

# PERAWATAN PADA LABYRINTH KOMPRESOR SENTRIFUGAL KAWASAKI K-2501 A DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT. ARUN NGL BLANG LANCANG

Saifuddin A. Jalil, Fitri Arlena

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280,3, Buketrata, Aceh 24301, INDONESIA

Phone/Fax.: (0645) 42670, e-mail : ab1\_tm@yahoo.co.id

## Abstrak

Sesuai dengan perkembangan industri pada saat sekarang ini, banyak diciptakan peralatan dan alat bantu yang dapat mempercepat proses kerja suatu industri, diantaranya adalah kompresor. Kompresor sentrifugal kawasaki beroperasi pada unit 88 yang terdiri dari motor listrik sebagai penggerak. Kompresor sentrifugal kawasaki K-2501 A adalah jenis kompresor sentrifugal yaitu kompresor dengan kedudukan poros horizontal yang berfungsi untuk untuk menaikkan tekanan gas untuk keperluan tertentu atau dengan kata lain kompresor meningkatkan energi (head) fluida gas yang mengalir dari level energi tertentu ke level energi yang lebih tinggi. Dalam dunia industri kompresor mempunyai kegunaan yang sangat luas seperti dalam bidang perminyakan, petrokimia workshop, dan lain-lain. Hasil analisis data lapangan, terdapat beberapa item yang mengalami kerusakan seperti *Labyrinth*, *o ring*, dan *impeller* pada Kompresor sentrifugal K-2501 A yang mengakibatkan kompresor harus dilakukan *breakdown maintenance*. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memaksimalkan umur pakai komponen dari sebuah kompresor dengan menganalisa kompresor tersebut menggunakan metode *Failure Mode Effecty And Analysis* (FMEA).

**Kata kunci :** kompresor sentrifugal, failure Mode and Effect Analisis (FMEA)

## PENDAHULUAN

Sesuai dengan perkembangan industri pada saat sekarang ini, banyak diciptakan peralatan dan alat bantu yang dapat mempercepat proses kerja suatu industri, di antaranya adalah kompresor. Kompresor merupakan satu jenis alat yang paling banyak di gunakan dan penggunaannya semakin bermacam-macam. Kompresor merupakan suatu jenis alat yang paling banyak digunakan untuk mempermudah kerja manusia. Salah satu mesin yang di gunakan pada PT. Arun adalah Kompresor sentrifugal kawasaki K-2501 A. Kompresor sentrifugal kawasaki beroperasi pada unit 88 yang terdiri dari motor listrik sebagai penggerak. Kompresor sentrifugal kawasaki K-2501 A adalah jenis kompresor sentrifugal yaitu kompresor dengan kedudukan poros horizontal yang berfungsi untuk untuk menaikkan tekanan gas untuk keperluan tertentu atau dengan kata lain kompresor meningkatkan energi (head) fluida gas yang mengalir dari level energi tertentu ke level energi yang lebih tinggi. Dalam dunia industri kompresor mempunyai kegunaan yang sangat luas seperti dalam bidang perminyakan, petrokimia workshop, dan lain-lain.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kompresor dan Prinsip kerjanya

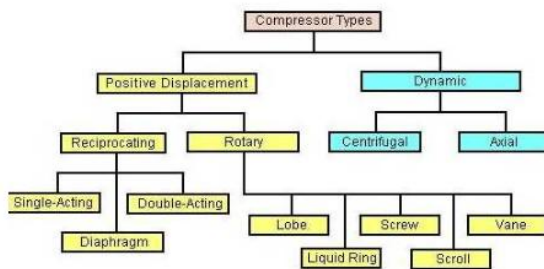
Kompresor adalah peralatan mekanik yang digunakan untuk memberikan energi kepada fluida gas/udara, sehingga gas/udara dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain secara kontinyu. Penambahan energi ini bisa terjadi karena adanya gerakan mekanik, dengan kata lain fungsi kompresor adalah mengubah energi mekanik (kerja) ke dalam energi tekanan (potensial) dan energi panas yang tidak berguna. prinsip kerja kompresor sentrifugal yaitu mengkonversikan energi kecepatan gas/udara yang dibangkitkan oleh aksi/gerakan impeller yang berputar dari energi mekanik unit penggerak menjadi energi potensial (tekanan) di dalam diffuser. (Suwasono, 2009)

Menurut Sularso dan Tahara Haruo (2006) fungsi dari sebuah kompresor adalah untuk menaikkan tekanan suatu gas. Tekanan gas dapat dinaikkan dengan memaksakan untuk mengurangi volumenya. Ketika volumenya dikurangi, tekanannya naik. Sebuah kompresor positive displacement memaksa gas dengan cara ini. Tetapi sebuah kompresor sentrifugal mencapai kenaikan tekanan dengan dua tahap.

