

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di bahas tentang proses pengerjaan tugas akhir yang meliputi proses identifikasi kerusakan *Auxiliary Engine*, menentukan langkah perbaikan yang akan di laksanakan, modifikasi pada *Valve Bridge*, dasar pemikiran di ambil langkah modifikasi pada *Valve Bridge*, dan biaya perawatan sebelum dan sesudah di lakukan modifikasi pada *Valve Bridge*

#### 4.1 Analisa Kerusakan *Auxiliary Engine*

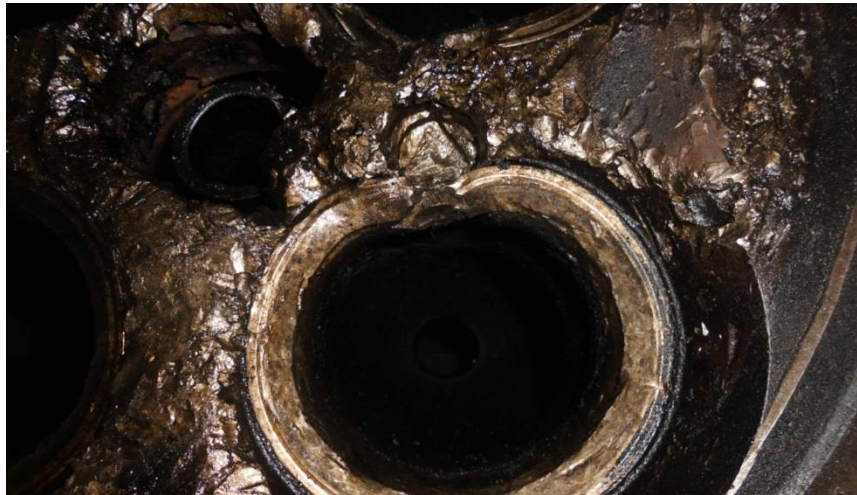
Pada tahap ini analisa kerusakan digunakan untuk mencari sumber penyebab dari kerusakan yang terjadi pada komponen. Karena seringkali terjadi kesalahan pada saat mengidentifikasi sumber dari kerusakan sebuah komponen, lebih-lebih dalam satu sistem peralatan yang memiliki puluhan atau bahkan memiliki ratusan komponen. Sehingga setelah dilakukan perbaikan atau perawatan, peralatan masih belum memberikan performa sesuai yang di harapkan. Langkah-langkah untuk menemukan penyebab kerusakan pada komponen, yang perlu kita perhatikan yaitu kerusakan yang timbul pada komponen tersebut, melihat fungsi, cara kerja dan komponen pendukung yang saling berkaitan.

##### 4.1.1 Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada Komponen *Auxiliary Engine*

Pengambilan data di ambil dari cylinder No 2 yang mengalami kerusakan. Berikut ini merupakan data dari beberapa komponen yang mengalami kerusakan dan akan di lakukan penelitian tentang penyebab-penyebab terjadinya kerusakan tersebut pada masing-masing komponen. Kegagalan dalam fungsi suatu sistem seperti halnya komponen dapat di pelajari secara sistematis dan dapat di perkirakan.

##### 1) Analisa Kerusakan Cylinder Head

Langkah pertama dalam proses identifikasi yaitu di mulai dari kerusakan yang terjadi pada *Cylinder Head*, karena letak *Cylinder Head* berada di atas engine block, dengan kata lain cylinder Head merupakan komponen yang menempati urutan pertama dalam proses pembongkaran.

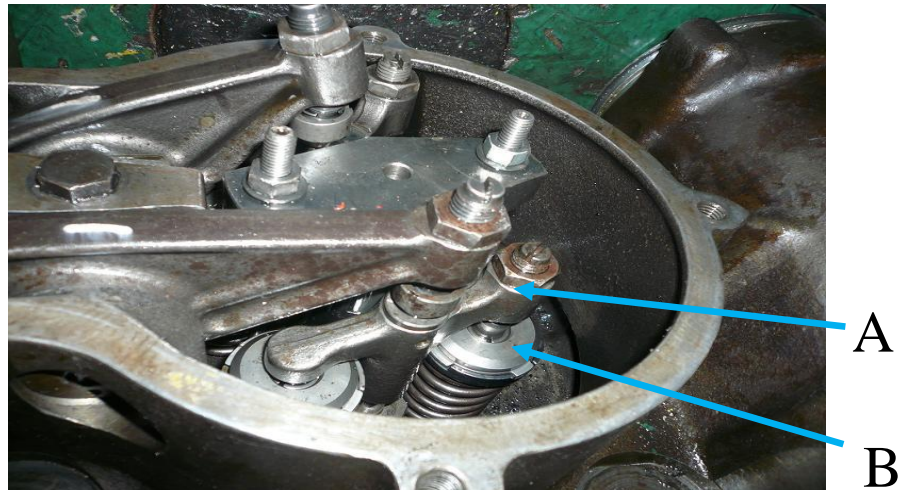


Gambar 4.1 Permukaan *Cylinder Head* dan *Valve Seat Ring*

Seperti yang terlihat pada gambar 4.1 kondisi permukaan *Cylinder Head* dan *Valve Seat Ring* mengalami kerusakan yang di perkirakan akibat dari benturan benda keras pada saat sistem masih berjalan, atau sisa dari pergerakan kompresi. *Cylinder Head* berfungsi sebagai ruang kompresi bagian atas dan juga berfungsi sebagai dudukan dari valve seat ring, *Valve Seat Ring* merupakan bantalan dari *Valve Spindle* yang berfungsi sebagai jalan keluar masuknya udara. Jika komponen tersebut mengalami kerusakan, otomatis terjadi kebocoran dari ruang kompresi salah satu *Cylinder* yang mengalami kerusakan. Hal tersebut dapat menimbulkan adanya perbedaan kompresi dari *Cylinder* satu dengan *Cylinder* yang lainnya, jika hal tersebut terjadi selama beberapa saat sebelum mesin berhenti beroperasi. Bukan tidak mungkin terjadi kerusakan pada komponen-komponen yang lainnya.

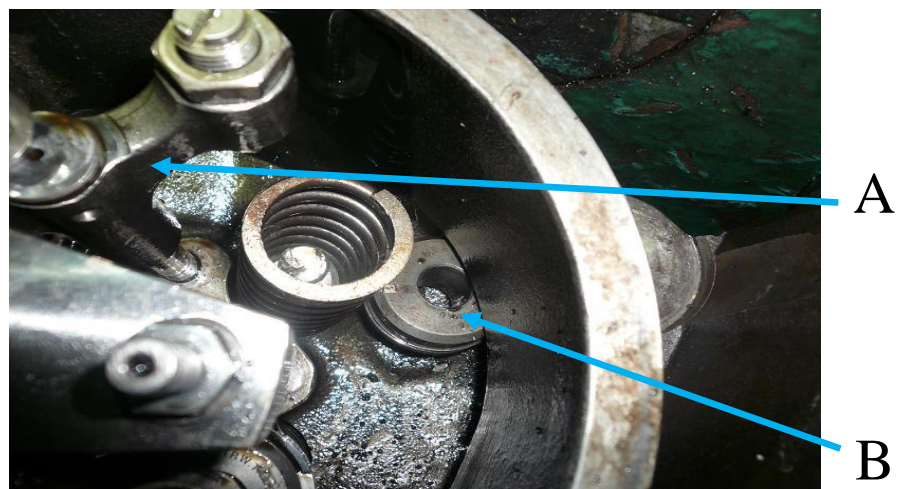
## 2) Analisa Kerusakan *Valve Bridge*

Fungsi dari *Valve Bridge* tidak kalah penting dengan komponen lainnya, karena *Valve Bridge* merupakan bagian dari *Valve Train* yang berfungsi sebagai penghantar tumbukan dari *Rocker Arm* menuju *Valve Spindle*.



Gambar 4.2 Posisi *Valve Bridge* (A) dan *Valve Rotator*(B)

Seperti yang terlihat pada gambar 4.2 poin A menunjukkan posisi *Valve Bridge* sebelum terjadi pergeseran dari posisinya. Sedangkan pada gambar 4.2 poin B menunjukkan *Valve Rotator* dalam kondisi baik dan berada pada tempatnya.



