

# IDENTIFIKASI PENYEBAB KERUSAKAN VALVE PADA *MUD PUMP TYPE TRIPLEX PUMP* MENGGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* DI PT. X

Ambri<sup>1</sup>, Yohanes<sup>2</sup>, Yuhelson<sup>2</sup>

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpangbaru, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>ambri\_18@yahoo.co.id, <sup>2</sup>yohanes\_tmesin@yahoo.com, <sup>2</sup>yuhelson@yahoo.com

## Abstract

Failure that occurs in mud pump one of which caused by the mud pump valve while the valve failure caused to three (3) components namely the valve complete, valve seat and valve spring. Such failure would cause mud pump unit can not be operated so as to interfere with the smooth operation of drilling. The research was focused on identifying the critical components of the valve and evaluate the cause of the valve failure with fault tree analysis method (FTA). Data that obtained from the company processed using calculations pareto chart and FTA method. Critical component is a valve 3 i.e valve complete. Valve failure caused corrosion, wear and failure rubber valve.

Keywords: failure, valve, FTA

## 1. Pendahuluan

Pompa lumpur (*mud pump*) adalah salah satu jenis pompa *positive displacement* yang berfungsi untuk memompakan lumpur dari tangki penampungan lumpur ke dalam sumur pengeboran minyak bumi selama proses pengeboran berlangsung. *Mud pump* terus menerus beroperasi selama proses pengeboran minyak bumi dilakukan sehingga beberapa komponen dari *mud pump* tersebut sering mengalami beberapa kerusakan yang dapat berasal dari internal maupun eksternal. Berdasarkan data *maintenance report* perusahaan menunjukkan kerusakan paling banyak yang terjadi pada *valve mud pump* pada tahun 2011-2013 adalah 27 kali. Komponen-komponen yang sering mengalami kerusakan dikategorikan sebagai komponen-komponen kritis. Salah satu komponen kritis *mud pump* adalah *valve*. *Valve mud pump* terdiri dari tiga bagian yaitu *valve complete*, *valve seat* dan *valve spring*. Kerusakan yang paling fatal apabila *valve* mengalami korosi, aus dan *rubber valve* rusak yang menyebabkan penurunan *pressure* lumpur sehingga akan menurunkan kinerja pompa serta

akan memperlambat proses pengeboran dari jadwal yang telah ditentukan karena terjadi penghentian operasi pengeboran.

Pelaksanaan perawatan *valve mud pump* lebih sering dengan cara *breakdown maintenance*. Efek yang ditimbulkan *breakdown maintenance* adalah target operasi pengeboran tidak tercapai, kehilangan produksi serta biaya perbaikan akan tinggi. Hal tersebut dapat terjadi karena belum dilakukan analisis dan evaluasi terhadap data-data *maintenance report* yang ada sehingga pihak perusahaan tidak mendapatkan gambaran mengenai kondisi kerusakan pada *valve mud pump* tersebut. Belum adanya analisis terhadap data-data *maintenance report* menyebabkan perusahaan sulit menentukan komponen kritis dan faktor-faktor penyebab kerusakan. Untuk mengatasi beberapa masalah dari kerusakan yang terjadi pada *valve mud pump* maka perlu dilakukan penelitian guna menganalisis identifikasi penyebab kerusakan *valve mud pump type triplex pump* menggunakan metode *fault*

*tree analysis* (FTA) untuk mendapatkan pemecahan masalah dari kerusakan *valve mud pump* tersebut sehingga dapat meningkatkan performa *mud pump* dan meminimalisasi kerusakan pada *valve mud pump*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis, dan mengevaluasi faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan pada *valve* pada *mud pump*.

## 2. Tinjauan Pustaka

*Fault tree analysis* merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem, baik yang disebabkan oleh kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya secara bersama-sama atau secara individu [1]. Adapun simbol-simbol hubungan yang digunakan dalam FTA dapat dilihat pada Tabel 1 [2].

