

---

# Perawatan Pompa *Feed* Sentrifugal *Multi Stage* di Unit Boiler

**Galih Adi Nugroho, Sonden Winarto**

*Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi, Cepu*

## INFORMASI NASKAH

Diterima : 24 Agustus 2023  
Direvisi : 7 November 2023  
Disetujui : 24 November 2023  
Terbit : 25 November 2023

Email korespondensi:  
[galiheiho@gmail.com](mailto:galiheiho@gmail.com)

Laman daring:  
<https://doi.org/10.37525/mz/2023-2/486>

## ABSTRAK

Pompa *feed* sentrifugal *multi stage* merupakan salah satu komponen penting dalam sistem unit boiler yang berfungsi untuk mengalirkan air umpan (*feed water*) ke dalam boiler untuk proses pembentukan uap. Kinerja pompa *feed* yang optimal sangat krusial dalam menjaga efisiensi dan kehandalan operasi unit boiler. Oleh karena itu, penanganan perawatan yang baik sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya gangguan dan kerusakan yang dapat menyebabkan *downtime* dan biaya pemeliharaan yang tinggi. Salah satu metode perawatan yang dianjurkan adalah dengan metode ISMO. Metode ini menghitung nilai kerumitan pompa berdasarkan parameter tertentu. Kemudian nilai tersebut baru dikonversi ke tahapan perencanaan perawatan apa saja yang perlu dilakukan beserta jangka waktunya. Dengan menerapkan metode dan praktik perawatan yang tepat, diharapkan kinerja pompa *feed* sentrifugal *multi stage* di unit boiler dapat tetap optimal, mengurangi risiko kegagalan dan *downtime*, serta meningkatkan efisiensi dan kehandalan operasi keseluruhan unit boiler. Untuk pompa *feed* sentrifugal *multi stage* PPSDM Migas diperoleh rencana perawatan sebanyak 17 kali dalam waktu 3 tahun sesuai dengan siklus perawatan ISMO serta pada tahun ke 3 yaitu pada siklus ke 18 akan dilakukan *overhaul* pompa sentrifugal.

**Kata kunci:** pompa, perawatan.

## ABSTRACT

*The multi-stage centrifugal feed pump is an important component in the boiler unit system which functions to flow feed water into the boiler for the steam formation process. Optimum feed pump performance is crucial in maintaining the efficiency and reliability of boiler unit operations. Therefore, good maintenance handling is needed to prevent breakdowns and damage that can cause downtime and high maintenance costs. One of the recommended treatment methods is the ISMO method. This method calculates the pump complexity value based on certain parameters. Then this value is converted to the stages of planning what treatment needs to be done along with the timeframe. By implementing proper maintenance methods and practices, it is expected that the performance of the multi-stage centrifugal feed pump in the boiler unit can remain optimal, reduce the risk of failure and downtime, and increase the efficiency and reliability of the operation of the entire boiler unit. For the PPSDM Migas multi-stage centrifugal feed pump, a maintenance plan is obtained for 17 times within 3 years in accordance with the ISMO maintenance cycle and in the 3rd year, namely in the 18th cycle, the centrifugal pump overhaul will be carried out.*

**Keywords:** pump, maintenance.

## PENDAHULUAN

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas) adalah instansi pemerintah di bawah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 15 Tahun 2021, PPSDM Migas mempunyai tugas melaksanakan pengembangan sumber daya manusia di bidang minyak dan gas bumi.

Untuk menunjang kegiatan pengembangan SDM diperlukan sarana prasarana yang mendukung kegiatan tersebut. Kilang PPSDM Migas merupakan salah satu sarana pendukung dalam kegiatan pengembangan SDM subsektor minyak dan gas bumi sekaligus sebagai pelayanan jasa pengolahan minyak mentah bekerja sama dengan PT Pertamina (Persero). Kilang PPSDM Migas mengolah minyak mentah yang dikirim dari PT Pertamina EP Asset 4 Field Cepu dan menghasilkan produk-produk Pertasol CA, Pertasol CB, Pertasol CC, solar, dan, Residu/Minyak Bakar Cepu (MBC).

Salah satu faktor penunjang produksi kilang yang memiliki peran penting yaitu unit Boiler. Boiler berfungsi untuk menghasilkan air panas atau uap panas dari hasil pembakaran guna dikonversikan sebagai energi. Di dalam boiler plant pompa sentrifugal sangat penting agar air umpan

dapat masuk ke dalam boiler, maka diperlukan pompa yang mampu menghasilkan tekanan yang lebih daripada tekanan boiler.

## METODE PENELITIAN

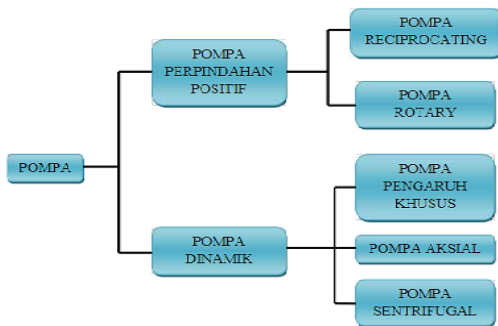
Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

- a. Pengumpulan data primer  
Penelusuran pustaka yang berkaitan dengan teori ISMO dan spesifikasi yang terpasang.
- b. Analisa Data  
Analisa dilakukan terhadap data yang di peroleh dari pengamatan data primer.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang diinginkan. Pompa beroperasi dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Pompa juga berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga penggerak menjadi tenaga kinetis (kecepatan). Tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang aliran. Pompa diklasifikasikan seperti gambar 1 klasifikasi pompa. (Indonesia, P. T. G., 1994)



Gambar 1. Klasifikasi Pompa

### B. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan pompa yang menggunakan *Impeller* sebagai penggerak utama. *Impeller* yang di pasang pada salah satu ujung poros dan pada ujung yang lain dipasang kopleng untuk meneruskan daya dari penggerak. Bentuk *Impeller* yang dipasang menyebabkan aliran fluida yang keluar dari pompa akan membentuk aliran yang tegak lurus terhadap poros pompa. Pada pompa *sentrifugal* terdapat *mechanical seal* yang digunakan untuk mencegah kebocoran fluida keluar atau udara masuk ke dalam pompa.

Prinsip kerja pompa ini adalah fluida memasuki nosel pada sisi masuk menuju titik tengah impeller yang berputar. Ketika berputar impeller akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeller, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeller berbentuk kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan radial oleh gaya sentrifugal terlihat. Semakin cepat impeller berputar maka semakin besar energi diberikan kepada cairan. Energi kinetik cairan yang keluar dari impeller tertahan dengan penciptaan terhadap aliran. Tahanan pertama diciptakan oleh rumah pompa (*volute*) yang menangkap cairan dan memperlambatnya. Pada nosel keluaran cairan makin diperlambat dan kecepatannya diubah menjadi tekanan sesuai dengan prinsip *Bernoulli*.

Berdasarkan jumlah maupun susunan impeller, pompa sentrifugal dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- *Single stage*, terdiri dari satu impeller dan satu casing
- *Multi stage*,

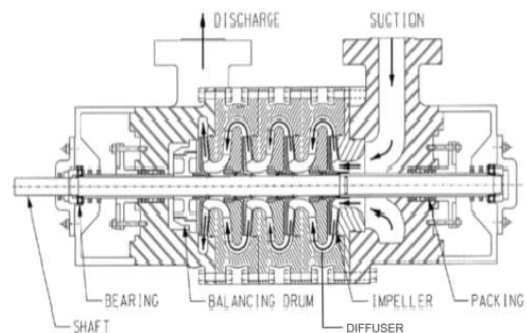
terdiri dari beberapa Impeller yang tersusun seri dalam satu casing

- *Multi impeller*, terdiri dari beberapa impeller yang tersusun paralel dalam satu casing
- *Multi impeller & multi stage*, kombinasi *multi impeller* dan *multi stage*. (Sularso, & Tahara, H., 1987)

### C. Pompa Sentrifugal Multi Stage

Pompa ini menggunakan beberapa *impeller* yang dipasang secara berderet (*seri*) pada satu poros. Prinsip kerja dari pompa *multi stage* yaitu air terhisap oleh *impeller*, air yang masuk *impeller* ikut berputar dan terdorong oleh sudu-sudu *impeller* dan membentuk gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal tersebut membuat air menjauhi lingkaran dan menuju *diffuser* dengan kecepatan tinggi. Pada *diffuser*, energi kecepatan berubah menjadi energi tekanan. Air yang meninggalkan titik tengah *impeller* menimbulkan kevakuman pada tengah *impeller* sehingga dapat menghisap air.

Prinsip kerja pada *impeller* kedua sama dengan *impeller* pertama. Pada *impeller* terakhir atau *impeller* ke enam air keluar pada sisi *discharge*. *Head* total pompa ini merupakan jumlah dari *head* yang dihasilkan oleh masing-masing *impeller* sehingga lebih tinggi dari pompa *single stage*. Pemasangan *diffuser* pada rumah pompa banyak tingkat lebih menguntungkan daripada dengan rumah *volute*, karena aliran dari satu tingkat ketingkat berikutnya lebih mudah dilakukan. Bagian dari pompa multi stage ini dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2. Pompa Sentrifugal *multi stage* poros horisontal.



Gambar 2. Pompa Sentrifugal Multi Stage Poros Horizontal

## D. Pompa Sentrifugal Feed Multi Stage di Unit Boiler PPSDM Migas

Di dalam boiler *plant*, pompa sentrifugal sangat penting agar air umpan dapat masuk ke dalam boiler maka diperlukan pompa yang mampu menghasilkan tekanan yang lebih besar daripada tekanan boiler, serta kapasitas yang cukup, sedangkan tekanan pada steam drum bisa mencapai 8-10 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk pompa pengisi ketel menggunakan jenis pompa sentrifugal *multi stage* (4 *stage*) dengan kapasitas 18 m<sup>3</sup>/jam dengan tekanan operasi 10-15 kg/cm<sup>2</sup>.

Air dari unit pengolahan atau *water treatment* dipompakan kedalam *softener* untuk proses pelunakan dengan derajat *hardnesnya* dan kadar Mg dan Ca yang terkandung dalam air kemudian dialirkan kedalam tangki penampung air lunak atau *soft water tank*. Dari sini dipompakan lagi dengan pompa *booster* atau pompa pendukung masuk ke dalam *daerator* untuk pemanasan awal air umpan serta untuk memisahkan kandungan oksigen sebelum masuk dalam Boiler.

Lalu dari *deaerator*, air dengan suhu kurang lebih 48°C dipompakan dengan pompa sentrifugal atau pompa ke dalam boiler, pada saluran hisap dari pompa diinjeksikan bahan kimia seperti sodium sulfat Na (og) dan tripo menggunakan pompa *dossie* guna memperbaiki mutu air dalam boiler dengan tujuan agar endapan yang terjadi di dalam boiler tidak mengeras sehingga tidak terjadi batu dan endapan-endapan ini dapat dibuang pada saat *slow down*.

Sedangkan didalam unit boiler pada PPSDM Migas Cepu, pompa *feed boiler* ini beroperasi selama satu kali dalam seminggu. Dan pada pompa pada *feed boiler* ada 2 buah yaitu pompa 1 dan 2. Yang digunakan dalam pengopersian hanya menggunakan 1 pompa aktif dalam bekerja, sedangkan 1 pompa yang lain digunakan untuk *stand by* atau cadangan apabila pompa *feed* utama mengalami kerusakan dan berada pada masa *service* atau perbaikan, sehingga tidak mengganggu proses kerja atau operasional di dalam unit boiler.

Data Spesifikasi Pompa feed Sentrifugal Multi Stage di Unit Boiler PPSDM Migas :

## Tenaga Penggerak/Motor

Merk/pabrik	: TECO MOTOR (3- PHASE INDUCTION)
Code	: S020020FMN : 2 POLE
Frame Size	: 160 M
Tenaga	: 20HP
Driver	: 15 KW
Frekuensi	: 50 Hz
Putaran	: 2940 Rpm
Bearing	: 6309ZZ, 6307ZZC3
Serial NO	: 0619C038007
Weight	: 120 KG

## Pompa Sentrifugal Feed Boiler

Jenis:-pompa sentrifugal multi stage	
Merk/pabrik	: TORISHIMA pump
Type	: MM0 40
Size	: 4
Product NO	: TQ0075620
Total head	: 110 M
Capacity	: 18 M <sup>3</sup> / h
Speed	: 2945 m/n <sup>-1</sup>
Driver	: 15
Delivery time	: 05-2020

## E. Pengoperasian Pompa Feed Sentrifugal Multi Stage

Kebanyakan pompa *feed sentrifugal* didesain dengan cara memungkinkan pompa beroperasi secara terus menerus untuk berbulan-bulan bahkan tahunan. Pompa *sentrifugal* ini seringkali mengandalkan zat cair yang dipompa sebagai pendinginan dan pelumasan terhadap *bearing* pompa dan komponen pompa yang ada di dalamnya.

Jika aliran yang melalui pompa dihentikan ketika pompa sedang beroperasi, maka pompa tidak didinginkan sebagaimana mestinya, sehingga pompa dapat lebih cepat rusak. Kerusakan pompa dapat juga diakibatkan dari zat cair yang dipompakan yang mana suhu mendekati kondisi jenuh.

Pompa *feed sentrifugal* dalam operasinya sangat sederhana. Secara umum ada dua persyaratan dasar yang harus dipenuhi agar pompa beroperasi bebas masalah dan lebih lama, yaitu:

- bahwa tidak timbul kavitasi pada pompa
- pompa selalu beroperasi pada *flow*

minimum

Semua ketentuan dan cara pengoperasian pompa dapat mengikuti petunjuk dari pabrik darimana asal pompa itu dibuat. Pembuatan disusun sendiri disesuaikan dengan kondisi operasi unit atau plat yang ada sebagai *Standar Operating Procedure* (SOP). (Sularso, H. T., 2000)

#### **F. Langkah-langkah Pengoperasian Pompa Feed Sentrifugal Multi Stage di Unit Boiler PPSDM Migas**

##### 1. Persiapan

- Memeriksa dan meyakinkan pompa, penggerak dan instalasi dalam keadaan baik. Tidak terdapat benda/material lain yang dapat mengganggu operasi, terutama pada saat pompa yang selesai diperbaiki;
- Memeriksa pelumas dan sistem pelumasan apakah sudah penuh atau belum;
- Memeriksa pendinginan dan sistem pendinginan apakah sudah penuh;
- Memeriksa sistem penunjang yang lainnya.

##### 2. Pengoperasian awal

- Membuka *suction valve* dalam posisi terbuka penuh;
- Menjalankan unit penggerak, bila dengan rpm yang variabel mulailah dengan rpm rendah, kemudian dinaikkan secara bertahap sampai rpm normal;
- Buka *discharge valve* perlahan-lahan sampai operasi normal;
- Untuk beberapa saat mengamati bagian yang kritis;
- Bila terjadi hal-hal yang mencurigakan (putaran abnormal), segera turunkan rpm atau matikan unit penggerak, kemudian periksa ulang dan lakukan tindakan seperlunya.

##### 3. Selama Operasi

- Mengamati kondisi operasi (tekanan, *flow rate* temperatur cairan dan rpm penggerak);
- Mengecek pelumasan;
- Mengecek pendingin dan sistem pendinginan;
- Mengecek catatan baik pompa dan unit penggerak.

Hal tersebut harus dilakukan secara periodik dan dicatat dalam buku laporan operasi.

##### 4. Penghentian Operasi

- Tutup *discharge* perlahan-lahan;
- Mematikan unit penggerak, bila rpm variabel diturunkan secara bertahap sampai dengan *Stop*;
- Menutup *discharge valve* secara perlahan-lahan;
- Menutup *section valve*;
- Menutup saluran pelumasan dan pendinginan;
- Memeriksa baut-baut pengikat dan seluruh sambungan bila diperlukan
- Membersihkan lingkungan/area/lokasi dan alat-alat bantu, terutama untuk pompa yang selesai diperbaiki.

#### **G. Gangguan dan Penyebab Kerusakan Pompa Feed Sentrifugal Multi Stage di Unit Boiler PPSDM Migas**

1. Pompa tidak penuh air, penyebabnya antara lain :

- Masuknya udara dari *gland packing*;
- Masuknya udara dari katup hisap;
- Masuknya udara dari sambungan *flange*.

Cara mengatasinya :

- Menambah ikat *gland packing* atau jika perlu diganti yang baru;
- Menambah ikat baut penekan *packing* katup hisap;
- Menambah baut-baut *flange*.

2. Tekanan cair pada saluran tekan rendah, penyebabnya antara lain :

- Saluran pipa hisap kotor/buntu;
- Pompa mengalami kavitasi;
- *Clearence* antar *wearing* pada rumah pompa dan *impeller* terlalu besar.

Cara mengatasinya :

- Membersihkan saluran hisap;
- Memperbaiki kebocoran yang mengakibatkan udara masuk ke dalam pompa;
- Mengganti *casing wearing* dengan yang baru.

