ANALISIS PERBEDAAN SISTEM STARTER TEKANAN UDARA PADA KMP. MERAWAN II DAN SISTEM STARTER ELEKTRIK PADA KMP. SEMAH DI PT. ASDP INDONESIA FERRY (PERSERO) CABANG PONTIANAK

Restu Aprilianto
Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhamadiyah Pontianak
Jl. Jenderal Ahmad Yani No.111, Kota Pontianak, Kalimantan Barat
Telp. (0561) 764571, e-mail : restuaprilianto99@yahoo.co.id

Abstrak
Adanya penelitian ini dikarenakan kapal KMP. Merawan II yang menggunakan sistem starter tekanan udara sering mengalami masalah dan menggangu operasional kapal. Permasalahan sistem starter tekanan udara adalah mesin tidak hidup dikarenakan tekanan udara yang sampai ke mesin tidak mencukupi untuk menghidupkan mesin. Komponen-komponen sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II yaitu: 1) Kompresor merek *air compressor* osaka japan 0,75 Kw 2) Botol angin kapasitas 30 bar 3) *Distributing valve* merek Yanmar *distribut valve assy* 736310-72400 4) *Air starting valve* merek Yanmar *starting valve assy* 735410-71100 5) Pipa udara merek Yanmar *starting air main pipe assy* 135355-73790. Sedangkan Komponen-komponen sistem starter elektrik di kapal KMP. Semah yaitu: 1) Baterai/aki G-force N200 Ampere 12 Volt 2) Kunci kontak merek Yanmar 3) Relay merek Yanmar Switch Battery 123310-77640 4) Motor Starter merek Yanmar Starter 126650-77011. Perhitungan Torsi dari sistem starter tekanan udara KMP. Merawan II yaitu 131,7 Nm sedangkan perhitungan Torsi dari sistem *start*er elektrik KMP. Semah yaitu 300,3 Nm. Estimasi biaya perbaikan dalam 5 tahun terakhir sistem starter tekanan udara KMP. Merawan II yaitu Rp 118.000.000.-. sedangkan estimasi biaya perbaikan sistem starter elektrik KMP. Semah yaitu Rp 70.800.000.-. Efisiensi biaya perbaikan yaitu Rp 47.200.000.-

Kata Kunci: Sistem Starter Tekanan Udara, Sistem Starter Elektrik, KMP. Merawan II, KMP. Semah, PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak.

PENDAHULUAN

Sistem *start*er pada kapal pada umumnya terbagi 2 (dua) yaitu sistem *start*er tekanan udara (*Starting Air System)* dan sistem *start*er elektrik (*Starting Electric System).* komponen pada sistem *starter* tekanan udara adalah kompresor, *separator*, *main air receiver*, *main starting valve*, *air starting valve* dan *air pipe.* Sedangkan komponen-komponen pada sistem *starter* elektrik adalah Baterai, Kunci kontak, *Relay* dan Motor *start*er.

Kapal KMP. Merawan II merupakan salah satu kapal yang menggunakan sistem *start*er tekanan udara. Permasalahan yang sering terjadi adalah mesin tidak hidup dikarenakan tekanan udara yang sampai ke mesin tidak mencukupi untuk menghidupkan mesin.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini membandingkan sistem *start*er udara dengan sistem *start*er elektrik baik itu dari segi efisiensi perbaikan kerusakanya dan biayanya.

KAJIAN TEORI

Sistem Starter Tekanan Udara

Berikut ini merupakan komponen-komponen sistem *start*er tekanan udara sebagai berikut:

a. Kompresor

kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas

b. *Separator*

Separator berfungsi untuk memisahkan kandungan air yang turut serta dalam udara.

c. Botol angin (*Main Air Receiver*)

Main air receiver berfungsi untuk menyimpan udara bertekanan dengan kemampuan menahan udara bertekanan tinggi.

