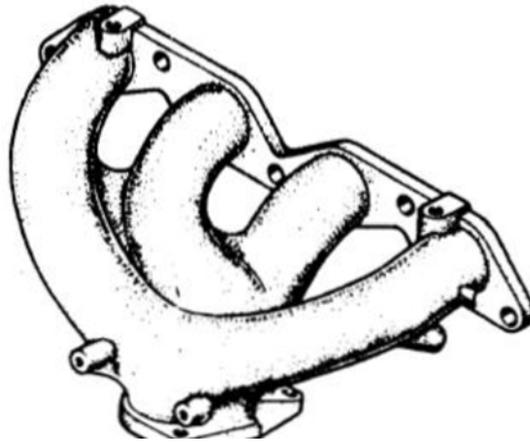


Gambar 34. *Intake manifold*
(Anonim, 1995: 3-42)

2) *Exhaust manifold*

Exhaust manifold menampung gas bekas dari silinder dan mengeluarkan ke udara melalui knalpot. Sistem *exhaust* termasuk

juga *catalytic converter*, dimana gas bekas dibersihkan sebelum dikembalikan ke udara. (Anonim, 1995: 3-38)



Gambar 35. *Exhaust manifold*
(Anonim, 1995: 3-42)

BAB III

KONSEP PERANCANGAN PERBAIKAN

A. Analisa kebutuhan

Dalam melaksanakan perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini, Proses identifikasi kerusakan terlebih dahulu dilakukan. Hal ini diharapkan dapat diketahui kerusakan apa saja yang perlu dilakukan perbaikan pada engine stand Toyota kijang Kijang 5K. Konsep Perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K yaitu memindahkan unit mesin ke *stand* yang baru. Selanjutnya dilakukan identifikasi kerusakan yang akan menjadi acuan untuk proses perbaikan. Tujuan identifikasi kerusakan untuk menentukan rancangan langkah kerja, kebutuhan bahan, alat, dan rancangan kebutuhan biaya perbaikan, serta pengujian.

Identifikasi kerusakan pada *engine* Toyota Kijang seri 5K ini telah diuraikan pada identifikasi masalah pada Bab 1 di depan, maka akan dilakukan proses identifikasi kerusakan pada mekanisme mesin dan sistem pendukung kerja mesin antara lain :

1. Mekanisme Mesin Toyota Kijang 5K

Pada awalnya kondisi dari *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini berada dalam posisi mati. Dengan demikian langkah yang harus dilakukan adalah dengan melakukan *overhoule* mesin. Sebelum dilakukan pembongkaran pada mesin, langkah awal adalah melepas komponen pendukung kerja mesin. Setelah semua komponen pendukung dilepas, kemudian dilakukan *overhoule* pada mesin. Untuk

mengetahui bahwa komponen mekanisme mesin masih dapat dipakai atau harus diganti dengan yang baru, juga dilakukan pengukuran pada komponen mekanisme mesin. Dengan demikian akan memudahkan dalam proses perbaikan.

a. Kepala silinder dan mekanisme katup

Pada kepala silinder kerusakan pada bagian permukaan sedikit ada goresan dan tidak rata. Untuk mengetahui rata tidaknya permukaan kepala silinder dilakukan pengukuran, yang kemudian membandingkan dengan spesifikasi pada buku manual, proses perbaikan yaitu dengan membubut atau meratakan permukaan kepala silinder agar permukaannya rata kembali. *Packing* kepala silinder juga sudah mengalami kerusakan, sehingga harus diganti.

Pada mekanisme katup kerusakan terjadi pada seal katupnya rusak dan banyak krak-krak di lubang katup. Proses perbaikannya dengan mengganti seal katupnya dan membersihkan lagi lubang katupnya dengan cara mensekurnya supaya tidak terjadi kebocoran di ruang bakar.

b. Piston

Pada piston terdapat kekurangan komponen yaitu ring kompresi dan ring piston yang patah. Akibatnya yang terjadi kompresi akan bocor dan tenaga yang dihasilkan lemah. Maka harus ring piston yang lama harus di ganti dengan yang baru.

c. Batang *connecting rod*

Pada batang *connecting rod* mengalami goresan dan sudah aus. Penyebabnya karena kurangnya pengecekan oli mesin dan kurang teliti dalam perakitan pada saat melakukan *overhoule*.

2. Sistem Pendukung Kerja Mesin

Sistem pendukung kerja mesin terjadi kerusakan pada sistem bahan bakar, sistem pelumasan, dan sistem pendingin.

a. Sistem Bahan Bakar

Kerusakan pada sistem bahan bakar yang terjadi pada selang bahan bakar pecah dan *packing* dudukan karburator tidak ada, untuk itu harus dilakukan penggantian selang dan *packing* dudukan karburator.

b. Sistem pelumasan

Pada sistem pelumasan yang mengalami kerusakan yaitu *filter oli* sudah kotor, Penyebab kotornya filter oli karena tidak memperhatikan kondisi *filter oli*.

3. Sistem pendinginan

Pada sistem pendinginan terjadi kerusakan pada radiator, penyebab kerusakan karena usia dari radiator yang sudah tua, sehingga timbul karat di dalam radiator. Karat tersebut lama-kelamaan akan menyebabkan kebocoran. Perbaikannya dilakukan dengan membersihkan radiator sampai bersih dan hilang karatnya, sehingga radiator dapat digunakan kembali.

B. Rancangan Langkah kerja

Rancangan proses perbaikan media pembelajaran *engine stand* Toyota Kijang seri 5K diharapkan dapat berjalan dengan efektif dan seefisien mungkin. Berdasarkan analisa kebutuhan diatas maka dapat dibuat rancangan langkah kerja. Langkah kerja ini akan menjadi acuan dalam melaksanakan perbaikan. Adapun hal-hal yang perlu dilakukan diantaranya:

1. Perencanaan

Perencanaan di sini banyak lingkup yang mencakup diantaranya adalah perencanaan waktu, bahwa perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini direncanakan menghabiskan waktu satu bulan. Namun karena keterbatasan kami baik pendanaan, pengadaan komponen maka perbaikan mesin Toyota Kijang seri 5K ini lebih dari satu bulan. Lingkup selanjutnya yaitu tentang pendanaan, pendanaan sudah diprediksi sedetail mungkin namun kenyataannya keluar dari rencana, karena kurang pengetahuan tentang harga kelengkapannya.

2. Proses Pembongkaran

Proses pembongkaran bagian perlengkapan mesin dimulai dari sistem pendukung seperti sistem bahan bakar, sistem pendinginan, dan sistem pelumasan. Bagian utama mesin dapat dimulai dari kepala silinder, blok silinder dan bagian komponen yang ada didalamnya.

3. Proses Pengukuran dan menganalisa komponen

Pengukuran dan pemeriksaan komponen untuk selanjutnya melakukan analisis pada komponen tersebut dengan membandingkan sesuai spesifikasi pabrik. Menganalisa komponen bertujuan untuk mengetahui kondisi komponen yang harus diganti atau diperbaiki.

4. Observasi dan pembelian komponen

Observasi dilakukan untuk mengetahui tempat dimana komponen-komponen yang dibutuhkan dijual dengan kualitas yang baik namun dengan harga yang terjangkau. Hal ini bertujuan untuk mengetahui harga jual disetiap toko dikarenakan harga jual disetiap toko berbeda-beda dan terbatasnya dana yang dimiliki. Setelah mengetahui toko yang dituju dengan harga yang terjangkau maka dilakukan pembelian komponen sesuai kebutuhan bahan untuk perbaikan media pembelajaran *engine stand*.

5. Proses perbaikan

Proses perbaikian dimulai menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada *engine* Toyota Kijang seri 5K setelah *engine* bisa hidup kembali karena *engine* Toyota kijang seri 5K ini pada posisi awal mati.

6. Pemasangan komponen

Pemasangan komponen mesin merupakan prosedur awal perakitan. Adapun hal-hal yang diperlukan dalam pemasangan komponen, Seperti pada bagian tertentu diperlukan torsi pengencangan seperti baut dudukan *crankshaft* dan kepala silinder. Bagian yang berputar

atau bergesekan antara logam diberi minyak pelumas. Pemasangan roda gigi *camshaft* dan roda gigi *crankshaft* harus segaris tepat pada tanda rantai *timing*.

7. Pengecekan ulang dan Penyetelan

Komponen mesin terpasang semua, kemudian memeriksa dan menyetel kembali sistem komponen utama motor setelah dilakukan perakitan.

C. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan

Perancangan kebutuhan peralatan dan bahan dilakukan untuk memperlancar proses pengerjaan. Berdasarkan rencana langkah kerja diatas maka didapatkan kebutuhan alat dan bahan untuk proses perbaikan mesin Toyota Kijang seri 5K. Berikut merupakan data dari rancangan kebutuhan alat dan bahan untuk digunakan dalam perbaikan:

1. Rancangan Kebutuhan Alat

Alat-alat yang dibutuhkan dalam proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Kunci ring	1 set
2	Kunci pas	1 set
3	Kunci shock	1 set
4	Obeng (+) dan obeng (-)	2 buah
5	Palu karet	2 buah
6	Kunci T8, T10, T12, dan T14	1 set

No	Nama Alat	Jumlah
7	Kunci busi	1 buah
8	Penekan pegas katup	1 buah
9	Palu besi	1 buah
10	Treker puli dan roda gigi <i>Crankshaft</i>	1 buah

2. Rancangan Kebutuhan Alat untuk pengukuran

Alat pengukuran yang dibutuhkan dalam proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kebutuhan Alat pengukuran

No	Nama Alat	Jumlah
1.	<i>Micrometer</i>	1 buah
2.	<i>Mistar baja</i>	1 buah
3.	Jangka sorong	1 buah
4.	<i>Dial indicator</i>	1 set
5.	<i>Bore gauge</i>	1 set
6.	<i>Feeler gauge</i>	1 buah
7.	<i>Compression tester</i>	1 buah
8.	Gelas ukur	1 buah
9.	<i>Gas Analyser</i>	1 buah

3. Rancangan Kebutuhan Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam proses perbaikan *engine stand* Toyota

Kijang seri 5K adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Kebutuhan Bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Gasket mesin</i>	Kijang seri 5K	1 set
2	Ring Torak	STD Kijang seri 5K	1 set
3	<i>Repair kit</i> karburator	Kijang seri 5K	1 set
4	Bantalan Torak	Kijang seri 5K	1 set
5	<i>Oil filter</i>	Kijang seri 5K	1 buah
6	Oli mesin	Mesran SAE 20-50W	1 buah
7	Selang bensin	2 Meter	1 buah
8	Tabung radiator	-	1 buah
9	Selang radiator	-	2 buah
10	<i>Thermostat</i>	Kijang seri 5K	1 buah
11	<i>Filter bensin</i>	Kijang seeri 5k	1 buah
12	Tutup Radiator	STD 0,9 kg/cm ²	1 buah
13	Rantai <i>timing</i>	Pada tarikan 5 kg :272,7 mm	1 buah
14	<i>Valve lifter</i>	<i>Automatic filter</i>	8 buah
15	Plat <i>camshaft</i>	Kijang seri 5K	1 buah

D. Rancangan anggaran biaya

Rancangan anggaran biaya perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini tidak semua kebutuhan komponen dan bahan dipenuhi mandiri oleh kelompok, tetapi juga ditanggung oleh kedua belah pihak, pihak pertama yaitu mahasiswa dan pihak kedua yaitu SMK Muhammadiyah Cangkringin. Kesepakatan ini sudah ditanda tangani oleh kedua belah pihak didalam surat perjanjian. Rancangan anggaran biaya yang

diperlukan dalam proses perbaikan ini dapat diperkirakan dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 5. Rancangan Anggaran Biaya

No	Bahan	Jumlah	Harga Satuan	Total
A. Suku Cadang				
1	<i>Gasket</i> set mesin	1	175.000	175.000
2	Ring Torak	1 set	250.000	250.000
3	<i>Repair kit</i> karburator	1	125.000	125.000
4	Bantalan batang torak atau metal	1 set	95.000	95.000
5	<i>Oil filter</i>	1	30.000	30.000
6	Oli mesin Mesran SAE 20-50W	1	120.000	120.000
7	Selang bensin	2	15.000	30.000
8	Tabung radiator	1	20.000	20.000
9	Selang radiator	2	25.000	50.000
10	<i>Thermostat</i>	1	125.000	125.000
11	<i>Filter</i> bensin	1	25.000	25.000
12	Tutup radiator	1	45.000	45.000
13	Rantai <i>timing</i>	1	450.000	450.000
14	Botolan klep (<i>Valve lifter</i> 7k)	8	75.000	600.000
15	Plat <i>camshaft</i>	1	63.000	63.000
B. Lain-lain				
1.	Bensin	10 liter	7500	75.000
Jumlah				2.233.000

E. Rancangan pengujian

Setelah selesai menentukan konsep rancangan yang akan diterapkan pada perbaikan media pembelajaran, langkah selanjutnya adalah membuat rancangan pengujian pada *engine stand* Toyota Kijang

seri 5K. Pengujian *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dilaksanakan setelah mesin dalam kondisi sudah hidup dan mengganti komponen yang rusak. Proses pengujian ini dilakukan di bengkel Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNY. Dalam proses pengujian ini nantinya dapat diamati bagaimana kinerja motor *engine stand* Toyota Kijang seri 5K, dan mengetahui hasil perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K. Berikut pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Pengukuran Kompresi dilakukan pada masing-masing silindernya menggunakan *compression tester*, dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Memanaskan mesin sampai suhu kerja.
 - b. Membuka semua busi.
 - c. Melepas kabel tegangan tinggi dari koil agar aliran skunder terputus.
 - d. Memasukan *compression tester* ke dalam lubang busi.
 - e. Membuka katup *throttle* secara penuh.
 - f. Melakukan pengujian kembali seperti diatas pada silinder yang lain. Standar tekanan kompresi : $12,6 \text{ kg/cm}^2$ dan *limit* : $9,6 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan perbedaan tekanan masing-masing silindernya harus kurang dari $1,0 \text{ kg/cm}^2$. (Anonim, 1981: 2-25)

Pengujian kompresi dilakukan untuk memastikan tekanan kompresi tidak bocor setelah diperbaiki dan sesuai dengan spesifikasi. Pengujian kompresi menggunakan *compression tester* yang dipasang

pada lubang busi. Hasil tekanan yang terbaca dibandingkan dengan spesifikasi dan hasil pengukuran sebelum dan sesudah perbaikan.

2. Pengujian emisi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas pembakaran pada mesin dengan cara menganalisa kandungan gas karbon monoksida (CO), dan hidro karbon (HC) yang terkandung didalam gas buang menghitung komposisi menggunakan *gas analyzer* pada saat putaran *idle*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mesin yang diuji pada tempat yang datar.
- b. Memeriksa pipa gas buang dari kemungkinan bocor.
- c. Memanaskan mesin sampai suhu kerja.
- d. Memasang *probe* alat uji emisi ke pipa gas buang sedalam 30 cm. untuk menghindari kesalahan, tunggu ± 20 detik sampai data pada layar stabil.
- e. Membaca hasil.

Tabel 6. Baku mutu emisi kendaraan bermotor menurut Kepmen

LH No. 06 tahun 2006

KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI "L"					
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (%)	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	<2007	4.5	1.200	-	Idle
	>2007	1.5	200	-	Idle

3. Pengukuran konsumsi bahan bakar

Uji konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gelas ukur yang diisi dengan bensin. Gelas ukur dihubungkan dengan karburator melalui selang. Mesin dihidupkan kemudian diuji mulai dari putaran mesin 750 rpm, 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm selama 1 menit.

Proses pengujian ini nantinya dapat diamati bagaimana kinerja motor *engine stand* Toyota Kijang seri 5K, dan mengetahui hasil perbaikan *engine stand* tersebut dengan cara menganalisa hasil pengukuran kompresi, apa bila kompresi sudah sesuai dengan standar maka sudah tidak terjadi kebocoran pada ruang bakar, pengujian emisi untuk mengetahui efektifitas proses pembakaran yaitu dari tingkat CO dan HC yang timbul pada gas buang karena CO timbul apabila unsur-unsur *oxygen* (udara) tidak cukup atau terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna dan HC timbul dikarenakan bahan bakar yang tidak terbakar kemudian keluar menjadi gas mentah dan ketika bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang, dan pengujian konsumsi bahan bakar Perbandingan menggunakan satuan liter dan kilometer, konsumsi bahan bakar Toyota Kijang seri 5K standarnya 1:8 artinya adalah tiap 1 liter BBM dapat menempuh jarak 8 km untuk dalam kota dan untuk luar kota menghabiskan BBM 1 liter dapat menempuh jarak 11 km. Perlu diperhatikan juga kondisi jalan dalam kota dan luar kota. Selain itu, usia kendaraan juga menjadi perhatian, karena

semakin tua kendaraan kemungkinan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar karena pembakaran yang tidak sempurna dan keausan komponen mesin.

BAB IV

PROSES HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perbaikan media pembelajaran *engine stand* Toyota kijang seri 5K ini meliputi beberapa tahapan yaitu, proses perakitan, persiapan alat, persiapan bahan, proses perbaikan, proses pengujian. Pembahasan merupakan ulasan dari proses perancangan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan. Berikut uraian proses, hasil dan pembahasan dari Proyek Akhir ini:

A. Proses Perbaikan

Proses perbaikan dapat dilihat dengan kondisi komponen mesin, karena kondisi komponen mesin sudah dalam keadaan yang terpisah maka hal ini perlu melakukan pemeriksaan pada komponen-komponen yang ada pada mesin. Untuk mengetahui kondisi mesin dan menganalisa kerusakan, mesin harus pada kondisi hidup. Adapun hasil identifikasi awal menurut hasil pengukuran dan pemeriksaan yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi awal

- a. Dibutuhkan bahan-bahan untuk keperluan bagian *engine* Toyota Kijang seri 5K. Seperti pada sistem pendingin komponen-komponen yang tidak ada antara lain *thermostat*, tutup radiator, selang radiator, *reservoir* radiator.



Gambar 36. Kondisi Mesin sebelum diperbaiki.