**Tabel 1** Simbol-Simbol Gate

Simbol	Nama dan keterangan
	<i>And gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika seluruh <i>input event</i> terjadi secara bersamaan
	<i>k out of n gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika paling sedikit <i>k</i> output dari <i>n</i> <i>input event</i> terjadi
	<i>OR gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika paling tidak satu <i>input event</i> terjadi
	<i>Not gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika <i>input event</i> tidak terjadi
	<i>Exclusive OR gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika satu <i>input event</i> , tetapi terjadi keduanya
	<i>Priority AND gate</i> , <i>output event</i> terjadi jika seluruh <i>input event</i> terjadi baik dari kanan ataupun kiri

Pada simbol kejadian menggambarkan sifat dari setiap kejadian dalam sistem.

Simbol-simbol kejadian ini akan lebih mempermudah kita dalam mengidentifikasi kejadian yang terjadi. Adapun simbol-simbol kejadian yang digunakan dalam FTA dapat dilihat pada Tabel 2 [2].

**Tabel 2** Simbol-Simbol Kejadian

Simbol	Keterangan
	<i>Ellipse</i> Gambar ini menggambarkan kejadian pada level paling atas ( <i>top level event</i> ) pada pohon kesalahan
	<i>Rectangle</i> Gambar ini menggambarkan kejadian apada level menengah ( <i>intermediate fault event</i> ) pada pohon kesalahan
	<i>House</i> Gambar ini menggambarkan kejadian <i>input</i> ( <i>input event</i> ) dan kegiatan terkendali ( <i>signal</i> ). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan
	<i>Diamond</i> Gambar ini menggambarkan kejadian yang tidak terduga ( <i>undeveloped event</i> ). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan
	<i>Circle</i> Gambar ini menggambarkan kejadian pada level paling bawah ( <i>lowest level failure event</i> ) atau disebut kejadian paling dasar ( <i>basic event</i> )

## 3. Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Mengumpulkan data-data kerusakan *valve*

Pengumpulan data dilaksanakan di PT. X. data yang diambil adalah data kerusakan valve dalam bentuk *report maintenance* yang terjadi dari tahun 2011-2013. Data lain yang diambil berupa hasil wawancara

peneliti dengan pihak perusahaan mengenai penyebab kerusakan *valve*.

2) Mengidentifikasi komponen kritis *valve mud pump*.

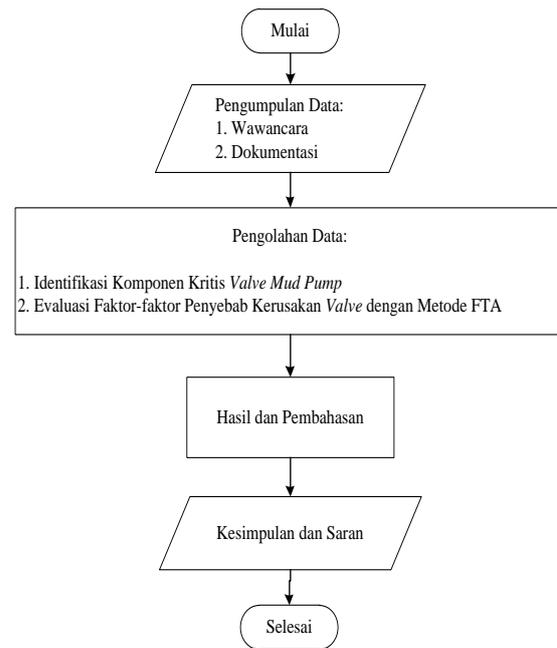
Tahapan dalam mengidentifikasi komponen kritis adalah:

- (1) Mengumpulkan data kerusakan komponen *valve* selama 3 tahun terakhir yaitu tahun 2011-2013.
- (2) Data kerusakan selama 3 tahun tersebut dihitung frekuensi kerusakannya. Frekuensi kerusakan dihitung masing-masing pada komponen *mud pump* yaitu *valve* 1-6 dan pada komponen *valve* yaitu *valve complete*, *valve seat* dan *valve spring*.
- (3) Frekuensi yang telah dihitung pada masing-masing komponen diinput ke dalam program Minitab. Hasil yang didapat adalah diagram pareto komponen *mud pump* dan diagram pareto kompoen *valve*.

