

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses *cutting* Turbocharger

Dalam pengerjaan media pembelajaran dalam sistim Turbocharger, adapun langkah yang dilakukan dalam pengerjaan proses *cutting* turbocharger. Berikut adalah beberapa langkah yang dilakukan :

4.1.1 Proses pengerjaan *cutting* Turbocharger

Alat Turbocharger yang digunakan adalah Turbocharger KIA Carnival 2.9 Diesel Type RHF5. Adapun alat Turbocharger yang belum di *cutting* tampak pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Turbocharger sebelum di *cutting*

4.1.2 Langkah *cutting* komponen Turbocharger sebagai berikut

1. Melakukan proses *cutting* pada *Turbine housing*
memberikan tanda agar dalam pengerjaannya dapat mempermudah proses



Gambar 4. 2 *Turbine Housing*

2. Melakukan proses *cutting* pada compressor housing
memberikan tanda agar dalam pengerjaannya dapat mempermudah proses



Gambar 4. 3 *Compressor Housing*

3. Melakukan proses *cutting* pada CHRA (center housing & rotating assembly)



Gambar 4. 4 CHRA (*Center Housing & Rotation Assembly*)

4. Setelah melakukan proses *cutting* pada Alat Turbocharger kemudian *Turbocharger* kembali dirakit. Adapun setelah proses *Turbocharger* yang telah dirakit dapat di lihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 *Turbocharger* setelah di *cutting*

4.1.2 Rangka/Stand

Dalam sebuah media di perlukannya sebuah rangka/stand agar dapat menunjang sebuah media. Adapun rangka/stand yang buat adalah pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 tampak atas dan depan.



Gambar 4. 6 Tampak atas



Gambar 4. 7 Tampak depan

4.2 Fungsi dan cara kerja *Turbocharger*

4.2.1 Fungsi

Turbocharger yaitu suatu mekanisme pembantu dalam sistem (*suction*) pemasukan udara dimana sistem ini digerakkan oleh gas buang yang memutar turbin diantara pipa gas buang. Dalam fungsinya Turbocharger yaitu memampatkan udara yang masuk yang bertujuan untuk menghasilkan tenaga (*power*) yang besar.

4.2.2 Cara kerja Turbocharger pada media pembelajaran

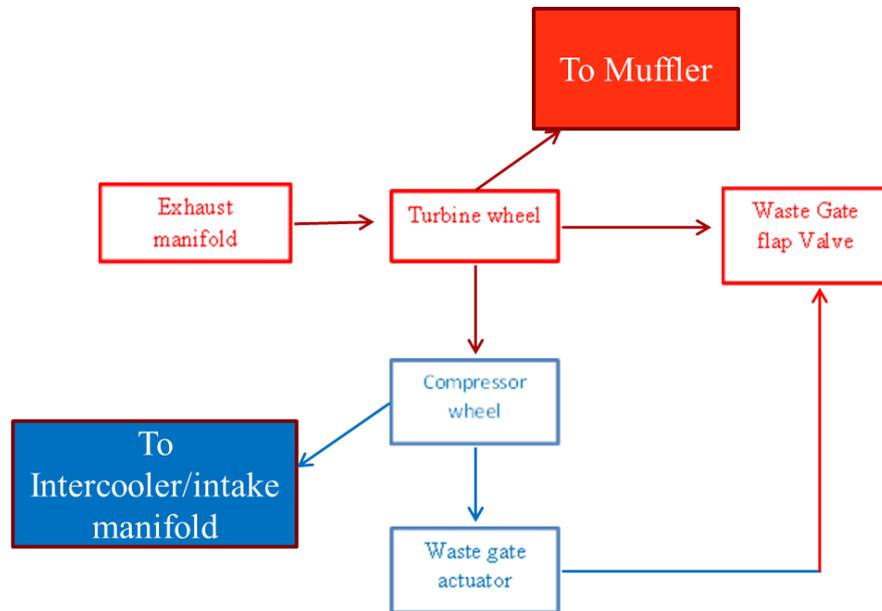
Turbocharger bekerja dengan memanfaatkan sisa dari hasil pembakaran pada sebuah mesin. Turbocharger baru akan bekerja pada saat dimana gas buang yang di hasilkan oleh sebuah mesin mencapai 2.500 *Rpm* . Sisa dari gas buang hasil pembakaran menuju ke *Turbine wheel*. Gas buang memutarakan *Turbine wheel* dan *compressor wheel*. *Turbine wheel* dan *compressor wheel* satu poros *shaft* maka *compressor wheel* juga akan ikut memutar dengan kecepatan yang sama.