Kompresor ini menambah energi pada gas dalam bentuk kecepatan (energi kinetik) dan kemudian merubah bentuk ini menjadi energi tekanan.

**Klasifikasi Kompresor**

Dilihat dari perbandingan tinggi tekan dengan kapasitas (debit aliran) yang dihasilkan, maka kompresor sentrifugal dapat dibedakan atas kompresor radial dan aksial dengan pendinginan rumah atau pendinginan antara. Kompresor sentrifugal merupakan tipe aksial ataupun radial. Kompresor radial digunakan untuk suction volume antara 0.5 dan 70 m<sup>3</sup>/s, sedangkan kompresor aksial digunakan untuk volume laju alir yang sangat besar dimulai dari 20 m<sup>3</sup>/s hingga lebih dari 280 m<sup>3</sup>/s. Untuk desain tekanan tinggi dan rapat, beberapa kompresor aksial harus memiliki impeler yang tertempel pada poros. Diaphragm digunakan untuk memisahkan stage-stage individual dan juga untuk mengontrol ketinggian dan arah gas menuju ke stage berikutnya. Tekanan dan aliran dikontrol melalui gu ide vanes, yang tertempel pada masuk dari tiap-tiap impeler. Menggunakan bantalan yang sesuai adalah sangat penting dalam meningkatkan operasi mekanis dari sebuah kompresor. Dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. klasifikasi kompresor ( Sumber :<https://ianatulkhoiroh.wordpress.com> )

**Bagian-bagian Utama Kompresor dan Fungsi**

Kompresor terdiri dari beberapa bagian yang fungsinya satu dengan yang lain saling berhubungan, diantaranya adalah :

**1. Casing**

Casing merupakan bagian paling luar kompresor yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh mekanik dari luar.

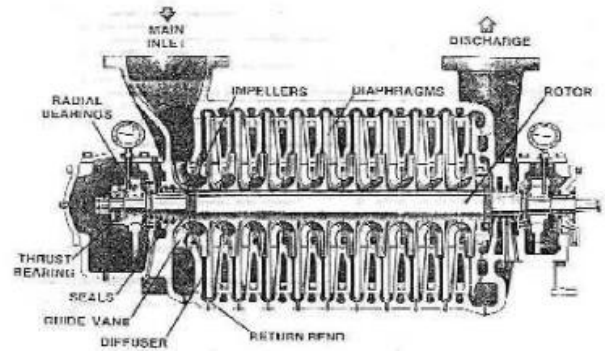
**2. Inlet Wall**

Inlet wall adalah diafram (dinding penyekat) yang dipasang pada sisi suction sebagai inlet channel dan berhubungan dengan inlet nozzle. Karena berfungsi sebagai saluran gas masuk

pada stage pertama, maka meterialnya harus tahan terhadap abrasive dan erosi.

**3. Guide Vane**

Guide vane di tempatkan pada bagian depan eye impeller pertama pada bagian suction . Fungsi utama guide vane adalah mengarahkan aliran agar gas dapat masuk impeller dengan distribusi yang merata. Dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



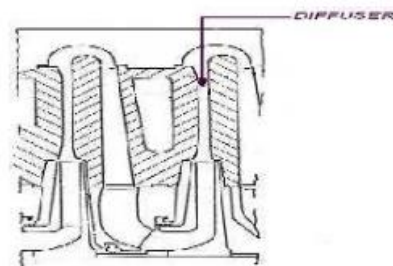
Gambar 2. Guide Vane Kompresor Sentrifugal (Sumber : Suwasono,2009)

**4. Eye Seal**

Eye seal ditempatkan di sekeliling bagian luar eye impeller dan di tumpu oleh inlet wall. Eye seal selalu berbentuk satu set ring logam yang mengelilingi wearing ring impeller . Berfungsi untuk mencegah aliran balik dari gas yang keluar dari discharge impeller (tekanan tinggi) kembali masuk ke sisi suction (tekanan rendah).

**5. Difusser**

Diffuser berfungsi untuk merubah energi kecepatan yang keluar dari discharge impeller menjadi energi potensial (dinamis). Untuk multi stage dipasang diantara inter stage impeller. Dapat dilihat pada gambar 3. dibawah ini :



Gambar 3. Difusser Kompresor Sentrifugal (Sumber : Suwasono,2009)

## 6. Labyrinth Seal

Labyrinth seal adalah jenis mechanical seal yang menyediakan jalur berkeluk-luk untuk membantu mencegah kebocoran. Contoh dari segel tersebut kadang –kadang ditemukan dalam poros untuk membantu mencegah kebocoran minyak pelumasan bantalan. Labyrinth seal pada poros berputar menyediakan non contacting tindakan dengan mengontrol bagian cairan melalui berbagai ruang gerak sentrifugal, serta dengan pembentukan pusaran cairan dikendalikan. Pada kecepatan tinggi, gerak sentrifugal memaksa cairan kearah luar jauh dari bagian. Demikian pula jika ruangan labirin dirancang dengan benar, cairan yang keluar dari ruang utama masuk dalam ruang labirin.