3. Bantalan panas, penyebabnya antara lain :

- Kedudukan poros dengan penggerak tidak lurus;
- Bantalan kurang minyak pelumasan;
- Tidak seimbang;
- Bantalan sudah rusak;

Cara mengatasinya :

- Menambahkan pelumas bantalan;



- Melakukan *balance* kembali pada poros *impeller*-nya;
  - Mengganti bantalan baru.
4. Bunyi dan getaran yang berlebihan, penyebabnya antara lain :
- Kerusakan pompa dan penggerak berubah;
  - Penyangga/pendukung pipa dan tekanan kurang kokoh;
  - Adanya kerusakan pada *impeller* atau poros bengkok.
- Cara mengatasinya :
- Meluruskan kembali kedudukan poros pompa dan poros penggerak (*alignment*);
  - Mengganti penyangga/pendukung pipa dengan yang lebih kokoh;
  - Memperbaiki *impeller* dan kemudian di *balance*;
  - Mengganti bantalan baru;
  - Mengganti karet kopling yang baru.
5. *Gland packing* panas, penyebabnya antara lain :
- Pengikat *gland packing* terlalu panas;
  - Air pendingin *gland packing* tidak cukup.
- Cara mengatasinya :
- Mengendurkan baut penekan *gland packing*;
  - Menambahkan aliran pendingin *gland packing*.
6. Kerusakan pada *stuffing box*, penyebabnya antara lain :
- Bocornya cairan yang dipompakan dari rumah pompa lewat celah antara lain poros dengan *packing* penyekat;
  - Rusaknya baut-baut *gland packing* karena korosi.
- Cara mengatasinya :
- Mengikat baut-baut penekan *packing* mekanik secara merata, jika *packing* sudah keras/rusak dapat dikeluarkan dan diganti dengan yang baru, pemasangan *packing* untuk tiap-tiap sambungan di pasang berselang-seling. Pemotongan *packing* dibuat dengan sudut  $45^{\circ}$ .
7. Kerusakan bantalan, penyebabnya antara lain :
- Kerusakan bagian ini disebabkan karena pelumasan yang kurang atau getaran yang terlalu tinggi.
- Cara mengatasinya :
- Diganti dengan yang baru. Kerusakan bantalan ditandai dengan membesarnya *clearance* antar bola-bola rol peluncur terhadap ringnya, hal ini disebabkan karena keausan. Kerusakan ini akan cepat terjadi apabila minyak pelumas terkontaminasi dengan mata air, dimana air berasal dari bocoran *gland packing*. Untuk mengatasinya biasanya dipasang *deflector* pada poros dan pemasangan *gland packing*;
  - Pelumas tidak sesuai dengan spesifikasinya. Cara mengatasinya adalah dengan cara mengamati minyak pelumas yang sesuai dengan spesifikasinya dari buku petunjuk;
  - Kedudukan poros penggerak dengan yang digerakkan berubah (*misalignment*), cara mengatasinya adalah dengan cara melakukan *alignment* kembali.
8. Kerusakan pada *impeller*, penyebabnya antara lain :
- Kerusakan pada *impeller* biasanya berupa lubang-lubang kecil (*fitting*), yang disebabkan oleh terjadinya korosi dan erosi cairan yang dipompakan. Disamping itu *fitting* juga disebabkan sering terjadinya kavitasi pada saat pompa beroperasi. Dengan adanya kerusakan pada *impeller* maka dapat mengakibatkan penurunan kapasitas pompa, tekanan pompa dan juga mengakibatkan *unbalance* pada rotor dan pada akhirnya dapat menimbulkan getaran yang berlebihan.
- Cara mengatasinya :
- Melakukan perbaikan dengan las pada bagian-bagian *fitting* kemudian di bubut;
  - Melakukan penambalan dengan lem besi;
  - Melakukan *balancing* kembali setelah pekerjaan pembubutan;
  - Melakukan pergantian *impeller* dengan yang baru.
9. Kerusakan pada *wearing ring*, penyebab kerusakan :
- Diakibatkan oleh gesekan antara *impeller* *wearing ring* dengan *casing* *wearing ring* yang pada akhirnya terjadi keausan. Keausan ini menyebabkan bertambah besarnya *clearance* *impeller* *wearing ring* dengan *casing* *wearing ring* yang diizinkan. Hal tersebut dapat menyebabkan

turunnya kapasitas dan tekanan pompa karena banyak cairan yang berada pada ruangan tekan masuk ke ruangan/saluran hisap pompa.

Cara mengatasinya :

- Melakukan penambalan dengan las kemudian dibubut;
- Melakukan *balancing* pada rotornya setelah pemasangan *wearing ring* dan *casing wearing ring*;
- Melakukan pengukuran *clereance* kembali dengan toleransi yang diizinkan.