- b. Pada sistem pelumasan komponen yang dibutuhkan antara lain oli, colokan oli, *filter* oli.
- c. Bagian *engine stand* tidak dengan keadaan utuh. Seperti kondisi komponen yang terpisah diantaranya kepala silinder, radiator, bak oli, tutup radiator, *thermostat*, *filter* bensin, selang-selang, dan baut-baut yang hilang.
- d. Diperlukan perbaikan pada komponen utama motor yang mengalami kerusakan antara lain kebengkokan pada kepala silinder, bisa menyebabkan bercampurnya oli dan air pendingin sehingga timbul asap saat mesin dihidupkan, *gasket* kepala silinder yang sudah rusak, bisa menyebabkan kebocoran pada katup-katupnya.

Dari hasil identifikasi awal dan kebutuhan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K, harus melakukan pemasangan komponen-komponen mesin terlebih dahulu agar dapat mengetahui kerusakan pada saat kondisi mesin hidup.

2. Proses Pembongkaran sistem komponen utama

Pembongkaran ini meliputi mekanisme katup, kepala silinder, mekanisme engkol, dan blok silinder.

a. Membongkar Kepala silinder dan mekanisme katup

Pada *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini kondisi kepala dengan blok silinder sudah, jadi pembongkaran langsung di bagian kepala silinder dan hanya melepas *rocker arm* dengan katup dan blok silinder, langkahnya yaitu sebagai berikut:

- 1) Melepas unit *rocker arm*.
- 2) Menempatkan *push rod* sesuai dengan urutan.
- 3) Melepas pegas katup menggunakan penekan pegas katup atau dengan *valve spring compressor*, kemudian menyusun pegas katup, dudukan katup, penahan katup, dan katup secara berurutan untuk mencegah tertukarnya komponen.

b. Membongkar rantai *timing* dan *camshaft*

- 1) Melepas puli poros engkol, kemudian melepas *cover* penutup rantai *timing*.
- 2) Melepas rantai *timing* dan roda gigi *camshaft* secara bersamaan.
- 3) Melepas roda gigi *crankshaft*.
- 4) *Valve lifter* dilepas dan disimpan secara berurutan agar tidak tertukar.
- 5) Melepas *camshaft*.

c. Membongkar blok silinder dan mekanisme engkol

- 1) Membongkar blok silinder dilakukan setelah hampir keseluruhan sistem dibongkar.
- 2) Melepas *flywheel*.
- 3) Melepas batang piston (piston masih terpasang pada batang piston) dan bantalannya, kemudian menempatkan komponen tersebut sesuai dengan urutan yang benar.
- 4) Melepas poros engkol, diawali dengan melepas *main bearing cap* dan bantalan poros engkol, yang kemudian menempatkan *main bearing cap* dan bantalan sesuai urutan yang benar.

3. Membersihkan komponen-komponen yang telah dibongkar

Proses ini meliputi seluruh komponen yang telah dibongkar, menggunakan bensin dan detergent sebagai pelarut kotoran, disikat menggunakan sikat yang lembut. Untuk membersihkan material karbon yang terdapat pada ruang bakar, piston dan katup-katup dapat dikikis menggunakan sikat kawat. Dalam proses ini harus berhati-hati agar komponen-komponen tidak rusak atau tergores.

4. Pengukuran Komponen Mekanisme Mesin

Proses ini meliputi mekanisme katup, kepala silinder, mekanisme engkol, dan blok silinder. Pemeriksaan dan pengukuran menggunakan buku panduan dari buku manual mesin Toyota Kijang Seri seri 5K

- a. Pemeriksaan dan pengukuran mekanisme katup
 - 1) Poros nok

Mengukur tonjolan nok menggunakan mikrometer.

Tabel 7. Pengukuran Tonjolan *cam lobe*.

Hasil Pengukuran		
	Katup masuk	Katup buang
1	36,52 mm	36,32 mm
2	36,34 mm	36,36 mm
3	36,48 mm	36,34 mm
4	36,34 mm	36,34 mm
Limit	36,29 mm	36,10 mm

Tabel 8. Pengukuran diameter jurnal

Jurnal	Hasil Pengukuran	STD
1	43,215	43,209 mm – 43,225 mm
2	42,960	42,945 mm – 42,970 mm
3	42,715	42,704 mm – 42,702 mm
4	42,450	42,459 mm – 42,475 mm

Kesimpulan :

Dari data hasil pengukuran poros nok, diketahui bahwa ketinggian *cam lobe* dan diameter jurnal masih sesuai dengan spesifikasi.

- 2) Memeriksa celah oli *valve lifter* dan lubang penempatannya dengan cara ukur diameter lubang penempatan dikurangi diameter pengangkat katup (*limit* : 0,1 mm)

Tabel 9. Pengukuran *valve lifter*

No	Katup masuk			Katup buang		
	Diameter Lubang	Diamter valve lifter	Celah oli (mm)	Diameter lubang	Diameter valve lifter	Celah oli (mm)
1	21,43 mm	21,37 mm	0,06	21,42 mm	21,37 mm	0,05
2	21,42 mm	21,38 mm	0,04	21,42 mm	21,36 mm	0,06
3	21,42 mm	21,36 mm	0,06	21,41 mm	21,36 mm	0,05
4	21,42 mm	21,36 mm	0,06	21,43 mm	21,37 mm	0,06
Spesifikasi Diameter lubang <i>valve lifter</i>				21,387-21,404 mm		
Spesifikasi Diameter <i>valve lifter</i>				21,387-21,404 mm		

Kesimpulan : Celah oli sudah melebihi nilai maksimum, *valve lifter* harus di ganti.

Gambar 37. Pengangkat katup *Hidraulis (valve lifter)*

- 3) Memeriksa kebocoran katup. Memeriksa kebocoran katup dengan cara memasukan bensin ke dalam lubang-lubang saluran katup *intake port* dan *exhaust port* kemudian memperhatikan apakah bensin terdapat rembesan di bagian ruang bakar.

- a) Hasil : Katup mengalami kebocoran katup hisap dan katup buang silinder 1 sampai silinder 4 mengalami kebocoran.
- b) Kesimpulan : Katup mengalami kebocoran sehingga harus diperlukan perbaikan dengan cara pemolesan atau menskur menggunakan *grease* khusus katup.
- 4) Memeriksa kondisi visual katup

a) Hasil

Semua katup dipenuhi oleh kerak karbon pada daun katup sehingga diperlukan pembersihan, pada permukaan katup terdapat korosi.

b) Kesimpulan

Kerak karbon terjadi akibat dari terbakarnya oli mesin. Kemungkinan katup bocor disebabkan korosi pada permukaan katup dan bocornya *seal* katup menyebabkan oli masuk ke dalam ruang bakar menyebabkan terjadinya kompresi bocor.

5) Mengukur Katup (*valve*)

Tabel 10. Pengukuran tebal margin katup :

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	0,85 mm	0,95 mm
2	0,90 mm	1,00 mm
3	0,80 mm	1,00 mm
4	0,90 mm	0,90 mm
Limit tebal	0,8 mm	0,9 mm

Kesimpulan : Dari data tersebut, pengukuran batang tebal margin masih sesuai dengan spesifikasi.

6) Mengukur pegas katup

Tabel 11. Pengukuran panjang pegas katup :

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	46,5 mm	46,5 mm
2	46,5 mm	46,5 mm
3	46,5 mm	46,5 mm
4	46,5 mm	46,5 mm

Limit panjang pegas katup : 46,5 mm

Tabel 12. Pengukuran kemiringan pegas :

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	1,4 mm	1,2 mm
2	1,2 mm	0,9 mm
3	1,4 mm	1,4 mm
4	1,0 mm	1,2 mm

Limit Kemiringan pegas : 1,6 mm

Tabel 13. Pengukuran tegangan pegas katup

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	30,6 kg	29,7 kg
2	29,8 kg	30,4 kg
3	31,2 kg	31,4 kg
4	30,4 kg	29,6 kg

Standar tegangan pegas katup 31,8 kg

Kesimpulan : Dari data tersebut, pengukuran panjang pegas katup, pengukuran kemiringan pegas, dan ketegangan pegas masih sesuai dengan spesifikasi.

b. Pengukuran Rantai *timing* dan diameter roda gigi + rantai

1) Mengukur panjang rantai *timing* : 274 mm

Panjang rantai *timing* standar 272,2 mm

2) Mengukur diameter roda gigi + rantai

Tabel 14. Pengukuran diameter roda gigi + rantai :

<i>Crankshaft</i>	60 mm
<i>Camshaft</i>	114,5 mm

Tabel 15. Limit diameter roda gigi + rantai minimum :

<i>Crankshaft</i>	59 mm
<i>Camshaft</i>	114 mm

3) Mengukur tebal penegang rantai dan peredam getaran

Tabel 16. Pengukuran tebal penegang rantai dan peredam getaran

Penegang rantai	13 mm
Peredam getaran	6 mm

Limit tebal peredam getaran : 4,0 mm

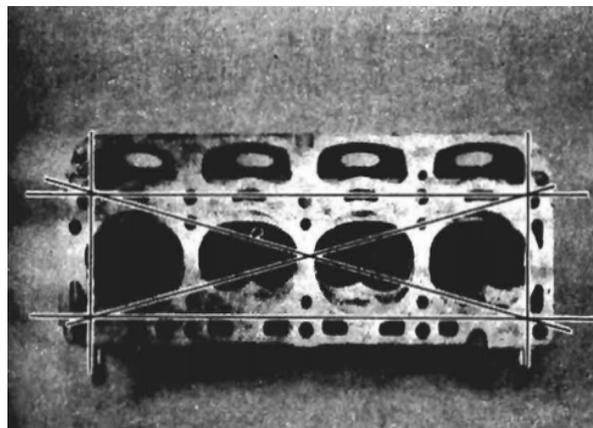
Kesimpulan :

Dari data pengukuran, diketahui bahwa panjang rantai *timing* masih dalam kondisi baik. Gigi *sprocket* dan tebal penegang

belum melewati batas dari *limit*, sehingga masih dalam kondisi baik.

c. Pemeriksaan kepala silinder

Memeriksa kerapatan kepala silinder dengan menggunakan mistar baja dan *feeler gauge*.