3) Mengevaluasi faktor-faktor penyebab kerusakan *valve* pada *mud pump*.

Evaluasi faktor-faktor penyebab kerusakan dilakukan denan beberapa tahapan, yaitu:

- (1) Melakukan wawancara pada pihak yang ahli dibidangnya guna mendapatkan urutan penyebab kerusakan pada komponen *valve*.
- (2) Membuat pohon kesalahan (*fault tree*) dari penyebab kerusakan *valve*.
- (3) Menentukan *basic event* penyebab kerusakan *valve*.
- (4) Analisis *fault tree* dan mengambil sampel gambar kerusakan komponen *valve*.



**Gambar 1** Flow Chart Penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Identifikasi Komponen Kritis Valve Pada Mud Pump

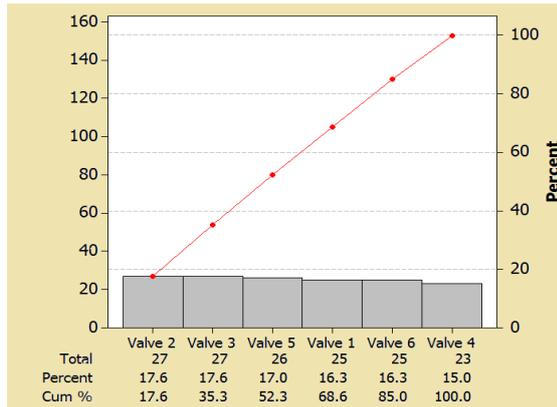
1) Komponen kritis komponen *mud pump*

Setelah dilakukan perhitungan frekuensi kerusakan komponen *mud pump* (*valve* 1-6) didapat jumlah frekuensi kerusakan komponen yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Data frekuensi kerusakan komponen *mud pump* (*valve* 1-6).

Komponen <i>Mud Pump</i>	Frekuensi Kegagalan			
	2011	2012	2013	Total
<i>Valve</i> 1	8	9	8	25
<i>Valve</i> 2	9	10	8	27
<i>Valve</i> 3	9	9	9	27
<i>Valve</i> 4	9	6	8	23
<i>Valve</i> 5	9	10	7	26
<i>Valve</i> 6	8	9	8	25

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat frekuensi kerusakan tertinggi adalah pada *valve* 2 dan *valve* 3 yaitu masing-masing sebanyak 27 kali sedangkan frekuensi kegagalan terendah adalah pada *valve* 4 yaitu sebanyak 23 kali.



**Gambar 2** Diagram Pareto Komponen *Mud Pump* Tahun 2011-2013

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa komponen *mud pump* yang paling kritis yaitu komponen yang berada di sebelah kiri yaitu *valve 2* dan *valve 3*. Komponen kritis tersebut merupakan komponen yang akan menjadi prioritas utama dalam melakukan perawatan, tetapi karena ada 2 *valve* yang kritis maka perlu dilakukan identifikasi dari masing-masing komponen sehingga akan diketahui komponen yang benar-benar kritis untuk menjadi prioritas utama dalam perawatan.

## 2) Komponen kritis komponen *valve*

Setelah dilakukan perhitungan frekuensi kerusakan komponen *valve* didapat jumlah frekuensi kerusakan komponen yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Data frekuensi kerusakan komponen *valve*.