**H. Jadwal Perawatan Pompa feed sentrifugal multi stage di unit boiler PPSDM Migas**

Keberadaan suatu jadwal perawatan sangat dibutuhkan dalam suatu kegiatan perencanaan perawatan alat atau mesin karena perawatan yang tidak terjadwal dapat mempengaruhi kinerja alat atau mesin. Dalam melaksanakan kegiatan perencanaan perawatan diperlukan suatu jadwal perawatan yang baik dan benar, serta segala pertimbangan dari berbagai aspek, karena apabila jarak antara kegiatan perawatan terlalu dekat, maka akan berdampak pada pemborosan biaya (*over maintenance*), dan apabila jarak antara kegiatan perawatan terlalu jauh, maka akan mengakibatkan kinerja mesin yang kurang baik.

Berdasarkan metode ISMO, pembuatan perencanaan perawatan dan perbaikan dilakukan mulai dari *overhaul* ke *overhaul* berikutnya dengan menentukan nilai kerumitan atau nilai kompleksitas terlebih dahulu. (Isa, M., & Alhaffis, F., 2019)

Tabel 1. Nilai rata-rata kerumitan perawatan (Garg H.,1976)

No	Tipe Produksi	Tingkat Kompleksitas peralatan
1	Rolling Mills (steel)	15
2	Turbine (Steam & Hydro)	14
3	Boiler	12
4	Steam Turbine for Ships Aviation Engines, Heavy	11.5
5	Diesel Engine, Heavy Machine Tools	11
6	Automobile, Heavy Tractors, Ship, Aircrafts	10
7	Tractor	9.5
8	Railway Wagon	9
9	Machine Tool (medium)	9
10	Ball or Roller Bearing Motor Cycle	8.5

11	Heavy Electrical Machines, Electronic Trains, Precision Instrument	8.5
12	Cycles Tractor Spare Part, Machine for Chemicals, Industrial Paper from Wood Pulp	8
13	Compressor, Hydraulic Machine, Light Machine Tools	8
14	Tools and Cutters Textile, Food Industries	7.5
15	Later, Fire Protection Equipment	
16	Gas Apparatus	7
17	Low Voltage Apparatus	7
18	Weighing Instrument	7
19	Electrical Instrument	7
20	Earth Moving Machinery Showers, Bulldozers, etc	6
21	Watches and Light Instruments	5.5

Berdasarkan beberapa asumsi dan tabel 1 tentang nilai rata-rata kerumitan perawatan, dapat diketahui nilai kerumitan untuk pompa, yakni 8 terletak pada range 0 s/d 30 sesuai pada gambar 3 *Repair Complexity* Dan *Repair Cycle* sehingga digunakan shift dalam satu hari kerja, siklus perawatan dan perbaikan pompa *feed* sentrifugal *multi stage* menggunakan metode ISMO yang terdiri dari:

1. *Inspection* (I)

- Kegiatan yang dilakukan saat inspection adalah melakukan pengecekan ringan pada motor/penggerak, poros, *shaft sleeve*, *gland packing*, *bearing*, *mechanical seal*, *coupling* dan *suffing box*.
- Lakukan pembersihan pada *suffing box* dari kotoran dan debu yang menempel.
- Periksa *greas* kopling, tambah jika diperlukan.
- Mengencangkan mur-mur dan baut-baut pengikat, ganti bila ada yang sudah aus.

Repair Complexity	Repair Cycle			Tipe Produk	Bahan Benda Produk	Periode Antara Dua Masa Perawatan			Periode Antara Dua Overhaul			
	Siklus	Jumlah	M   S   I			Dalam Bulan (t)			Dalam Tahun (T)			
						1	2	3	1	2	3	
0 s/d 30	0-11-51-12-52-13-53-14-54-15-55-16-56-17-57-18-58-19-0	2	6	9	Masal	Baja Karbon dan cor	6.0	3.0	2.0	9.5	4.5	3.0
					Aluminium cor	6.5	3.5	2.5	10.0	5.0	3.5	
					Perunggu	7.0	3.5	2.5	10.0	5.5	3.5	
					Baja kontrolksi	8.5	4.5	3.0	13.0	6.5	4.5	
					Seri	Baja Karbon dan cor	8.0	4.0	3.0	12.0	6.0	4.0
					Aluminium cor	9.0	4.5	3.0	13.0	6.5	4.5	
					Perunggu	9.5	4.5	3.0	13.0	6.5	4.5	
					Baja kontrolksi	11.5	6.0	4.0	17.0	8.5	6.0	
					Unit	Baja Karbon dan cor	9.5	4.5	3.0	14.0	7.0	4.5
					Aluminium cor	10.0	5.0	3.5	15.0	7.5	5.0	
					Perunggu	10.0	5.5	3.5	16.0	8.0	5.5	
					Baja kontrolksi	13.0	6.5	4.5	19.5	10.0	6.5	
30 s/d 150	0-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-0	2	6	27	Masal	Baja Karbon dan cor	4.0	2.0	1.5	12.5	6.5	4.0
					Aluminium cor	4.5	2.5	1.5	13.5	7.0	4.5	
					Perunggu	5.0	2.5	1.5	14.5	7.0	5.0	
					Baja kontrolksi	6.0	3.0	2.0	18.0	9.0	6.0	
					Seri	Baja Karbon dan cor	5.5	2.5	2.0	16.0	8.0	5.5
					Aluminium cor	5.5	3.0	2.0	17.5	9.0	6.0	
					Perunggu	6.5	3.0	2.0	18.5	9.5	6.5	
					Baja kontrolksi	8.0	4.0	2.5	23.5	11.5	8.5	
					Unit	Baja Karbon dan cor	6.5	3.0	2.0	18.5	9.5	6.5
					Aluminium cor	6.5	3.5	2.5	20.5	10.0	6.5	
					Perunggu	7.0	3.5	2.5	21.5	11.0	7.0	
					Baja kontrolksi	7.0	3.5	2.5	26.5	26.5	9.0	
Diatas 150	0-11-12-13-14-15-	2	9	36	Seri	Baja Karbon dan cor	5.0	2.5	2.0	21.0	11.5	7.5
					Aluminium cor	5.0	3.0	2.0	22.5	11.5	8.5	

Gambar. 3 Repair Complexity Dan Repair Cycle (Garg H.P,1976)

2. Small Repair (S)

- Kegiatan yang dilakukan saat small repair meliputi pengecekan keausan / kebocoran pada poros pompa, gland packing, shaft sleeve.
- Melakukan alignment.
- Bongkar beberapa unit bagian peralatan yang kemungkinan besar akan mengalami keausan atau kotor serta lakukan pembersihan, apabila ada bagian yang rusak lakukan penggantian.
- Menambah pelumas pada bearing.
- Mengadakan perbaikan bila diperlukan atau yang telah dicatat pada inspeksi.

3. Medium Repair (M)

- Kegiatan yang dilakukan pada medium repair adalah melakukan semua kegiatan yang dilakukan di small repair, ditambah dengan membongkar semua bagian yang kemungkinan akan aus, terjadi kebocoran dan harus diganti/diperbaiki
- Lakukan kalibrasi dengan cara alignment pada mesin.
- Pengecekan pada getaran.

4. Overhaul (O)

- Pada kegiatan overhaul ini dilakukan pembongkaran pada setiap unit,
- Penggantian pada komponen yang aus

atau rusak.

- Pemeriksaan pondasi pompa, dan perbaiki jika diperlukan.
- Pengecekan pada permukaan yang harus dicat dengan yang baru.

Dengan derajat kerumitan mesin serta uraian kegiatan dalam metode ISMO, maka dapat dibuat perencanaan siklus perawatan pompa sentrifugaal di PPSDM Migas sesuai dengan table 2 perencanaan siklus perawatan.

Tabel 2. Perencanaan Siklus Perawatan

Nilai kerumitan perawatan	Siklus perawatan			t (bulan)	T (tahun)
	Siklus	Jumlah			
0 s/d 30	O-I <sub>1</sub> -S <sub>1</sub> -I <sub>2</sub> -S <sub>2</sub> -I <sub>3</sub> -M <sub>1</sub> -I <sub>4</sub> -S <sub>3</sub> -I <sub>5</sub> -S <sub>4</sub> -I <sub>6</sub> -M <sub>2</sub> -I <sub>7</sub> -S <sub>5</sub> -I <sub>8</sub> -S <sub>6</sub> -I <sub>9</sub> -O	M S I		2.0	3.0
		2	6	9	

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan perencanaan yang telah di buat, maka perawatan terhadap pompa dapat dijadwalkan untuk jangka waktu 3 tahun sesuai hasil perencanaan dengan uraian yang terdapat pada gambar 4 hingga 6 tentang jadwal perawatan untuk tahun pertama hingga ketiga, dengan keterangan I merupakan inspection, S adalah small repair, M adalah medium repair, dan O merupakan overhaul, sedangkan angka merupakan tahapan perawatan.

Dengan demikian maka dapat terlihat bahwa perawatan terhadap pompa sentrifugal multi stage dilakukan sebanyak 17 kali dalam waktu 3 tahun sesuai dengan siklus perawatan ISMO. Pada tahun ke 3 yaitu pada siklus ke 18 akan dilakukan overhaul pompa sentrifugal.



No.	Nama Part	Bulan Reparasi Tahun Pertama											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1.	Grease												M <sub>1</sub>
2.	Poros pompa		I <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
3.	Mechanical Seal		I <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
4.	Gland Packing		I <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
5.	Coupling		I <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
6.	Shaft Sleeve		I <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
7.	Bearing		I <sub>1</sub>				I <sub>2</sub>				I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>
8.	Stuffing Box		I <sub>1</sub>				I <sub>2</sub>				I <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>

Gambar 4. Jadwal Perawatan Pada Tahun Pertama

No.	Nama Part	Bulan Reparasi Tahun Kedua											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1.	Grease												M <sub>2</sub>
2.	Poros pompa		I <sub>4</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
3.	Mechanical Seal		I <sub>4</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
4.	Gland Packing		I <sub>4</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
5.	Coupling		I <sub>4</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
6.	Shaft Sleeve		I <sub>4</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>5</sub>		S <sub>4</sub>		I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
7.	Bearing		I <sub>4</sub>				I <sub>5</sub>				I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>
8.	Stuffing Box		I <sub>4</sub>				I <sub>5</sub>				I <sub>6</sub>		M <sub>2</sub>

Gambar 5. Jadwal Perawatan Pada Tahun Kedua

No.	Nama Part	Bulan Reparasi Tahun Ketiga											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1.	Grease												O
2.	Poros pompa		I <sub>7</sub>		S <sub>5</sub>		I <sub>8</sub>		S <sub>6</sub>		I <sub>9</sub>		O
3.	Mechanical Seal		I <sub>7</sub>		S <sub>5</sub>		I <sub>8</sub>		S <sub>6</sub>		I <sub>9</sub>		O
4.	Gland Packing		I <sub>7</sub>		S <sub>5</sub>		I <sub>8</sub>		S <sub>6</sub>		I <sub>9</sub>		O
5.	Coupling		I <sub>7</sub>		S <sub>5</sub>		I <sub>8</sub>		S <sub>6</sub>		I <sub>9</sub>		O
6.	Shaft Sleeve		I <sub>7</sub>		S <sub>5</sub>		I <sub>8</sub>		S <sub>6</sub>		I <sub>9</sub>		O
7.	Bearing		I <sub>7</sub>				I <sub>8</sub>				I <sub>9</sub>		O
8.	Stuffing Box		I <sub>7</sub>				I <sub>8</sub>				I <sub>9</sub>		O

Gambar 6. Jadwal Perawatan Pada Tahun Ketiga

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian tentang perawatan pompa *feed* sentrifugal *multi stage* di unit boiler di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas (PPSDM MIGAS), dapat disimpulkan bahwa ditemukan nilai *index repair complexity* untuk pompa *feed* sentrifugal *muti stage* adalah 8.

Siklus perawatan tersebut terdiri dari kegiatan inspeksi sebanyak 9 kali, kegiatan *small repair* 6 kali, kegiatan *medium repair* 2 kali dan *overhaul* 1 kali. Siklus perawatan dilakukan 2 bulan sekali dalam kurun waktu 3 tahun. Penjadwal perawatan yang terencana sangat membantu dalam melakukan

perawatan komponen pada pompa *feed* sentrifugal *multi stage* agar meminimalisir kerusakan saat sedang beroperasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Garg, H.P. (1976). *Industrial Maintenance*. New Delhi: S. Chand. Perencanaan perawatan ISMO.

Indonesia, P. T. G. (1994). *Torishima Pump Handbook*.

Isa, M., & Alhaffis, F. (2019, December). Perencanaan Perawatan Berdasarkan Metode Ismo Pada Pompa Sentrifugal Type Y3-160M2-2 di PDAM Cabang Sungai Pakning. In *Seminar Nasional Industri dan Teknologi* (pp. 243-251).

Sularso, & Tahara, H. (1987). *Pompa dan kompresor: pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan*. Pradnya Paramita.

Sularso, H. T. (2000). *Pompa & Kompresor, pemilihan, pemakaian, dan pemeliharaan*, cetakan ketujuh, jakarta. Pradnya Paramita.