Gambar 38. Posisi pengukuran kerataan kepala silinder

(Anonim, 1981: 3-5)

Tabel 17. Pengukuran kerataan kepala silinder

Sisi Kepala Silinder	A	B	C	d
	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm

Limit Kerataan kepala silinder 0,05 mm

Kesimpulan : Dari data yang diperoleh dalam pengukuran permukaan kepala silinder masih dalam kondisi baik.

d. Pemeriksaan dan pengukuran mekanisme engkol

1) Pemeriksaan torak

Kepala torak dipenuhi dengan kerak karbon, hal ini menandakan bahwa oli mesin terbakar di ruang bakar dan terjadi kerusakan pada cincin torak dan *seal* katup.



Gambar 39. Kondisi Torak

Tabel 18. Pengukuran diameter luar torak :

Silinder	Diameter luar
1	80,45 mm
2	80,46 mm
3	80,46 mm
4	80,45 mm

STD diameter torak : 80,45 mm – 80,48 mm

Kesimpulan : Dari data pengukuran, diketahui bahwa diameter luar piston masih sesuai dengan standar spesifikasi.

2) Bantalan *connecting rod*

Memeriksa bantalan *connecting rod*, kemungkinan melengkung atau tergores.

Hasil : Bantalan *connecting rod* mengalami banyak goresan serta sudah tipis atau aus dan ada sebagian bantalan *connecting rod* hilang.

Kesimpulan: Perlu dilakukan penggantian bantalan *connecting rod*.



Gambar 40. Kondisi tidak lengkapnya bantal *connecting rod*

3) Pengukuran *crankshaft*

- a) Meriksa celah *end play crankshaft*. Celah *end play* standar 0,04 mm – 0,24 mm, *limit* 0,3 mm

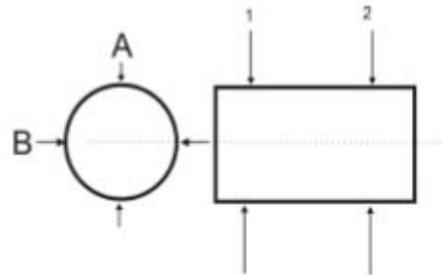
Hasil : Celah *end play* hasil pengukuran sebesar 0,2 mm

Kesimpulan : Celah *end play* masih dibawah batas *limit* sehingga masih bisa digunakan.

- b) Memeriksa *crankshaft* kemungkinan lonjong. *Limit* lonjong 0,04 mm.

Hasil : Kelonjongan *crankshaft* sebesar 0,0 mm

Kesimpulan : hasil pemeriksaan masih dibawah *limit*, sehingga *crankshaft* tidak perlu melakukan perbaikan.



Gambar 41. Posisi pengukuran diameter *crankshaft*

c) Tabel 19. Pengukuran diameter luar jurnal utama :

No Jurnal	Posisi pengukuran diameter luar jurnal (mm)			
	A1	A2	B1	B2
1	49,98	49,97	49,99	49,98
2	49,96	49,98	49,98	49,98
3	49,98	49,99	49,99	49,99
4	49,99	49,99	49,96	49,98
5	49,99	49,98	49,99	49,98

STD diameter jurnal utama : 49.976 mm – 50.000 mm.

d) Tabel 20. Pengukuran ketirusan dan keovalan jurnal

No	Ketirusan jurnal	Keovalan jurnal
1	0,02 mm	0,01 mm
2	0,01 mm	0,02 mm
3	0,01 mm	0,01 mm
4	0,01 mm	0,05 mm

Limit ketirusan dan keovalan : 0,01 mm

Kesimpulan : Dari data pengukuran diketahui bahwa diameter luar jurnal utama poros engkol masih sesuai dengan spesifikasi, dan pemeriksaan ketirusan dan keovalan jurnal masuk batas *limit*, akan tetapi masih aman untuk digunakan karena belum semuanya melebihi batas.

e. Pemeriksaan dan pengukuran blok silinder

1) Mengukur diameter silinder

- a) Memeriksa kerataan pada permukaan blok silinder dengan menggunakan alat pemeriksaan ketirusan dan *feeler gauge*



Gambar 42. Sisi pemeriksaan permukaan blok silinder

Tabel 21. Pengukuran kerataan kepala silinder

Sisi blok Silinder	a	B	C	d
	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm

Limit kerataan permukaan blok silinder 0,05 mm

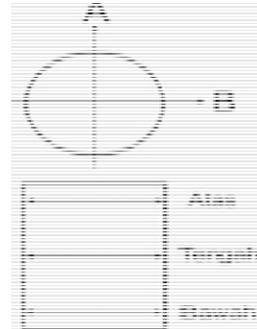
Kesimpulan : Kondisi permukaan masih bagus.

- b) Memeriksa lubang silinder kemungkinan ada goresan pada arah vertikal.

Hasil pemeriksaan : tidak ada kerusakan pada lubang silinder, permukaan masih halus.

Kesimpulan : kondisi lubang silinder masih halus dan baik.

- c) Mengukur keovalan dan ketirusan lubang silinder menurut arah aksial dan arah dorong di bagian atas, tengah, dan bawah menggunakan *cylinder bore gauge* (limit keausan : 0,02 mm)



Gamba 43. Pengukuran lubang silinder

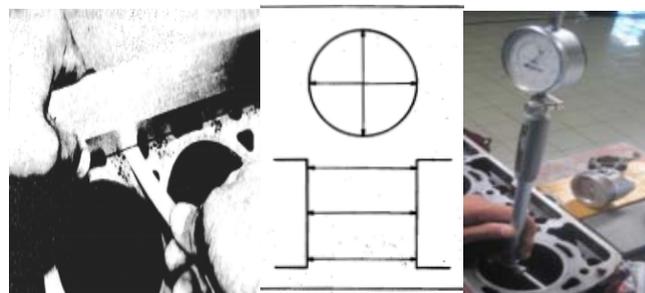
Tabel 22. Pengukuran diameter silinder

Silinder No.	Hasil Pengukuran (mm)					
	1		2		3	
	A	B	A	B	A	B
1	80,52	80,51	80,52	80,51	80,51	80,52
2	80,51	80,52	80,51	80,52	80,52	80,51
3	80,52	80,51	80,52	80,51	80,51	80,52
4	80,52	80,52	80,51	80,52	80,51	80,52

Standar lubang silinder 80,50 mm – 80,53 mm

Kesimpulan :

Dari data pengukuran yang telah dilakukan diketahui bahwa diameter pada tiap-tiap silinder masih memenuhi spesifikasi.



Gambar 44. Pengukuran blok silinder

5. Melakukan penggantian komponen yang mengalami kerusakan

Berdasarkan data pemeriksaan dan pengukuran yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan komponen mana saja yang akan diganti dan diperbaiki. Komponen yang harus diganti adalah *gasket full set* karena tidak bisa digunakan lagi. Dan komponen yang harus diganti lainnya yaitu bantalan *connecting rod*, ring torak, *filter oli*, *valve lifter*, Sedangkan komponen-komponen yang kurang dan harus dilengkapi diantaranya *filter bensin*, *thermostat*, colokan oli, tutup radiator, dan *reservoir tank*, rantai *timing*. Komponen yang harus diperlakukan perbaikan yaitu kepala silinder. Proses perbaikannya adalah sebagai berikut :

a. Penggantian *gasket*



Gambar 45. *Gasket full set*

Proses ini dilakukan bersamaan saat perakitan pada komponen-komponen lainnya. Pada pemasangannya *gasket* harus sesuai dengan posisinya tidak boleh terbalik.

b. Bantalan *connecting rod*

Bantalan *connecting rod* diganti karena mengalami goresan dan aus, proses ini dilakukan pada saat akan melakukan perakitan dibagian mekanisme engkol. Dan bisa dilihat kondisi bantalan *connecting rod* gambar dibawah ini :



Gambar 46. Bantalan *connecting rod*

c. Ring torak

Kondisi pada ring torak sudah tidak layak digunakan lagi, karena pada saat pembongkaran mekanisme engkol dan piston dilepas ada beberapa ring torak yang kurang lengkap dan ring kompresi ada yang patah, harus melakukan penggantian ring torak dengan yang standar Bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 47. Ring piston

d. *Filter oli*

Penggantian komponen *filter* oli dilakukan pada saat *filter* oli sudah benar-benar kotor dan tidak layak dibersihkan lagi, Dan harus melakukan penggantian *filter* oli dengan yang baru. Proses penggantian *filter* oli yaitu dengan melepas terlebih dahulu *filter* oli, selanjutnya ganti *filter* oli dengan yang baru sebelum *filter* oli dipasang oleskan oli mesin yang bersih pada karet *seal filter* oli, setelah itu pasang *filter* oli dan kencangkan dengan tangan sampai seal karet menyentuh permukaan dudukannya, dan kencangkan *filter* oli dengan kunci SST.