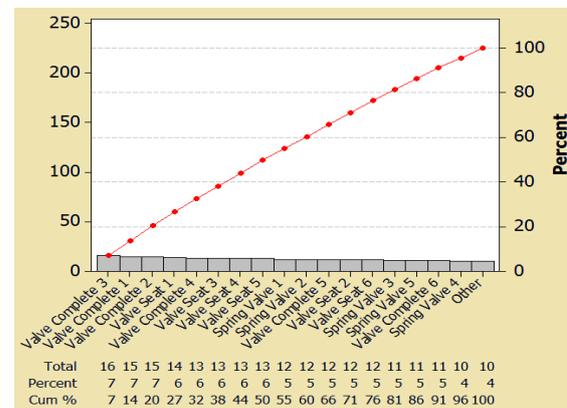
Komponen <i>Valve</i>	Frekuensi Kegagalan			
	2011	2012	2013	Total
<i>Valve Complete 1</i>	5	5	5	15
<i>Valve Complete 2</i>	5	5	5	15
<i>Valve Complete 3</i>	6	4	6	16
<i>Valve Complete 4</i>	5	4	4	13
<i>Valve Complete 5</i>	5	3	4	12
<i>Valve Complete 6</i>	4	4	3	11
<i>Valve Seat 1</i>	5	4	5	14
<i>Valve Seat 2</i>	3	5	4	12
<i>Valve Seat 3</i>	4	4	5	13
<i>Valve Seat 4</i>	5	3	5	13
<i>Valve Seat 5</i>	5	5	3	13

Bersambung...

**Tabel 4** Data frekuensi kerusakan komponen *valve* (Lanjutan).

Komponen <i>Valve</i>	Frekuensi Kegagalan			
	2011	2012	2013	Total
<i>Valve Seat 6</i>	4	4	4	12
<i>Valve Spring 1</i>	5	3	4	12
<i>Valve Spring 2</i>	5	4	3	12
<i>Valve Spring 3</i>	4	3	4	11
<i>Valve Spring 4</i>	4	2	4	10
<i>Valve Spring 5</i>	4	4	3	11
<i>Valve Spring 6</i>	5	3	2	10

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat frekuensi kerusakan tertinggi adalah pada *valve complete 3* yaitu sebanyak 16 kali sedangkan frekuensi kerusakan terendah adalah pada *valve spring 4* dan *valve spring 6* yaitu sebanyak 10 kali.



