



**PERBAIKAN ENGINE STAND ISUZU KAD C190 SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN PRAKTIK TEKNOLOGI MOTOR DIESEL
(BAGIAN MESIN)**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh:

Budi Prasetyo

12509134052

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “Perbaikan *Engine Stand* Isuzu KAD C190 Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Bagian Mesin)“ ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, Oktober 2016

Dosen Pembimbing,






Dr. Zainal Arifin, M.T.
NIP.196903122 00112 1 001

PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul “Perbaikan *Engine Stand* Isuzu KAD C190 Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Bagian Mesin)” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Tandatangan	Tanggal
Dr. Zaenal Arifin, M.T. Ketua Penguji		26/1-2017
Lilik Chaerul Yusmono, M.Pd. Sekretaris Penguji		26/1-2017
Dr. Sukoco, M.Pd. Penguji		26/1-2017

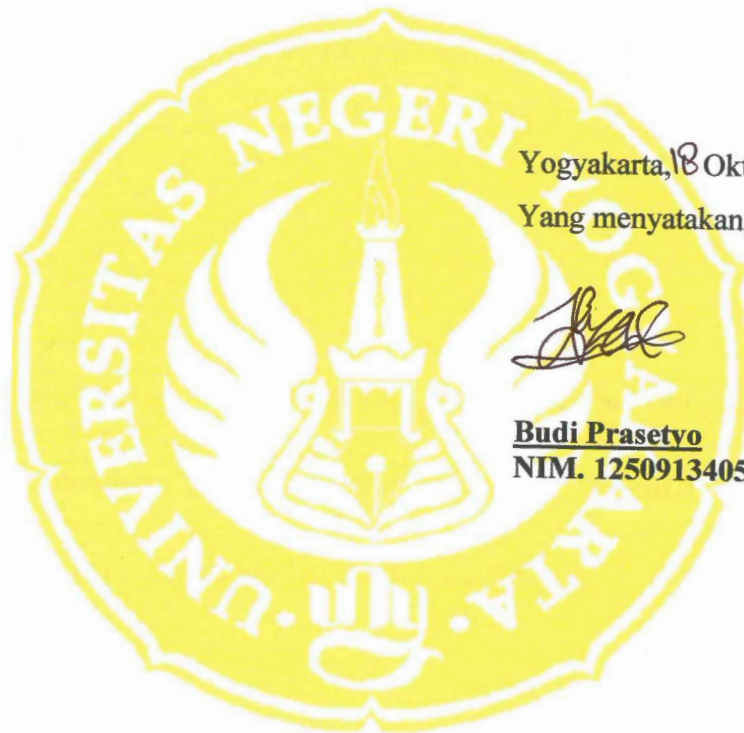
Yogyakarta, 26 Januari 2017
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,




Dr. Widarto, M.pd.
NIP.19631230 198812 1 001

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, 18 Oktober 2016

Yang menyatakan,



Budi Prasetyo
NIM. 12509134052

MOTTO

- ❖ "Percaya pada pengaturan waktu Allah..

Hadapilah tantangan hidup ini setiap hari, dan apabila merasa tawar, lalu mendekatlah kepada tuhan, kekuatannya dapat membuat setiap musuh 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 diberikan 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. Riskyhanti Octriviana beserta keluarga di Pacitan yang selalu mengingatkan untuk menyelesaikan tugas ini.
3. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T., 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.

PERBAIKAN ENGINE STAND ISUZU KAD C190 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIK TEKNOLOGI MOTOR DIESEL (BAGIAN MESIN)

Oleh :
Budi Prasetyo
NIM. 12509134052

ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan mengidentifikasi kerusakan dan melakukan proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 secara *efektif* dan *efesien*, serta mengembalikan *engine stand* Isuzu KAD C190 agar berfungsi kembali dengan baik.

Proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 dimulai dengan mengidentifikasi awal kerusakan pada mesin kemudian dilakukan *overhaul* dan pemeriksaan serta pengukuran pada komponen-komponen utama motor. Dari hasil yang didapat kerusakan terjadi pada kepala silinder dan mekanisme engkol yang mengalami katup-katup yang terkorosi, *ring* torak yang aus, dan komponen – komponen yang tidak lengkap.

Dari hasil pengujian yang dilakukan di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, menunjukkan bahwa *engine stand* Isuzu KAD C190 yang awalnya berada pada kondisi mati dapat hidup kembali. Pengujian kinerja dilakukan meliputi pengukuran kompresi, pengujian emisi dan pengukuran konsumsi bahan bakar. Hasil dari pengujian menunjukkan, setelah dilakukan perbaikan mendapatkan tekanan kompresi standar yaitu 30 kg/cm² dan limit 25,6 kg/cm². Pada saat pengujian tekanan kompresi hasil yang didapat rata rata 27,80 kg/cm², dapat disimpulkan tekanan kompresi masih baik sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian emisi menunjukkan opasitas 35,1 % , standar menurut KEPMEN LH No. 5 Th 2006 $\leq 70\%$ dapat disimpulkan emisi masih baik sesuai dengan spesifikasi. Dari pengujian konsumsi bahan bakar didapat data waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin. Pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar 23 cc , putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 34 cc, pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 100 cc, dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 180 cc.

Kata kunci: *Engine Stand*, Media Pembelajaran, Isuzu KAD C190.

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 terimakasih sebesar-besarnya atas kelancaran dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini diucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan Berkat-Nya kepada kita semua, sehingga pembuatan Laporan Proyek Akhir ini dapat terlaksana.
2. Bapak Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.Pd, MA, selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Widarto, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, dan selaku bimbingan saya yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.
5. Bapak Moch. Solikin, M.Kes, selaku kaprodi Teknik Otomotif D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Sutiman, M.T, selaku Penasehat Akademi kelas D Prodi Teknik Otomotif angkatan 2012.

7. Segenap Dosen dan Staf Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Ayah dan ibu tercinta yang telah memberikan semangat dan do'a restunya.
9. Teman-teman Teknik Otomotif D3 angkatan 2012 khususnya kelas D.
10. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan dan penyusunan Proyek Akhir.

Pembuatan Proyek Akhir dan penyusunan laporan mungkin masih kurang sempurna dan terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifat membangun dari semua pihak.

Akhir kata, semoga pembuatan Proyek Akhir dan penyusunan laporan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.
Amin

Yogyakarta, Oktober 2016

Budi Prasetyo

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.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat.....	5
G. Keaslian gagasan.....	5
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Mesin Mati Dan Saat Hidup Suara Mesin Kasar	7
B. Perbaikan Sistem Bahan Bakar	13
BAB III KONSEP PERANCANGAN PERBAIKAN	
A. Analisa kebutuhan	14
B. Rancangan langkah kerja	17
C. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan.....	19
D. Rancangan anggaran biaya.....	21
E. Rancangan pengujian	22
BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Proses Perbaikan	25
1. Identifikasi awal.....	25
2. Proses Pembongkaran sistem Komponen utama	27
3. Membersihkan komponen-komponen yang telah dibongkar..	28
4. Pengukuran Komponen Mekanisme Mesin	28
5. Melakukan penggantian komponen yang mengalami kerusakan	40
6. Perakitan semua komponen mekanisme mesin.....	43
B. Hasil	63
1. Pengujian.....	64
2. Hasil Pengujian.....	67
C. Pembahasan	69
1. Pembahasan perbaikan	69

2. Pembahasan Hasil Pengujian	72
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan.....	74
B. Keterbatasan	75
C. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Injeksi dan pembakaran pada motor diesel.....	8
Gambar 2. <i>Ring Piston</i>	10
Gambar 3. Perbedaan katup normal dengan rusak.....	11
Gambar 4. <i>Seal</i> katup	11
Gambar 5. Fungsi <i>gasket</i> kepala silinder	12
Gambar 6. Kerusakan <i>metal</i> jalan	12
Gambar 7. <i>Priming pump</i>	13
Gambar 8. <i>Nozzle</i>	13
Gambar 9. Kondisi Mesin sebelum diperbaiki.....	26
Gambar 10. Posisi pengukuran kerataan kepala silinder	33
Gambar 11. Kondisi Torak.....	34
Gambar 12. Kondisi tidak lengkapnya bantalan <i>connecting rod</i>	35
Gambar 13. Posisi pengukuran diameter <i>crankshaft</i>	36
Gambar 14. Sisi pemeriksaan permukaan blok silinder.....	38
Gambar 15. Pengukuran lubang silinder.....	39
Gambar 16. <i>Gasket full set</i>	41
Gambar 17. Bantalan <i>connecting rod</i>	41
Gambar 18. <i>Ring piston</i>	42
Gambar 19. <i>Filter</i> oli.....	43
Gambar 20. Memasang <i>Ralief Valve</i>	44
Gambar 21. <i>Bearing / metal</i>	44
Gambar 22. Posisi <i>Crankshaft</i>	45
Gambar 23. Memasang <i>Thrust Bearing</i>	46
Gambar 24. Tanda Panah pada <i>Bearing Cap</i>	46
Gambar 25. Urutan Mengencangkan <i>Bearing Cap</i>	47
Gambar 26. Memasang <i>Timing Gear Case</i>	48
Gambar 27. Memasang Rumah <i>Oil Seal</i> Belakang.....	48
Gambar 28. Posisi <i>Piston Ring Gap</i>	49
Gambar 29. Posisi Tanda Depan Kepala <i>Piston</i>	50
Gambar 30. Cara Memasang <i>Piston Ring</i>	50
Gambar 31. Memasang <i>Connecting Rod Bearing Cap</i>	51
Gambar 32. Memasang <i>Camshaft</i>	52
Gambar 33. Pompa oli.....	52
Gambar 34. <i>Flywheel</i>	53
Gambar 35. Memasang <i>Oil Pan</i>	54
Gambar 36. Urutan Pengencangan baut <i>oil coller</i>	55
Gambar 37. <i>Injection pump</i>	55
Gambar 38. Tanda <i>Timing idler Gear</i>	56
Gambar 39. <i>Timing Gear Cover</i>	56
Gambar 40. Pengencangan mur <i>puli cankshaft</i>	57
Gambar 41. Pompa air.....	58

Gambar 42. Pipa injeksi	58
Gambar 43. Saringan oli	59
Gambar 44. Tali kipas	59
Gambar 45. Stater motor	60
Gambar 46. Busi pijar	60
Gambar 47. <i>Injection Nozzle Holder</i>	61
Gambar 48. <i>Gasket intake manifold</i>	61
Gambar 49. Posisi <i>Gasket Intake Manifold</i>	62
Gambar 50. <i>Gasket Exhaust Manifold</i>	62
Gambar 51. Urutan Pengencangan Baut <i>Manifold</i>	63
Gambar 52. Memasang alat <i>compression tester</i>	66
Gambar 53. Pengujian emisi	67
Gambar 54. Pengukuran Tekanan Kompresi	68
Gambar 55. Data print uji emisi.....	68
Gambar 56. Pengukuran konsumsi bahan bakar	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kebutuhan Alat	20
Tabel 2. Kebutuhan Alat Pengukuran.....	20
Tabel 3. Kebutuhan Bahan	21
Tabel 4. Rancangan Anggaran Biaya	22
Tabel 5. Pengukuran Tonjolan <i>cam lobe</i>	29
Tabel 6. Pengukuran diameter <i>jurnal</i>	29
Tabel 7. Pengukuran tebal <i>margin</i> katup.....	31
Tabel 8. Pengukuran panjang pegas katup	31
Tabel 9. Pengukuran kemiringan pegas.....	32
Tabel 10. Pengukuran tegangan pegas katup.....	32
Tabel 11. Pengukuran kerataan kepala silinder	34
Tabel 12. Pengukuran diameter luar torak.....	34
Tabel 13. Pengukuran diameter luar <i>jurnal</i> utama	36
Tabel 14. Pengukuran ketirusan dan keovalan <i>jurnal</i>	37
Tabel 15. Pengukuran kerataan kepala silinder	38
Tabel 16. Pengukuran diameter silinder	39
Tabel 17. Hasil sebelum dan sesudah perbaikan	64
Tabel 18. Data hasil uji Tekanan Kompresi	67
Tabel 19. Hasil Pengujian emisi	68
Tabel 20. Hasil pengukuran pemakaian bahan bakar	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data <i>print out hasil</i> pengujian emisi.....	78
Lampiran 2. Foto <i>engine stand</i> Isuzu KAD C190 dan pengujian <i>engine</i>	79
Lampiran 3. Surat pernyataan.....	81
Lampiran 4. Persetujuan judul proyek akhir.....	82
Lampiran 5. Kartu bimbingan proyek akhir.....	83
Lampiran 6. Bukti revisi proyek akhir.....	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kebutuhan akan tenaga kerja yang terampil dan handal adalah hal yang tidak dapat dilakukan lagi dimana akan ada persaingan bebas antara seluruh warga dunia oleh karena itu dibutuhkan keterampilan yang memadai untuk dapat bersaing dengan kompetitor. Namun sangat disayangkan bahwa kawasan asia, khususnya asia tenggara, Indonesia termasuk negara yang tertinggal dalam dunia pendidikan. Rendahnya kualitas pendidikan berimbas terhadap rendahnya sumber daya manusia sangat jelas sekali. Kemampuan sumber daya manusia Indonesia jauh tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain, hal ini dapat dilihat dari hasil riset yang menyatakan bahwa Indonesia hanya baru mempunyai 0,18% pengusaha dari jumlah penduduk. Sedangkan syarat untuk menjadi negara maju minimal 2% dari jumlah penduduk harus ada pengusahanya. Saat sekarang Singapura sudah mempunyai 7% dan Amerika Serikat 5% dari jumlah penduduknya. Dari 177 negara yang dipublikasikan HDI, Indonesia berada pada urutan ke-107. Indonesia memperoleh indeks 0,728. Di kawasan ASEAN. Indonesia menempati urutan ke-7 dari sembilan negara ASEAN yang dipublikasikan. Peringkat teratas di ASEAN adalah Singapura dengan HDI 0,922, disusul Brunei Darussalam 0,894, Malaysia 0,811, Thailand 0,781, Filipina 0,771, dan Vietnam 0,733. Sedangkan Kamboja 0,598 dan Myanmar 0,583 berada di

bawah HDI Indonesia. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurang baiknya sistem pendidikan dan terbatasnya sarana dan prasarana yang ada sehingga tidak dapat mendukung proses pembelajaran di sekolah maupun universitas.

Sebagai negara yang sedang berkembang dan membangun, Indonesia (dalam hal ini pemerintah dan rakyat) melaksanakan pembangunan di segala bidang termasuk pembangunan di bidang pendidikan. Dalam prosesnya, pembangunan memberikan akibat-akibat sampingan. Untuk memperlancar pembangunan tersebut, perlu adanya usaha untuk menekan bahkan mengikis adanya kesalahan yang timbul. Pembangunan dalam memanfaatkan sumber-sumber alam dan manusia, membutuhkan ilmu dan teknologi. Pendidikan merupakan bagian dari kebudayaan, yang pada suatu pihak, pendidikan merupakan suatu cara untuk meneruskan nilai-nilai budaya dari generasi yang satu kepada generasi berikutnya. Dipihak lain budaya merupakan semangat yang menjiwai pendidikan. Berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan pendidikan dari segi kuantitas maupun kualitas. Dalam hal ini pendidikan akan maju atau berkualitas apabila dalam proses belajar mengajar di sekolah atau di kampus diiringi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi akan mendorong seseorang untuk melakukan pembaruan dan pemanfaatan hasil teknologi dalam proses belajar mengajar. (Azhar Arsyad, 1997: 3).

Universitas Negeri Yogyakarta sebagai salah satu Universitas Negeri yang mempunyai tugas dalam mengembangkan tenaga trampil dan terdidik bertujuan dapat mendukung program pemerintah dalam memajukan pendidikan

di Indonesia khususnya di perguruan tinggi pada fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta dalam proses pendidikannya menghubungkan metode - metode yang bisa digunakan dengan menggunakan alat ataupun media yang bisa menggambarkan situasi atau kondisi secara real . Untuk dapat mencukupi media pembelajaran yang digunakan untuk proses pembelajaran maka diberikan kesempatan kepada mahasiswa semester akhir untuk membuat sebuah media pembelajaran. SMK Muhammadiyah Cangkringan belum memiliki media pembelajaran berupa *engine stand* diesel, dari hasil survey yang dilakukan pada tanggal 10 Februari 2015 , didapat bahan pada bengkel TKR SMK muhammadiyah cangkringan. Sehingga dapat dikatakan fasilitas praktek pada prodi TKR SMK Muhammadiyah Cangkringan masih sangat terbatas dan memberikan bantuan dari semua pihak.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Kondisi pendidikan di Indonesia masih tertinggal.
2. Fasilitas praktik di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan untuk praktik motor diesel belum memadai.
3. Keterbatasan pembiayaan dalam pengembangan, sehingga membutuhkan dana pihak lain.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas penulis akan mengembangkan media pembelajaran *engine stand* Isuzu KAD C190 . Media pembelajaran yang akan dibuat berupa engine stand diesel, dengan bahan satu unit mesin Isuzu KAD C190 dari SMK Muhammadiyah Cangkringan dengan keadaan komponen mesin masih ada yang terpisah dan membutuhkan komponen baru dan juga pembenahan diseluruh mesinnya, penulis agar dapat digunakan sebagai proses praktek pada SMK Muhammadiyah Cangkringan. Tinjauan khusus pada *engine stand* adalah pada sistem bahan bakar ,dengan media ini siswa SMK dapat menerapkan yang sebenarnya dalam kendaraan ataupun situasi yang nyata, sehingga siswa tidak mengalami kesulitan nantinya.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas penyusun dapat merumuskan masalah yang akan dipecahkan yaitu :

1. Bagaimana cara mengidentifikasi kerusakan motor diesel Isuzu KAD C190?
2. Bagaimana proses perbaikan media pembelajaran motor diesel Isuzu KAD C190 khususnya pada sistem bahan bakar?
3. Bagaimana kinerja dan hasil media pembelajaran motor diesel khususnya pada sistem bahan bakar?

E. Tujuan Perbaikan Alat

Tujuan dari perbaikan media pembelajaran yang nantinya akan diberi judul Media Pembelajaran Motor diesel, adalah :

1. Dapat mengidentifikasi kerusakan *engine stand* Isuzu KAD C190 secara *efektif* dan *efesien*.
2. Mengetahui proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190.
3. Mengetahui kinerja hasil perbaikan dari *engine stand* Isuzu KAD C190.

F. Manfaat Pembuatan Alat

Manfaat dari perbaikan media pembelajaran yang nantinya akan diberi judul Media Pembelajaran Motor diesel, adalah :

1. Memberikan kemudahan kepada siswa dalam melaksanakan praktek perawatan dan perbaikan motor diesel
2. Memberikan kemudahan kepada Instruktur atau Guru dalam menerangkan bentuk dan komponen – komponen motor diesel.
3. Untuk melengkapi dari jumlah media belajar yang ada di bengkel otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dari proyek ini merupakan hasil dari *observasi* di SMK Muhammadiyah Cangkringan. Pemikiran ini berawal dari pentingnya kebutuhan siswa SMK dalam penggunaan media praktik yang berbentuk media pembelajaran. Oleh karena itu diangkat proyek akhir yang berjudul

“Perbaikan *Engine Stand* Isuzu KAD C190 Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Bagian Mesin)”, sehingga dapat digunakan siswa SMK tersebut dalam melakukan praktik dengan mudah dan diharapkan siswa kompetensi keahlian Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah Cangkringan mampu memahami komponen sistem bahan bakar dari *engine stand* Isuzu KAD C190. Proyek akhir yang berjudul “Perbaikan *Engine Stand* Isuzu KAD C190 Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Bagian Mesin)” ini merupakan gagasan asli dan dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Ahli Madya di Universitas Negeri Yogyakarta.

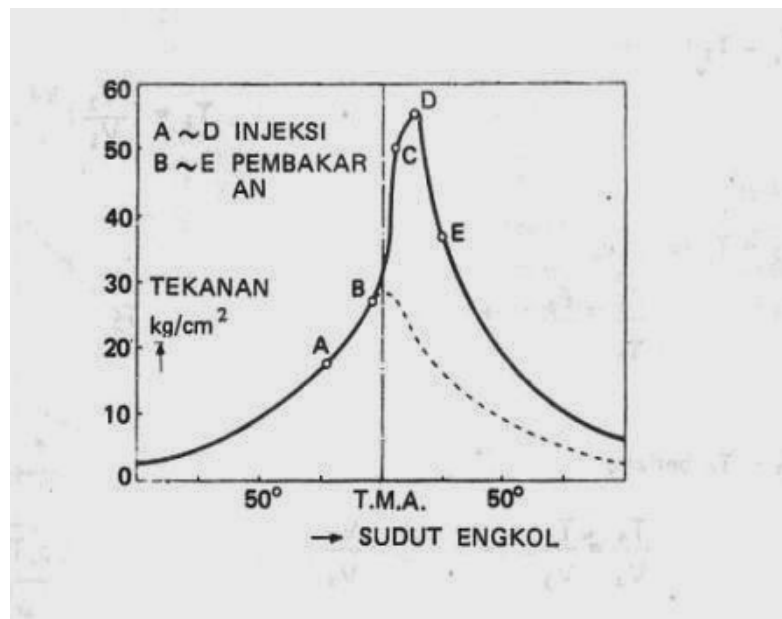
BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Mesin Mati Dan Saat Hidup Suara Mesin Kasar

1. Proses Pembakaran Pada Motor Diesel

Motor diesel merupakan mesin pembangkit tenaga, dengan *input* bahan bakar. Motor diesel termasuk pada mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) artinya proses pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan energi panas, dilakukan di dalam mesin itu sendiri. Dengan demikian tujuan proses pembakaran adalah menghasilkan energi panas dan menaikkan tekanan yang tinggi di dalam silinder, tekanan tersebut untuk dikonversikan menjadi energi mekanik pada poros engkol. Bahan bakar motor diesel dimasukan kedalam silinder pada akhir langkah kompresi dengan cara diinjeksikan dengan tekanan yang tinggi hingga diperoleh kabutan yang halus. Sementara pada motor bensin bahan bakar dimasukan pada awal langkah isap bersamaan dengan udara yang masuk kedalam silinder. Perbedaan ini berpengaruh pada *homogenitas* campuran udara dan bahan bakar.



Gambar 1. Proses injeksi dan pembakaran pada motor diesel.
(Arifin Zainal dan Sukoco,2008:52)

Pada diagram gambar 1 tersebut, merupakan diagram P-V, yang menggambarkan proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder motor diesel. Garis ke atas menunjukkan garis tekanan dan garis mendatar menunjukkan skala sudut engkol atau volume silinder. Garis sebelum TMA naik menggambarkan kenaikan tekanan saat *piston* bergerak menuju TMA melakukan proses kompresi. Bila di dalam silinder tidak terjadi proses pembakaran dan *piston* bergerak kembali menuju TMB, maka tekanan di dalam silinder akan menurun dan digambarkan dengan garis putus – putus sesudah TMA.

Bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pada akhir proses kompresi, tidak sekali injeksi namun pada periode tertentu, yang digambarkan mulai dari titik A tersebut, kabutan bahan bakar mulai bertemu dengan udara yang dikompresikan dan temperatur udara, dan pada

titik B bahan bakar mulai terbakar. Mulai dari titik B garis grafik tekanan terus naik sampai berakhirnya injeksi bahan bakar ke dalam silinder pada titik D. Sesudah titik D proses pembakaran bahan bakar masih berlanjut hingga titik E, namun tekanan di dalam silinder mulai menurun. Hal ini karena pemuaian ruang di dalam silinder semakin cepat, sejalan dengan kecepatan *piston* bergerak menuju TMB untuk melakukan proses usaha. Apabila diperhatikan dengan seksama, persiapan proses pembakaran pada motor diesel hanya diberikan waktu yang sangat singkat, yaitu mulai bahan bakar diinjeksikan dari titik A dan diharapkan mulai terbakar pada titik B. Periode ini diistilahkan sebagai periode *Ignition Delay* atau kelambatan penyalaan. Pada periode tersebut terjadi proses pencampuran bahan bakar dengan udara yang akan ditentukan oleh dua kondisi yang diberikan yaitu proses penetrasi dan *atomisasi*. Penetrasi merupakan kemampuan butiran bahan bakar menembus udara bertekanan tinggi untuk menyebar keseluruh ruang pembakaran, dan penyebaran tersebut akan menentukan kondisi *Homogenitas* campuran, sedangkan *atomisasi* akan menentukan kecepatan bahan bakar menguap. Periode *ignition delay* ini akan menentukan kualitas yang terjadi pada titik B, yaitu apakah titik tersebut maju, atau mundur, atau mungkin justru tidak terjadi. Kualitas yang diharapkan yang terjadi titik B adalah dihasilkan jarak yang pendek dengan titik A. Sebab bila titik B tersebut semakin mundur, maka pada motor diesel akan semakin besar terjadinya *fenomena detonasi*.

Proses Pembakaran motor diesel memerlukan 3 unsur : 1. Panas ; 2. Oksigen ; dan Bahan Bakar. Tanpa ketiga unsur tersebut motor diesel tidak bisa dihidupkan. Panas diperoleh dari proses kompresi yaitu dimampatkannya udara di dalam silinder (Ruang tertutup di dalam silinder) yang dibatasi oleh silinder, kepala silinder dan *piston*. Istilah kompresi bocor menyebabkan tekanan kompresi turun. Kebocoran kompresi bisa disebabkan kondisi penutup ruangan silinder yang kemungkinan bocor adalah *ring piston* , *gasket* kepala silinder, dan katup. Untuk mendeteksi kebocoran kompresi caranya dimasukkan oli ke dalam silinder bila diukur tekanannya naik berarti *ringnya* bocor, Bila tekanannya tidak naik katupnya bocor. Cara memeriksa kondisi komponen yang rusak sebagai berikut :

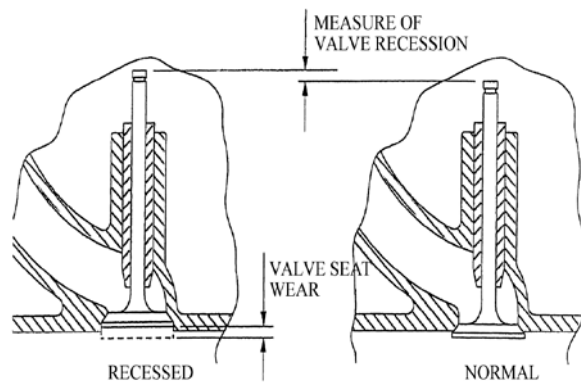
- a. *Ring piston* sudah aus maka kelonggaran *ring piston* terhadap silinder melebihi batas spesifikasinya, hal ini menyebabkan *end gaps* jadi besar sehingga terjadi kebocoran, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. *Ring piston*
(Dokumen tugas akhir)

- b. Katup sudah aus, yang dimaksud dengan keausan katup adalah tempat nempelnya katup pada dudukan karena digunakan terus – menerus

maka keduanya akan terjadi keausan. Keausan tersebut akan menyebabkan kebocoran . Cara mengatasinya katup disekur kalau *marginnya* masih memungkinkan, kalau sudah tidak memungkinkan katup diganti. Lihat gambar di bawah ini :



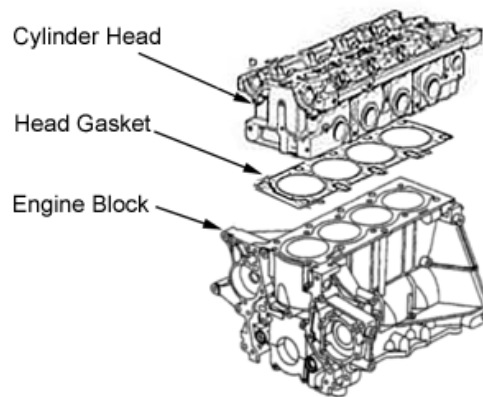
Gambar 3. Perbedaan Katup normal dengan rusak
(Anonim)

- c. *Seal* katup fungsinya adalah mencegah oli tidak masuk ke ruang bakar. Ciri kerusakan keras, sobek, kendur, dan *pear seal* hilang. Kerusak *seal* katup tidak menyebabkan kompresi bocor tapi menyebabkan oli masuk ke dalam silinder berlebihan sehingga terjadi asap putih waktu mesin hidup. Lihat gambar di bawah ini :



Gambar 4. *Seal* Katup
(Dokumen tugas akhir)

- d. *Gasket* kepala Silinder. Fungsinya adalah sebagai perapat sambungan blok silinder dengan kepala silinder. Kerusakan *gasket* kepala silinder mengakibatkan kebocoran kompresi. Ciri kerusakannya adalah keras, sobek, berubah bentuk, dan sebagainya. Dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 5. Fungsi *Gasket* Kepala Silinder
(Anonim)

2. Suara Mesin Kasar

Pada saat mesin dihidupkan terdengar suara bagian poros engkol , diduga *metel* jalannya mengalami keausan sampai melebihi batas yang diizinkan. Dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 6. Kerusakan *metel* jalan
(Dokumen Tugas Akhir)

B. Perbaikan Sistem Bahan Bakar

Pada prinsipnya sistem bahan bakar ini menggunakan model sistem *In- Line*. Fungsinya adalah untuk menyediakan kebutuhan mesin sesuai dengan posisinya. Dari pemeriksaan kondisi secara umum sistem bahan bakar baik, hanya ada kebocoran solar pada *priming pump*. *Priming pump* berfungsi untuk memompa bahan bakar saat melakukan *bleding*. Kebocoran terjadi karena keausan pada *sealnya*, karena tidak bisa diganti maka diganti satu *unit priming pump* baru. Seperti gambar di bawah ini :



Gambar 7. *Priming pump*
(Dokumen Tugas Akhir)

Kerusakan kedua kondisi *nozzle*, gejalanya konsumsi bahan bakarnya boros maka diganti *nozzlenya* dengan yang baru. Seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 8. *Nozzle*
(Dokumen Tugas Akhir)

BAB III

KONSEP PERANCANGAN PERBAIKAN

A. Analisa kebutuhan

Dalam melaksanakan perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 ini, Proses identifikasi kerusakan terlebih dahulu dilakukan. Hal ini diharapkan dapat diketahui kerusakan apa saja yang perlu dilakukan perbaikan pada *engine stand* Isuzu KAD C190. Konsep Perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 yaitu memindahkan *unit* mesin ke *stand* yang baru. Selanjutnya dilakukan identifikasi kerusakan yang akan menjadi acuan untuk proses perbaikan. Tujuan identifikasi kerusakan untuk menentukan jenis perbaikan, kebutuhan bahan, alat, dan rancangan kebutuhan biaya perbaikan, serta pengujian.

Identifikasi kerusakan pada *engine* Isuzu KAD C190 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 Isuzu KAD C190

Pada awalnya kondisi dari *engine stand* Isuzu KAD C190 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 diganti 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

Pompa injeksi dilakukan Kalibrasi di bengkel karena terlalu boros bahan bakar yang dikeluarkan .

b. Sistem pelumasan

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

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* Isuzu KAD C190 diharapkan dapat berjalan dengan *efektif* dan *seefisien* mungkin. Berdasarkan analisa kebutuhan di atas 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 yang dimaksud adalah perencanaan waktu, bahwa perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 ini direncanakan menghabiskan waktu satu bulan. Namun karena keterbatasan baik pendanaan, pengadaan komponen maka perbaikan mesin Isuzu KAD C190 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 di dalamnya.

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 di setiap toko dikarenakan harga jual di setiap 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. 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*.

6. Proses perbaikan

Proses perbaikan dimulai menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada *engine* Isuzu KAD C190 setelah *engine* bisa hidup kembali karena *engine* Isuzu KAD C190 ini pada posisi awal mati.

7. Pengecekan ulang dan Penyetelan

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

8. Proses Pengujian

Proses pengujian pada *engine stand* dikerjakan pada saat mesin dalam kondisi sudah hidup. Proses yang dilakukan antara lain yaitu dengan pengukuran kompresi, pengujian emisi, pengukuran konsumsi bahan bakar.

C. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan

Perancangan kebutuhan peralatan dan bahan dilakukan untuk memperlancar proses pengerjaan. Berdasarkan rencana langkah kerja di atas maka didapatkan kebutuhan alat dan bahan untuk proses perbaikan mesin Isuzu KAD C190. 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* Isuzu KAD C190 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Kunci <i>ring</i>	1 set
2	Kunci pas	1 set
3	Kunci <i>shock</i>	1 set
4	Obeng (+) dan obeng (-)	2 buah
5	Palu karet	2 buah
6	Kunci T8, T10, T12, dan T14	1 set
7	Kunci busi	1 buah
8	Penekan pegas katup	1 buah
9	Palu besi	1 buah
10	Kunci Inggris	1 buah

2. Rancangan Kebutuhan Alat untuk pengukuran

Alat pengukuran yang dibutuhkan dalam proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 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* Isuzu KAD C190 adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kebutuhan Bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Gasket mesin</i>	Isuzu KAD C190	1 set
2	Ring Torak	STD Isuzu KAD C190	1 set
3	<i>Seal katup</i>	Isuzu KAD C190	8 buah
4	Bantalan Torak	Isuzu KAD C190	1 set
5	<i>Oil filter</i>	Isuzu KAD C190	1 buah
6	Oli mesin	Mesran SAE 20-50W	1 buah/5 liter
7	Selang	2 Meter	1 buah
8	<i>Reservoir tank</i>	-	1 buah
9	Selang radiator	-	2 buah
10	<i>Nozzle</i>	Isuzu KAD C190	4 buah
11	<i>Filter solar</i>	Isuzu KAD C190	1 buah
12	Tutup Radiator	STD 0,9 kg/cm ²	1 buah
13	<i>Priming pump</i>	Isuzu KAD C190	1 buah
14	Kalibrasi pompa injeksi	Isuzu KAD C190	1 set
15	Katup	Isuzu KAD C190	8 buah

D. Rancangan anggaran biaya

Rancangan anggaran biaya perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 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 Cangkringan. Kesepakatan ini sudah ditanda tangani oleh kedua belah pihak di dalam surat perjanjian. Rancangan anggaran biaya yang

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

Tabel 4. Rancangan Anggaran Biaya

No	Bahan	Jumlah	Harga Satuan	Total
A. Suku Cadang				
1	<i>Gasket</i> set mesin	1 set	95.000	95.000
2	Ring Torak	1 set	100.000	400.000
3	<i>Seal</i> katup	8	12.500	100.000
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	2	15.000	30.000
8	<i>Reservoir tank</i>	1	20.000	20.000
9	Selang radiator	2	25.000	50.000
10	<i>Nozzle</i>	4	100.000	400.000
11	<i>Filter solar</i>	1	25.000	25.000
12	Tutup radiator	1	45.000	45.000
13	<i>Priming pump</i>	1	75.000	75.000
14	Kalibrasi pompa injeksi	1	1.300.000	1.300.000
15	Katup	8	25.000	200.000
1.	Solar	10 liter	5.550	55.500
Jumlah				3.040.500

E. Rancangan pengujian

Setelah selesai menentukan konsep rancangan yang akan diterapkan pada perbaikan media pembelajaran, langkah selanjutnya adalah membuat rancangan pengujian pada *engine stand* Isuzu KAD C190. Pengujian *engine stand* Isuzu KAD C190 dilaksanakan setelah mesin dalam kondisi sudah hidup dan mengganti komponen yang rusak. 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 pijar.
 - c. Memasukan *compression tester* ke dalam lubang busi pijar.
 - d. Membuka katup *throttle* secara penuh.
 - e. Melakukan pengujian kembali seperti di atas pada silinder yang lain. Standar tekanan kompresi : 12,6 kg/cm² dan *limit* : 9,6 kg/cm². Sedangkan perbedaan tekanan masing-masing silindernya harus kurang dari 1,0 kg/cm². (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 kepekatan gas buang atau kapasitas menghitung komposisi menggunakan *smoke meter* pada saat *accelerasi*, 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.

3. Pengukuran konsumsi bahan bakar

Uji konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gelas ukur yang diisi dengan solar. Gelas ukur dihubungkan dengan pompa injeksi melalui selang. Mesin dihidupkan kemudian diuji mulai dari putaran mesin 7500 rpm, 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm selama 1 menit.

Proses pengujian ini dilakukan di bengkel Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNY. Dalam proses pengujian ini nantinya dapat diamati bagaimana kinerja motor *engine stand* Isuzu KAD C190, dan mengetahui hasil perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190.

BAB IV

PROSES HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perbaikan media pembelajaran *engine stand* Isuzu KAD C190 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* Isuzu KAD C190. Seperti pada sistem pendingin komponen-komponen yang tidak ada antara lain *thermostat*, tutup radiator, selang radiator, *reservoir* radiator.



Gambar 9. Kondisi Mesin sebelum diperbaiki.
(Dokumen Tugas Akhir)

- b. Pada sistem pelumasan komponen yang dibutuhkan antara lain oli, colokan oli, *filter oil*.
- c. Bagian *engine stand* tidak dengan keadaan utuh. Seperti kondisi komponen yang terpisah diantaranya kepala silinder, radiator, bak oli, tutup radiator, *thermostat*, *filter solar*, 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* Isuzu KAD C190, 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* Isuzu KAD C190 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 *timing gear* dan *camshaft*

- 1) Melepas puli poros engkol, kemudian melepas *cover* penutup *timing gear*.
- 2) Melepas *injection pump* dan roda gigi *camshaft* secara bersama-sama.
- 3) Melepas roda gigi *crankshaft*.
- 4) 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 Isuzu.

a. Pemeriksaan dan pengukuran mekanisme katup

1) Poros nok

Mengukur tonjolan nok menggunakan mikrometer.

Tabel 5. Pengukuran Tonjolan *cam lobe*.

Hasil Pengukuran		
	Katup masuk	Katup buang
1	47,52 mm	47,32 mm
2	47,34 mm	47,36 mm
3	47,48 mm	47,34 mm
4	47,34 mm	47,34 mm
Limit	46,50 mm	46,50 mm

Tabel 6. Pengukuran diameter jurnal

Jurnal	Hasil Pengukuran	STD
1	55,87	55,74 mm – 55,97 mm
2	55,86	55,84 mm – 55,97 mm
3	55,81	55,74 mm – 55,97 mm
4	55,85	55,84 mm – 55,97 mm

Kesimpulan :

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

2) 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.

3) 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.

4) Mengukur Katup (*valve*)Tabel 7. Pengukuran tebal *margin* katup :

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

Kesimpulan: Dari data tersebut, pengukuran batang tebal *margin* kurang dari spesifikasi jadi semua katup sudah aus.

5) Mengukur pegas katup

Tabel 8. Pengukuran panjang pegas katup :

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	53,5 mm	54,5 mm
2	53,5 mm	54,4 mm
3	53,2 mm	54,2 mm
4	52,4 mm	53,8 mm

Limit panjang pegas katup : 50,5 mm

Tabel 9. Pengukuran kemiringan pegas :

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	0,9 mm	0,7 mm
2	0,8 mm	0,9 mm
3	0,8 mm	0,8 mm
4	0,7 mm	0,6 mm

Limit Kemringan pegas : 1,0 mm

Tabel 10. Pengukuran tegangan pegas katup

Silinder	Katup masuk	Katup buang
1	26,6 kg	29,7 kg
2	27,8 kg	28,4 kg
3	28,2 kg	29,4 kg
4	25,4 kg	29,6 kg

Standar tegangan pegas katup 23,0 kg

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

b. Pengukuran Rantai *Backlash* Gigi *Timing*

1) Mengukur jarak gigi poros engkol ke gigi penghubung: 0,17 mm

Limit jarak antara gigi: 0,30 mm.

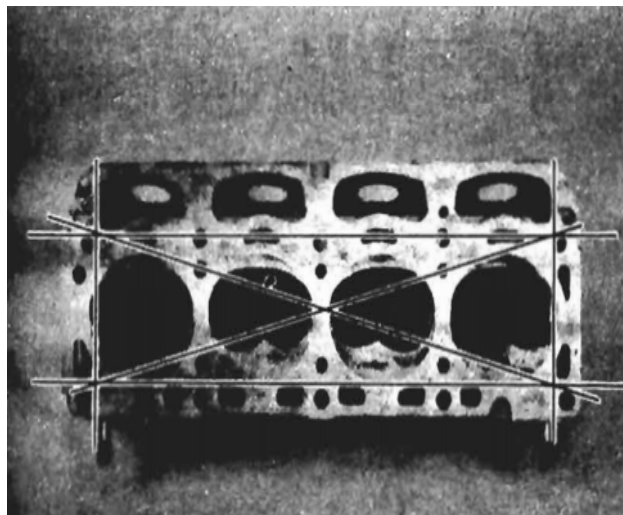
- 2) Mengukur jarak gigi penghubung ke gigi pompa injeksi: 0,19 mm, *Limit* jarak antara gigi: 0,30 mm.
- 3) Mengukur *End Play* gigi penghubung, hasil pengukuran: 0,1mm, *Limit* celah: 0,2mm.

Kesimpulan :

Dari data pengukuran, diketahui bahwa *backlash* gigi *timing* dan *end play* gigi penghubung masih dalam kondisi baik. Jarak dan celah antara gigi 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 10. Posisi pengukuran kerataan kepala silinder (Anonim)

Tabel 11. Pengukuran kerataan kepala silinder

Sisi Kepala	A	B	c	D
Silinder	0,05 mm	0,5 mm	0,5 mm	0,5 mm

Limit Kerataan kepala silinder 0,20 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 11. Kondisi Torak
(Dokumen Tugas Akhir)

Tabel 12. Pengukuran diameter luar torak :

Silinder	Diameter luar
1	104,860 mm
2	104,900 mm
3	104,945 mm
4	104,940 mm

STD diameter torak : 104,500 mm – 104,975 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 12. Kondisi tidak lengkapnya bantalan *connecting rod*
(Dokumen Tugas Akhir)

3) Pengukuran *crankshaft*

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

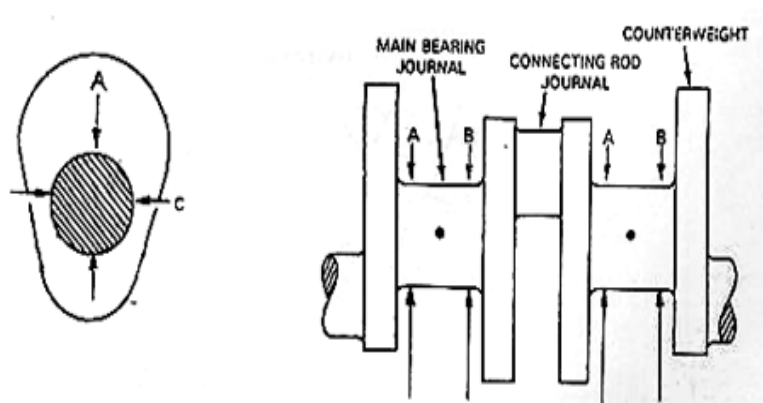
Hasil : Celah *end play* hasil pengukuran sebesar 0,2 mm

Kesimpulan : Celah *end play* masih di bawah 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 di bawah *limit*, sehingga *crankshaft* tidak perlu melakukan perbaikan.



Gambar 13. Posisi pengukuran diameter *crankshaft* (Anonim)

c) Tabel 13. Pengukuran diameter luar jurnal utama :

No Jurnal	Posisi pengukuran diameter luar jurnal (mm)			
	A1	A2	B1	B2
1	75,80	75,80	75,82	75,81
2	75,81	75,79	75,83	75,82

No Jurnal	Posisi pengukuran diameter luar jurnal (mm)			
	A1	A2	B1	B2
3	75,80	75,78	75,83	75,82
4	75,80	75,80	75,84	75,83
5	75,79	75,79	75,83	75,80

STD diameter jurnal utama : 75.500 mm – 75.925 mm

d) Tabel 14. 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 : 0,30 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 14. Sisi pemeriksaan permukaan blok silinder
(Dokumen Tugas Akhir)

Tabel 15. Pengukuran kerataan kepala silinder

Sisi blok	A	B	C	D
Silinder	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm

Limit kerataan permukaan blok silinder 0,05 mm

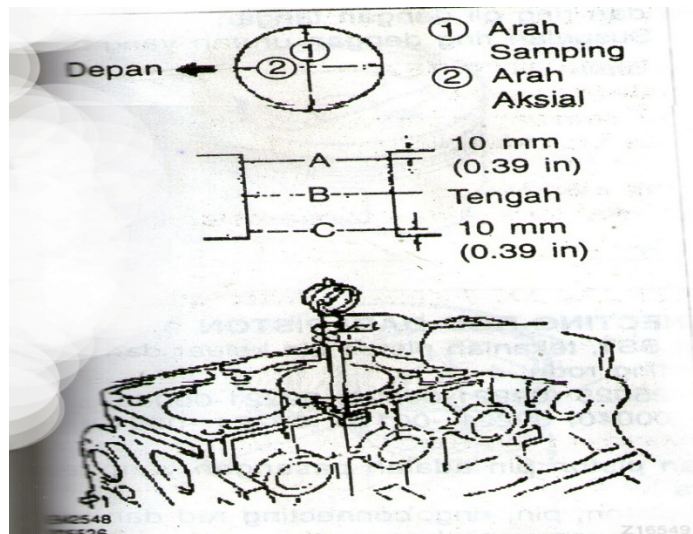
Kesimpulan : Kondisi permukaan masih bagus.

- 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)



Gambar 15 . Pengukuran lubang silinder
(Anonim)

Tabel 16. Pengukuran diameter silinder

Silinder No.	Hasil Pengukuran (mm)					
	A		B		C	
	2	1	2	1	2	1
1	105,02	105,03	105,03	105,03	105,02	105,02
2	105,03	105,03	105,02	105,03	105,02	105,02
3	105,02	105,03	105,02	105,03	105,02	105,03
4	105,02	105,03	105,03	105,03	105,03	105,02

Standar lubang silinder 105,021 mm – 105,060 mm, *Limit* 105,200 mm.

Kesimpulan :

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

f. Pemeriksaan Visual Pada Sistem Bahan Bakar

- 1) *Priming pump* mengalami kebocoran sehingga harus diganti.
- 2) *Filter oil* terdapat kotoran yang banyak sehingga harus diganti.
- 3) Pada waktu penyetelan tekanan injeksi semua injektor menghasilkan tekanan 190 kg/cm². Standar tekanan 120 kg/cm² , setelah ditanyakan di bengkel SEN *nozzle* harus diganti. Dikarenakan selain tekanan lebih besar semprotan kurang halus dan menetes ketika waktu diuji dengan *injector tester*, sehingga *nozzle* diganti dengan yang baru.

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 piston*, *oil filter*, *seal* katup. Sedangkan komponen-komponen yang kurang dan harus dilengkapi diantaranya *filter solar*, *nozzle*, *priming pump* , tutup radiator, dan *reservoir tank*. Komponen yang harus diperlukan perbaikan yaitu kepala silinder. Proses perbaikannya adalah sebagai berikut :

- a. Penggantian *gasket*

c. *Ring piston*

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



Gambar 18. *Ring piston*
(Dokumen Tugas Akhir)

d. *Priming Pump*

Penggantian *priming pump* disebabkan terjadi kebocoran.

e. *Nozzle*

Penggantian *nozzle* disebabkan mengalami keausan.

f. *Filter Oil*

Penggantian komponen *filter oil* dilakukan pada saat *filter oil* sudah benar-benar kotor dan tidak layak dibersihkan lagi, dan harus melakukan penggantian *filter oil* dengan yang baru. Proses penggantian *filter oil* yaitu dengan melepas terlebih dahulu *filter oil*, selanjutnya ganti *filter oil* dengan yang baru sebelum *filter oil*

dipasang oleskan oli mesin yang bersih pada karet *seal filter oil*, setelah itu pasang *filter oil* dan kencangkan dengan tangan sampai karet menyentuh permukaan dudukannya, dan kencangkan *filter oil* dengan kunci SST.



Gambar 19. *Filter oil*

(Dokumen Tugas Akhir)

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.

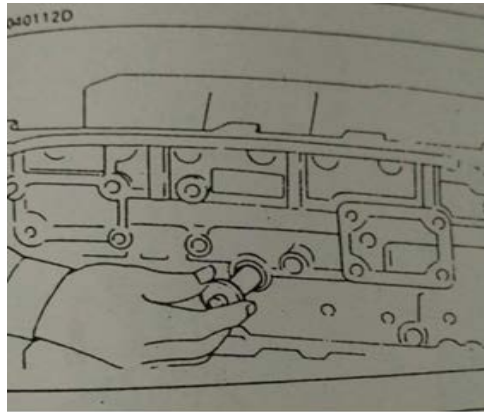
a. *Cylinder Body*

- 1) Memberikan tekanan udara untuk membersihkan bagian dalam dan bagian luar blok silinder lubang oli dan *mantel* air.

b. *Relief Valve*

- 1) Mengolesi oli ke mesin
- 2) Memasang *oring* pada *relief valve*

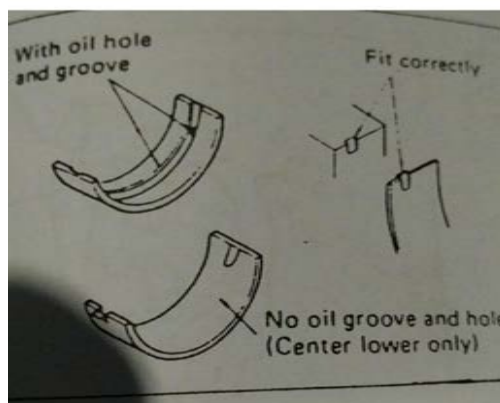
- 3) Mengencangkan *relief valve* dengan momen spesifikasi 2,6 Kg-m – 2,8 Kg-m.



Gambar 20. Memasang *Relief Valve*
(Anonim, 2-91)

c. *Crankshaft Upper Bearing*

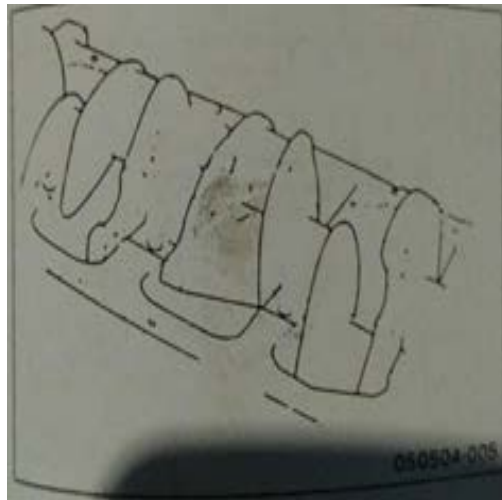
- 1) Membersihkan seluruh kotoran yang berada di *bearing* atau *metal* atas.
- 2) Memasang *bearing* sesuai dengan tanda yang sudah tersedia.



Gambar 21. *Bearing / metal*
(Anonim, 2-92)

d. *Crankshaft* dengan *Timing Gear*

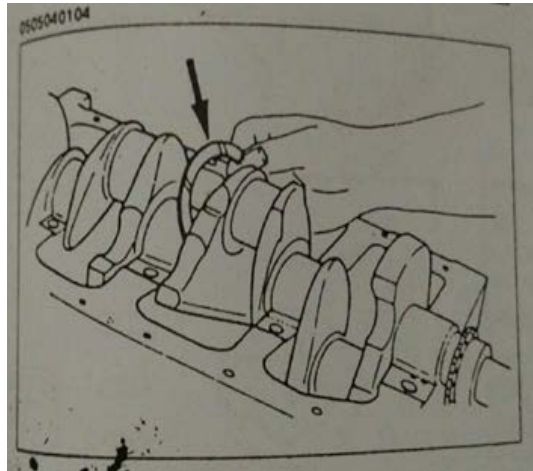
- 1) Mengolesi oli mesin pada *journal crankshaft* dan permukaan *bearing crankshaft*
- 2) Memasang *crankshaft* dan *timing gear* sesuai dengan posisinya.



Gambar 22. Posisi *Crankshaft*
(Anonim, 2-92)

e. *Crankshaft Thrust Bearing*

- 1) Mengolesi oli mesin pada *thrust bearing*
- 2) Memasang *thrust bearing* pada bagian tengah *journal crankshaft*. Alur oli pada *thrust bearing* harus menghadap kebagian yang berputar atau *crankshaft*.



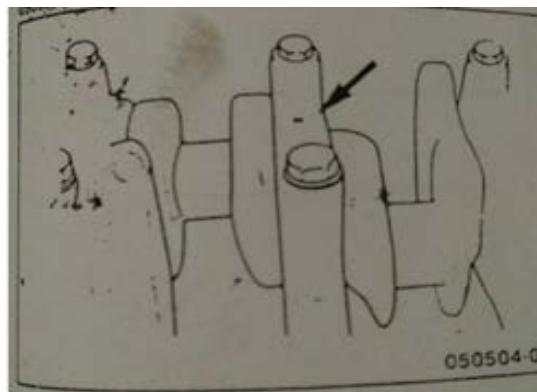
Gambar 23. Memasang *Thrust Bearing*
(Anonim, 2-92)

f. *Crankshaft Bearing Cap* dengan *Upper Bearing*

Bearing bawah No. 1,2,4 dan 5 mempunyai alur oli.

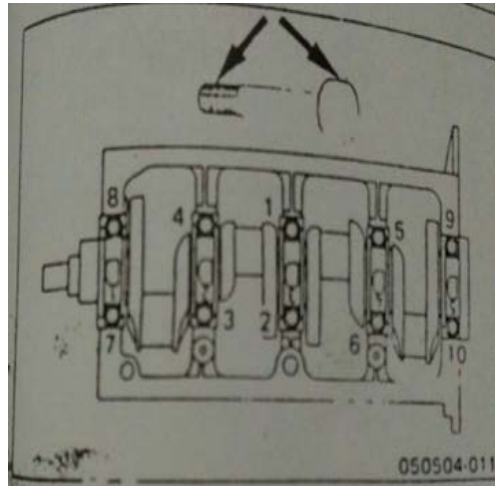
Bearing bawah no. 3 tidak mempunyai alur oli.

- 1) Memasang *crankshaft bearing cap* dengan tanda panah menghadap ke depan mesin.
- 2) Mengolesi oli mesin pada baut – baut *bearing cap*.



Gambar 24. Tanda Panah pada *Bearing Cap*
(Anonim, 2-92)

- 3) Mengencangkan baut – baut *bearing cap* sedikit demi sedikit sesuai dengan torsinya seperti urutan dalam gambar di bawah ini. Momen Spesifikasi baut *crankshaft bearing cap* 24 Kg.m – 25 Kg.m.



Gambar 25. Urutan Mengencangkan *Bearing Cap*
(Anonim, 2-92)

g. *Timing Gear Case*

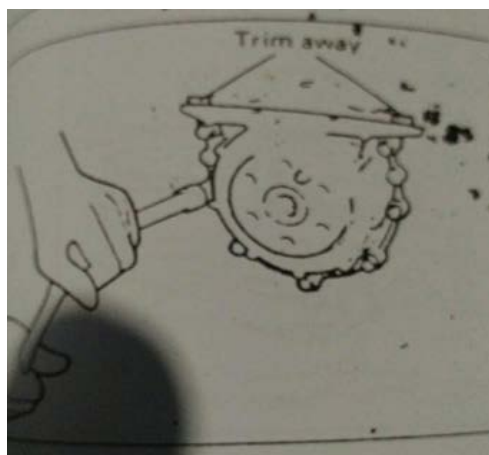
- 1) Mengolesi cairan *gasket* pada tempat pemasangan *timing gear case*.
- 2) Memasang *timing gear case* ke *silinder body*.
- 3) Mengencangkan baut – baut *timing gear case* sesuai dengan momen spesifikasinya 2,6 Kg.m – 3,1 Kg.m.



Gambar 26. Memasang *Timing Gear Case*
(Anonim, 2-93)

h. Rumah *Oil Seal Bearing*

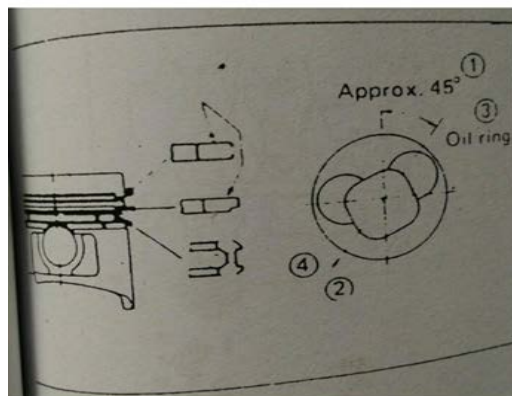
- 1) Mengolesi cairan *gasket* pada seluruh area seperti di dalam gambar di bawah.
- 2) Memasang rumah *oil seal* belakang *crankshaft* beserta *gasketnya*.
- 3) Membersihkan *gasket* yang berada di tanda area seperti gambar di bawah ini.



Gambar 27. Memasang Rumah *Oil Seal* Belakang
(Anonim, 2-93)

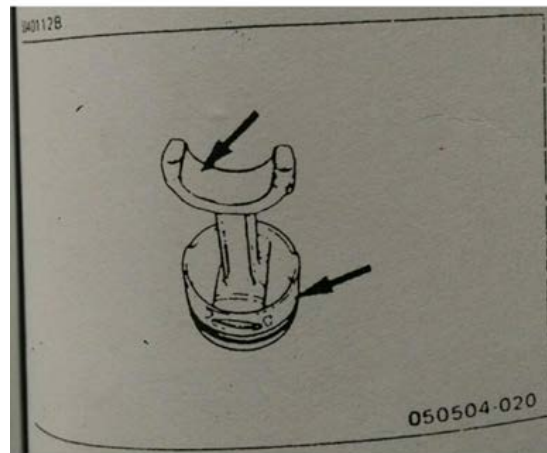
i. *Piston dan Connecting Rod dengan Bearing atas dan bawah*

- 1) Mengolesi oli mesin pada sekeliling *piston* dan *piston ring*.
- 2) Posisi *piston ring gap* seperti yang diperlihatkan seperti gambar di bawah ini.
 - a. *Ring* kompresi No. 1 dan 2
 - b. *Ring oil* No. 3
 - c. *Coil expander* No. 4



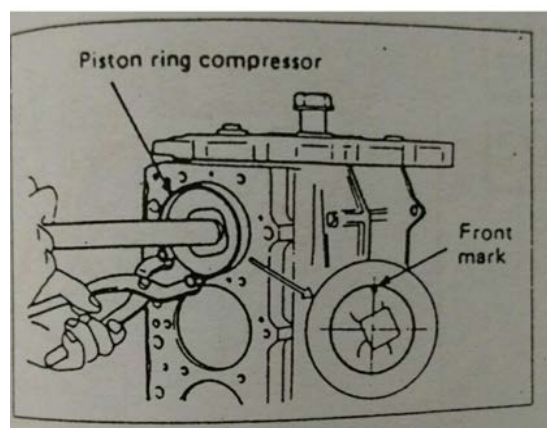
Gambar 28. Posisi *Piston Ring Gap*
(Anonim, 2-92)

- 3) Mengolesi oli mesin pada kedua tepi *piston* agar mesin mudah distarter pada waktu pertama kali setelah pemasangan.
- 4) Posisi tanda depan kepala *piston* menghadap ke depan
- 5) Mengolesi oli mesin pada bagian atas permukaan *bearing* dan dinding silinder di bawah ini.



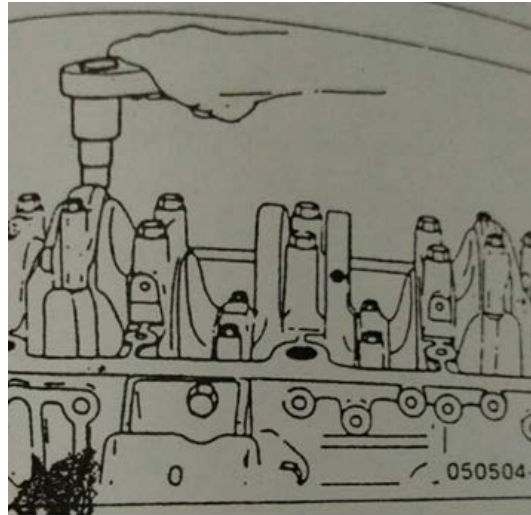
Gambar 29. Posisi Tanda Depan Kepala *Piston*
(Anonim, 2-93)

- 6) Memasang *piston ring* menggunakan alat pemasang *piston ring* dan menggunakan gagang palu untuk memasukan *piston* sampai *connecting rod* menyentuh *crankpin*. Memutar *crankshaft* sampai *crankpin* berada di TMB.



Gambar 30. Cara Memasang *Piston Ring*
(Anonim, 2-94)

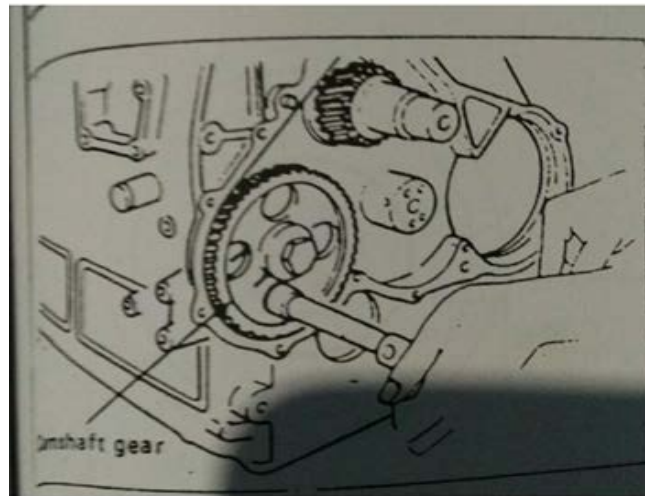
- 7) Memasang *connecting rod bearing cap*. Mengolesi oli mesin pada setiap derat baut pada *connecting rod*. Momen spesifikasinya 12,0 Kg.m – 12,5 Kg.m.



Gambar 31. Memasang *Connecting Rod Bearing Cap*
(Anonim, 2-94)

j. Camshaft dengan Timing Gear

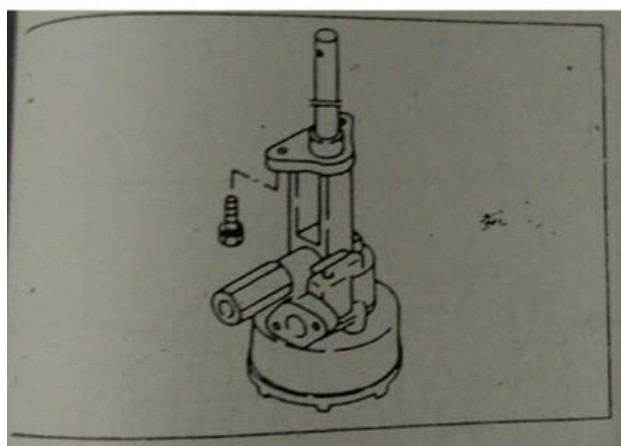
- 1) Mengolesi oli mesin ke *camshaft* dan ke *camshaft bearing*
- 2) Memasang *camshaft* ke *silinder body* dan mengencangkan baut – baut *thrust plate* sesuai dengan momen spesifikasinya 2,6 Kg.m – 3,1 Kg.m.



Gambar 32. Memasang *Camshaft*
(Anonim, 2-95)

k. Pompa Oli dengan Pipa Oli

- 1) Memasang pompa oli dan mengencangkan baut – baut pompa oli sesuai dengan momen spesifikasinya 5,3 Kg.m – 6,3 Kg.m seperti gambar di bawah ini.



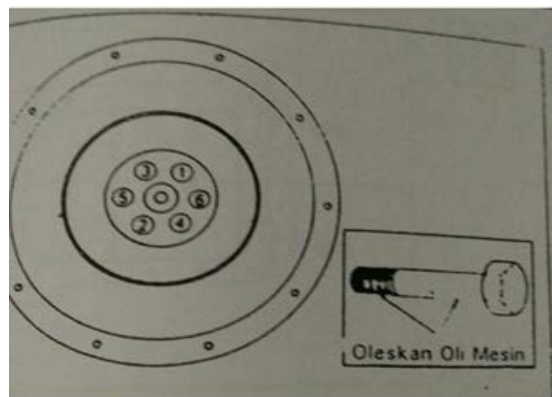
Gambar 33. Pompa oli
(Anonim, 2-95)

l. *Flywheel Housing*

- 1) Memasang *flywheel housing* ke *silinder body* dan mengencangkan baut – baut *flywheel housing* sesuai dengan momen spesifikasinya 14,0 Kg.m – 15,5 Kg.m.

m. *Flywheel*

- 1) Menahan *crankshaft* dengan kayu yang keras agar *flywheel* tidak berputar
- 2) Mengolesi oli mesin pada derat baut *flywheel* dan meluruskan *flywheel* dengan *dowelpin crankshaft*
- 3) Mengencangkan baut - baut *oil pan* sesuai dengan momen spesifikasinya 2, 0 Kg.m – 2,5 Kg.m.

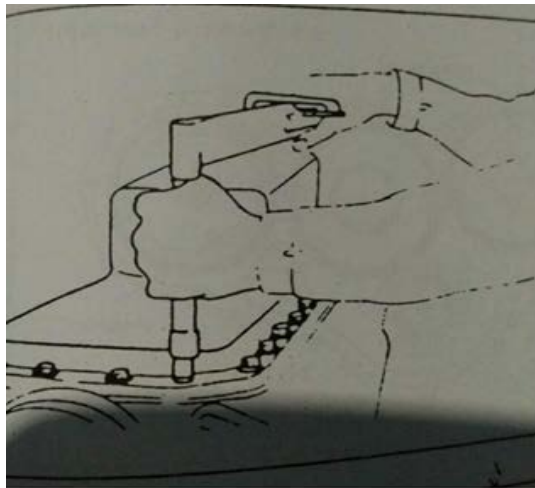


Gambar 34. *flywheel*
(Anonim, 2-96)

n. *Oil Pan*

- 1) Memasang *gasket oil pan* dan memasang *oil pan* ke *bed plate*.

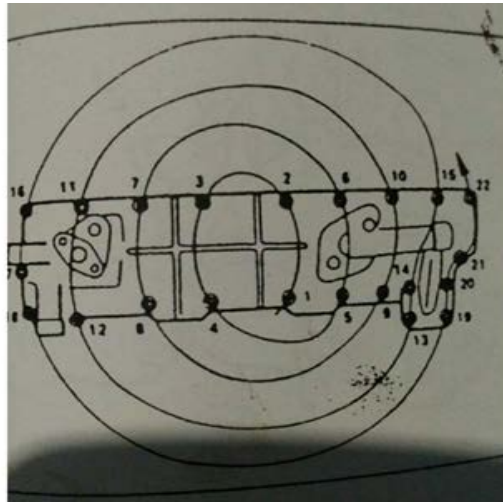
- 2) Mengencangkan baut - baut *oil pan* sesuai momen spesifikasinya 2.0 Kg.m – 2,5 Kg.m seperti gambar di bawah.



Gambar 35. Memasang *Oil Pan*
(Anonim, 2-97)

o. *Oil Cooler*

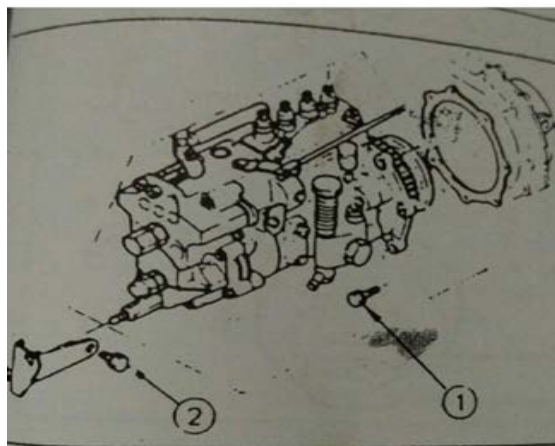
- 1) Memasang *gasket* ke *cover oil cooler* ke *silinder body* dan mengencangkan baut – baut *oil cooler* sesuai dengan momen spesifikasinya 2,6 Kg.m – 3,1 Kg.m .
- 2) Urutan mengencangkan baut – baut *oil cooler* sesuai gambar di bawah ini.



Gambar 36. Urutan Pengencangan baut *oil collar*
(Anonim, 2-97)

p. *Injection Pump* dengan *Bracket Belakang*

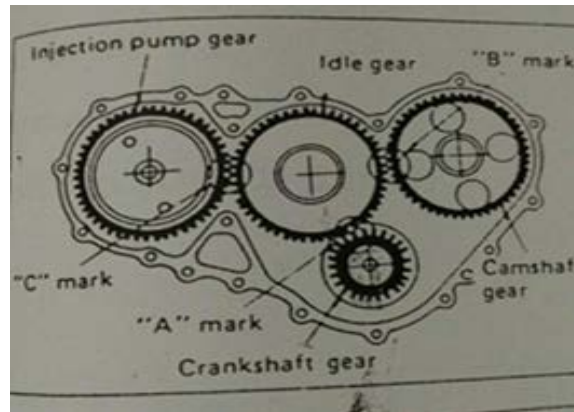
- 1) Memasang pompa injeksi ke *timing gear case*
- 2) Mengencangkan baut – baut pompa injeksi sesuai momen spesifikasinya 2,6 Kg.m – 3,1 Kg.m.