d. *Main starting valve*

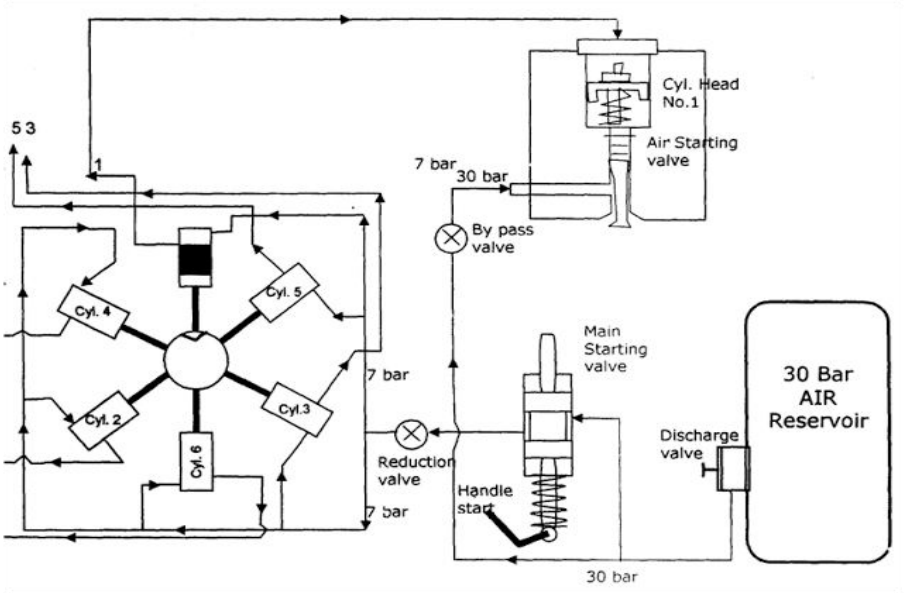
Main starting valve berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing - masing *cylinder head* dan penyalur udara untuk *start*.

e. *Air starting valve*

Air starting valve berfungsi sebagai katup penekan *piston*

f. Pipa Udara (*Air Pipe*)

Air Pipe berfungsi untuk mengalirkan udara dari satu komponen ke komponen yang lain.



Sistem kerja dari sistem starter tekanan udara adalah sebagai berikut:

a. Udara dari bejana udara minimal 17 kg/cm2 (17 bar) karena bila tekanan udara dibawahnya, maka udara tersebut tidak mampu menekan piston kebawah.
b. Katup tekan di bejana udara dibuka penuh, maka udara akan keluar ke main starting valve. Setelah udara tersebut direduksi tekanannya hingga ± 10 bar.
c. Bila handle start ditekan kebawah, maka udara keluar dari system sebagian masuk dulu ke distributor valve dan sebagian lagi ke cylinder head air starting valve. Udara start ini diatur oleh distributor valve dengan tekanan 10 bar mana yang bekerja pada proses expansi (hanya ada 1 silinder yang bekerja) melalui plunyer yang dihubungkan dengan firing ordernya (misalnya motor diesel 2 tak adalah 1-3-5-7-2-4-6).
d. Distributor valve mengatur plunyer yang bekerja dan udara ini langsung menggerakkan piston melalui air starting valve di cylinder head. Udara supply ini diperoleh dari bejana udara. Jadi udara tersebut melaksanakan kerja parallel, disamping mengatur ke distributor valve sekaligus untuk udara start mendorong piston kebawah pada tekanan minimal 7 bar sesuai tekanan dalam botol angin.

Sistem Starter Elektrik

Berikut ini merupakan komponen-komponen sistem *starter* elektrik sebagai berikut:

a. Baterai

Baterai atau yang sering kita dengar aki adalah sumber tenaga untuk sistem *starter* elektrik, merubah dari energi kimia menjadi energi listrik.

b. Kunci Kontak

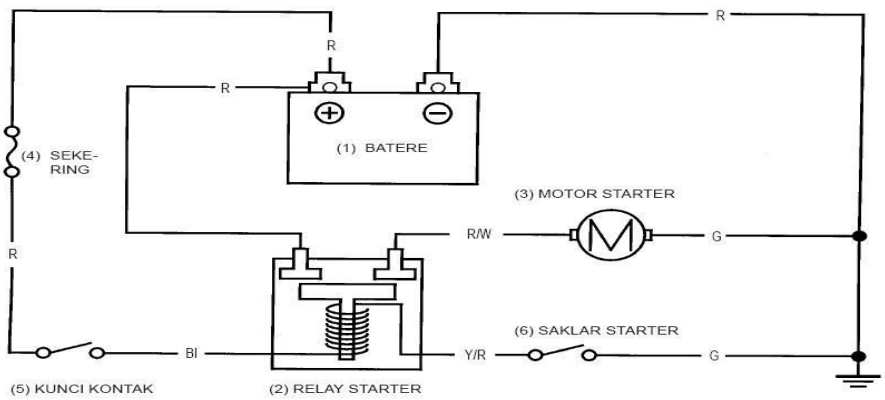
Kunci kontak berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan komponen-komponen dalam sistem *start*er dan komponen kelistrikan lainnya.

c. Relay

Relay berfungsi sebagai pengendali atau pengontrol arus listrik yang berguna untuk memutuskan atau menghubungkan negatif baterai body/chasis.

d. Motor Starter

Motor *Start*er berfungsi untuk merubah energi listrik dari baterai/aki menjadi energi gerak (mekanik) yang akan digunakan untuk memutar *flywheel/*roda gila.



Sistem kerja dari sistem starter elektrik adalah sebagai berikut:

a. Kunci kontak putar pada posisi on maka arus listrik mengalir dari baterai/aki menuju ke *Relay*.
b. Setelah itu arus listrik dari *Relay* menuju ke *Motor starter*, arus listrik yang sampai ke motor starter paling tidak 10 volt jika kurang dari itu *motor starter* tidak dapat hidup.
c. Kemudian motor *start*er menggerakan *flywheel*/roda gila sehingga mesin dapat hidup

METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitiannya adalah sebagai berikut:

a. Metode Lapangan (*field research*) yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek yang diteliti dalam skripsi ini yaitu di kapal KMP. Merawan II dan kapal KMP. Semah.
b. Metode *Interview* yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab tentang permasalahan yang dikerjakan secara sistematis dan berdasarkan tujuan penelitian dalam skripsi ini yaitu meng*interview* Kepala Kamar Mesin (KKM) KMP. Merawan II, KMP. Semah dan Manager Teknik PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak.
c. Tinjauan Pustaka (*library research*) yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.
d. Metode Komparatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara membangdingkan dari sistem starter tekanan udara pada kapal KMP. Merawan II dan sistem starter elektrik pada kapal KMP. Semah di PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak.

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Sistem Starter Tekanan Udara KMP. Merawan II

Data Mesin Induk KMP. Merawan II		
MERK	:	Yanmar
TYPE	:	3 KD
TENAGA KUDA/PK	:	82 PK
JUMLAH MESIN	:	2 (dua)
R P M	:	2,000
JENIS BAHAN BAKAR	:	S o l a r (HSD)

a. Komponen-komponen Sistem Starter Tekanan Udara KMP. Merawan II

Berikut ini merupakan komponen-komponen sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II sebagai berikut:

No.	Komponen	Uraian
1.	Kompresor	*Air compressor* osaka japan 0,75 Kw
2.	Botol angin	Botol angin kapasitas 30 bar
3.	*Distributing valve*	Yanmar *distribut valve assy* 736310-72400.
4.	*Air starting valve*	Yanmar *starting valve assy* 735410-71100.
5.	Pipa Udara	Yanmar *starting air main pipe assy* 135355-73790

b. Perhitungan torsi dari sistem starter tekanan udara KMP. Merawan II

Momen puntir yang diperlukan untuk memutar mesin induk KMP. Merawan II, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathcal{T}\mathrm{tot} = \mathcal{T}\mathrm{pe} + \mathcal{T}\mathrm{rg} + \mathcal{T}\mathrm{k} + 10\%$$

Dimana,

$\mathcal{T}$tot = Momen puntir total untuk memutar mesin induk (Nm)

$\mathcal{T}$pe = Momen puntir akibat massa inersia poros engkol (Nm)

$\mathcal{T}$rg = Momen puntir akibat massa inersia roda gila (Nm)

$\mathcal{T}$k = Momen puntir akibat kompresi (Nm)

1. Momen puntir massa inersia poros engkol

Momen puntir massa inersia poros engkol, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathcal{T}\mathrm{pe} = \mathrm{Impe}\frac{\partial\omega}{\partial\mathrm{t}}$$

Dimana,

$\mathcal{T}$pe = Momen puntir akibat inersia massa poros engkol (Nm)

*I*mpe = Inersia massa poros engkol (kg.m^2)

*m*pe = Massa roda gila (kg)

$\partial\omega/\partial\mathrm{t}$ = Perubahan kecepatan sudut (rad/det^2)

Diketahui:

D = Diameter poros engkol (m) = 0,076

l = Panjang poros engkol (m) = 0,98 m

γ = Berat jenis poros engkol = 4.500 kg/m^3

*r*pe = Jari-jari poros engkol (m) = D/2 = 0,076/2 = 0,038 m

$t1$ = 0; $t2$ = 3 detik (waktu selama menstart)
n = Putaran poros engkol per detik = 750/60 = 12,5
ω0 = Kecepatan sudut = 0
ω1 = Kecepatan sudut
= 2πn (rad/det)
= 2 (3,14) (12,5)
= 78,5 rad/det

Jawab:

m_{pe} = π/4.(D)^2.l.γ (kg)
= 3,14/4 (0,076)^2 (0,98) (4.500)
= 19,99 kg

Im_{pe} = ½.mpe.(rpe)^2 (kg.m^2)
= ½ (19,99) (0,038)^2
= 0,014 kg.m^2

$\partial\omega / \partial t$ = ω1 – ω0 (rad/det^2)
= 78,5 – 0 = 78,5 rad/det^2
= 78,5 / 3 = 26,16 rad/det

$$\mathcal{T}pe = lmpe\frac{\partial\omega}{\partial t}$$

= 0,014 kg.m^2 26,16 rad/det
= 0,36 Nm

2. Momen puntir massa inersia roda gila

Momen puntir inersia massa roda gila, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathcal{T}rg = lmrg\frac{\partial\omega}{\partial t}$$

Dimana,
$\mathcal{T}rg$ = Momen puntir akibat massa inersia roda gila (Nm)
Im_{rg} = Inersia massa roda gila (kg.m^2)
m_{rg} = Massa roda gila (kg)
$\partial\omega / \partial t$ = Perubahan kecepatan sudut (rad/det^2)

Diketahui:
D = Diameter roda gila (m) = 250 mm = 0,25 m
trg = Tebal roda gila (m) = 100 mm = 0,1 m
γ = Berat jenis roda gila = 4.500 kg/m^3
rrg = Jari-jari roda gila (m) = D/2 = 0,25/2 = 0,125 m
t1 = 0; t2 = 3 detik (waktu selama menstart)
n = Putaran poros engkol per detik = 750/60 = 12,5

$\omega 0$ = Kecepatan sudut = 0
$\omega 1$ = Kecepatan sudut
= $2\pi n$ (rad/det)
= 2 (3,14) (12,5)
= 78,5 rad/det

Jawab:

$mrg = \pi/4.(D)^2.trg.\gamma$ (kg)
= (3,14/4) $(0,25)^2$ (0,1) 4.500
= 22,078 kg

$Imrg = ½.mrg.(rrg)^2$ (kg.m^2)
= ½ (22,078) $(0,125)^2$
= 0,17 kg.m^2

$\partial\omega / \partial t$ = $\omega 1 - \omega 0$ (rad/det^2)
= 78,5 – 0 = 78,5 rad/det^2
= 78,5 / 3 = 26,16 rad/det

$$\mathcal{T}rg = lmrg\frac{\partial\omega}{\partial t}$$
= 0,17 kg.m^2 26,16 rad/det
= 4,44 Nm

3. Momen puntir akibat kompresi

Momen puntir akibat kompresi, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathcal{T}k = Pk\ Apiston\ X$$

Dimana,
$\mathcal{T}k$ = Momen puntir akibat kompresi (Nm)
Pk = Tekanan kompresi (N/m^2)
Apiston = Luas piston (m^2)
X = Lengan poros engkol

Diketahui:
D = diameter silinder = 100 mm = 0,1 m
α = 50°
Jawab:
Apiston = ¼ . π. D^2,
= ¼ (3,14) $(0,1)^2$
= 0,00785 m^2

α	X
0	0,0758
80	0,0754
70	0,0727
60	0,0677
50	0,0602
40	0,0509
30	0,0398
20	0,0274
10	0,0139
0	0

X = 0,0602

α	Pk
0	$1{,}02 \times 10^5$
80	$1{,}55 \times 10^5$
70	$2{,}71 \times 10^5$
60	$4{,}05 \times 10^5$
50	$5{,}90 \times 10^5$
40	$8{,}61 \times 10^5$
30	$1{,}27 \times 10^5$
20	$1{,}72 \times 10^5$
10	$2{,}43 \times 10^5$
0	$3{,}55 \times 10^5$

Pk = $5{,}90 \times 10^5$

Maka,

$\mathcal{T}\mathrm{k} = \mathrm{Pk\ Apiston\ X}$

$= 5{,}90 \times 10^5 \cdot 0{,}00785 . 0{,}0274$

$= 126{,}9$ Nm

Jadi Momen puntir yang diperlukan untuk memutar mesin induk KMP. Merawan II, adalah sebagai berikut:

$\mathcal{T}\mathrm{tot} = \mathcal{T}\mathrm{pe} + \mathcal{T}\mathrm{rg} + \mathcal{T}\mathrm{k} + 10\%$

$= 0{,}36 + 4{,}44 + 126{,}9 + 10\%$

$= 131{,}7$ Nm

c. Estimasi Biaya Perbaikan Sistem Starter Tekanan Udara KMP. Merawan II

Uraian	Biaya	Tahun					Total Biaya
		1	2	3	4	5	
Las kuningan pada titik kebocoran pipa udara	Rp 750.000	3 x	2 x	3 x	2 x	4 x	Rp 10.500.000
Ganti Baru *Starting air main pipe assy* 135355-73790	Rp 3.000.000	1 x	1 x	2 x	1 x	1 x	Rp 18.000.000
Perbaiki *Air Charging* Ganti *ring* dan *per*	Rp 250.000	3 x	2 x	2 x	1 x	2 x	Rp 2.500.000
Ganti baru *Charging valve assy* 125310-71210	Rp 6.750.000	2 x	1 x	2 x	1 x	2 x	Rp 54.000.000
Perbaiki *Air Starting valve* Ganti *seal*	Rp 50.000	6 x	6 x	6 x	6 x	6 x	Rp 1.500.000
Ganti Baru *Starting valve assy* 735410-71100	Rp. 2.625.000	3 x	1 x	3 x	2 x	3 x	Rp 31.500.000
	Total						Rp 118.000.000

Sistem Starter Elektrik KMP. Semah

Data Mesin Induk KMP. Semah		
MERK	:	Yanmar
TYPE	:	6 HA 2 M - H T E
TENAGA KUDA/PK	:	350 PK
JUMLAH MESIN	:	2 (dua)
R P M	:	1,950
JENIS BAHAN BAKAR	:	S o l a r (HSD)

a. Komponen-komponen Sistem Starter Elektrik KMP. Semah

Berikut ini merupakan komponen-komponen sistem *start*er elektrik KMP. Semah sebagai berikut:

No.	Komponen	Uraian
1.	Baterai/aki	Baterai G-force N200 Ampere 12 Volt.
2.	Kunci kontak	Yanmar 1 Set Box
3.	*Relay*	Yanmar *Switch Battery* 123310-77640
4.	Motor *start*er	Yanmar *Start*er 126650-77011

b. Perhitungan torsi dari sistem starter elektrik KMP. Semah

Momen puntir yang diperlukan untuk memutar mesin induk KMP. Semah, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Diketahui:

*P*e = 350 PK = 257.425 Watt (1 PK = 735.499)

n = 1950 rpm

Maka

$$\mathcal{T} = \frac{60P_e}{2\pi n}$$
$$= \frac{60\ .\ 735.499}{2\ .\ 3.14\ .\ 1950}$$
$$= \frac{44.129.940\ \text{Watt}}{12.246\ \text{Rpm}}$$
$$= 3.603{,}62\ \text{Nm}$$

Untuk menghitung perbandingan gigi KMP. Semah dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

Diketahui:

$ringgear$ KMP. Semah = 132

$pinion\ gear$ KMP. Semah = 11

$$\text{Jumlah perbandingan gigi} = \frac{ringgear}{pinion\ gear}$$
$$= \frac{132}{11}$$
$$= 12$$

Jadi Momen puntir yang diperlukan untuk memutar mesin induk KMP. Semah, adalah sebagai berikut:

$$\mathcal{T}\text{motor starter} = \frac{\mathcal{T}\text{poros engkol}}{\text{jumlah perbandingan gigi}}$$

$$= \frac{3.603{,}62\ \text{Nm}}{12}$$

$$= 300{,}3\ \text{Nm}$$

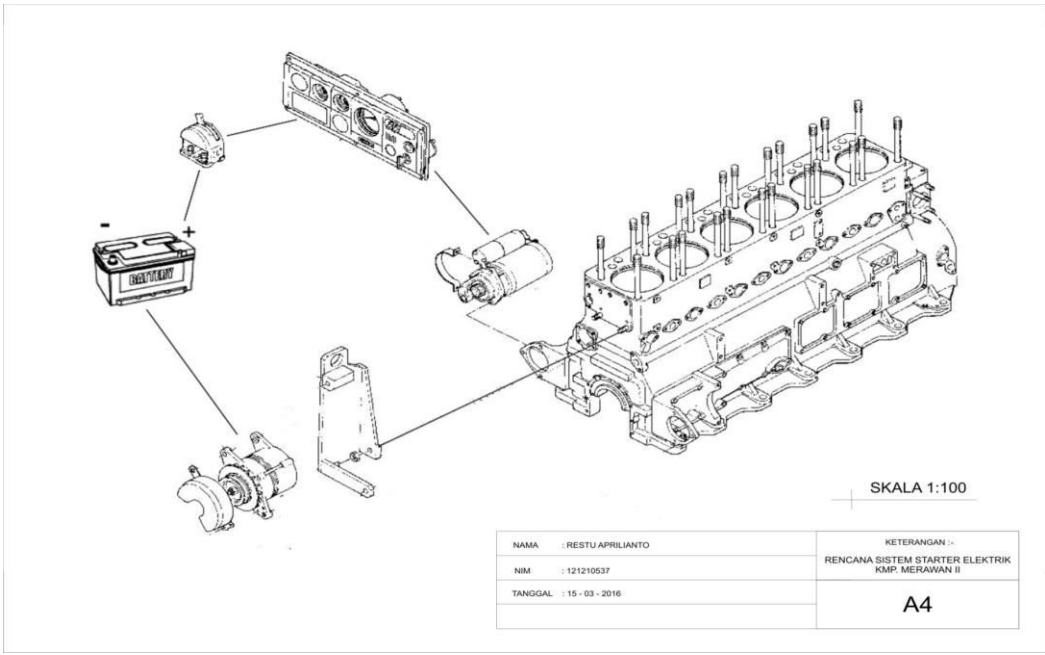
c. Estimasi Biaya Perbaikan Sistem Starter Elektrik KMP. Semah

Uraian	Biaya	Tahun					Total Biaya
		1	2	3	4	5	
Charge aki	Rp 50.000	4 x	4 x	4 x	4 x	4 x	Rp 1.000.000
Ganti baru aki Aki 200 Ampere	Rp 3.100.000	2 x		4x		2 x	Rp 24.800.000
Service Motor *Start*er	Rp 1.500.000	1 x	1 x	1 x	1 x	2 x	Rp 9.000.000
Ganti baru Motor *Start*er *Start*er 126650-77011	Rp 18.000.000	1 x			1 x		Rp 36.000.000
	Total						Rp 70.800.000

Penggantian Sistem Starter Tekanan Udara KMP. Merawan II Menjadi Sistem Starter Elektrik KMP. Merawan II

No.	Bagian	Estimasi Biaya
1.	**Baterai/aki** *Battery* G-force N200 Ampere 2 unit Rp 3.100.000.-/unit	Rp 6.200.000.-
2.	**Kunci kontak** Kunci Kontak Yanmar 1 Set	Rp 2.500.000.-
3.	***Relay*** *Switch Battery* 123310-77640	Rp 900.000.-

4.	Motor *start*er *Start*er 126650-77011	Rp 18.000.000.-
5.	***Altenator*** *Altenator* 144626-77201	Rp 13.500.000.-
6.	Buat dudukan dengan plat untuk *Relay*, kunci kontak, Motor *start*er dan Altenator	Rp 1.500.000
7.	Pemasangan dan *Instalisasi*	Rp 2.500.000
	Total	Rp 45.100.000
	Total (2 Unit Mesin)	**Rp 90.200.000**