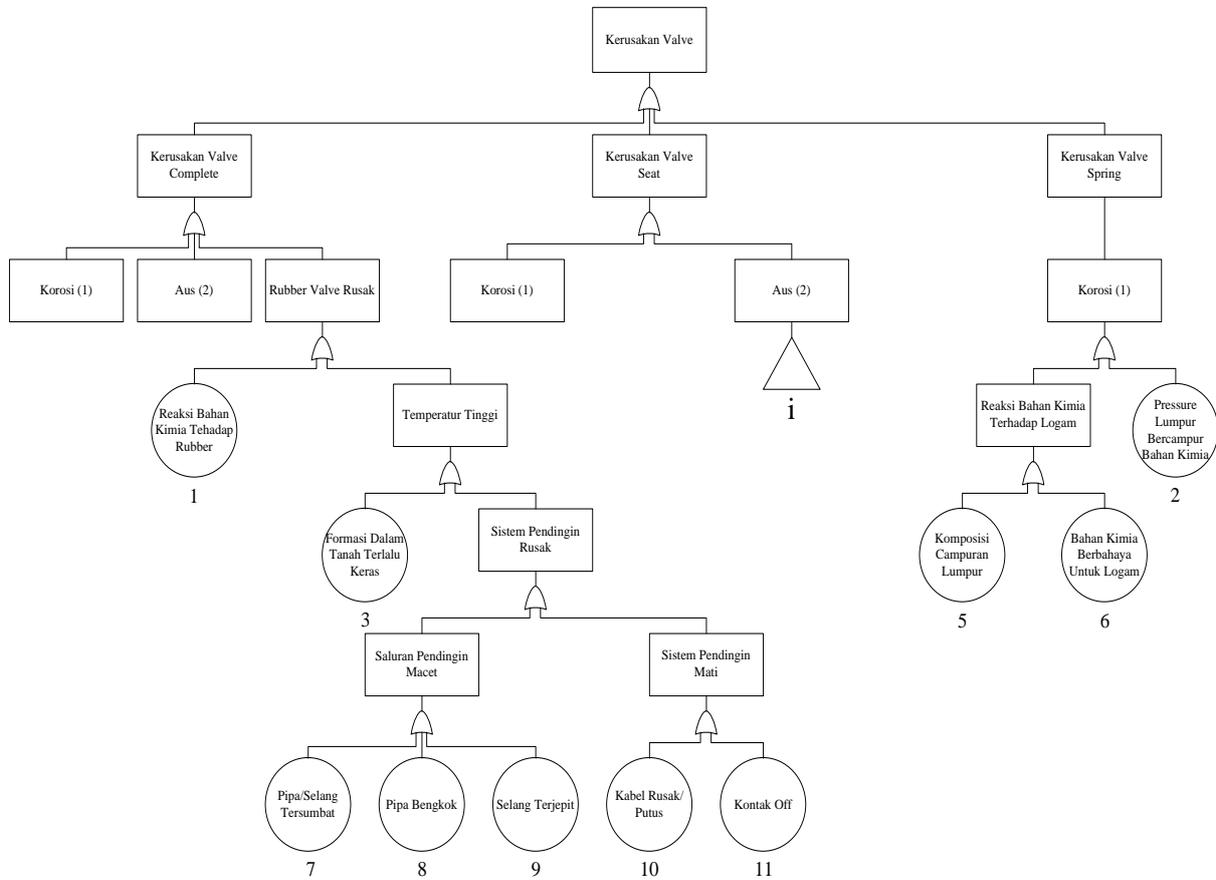
**Gambar 3** Diagram Pareto Komponen *Valve* Tahun 2011-2013

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa komponen yang paling kritis adalah *valve complete 3* yaitu 16 kali mengalami kerusakan. *Valve complete 3* merupakan komponen dari *valve 3* sehingga dapat disimpulkan bahwa *valve 3* (*valve complete*) merupakan komponen yang paling kritis dan akan menjadi prioritas utama dalam melakukan perawatan.

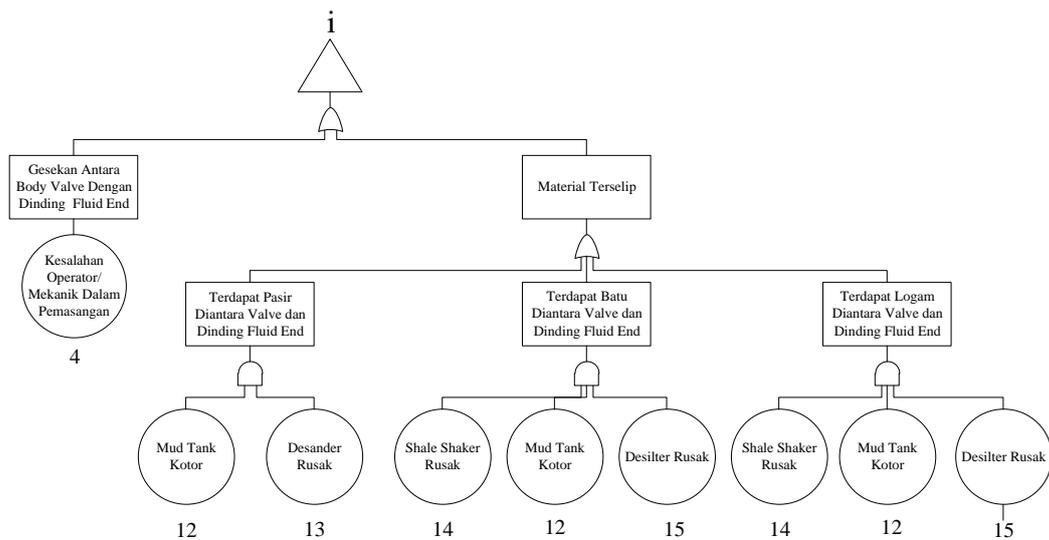
## 4.2 Evaluasi Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kerusakan *Valve*