Pada *compressor wheel* udara dari *atmosfir* di hisap melalui *air cleaner* dan mengkompresikan udara ke *combustion chamber*. Selama tekanan gas buang (*exhaust gas pressure*) di dalam *exhaust manifold* berada dibawah tekanan 0,68 kgf/cm^2 actuator tidak bekerja dan waste gate valve masih tertutup. Seluruh sisa hasil dari pembakaran (gas buang) mengalir melalui *turbine housing*.



Gambar 4. 8 cara kerja Turbocharger

4.2.3 Skema aliran sistim *Turbocharger*



Gambar 4.9 skema aliran sistim *Turbocharger*

a.) *Exhaust manifold*

Exhaust manifold merupakan *port* (lubang) dimana sisa dari hasil pembakaran (gas buang) keluar melalui lubang tersebut.

b.) *Turbine wheel*

Hembusan dari sisa hasil pembakaran (gas buang) melewati *Turbine wheel* dimana posisi pada *turbine wheel* berada di dalam *turbine housing*. Akibat adanya hembusan dari sisa hasil pembakaran (gas buang) maka *turbine wheel* tadi akan berputar (*rotation*).

c.) **Compressor wheel** :

Karena *turbine wheel* dan *Compressor wheel* terhubung pada satu poros (*shaft*) yang sama, maka *compressor wheel* juga akan ikut berputar dengan kecepatan yang sama. *Compressor wheel* berada pada *compressor housing*. Pada *compressor housing* terdapat (AI) *Air inlet* yang mana udara pada *atmosfir* kemudian dihisap kemudian udara akan di kompres menuju (AO) *Air outlet* dimana *air outlet* tersebut akan terhubung dengan *intercooler* lalu ke ruang bakar.

d.) **Waste gate actuator**

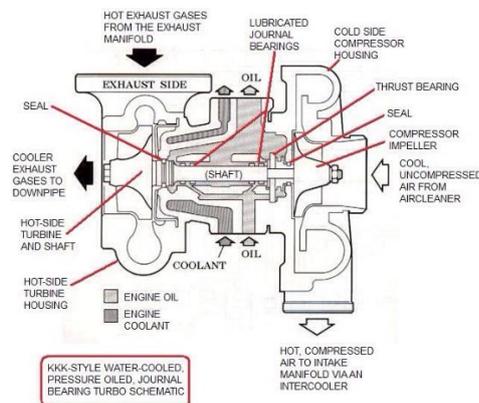
Akibat tekanan (*pressure*) yang tinggi dari sisa hasil pembakaran (gas buang) yang memutar *turbine wheel* dan *compressor wheel* maka terdapatnya *waste gate actuator*. *waste gate actuator* berada pada posisi di *compressor housing*. *Waste gate actuator* memiliki fungsi yaitu udara yang dihisap oleh *compressor wheel* masuk ke (AI) *air inlet* lalu sebelum ke (AO) *air outlet* akan di atur tekanannya oleh *waste gate actuator*. *Waste gate actuator* sendiri baru akan bekerja pada tekanan 0,68 kgf/m².

e.) *Waste gate flap valve*

Pada saat *waste gate actuator* bekerja maka *waste gate flap valve* juga akan ikut bekerja karena *waste gate actuator* terhubung satu batang (*rod*) dengan *waste gate flap valve*. *waste gate flap valve* berada pada posisi di Turbin housing. Fungsi dari *waste gate flap valve* itu sendiri adalah dimana pada saat *mass air flow* (jumlah aliran udara) dari (AI) *air inlet* yang akan masuk menuju (AO) *air outlet (compressor housing)* melebihi tekanan, maka *waste gate actuator* akan mendorong batang (*rod*) sehingga *waste gate flap valve* akan terbuka dan membuang langsung sisa hasil pembakaran (gas buang) langsung menuju *muffler* (knalpot) tanpa melewati *turbin wheel*.

