

**IDENTIFIKASI KEAUSAN DINDING SILINDER DAN
KEOLENGAN POROS ENKOL PADA MESIN
DAIHATSU ESPASS PICK UP**

NASKAH PUBLIKASI

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Diploma III Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan



DISUSUN OLEH :

FARID ZAINUL MUTTAQIN

NIM. 202103030027

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
PEKAJANGAN PEKALONGAN
TAHUN 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI KEAUSAN DINDING SILINDER DAN KEOLENGAN POROS ENKOL PADA MESIN DAIHATSU ESPASS PICK UP

NASKAH PUBLIKASI

Oleh :

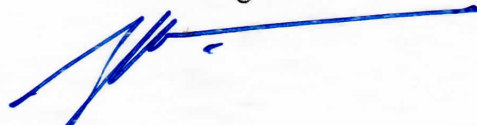
Farid Zainul Muttaqin

202103030027

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Imam Prasetyo, S.Pd., M.T.

Ir. Tawijaya, S.T., M.T., IPM.


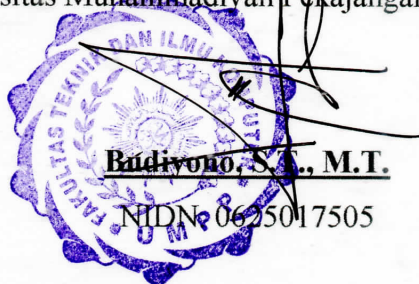
NIDN. 0627078902

NIDN. 0627117605

Disetujui oleh :

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan



Budiyo, S.T., M.T.
NIDN. 0625017505

IDENTIFIKASI KEAUSAN DINDING SILINDER DAN KEOLENGAN POROS ENKOL PADA MESIN DAIHATSU ESPASS PICK UP

Farid Zainul Muttaqin, Imam Prasetyo, T Towijaya
Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jln. Pahlawan, No. 10, Gejlik – Kec. Kajen, Kab. Pekalongan
Email : faridzainulmuttaqin1@gmail.com

ABSTRAK

Proses pembakaran pada mesin bensin memerlukan silinder dan piston untuk memampatkan udara. Proses ini menciptakan tekanan gas tinggi yang berupaya mencegah kebocoran di dalam ruang bakar untuk kinerja mesin yang optimal. Ketika mesin digunakan dalam jangka waktu lama, dinding silinder secara bertahap akan aus. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up. Mengetahui cara mencegah keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up dan mengetahui cara mengatasi jika keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan metode observasi, wawancara, kajian literatur dokumentasi, dan metode mengidentifikasi. Proses yang dilakukan diawali dengan pembongkaran mesin pada mobil, pemeriksaan kondisi keausan komponen, proses pengukuran keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada mesin Daihatsu Espass. Berdasarkan hasil dari tugas akhir tersebut keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol dalam kondisi baik, karena hasil dari pengukurannya masih dalam batas standar maksimum yang diijinkan yaitu 0,01 mm. Hanya perlu dilakukan sedikit pembersihan kerak hasil pembakaran pada bagian bibir atas silinder.

Kata kunci : Dinding Silinder; Keolengan; Poros Engkol

IDENTIFICATION OF CYLINDER WALL WEAR AND CRANKSHAFT DEFLECTION IN THE DAIHATSU ESPASS PICK UP ENGINE

Farid Zainul Muttaqin, Imam Prasetyo, T Towijaya
Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jln. Pahlawan, No. 10, Gejlik – Kec. Kajen, Kab. Pekalongan
Email : faridzainulmuttaqin1@gmail.com

ABSTRACT

The combustion process in a gasoline engine requires cylinders and pistons to compress air, creating high gas pressure that prevents leakage within the combustion chamber for optimal engine performance. Over extended periods of use, the cylinder walls gradually wear out. This study aims to identify the extent of cylinder wall wear and crankshaft deflection in the Daihatsu Espass Pick Up engine. It also seeks to explore methods to prevent and address these issues. The data for this research were collected through observation, interviews, literature reviews, and identification methods. The process began with engine disassembly, inspection of component wear, and measurement of cylinder wall wear and crankshaft deflection in the Daihatsu Espass engine. The findings indicate that the cylinder wall wear and crankshaft deflection are within acceptable limits, as the measurements remain below the maximum allowable standard of 0.01 mm. Only minor cleaning of combustion deposits on the upper cylinder lip is required.

Keywords : Cylinder Wall; Deflection; Crankshaft

1. Pendahuluan

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Otomotif di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat. Hal ini sesuai dengan situasi masyarakat Indonesia saat ini yang memiliki mobilitas tinggi dan memerlukan sarana transportasi yang memadai. Beragam desain produk otomotif bermunculan di pasaran, masing-masing menawarkan teknologi terkini. Permintaan pasar terhadap transportasi, terutama kendaraan motor baik roda dua maupun empat, terus meningkat sehingga memberikan tekanan persaingan yang semakin besar pada produsen untuk menjangkau konsumen sebanyak mungkin. Perkembangan teknologi terus digali dan diteliti untuk memenuhi kebutuhan akan produk-produk berkualitas tinggi. Pada abad ini, kendaraan telah menjadi perlengkapan penting dalam kehidupan manusia. (Sukmara, 2015)

Hasil Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, masyarakat terus terlibat dengan ilmu pengetahuan dan teknologi alam. Dalam dunia otomotif, khususnya mobil, terdapat berbagai jenis sistem yang bekerja. Sistem-sistem ini bekerja sama satu sama lain, jadi jika salah satu sistem gagal atau rusak, mobil Anda akan rusak. Sistem pendingin mobil dirancang untuk menurunkan suhu di dalam mesin akibat proses pembakaran. Proses pembakaran menghasilkan energi mekanik yang menggerakkan mesin. Dampak lain dari proses pembakaran adalah panas yang apabila tidak didinginkan dapat merusak komponen mesin itu sendiri. Sistem pendingin (cooling system) merupakan suatu rangkaian yang dirancang untuk mengatasi panas berlebih yang terjadi pada mesin

dan menjaganya agar tetap berfungsi secara optimal. (Prasetyo & Pardana, 2018)