Berdasarkan hasil wawancara mengenai penyebab kerusakan *valve*, maka dapat dijabarkan penyebab kerusakan *valve* ke

dalam diagram *fault tree* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 4** *Fault Tree* Kerusakan Valve



**Gambar 4** *Fault Tree* Kerusakan Valve (Lanjutan)

### 1) Penentuan minimal *cut set*

Penentuan *cut set* bertujuan untuk menentukan kombinasi peristiwa yang paling kecil (*basic event*) yang membentuk pohon kesalahan yang mana apabila semua terjadi akan menyebabkan *top event* (peristiwa puncak) [3]. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat 15 *basic event* (peristiwa dasar penyebab terjadinya kerusakan) yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** *Basic Event* Kerusakan Valve

No	<i>Basic Event</i>
1	Reaksi bahan kimia terhadap <i>rubber</i>
2	Pressure lumpur bercampur bahan kimia
3	Formasi dalam tanah terlalu keras
4	Kesalahan operator/mekanik dalam pemasangan
5	Komposisi campuran lumpur
6	Bahan kimia berbahaya untuk logam
7	Pipa/selang tersumbat
8	Pipa bengkok
9	Selang terjepit
10	Selang terjepit
11	Kontak <i>off</i>
12	<i>Mud tank</i> kotor
13	<i>Desander</i> rusak
14	<i>Shale shaker</i> rusak
15	<i>Desilter</i> rusak

### 2) *Fault tree analysis*

Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah *valve*. Berdasarkan Gambar 4 didapat penyebab kerusakan *valve* yaitu:

#### (1) Aus pada *valve complete* dan *valve seat*

Penyebab aus adalah gesekan antara *body valve* dengan dinding *fluid end* yang disebabkan kesalahan operator dalam melakukan pemasangan (terjadi slip) dan adanya material terselip diantara *body valve* dengan dinding *fluid end* yang disebabkan rusaknya *solid control* seperti

*mud tank*, *desander*, *shale shaker* dan *desilter*.

#### (2) Korosi pada *valve complete*, *valve seat* dan *valve spring*

Penyebab korosi adalah adanya *pressure* lumpur yang bercampur bahan kimia dan adanya reaksi kandungan bahan kimia terhadap logam.

#### (3) *Rubber valve* rusak pada *valve spring*

Penyebab *rubber valve* rusak adalah adanya reaksi bahan kimia terhadap *rubber valve* dan temperatur yang tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan. Temperatur tinggi disebabkan sistem pendingin rusak seperti kontak *off*, kabel rusak, selang tersumbat, selang terjepit ataupun pipa bengkok.

## 5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data kerusakan *valve* tersebut, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Komponen *mud pump* yang paling kritis dengan frekuensi kegagalan dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2013 *valve 3* = 27 kali adalah *valve 3*.
- 2) Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada *valve mud pump* adalah aus (*valve complete* dan *valve seat*), korosi (*valve complete*, *valve seat* dan *valve spring*) dan *rubber valve* rusak pada *valve spring*

## Daftar pustaka

- [1] Sasmito, E, H dan Untung, B. 2008. Analisa Keandalan Bahan Bakar Motor Induk Pada KM. Leuser. Jurnal Kapal, Vol. 5, No.3.
- [2] Surasa, Heru. A. 2007. Analisis Penyebab *Losses* Energi Listrik Akibat Gangguan Jaringan Distribusi Menggunakan Metode *Fault Tree*

*Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis* di PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Jaringan Sumberlawang. Skripsi. Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret.

- [3] Clemens, P. L. 2002. *Fault Tree Analysis Four Edition*. George Washington University: Jacobs Sverdrup.