Gambar 4.3 *Valve Rotator* (B) dan *Valve Bridge* (A)

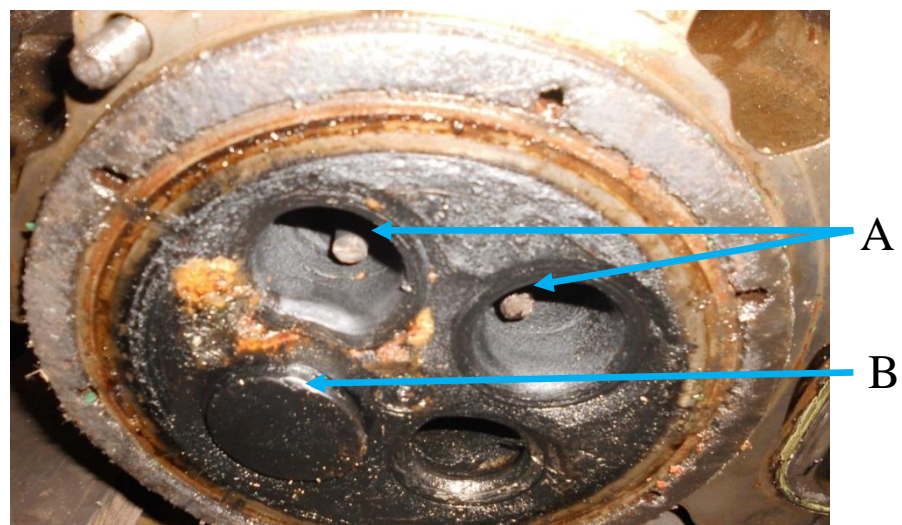
### 3) Valve Rotator

Seperti gambar 4.3(B) menunjukkan *Valve Rotator* telah terlepas dari *Valve Spindle*. Hal tersebut terjadi karena terlepasnya pengunci antara *Valve Rotator* dan *Valve Spindle* terlepas. Hal tersebut bisa terjadi karena pergerakan dari *valve bridge* tidak tepat pada porosnya seperti pada gambar 4.3(A) karena pengaruh pergerakan dan tumbukan yang timbul

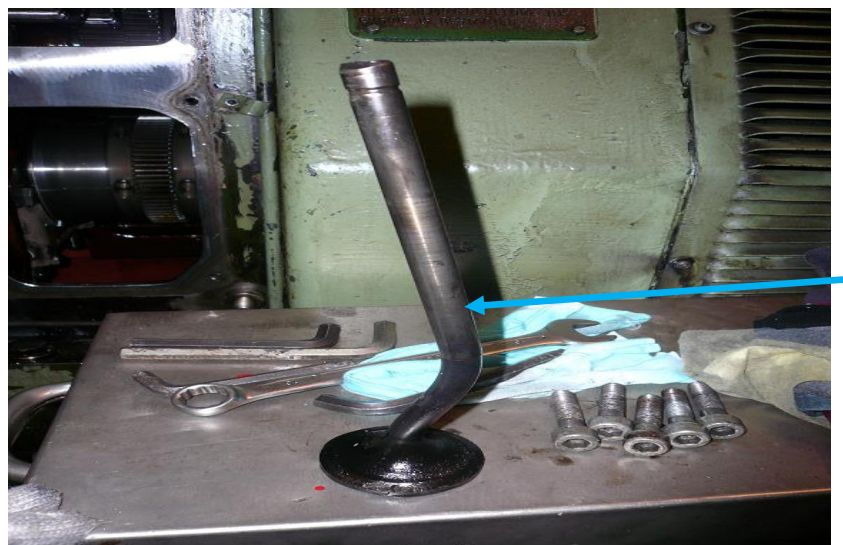


dari *Rocker Arm*, sehingga *Valve Bridge* tidak bisa menghantarkan tumbukan yang di berikan oleh *Rocker Arm* yang seharusnya di hantarkan pada *Valve Spindle*, tetapi karena pergerakan dari *Valve Bridge* tidak pada porosnya atau dengan kata lain *Valve Bridge* tidak bisa menghantarkan tumbukan ke *Valve Spindle*, tumbukan tersebut akhirnya mengenai *Valve Rotator*, dan menyebabkan terlepasnya *coater* (pengunci *valve spindle*) dan menyebabkan jatuhnya *Valve Spindle* ke dalam ruang bakar.

#### 4) Analisa Kerusan Pada *Valve Spindle*



Gambar 4.4 Valve Spindle Patah



Gambar 4.5 Valve Spindle

Seperti yang terlihat pada gambar 4.4(A) terlihat daun *Valve Spindle* yang patah dari batang *Valve Spindle*, hal itu bisa terjadi karena pergerakan dari proses membuka dan menutupnya *Valve Spindle* tidak sesuai dengan firing order-nya. Patahnya daun *Valve* tersebut di perkirakan terjadi karena pengaruh dari pergerakan *Rocker Arm*. Sedangkan yang terjadi pada Gambar 4.5 terjadi kebengkokan pada batang *Valve Spindle*. Di perkirakan *Valve Spindle* terbuka sendiri karena terlepas dari penguncinya dan masuk kedalam ruang bakar.

#### 5) Analisa Kerusakan *Crank Pin Bearing*

Kerusakan yang terjadi pada *Crank Pin Bearing* seperti yang di tunjukkan gambar 4.6 di bawah ini menunjukkan adanya gaya tekan yang berlebih terhadap *Crank Pin Bearing*. Hal tersebut terjadi karena pergerakan dari *Connecting Road* (gambar 4.7) terhambat karena adanya benda asing di dalam ruang kompresi, pada keadaan tersebut *Crank Shaft* masih tetap berputar yang mengakibatkan tergerusnya *Crank Pin Bearing*. Perputaran dan pergerakan yang terjadi pada mesin masih tetap berlanjut karena masih ada sisa pembakaran dari *Cylinder Lain*. Kejadian tersebut bukan tidak mungkin dapat merusak sistem dan komponen-komponen yang lainnya.



Gambar 4.6 kerusakan yang terjadi pada *Crank Pin Bearing*



Gambar 4.7 Baut *Connecting Road*

#### 6) Analisa Kerusakan Pada Piston



Gambar 4.8 Piston

Terjadinya kerusakan pada piston (gambar 4.8) terjadi akibat benturan atau hantaman yang di sampaikan oleh pin piston yang timbul dari pergerakan *Connecting Road* hal tersebut pasti terjadi karena adanya benda asing di dalam ruang ruang bakar. Jika kondisi-kondisi tersebut berlangsung lama bukan tidak mungkin akan terjadinya kerusakan bahkan kebengkokan pada *Crank Shaft*. Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen-komponen tersebut sudah pasti menelan biaya perbaikan yang sangat besar, baik untuk tenaga kerja maupun untuk penggantian spare part.



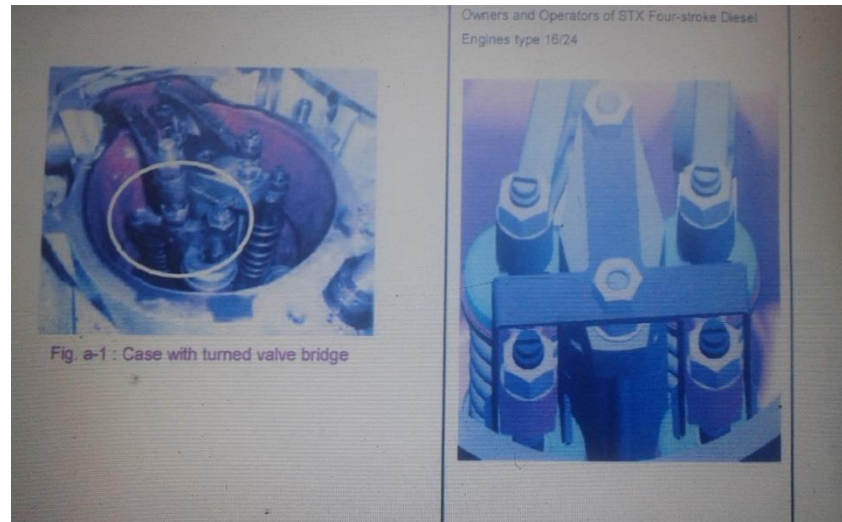
Kesimpulan dari beberapa penjelasan di atas, menggambarkan dampak dari pergeseran gerakan Valve Bridge seperti pada gambar 4.3(A) tersebut yaitu mengakibatkan beberapa kerusakan yang beruntun jika terlambat di ketahui, seperti:

Pertama mengakibatkan turunnya *valve spindle ke ruang bakar*, kemudian karena masih berjalannya mesin mengakibatkan *valve spindle* yang sudah turun, mendapat tekanan yang timbul dari proses kompresi dan *valve spindle* tidak dapat bergerak semestinya. otomatis karena adanya kompresi *valve spindle* tersebut berbenturan dengan permukaan *cylinder head*. jika hal tersebut tidak segera di tangani, kemungkinan besar *conectingroad* akan patah dan menghantam dinding *cylinder block* bahkan merusak *crankshaft*, karena pengaruh dari compresi yang tidak stabil.