Mesin pembakaran dalam atau mesin piston adalah perangkat teoretis yang mengubah energi kimia menjadi bahan bakar mekanis. Energi kimia dan bahan bakar yang bercampur dengan udara pertama-tama diubah menjadi energi panas melalui pembakaran atau oksidasi, yang meningkatkan suhu dan tekanan gas pembakaran di dalam silinder. Gas bertekanan tinggi di dalam silinder mengembang dan mendorong piston menjadi gerak translasi, yang menghasilkan gerak rotasi poros engkol sebagai tenaga mekanis dari mesin. (Kristanto, 2015)

Proses pembakaran pada mesin bensin memerlukan silinder dan piston untuk memampatkan udara. Proses ini menciptakan tekanan gas tinggi yang berupaya mencegah kebocoran di dalam ruang bakar untuk kinerja mesin yang optimal. Ketika mesin digunakan dalam jangka waktu lama, dinding silinder secara bertahap akan aus. Keausan ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, antara lain kurangnya pelumasan mesin, kontrol air radiator yang lambat, komponen yang aus, penggunaan bahan bakar yang tidak tepat, seal yang tidak berfungsi dengan baik, dan ring seher/booring yang sudah cacat. Akibatnya, jarak antara piston dan silinder bertambah, menyebabkan kebocoran gas, berkurangnya tekanan kompresi, dan berkurangnya keluaran tenaga. Kami berusaha keras untuk menggunakan bahan yang tahan aus dan tahan panas untuk mencegah keausan silinder yang berlebihan. (Prasetyo & Anam, 2019)

Selain silinder, poros engkol juga menjadi salah satu bagian mesin

yang terkena dampak proses kompresi dan pembakaran. Peran poros engkol adalah mengubah gerakan vertikal piston menjadi gerakan rotasi dan meneruskannya ke gearbox. Saat mesin bekerja terus-menerus, poros engkol bergetar. Ketika piston/bantalan aus karena gesekan berlebihan atau penggunaan jangka panjang, inersia terjadi pada mobil Anda. Faktor lain yang menyebabkan poros engkol goyang adalah seringnya mesin mengalami knocking. Poros engkol yang goyah meningkatkan getaran mesin dan menurunkan kinerja mesin. (Prasetyo & Anam, 2019)

2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang di ambil oleh penulis yang berjudul **“Identifikasi Keausan Dinding Silinder dan Keolengan Poros Engkol Pada Mesin Daihatsu Espass Pick Up”** adalah :

1. Bagaimana kondisi keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up?
2. Bagaimana cara mencegah keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up?
3. Bagaimana cara mengatasi jika keausan dinding silender dan keolengan poros engkol pada mesin Mesin Daihatsu Pick Up melebihi toleransi yang diizinkan?

3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Identifikasi Keausan Dinding Silinder dan Keolengan Poros Engkol Pada Mesin Daihatsu Espass Pick Up”** ini adalah :

1. Mengetahui komponen keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up.
2. Mengetahui cara mencegah keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up.
3. Mengetahui cara mengatasi jika keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up.

4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan mengenai **“Identifikasi Keausan Dinding Silinder dan Keolengan Poros Engkol Pada Mesin Daihatsu Espass Pick Up”** penulisan hannya akan fokus pada beberapa hal berikut :

1. Menganalisa keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up.
2. Cara mencegah keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu pick Up.
3. Cara mengatasi jika keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada Mesin Daihatsu Pick Up.

5. Tempat dan Waktu

Tempat pembongkaran dan pemeriksaan dilakukan di LAB Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan Jl. Pahlawan N0. 10 Kec. Kajen Kab. Pekalongan. Untuk waktu pelaksanaan pembongkaran dari proses awal hingga proses perakitan memakan waktu hampir 4 bulan. Perakitan dilakukan seluruh mahasiswa D3 Teknik Mesin untuk menyelesaikan tugas akhir. Untuk 1 unit mobil Daihatsu Espass dikerjakan oleh 15 mahasiswa dalam job

berbeda.

6. Spesifikasi Mesin Bensin

Table 1 Spesifikasi Mesin Bensin

ITEM			TYPE MESIN	HC
Jenis				Bensin
Jumlah silinder & penempatannya				4 Sil, segaris, membujur
Type ruang bakar				Pentroof type
Mekanisme katup				Penggerak sabuk S O H C
Diameter x Langkahmm				76,0 x 71,4
Perbandingan kompresi				9,0
Tekanan kompresi kg/cm ² - rpm				13,05 – 350
Tenaga maksimum Hp/rpm				75 / 6.000
Momen maksimum kg – m/rpm				10,3 / 3.200
Ukuran mesin P X L X T mm				683 X 714 X 466
Berat mesin kg				96
Jumlah ton ring	Ring kompresi			2
	Ring oli			1
Valve timing	Masuk	Buka		5° BTDC
		Tutup		45 ° ABCD
	Buang	Buka		51° BBDC
		Tutup		1° ATDC
Celah katup (panas)		Masuk	Mm	0,25 ± 0,05
		Buang	Mm	0,33 ± 0,05
Putaran idle mesin rpm				850 ± 50
Sistem sirkulasi blow by gas				Type tertutup
Metoda pelumasan				Metoda tekanan penuh
Tipe pompa oli				Trochoid
Tipe penyaringan dan saringan				Penyaringan penuh, kertas
Kapasitas minyak	Kosong			4,2
	Hannya ganti oli			3,5

pelumas	Dengan saringan oli		3,7	
Metoda pendinginan			Berpendingin air	
Tipe radiator			Corrugated type	
Kapasitas air pendingin (Liter)			5.0	
Tipe pompa air				
Saringan udara	Model		Model saringan kertas	
	Jumlah		1	
Tangka b.b	Kapasitas (Liter)		34	
	Lokasi		Sebelah kanan bawah	
Material pipa bahan bakar			Karet dan pipa baja	
Tipe pompa bahan bakar			Type Elektromagnet	
Tipe saringan bahan bakar			Model saringan kertas	
Karburator	Pabrik pembuat		Aisan kogyo	
	Type		Satu barrel	
	Dia. Throttle	mm	32	
	Dia. Venturi	mm	26	
System pengapian	Tegangan V		12 (massa negative)	
	Tipe		Pengapian baterai	
	Surat pengapian			
	Urutan pengapian		1 – 3 – 4 – 2	
	Distributor	Type		Konvensional
		Breaker type		Contact point
		Kemampuan kemajuan pengapian	Tipe sentrifugal	
			Tipe vacum	
	Busi	Pabrik		
		Tipe		
		Ulir		M 14 X 1,25
		Celah busi mm		
Baterai	Tipe		36 B 20 L	
	Kapasitas AH		28 AH (5 HR)	
Alternator	Tipe		3 phase, alternating current comulating type	

	Out put V – A	12 – 40
	Pengatur tegangan	Pengatur elektronik (MIC)
Starter	Tipe	Konvensional
	Out put V - kw	12 – 0,8
Radio noise suppressing device		

7. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam menganalisa keausan silinder dan keolengan poros engkol adalah sebagai berikut :

a. Alat

1. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat pengukur presisi yang digunakan untuk mengukur panjang, kedalaman, dan diameter benda dengan akurasi tinggi. Fungsi utamanya adalah untuk mengukur dimensi objek dengan presisi yang lebih tinggi daripada penggaris biasa.



Gambar 1 Jangka Sorong

2. Mikrometer

Mikrometer, atau sering disebut juga micrometer, adalah alat pengukur presisi yang digunakan untuk mengukur dimensi benda dengan akurasi tinggi.



Gambar 2 Mikrometer

3. Dial Indicator

Dial indicator, atau sering disebut juga sebagai dial gauge atau dial test indicator, adalah alat pengukur presisi yang digunakan untuk mengukur perubahan kecil dalam posisi, keberatan, atau bentuk suatu objek.



Gambar 3 Dial Indikator

4. Dial Bore Gauge

Dial bore gauge adalah alat pengukur presisi yang digunakan khususnya untuk mengukur diameter dalam lubang silindris, seperti lubang silinder mesin.



Gambar 4 Dial Bore Guage

5. V Blok

V-block adalah perangkat pemegang yang digunakan dalam berbagai aplikasi manufaktur, pengukuran, dan inspeksi. Fungsi utama dari V-block adalah untuk menopang benda kerja dengan stabil dan presisi, serta memberikan akses yang baik untuk pengukuran atau proses machining.



Gambar 5 V Blok

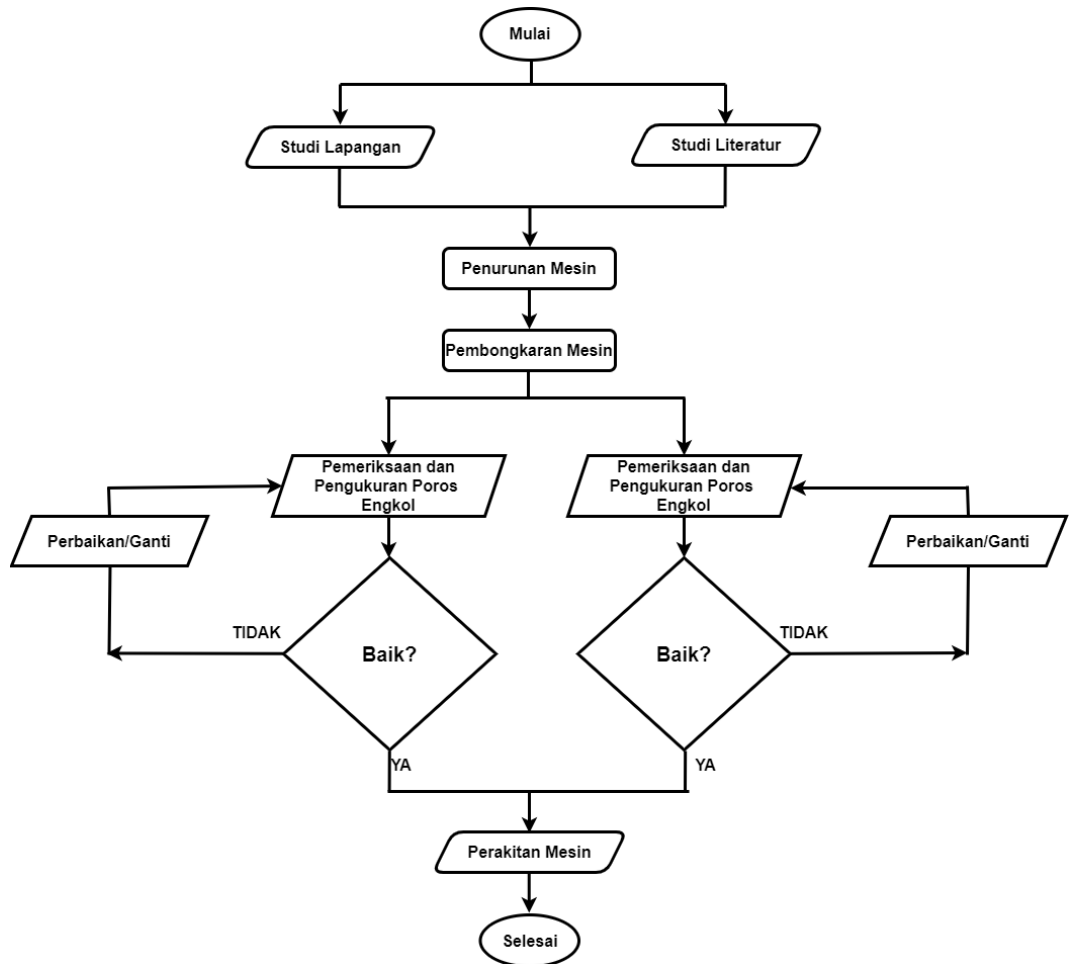
b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam Tugas Akhir adalah 1 unit Mesin Daihatsu Espass Pick Up.



Gambar 6 Mesin Daihatsu Espass Pick Up

8. Diagram Alir



Gambar 7 Diagram Alir Tugas Akhir

9. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan untuk mendukung kelancaran dan kesuaian penyusunan Laporan Tugas Akhir adalah hal yang mutlak yang perlu dilakukan oleh mahasiswa. Oleh karena itu berikut adalah cara dan metode yang digunakan untuk menyusun laporan, sebagai berikut :

1. Metode Observasi

Metode Observasi yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan dan pencatatan segala sesuatu yang berhubungan dengan judul penulisan laporan, sehingga nantinya diperoleh data yang

sistematis dan berkualitas dengan data-data yang sesungguhnya.

2. Metode Wawancara

Metode Wawancara yang dilakukan dengan tanya jawab dengan mekanik tentang bagaimana cara perawatan serta cara mengetahui kerusakan yang terjadi pada kendaraan untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

3. Metode Studi Literature

Metode Studi Literature adalah cara yang digunakan dengan mengumpulkan data berdasarkan buku referensi yang terdapat pada instansi.

4. Metode Mengidentifikasi

Metode mengidentifikasi, yaitu kegiatan yang mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mencatat data dan informasi dari kebutuhan lapangan.

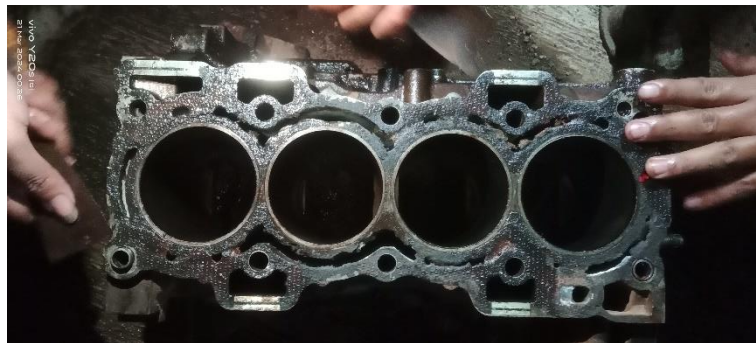
10. Pemeriksaan Keausan Dinding Silinder

a. Pemeriksaan Visual

Pemeriksaan keausan dinding silinder secara visual dilihat apakah ada goresan abnormal yang terdapat pada dinding silinder. Setelah diperiksa, keempat silinder tidak terdapat goresan abnormal maupun retakan. Hanya terdapat kerak sisa pembakaran pada bagian atas silinder, kondisi ini wajar untuk mesin bensin yang sudah berumur cukup lama. Kerak sisa pembakaran bisa dibersihkan menggunakan amplas halus sedikit demi sedikit agar tidak meninggalkan goresan pada silinder.



Gambar 8 Pemeriksaan Silinder Secara Visual



Gambar 9 Pemeriksaan Silinder Secara Visual

b. Pengukuran Dimensi Diameter Silinder

Pengukuran diameter silinder bertujuan untuk mengetahui keovalan dan ketirusannya. Jika ketirusan atau keovalan melebihi batas maka akan menyebabkan tekanan kompresi berkurang dan tenaga mesin juga ikut berkurang. Metode pengukuran diameter sendiri ada beberapa cara, seperti menggunakan mikrometer dalam, mengukur celah ring kompresi, dan menggunakan *dial bore guage*. Kali inipenulis akan menggunakan *dial bore guage* untuk mengukur diameter silinder karena keakuratannya yang cukup tinggi.

Sebelum melakukan pengukuran, siapkan alat-alat dan bahan yang diperlukan, seperti : jangka sorong, mikrometer, dan *dial bore guage* yang sudah di kalibrasi. Sedangkan bahannya adalah media yang akan diukur yang sudah dibersihkan dari sisa *perpack/gasket* dan kotoran lainnya.



Gambar 10 Alat Ukur

1. Untuk melakukan penyetelan, kita harus mengetahui lebih dulu berapa diameter standar blok mesin yang akan kita ukur. Diameter standar bisa diketahui dengan melihat spesifikasi teknis mesin atau mengukurnya secara langsung dengan *vernier caliper*. Pengukuran menggunakan *vernier caliper* hannya sebagai acuan karena kurang akurat.



Gambar 11 Pengukuran Diameter Silinder Menggunakan Jangka Sorong

2. Setelah diukur, baca hasil pengukuran dengan benar.



Gambar 12 Pembacaan Hasil Ukuran Jangka Sorong

Pembacaan skala utama = 76 mm (terdapat 6 garis setelah angka 7 pada skala utama yang persis berseberangan pada angka nol pada skala *vernier* disebelah kanannya). Kemudian pembacaan skala nonius : 0,60 mm (ditunjukkan dengan garis

yang lurus antara skala utama dan skala nonius). Jadi hasil pengukuran diameter menggunakan jangka sorong adalah 76,50 mm.

3. Setelah diketahui diameter silindernya, selanjutnya adalah memilih *replacement rod* untuk *dial bore guage*, karena diameter silindernya adalah 76,50 mm, maka kita pilih *replacement rod* ukuran 80. Mengapa lebih tinggi? Karena kita akan mengukur keausan. Komponen yang mengalami keausan pasti memiliki pembesaran diameter. Jika kita pilih *replacement rod* yang sama atau lebih kecil dari diameter silinder, maka *measuring point* tidak dapat tertekan saat melakukan pengukuran.
4. Setelah terpasang, maka set dial guage ke angka nol menggunakan mikrometer. Pastikan mikrometer pada ukuran 80 mm, masukan *replacement rod* pada *timble mikrometer*. Maka *measuring point* akan bergerak dan jarum dial guage ikut bergerak. Set skala dial guage ke posisi nol pada jarum besar dial guage.



Gambar 13 Menyeting Dial Bore Guage

5. Lakukan pengukuran di dalam silinder. Ada tiga posisi pengukuran tiap silinder yaitu sumbu X dan Y masing-masing posisi atas, tengah, dan bawah. Sumbu X adalah sumbu yang memotong mesin secara melintang atau Horizontal. Sedangkan sumbu Y adalah garis yang memotong mesin secara vertikal atau memanjang. Kemudian catat hasil pengukurannya untuk mencari ketirusan dan keovalan silinder.

6. Berikt hasil pengukuran diameter silinder menggunakan *dial bore guage* (dalam satuan milimeter).

Table 2 Hasil Pengukuran Diameter Silinder

	SILINDER 1		SILINDER 2		SILINDER 3		SILINDER 4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
ATAS	76,52	76,51	76,49	76,50	76,50	76,51	76,51	76,51
TENGAH	76,51	76,50	76,51	76,50	76,49	76,50	76,50	76,49
BAWAH	76,50	76,50	76,50	76,51	76,51	76,50	76,49	76,50
Menggunakan Satuan Milimeter								

7. Menghitung keovalan silinder dengan menggunakan rumus dibawah ini :

Keovalan = Selisih antara X dengan Y pada posisi dan silinder yang sama
 LIMIT = 0,01 mm

- Keovalan silinder 1 atas = $76,52 - 76,51 = 0,01$
- Keovalan silinder 1 tengah = $76,51 - 76,50 = 0,01$
- Keovalan silinder 1 bawah = $76,50 - 76,50 = 0$
- Keovalan silinder 2 atas = $76,49 - 76,50 = 0,01$
- Keovalan silinder 2 tengah = $76,51 - 76,50 = 0,01$
- Keovalan silinder 2 bawah = $76,50 - 76,51 = 0,01$
- Keovalan silinder 3 atas = $76,50 - 76,51 = 0,01$
- Keovalan silinder 3 tengah = $76,49 - 76,50 = 0,01$
- Keovalan silinder 3 bawah = $76,51 - 76,50 = 0,01$
- Keovalan silinder 4 atas = $76,51 - 76,51 = 0$
- Keovalan silinder 4 tengah = $76,50 - 76,49 = 0,01$
- Keovalan silinder 4 bawah = $76,49 - 76,50 = 0,01$

Table 3 Hasil Perhitungan Keovalan Silinder

	POSISI	KEOVALAN	STD	KET.	TINDAKAN
SILINDER 1	ATAS	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	TENGAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	BAWAH	0	0,01	BAIK	TDK ADA
SILINDER 2	ATAS	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	TENGAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA

	BAWAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
SILINDER 3	ATAS	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	TENGAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	BAWAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	BAWAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
SILINDER 4	ATAS	0	0,01	BAIK	TDK ADA
	TENGAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	BAWAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA
	BAWAH	0,01 mm	0,01	BAIK	TDK ADA

8. Menghitung ketirusan silinder dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Ketirusan} = \frac{\text{Selisih X atas dengan X bawah} - \text{selisih Y atas dengan Y bawah}}{\text{LIMIT}}$$

$$\text{LIMIT} = 0,03 \text{ mm}$$

- Ketirusan silinder 1 X = $76,52 - 76,50 = 0,02$
- Ketirusan silinder 1 Y = $76,51 - 76,50 = 0,01$
- Ketirusan silinder 2 X = $76,49 - 76,50 = 0,02$
- Ketirusan silinder 2 Y = $76,50 - 76,51 = 0,01$
- Ketirusan silinder 3 X = $76,50 - 76,51 = 0,01$
- Ketirusan silinder 3 Y = $76,51 - 76,50 = 0,01$
- Ketirusan silinder 4 X = $76,51 - 76,49 = 0,02$
- Ketirusan silinder 4 Y = $76,51 - 76,50 = 0,01$

Table 4 Hasil Perhitungan Ketirusan Silinder

	POSISI	KETIRUSAN	STD	KET.	TINDAKAN
SILINDER1	X	0,02 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
	Y	0,01 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
SILINDER 2	X	0,02 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
	Y	0,01 mm	0,03	BAIK	TDK ADA

SILINDER 3	X	0,01 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
	Y	0,01 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
SILINDER 4	X	0,02 mm	0,03	BAIK	TDK ADA
	Y	0,01 mm	0,03	BAIK	TDK ADA

11. Pemeriksaan Poros Engkol

Ada beberapa indikator yang dapat menunjukkan bahwa *crankshaft* masih layak dipakai atau tidak, antara lain *crankshaft journal clearence*, *thrust clearence*, dan *tun-out crankshaft*. Untuk mengetahui tiga hal diatas, kita perlu melakukan beberapa pengukuran. Sebelumnya, persiapkan alat-alat yang dipakai untuk mengukur poros engkol antara lain :

- V Block.
- Jangka Sorong.
- Mikeometer.
- Bial Guage.
- Meja.

Setelah semua peralatan telah siap, berikut adalah poin-poin dan cara pengukuran padaporos engkol :

a. Pemeriksaan Poros Engkol Secara Visual

Pemeriksaan visual pada poros engkol meliputi pemeriksaan goresan pada bantalan, *crank journal* dan *crank pin*. Ganti bantalan jika terdapat goresan abnormal. Setelah dilakukan pengamatan secara visual, semua *crank journal* dan *crank pin* tidak terdapat abnormal, hannya goresan tipis sehelai rambut wajar karena faktor pemakaian dan tidak diperlukan tindakan.



Gambar 14 Pemeriksaan Visual Poros Engkol

b. Pemeriksaan Keolengan Poros Engkol

1. Letakkan V Blok diatas meja.
2. Bersihkan poros engkol dari oli dan kotoran lainnya.
3. Posisikan poros engkol pada V Blok. Pastikan poros engkol bisa berputar tanpa hambatan.
4. Lakukan pemeriksaan keolengan poros engkol dengan menempatkan *dial guage* pada *journal* pada bagian tengah.
5. Putar *crank shaft* secara perlahan hingga 360° atau satu putaran. Sambil memutar, perhatikan petunjuk dial untuk mencari pergerakan terjauh dari petunjuk ini.