Gambar 48. *Filter oli*

e. *Valve lifter*

Mengganti *valve lifter* dengan yang baru karena *valve lifter* yang lama celah oli sudah melebihi nilai maksimum.



Gambar 49. *Valve lifter*

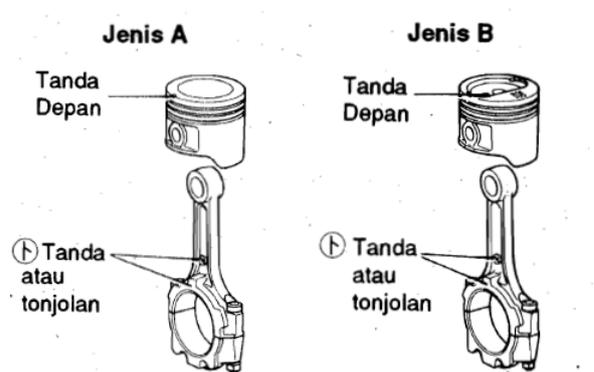
6. Perakitan semua komponen mekanisme mesin

Hal yang perlu diperhatikan sebelum dilakukan perakitan komponen adalah dengan membersihkan semua komponen yang akan dirakit dan memberikan pelumas pada bagian komponen yang berputar dan meluncur.

a. Blok silinder

- 1) Memasang *washer* dorong dengan permukaan alur oli menghadap luar.
- 2) Memasang bantalan poros engkol pada blok mesin, memasang poros engkol, memasang tutup bantalan yang sudah terpasang bantalan dan *washer* dorong. Pemasangan tutup bantalan dengan menghadapkan tanda panah ke arah depan. Mengencangkan baut tutup bantalan secara bertahap dengan momen pengencangan 5,4 kg-m – 6,6 kg-m. Tiap tahap pengencangan, poros engkol harus diputar agar dapat berputar dengan baik.

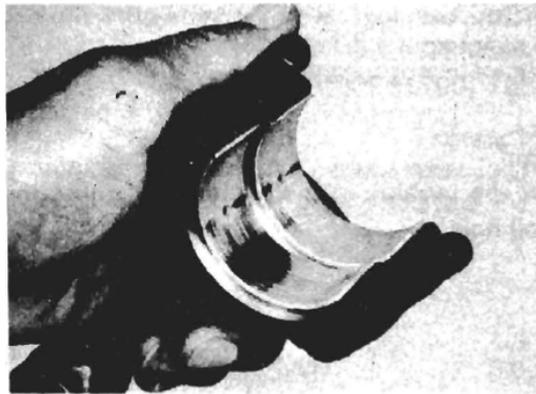
- 3) Memeriksa piston dan batang piston sesuai dengan urutan yang benar dengan tanda pada piston dan batang piston menghadap ke depan.



Gambar 50. Tanda pada piston dan batang piston

(Anonim, 1981: 3-39)

- 4) Memasang bantalan pada batang piston. Penggantian bantalan dilakukan, karena sudah terjadi keausan.



Gambar 51. Bantalan batang torak

(Anonim, 1981: 3-36)

- 5) Memasukan piston ke dalam silinder. pemasangan ini mudah dilakukan dengan menggunakan piston ring *expander*.

- 6) Memasang tutup batang torak yang telah terpasang bantalan dan mengencangkan baut pengunci dengan momen spesifikasi 4,0 Kg-m – 5,2 Kg-m.
- 7) Memeriksa putaran poros engkol setelah masing-masing tutup bantalan terpasang.
- 8) Memasng *seal* perapat poros engkol.
- 9) Memasang *flywheel*. Pengencangan baut pada momen spesifikasi 5,4 kg-m – 6,6 Kg – m.
- 10) Memasang pompa oli dan karter.

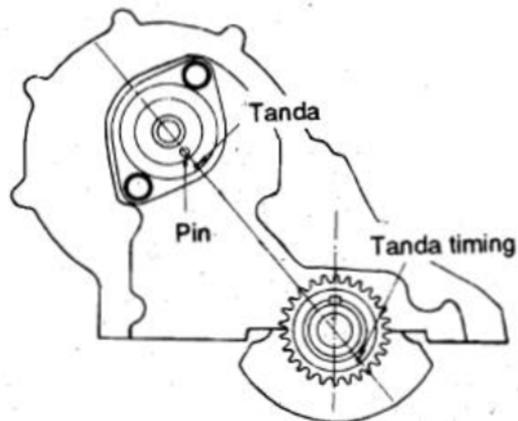
b. Rantai *timing* dan poros kam (*camshaft*)

- 1) Memasang poros kam pada blok silinder. pemasangan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak bantalan.



Gambar 52. Pemasangan poros kam

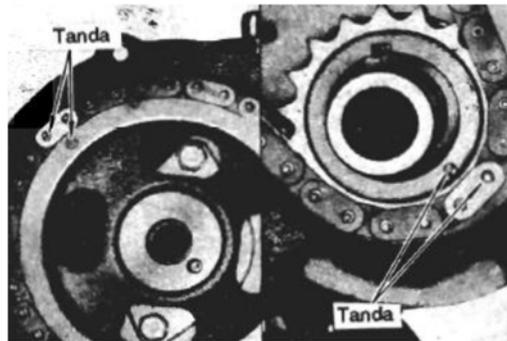
- 2) Measang rantai *timing* dan gigi *sprocket*.
 - a) Menyetel piston nomer 1 pada posisi TMA.
 - b) Meluruskan pen pada poros kam dengan tanda yang ada pada alat aksial.



Gambar 53. Meluruskan pin dengan tanda

(Anonim, 1981: 3-26)

- c) Meluruskan tanda *timing* pada rantai dan gigi *sprocket*.



Gambar 54. Meluruskan tanda pada roda gigi dan rantai

(Anonim, 1981: 3-26)

- d) Memasang rantai *timing* dan gigi *sprocket* secara bersama-sama.
- e) Mengencangkan baut penyetel poros kam dengan momen spesifikasi 5,4 kg-m – 6,6 kg-m.
- f) Memasang penegang dan peredam rantai *timing*.
- 3) Memasang cover rantai *timing*.

- 4) Memasang puli poros engkol dengan *spi*, kemudian mengencangkan baut pengunci. Momen pengencangan 7,5 kg-m – 10,5 kg-m.

c. Kepala silinder

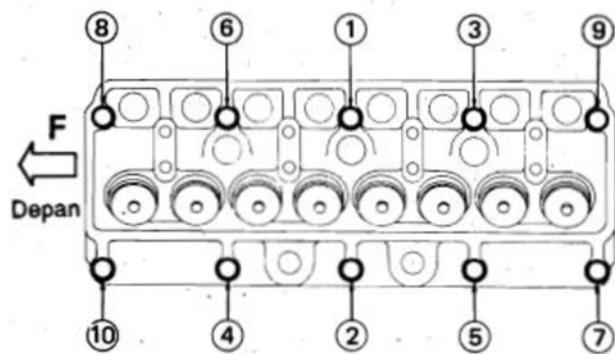
- 1) Memasang dudukan pegas dan *seal* oli sebelum merakit pegas katup.
- 2) Memasang katup, pegas katup, dan pengunci. Pemasangan pegas katup dengan menggunakan penekan pegas atau *valve spring compressor*. Setelah semua pegas terpasang, pada ujung batang katup dipukul secara perlahan agar pegas dapat terpasang dengan sempurna.



Gambar 55. Kepala silinder sesudah komponen katup dan pegas katup dipasang

- 3) Memasang plat belakang mesin dan rumah saluran air beserta gasketnya.

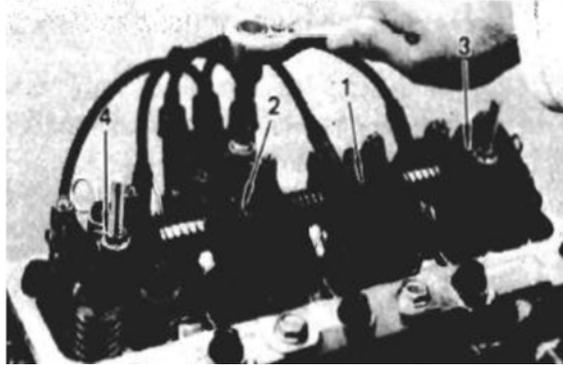
- 4) Membersihkan permukaan blok silinder dan memasang *gasket* kepala silinder pada blok silinder, meluruskan pada lubang-lubang baut, air dan oli.
- 5) Membersihkan permukaan silinder kemudian diletakan pada posisinya di atas *gasket*.
- 6) Memasang kepala silinder pada blok silinder, baut-baut dikencangkan secara berurutan seperti gambar di bawah sesuai dengan momen spesifikasi pengencangan baut 5,4 kg-m – 6,6 kg-m.



Gambar 56. Urutan pengencangan baut kepala silinder

(Anonim, 1981: 3-15)

- 7) Memasang 8 *push rod*.
- 8) Memasang *valve lifter* dipasang pada kepala silinder, 6 baut dan 2 mur pengikat dipasang kemudian dikencangkan secara bertahap, dengan urutan seperti gambar di bawah dan sesuai momen spesifikasinya 1,8 kg-m – 2,4 kg-m.



Gambar 57. Urutan pengencangan baut rakitan *rocker shaft*

(Anonim, 1981: 3-15)

- 9) Memasang *manifold*. Penggantian *packing* dilakukan, karena pada awal pembongkaran *packing* tidak ada. Momen pengencangan baut *manifold* adalah 2,0 kg-m – 3,0 kg-m.

d. Merakit Sistem Pendukung Kerja Mesin

Perakitan sistem pendukung kerja mesin yaitu dengan memasang komponen sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem pengisian, sistem pengapian, sistem starter, dan sistem pelumasan (*oil filter*)

1) Merakit sistem bahan bakar

Yang dilakukan dalam perakitan sistem bahan bakar antara lain:

- a) Memasang pompa bahan bakar. Pada awal pembongkaran *packing* tidak ada, sehingga harus dibuatkan dengan menggunakan kertas *packing* 0,8 mm.



Gambar 58. Pompa Bahan Bakar

- b) Memasang karburator dilakukan penggantian packing pada dudukan *manifold* juga dilakukan, agar tidak terjadi kebocoran gas.
 - c) Memasang selang bahan bakar, tangki, dan *filter* bensin, selang bahan bakar dibelikan dengan yang baru, karena selang yang lama tidak ada.
- 2) Merakit sistem pendinginan
- Yang dilakukan dalam perakitan sistem pendinginan antara lain :
- a) Memasang *water pump*. Pada *water pump* dilakukan penggantian pada *packing* dan selang buntu, karena pada awal pembongkaran *packing* dan selang buntu tidak ada.
 - b) Memasang radiator pada *stand*.

c) Memasang selang radiator. Pemasangan selang, yaitu dengan memberikan lem *sealer* yang kemudian diklem agar tidak terjadi kebocoran.

3) Merakit sistem pengisian

Pada perakitan sistem pengisian dilakukan dengan memasang alternator padaudukan yang ada di blok mesin, regulator, dan kabel penghubung. Perbaikan yang dilakukan pada sistem pengisian adalah merangkai ulang kabel-kabel penghubung.

4) Merakit sistem pengapian

a) Memasang distributor. Pada distributor dilakukan penggantian kondensor, karena pada awal pembongkaran kondensor tidak ada.

b) Memasang koil, busi, kabel tegangan tinggi.

c) Merangkai kabel-kabel penghubung.

5) Merakit sistem *starter*

a) Memasang dinamo starter padaudukan yang ada pada blok mesin.

b) Merangkai kabel penghubung.

c) Memasang baterai/accu.

6) Merakit sistem pelumas

Langkah terakhir dalam perakitan sistem pelumasan adalah memasang *filter* oli padaudukan yang ada di blok mesin dan

memasukan minyak pelumas mesin. Volume pengisian minyak pelumas mesin adalah 3,5 liter dengan spesifikasi API service SE 20W-50W.



Gambar 59. Oli mesin Mesran SAE 20W-50W

7. Hasil perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan

Berdasarkan data pemeriksaan dan pengukuran di atas, maka didapat hasil komponen yang dapat di perbaiki dan harus diganti. Komponen yang harus diganti adalah *gasket* keseluruhan, bantalan, ring torak, *filter oli*, dan *valve lifter*. Komponen yang harus diperbaiki adalah bagian mekanisme katup dan permukaan yang bersinggungan dengan katup.

a. Perbaikan permukaan katup.

Proses perbaikan permukaan katup, pertama dilakukan pemeriksaan kebocoran dengan cara memasukan bensin ke dalam lubang-lubang saluran katup *intake port* dan *exhaust port*. Apabila

terdapat rembesan bensin pada permukaan katup, maka menandakan katup bocor. Hasil pemeriksaan adalah katup yang mengalami kebocoran katup hisa dan katup buang semua silinder mengalami kebocoran.

Proses perbaikannya menghilangkan bagian permukaan katup yang korosi, dengan cara pemolesan permukaan permukaan katup dengan dudukan pada kepala silinder menggunakan *grease* pemoles khusus katup. Pemolesan ini akan menghaluskan permukaan katup dan permukaan dudukan katup sehingga antara muka dan dudukan katup dapat rapat. Setelah proses ini selesai, kemudian katup dipasang kembali untuk pemeriksaan kebocoran ulang.

- b. Penggantian gasket, bantalan batang torak dan ring torak, *filter oli*, dan *valve lifter*.

Proses ini dilakukan pada saat perakitan. Semua gasket dan seal yang tidak bisa dipakai lagi diganti. Pemasangan gasket harus sesuai posisi, tidak boleh terbalik atau sampai menutupi saluran-saluran tertentu. Bantalan batang torak dan ring torak dilakukan penggantian karena hasil pemeriksaan visual bantalan torak mengalami goresan atau sudah aus, ring torak tidak komplit atau hilang dan ring kompresi patah. Filter oli diganti karena sudah kotor dan tidak bisa digunakan lagi, dan valve lifter harus diganti

karena data pemeriksaan dan pengukuran sudah melebihi batas *limit*.

B. Hasil

Hasil yang dicapai setelah dilakukannya perbaikan pada *engine stand* Toyota kijang 5K yang pada kondisi awalnya mati dapat hidup kembali dengan baik dan dapat digunakan lagi sebagai media pembelajaran dan *training object*. Mesin dapat hidup kembali dan sistem pendukung kerja mesin dapat berfungsi kembali.

Kerusakan yang terjadi pada mekanisme mesin kemungkinan dapat diakibatkan karena usia dari pemakaian yang sudah lama, kesalahan atau kurang teliti pada saat dilakukan *overhoule* oleh siswa, kurangnya perawatan, tidak bekerjanya atau rusak pada komponen sistem pendukung kerja mesin, dan adanya komponen yang tidak terpasang. Setelah dilakukannya perbaikan dan penggantian pada komponen-komponen yang mengalami kerusakan dan komponen yang tidak terpasang. Setelah dilakukannya perbaikan dan penggantian pada komponen yang mengalami kerusakan, sekarang dapat berfungsi kembali dengan baik.

Secara keseluruhan proyek akhir ini merupakan jasa perbaikan. Dengan hasil *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dapat berfungsi kembali sebagai media pembelajaran. Harapan dari Proyek akhir ini adalah *engine stand* Toyota Kijang seri 5K, dapat dimanfaatkan oleh guru dan siswa

dalam proses belajar mengajar di jurusan Teknik Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

Tabel 23. Hasil sebelum dan sesudah perbaikan

No	Komponen	Sebelum	Sesudah
1	Sistem mekanisme mesin		
	a. Kepala silinder	Kotor	Tidak kotor
	b. Bantalan batang piston	Tergores dan aus	Tidak aus
	c. <i>Ring piston</i>	Tidak komplit	Komplit
	d. <i>Seal</i> katup	Rusak	Tidak rusak
	e. <i>packing</i> Kepala silinder	Rusak	Tidak rusak
	f. Peredam rantai <i>timing</i>	Tidak ada	Ada
	g. Plat <i>camshaft</i>	Tidak ada	Ada
	h. <i>Valve lifter</i>	Rusak	Tidak rusak
	i. Rantai <i>timig</i>	Tidak ada	Ada
2	Sistem bahan bakar		
	a. Pompa bahan bakar	Kotor	Tidak kotor
	b. Selang bahan bakar	Tidak ada	Ada
	d. <i>Filter</i> bahan bakar	Tidak ada	Ada
3	Sistem pelumasan		
	a. <i>Filter</i> oli	Kotor	Tidak kotor
	b. Minyak pelumas mesin	Tidak ada	Ada
	c. Colokan oli	Tidak ada	Ada
4	Sistem pendinginan		
	a. Radiator	Kotor	Tidak kotor
	b. <i>packing water pump</i>	Rusak	Tidak rusak
	c. Selang radiator	Tidak ada	Ada
	d. Tutup radiator	Tidak ada	Ada
	c. <i>reservoir</i> radiator	Tidak ada	Ada
	d. <i>Thermostat</i>	Tidak ada	Ada

1. Pengujian

Proses pengujian kinerja *engine* Toyota Kijang seri 5K yang meliputi pengukuran kompresi, emisi gas buang, dan konsumsi bahan bakar.

a. Pengukuran tekanan kompresi

Langkah pengukuran tekanan kompresi diantaranya:

- 1) Mesin dipanaskan sampai suhu kerja.
- 2) Melepas 4 buah busi menggunakan kunci busi.
- 3) Melepas kabel tegangan tinggi dari koil dilepas agar aliran skunder terputus.
- 4) Memasang alat *compression tester* di lubang busi.



Gambar 60. Memasang alat *compression tester*

- 5) Membuka *throttle* gas secara penuh.
- 6) Menstart mesin sambil melihat tekanan kompresi yang terjadi.
- 7) Melakukan pengujian kembali seperti di atas pada silinder yang lain. Standar tekanan kompresi : $12,6 \text{ kg/cm}^2$ dan limit : $9,6 \text{ kg/cm}^2$.

b. Pengujian emisi

Langkah Uji emisi diantaranya:

- 1) Mesin yang diuji pada tempat yang datar.
- 2) Memeriksa pipa gas buang dari kemungkinan bocor.
- 3) Memanaskan mesin sampai suhu kerja.
- 4) Memasang *probe* alat uji emisi ke pipa gas buang sedalam 30 cm. untuk menghindari kesalahan, tunggu ± 20 detik sampai data pada layar stabil.



Gambar 61. Pengujian emisi

- 5) Membaca hasil.

c. Pengukuran konsumsi bahan bakar

Uji konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gelas ukur yang diisi dengan bensin. Gelas ukur dihubungkan dengan karburator melalui selang. Mesin dihidupkan kemudian diuji mulai dari putaran mesin 750 rpm, 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm selama 1 menit.

d. Hasil Pengujian

- 1) Pengukuran Tekanan Kompresi

Tabel 24. Data hasil uji Tekanan Kompresi

Nomor Silinder	Hasil pengukuran
1.	10,25 kg/cm ²
2.	11 kg/cm ²
3.	11 kg/cm ²
4.	11 kg/cm ²

Dari hasil pengukuran tekanan kompresi data yang didapat rata-rata 11 kg/cm² masih di atas *limit*, dengan spesifikasinya untuk Toyota Kijang seri 5K (12,6 kg/cm²) *limit* (9,6 kg/cm²).



Gambar 62. Pengukuran Tekanan Kompresi

2) Pengujian emisi

Data *Print* pengujian emisi :



Gambar 63. Data print uji emisi

Tabel 25. Hasil Pengujian emisi

Pengujian	Hasil	Standar menurut KEPMEN LH No. 5 Th 2006
CO (%)	4.932	4.5
HC (PPM)	4.853	1.200

Dari hasil pengujian emisi, tingkat CO yang dihasilkan gas buang yaitu 4,932 % dan HC 4.853 ppm sudah di atas standar atau tidak sesuai dengan standar.

3) Pengukuran Bahan Bakar

Tabel 26. Hasil pengukuran pemakaian bahan bakar

No	Putaran mesin	Waktu (Menit)	Hasil (cc)
1.	750	1	18,5
2.	1500	1	24
3.	2500	1	43
4.	3000	1	58

Dari pengujian di atas didapat data waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin. Pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar 18,5 cc, putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 24 cc, pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 43 cc, dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 58 cc. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar Toyota Kijang seri

5K standarnya 1:8 untuk dalam kota dan 1:12 untuk luar kota, artinya adalah tiap 1 liter BBM dapat menempuh jarak 8 km dan untuk luar kota menghabiskan BBM 1 liter dapat menempuh jarak 11 km. Dari data tersebut dapat disimpulkan konsumsi bahan bakar tidak boros karena dapat dihitung dalam 1 jam pada putaran 750 rpm menghabiskan 1100 cc (1,1 liter) bahan bakar, dan waktu 1 jam pada putaran tinggi 3000 rpm menghabiskan 3900 cc (3,9 liter) bahan bakar.



Gambar 64. Pengukuran konsumsi bahan bakar

C. Pembahasan

1. Pembahasan Perbaikan

Perbaikan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K tinjauan komponen utama motor yang meliputi mekanisme katup, kepala silinder, mekanisme poros engkol, dan blok silinder ada beberapa hal yang perlu dibahas, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Kepala silinder dan Mekanisme Katup

Hasil pemeriksaan bahwa komponen Pada permukaan katup yang bersinggungan dengan dudukan katup mengalami korosi sehingga dampaknya kebocoran kompresi.

Proses perbaikan adalah mengilangkan bagian permukaan katup yang korosi, dengan cara memoles permukaan katup dengan dudukan katup pada kepala silinder menggunakan *grease* pemoles khusus katup. Harus hati-hati agar sudut permukaan katup tidak berubah dan seimbang. Penggantian *seal* katup juga dilakukan sebelum katup dirakit kembali.

b. Mekanisme poros engkol

Hasil pemeriksaan yang meliputi torak, ring torak, batang torak, dan poros engkol serta bantalan. Hasil pemeriksaan diameter poros engkol belum melewati batas limit secara keseluruhan sehingga tidak diperlukan perbaikan. Hasil pemeriksaan bantalan batang torak dan ring torak mengalami goresan, keausan, ring piston patah, sehingga diperlukan pergantian bantalan batang torak dan ring torak dengan standar.

c. Blok silinder

Hasil Pemeriksaan blok silinder secara visual dan pengukuran silinder mengalami sedikit goresan. Hasil pemeriksaan kerataan blok silinder masih dalam batas standar.

Perbaikan *engine stand* Toyota kijang seri 5K memfokuskan pada perbaikan mekanisme mesin. Mesin mempunyai peranan yang sangat

utama, karena dalam mesin tersebut akan ditimbulkan tenaga gerak dari proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Kerusakan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K pada mekanisme mesin terjadi karena adanya komponen yang tidak terpasang, keausan dan kerusakan komponen, kesalahan pemasangan komponen, dan tidak terawatnya mesin. Semua kerusakan tersebut diketahui setelah dilakukan identifikasi kerusakan. Proses perbaikan dilakukan dengan memasang kembali komponen yang tidak terpasang, mengganti dan memperbaiki komponen yang telah mengalami kerusakan, dan membenarkan pemasangan komponen.

Perbaikan media pembelajaran *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini memiliki kelebihan dan kekurangan. dari perbaikan media pembelajaran *engine stand* Toyota Kijang 5K ini sebagai berikut :

- a. Kelebihan perbaikan *engine* Toyota kijang seri 5K
 - 1) Mesin dapat dihidupkan.
 - 2) Semua komponen mesin dan komponen sistem pendukung kerja mesin terpasang dengan baik.
- b. Kekurangan perbaikan *engine* Toyota Kijang seri 5K
 - 1) Mesin sedikit susah dihidupkan.
 - 2) Pencarian *spare part* sulit dicari apabila terjadi penggantian karena tergolong mesin lama.
 - 3) Sistem pendingin masih memerlukan perbaikan.
 - 4) Perlu perawatan yang rutin, agar mesin selalu dalam kondisi yang baik.

2. Pembahasan Hasil Pengujian

Pengujian kinerja motor pada *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini pengukuran tekanan kompresi, uji emsi, dan pengukuran konsumsi bahan bakar. Hasil dari pengujian ini yaitu hasil dari perbaikan yang telah dilakukan, berikut pembahasannya :

a. Pengukuran Tekanan Kompresi

Dari hasil pengukuran tekanan kompresi data yang didapat rata-rata 11 kg/cm² sudah sesuai dengan spesifikasinya untuk Toyota Kijang seri 5K (12,6 kg/cm²) *limit* (9,6 kg/cm²).

b. Pengujian emsi

Dari hasil pengujian emisi, tingkat CO yang dihasilkan gas buang yaitu 4,932 % dan HC 4.853 ppm sudah di atas standar atau tidak sesuai dengan standar, standar yang berlaku yaitu CO 4,5 % dan HC 1200 ppm dari tingkat CO dan HC bisa di simpulkan bahwa campuran udara dan bahan bakar tidak mendekati sempurna, karena CO dihasilkan apa bila unsur *oxygen* (udara) tidak cukup sehingga pembakaran tidak sempurna dan HC timbul dikarenakan bahwa bahan bakar yang tidak terbakar kemudian keluar menjadi gas mentah, ketika bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang (Zainal Arifin, Sukoco, 2009: 54, hal ini dapat disebabkan campuran bahan bakar yang berlebih dibanding udara (campuran kaya).

Tingginya emisi CO disebabkan karena kurangnya oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang tuntas dan sempurna. Emisi HC tinggi kondisi ini menunjukkan adanya kelebihan bensin yang tidak terbakar yang disebabkan karena kegagalan sistem pengapian atau pembakaran yang tidak sempurna. Konsentrasi HC diukur dalam satuan ppm (*part per million*). Penyebab umumnya adalah sistem pengapian yang tidak mumpuni, kebocoran di *intake manifold*, dan masalah di AFR.

c. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar

Dari pengujian di atas didapat data waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin. Pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar 18,5 cc, putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 24 cc, pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 43 cc, dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 58 cc. Dari data tersebut dapat disimpulkan konsumsi bahan bakar tidak boros karena dapat dihitung dalam 1 jam pada putaran 750 rpm menghabiskan 1100 cc (1,1 liter) bahan bakar, dan waktu 1 jam pada putaran tinggi 3000 rpm menghabiskan 3900 cc (3,9 liter) bahan bakar.

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar Toyota Kijang seri 5K standarnya 1:8 untuk dalam kota dan 1:12 untuk luar kota, artinya adalah tiap 1 liter BBM dapat menempuh jarak 8 km dan untuk luar kota menghabiskan BBM 1 liter dapat menempuh jarak 11 km.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan uraian penjelasan diatas pada setiap bab sebelumnya dan setelah diselesaikannya proses perbaikan *engine stand* Toyota kijang seri 5K dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Proses identifikasi kerusakan *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dilakukan dengan cara memeriksa kondisi komponen, memeriksa kinerja komponen, dan melakukan pengukuran.
2. Perbaikann mesin Toyota Kijang seri 5K ini dilakukan dengan mengganti atau memperbaiki komponen yang rusak, melengkapi komponen yang belum ada dan memasang kembali komponen dengan benar, kemudian pengujian sistem kerja mesin.
3. Proses perbaikan *engine stand* Toyota kijang seri 5K dilakukan melalui beberapa tahap yaitu *overhoule*, identifikasi terhadap kerusakan-kerusakan yang terjadi. Penggantian komponen yang mengalami kerusakan dan tidak bisa digunakan lagi.
4. Mesin Toyota Kijang seri 5K kembali berfungsi setelah dilakukan perbaikan. Hal ini terbukti pada saat pengujian :
 - a. Mesin Toyota kijang seri 5K yang awalnya berada dalam kondisi mati dan tidak dapat berfungsi dengan baik, setelah dilakukannya perbaikan dapat berfungsi kembali.

- b. Tekanan kompresi standar yaitu $12,6 \text{ kg/cm}^2$ dan *limit* $9,6 \text{ kg/cm}^2$, Pada saat pengujian tekanan kompresi hasil yang didapat rata rata 11 kg/cm^2 , dapat disimpulkan tekanan kompresi masih sesuai dengan spesifikasi.
- c. Dari hasil pengujian emisi, tingkat CO yang dihasilkan gas buang yaitu $4,932 \%$ dan HC 4.853 ppm sudah di atas standar atau tidak sesuai dengan standar, standar yang berlaku yaitu CO $4,5 \%$ dan HC 1200 ppm dari tingkat CO dan HC bisa di simpulkan bahwa campuran udara dan bahan bakar tidak mendekati sempurna karena Tingginya emisi CO dan Emisi HC.
- d. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar dalam waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin, pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar $18,5 \text{ cc}$, putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 24 cc , pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 43 cc , dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 58 cc . Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar Toyota Kijang seri 5K standarnya $1:8$ untuk dalam kota dan $1:12$ untuk luar kota, artinya adalah tiap 1 liter BBM dapat menempuh jarak 8 km dan untuk luar kota menghabiskan BBM 1 liter dapat menempuh jarak 11 km . Dari data tersebut dapat disimpulkan konsumsi bahan bakar tidak boros karena dapat dihitung dalam 1 jam pada putaran 750 rpm menghabiskan 1100 cc ($1,1 \text{ liter}$) bahan bakar, dan waktu 1 jam pada putaran tinggi 3000 rpm menghabiskan 3900 cc ($3,9 \text{ liter}$) bahan bakar.

B. Keterbatasan

Pelaksanaan perbaikan *engine Stand* Toyota kijang seri 5K ini masih mempunyai beberapa keterbatasan. Keterbatasan tersebut berupa proses perbaikan pembubutan komponen-komponen *engine*, tidak adanya mesin untuk melakukan pembubutan dan kurangnya pengetahuan mahasiswa dalam melakukan pembubutan, sehingga proses perbaikan harus dilakukan diluar kampus.

C. Saran

1. Perlu adanya langkah lebih lanjut pada *engine stand* Toyota Kijang seri 5K ini setelah praktek atau pemakaian agar tidak terjadi kerusakan-kerusakan yang fatal.
2. Proses *controlling* pada *engine stand* yang ada harus dilakukan setiap sebelum dan sesudah kegiatan Praktek teknologi motor bensin, agar tidak terjadi kerusakan dan hilangnya komponen pada saat praktek.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1989). *Dasar-Dasar Auto Mobil*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor

Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor

Anonim. (1981). *Pedoman Reparasi Mesin Seri K*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor

Arief S dan Sadiman. (2014). *Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta : Pustekkom Dikbud dan PT Raja Grafindo Persada.

Daryanto. (2013). *Teknik Merawat Auto Mobil Lengkap*. Bandung : Yrama Widya

Maman Suratman. (2001). *Service dan Reparasi Auto mobil*. Bandung : CV Pustaka Grafika

Zainal Arifin dan Sukoco, (2009). *Pengendalian polusi kendaraan*. Bandung : Alfabeta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data *print out* hasil pengujian emisi

```
.....
EXHAUST GAS ANALYSIS
.....
Serial nr. 1711960
.....
TECNOTEST
TYPE STARGAS 898
OIL CLASS 0
REPORT N
545/DIHL/04/RM
10/07/2004
.....
R P M      0      [1/min]
C O      4.932    [% vol]
C O 2     4.71    [% vol]
H C      4853    [ppm vol]
O 2      9.47    [% vol]
N O      ----    [ppm vol]
CO cor     ----    [% vol]
x          1.008    [-]
TEMP.      ---    [°C]
.....
ENVIRONMENT CONDITIONS
.....
Temperature  40    [°C]
Pressure     985   [hPa]
Rel. Humidity 35   [%RH]
.....
DATE:        15/03/2016
TIME :       12:26
.....
CAR DATA
.....
FUEL: GASOLINE
BRAND:
  TOYOTA
MODEL:
  KIJANG
LIC. PLATE:
.....
CHASSIS:
.....
Km:
.....
WORKSHOP
.....
ROTONDIF
AFT-UNY
VANDIKUOTO
.....
RA
.....
EXAMINER :
  TOHIRIN
```

Lampiran 2. Foto *engine stand* Toyota Kijang seri 5K dan *pengujian engine*



Foto1. *Engine Stand* Toyota Kijang seri 5K

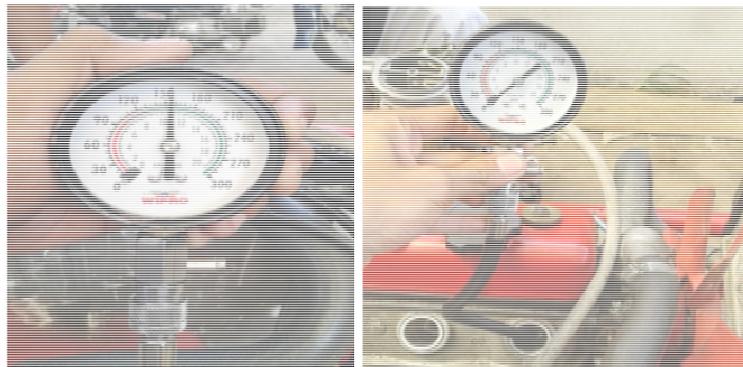


Foto 2. *Pengujian Tekanan Kompresi*



Foto 3. *Pengujian Emisi*



Foto 4. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Lampiran 3. Kartu Bimbingan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Tohirin
 No. Mahasiswa : 12509134040
 Judul PATAAS : Pembuatan Engine Stand Toyota Kijang Seri 5K sebagai media pembelajaran praktik Teknologi Motor Bensin (Perbaikan Engine Toyota Kijang seri 5K Untuk Smk Muhammadiyah Cangkringan)
 Dosen Pembimbing : Lilik Chaerul Y., M.Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Bab I	Kamus 20-5-2015	• Identifikasi masalah kunjangan anton kunjangan dan kung- tean	} Dan
2				
3	Kamus 3-3-2014	Bab II - III	• Semua tabel terpotong diberi keterangan	} Dan
4			• Pelajari cara mencari sumber pustaka	
5			• Perbaiki rancangan pengujian	
6	Jurnal 4-3-2016	Bab II - III	• Kuti pan, salah cetak istilah yang awalan kata depan, pengulangan, studi kepustakaan	} Dan
7				
8	Semin 7-3-16	Bab II - III		} Dan
9	Selasa 8-3-16	Bab II - III	• Perbaiki ke tin tulis • Lanjutkan ke bab IV	
10	Selasa 4-4-16	Bab IV	• Perbaiki Bab IV	} Dan

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PATAAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Tohirin
No. Mahasiswa : 12509134040
Judul PA/TAS : Pembuatan Engine Stand Toyota Kijang Seri 5K sebagai media pembelajaran praktik Teknologi Motor Bensin (Perbaikan Engine Toyota Kijang seri 5K)
Dosen Pembimbing : Lilik Charell Y., M.Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	^{Kamus} 7 - 4 - 2016	Bab IV	• Lanjutkan Bab V • Lampiran dilampirkan	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS

Lampiran 4. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Tohirin
No. Mahasiswa : 12.50.91.5040
Judul PA D3/S1 : Pembuatan engine stand Toyota Kijang Seri SE sebagai Media Pembelajaran Praktek Teknologi Motor Bensin C/Perbaikan Engine Toyota Hilux SE untuk MFR Muhammadiyah Cegeringan
Dosen Pembimbing : Lilik Chaerul Yusmono, M.Pd

Dengan ini saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Lilik Chaerul Yusmono, M.Pd	Ketua Penguji		20/4 - 2016
2	Sukaswanto, M.Pd	Sekretaris Penguji		21/4 - 2016
3	Martubi, M.Pd, M.T	Penguji Utama		20/4/2016

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1