#### **4.2 Pengambilan Keputusan Melakukan Modifikasi**

Setelah melakukan langkah di atas, analisis akan menggambarkan kesimpulan dalam obyek penelitian. Dengan hasil yang di tunjukkan sebagaimana berikut:

- 1) Setelah dilakukan beberapa pemeriksaan pada beberapa komponen yang rusak. Disimpulkan penyebab terjadinya kerusakan yaitu karena pergerakan dari *Valve Bridge* tidak pada porosnya. Kesimpulan tersebut di ambil berdasarkan kerusakan yang terjadi pada *Cylinder Head* seperti pada gambar 4.3(A)
- 2) Telah berulang kali terjadi kerusakan yang sama pada *Cylinder Head*. kemudian di lakukan perbaikan pada permukaan *Cylinder Head* sesuai standar hasilnya tetap sama.
- 3) Telah melakukan Modifikasi dengan menambahkan penjepit *Valve Bridge* (gambar 4.9) yang bertujuan untuk menahan pergerakan dari *Valve bridge* hasilnya tetap sama terjadi pergeseran pada *Valve Bridge*.
- 4) Menentukan langkah modifikasi yang akan di ambil yaitu berdasarkan hasil pengukuran-pengukuran yang akan dilakukan seperti di bawah ini.

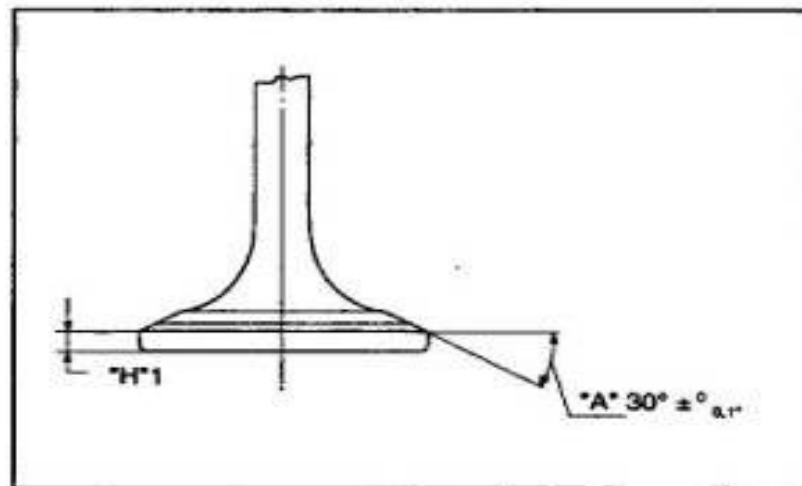


Gambar 4.9 Penjepit Valve Bridge

### 4.3 Proses *Over Houl* dan Standarisasi *Cylinder Head*

#### 4.3.1 Pengukuran *Valve Spindle* dan *Valve Seat Ring*

Pada tahapan ini dilakukan pengukuran ketebalan valve spindle yang bertujuan untuk memepertimbangkan langkah modifikasi yang akan dilakukan pada valve bridge. Prosedur pengukuran *Valve Spindle Seat* & *Valve Seat Ring* dilakukan pengecekan H1 & H2.



Gambar 4.10 ketebalan("H"1) dan sudut *Valve Spindle*

Dimana untuk toleransi nilai H1 & H2 :

- Minimum **H1**  $\geq 5,0$  mm
- Maximum **H2**  $\leq 66,5$  mm



Setelah dilakukan pengukuran pada *Valve Spindle* Baru (Original) , didapat nilai **H1** untuk *inlet* = 7,7 mm & *exhaust* = 8,0 mm.

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran ketebalan (“H” 1 *Valve Spindle Inlet dan Exhaust*)

No Cylinder	Posisi Valve Spindle Inlet(5 mm)	Posisi Valve Spindle Exhaust(6 mm)
Cylinder Head No. 1	Inlet 1 : + 0,53	Exhaust 1 : + 0,45
	Inlet 2 : + 0,97	Exhaust 2 : - 0,06
Cylinder Head No. 2	Inlet 1 : + 0,40	Exhaust 1 : - 0,53
	Inlet 2 : + 0,45	Exhaust 2 : - 1,63
Cylinder Head No. 3	Inlet 1 : + 0,70	Exhaust 1 : + 0,92
	Inlet 2 : + 0,24	Exhaust 2 : + 0,33
Cylinder Head No. 4	Inlet 1 : + 0,39	Exhaust 1 : - 1,30
	Inlet 2 : + 0,50	Exhaust 2 : - 1,04
Cylinder Head No. 5	Inlet 1 : + 1,37	Exhaust 1 : - 0,20
	Inlet 2 : + 1,80	Exhaust 2 : + 1,00
Cylinder Head No. 6	Inlet 1 : + 1,33	Exhaust 1 : + 0,24
	Inlet 2 : + 1,17	Exhaust 2 : + 0,30
Cylinder Head No. 7	Inlet 1 : + 1,14	Exhaust 1 : + 0,72
	Inlet 2 : + 1,26	Exhaust 2 : + 0,64
Cylinder Head No. 8	Inlet 1 : + 0,40	Exhaust 1 : + 0,45
	Inlet 2 : + 0,45	Exhaust 2 : - 1,63

Hasil pengukuran yang terdapat dalam tabel di atas (tabel 4.1) kemudian di jumlahkan untuk nilai yang di awali dengan simbol “ + ” dan di kurangi jika nilai di awali dengan simbol “ - “. Untuk inlet Valve angka yang di gunakan sebagai acuan pengukuran yaitu 5mm dan Valve Exhaust 6mm. Nilai tersebut hanya di gunakan untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran. Pengukuran tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui

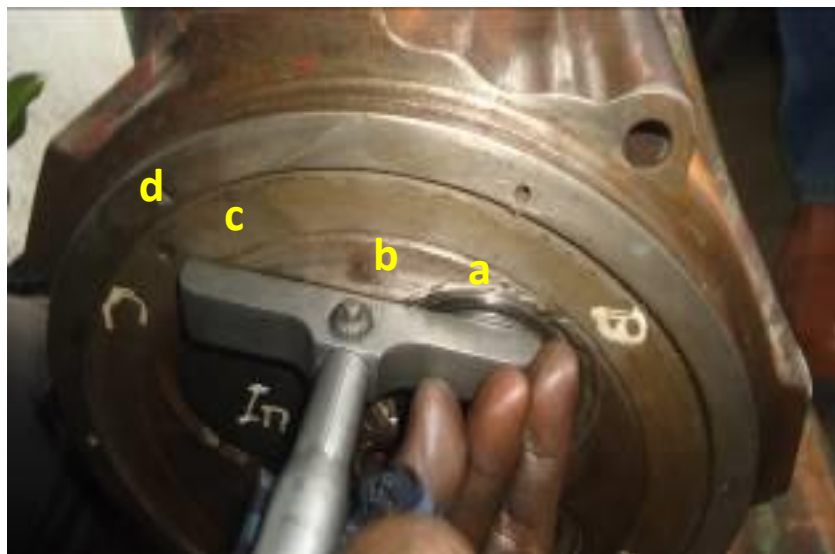
masing-masing dari *Valve Spindle* masih layak di pakai atau harus di ganti dengan yang baru. Dan juga memperhatikan dari usia *Valve* tersebut sesuai rekomendasi dari *Maker*.

#### 4.3.2 Pengukuran Permukaan *Cylinder Head*

Pengukuran *Cylinder Head* harus di lakukan pada saat perbaikan, karena pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui beberapa *Conntac Surface* saling bersentuhan atau tidak, hal tersebut dilakukan untuk menghindari adanya permukaan yang tidak menempel pada tempatnya.