Turbin dan kompressor pada turbocharger tersusun atas bagian rotor dan rumah casing. Keduanya berada pada satu poros yang ditopang oleh sebuah sistem bearing (bantalan) di tengah-tengah antara turbin dan kompressor. Untuk kebutuhan *assembly*, casing turbin dan kompressor disatukan oleh sebuah sistem bernama *Center housing & Rotation Assembly (CHRA)*. Karena sistem bearing terletak pada *CHRA*, maka sistem *Lubrication* (pelumasan) & pendinginan pada turbocharger berada pada *CHRA*.

1. Sistem pelumasan : Sistem pelumasan pada *CHRA* didapatkan dari oli mesin dimana oli mesin disalurkan melalui *oil inlet pipe* dan disirkulasikan diantara bearing-bearing. Setelah melumasi bearing-bearing lalu oli ini akan mengalir melalui *oil outlet pipe* dan akan kembali ke *oil pan*
2. Sistem pendinginan : Turbocharger didinginkan oleh air pendingin (*water coolant*) mesin. air pendingin (*water coolant*) tersebut dikirim dari *housing thermostat* dan masuk ke dalam *coolant channel* melalui *coolant inlet pipe*, kemudian setelah dari turbocharger kembali ke *water pump* melalui *coolant outlet pipe*.



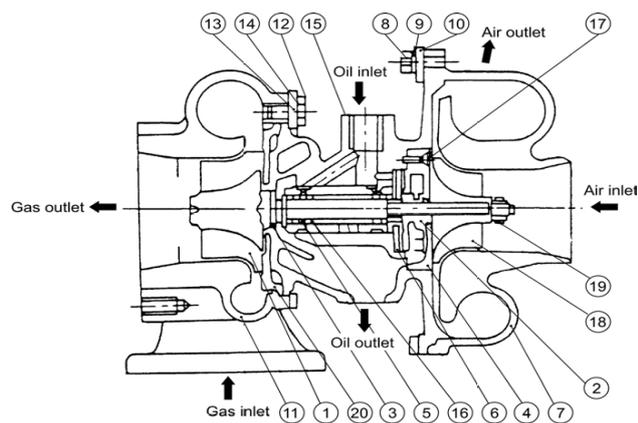
Gambar 4.10 *CHRA (Center Housing & Rotation Assembly)*

4.3 Struktur, konstruksi, dan komponen *Turbocharger*

Tabel 4. 1 Spesifikasi Data *Turbocharger* Type RHF5

<i>Engine model (application)</i>	J3 CR
<i>Turbocharger model</i>	RHF5
<i>Turbocharger specification</i>	Standard (w/waste gate)
<i>Turbine Type</i>	<i>Radial Flow</i>
<i>Blower (compressor) type</i>	<i>Centrifugal</i>
<i>Lubrication Method</i>	<i>External Lubrication</i>
<i>Max. Continuous allowable speed</i>	180,000 Rpm
<i>Max. Continuous allowable gas inlet Temperature</i>	750° C

4.3.1 Konstruksi *Turbocharger*

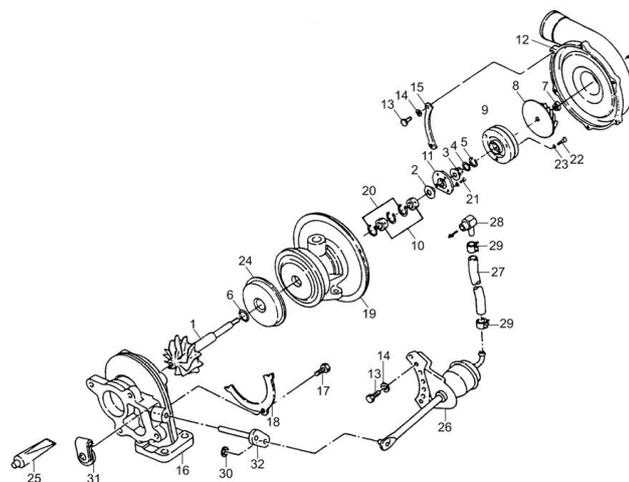


Gambar 4. 11 konstruksi *Turbocharger*

Tabel 4. 2 Konstruksi *Turbocharger*

No	Part Name	No	Part Name
1	<i>Turbine Shaft</i>	11	<i>Turbine housing</i>
2	<i>Oin thrower</i>	12	<i>M6 hexagon bolt</i>
3	<i>Turbine side seal ring</i>	13	<i>Turbine side clamp</i>
4	<i>Seal plate</i>	14	<i>Lock washer</i>
5	<i>Journal Bearing</i>	15	<i>Bearing housing</i>
6	<i>Thrust Bearing</i>	16	<i>Retaining ring</i>
7	<i>Compressor Housing</i>	17	<i>M3 countersunk flat head</i>
8	<i>M5 hexagon bolt</i>	18	<i>Compressor wheel</i>
9	<i>M5 Spring Washer</i>	19	<i>Shaft end nut</i>
10	<i>Compressor side clamp</i>	20	<i>Heat protector</i>