Hal-hal yang mendasari penggantian sistem *start*er tekanan udara pada kapal KMP. Merawan II dengan sistem *start*er elektrik adalah sebagai berikut:

a. Payback Periode

Rumus dari Payback periode adalah sebagai berikut:

$$\text{Payback Periode} = n + \frac{a-b}{c-b}\ X\ 1\ tahun$$

Tahun	Biaya Perbaikan	Biaya Perbaikan Kumulatif
1	Rp 27.675.000.	Rp 27.675.000.
2	Rp 14.675.000.	Rp 42.350.000.
3	Rp 30.425.000.	Rp 72.775.000.
4	Rp 23.800.000.	Rp 96.575.000.
5	Rp 21.425.000.	Rp 118.000.000.

diketahui:
n = 3 tahun
a = Rp 90.200.000.
b = Rp 72.775.000.
c = Rp 96.575.000.
Maka

$$\text{Payback Periode} = 3 + \frac{90.200.000 - 72.775.000}{96.575.000 - 72.775.000}\ X\ 1\ tahun$$

$$\text{Payback Periode} = 3 + \frac{17.425.000}{23.800.000}\ X\ 1\ tahun$$

$$\text{Payback Periode} = 3 + 0{,}732$$

$$\text{Payback Periode} = 3{,}732 \text{ tahun atau 3 tahun 7 bulan,}$$

Payback Periode < 5 tahun maka investasi ini layak

b. Profitability Index (PI)
Rumus dari Profibality index adalah sebagai berikut:
Profitability Indeks = PV Proceed / PV Outlays
Dimana,
PV Proceed = Pendapatan
PV Outlays = Biaya dan Investasi

Neraca Kas KMP. Merawan II

No Akun	Uraian	Debet	Kredit
400102002000000	Kendaraan Motor	183.765.750	
400102003000000	Kendaraan Mobil	1.217.051.760	
400102007000000	Kendaraan Truck	1.368.114.300	
400103001000000	Barang	391.584.908	
500101001000000	Gaji, Honorarium dan Upah		231.496.047
500101002000000	Tunjangan		632.160.000
500101006000000	Kesejahteraan Karyawan		101.565.349
500101007000000	Asuransi Tenaga Kerja		53.898.556
500101010000000	Pajak Penghasilan Pasal 21		48.747.491
500101011000000	Bonus		87.382.674
500102001000000	Bahan Bakar Minyak		217.245.387
500102004000000	Beban Pelumas		39.417.693
500102006000000	Dokumen & surat - Surat Kapal		19.230.000
500106001000000	Docking Tahunan		281.352.544
500106004000000	Pemeliharaan Deck		53.937.120
500106005000000	Pemeliharaan Mesin		88.831.300
500106006000000	Perlengkapan Kapal		23.738.000
500106007000000	Pemeliharaan Peralatan Kapal		12.927.500
500106008000000	Pemeliharaan Alat Keselamatan		23.494.500

500106009000000	Beban Mobilisasi Dalam Rangka Docking		1.434.937
1204050100	**Investasi Penggantian Sistem Starter Elektrick KMP. Merawan II**		**90.200.000**
	Total	**3.160.516.718**	**2.007.059.098**

Maka
Profitability Indeks = PV Proceed / PV Outlays
Profitability Indeks = 3.160.516.718 / 2.007.059.098 = 1,574
Profitability Indeks > 1 maka investasi ini layak

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisis perbedaan sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II dan sistem *start*er elektrik KMP. Semah di PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Komponen-komponen sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II yaitu:
   1. Kompresor merek *air compressor* osaka japan 0,75 Kw
   2. Botol angin kapasitas 30 bar
   3. *Distributing valve* merek Yanmar *distribut valve assy* 736310-72400
   4. *Air starting valve* merek Yanmar *starting valve assy* 735410-71100
   5. Pipa udara merek Yanmar *starting air main pipe assy* 135355-73790
b. Komponen-komponen sistem *start*er elektrik di kapal KMP. Semah yaitu:
   1. Baterai G-force N200 Ampere 12 Volt
   2. Kunci kontak merek Yanmar 1 Set Box
   3. *Relay* merek Yanmar *Switch Battery* 123310-77640
   4. Motor *Start*er merek Yanmar *Start*er 126650-77011
c. Perhitungan Torsi dari sistem starter tekanan udara KMP. Merawan II yaitu 131,7 Nm sedangkan perhitungan Torsi dari sistem *start*er elektrik KMP. Semah yaitu 300,3 Nm
d. Estimasi biaya perbaikan dalam 5 tahun terakhir sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II yaitu Rp 118.000.000 sedangkan Estimasi biaya perbaikan sistem *start*er elektrik KMP. Semah yaitu Rp 70.800.000.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan berdasarkan penelitian analisis perbedaan sistem *start*er tekanan udara KMP. Merawan II dan sistem *start*er elektrik KMP. Semah di PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak yaitu mengganti sistem *start*er tekanan udara pada kapal KMP. Merawan II dengan sistem *start*er elektrik. Estimasi biaya penggantian sistem *start*er elektrik yaitu Rp 90.200.000.-. Mamfaat kedepanya dapat mempermudah kapal KMP. Merawan II untuk perbaikan sistem *start*ernya dan PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak dapat mengefisiensi biaya perbaikan sistem *start*er KMP. Merawan II.

DAFTAR PUSTAKA

Andriyanto, Lilik. 2013. *Anggaran Modal*. https://goondrex.wordpress.com/2013/07/29/anggaran-modal/. Diakses pada tanggal 19 April 2016.

Arwah, Boni. 2014. *Penyebab Mesin Tidak Berputar Ketika Udara Pejalan (Starting Air) Sudah Disuply di Kapal MV. Danum 156.* AMI Veteran Makasar: Karya Tulis Ilmiah.

Buntarto. 2015. *Sistem Kelistrikan Pada Mobil*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

De*part*emen Tenaga Kerja dan Transmigrasi R.I. 2006. *Perbaikan Sistim Start*er *dan Pengisian*. Jakarta: Modul.

Latief Had, Abd, dkk. 2012. *Studi Starting Udara Tekan Dengan* Motor *Pneumatik Pada Mesin Induk KMP.Bontoharu.* Universitas Hasanudin: Jurnal.

Loemau, Willem. 2000. *Memperbaiki Kerusakan pada Sistem Starter*. Jakarta: Modul.

PT. Kurnia Mandala Indonusa. 2016. *Penawaran Harga No. 062/SPH/KMI/III/2016.* Jakarta.

PT. Santiniluwansa Lestari. 2015. *Price List G-Force Battery.* Jakarta.

Tangdilallo, Bernart Budiharto, (2002), *Analisis Perbandingan Kerja antara Sistem Starting Udara Tekan ke Silinder dengan Motor Pneumatik pada Motor Diesel Kapal*. Universitas Hasanuddin Makassar: Skripsi.

Sholikhin, Hadi. 2006. *Analisis dan Troubleshooting Kerja* Motor *Start*er *Tipe Reduksi Pada Mitsubishi L300 Diesel.* Universitas Negeri Semarang: Proyek Akhir.

Sularso, Haruo Tahara. 1983. *Pompa & Kompresor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Sumarna, Nana. 2013. *Evaluasi Performance Motor Starter Tipe Reduksi untuk Keselamatan Operasional Lalu Lintas Moda Transportasi Jalan*. Universitas Pendidikan Indonesia: Jurnal.

Tim Fakultas Teknik Universitas Negri Yogyakarta. 2004. *Melepas dan Memasang* Motor *Start*er. Yogyakarta: Modul.

Wijaya, Budi Hendarto. 2010. *Komponen-Komponen Kompresor*. http://maintenance-group.blogspot.com/2010/09/komponen-utama compressor-dan-fungsinya.html. Diakses pada tanggal 6 Maret 2016.

Yudhiarto, Andhika. 2007. *Analisis Sistem Start*er *pada Mesin Honda Grand Civic.* Universitas Negeri Semarang: Proyek Akhir.

Yanmar Holdings Co., Ltd. 1982. *Yanmar Parts Catalog MODEL: 3K, 3KD, 3KDE, 4K, 4KD, 4KDE, 5K, 5KD, 5KDE, 6K-HT, 6KD-HT, 6KDE-HT PC NO: 000Y00G1189.* Osaka, Japan.

Yanmar Holdings Co., Ltd. 2011. *Yanmar Parts Catalog MODEL: 6HA2M-DTE/HTE PC NO: 0CR10-G46402.* Osaka, Japan.

Yanmar Holdings Co., Ltd. 2011. *Service Manual MODEL: 6HA2M- HTE Code No: 0B6HA-G00100.* Osaka, Japan.