Gambar 4.11 Posisi Penempatan Alat Ukur



Gambar 4.12 Posisi Pengukuran Ketinggian Valve Spindle

Keterangan gambar

a = Permukaan *Valve Spindle*

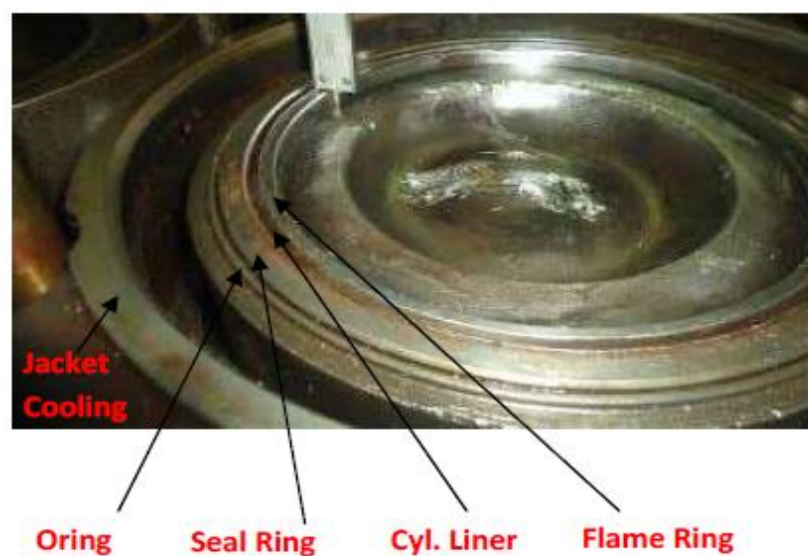
b = Permukaan *Contact Surface Top Land Piston*

c = Permukaan *Contact Surface Sealing Ring Liner Pada Cylinder Head*

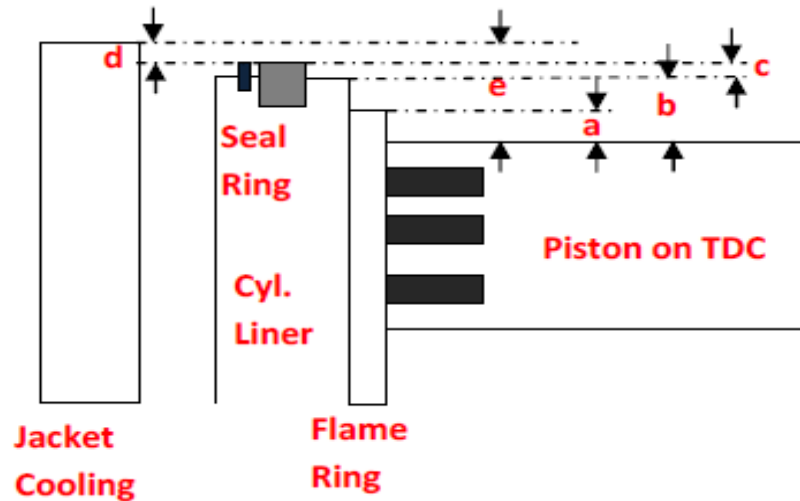
d = Posisi *Jacket Coolling*

Cara mengukur ketinggian tonjolan *Valve Spindle* menggunakan special tools yang sudah disarankan oleh maker. Prosedur pemakaian alat tersebut sama dengan fungsi inside micrometer. Untuk awal penggunaanya harus dikalibrasi terlebih dahulu, dan mencari berapa nilai pengukuran secara kasar menggunakan vernier caliper. Selanjutnya di setel pada special tools berapa nilai yang terdapat pada vernier caliper sebagai acuan nominalnya. Dan tempel special tools pada permukaan valve dan cylinder head. Putar handle special tools sampai terasa contact surfaceny.

Pengukuran yang di lakukan seperti gambar 4.3.2 bertujuan untuk mengetahui jarak antara piston pada saat posisi teratas dengan permukaan *Valve Spindle* (gb.4.11) ;  $\underline{x}$  = pengukuran ketinggian / kerataan permukaan *Valve Spindle* (a) terhadap (b) *Top Land Piston Contact Surface* pada *Cyl.Head* ). Didapat nilai  $\underline{x}$  , inlet = 1,5 mm & exhaust = 0,7 mm ( sampling acak salah satu *cyl.head* )



Gambar 4.13 Posisi *Contact Surface*



Gambar 4.14 Posisi *Contact Surface* dilihat dari samping

Data hasil pengukuran masing-masing *Contact Surface* (*Auxiliary Engine Meratus Palu*) – unit in mm

Tabel 4.2 Hasil pengukuran *Cylinder 1* sampai dengan *Cylinder 6*

No. Cylinder	Piston TDC – Flame Ring (a)	Piston TDC – Cyl Liner (b)	Cyl Liner – Sealing Ring (c)	Jacket Cooling – Seal Ring (d)	Jacket Cooling – Piston TDC (e)
1	7,7	8,0	1,0	10,9	19,5
2	7,6	7,7	0,6	11,7	19,8
3	7,2	8,7	1,0	10,5	20,0
4	6,9	7,6	0,5	11,3	19,6
5	7,3	7,9	0,7	11,0	19,7
6	10,5	10,5	0,5	(dismantled)	(dismantled)

Kesimpulan hasil dari beberapa Pengukuran yang di lakukan maka di dapatkan nilai sebagai dasar dari modivikasi yang akan di lakukan pada valve bridge yaitu telah di tetapkan



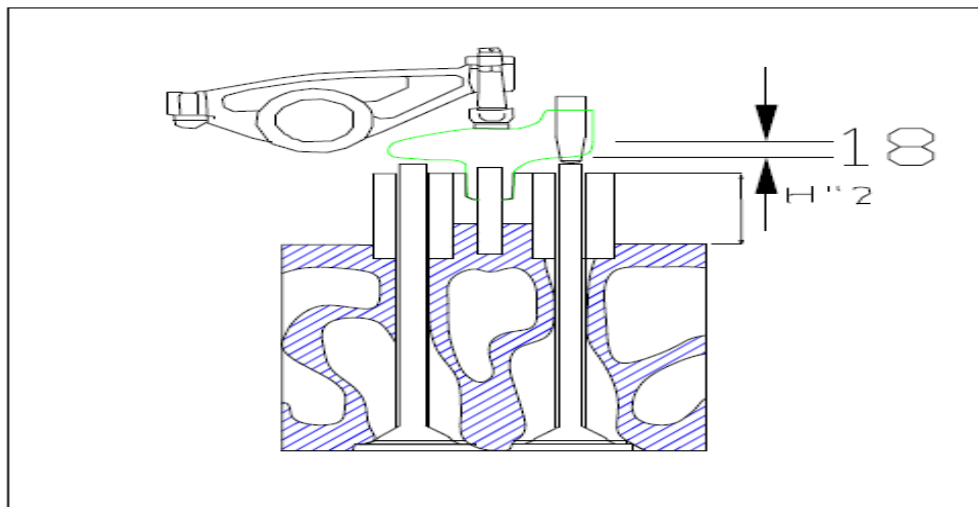
#### 4.4 Proses Modifikasi



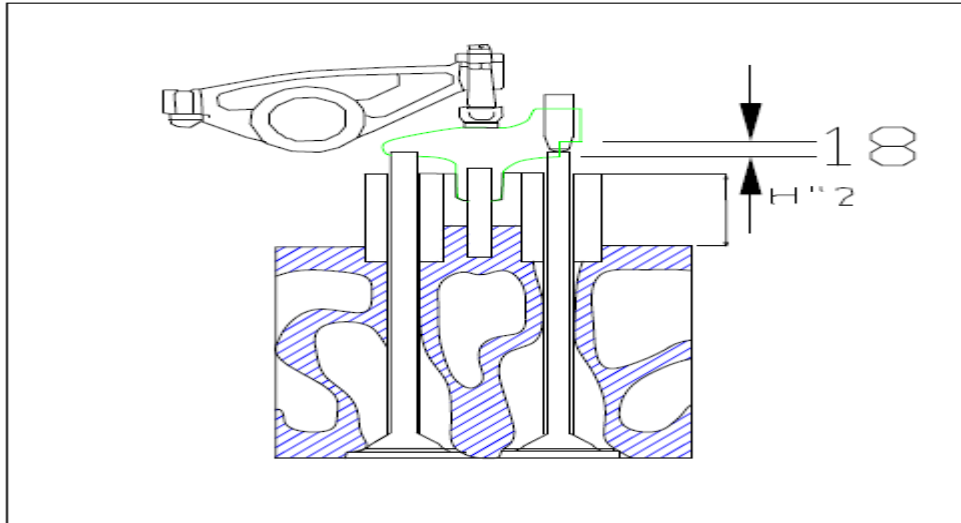
Gambar 4.15 Valve Bridge sebelum di Modifikasi



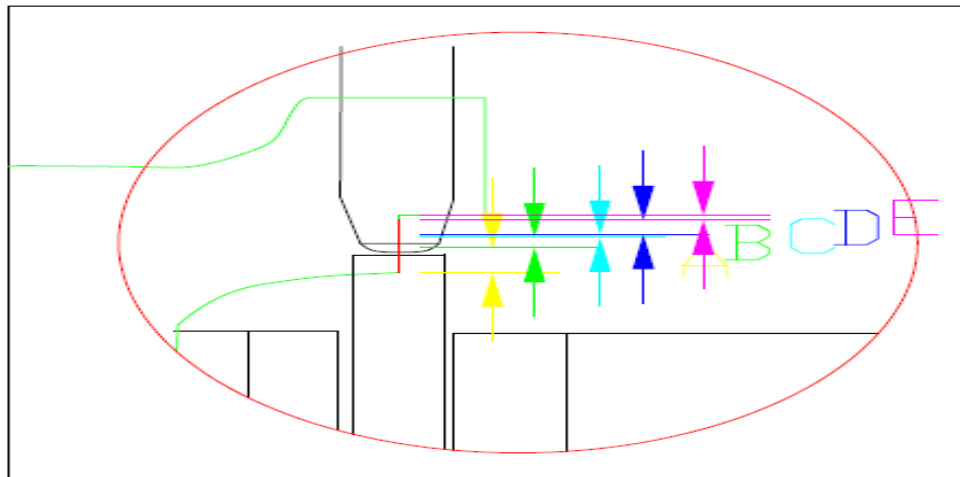
Gambar 4.16 Valve Bridge setelah di Modifikasi



Gambar 4.17 Valve Bridge setelah di Modifikasi



Gambar 4.18 posisi *Valve Bridge* Pada *Cylinder Head*



Gambar 4.19 posisi *Valve Bridge* Pada *Cylinder Head*

Alasan di ambil langkah modifikasi pada *valve bridge* tersebut yaitu bertujuan agar *valve bridge* tetap berada pada posisinya pada saat menerima tumbukan dari *rockerarm*, batang *valve spindle* masuk ke dalam *valve bridge* yang bertujuan batang valve spindle dapat menjaga pergerakan dari *valve bridge* agar tetap pada porosnya. Dasar pemikiran di potongnya *valve bridge* sebesar 18 mm yaitu atas pertimbangan:

$$A+B+C+D+E = 18\text{mm}$$

A= 6mm = Ujung valve yang masuk ke dalam *valve bridge*  
sepanjang 8mm

B= 3mm = Untuk penyetelan *valve*, yang berkurang ketebalannya  
akibat gesekan dengan *valve spindle* sebar 3mm

C= 1mm = Meberikan celah untuk penyetelan *valve* sebesar

D= 6mm = Dan 6mm untuk memberikan celah masuknya pelumasan antara kontak *survice* antara *valve spindle* dengan dengan baut setelan yang terdapat di *valve bridge*

E= 1mm = Jarak untuk penyetelan *Intake Valve*

E= 1mm = Jarak untuk penyetelan *Exhaust Valve*

jarak penyetelan antara *rocker arm dan valve spindle* yaitu sebesar 0,30mm untuk *intake valve*, dan 0,45 mm untuk *exhaust valve*







#### 4.5 Perhitungan *Availability* dan Biaya Perawatan *Auxiliary Engin*

##### 4.5.1 Perhitungan *Availability* Sebelum di Modifikasi

Tabel 4.3 *Availability* sebelum di modifikasi

	3.000 jam					2.472 jam			Total
bulan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	8
Hari	30	31	30	31	31	30	31	30	244
jam	720	744	720	744	744	720	744	720	5856
	224 jam					160 jam			

Keterangan penggunaan warna

-  Menunjukkan mesin dalam keadaan *Availability*
-  Menunjukkan Bulan
-  Menunjukkan jumlah hari dalam bulan tersebut
-  Menunjukkan jumlah jam dalam satu bulan
-  menunjukkan mesin dalam keadaan *equipment failure*
-  Menunjukkan jumlah dari bulan, hari, dan jam.

Tabel 4.4 Perhitungan *Availabilitas* perawatan *Auxiliary Engine* sebelum di modifikasi

Variabel	Perhitungan	Perhitungan Data	Hasil
Loading Time	Available Time	3000 + 2.472	5.472 jam
Downtime (Losses <i>Availability</i> )	Lama trouble mesin <i>General Overhaul</i> + <i>Top Overhaul</i>	224 + 160	384 jam
Operating Time	Loading Time - Downtime (Losses <i>Availability</i> )	5472 - 384	5.088 jam







$$\begin{aligned}
 A_{\text{availability}} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.1) \\
 &= \frac{5472 - 384}{5856} + 100\% \\
 &= 86,88\%
 \end{aligned}$$

#### 4.5.2 Perhitungan Availability Sesudah di Modifikasi

Tabel 4.5 Availability sesudah di modifikasi

		5.576 jam							Total
Bulan	desember	januari	februari	maret	april	mei	juni	Juli	8
Jumlah Hari	31	31	29	31	30	31	30	31	244
Total Jam	744	744	696	744	720	744	720	744	5856
	280 jam								

Keterangan penggunaan warna

-  Menunjukkan mesin dalam keadaan Availability
-  Menunjukkan Bulan
-  Menunjukkan jumlah hari dalam bulan tersebut
-  Menunjukkan jumlah jam dalam satu bulan
-  menunjukkan mesin dalam keadaan equipment failure
-  Menunjukkan jumlah dari bulan, hari, dan jam.

Tabel 4.6 Perhitungan Availabilitas perawatan Auxiliary Engine sesudah di modifikasi

Variabel	Perhitungan	Perhitungan Data	Hasil
Loading Time	Available Time	5.576	5.472 jam
Downtime (Losses Availability)	Lama trouble mesin General Overhaul + Top Overhaul	280	280 jam
Operating Time	Loading Time - Downtime (Losses Availability)	5.576 - 280	5.296 jam

$$\begin{aligned}
 A_{\text{availability}} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2.1) \\
 &= \frac{5576 - 280}{5856} \times 100\% \\
 &= 90,43\%
 \end{aligned}$$



#### 4.5.3 Perhitungan Biaya Perawatan *Auxiliary Engine* Sebelum di Modifikasi

Pada tanggal 1 April sampai dengan 28 April 2015 dilakukan perawatan *Auxiliary Engine* yaitu berupa General Over Houl, menelan biaya untuk pembayaran tenaga perbaikan selama 224 jam yaitu sebesar :

- Biaya tenaga kerja = Rp. 95.000 x 224 jam x 2(mekanik 2)  
= Rp 42.560.000,00
- Biaya transportasi = Rp. 55.000 x 2 x 28 hari  
= Rp 3.080.000,00
- + tax service (30%) = Rp. 13.692.000,00

Jadi biaya yang di keluarkan selain biaya penggantian spare part yaitu sebesar = Rp.59.332.000,00

Pada tanggal 1 September sampai dengan 20 September 2015 dilakukan perawatan *Auxiliary Engine* yaitu berupa Top Over Houl karena terjadi kerusakan pada beberapa cylinder head, dan membutuhkan biaya untuk pembayaran tenaga perbaikan selama 160 jam yaitu sebesar :

- Biaya tenaga kerja = Rp. 55.000 x 160 jam x 2(mekanik 2 )  
= Rp 17.600.000,00
- Biaya transportasi = Rp. 55.000 x 2 x 20 hari = Rp 2.200.000,00
- + tax service (30%) = Rp. 5.940.000,00

Jadi biaya yang di keluarkan selain biaya penggantian spare part yaitu sebesar Rp.25.740.000,00

#### 4.5.4 Biaya Perbaikan Setelah Di Lakukan Modifikasi

Pada tanggal 20 November sampai dengan 25 Desember 2015 dilakukan perawatan *Auxiliary Engine* yaitu berupa General Over Houl karena terjadi kerusakan parah pada beberapa komponen, dan membutuhkan biaya untuk pembayaran tenaga perbaikan selama 160 jam yaitu sebesar :