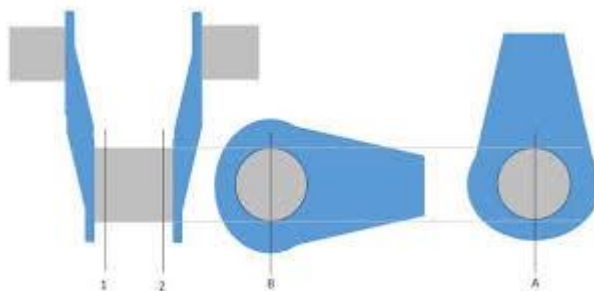


Gambar 15 Mengukur Keolengan Poros Engkol

6. Setelah diputar 360° , jarum besar bergerak ke kanan 3 strip dan ke kiri 2 strip. Maka kebengkokan poros engkol adalah $0,03 + 0,02 = 0,05$ mm. Untuk standar kebengkokan adalah 0,02 mm dan limitnya 0,05 mm. Jadi poros engkol masih layak digunakan karena masih sama limit keolengannya.

c. Pengukuran *Crank Pin* Poros Engkol

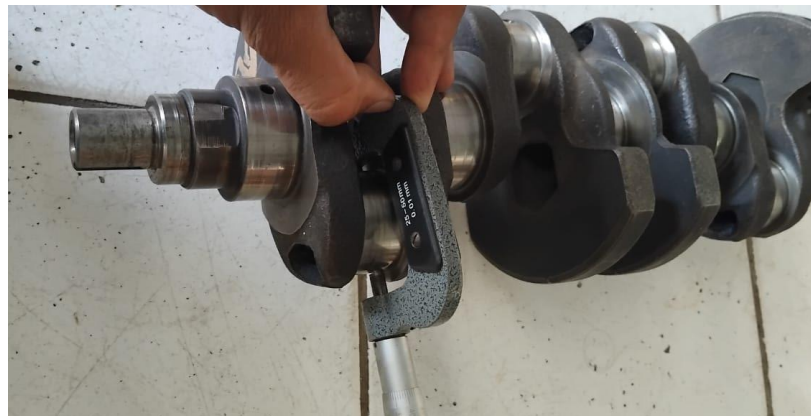
Crank pin adalah poros pada *crank shaft* yang berhubungan dengan *connecting rod*. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui beberapa hal seperti keovalan dan ketirusan *crank pin*.



Gambar 16 Posisi Pengukuran Crank Journal dan Crank Pin

Untuk mengetahui ketirusan *crank pin*, anda harus mencari selisih antara A1 dan A2 serta B1 dan B2 (ketirusan sudut $A = A1 - A2$, ketirusan sudut $B = B1 - B2$). Sedangkan untuk mengetahui keovalan *crank pin*, anda harus mencari selisih antara A1 dan B1 serta A2 dan B2 (keovalan posisi 1 = $A1 - B1$ keovalan posisi 2 = $A2 - B2$).

1. Siapkan *outside micrometer* dengan skala pengukuran yang sesuai dengan diameter *crank pin*.
2. Set micrometer hingga pembacaannya tepat.
3. Tempatkan crank shaft pada v blok di atas meja.
4. Ukur pin pada 4 posisi, yakni posisi A1, A2, B1, dan B2. Posisi A dan B merupakan garis yang saling berpotongan pada crank pin, sementara posisi 1 dan 2 merupakan posisi sisi kanan dan sisi kiri *crank pin*.



Gambar 17 Mengukur Diameter Crank Pin

5. Catat hasil pengukuran tersebut pada sebuah note, kemudian ukur crank pin lainnya.
6. Rangkuman dari hasil pengukuran crank pin adalah sebagai berikut.

Table 5 Hasil Pengukuran Diameter *Crank Pin*

POSISI	CRANK PIN			
	1	2	3	4
A1	42,45 mm	42,43 mm	42,43 mm	42,42 mm
A2	42,42 mm	42,41 mm	42,42 mm	42,45 mm
B1	42,44 mm	42,42 mm	42,43 mm	42,43 mm
B2	42,43 mm	42,42 mm	42,43 mm	42,44 mm

7. Perhitungan keovalan *crank pin* dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\begin{aligned}\text{Keovalan posisi 1} &= A1 - B1 \\ \text{Keovalan posisi 2} &= A2 - B2 \\ \text{LIMIT} &= 0,01 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Keovalan *crank pin* 1 posisi 1 = $42,45 - 42,44 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 1 posisi 2 = $42,42 - 42,43 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 2 posisi 1 = $42,43 - 42,42 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 2 posisi 2 = $42,41 - 42,42 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 3 posisi 1 = $42,43 - 42,43 = 0$
- Keovalan *crank pin* 3 posisi 2 = $42,42 - 42,43 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 4 posisi 1 = $42,42 - 42,43 = 0,01$
- Keovalan *crank pin* 4 posisi 2 = $42,45 - 42,44 = 0,01$

Table 6 Hasil Pengukuran Keovalan *Crank Pin*

POSISI	KEOVALAN CRANK PIN				KET
	1	2	3	4	
1	0,01 mm	0,01 mm	0	0,01 mm	BAIK
2	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	BAIK

8. Perhitungan ketirusan *crank pin* menggunakan rumus dibawah ini.

$$\begin{aligned}\text{Ketirusan sudut A} &= A1 - A2 \\ \text{Ketirusan sudut B} &= B1 - B2 \\ \text{LIMIT} &= 0,03 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Ketirusan *crank pin* 1 sudut A = $42,45 - 42,42 = 0,03$
- Ketirusan *crank pin* 1 sudut B = $42,44 - 42,43 = 0,01$
- Ketirusan *crank pin* 2 sudut A = $42,43 - 42,41 = 0,02$
- Ketirusan *crank pin* 2 sudut B = $42,42 - 42,42 = 0$
- Ketirusan *crank pin* 3 sudut A = $42,43 - 42,42 = 0,01$
- Ketirusan *crank pin* 3 sudut B = $42,43 - 42,43 = 0$
- Ketirusan *crank pin* 4 sudut A = $42,42 - 42,45 = 0,03$
- Ketirusan *crank pin* 4 sudut B = $42,43 - 42,44 = 0,01$

Table 7 Hasil Pengukuran Ketirusan *Crank Pin*

POSISI	KETIRUSAN CRANK PIN				KET
	1	2	3	4	
A	0,03 mm	0,02 mm	0,01 mm	0,03 mm	BAIK
B	0,01 mm	0	0	0,01 mm	BAIK

d. Pengukuran Crank Journal

Crank journal merupakan poros engkol yang menjadi tumpuan *crank shaft* terhadap blok silinder, *journal* ini ada 5 buah untuk mesin

4 silinder, terkait pengukurannya juga sama dimana tiap *journal* terdapat 4 posisi pengukuran (A1, A2, B1, B2) hasil pengukuran *crank journal* ini akan kita gunakan untuk mencari keovalan dan ketirusan *crank journal* (caranya sama seperti pengukuran pada *crank pin*). Lebih rincinya sebagai berikut :

1. Siapkan *micrometer* dengan skala pengukuran sesuai dengan diameter *crank journal*.
2. Set *micrometer* hingga pembacaannya tepat.
3. Masih tempatkan *crankshaft* pada v blok di atas meja.
4. Ukur *journal* ini pada 4 posisi, yakni posisi A1, A2, B1, dan B2.

Posisi A dan B merupakan garis saling berpotongan pada *crank journal*, sementara posisi 1 dan 2 merupakan posisi kanan dan kiri *crank journal*.



Gambar 18 Mengukur Diameter *Crank Journal*

5. Catat hasil pengukuran *tersebut*, kemudian ukur *crank journal* lainnya.

6. Rangkuman dari hasil pengukuran *crank journal* adalah sebagai berikut.

Table 8 Hasil Pengukuran Diameter *Journal*

POSISI	CRANK JOURNAL				
	1	2	3	4	5
A1	61,28 mm	61,26 mm	61,29 mm	61,28 mm	61,25 mm
A2	61,28 mm	61,25 mm	61,27 mm	61,29 mm	61,25 mm
B1	61,27 mm	61,27 mm	61,30 mm	61,29 mm	61,26 mm
B2	61,28 mm	61,26 mm	61,28 mm	61,30 mm	61,25 mm

7. Perhitungan keovalan *crank journal* dengan menggunakan rumus dibawah ini.

Keovalan posisi 1	= A1 – B1
Keovalan posisi 2	= A2 – B2
LIMIT	= 0,01 mm

- Keovalan *crank journal* 1 posisi 1 = $61,28 - 61,27 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 1 posisi 2 = $61,28 - 61,28 = 0$
- Keovalan *crank journal* 2 posisi 1 = $61,26 - 61,27 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 2 posisi 2 = $61,25 - 61,26 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 3 posisi 1 = $61,29 - 61,30 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 3 posisi 2 = $61,27 - 61,28 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 4 posisi 1 = $61,28 - 61,29 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 4 posisi 2 = $61,29 - 61,30 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 5 posisi 1 = $61,25 - 61,26 = 0,01$
- Keovalan *crank journal* 5 posisi 2 = $61,25 - 61,35 = 0$

Table 9 Hasil Pengukuran Keovalan *Crank Journal*

POSISI	KEOVALAN CRANK JOURNAL					KET
	1	2	3	4	5	
1	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	BAIK
2	0 mm	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm	0	BAIK

8. Perhitungan ketirusan *crank journal* menggunakan rumus dibawah ini.

$$\begin{aligned}\text{Ketirusan sudut A} &= A1 - A2 \\ \text{Ketirusan sudut B} &= B1 - B2 \\ \text{LIMIT} &= 0,03 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Ketirusan *crank journal* 1 sudut A = $61,28 - 61,28 = 0$
- Ketirusan *crank journal* 1 sudut B = $61,27 - 61,28 = 0,01$
- Ketirusan *crank journal* 2 sudut A = $61,26 - 61,25 = 0,01$
- Ketirusan *crank journal* 2 sudut B = $61,27 - 61,26 = 0,01$
- Ketirusan *crank journal* 3 sudut A = $61,29 - 61,27 = 0,02$
- Ketirusan *crank journal* 3 sudut B = $61,30 - 61,28 = 0,02$
- Ketirusan *crank journal* 4 sudut A = $61,28 - 61,29 = 0,01$
- Ketirusan *crank journal* 4 sudut B = $61,29 - 61,30 = 0,01$
- Ketirusan *crank journal* 5 sudut A = $61,25 - 61,25 = 0$
- Ketirusan *crank journal* 5 sudut B = $61,26 - 61,25 = 0,01$

Table 10 Hasil Pengukuran Ketirusan *Crank Journal*

POSISI	KETIRUSAN CRANK JOURNAL					KET
	1	2	3	4	5	
A	0	0,01 mm	0,02 mm	0,01 mm	0	BAIK
B	0,01 mm	0,01 mm	0,02 mm	0,01 mm	0,01 mm	BAIK

12. Rangkuman Hasil Pemeriksaan

Berdasarkan indentifikasi yang telah dilakukan, berikut rangkuman hasil pemeriksaan pada Keausan Silinder dan Poros Engkol Mesin Daihatsu Espass Pick Up :

Table 11 Rangkuman Hasil Identifikasi Silinder dan Poros Engkol

NO	PEMERIKSAAN	HASIL PEMERIKSAAN	KETERANGAN
1	Visual silinder	Tidak terdapat goresan abnormal maupun retakan, hanya ada kerak pembakaran pada bagian atas lintasan ring kompresi.	Cukup diampas menggunakan amplas halus dengan hati-hati.
2	Keovalan silinder	1. Hasil pengukuran menunjukan keovalan silinder masih dalam kondisi baik. 2. Keovalan terbesar adalah : 0,01 mm.	Limit pengukuran : 0,01 mm.
3	Ketirusan silinder	1. Hasil pengukuran menunjukan ketirusan silinder masih dalam kondisi baik. 2. Ketirusan terbesar adalah : 0,03 mm.	Limit pengukuran : 0,03 mm.
4	Visual poros engkol	Tidak terdapat	

		goresan abnormal pada journal dan pin poros engkol.	
5	Keolengan poros engkol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keolengan poros engkol masih dalam kondisi baik. 2. Keolengan porps engkol $0,03 + 0,02 = 0,05$ mm. 	Untuk standar kebengkokan adalah 0,02 mm dan limitnya 0,05 mm
6	Keovalan dan ketirusan pin poros engkol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil pengukuran menunjukkan keovalan dan ketirusan <i>pin</i> poros engkol masih dalam kondisi baik meskipun mendekati limit. 2. Keovalan <i>crank pin</i> terbesar adalah : 0,01 mm. 3. Ketirusan <i>crank pin</i> terbesar adalah : 0,03 mm. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limit keovalan <i>crank pin</i> adalah : 0,01 mm. 2. Limit ketirusan <i>crank pin</i> adalah : 0,03 mm.
7	Keovalan dan ketirusan <i>journal</i> poros engkol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil pengukuran menunjukkan keovalan dan ketirusan <i>journal</i> poros engkol masih dalam kondisi baik meskipun mendekati limit. 2. Keovalan <i>crank journal</i> terbesar adalah : 0,01 mm. 3. Ketirusan <i>crank journal</i> terbesar adalah : 0,02 mm. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limit keovalan <i>crank journal</i> adalah : 0,01 mm. 2. Limit ketirusan <i>crank journal</i> adalah : 0,03 mm.

13. Penutup

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan dalam tugas akhir ini yang berjudul **“Identifikasi Keausan Dinding Silinder dan Keolengan Poros Engkol Pada Mesin Daihatsu Espass Pick Up”** serta urutan pembahasan yang berada di dalamnya, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Hasil pengamatan secara visual pada dinding silinder menunjukkan masih dalam keadaan baik, tidak terdapat goresan yang dalam. Berdasarkan pengukuran keovalan pada dinding silinder, hasil yang terbesar adalah 0,01 mm, sedangkan batas standar maksimum yang diijinkan adalah 0,01. Jadi, keovalan pada dinding silinder masih dalam keadaan standar. Lalu pengukuran ketirusan pada dinding silinder, hasil yang terbesar adalah 0,03 mm, sedangkan batas standar maksimum yang diizinkan adalah 0,03 mm. Jadi, ketirusan pada dinding silinder masih dalam keadaan standar.

Hasil pengamatan visual secara keseluruhan pada poros engkol menunjukkan masih dalam keadaan baik, tidak terdapat goresan yang dalam. Pada poros engkol dilakukan tiga pengukuran, yaitu keolengan poros engkol, keovalan ketirusan crank journal, dan keovalan ketirusan crank pin. Pengukuran keolengan dan ketirusan pada crank pin hasil terbesar adalah 0,05 mm, sedangkan batas standar maksimum yang diizinkan adalah 0,05

mm. Jadi, keovalan dan ketirusan pada crank pin masih dalam keadaan standar. Pengukuran keovalan dan ketirusan pada crank journal hasil terbesar adalah 0.02 mm, sedangkan batas standar maksimum yang diizinkan adalah 0,03 mm. Jadi, keovalan dan ketirusan pada crank pin masih dalam keadaan standar.

2. Kerusakan pada dinding silinder dan poros engkol sering kali terjadi karena oli mesin yang terlalu sedikit, oli mesin yang tidak pernah diganti, panas yang berlebih pada silinder, maupun usia pemakaian yang sudah lama. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan rutin terhadap kekentalan maupun volume oli mesin minimal sebulan sekali, lalu lakukan penggantian oli mesin setiap 10000 km laju kendaraan/6 bulan sekali.

Untuk mencegah keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada mesin membutuhkan perawatan yang tepat, berikut langkah untuk mencegah keausan pada dinding silinder dan poros engkol : pemeliharaan secara rutin, pemantauan suhu dan tekanan mesin supaya tidak overheating, memilih kualitas bahan bakar yang baik, dan pergantian komponen yang sudah aus.

3. Cara mengatasi keausan dinding silinder dan keolengan poros engkol pada mesin, yaitu : mesin ulang (reboring atau rebuilding), jika dinding silinder telah terlalu aus, anda mungkin perlu melakukan proses mesin ulang (reboring) untuk mengembalikan dinding silinder ke ukuran yang optima bertujuan untuk

menghapus material yang aus dan memperbaiki dinding silinder agar sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.

b. Saran

Ada beberapa saran yang dapat diberikan dari pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan ini, yaitu :

1. Pada saat pembongkaran dan pemasangan mesin, pastikan dilakukan dengan teliti dan hati-hati, agar menghindari kerusakan pada komponen mesin.
2. Lakukan kalibrasi pada setiap alat ukur yang digunakan, agar mendapatkan hasil pengukuran yang akurat.lalu, catatlah hasil pengukuran tersebut, supaya mempermudah dalam penyusunan laporan.
3. Utamakan keamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja pada setiap melakukan pekerjaan di bengkel.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. (1990). Dasar-Dasar Teknik Mobil. *Bumi Aksara*.
- Hidayat, W. (2012). Motor Bensin Modern. *Rineka Cipta*.
- Hidayat, W., & Sadiana, R. (2017). *Teknologi Baru Motor Bensin*.
- Kristanto, P. (2015). Motor Bakar Torak. *Andi Publisher*.
- Prasetyo, I., & Anam, K. (2019). *Keolengan Poros Engkol Pada Mesin Diesel Mitsubishi Ps 100*. 4(1), 33–38.
- Prasetyo, I., & Pardana, A. P. (2018). Identifikasi Dan Trouble Shooting Sistem. *Jurnal Surya Teknika*, 3(1), 6–15.
- Sukmara, S. (2015). Analisis Karakteristik Ring Piston Original Dan Ring Piston Lokal Pada Mobil Daihatsu S-38. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 2(1), 29–35. <https://doi.org/10.21009/jkem.2.1.3>