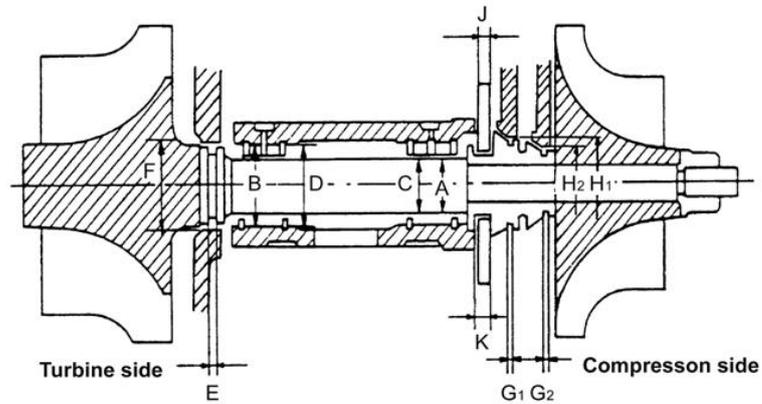
4.3.2 Komponen *Turbocharger*

Gambar 4. 12 komponen *Turbocharger*

Tabel 4. 3 komponen *Turbocharger*

No	Part name	No	Part name
1	<i>Turbine shaft</i>	17	<i>Bolt</i>
2	<i>Thrust bushing</i>	18	<i>Lock plate</i>
3	<i>Oil thrower</i>	19	<i>Bearing housing</i>
4	<i>Seal ring</i>	20	<i>Retaining ring</i>
5	<i>Seal ring</i>	21	<i>Screw</i>
6	<i>Seal ring (Turbine side)</i>	22	<i>Screw</i>
7	<i>Lock nut</i>	23	<i>Lock washer</i>
8	<i>Impeller</i>	24	<i>Heat protector</i>
9	<i>Seal plate</i>	25	<i>Liquid gasket</i>
10	<i>Journal bearing</i>	26	<i>Waste gate actuator</i>
11	<i>Thrust bearing</i>	27	<i>Hose</i>
12	<i>Compressor housing</i>	28	<i>Adapter</i>
13	<i>Flanged bolt</i>	29	<i>Clip</i>
14	<i>Spring washer</i>	30	<i>Retaining ring</i>
15	<i>Clamp</i>	31	<i>Waste gate valve</i>
16	<i>Turbine housing</i>	32	<i>Link plate</i>

1.3.3 nilai standar



Gambar 4. 13 Nilai Standar

Tabel 4 .7 Nilai Standar

	Standar dimension (mm)	Wear limit
Turbine shaft journal outside diameter (A)	7.99-8.00	7.98
Turbine shaft seal ring groove width (E)	1.25-1.28	1.29
Compressor side seal ring groove width (G1)	1.22-1.23	1.31
Compressor side seal ring groove width (G2)	1.02-1.03	1.11
Turbine shaft run-out	0.002	0.011
Journal bearing inside diameter (C)	8.01-8.03	8.04
Journal bearing outside diameter (D)	12.32-12.33	12.31
Bearing housing inside diameter (B)	12.40-12.41	12.42
Thrust bearing width (J)	3.99-4.01	3.98
Thrust bushing groove dimension (K)	4.04-4.05	4.07

Turbine side (bearing housing) (F)	15.00-15.02	15.05
Compressor side (seal ring) (H1)	12.40-12.42	12.45
Compressor side (seal ring) (H2)	10.00-10.02	10.05
Rotor play in axial	0.03-0.06	0.09
Rotor play in radial	0.08-0.13	0.17

4.4 *Inspection procedure (prosedur pemeriksaan)*

4.4.1 *Pemeriksaan Turbocharger*

a. *Pemeriksaan Turbocharger turbine housing*

Pastikan bagian-bagian tidak terdapat keretakan, terhambatnya gerakan, atau kerusakan, serta *distorsi* dari bentuk, dan juga tidak adanya kebocoran minyak dari seal dan tidak ada kebocoran gas.

b. *Pemeriksaan Turbocharger compressor housing*

Periksa rumah kompresor dan *impeller* kompresor, untuk mengetahui cacat permukaan, penyok atau retak di permukaan dan ganti jika rusak

c. *Pemeriksaan compressor impeller*

Periksa serta pastikan tidak adanya korosi atau deformasi.

(hasil pengukuran : 35.08 mm)

(batas limit : 35.15 mm)



Gambar 4. 14 Pemeriksaan *Compressor Impeller*

d. Pemeriksaan *Turbine impeller*

Periksa serta pastikan tidak adanya *korosi* atau *deformasi*.

(hasil pengukuran : 36.05 mm)

(batas limit : 36.15 mm)



Gambar 4. 15 Pemeriksaan *Turbine impeller*

e. Inspeksi rotasi rotor

Periksa rotasi rotor dengan mendengarkan suara selama rotasi. pemeriksaan dengan mendengarkan bunyi suara. Jika suara nada tinggi dihasilkan pada *interval* 2 sampai 3 detik, rotasinya tidak normal.

f. Pemeriksaan putaran rotor

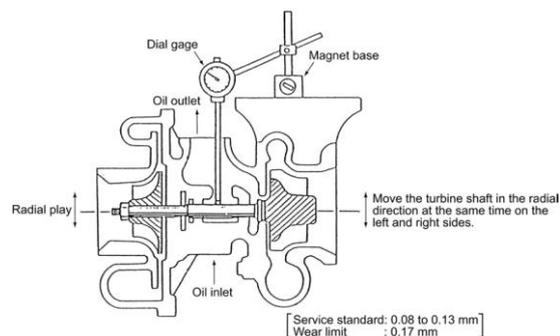
Melepaskan turbocharger dari mesin dan periksa putaran rotor pada arah aksial dan radial

Pemeriksaan *play in radial*

1. Dari lubang saluran keluar oli (oil outlet hole), masukkan dial indicator melalui lubang pada bearing spacer sehingga menyentuh bagian poros tengah turbin
2. Gerakan rotor/Turbin secara radial, ukur dengan dial indikator : mengukur di beberapa titik dan biarkan rotor/Turbin berputar dengan teknik mengukur *flat* (datar) dengan menggunakan dial indikator.

(hasil pengukuran : 0.13 mm)

(batas limit : 0.17 mm)



Gambar 4. 16 *play in radial*

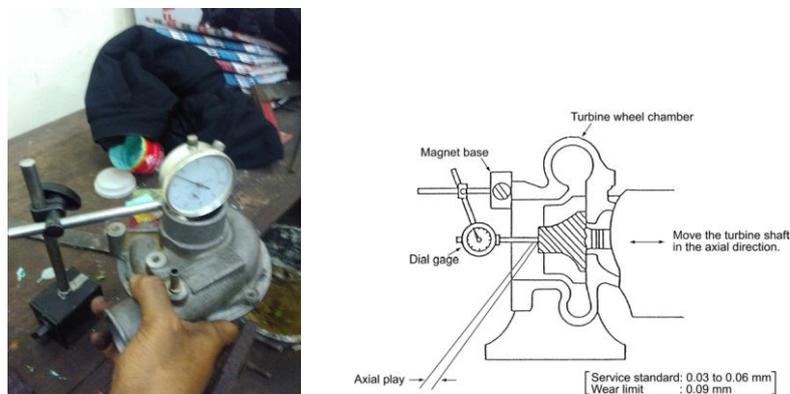
g. pemeriksaan *play in axial*

1. Masukkan dial indicator ke dalam lubang turbine housing hingga menyentuh ujung poros shaft
2. Gerakan rotor/Turbin secara aksial, ukur dengan dial indikator

mengukur di beberapa titik dan biarkan rotor/Turbin berputar dengan teknik mengukur side (samping) dengan menggunakan dial indikator

(hasil pengukuran : 0.06 mm)

(batas limit : 0.09 mm)



Gambar 4. 17 *play in axial*

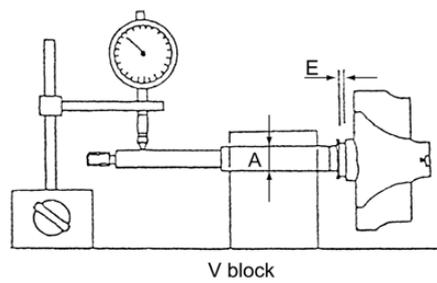
h. pemeriksaan *shared Shaft Turbin dan kompressor*

Pemeriksaan dilakukan dengan cara menggunakan dial indikator, gunanya untuk mengetahui tingkat keolengan yang terjadi pada poros shaft.

- 1) Periksa Perubahan warna atau *deformasi* pada roda turbin.
Periksa bagian poros untuk bagian lekukan/ tikungan, Keausan, dan *ring grooves*.
- 2) Ukur jurnal poros turbin di luar

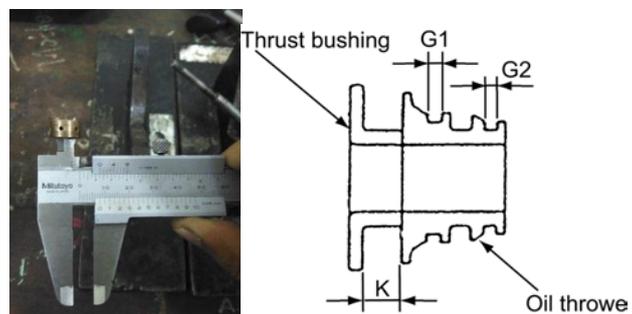
Diameter (A) hasil pengukuran *journal outside diameter* (A) (8.00 mm) dan lebar seal ring segaris (E) hasil pengukuran ring groove (1.25 mm). Catatan : karna hasil pemeriksaan

journal outside (A) telah melewati batas limit maka ganti dengan yang baru. Diameter (A) batas limit journal outside diameter (A) (7.98mm) dan lebar seal ring segaris (E) batas limit ring groove (1.29mm)



Gambar 4.18 pemeriksaan *shared shaft*

i. Pemeriksaan *thrust bushing oil thrower* dan *trusht bearing*



Gambar 4. 19 CHRA (*Centre Housing Rotation Assembly*)

Hasil pengukuran :

1. *Thrust bushing*

Ukur jarak antara alur (K) dan Dorong bushing

(hasil pengukuran : 4.05mm)

(batas limit : 4.07mm)

2. *Oil thrower*

Ukur lebar alur cincin segel (G1) dan (G2)

(hasil pengukuran G1 :1.22 mm G2 : 1.03 mm)

(batas limit G1 : 1.31mm G2 : 1.11mm)

3. *Thrust bearing* Ukur lebar (J)

(hasil pengukuran : 4.01 mm)

(batas limit : 3.98mm)

dalam hasil pengukuran *thrust bearing* telah melebihi batas limit maka *trust bearing* diganti

j. Pemeriksaan *floating bearing* dan *bearing housing*

a.) *Floating bearing*

1) Periksa bantalan untuk mengetahui tingkat keausan

Perubahan warna atau cacat permukaan.

2) Ukur diameter dalam (C) dan diameter luar (D).

Ganti bantalan jika salah satu bantalan mengalami kerusakan.

(hasil pengukuran) diameter luar (D) : 12.32 mm

diameter dalam (C) : 8.01 mm

(batas limit) diameter luar (D) : 12.31mm

diameter dalam (C) : 8.04mm

pada diameter luar (D) *floating bearing* telah melebihi batas service standard. Ganti dengan yang baru

b.) bearing housing

1) Periksa rumahan dan permukaan akibat adanya kotoran karena *oksidasi* dan *degradasi*, penyok atau retak.

2) Periksa circlip

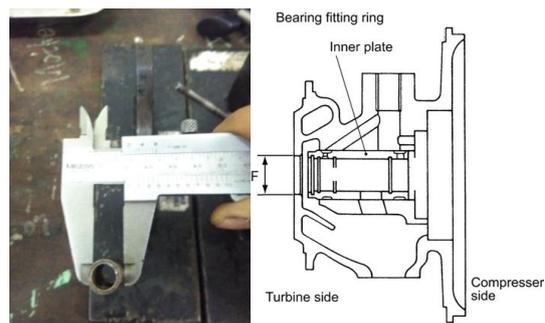
3) Ukur bagian (B) dan (F) bantalan rumahan

(hasil pengukuran (B) : 12.41 mm

(batas limit (B) : 12.42 mm

(hasil pengukuran (F) : 15.02 mm

(batas limit (F) : 15.05 mm



Gambar 4. 20 Pemeriksaan bearing housing

k. Pemeriksaan *seal plate* dan *seal ring*

a) Seal plate

1) Periksa pelat dan sambungan serta adanya Cacat permukaan, penyok atau retak.

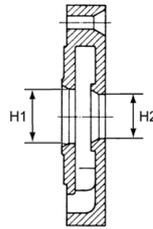
2) Ukur *seal ring* yang menyisipkan dimensi (H1 Dan H2) pada sisi kompresor, dan ganti *Seal ring* dengan yang baru jika salah satu batas pakai adalah Terlampaui.

(hasil pengukuran) : H1:12.42 mm, H2:10.02 mm

(batas limit) : H1: 12.45mm, H2: 10.05mm

b) Seal ring

Ganti seal ring dengan yang baru jika mengalami kerusakan.



Gambar 4. 21 pemeriksaan *seal ring*

l. Pemeriksaan plate

pastikan bagian-bagian tidak terdapat keretakan, atau kerusakan, serta *deformasi* dari bentuk, dan juga tidak adanya kebocoran minyak dari *seal*.



Gambar 4. 22 pemeriksaan *plate*

4.5 Troubleshooting

Untuk mendapatkan Performa yang baik dari Turbocharger dibutuhkan keadaan yang normal serta kinerja mesin yang baik. Jika terdapat kesalahan maka Turbocharger tidak dapat bekerja secara optimal. Dalam kasus seperti itu, pertama periksa setiap bagian mesin untuk melihat tidak adanya kerusakan mesin. Kemudian periksa Turbocharger untuk mengatasi masalah (troubleshooting) sesuai prosedur yang telah ada.

a. Asap knalpot terlalu banyak

Kurangnya volume udara masuk Penyebab	Tindakan perbaikan
1) elemen pembersih udara tersumbat	Ganti atau bersihkan elemennya.
2) port intake udara yang telah rusak	Ganti dengan standar.
3) kebocoran dari intake line	<i>Inspect</i> dan perbaikan

b. Timbulnya asap putih

Penyebab	Tindakan perbaikan
1) Pipa kembalinya tersumbat atau cacat yang menyebabkan minyak Mengalir ke blower atau sisi turbin	Repair atau penggantian pipa
2) Bantalan yang telah aus dan kerusakan pada <i>seal ring</i>	Turbocharger disassembly dan <i>repair</i> (perbaiki)

c. Penurunan oli terlalu cepat

Penyebab	Tindakan perbaikan
1) Bantalan yang telah aus dan Kerusakan pada seal ring	Turbocharger <i>disassembly</i> dan <i>repair</i> (perbaikan)

d. *Slow* (Lambat) respon dari turbocharger

Penyebab	Tindakan perbaikan
1) karna terdapatnya deposit karbon di sisi turbin untuk membuat kinerja poros turbin berat	bongkar Turbocharger dan cuci serta mengganti minyak pelumas. Pemeriksa keadaan pembakaran
2) pembakaran tidak sempurna	pada sistim bahan bakar

e. Suara atau getaran yang tidak normal

(1) Suara tidak normal

Penyebab	Tindakan perbaikan
1) Saluran gas yang terlalu menyempit karena tersumbat karbon di ruang roda turbin.	Turbocharger dibongkar dan dicuci atau melakukan langkah penggantian

(2) *Vibration* (getaran)

Penyebab	Tindakan perbaikan
1) knalpot atau sambungan pipa minyak yang longgar Dengan Turbocharger	Pasang dan perbaiki <i>Turbocharger</i>
2) Rusaknya bantalan, hubungan antara bagian berputar dan bagian yang berdekatan pada roda turbin /(<i>Blower</i>) baling-baling macet karena benda asing masuk	<i>Turbochargerdisassembly</i> Penggantian komponen Masalah dalam hal masuknya benda asing perbaikan
3) Bagian berputar yang tidak seimbang	Ganti bagian berputar yang tidak seimbang