- Biaya tenaga kerja = Rp. 95.000 x 280 jam 2(mekanik2)  
= Rp 53.200.000,00
- Biaya transportasi = Rp. 55.000 x 2 x 36 hari = Rp 3.960.000,00
- + tax service (30%) = Rp. 17.460.000,00
- Biaya untuk modifikasi valve bridge sebesar per pcs 65.000 x 16 pcs  
= Rp 1.040.000,00

Jadi biaya yang di keluarkan untuk ongkos tenaga kerja, selain biaya penggantian spare part yaitu sebesar Rp.75.660.000,00

Dari data tersebut terjadi penambahan waktu dan biaya General Over Houl karena Auxiliary Engine Mengalami Kerusakan yang sangat parah.sehingga memerlukan

ambahan waktu pengerjaa selama 56 jam. Karena jika pengerjaan General Over Houl yang Normal hanya membutuhkan waktu selama 224 jam

- tambahan biaya tenaga kerja selama 56 jam sebesar = Rp 10.640.000,00
  - tambahan biaya transportasi selama 7 hari sebesar = Rp 770.000,00
  - tambahan biaya tax service (30%) = Rp. 3.423.500,00
- Total = Rp 14.833.000,00

### **Kesimpulan**

➤ Biaya yang di keluarkan untuk perbaikan yaitu dari bulan April sampai dengan bulan Oktober yaitu sebesar:

$$59.332.000,00 + 25.740.000,00 = \text{Rp. } 85.072.000,00$$

➤ Biaya yang di keluarkan untuk perbaikan dari bulan November sampai dengan bulan Juni yaitu sebesar = Rp.75.660.000,00

Dalam kurun waktu 7 bulan setelah di lakukan modifikasi belum ada pengeluaran tambahan untuk biaya perbaikan. Jika di lihat secara ekonomis setelah di lakukan modifikasi dalam kurun waktu yang sama yaitu selama 7 bulan,Modifikasi dapat Menghemat biaya tenaga kerja sebesar

- Menghapus Biaya Top Over Houl = Rp 25.740.000,00
  - Menghapus biaya tambahan jam kerja = Rp 14.833.000,00
- Total bisa menghemat sebesar = Rp.40.573.000,00

Tabel 4.7 Biaya perbaikan *General Overhaul*

No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai General Overhaul A/E	2	95000	224	Rp 42.560.000,00
	01 Apr 2015 s/d 28 Apr 2015				Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	28	Rp 3.080.000,00
					Rp -
Total Bruto					Rp 45.640.000,00
+ tax service (30%)					Rp 13.692.000,00
Netto					Rp 59.332.000,00
Terbilang : Lima puluh sembilan juta tiga ratus tiga puluh dua ribu rupiah					

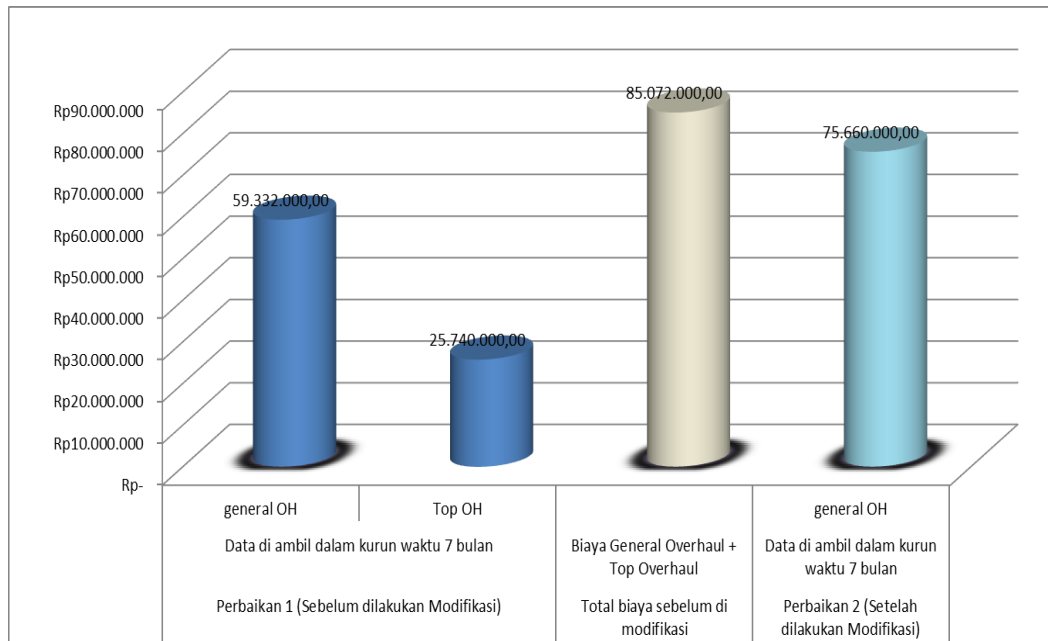
Tabel 4.8 Biaya perbaikan *Top Overhaul*

No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai Top Overhaul A/E	2	55000	160	Rp 17.600.000,00
	01 Sep 2015 s/d 20 Sep 2015				Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	20	Rp 2.200.000,00
					Rp -
Total Bruto					Rp 19.800.000,00
+ tax service (30%)					Rp 5.940.000,00
Netto					Rp 25.740.000,00
Terbilang : Dua puluh lima juta tujuh ratus empat puluh ribu rupiah					

Tabel 4.9 Biaya perbaikan *General Overhaul*

No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai General Overhaul A/E	2	95000	280	Rp 53.200.000,00
	20 Nov 2015 s/d 25 Des 2015				Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	36	Rp 3.960.000,00
3	Machining ( Bridge Valve )	16	65000		Rp 1.040.000,00
Total Bruto					Rp 58.200.000,00
+ tax service (30%)					Rp 17.460.000,00
Netto					Rp 75.660.000,00
Terbilang : Tujuh puluh lima juta enam ratus enam puluh ribu rupiah					

Gambar 4.20 grafik biaya perbaikan sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi



#### Keterangan

Biaya yang di gambarkan dalam gambar 4.4 menunjukkan biaya yang di keluarkan untuk perawatan *Auxiliary Engine* yaitu:

Biaya yang dikeluarkan sebelum dilakukan modifikasi yaitu:

1. General Overhaul = 59.332.000,00
2. Top Overhaul = 25.740.000,00
- Total = 85.072.000,00

Biaya Yang di keluarkan Setelah modifikasi yaitu:

1. General Overhaul = 75.660.000,00



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari serangkaian proses dan analisa dalam melakukan modifikasi dapat di ambil kesimpulan

1. Sumber dari permasalahan adalah pergeseran yang terjadi pada *Valve Bridge*
2. Modifikasi pada *Valve Bridge* dapat mengurangi terjadinya kerusakan pada *Auxiliary Engine*
3. Modifikasi pada *Valve Bridge* dapat menekan biaya perawatan *Auxiliary Engine* yaitu:
  - Biaya perawatan sebelum di modifikasi sebesar Rp. 85.072.000,00.
  - Biaya perawatan sebelum di modifikasi sebesar Rp. 75.660.000,00.Sehingga dapat kita simpulkan, dengan melakukan modifikasi biaya yang di keluarkan untuk perawatan lebih rendah.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa getaran yang terjadi pada *valve bridge*
2. Perlu dilakukan pengujian pada *valve bridge* yang di modifikasi lebih lama lagi

## DAFTAR PUSTAKA

MAN B&W Diesel Engine Group Co., Ltd. 1998. **MAN B&W L 16/24 Marine Diesel Generatorset Operating manual**. Research

Ekonomi Teknik. I Nyoman Pujawan (2012)

Sistem Perawatan Terpadu, Nachnul Ansori, M. Imron Mustajib 2013

Corder, Antony S. 1996. **Teknik Manajemen Pemeliharaan**. Jakarta: Erlangga.

**LIST OF OVER HOUL DESEMBER 2014 - DESEMBER 2015**

No.	Nama Kapal	Jenis	Type Mesin	Daya Motor	Jumlah Silinder	Start OH	Finish OH	Main Power	Keterangan
1	KM. MERATUS BARITO	A/E	MWM TBD 234 V8	480 kw / 643 HP	8	01-Des-14	09-Des-14	Amari / Susipto	General Overhaul
2	KM. MERATUS BARITO	A/E	MWM TBD 234 V8	480 kw / 643 HP	8	11-Des-14	24-Des-14	Amari / Susipto	General Overhaul
3	KM. MERATUS AMBON	A/E	MAN D2843 LE	447 kw / 600 HP	12	28-Des-14	14-Jan-14	Amari / Susipto	General Overhaul
4	KM. MERATUS AMBON	A/E	MAN D2843 LE	447 kw / 600 HP	12	28-Des-14	14-Jan-14	Amari / Susipto	Top Over Houl
5	KM. MERATUS AMBON	Emergency Chru	MWM TD 232	155 kw / 209 HP	6	28-Des-14	18-Jan-14	Amari / Susipto	General Overhaul
6	KM. MERATUS BARITO	M/E Kanan	YANMAR 6BY 26	1920 kw / 2575 HP	6	04-Jan-15	05-Jan-15	Hadi margono	General Overhaul
7	POWER PACK 15	Power Pack	CAT 3466 B		6	07-Jan-15	20-Mar-15	All Team	General Overhaul
8	KM. MARINA STAR 1	Power Pack	MITSUBISHI S6B-PTA	482 kw / 647 HP	6	11-Jan-15	22-Feb-15	Sujanari / Kollusan	General Overhaul
9	KM. MERATUS HALIKAPANI	A/E	Yanmar S185-ST	368 kw / 493 HP	10	11-Jan-15		Fadli / Soebari	General Overhaul
10	KM. MERATUS BARITO	M/E kiri	MAN D 2840 LE	1920 kw / 2575 HP	6	15-Jan-15			General Overhaul
11	KM. MERATUS BARITO	A/E	YANMAR 6BY 26	736 kw / 987 HP	6	31-Jan-15	10-Feb-15	armandus / Sutarjo / Bambang	General Overhaul
12	KM. MERATUS MEDAN 1	A/E	Yanmar M 220 AL - T N	480 kw / 643 HP	6	04-Feb-15	15-Feb-15	Hadi margono	General Overhaul
13	KM. RED RESCOURCE	M/E	MAK 551 AK	304 kw / 407 HP	6	20-Feb-15	08-Mar-15	Fadli / Sujanari	General Overhaul
14	KM. RED RESCOURCE	Emergency Gen	MAN D2866 LE	304 kw / 407 HP	12	14-Mar-15	30-Mar-15	Fadli / Bambang S.	General Overhaul
15	KM. MUSI RIVER	A/E	MAN D2342	480 kw / 643 HP	8	26-Mar-15	25-Apr-15	A.ch. Soebari	General Overhaul
16	KM. TERRITORY TRADER	A/E (kanan depan)	MWM TBD 234 V8	268 kw / 360 HP	6	21-Mar-15	18-Apr-15	Mansyar / Sujanari /	General Overhaul
17	KM. TERRITORY TRADER	A/E kiri depan	MWM TBD 234 V8	540 kw / 734 HP	6	04-Apr-15	18-Apr-15	rehanan / Sujanari	General Overhaul
18	PALLAT	BOOT	Mitsubishi D 16 - T	480 kw / 643 HP	8	11-Apr-15	28-Apr-15	marso samon ang / taufik / sugan	General Overhaul
19	KM. MERATUS	A/E	YANMAR 6L 165L	480 kw / 643 HP	8	10-Mes-15	07-Jun-15	M. Amari / Sutarjo / Susipto	General Overhaul
20	MV. MERATUS PALU	A/E Kanan	MAN H&W 6L 16/24	480 kw / 643 HP	8	20-Mes-15	20-Jun-15	mansur / rozkin	General Overhaul
21	KM. MERATUS BONTANG	A/E 1	HND TBD 234 V8	482 kw / 647 HP	6	19-Jun-15	13-Jun-15	insan m / rohanan	General Overhaul
22	KM. MERATUS BONTANG	A/E 3	HND TBD 234 V8	480 kw / 643 HP	8	01-Jun-15	14-Jun-15	insan m / Sujanari	General Overhaul
23	KM. MERATUS BONTANG	A/E 2	HND TBD 234 V8	480 kw / 643 HP	8	01-Jun-15	14-Jun-15	A.ch. Soebari / Fadli	General Overhaul
24	KM. MARINA STAR 3	A/E	Yanmar S185-ST	480 kw / 643 HP	8	18-Agu-15	27-Agu-15	insan Sutarjo	Top Overhaul
25	KM. MENTAYA RIVER	A/E Tengah	MAN D 2542 MTE	504 kw / 407 HP	12	01-Sep-15	20-Sep-15	Triska/Fadli	Top Overhaul
26	KM. MERATUS KELIMUTU	A/E 2	YANMAR 6N 165L-PN	540 kw / 734 HP	6	15-Sep-15	10-Nov-15	Mansyar / Sujanari	General Overhaul
27	KM. MERATUS BENOA	A/E 4	MWM TBD 234 V8	482 kw / 647 HP	6	20-Nov-15	25-Dec-15	insan / Pabeli	General Overhaul
28	KM. MENTAYARIVER	A/E Tengah	MAN D 2542 MTE	504 kw / 407 HP	12				General Overhaul
29	MV. MERATUS PALU	A/E Kanan	MAN B&W 6L 16/24	304 kw / 407 HP	6				General Overhaul
30	PALLAT	BOOT	Mitsubishi D 16 - T	304 kw / 407 HP	6				General Overhaul
31	MV. MERATUS PALU	A/E Kanan	MAN B&W 6L 16/24	304 kw / 407 HP	6				General Overhaul
32	KM. MENTAYARIVER	A/E Tengah	MAN D 2542 MTE	304 kw / 407 HP	6				General Overhaul
33	KM. MUSI RIVER		MAN D 2542 MTE	480 kw / 643 HP	12				General Overhaul
34	KM. MERATUS BENOA		MWM TBD 234 V8	480 kw / 643 HP	12				General Overhaul



Dibuat Oleh  
  
 Rebon ACBIA  
 Adm. Workshop

## Lampiran 2

## A. TARIF JASA TENAGA KERJA KE FIELD

No	Uraian	UNIT	STANDAR	SAF	TAJIR
1	Supervisor / day			Rp	1.100.000
2	Electrician Foreman / day			Rp	850.000
3	Electrician / day			Rp	450.000
4	Crane Foreman/day			Rp	850.000
5	Crane Mechanic / day			Rp	450.000
6	Mechanic Repair O/H Foreman / day			Rp	850.000
7	Mechanic Repair O/H / day			Rp	450.000
8	Tukang Kayu / Batu /day			Rp	300.000
9	Welder /day			Rp	300.000

## B. TARIF JASAPERBAIKAN REPAIR &amp; OVERHAUL

1	Chain block	Per ton SWL	Rp	192.500
2	Cleaning Intercooler: including chemical dan press test	Per cm <sup>2</sup>	Rp	55
3	Grinding; Valve seat & Spindle Valve M/E	Per pc	Rp	275.000
4	Grinding; valve seat & spindle valve A/E including lapping	Per pc	Rp	82.500
5	Perbaikan Cylinder head M/E including cleaning & press test	Per unit	Rp	2.750.000
6	Perbaikan Cylinder head A/E	Per pc	Rp	1.100.000
7	Engine Overhaul (General Overhaul) M/E	Per PK > 5000	Rp	93.500
8	Engine Overhaul (General Overhaul) M/E	Per PK < 5000	Rp	104.500
9	Engine Overhaul (General Overhaul) A/E	Per PK > 500	Rp	104.500
10	Engine Overhaul (General Overhaul) A/E	Per PK < 500	Rp	110.000
11	Engine Top Overhaul M/E > 5000 PK	Per PK/Cyl	Rp	82.500
12	Engine Top Overhaul M/E < 5000 PK	Per PK/Cyl	Rp	77.000
13	Engine Top Overhaul A/E > 500 PK	Per PK/Cyl	Rp	60.500
14	Engine Top Overhaul A/E < 500 PK	Per PK/Cyl	Rp	49.500
15	Hook Derek	Per ton SWL	Rp	137.500
16	Cargo Block Crane	Per ton SWL	Rp	275.000
17	Hydraulic jack	Per ton	Rp	165.000
18	Inspeksi Power pack	Per unit	Rp	1.650.000
19	Overhaul LO attach pump M/E	Per unit	Rp	4.125.000
20	Overhaul LO attach pump A/E (Besar) > 500 PK	Per unit	Rp	1.925.000
21	Overhaul LO attach pump A/E (Kecil) < 500 PK	Per unit	Rp	1.375.000
22	Perbaikan injector M/E	Per unit	Rp	302.500
23	Perbaikan injector A/E (Besar) > 500 PK	Per pc	Rp	110.000
24	Perbaikan injector A/E (Kecil) < 500 PK	Per pc	Rp	82.500
25	Perbaikan pompa air pendingin M/E	Per unit	Rp	4.400.000
26	Perbaikan pompa air pendingin A/E	Per unit	Rp	2.200.000
27	Perbaikan water pump (kecil)	Per unit	Rp	1.650.000
28	Perbaikan GS pump / Ballast pump	Per unit	Rp	6.600.000
29	Perbush camshaft A/E	Per pc	Rp	82.500
30	Perbush conrod A/E	Per pc	Rp	165.000
	Piston:cleaning, ukur journal piston, crack test, contact surface			
31	Main Engine > 5000 PK	Per unit	Rp	2.200.000
32	Main Engine < 5000 PK	Per unit	Rp	1.650.000
33	Aux. Engine > 500 PK	Per unit	Rp	550.000
34	Aux. Engine < 500 PK	Per unit	Rp	137.500
35	Radiator	Per cm <sup>2</sup>	Rp	28
36	Service gate valve / stop kran (Kecil) < 2 inches	Per unit	Rp	82.500
37	Service gate valve / stop kran (besar) > 3 inches	Per unit	Rp	330.000
38	Overhaul Fuel Injection Pump M/E > 5000 PK		Rp	8.250.000
39	Overhaul Fuel Injection Pump M/E < 5000 PK		Rp	5.500.000
40	Overhaul Air Starting Valve M/E > 5000 PK		Rp	385.000
41	Overhaul Air Starting Valve M/E < 5000 PK		Rp	275.000
42	Airbu charger A/E - M/E	Per unit	Rp	7.700.000
43	Tarist korb recondisi	Per pc	Rp	165.000
45	Perbaikan LO cooler A/E	Per unit	Rp	1.650.000



<b>MERATUS</b>		<b>INVOICE</b>			
<b>WORKSHOP ARMADA PT. MERATUS LIN</b>		No : 07/Mci/WS/15		Date : Mei - Juni 2015	
Customer	KM. MERATUS PALU				
	PT MERATUS LINE				
No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai General Overhaul A/E	2	95000	56	Rp 10,640,000.00
	01 Apr 2015 s/d 28 Apr 2015				Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	7	Rp 770,000.00
					Rp -
		Total Bruto			Rp 11,410,000.00
		+ tax service (30%)			Rp 3,423,000.00
		Netto			Rp 14,833,000.00
Terbilang : Lima puluh sembilan juta tiga ratus tiga puluh dua ribu rupiah					



Surabaya 07 Mei 2015

Workshop Manager

<b>MERATUS</b>		<b>INVOICE</b>			
<b>WORKSHOP ARMADA PT. MERATUS LIN</b>		No : 25/Sep/WS/15		Date : September - Oktober 2015	
Customer	KM. MERATUS PALU				
	PT MERATUS LINE				
No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai Top Overhaul A/E	2	55000	160	Rp 17,600,000.00
	01 Sep 2015 s/d 20 Sep 2015				Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	20	Rp 2,200,000.00
					Rp -
		Total Bruto			Rp 19,800,000.00
		+ tax service (30%)			Rp 5,940,000.00
		Netto			Rp 25,740,000.00
Terbilang : Dua puluh lima juta tujuh ratus empat puluh ribu rupiah					

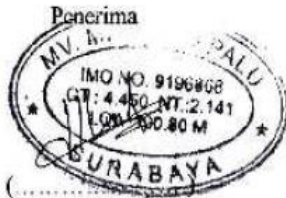


Surabaya 25 Sep 2015

Workshop Manager



<b>MERATUS</b>		<b>INVOICE</b>			
<b>WORKSHOP ARMADA PT. MERATUS LINE</b>		No : 28/Dcs/WS/15		Date : November - Desember 2015	
Customer	KM. MERATUS PALU				
	PT MERATUS LINE				
No	PESANAN/ORDER	TK	PRICE (Rp)	HOUR (Jam)	TOTAL
1	Selesai General Overhaul A/E 20 Nov 2015 s/d 25 Des 2015	2	95000	280	Rp 53,200,000.00
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
					Rp -
2	Transport		55000	36	Rp 3,960,000.00
3	Machining ( Bridge Valve )	16	65000		Rp 1,040,000.00
Total Bruto					Rp 58,200,000.00
+ tax service (30%)					Rp 17,460,000.00
Netto					Rp 75,660,000.00
Terbilang : Tujuh puluh lima juta enam ratus enam puluh ribu rupiah					



	<b>BERITA ACARA SERAH TERIMA ENGINE</b>
---	---

Dengan Hormat


Pada hari ini  Tgl/ Bln /Thn

Telah kami serah terimakan 1 (satu) unit Engine dengan spesifikasi dan kondisi sbb:

MOTOR BANTU / PP NO : 1	TUJUAN / KM : MV. MERATUS PALU
MEREK GENERATOR : MAN B&W	MEREK ENGINE : MAN B&W
MODEL GENERATOR : 6 L16/24	MODEL ENGINE : 6 L16/24
S/N. GENERATOR : 21281	S/N. ENGINE : 21281
KVA / KW : 540	HORSE POWER :

NO	DESCRIPTION	KETERANGAN
1	RPM	Rpm
2	L.O PRESSURE	4,8 Bar
3	L.O TEMPERATUR	58 °C
4	FW. COOLING PRESSURE	3,5 Bar
5	FW. COOLING TEMPERATUR	°C
6	EXH GAS TEMPERATUR	350 °C
7	AIR SCAVING PRESSURE	Bar
8	VOLTAGE	445 V
9	HZ / FREQUENCY	Hz
10	AMPERES / BEBAN	161 Amp

CATATAN :

YANG MENYERAHKAN PEPAKSA  (-----)	
---	--

## BERITA ACARA SERAH TERIMA ENGINE

Dengan Hormat

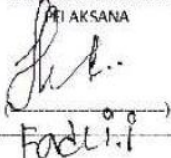

Pada hari ini  Tgl/ Bln /Thn      

Telah kami serah terimakan 1 (satu) unit Engine dengan spesifikasi dan kondisi sbb:

MOTOR BANTU / PP NO : 1	TUJUAN / KM : MV. MERATUS PALU
MEREK GENERATOR : MAN B&W	MEREK ENGINE : MAN B&W
MODEL GENERATOR : 6 L16/24	MODEL ENGINE : 6 L16/24
S/N. GENERATOR : 21281	S/N. ENGINE : 21281
KVA / KW : 540	HORSE POWER :

NO	DESCRIPTION	KETERANGAN
1	RPM	Rpm
2	L.O PRESSURE	4,7 Bar
3	L.O TEMPERATUR	59 o C
4	FW. COOLING PRESSURE	3,7 Bar
5	FW. COOLING TEMPERATUR	o C
6	EXH GAS TEMPERATUR	351 o C
7	AIR SCAVING PRESSURE	Bar
8	VOLTAGE	445 V
9	HZ / FREQUENCY	Hz
10	AMPERES / BEBAN	161 Amp

CATATAN :

<p>YANG MENYERAHKAN PELAKSANA</p>  <p>Fadhli</p>	<p>PENERIMA Pihak Kapal</p> 
---	--

	<b>BERITA ACARA SERAH TERIMA ENGINE</b>
---	---

Dengan Hormat

Pada hari ini  Tgl/ Bln /Thn

Telah kami serah terimakan 1 (satu) unit Engine dengan spesifikasi dan kondisi sbb

MOTOR BANTU / PP NO : 1	TUJUAN / KM : MV. MERATUS PALU
MEREK GENERATOR : MAN B&W	MEREK ENGINE : MAN B&W
MODEL GENERATOR : 6 L16/24	MODEL ENGINE : 6 L16/24
S/N. GENERATOR : 21281	S/N. ENGINE : 21281
KVA / KW : 540	HORSE POWER :

NO	DESCRIPTION	KETERANGAN
1	RPM	Rpm
2	L.O PRESSURE	5,0 Bar
3	L.O TEMPERATUR	56 o C
4	FW. COOLING PRESSURE	3 Bar
5	FW. COOLING TEMPERATUR	76 o C
6	EXH GAS TEMPERATUR	395 o C
7	AIR SCAVING PRESSURE	Bar
8	VOLTAGE	445 V
9	HZ / FREQUENCY	Hz
10	AMPERES / BEBAN	161 Amp

CATATAN :

YANG MENYERAHKAN PELAKSANA 	PENERIMA 
--	--