Gambar 37. *Injection pump*
(Anonim, 2-97)

q. *Idler Gear*

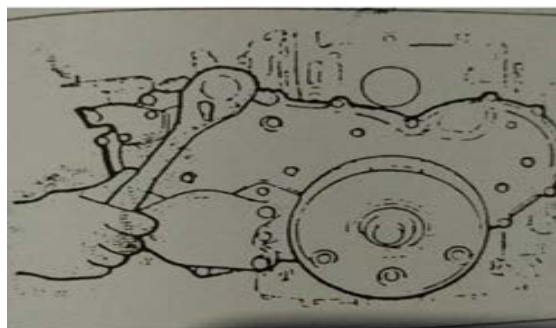
- 1) Memasang *idler gear* sesuai tanda *timing* seperti gambar di bawah ini.
- 2) Mengencangkan baut – baut *idler gear* sesuai dengan momen spesifikasinya 5,3 Kg.m – Kg.m.



Gambar 38. Tanda *Timing idler Gear*
(Anonim, 2-98)

r. *Timing Gear Case Cover*

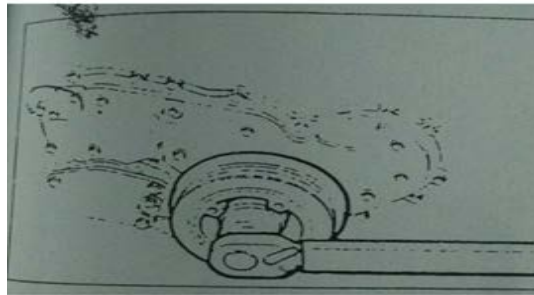
- 1) Memasang *gasket* dan *cover* ke *timing gear case*.
- 2) Mengencangkan baut – baut *timing gear cover* sesuai dengan momen spesifikasinya 2,6 Kg.m – 3,1 Kg.m seperti gambar di bawah ini..



Gambar 39. *Timing Gear Cover*
(Anonim, 2-98)

s. **Washer dan Nut puli Crankshaft**

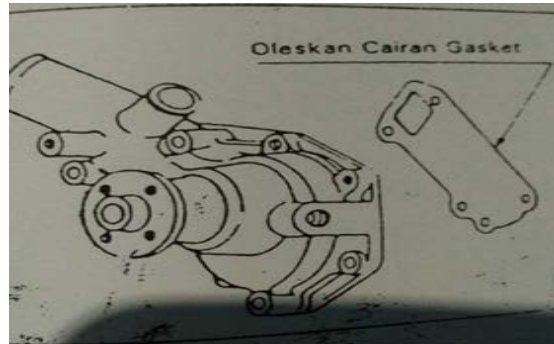
- 1) Memasang alat penahan *flywheel* untuk mencegah berputarnya *flywheel*.
- 2) Mengencangkan mur puli *crankshaft* sesuai dengan momen spesifikasinya 44,0 Kg.m – 50,0 Kg.m seperti gambar di bawah ini.



Gambar 40. Pengencangan mur puli *cankshaft*
(Anonim, 2-98)

t. **Pompa Air**

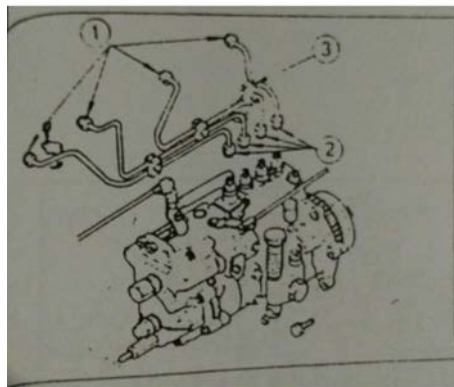
- 1) Mengolesi *gasket* dengan *three bond* pada pompa air seperti gambar di bawah ini.
- 2) Memasang pompa air dan mengencangkan baut – baut pompa air sesuai dengan momen spesifikasinya 5,3 Kg.m – 6,3 Kg.m .



Gambar 41. Pompa air
(Anonim, 2-98)

u. Pipa Injeksi Bahan Bakar

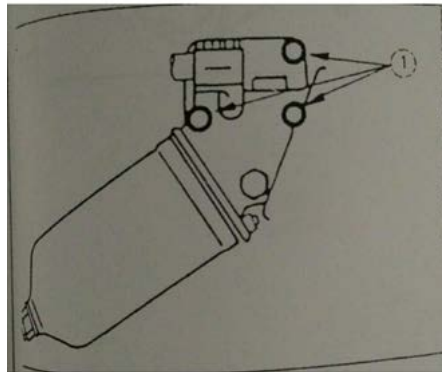
- 1) Mengencangkan sementara mur *sleeve* pipa injeksi pada no. 1 dan 2.
- 2) Memasang klip pada no 3 ditempatnya.
- 3) Mengencangkan mur *sleeve* pipa injeksi sesuai momen spesifikasinya 3,05 Kg.m – 3,20 Kg.m.



Gambar 42. Pipa injeksi
(Anonim, 2- 104)

v. Saringan Oli

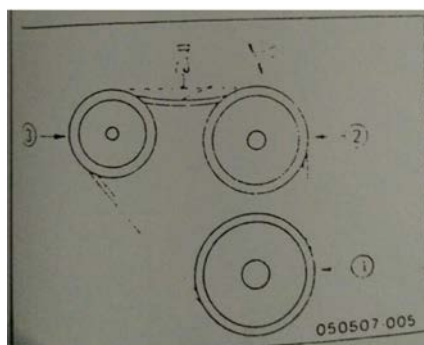
- 1) Memasang saringan oli dan *body* ke *silinder body*.
- 2) Mengencangkan baut – baut saringan oli sesuai dengan momen spesifikasinya 5,3 Kg.m – 6,3 Kg.m.



Gambar 43. Saringan oli
(Anonim, 2- 104)

w. Tali Kipas

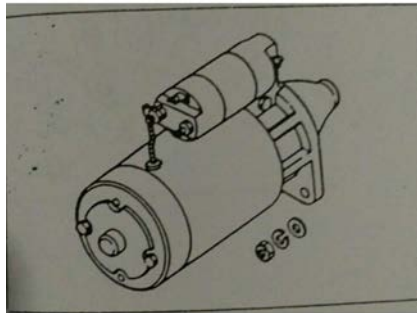
- 1) Memasang tali kipas
- 2) Menyetel tegangan tali kipas dengan menggerakkan alternator dan memberikan tekanan 10 kg untuk memeriksa *defleksinya*.



Gambar 44. Tali kipas
(Anonim, 2-104)

x. Stater Motor

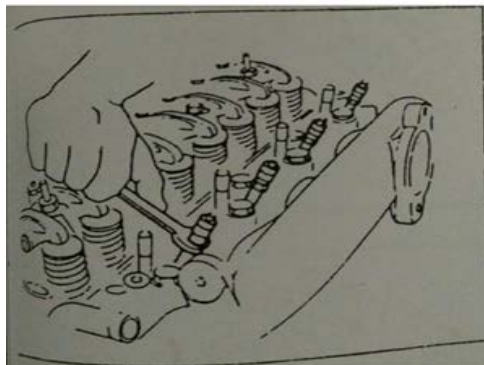
- 1) Memasang starter motor dan mengencangkan mur – mur starter motor sesuai dengan momen spesifikasinya 8,6 Kg.m – 9,6 Kg.m.



Gambar 45. Stater motor
(Anonim, 2-105)

y. Glow Plug

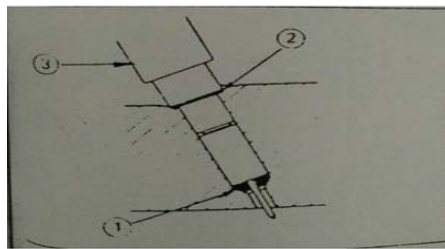
- 1) Memasang *glow plug* pada kepala silinder dan mengencangkan *glow plug* sesuai dengan momen spesifikasinya 2,25 Kg.m – 2,50 Kg.m seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 46. Busi pijar
(Anonim, 2- 105)

z. Injection Nozzle Holder

- 1) Memasang *gasket injection nozzle* pada no. 1 dan penutup debu pada no. 2 ke *injection nozzle holder* pada no. 3 .
- 2) Memasang *nozzle holder* bersama dengan *nozzle holder flange* pada no. 4 pada kepala silinder.

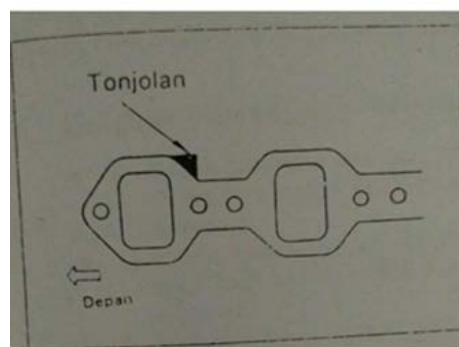


Gambar 47. *Injection Nozzle Holder*

(Anonim, 2-105)

aa. Intake Manifold dan Gasket

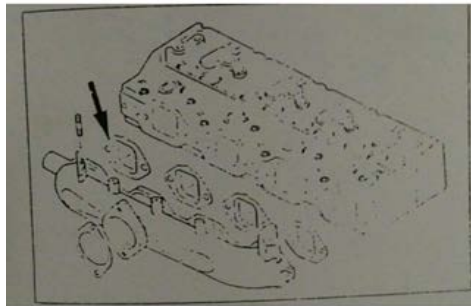
- 1) Memasang *gasket* ke kepala silinder seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 48. *Gasket intake manifold*

(Anonim, 2-106)

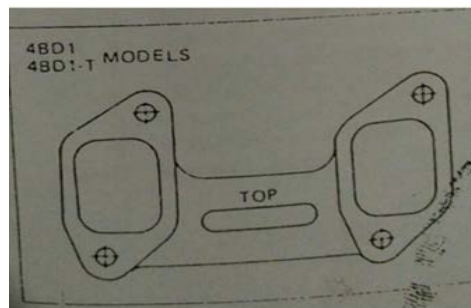
- 2) Memasang *intake manifold* ke kepala silinder dan mengencangkan baut *intake manifold* sesuai dengan momen spesifikasinya 2.1 Kg.m – 2,6 Kg.m di bawah pada gambar ini.



Gambar 49. Posisi *Gasket Intake Manifold*
(Anonim, 2-106)

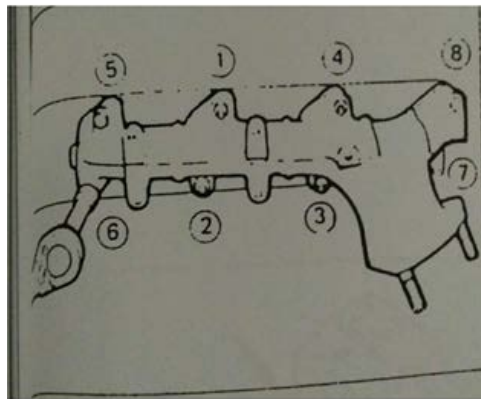
bb. Exhaust Manifold dan Gasket

- 1) Memasang *gasket exhaust manifold* ke kepala silinder, tanda “TOP” pada *gasket* terlihat setelah dipasang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 50. *Gasket Exhaust Manifold*
(Anonim, 2-106)

- 2) Memasang *exhaust manifold* ke kepala silinder dan mengencangkan baut sesuai urutan pada gambar di bawah ini



Gambar 51. Urutan Pengencangan Baut *Manifold*
(Anonim, 2-106)

B. Hasil

Hasil yang dicapai setelah dilakukannya perbaikan pada *engine stand* Isuzu KAD C190 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* Isuzu KAD C190 dapat berfungsi kembali sebagai media pembelajaran. Harapan dari Proyek akhir ini adalah *engine stand* Isuzu KAD C190, dapat dimanfaatkan oleh guru dan siswa dalam proses belajar mengajar di jurusan Teknik Otomotif SMK Muhammadiyah Cangkringan.

Tabel 17 . Hasil sebelum dan sesudah perbaikan

No	Komponen	Sebelum	Sesudah
1	Sistem mekanisme mesin a. Kepala silinder b. Bantalan batang <i>piston</i> c. <i>Ring piston</i> d. <i>Seal</i> katup e. <i>packing</i> Kepala silinder f. Busi pijar e. Baut kepala silinder	Kotor Tergores aus Tidak komplit Rusak Rusak Tidak nyala Rusak	Tidak kotor Tidak aus Tidak aus Komplit Tidak rusak Tidak rusak Nyala Tidak Rusak
2	Sistem bahan bakar a. <i>Priming pump</i> b. <i>nozzle</i> c. <i>Injection pump</i> d. <i>Filter</i> bahan bakar e. <i>Ring</i> dan Baut	Bocor Rusak Boros Kotor Rusak	Tidak bocor Tidak rusak Tidak boros Tidak kotor Tidak rusak
3	Sistem pelumasan a. <i>Filter</i> oli b. Minyak pelumas mesin c. <i>Packing carter</i>	Kotor Tidak ada Rusak	Tidak kotor Ada Tidak Rusak
No	Komponen	Sebelum	Sesudah

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

Setelah melakukan proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 telah dilakukan dan diselesaikan untuk selanjutnya dilakukan proses pengujian kinerja *engine* yang meliputi pengukuran kompresi, emisi gas buang, dan konsumsi bahan bakar.

a. Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian untuk mengetahui kinerja mesin bekerja normal sesuai dengan standar atau ketentuan yang berlaku pada mesin tersebut.

b. Pengukuran tekanan kompresi

Langkah Uji tekanan kompresi diantaranya:

- 1) Mesin dipanaskan sampai suhu kerja.
- 2) Melepas 4 buah busi pijar menggunakan kunci busi pijar.
- 3) Memasang alat *compression tester* di lubang busi pijar.



Gambar 52. Memasang alat *compression tester*
(Dokumen Tugas Akhir)

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

c. 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 53. Pengujian emisi
(Dokumen Tugas Akhir)

5) Membaca hasil.

d. 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.

2. Hasil Pengujian

1) Pengukuran Tekanan Kompresi

Tabel 18. Data hasil uji Tekanan Kompresi

Nomor Silinder	Hasil pengukuran	Limit	Kesimpulan
1.	27,80 kg/cm ²	≥25,6	Baik
2.	27,90 kg/cm ²	≥25,6	
3.	27,80 kg/cm ²	≥25,6	
4.	27,80 kg/cm ²	≥25,6	

Standar tekanan kompresi : 30 kg/cm² dan *limit* : 25,6 kg/cm².



Gambar 54. Pengukuran Tekanan Kompresi
(Dokumen Tugas Akhir)

2) Pengujian emisi

Data *Print* pengujian emisi :



Gambar 55. Data *print* uji emisi
(Dokumen Tugas Akhir)

Tabel 19. Hasil Pengujian emisi

Pengujian	Hasil	Standar menurut KEPMEN LH No. 5 Th 2006	Kesimpulan
(%) Opasitas	35,1	≤70%	Baik

3) Pengukuran Bahan Bakar

Tabel 20. Hasil pengukuran pemakaian bahan bakar

No	Putaran mesin	Waktu (Menit)	Hasil (cc)
1.	750	1	23
2.	1500	1	34
3.	2500	1	100
4.	3000	1	180

Gambar 56. Pengukuran konsumsi bahan bakar
(Dokumen Tugas Akhir)

C. Pembahasan

1. Pembahasan Perbaikan

Perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 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 piston* 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* Isuzu KAD C190 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* Isuzu KAD C190 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* Isuzu KAD C190 ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Dari perbaikan media pembelajaran *engine stand* Isuzu KAD C190 ini sebagai berikut :

- a. Kelebihan perbaikan *engine* Isuzu KAD C190
 - 1) Mesin dapat dihidupkan.
 - 2) Semua komponen mesin dan komponen sistem pendukung kerja mesin terpasang dengan baik.
- b. Kekurangan perbaikan *engine* Isuzu KAD C190
 - 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* Isuzu KAD C190 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, sudah sesuai dengan dengan spesifikasinya untuk Isuzu KAD C190 (30 kg/cm^2) *limit* ($25,6 \text{ kg/cm}^2$) sedangkan perbedaan tekanan kompresi masing-masing silindernya harus kurang dari 10 kg/cm^2 . Dengan data pengukuran teknan kompresi rata rata $27,80 \text{ kg/cm}^2$. Besarnya tekanan kompresi ini sudah melebihi *limit* standar pada spesifikasi sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan kompresi masih baik.

b. Pengujian Emisi Opasitas %

Kempampuan asap meredam, cahaya disebut opasitas atau kepekatan asap. Komponen ini digunakan sebagai indikasi kadar racun partikulat dalam gas buang. Opasitas juga digunakan sebagai bahan untuk analisis kondisi proses pembakaran di dalam mesin. Selain itu, dengan menggunakan indikasi warna asap yang berbeda-beda, akan mempermudah dalam menganalisis kerja mesin dan mengidentifikasi komponen mesin mana yang perlu dilakukan perbaikan. Dari hasil pengujian emisi tingkat opasitas

35,1% dengan demikian kondisi mesin masih dalam keadaan baik.

c. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar

Uji konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gelas ukur atau *buret* yang diisi dengan solar. Gelas ukur dihubungkan dengan pompa injeksi melalui selang. Mesin dihidupkan kemudian diuji bervariasi putaran mesin dari 750 rpm, 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm selama 1 menit. Dari pengujian di atas didapat data waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin. Pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar 23 cc, putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 34 cc, pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 100 cc, dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 180 cc.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan uraian penjelasan di atas pada setiap bab sebelumnya dan setelah diselesaikannya proses perbaikan *engine stand* Isuzu KAD C190 dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Proses perbaikan *Engine Stand* Isuzu KAD C190 sistem bahan bakar meliputi penggantian atau memperbaiki komponen yang rusak yaitu *priming pump, nozzle, injection pump, dan filter*. Melengkapi yang belum ada yaitu baut dan mur pada saluran pipa bahan bakar.
2. Hasil Perbaikan *engine stand* isuzu KAD C190 menunjukkan tekanan kompresi standar yaitu 30 kg/cm² dan *limit* 25,6 kg/cm². Pada saat pengujian tekanan kompresi hasil yang didapat rata rata 27,80 kg/cm², dapat disimpulkan tekanan kompresi masih baik sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian emisi menunjukkan opasitas 35,1 % , standar menurut KEPMEN LH No. 5 Th 2006 $\leq 70\%$ dapat disimpulkan emisi masih baik sesuai dengan spesifikasi. Dari pengujian konsumsi bahan bakar didapat data waktu 1 menit pada berbagai putaran mesin. Pada putaran 750 rpm menghabiskan bahan bakar 23 cc, putaran 1500 menghabiskan bahan bakar 34 cc, pada putaran 2500 didapat data dengan menghabiskan 100 cc, dan pada saat putaran 3000 menghabiskan bahan bakar 180 cc.

B. Keterbatasan

Pelaksanaan perbaikan *engine Stand* Isuzu KAD C190 ini masih mempunyai beberapa keterbatasan. Keterbatasan tersebut yaitu proses :

1. pembubutan ,karena tidak adanya mesin dan kurangnya pengetahuan dalam melakukan pembubutan, sehingga proses perbaikan dan pembubutan harus dilakukan di luar.
2. Dalam pengujian konsumsi bahan bakar yang dilakukan pada *engine stand* ini tidak memiliki standar pasti, karena tidak adanya standar pengujian konsumsi bahan bakar pada *engine stand* tanpa beban. Jadi kesimpulannya diambil dari nilai standar opasitas % pada pengujian emisi.
3. Dalam pengujian pompa injeksi yang dilakukan pada *engine stand* dilakukan di bengkel umum, karena tidak adanya alat untuk memperbaiki sehingga proses perbaikan dilakukan di luar.

C. Saran

1. Perlu adanya langkah lebih lanjut pada *engine stand* Isuzu KAD C190 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 diesel, agar tidak terjadi kerusakan dan hilangnya komponen pada saat praktek.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (tth). *Workshop Manual engine Isuzu*. Jakarta: PT. Isuzu Astra Motor.
- Arifin Zainal dan Sukoco. (2009). Pengendalian polusi kendaraan. Bandung : Alfabeta.
- Arifin Zainal dan Sukoco. (2013). Teknologi Motor Diesel. Bandung : Alfabeta.
- Tim. (2011). Buku Pedoman Proyek Akhir D3. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 2.

Foto *engine stand* Isuzu KAD C190 dan pengujian *engine*







UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN JUDUL PROYEK AKHIR/TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/03-00
27 Maret 2008

Kepada :
Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
Di tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : *Dc. Zainal Arifin, MT*
NIP : *196903122001121001*
Pangkat/Gol : *Penata Muda Tk. I / III/b*
Jabatan : *Lektor*

Menyetujui judul Proyek Akhir / Tugas Akhir Skripsi dan bersedia untuk menjadi pembimbing mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Budi Prasetyo
NIM : 12509134052
Kelas : D
Jurusan : D3 Teknik Otomotif
No.Telp./HP : 085747941263

Judul Proyek Akhir/Tugas Akhir Skripsi : Perbaikan Engine (Sistem bahan bakarnya) Izuzu Panther

Yogyakarta, *26.02.2014*
Calon Dosen Pembimbing,

Zainal Arifin
NIP. *196903122001121001*

Kepada :
Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
Di tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini,

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Budi Prasetyo
NIM : 12509134052
Alamat : Gendingan, Sido Agung, Godean, Sleman, Yogyakarta
No. HP : 087838321092

Dalam rangka kegiatan ujian Proyek Akhir dengan judul: "Pembuatan Engine stand Isuzu KAD C190 Sebagai Media Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Tinjauan Sistem Bahan Bakar), maka saya bermaksud meminjam engine stand tersebut dengan perjanjian/ketentuan sebagai berikut:

1. Jangka waktu peminjaman: 5 hari, terhitung mulai tanggal 19 Desember 2016 s.d. 24 Desember 2016
2. Apabila dalam peminjaman engine stand terjadi kerusakan maka saya sanggup memperbaiki kembali.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak lain.

Yogyakarta, 17 Desember 2016

Mengetahui
Penasihat Akademik



Sutiman, M.T
NIP. 19710203 200112 1 001

Mahasiswa:



Budi Prasetyo
NIM 12509134052

Tembusan: 1. Penasehat Akademi
2. Mahasiswa



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Budi Prasetyo
No. Mahasiswa : 12509134052
Judul PA D3/S1 : Perbaiki Engine Stand Isuzu KAD C190 Sebagai Media
Pembelajaran Praktik Teknologi Motor Diesel (Tinjauan
Sistem Bahan Bakarnya)
Dosen Pembimbing : Dr. Zaenal Arifin, M.T

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Dr. Zaenal Arifin, M.T.	Ketua Penguji		11-03-2017
2	Lilik Chaerul Yusmono, M.Pd.	Sekretaris Penguji		26/1-2017
3	Dr. Sukoco, M.Pd.	Penguji Utama		19/1, 2017

Keterangan :

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