## 7. Return Bend

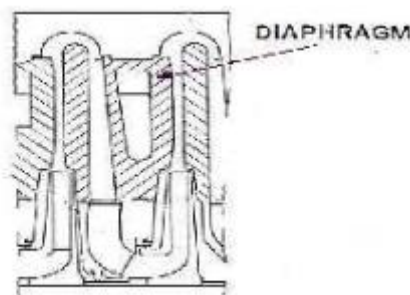
Return bend sering juga disebut crossover yang berfungsi membelokan arah aliran gas dari diffuser ke return channel untuk masuk pada stage/impeller berikutnya. Return bend di bentuk oleh susunan diafragma yang dipasang dalam casing.

## 8. Return Channel

Return channel adalah saluran yang berfungsi memberi arah aliran gas dari return bend masuk ke dalam impeller berikutnya. Return channel ada yang dilengkapi dengan fixed vane dengan tujuan memperkecil swirl (olakan aliran gas) pada saat masuk stage berikutnya sehingga dapat memperkecil vibrasi.

## 9. Diafragma

Diaframa adalah komponen bagian dalam kompresor yang berfungsi sebagai penyekat antar stage dan tempat kedudukan eye seal maupun inter stage seal. Diafragma ditempatkan didalam casing dengan hubungan tongue-groove sehingga mudah dibongkar pasang. Dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Difragma Kompresor Sentrifugal  
(Sumber : Suwasono,2009)

## METODOLOGI

### Material/ BahanAnalisa FMEA

Kompresor sentrifugal Kawasaki K-2501 Aini dilakukan analisa kerusakan karena pada kompresor sentrifugal Kawasaki ini terdapat kerusakan pada Labyrinth dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini :



Gambar 5. Labyrinth  
(Sumber : PT. Arun)

Adapun spesifikasi kompresor sentrifugal kawasaki yang diperoleh dari PT.Arun NGL dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 6. Spesifikasi kompresor  
( Sumber : PT ARUN NGL )

### Persiapan Dokumen FMEA

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi di dalam sebuah system, desain, proses, atau pelayanan (survece). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing - masing mode kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (occurrence), tingkat keparahan (severity), dan tingkat deteksi (detection) (Stamatis, 1995). *failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah sebuah metodologi yang digunakan untuk proses mengidentifikasi kan kegagalan dari suatu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari sistem ( IAEA-TECDOC 1590, 2007). FMEA meliputi pengidentifikasian yaitu :

1. Failure Cause : penyebab terjadinya failure mode

2. Failure effect : dampak yang ditimbulkan failure mode, failure effect ini dapat ditinjau dari 3 sisi level yaitu :

- a. Komponen/lokal
- b. Sistem
- c. plant

Menurut referensi MIL-HDBK-217 tujuan dari pengumpulan dokumentasi *failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah memberikan semua informasi bagi para ahli teknik pada masing-masing bagian agar dapat diakses atau diketahui secara bersama. Langkah awal dalam penyusunan data ini meliputi sebagai berikut :

1. Semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem.
2. Efek-efek dari kegagalan ini yang terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalkan kegagalan-kegagalan atau efek-efeknya pada sistem (perbaikan dan minimalis yang dilakukan berdasarkan pada sebuah *ranking* dari *severity* dan *probability* dari kegagalan).

Kriteria FMEA

1. *Severity* (Tingkat Keparahan)
2. *Occurrence* (Tingkat Kejadian)
3. *Detection* (Tingkat Deteksi)

Setelah pemberian *rating* dilakukan, nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan dihitung dengan rumus :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Prosedur Penyusunan FMEA

1. Mengidentifikasi proses atau produk
2. Membuat daftar masalah-masalah potensial yang akan muncul
3. Memberikan tingkatan pada masalah untuk *severity*, *occurrence* dan *detection*.
4. Menghitung *risk priority number* (RPN) dan menentukan prioritas tindakan perbaikan.
5. Mengembangkan tindakan untuk mengurangi resiko FMEA *worksheet* untuk mengetahui laporan dari semua kegagalan adalah sebagai berikut :
  - Item/process
  - *Failure*
  - *Failure effect*
  - *Failure cause*
  - *Recommended action*
  - *Severity*
  - *Occurrence*
  - *Detection*
  - RPN

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisa

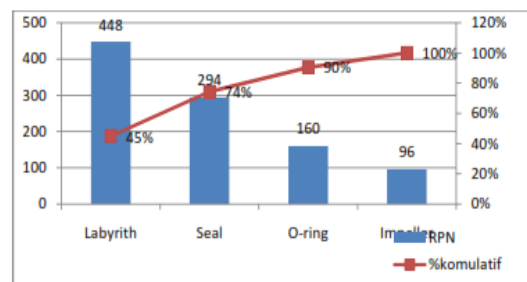
Berdasarkan hasil analisis data lapangan, terdapat beberapa item yang mengalami kerusakan seperti *Labyrinth*, *o ring*, dan *impeller* pada Kompresor sentrifugal K-2501 A yang mengakibatkan kompresor harus dilakukan *breakdown maintenance*, maka data dan waktu perbaikan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut dimana A=Waktu pemesanan dan perbaikan dan B=Waktu pemasangan :

Tabel 1. Daftar kerusakan dan perbaikan komponen

Komponen	Deskripsi perawatan/perbaikan	Waktu Perbaikan
<i>Labyrinth</i>	<i>aus</i>	A+B = 2160 + 720 = 2880 menit
<i>Oring</i>	<i>Putus/koyak</i>	A+B = 720 + 720 = 1440 menit
<i>Impeller</i>	<i>aus</i>	A+B = 2880 + 1440 = 4320 menit
<i>Seal</i>	<i>aus</i>	A+B = 1440 + 720 = 2160 menit

(Sumber : PT.ARUN NGL)

### Perbandingan RPN item kompresor sentrifugal dengan parreto chart



Gambar 7. Hasil perbandingan rating RPN menggunakan diagram parreto

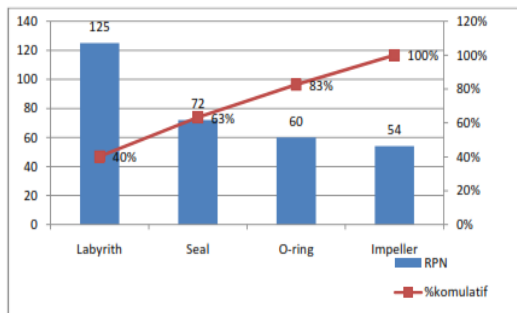
### Rekomendasi Perawatan kompresor Sentrifugal K-2501 A

Berdasarkan hasil data perhitungan dari kegagalan komponen kompresor sentrifugal K-2501 A maka dapat FMEA maintenanceability merekomendasikan agar Kompresor sentrifugal K-2501 A melakukan perawatan dengan metode *Preventive Maintenance and Shut Down* 3 jam/6 minggu untuk mengecek komponen secara visual agar mendapatkan perawatan yang sesuai antara

reality dengan masa pergantian komponen yang baik dan benar.

Tabel 2. Penggolongan tingkat *Risk Priority Number* ritem labyrinth seal kompresor sentrifugal setelah dilakukan perawatan.

Peringkat	Item	S	O	D	RPN
1	Labyrith	5	5	5	125
2	Seal	6	3	4	72
3	O ring	5	3	4	60
4	Impeller	6	3	3	54



Gambar 8. Hasil perbandingan rating RPN menggunakan diagram parreto

Penentuan nilai berfungsi sebagai tingkat kerusakan/kegagalan suatu material yang di analisa, jadi berdasarkan kegiatan dari informasi dari lapangan dan *maintenance shop*, jadi *severity* merupakan skala yang mempunyai nilai tingkatan dari efek-efek potensial dari kegagalan setelah dilakukan perawatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ben-Daya, M. 2000. You May Need RCM to Enhance TPM Implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6(2).
- [2] Corder, A, S. 1988, Teknik *Manajememen Pemeliharaan*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [3] Dietzel. Fritz. 1980 Turbin, Pompa dan kompresor, Vogel verlag, Wurzburg, Jakarta.
- [4] Dr. H. Gempur Santoso, 2010, *Manajemen perawatan pabrik*.
- [5] Puspitasari N.B. 2014. *Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (alat tenun mesin)*. Jurnal Universitas Diponegoro
- [6] Raharjo Parno, 1999. *Teknik Dan Strategi perawatan*. Pusat Pengembangan Politeknik Program Diploma Bandung
- [7] Stamatis, D. H. 1995. *Failure Mode and effect Analysis : FMEA from theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality Press

[8] Sularso, Tahara Haruo, 2006, *pompa dan kompresor*. PT Pradaya Paramita jalan bunga 8-8A, Jakarta

[9] United States Department of Defense, MIL-STD-1629 A – Military Standard Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality