

# ANALISIS SERTA USULAN KEBIJAKAN WARRANTY PASCA OVERHAUL PADA POMPA RESIDUE (12-P-101) DENGAN PENDEKATAN MODEL KERUSAKAN SATU DIMENSI DI PT PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT VI

## BALONGAN-JAWA BARAT

Mohamad Rizky Utomo<sup>1</sup>, Judi Alhilman<sup>2</sup>, Rd. Rohmat Saedudin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

<sup>1</sup>[mohamadrizky2013@gmail.com](mailto:mohamadrizky2013@gmail.com), <sup>2</sup>[judi.alhilman@gmail.com](mailto:judi.alhilman@gmail.com), <sup>3</sup>[rdrohmat@telkomuniveristy.co.id](mailto:rdrohmat@telkomuniveristy.co.id)

### Abstrak

Perawatan mesin produksi sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan produksi. *Warranty* dibutuhkan untuk memberikan jaminan kualitas suatu produk (mesin) yang dibeli ataupun di-maintenance. PT Pertamina (persero) RU VI Balongan merupakan perusahaan BUMN yang berkencimbang dalam produksi penyulingan minyak dengan kapasitas produksi 125.000 Barrel per hari. PT Pertamina (persero) menggerakkan mesin-mesin produksi salah satunya adalah pompa residue 12-P-101 dimana mesin ini berfungsi mengalirkan fluida *residue*. Mesin yang digunakan untuk produksi memerlukan pemeliharaan mesin dimana pemeliharaan mesin tersebut dilakukan untuk mempertahankan tingkat optimalitas proses produksi. Pemeliharaan yang telah selesai dilaksanakan perlu ada jaminan kualitas yang disebut *warranty*. *Warranty* yang diterima oleh PT Pertamina hanya diberikan oleh pihak vendor tanpa dasar kapabilitas, kondisi dan karakter mesin 12-P-101. Mesin 12-P-101 merupakan mesin yang terbilang sering mengalami kerusakan dimana kerusakan tersebut terjadi 37 kali selama periode lima tahun terakhir. Dari 37 kali kerusakan tersebut terdapat 26 kali kerusakan pada cirtical part pompa 12-P-101 yaitu rotor. Dari beberapa kerusakan tersebut terjadi setelah masa *warranty* dimana *warranty* tersebut hanya disediakan selama 500 jam. Berdasarkan hasil penghitungan *mean time between failure* dan *mean time to repair* dapat diketahui bahwa durasi *warranty* optimal selama 2125.67 jam dan mesin ini membutuhkan 14 hari untuk dilakukan perbaikan.

**Kata kunci :** *Critical part, maintenance, MTBF, MTTR, dan warranty*

### 1. Pendahuluan

Dalam pelaksanaan proses bisnis atau proyek yang dilakukan oleh setiap instansi perusahaan seperti pembangunan, pertambangan atau bisnis dalam bidang jasa memerlukan beberapa aktivitas yang rumit dan panjang. Disamping itu, dalam melaksanakan proses tersebut diperlukan suatu alat atau *tools* yang dapat membantu pekerjaan. Namun alat tersebut memiliki usia pakai dimana dalam usia tertentu alat tersebut akan berkurang fungsinya sehingga diperlukan kegiatan pemeliharaan alat-alat agar alat tersebut mampu berjalan sebagaimana mestinya.

Keandalan suatu alat (*tools*) yang digunakan di suatu perusahaan merupakan suatu kunci yang menentukan suksesnya produksi yang berdampak langsung terhadap penjualan produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Seiring berjalannya waktu, tingkat keandalan suatu mesin akan berkurang. Dalam hal ini, kegiatan pemeliharaan perlu dilakukan. Periode kegiatan pemeliharaan sudah ditentukan ketika suatu perusahaan membeli mesin tersebut kepada vendor atau penyedia mesin. Vendor atau penyedia mesin bertanggung jawab atas ketersediaan purna jual kepada konsumen yang membelinya. Produsen (vendor atau penyedia mesin) harus menentukan bagaimana memebrikan jasa pelayanan setelah penjualan atau layanan purna jual (*after sales service*) kepada konsumen (Kotler 2010). Disamping itu, kegiatan pemeliharaan mesin (*maintenance*) tidak hanya dilakukan oleh perusahaan itu sendiri namun juga dilaksanakan bersama dengan vendor atau penyedia mesin yang terlibat. Dengan demikian, vendor atau penyedia mesin tidak hanya bertanggung jawab atas ketersediaan purna jual tetapi juga menjamin atas kualitas mesin yang disediakan atau diberikan kepada konsumen, dalam hal ini perusahaan. Merujuk kepada penjelasan tersebut, vendor atau penyedia mesin diharuskan untuk memberikan *warranty* kepada produsen sebagai jaminan kualitas mesin berfungsi.

Menurut Bintoro dan Iskandar (2005), kepuasan konsumen atau pelanggan yang tinggi dapat diukur dengan layanan purna jual. Semakin baik layanan purna jual, semakin tinggi kepuasan pelanggan. Disamping itu, dengan adanya layanan purna jual yang baik mampu meningkatkan loyalitas konsumen atau pelanggan terhadap penyedia produk. Dengan dijalankannya pelayanan purna jual yang baik, perusahaan atau produsen dapat menjadikan hal

tersebut menjadi alat untuk promosi yang efektif dan efisien. Layanan purna jual tidak hanya melibatkan ketersediaan suku cadang namun juga pemberian *warranty* terhadap pelanggan yang disertakan dalam setiap pembelian produk atau setelah melakukan perbaikan produk.

*Warranty* merupakan suatu bentuk kontrak yang timbul antara produsen dan konsumen ketika transaksi (Blischke, Wallace R and Murthy, D.N Prabhakar 1994). Pemberian *warranty* merupakan bentuk pertanggungjawaban dan jaminan terhadap kualitas barang yang dibeli oleh konsumen. Pemberian *warranty* bukan hanya diberikan ketika konsumen membeli barang baru pada produsen namun juga diberikan ketika produsen atau vendor memberikan perawatan atau pemeliharaan mesin pada mesin. Perbedaan *warranty* dengan garansi adalah garansi merupakan jaminan kualitas dari pabrikan atau penjual atas barang atau jasa yang dijual. Jika pembeli tidak puas atas jasa atau barang dalam masa tertentu maka penjual setuju untuk mengganti barang atau mengembalikan uang pembeli.

PT Pertamina (persero) RU VI Balongan merupakan kawasan pengilangan minyak mentah menjadi minyak jadi yang berlokasi di Balongan, Indramayu. Kilang RU VI Balongan memiliki kapasitas produksi 125.000 barrel perhari. Dalam melaksanakan proses produksi, kilang RU VI Balongan mengoperasikan mesin-mesin produksi yang tersebar di unit-unit produksi kilang RU VI Balongan. Berdasarkan studi lapangan yang dilaksanakan oleh penulis didapatkan hasil bahwa mesin yang sering mengalami kegagalan berada di unit ARHDM. Unit ARHDM unit yang mengolah Atmospheric Residue dari Crude Distillation Unit (CDU) menjadi produk yang disiapkan sebagai umpan (*feed*) untuk Residue Catalytic Cracker (RCC). Unit ARHDM memiliki kapasitas produksi sebesar 58.000 barrel per hari. Dengan demikian, terdapat beberapa mesin yang dioperasikan di unit ARHDM. Pompa 12-P-101 merupakan salah satu mesin yang digunakan di unit ARHDM. Pompa 12-P-101 merupakan salah satu mesin di unit ARHDM yang paling sering mengalami kegagalan baik kegagalan operasi ringan maupun kegagalan operasi berat. Berdasarkan observasi lapangan dan pengambilan data lapangan, bagian mesin kritis atau critical part dari Pompa 12-P-101 adalah rotor dan pada bagian rotor itu yang sering mengalami kegagalan. Hal ini menyebabkan proses produksi di unit ARHDM tidak berjalan sesuai kapasitas maksimum sehingga akan berpengaruh terhadap produksi di unit lainnya. *Warranty* yang diberikan kepada kilang RU VI Balongan untuk unit ARHDM ini hanya enam bulan atau 500 jam beroperasi khususnya pada Pompa 12-P-101. Sedangkan kerusakan pada Pompa 12-P-101 sering terjadi sebelum *warranty* dilakukan namun ada juga yang terjadi setelah *warranty* itu habis namun rentang waktu terjadinya tidak jauh setelah *warranty* habis (beberapa kejadian terjadi tujuh bulan setelah perbaikan).



Gambar 1-1 Grafik Kerusakan Pompa 12-P-101

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa total kegagalan pengoperasian mesin terjadi sebanyak 37 kali selama enam tahun terakhir dan dapat diketahui pula bahwa kerusakan terbanyak terjadi pada tahun 2009 dan tahun 2014 yaitu sebanyak sembilan kali kerusakan. Sayangnya penentuan durasi *warranty* bukan ditentukan oleh pihak PT Pertamina namun ditentukan oleh vendor atau penyedia mesin sehingga terkadang PT Pertamina harus mengeluarkan biaya lebih apabila kerusakan terjadi setelah melewati masa *warranty*. Penentuan *warranty* dilakukan ketika mengadakan perjanjian kontrak dengan vendor namun sayangnya pihak vendor tidak pernah memberikan alasan mengapa kebijakan *warranty* yang diberikan selama enam bulan atau 500 jam operasi.

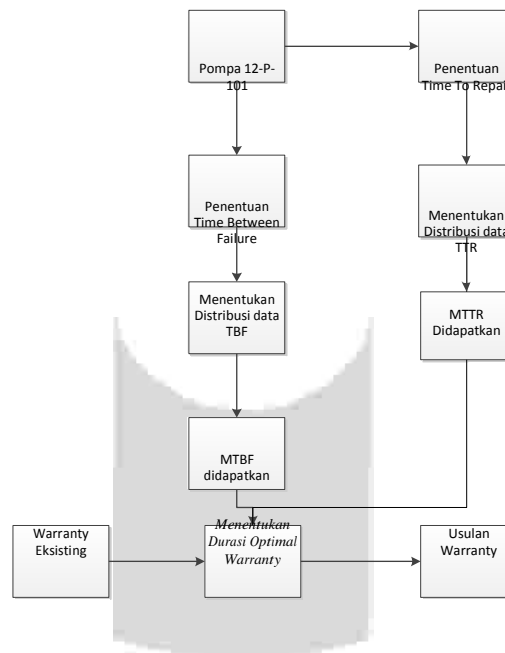
Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan suatu usulan perbaikan durasi *warranty* yang ditetapkan oleh pihak vendor atau penyedia jasa mesin dimana sebelumnya penyedia mesin atau vendor tidak mengetahui secara pasti estimasi durasi *warranty* pasca perbaikan yang seharusnya diberikan kepada PT Pertamina.

## 2. Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dibahas tahapan penelitian sebagai tahap sistematis dan terorganisir untuk menyelidiki permasalahan yang menjadi bahan kajian.

### 2.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu diagram alir yang merepresentasikan hubungan antara ide-ide atau konsep pemikiran yang dirangkaikan berdasarkan pendekatan aspek hipotesa dan teoritis untuk membimbing penelitian ini agar mampu mencapai tujuan. Berikut merupakan model konseptual yang menggambarkan alur pelaksanaan penelitian ini:

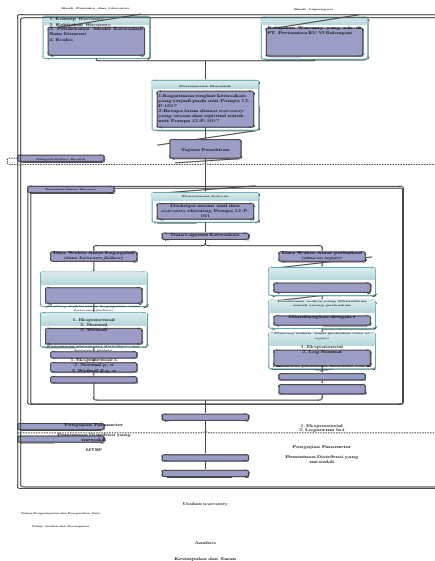


**Gambar 2-1 Model Konseptual**

Penelitian ini difokuskan terhadap usulan *warranty* yang terhadap *warranty* eksisting yang diterapkan di PT Pertamina RU VI Balongan dengan menggunakan pendekatan model kerusakan satu dimensi dimana pendekatan ini hanya melihat umur atau pemakaian sebagai parameter pada unit pompa 12-P-101. Berdasarkan model konseptual yang sudah digambarkan di atas dapat diketahui bahwa input awal yang diketahui adalah pompa 12-P-101 serta kebijakan *warranty* yang sudah diterapkan di perusahaan.

Kemudian dilakukan pengambilan data kerusakan yang terjadi pada pompa 12-P-101 di PT Pertamina RU VI Balongan. Data kerusakan yang digunakan merupakan data kerusakan dari tahun 2009 sampai awal tahun 2015. Setelah data tersebut didapatkan maka dilakukan penghitungan rata-rata waktu kegagalan yang terjadi di antara kerusakan (*time between failure*). Data waktu kegagalan diantara kerusakan (*time between failure*) merupakan suatu acuan yang mewakili selang waktu yang terjadi antar kegagalan dalam beroperasinya sebuah system.. Disamping data tersebut, dilakukan juga pengambilan data *time to repair* atau data waktu yang dibutuhkan untuk meraparasi mesin ketika mengalami keruskan. Kemudian data tersebut dilanjutkan dengan penghitungan *mean time to repair* yang mewakili rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mereparasi seluruh kerusakan mesin selama periode waktu data tersebut.

### 2.2 Sistematisa Penyelesaian Masalah



**Gambar 2-2 Sistematika Penyelesaian Masalah**

Dalam memecahkan permasalahan yang merupakan tujuan dari penelitian ini maka dilakukan beberapa tahap pemecahan masalah, yaitu:

1. Tahap identifikasi masalah
2. Tahap pengumpulan data
3. Tahap analisis dan kesimpulan

**3. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**3.1 Data Waktu Operasi Antar Kerusakan (*time between failure*)**

**Tabel 3-1 Data TBF**

Perhitungan TBF (satuan)		
Waktu ke rja mesin (jam)	24	
Kerusakan yang terjadi	Jumlah Hari	Jumlah Jam
20 Februari 2009-15 Jan 2009	36	864
31 Maret 2009-28 FebNari 2009	32	768
28Juli 2010-18Mel 2009	437	10488
28September 2009- 28Juni 2009	89	2136
22 Desember 2009-23 oktober 2009	60	1440
27 April 2010-30desember 2009	117	2808
30Juli 2010-10 mei 2010	81	1944
7 oktober 2010-5 Agustus 2010	63	1512
24 November 2010-26 oktober 2010	29	696
80esember 2010-2desember 2010	6	144
09April 2011- 16 Desember 2010	144	3456
1Aagustus2011- 19April 2011	104	2496
1 September2011-10Alistus 2011	21	504
1 FebNari 2012-1 okt 2011	106	2544
14 februari 2012- 19 oktobe r 2011	146	3504
28-februari 2012-18februari 2012	10	240
09mel 2012-28maret 2012	40	960
29 aagustus-20 Mei 2012	101	2424
2 oktober 2012- 8 september 2012	24	576
26-november 2012-15 oktober 2012	42	1008
29 Me; 2013-4 dese mber 2012	177	4248
30Aagustus 2013-8Juni 2013	55	1320
3 Februari 2014- 5september 2013	151	3624
12 Aeustus 2014-7 maret 2014	158	3792
25 September 2014-22 Agustus 2014	34	816
14 Oktober 2014-10 Oktobe r 2014	4	96

Data tersebut dikonversi dengan alur merubah satuan hari menjadi satuan jam. Berdasarkan studi lapangan dan wawancara dengan pegawai setempat didapatkan informasi bahwa pompa 12-P-101 beroperasi selama 24 jam sehingga jumlah hari mesin beroperasi yang tertera pada tabel di atas dikalikan 24 agar merubah kedalam satuan jam. TBF yang akan diproses dalam proses penghitungan adalah TBF dalam satuan jam. TBF tersebut mewakili kemampuan mesin beroperasi dalam satuan jam diantara kerusakan yang terjadi selama periode yang ditentukan untuk penelitian ini yaitu selama lima tahun. Dengan kata lain, TBF mewakili kapabilitas mesin beroperasi dalam satuan jam diantara 26 kali kerusakan yang terjadi selama lima tahun.

Dalam proses pengolahan data TBF peratama dilakukan menggunakan software Minitab untuk melakukan uji Kolmogorv-Smirnov untuk mengetahui distribusi yang paling mewakili terhadap data.

Dalam melakukan pengujian distribusi normal, terdapat hipotesis yang akan digunakan. Penghitungan dilakukan menggunakan aplikasi Minitab untuk mempermudah proses penghitungan. Berikut merupakan ketentuan hipotesis yang diterapkan dalam uji kenormalan data:

- Uji Hipotesis

H0: Data time between failure berdistribusi

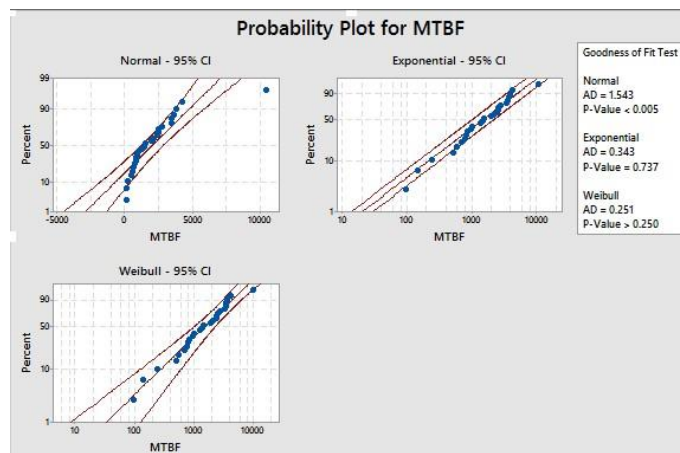
H1: Data time between failure tidak berdistribusi

- Kriteria Uji

Jika P-Value  $\leq \alpha$ , tolak H0

Jika P-Value  $> \alpha$ , terima H0

- Statistik uji: Uji Kenormalan data
- $\alpha = 0.05$



Gambar 3-1 Distribusi TBF dalam Uji Kolmogorv-Smirnov

Penentuan distribusi yang paling mewakili menggunakan software Minitab dilakukan dengan melihat nilai AD atau *Absolute Difference* dimana *Absolute Difference* merupakan nilai yang mewakili selisih antar data yang ada dan nilai P-Value. Artinya *Absolute Difference* menunjukkan besarnya atau rentang perbedaan jumlah yang ada pada setiap data. Dengan melihat nilai AD pada setiap distribusi maka nilai AD terkecil yang mewakili distribusi merupakan distribusi yang paling terpilih. Dengan demikian distribusi yang paling mewakili TBF adalah distribusi Weibull karena nilai AD pada distribusi Weibull sebesar 0.251 dimana nilai tersebut merupakan nilai paling kecil dibandingkan nilai AD pada distribusi Eksponensial.

Berikut merupakan parameter yang akan digunakan dalam proses penghitungan MTBF. Parameter nilai tersebut adalah sebagai berikut:

- $\eta = 2191.74$  jam
- $\beta = 1.08402$  jam

Dengan demikian nilai *mean time between failure* dapat diketahui menggunakan parameter tersebut. Karena MTBF pada kasus ini berdistribusi Weibull maka rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$MTBF = \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots\dots\dots(4.1)$$

Tabel 3-II  
Penghitungan MTBF

Parameter	
$\eta$	2191.74
$\beta$	1.08402
$r$	1.922
Nilai $r(1.922)$ pada Tabel	0.96985
<b>MTBF</b>	<b>2125.67</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa *mean time between failure* pompa 12-P-101 sebesar 2125.67 jam atau 89 hari. Karena distribusi yang mewakili data MTBF tersebut adalah distribusi Weibull maka penghitungan laju kegagalan (*failure rate*) yang dilambangkan  $\lambda$  dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\lambda(T) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{T-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \dots\dots\dots(4.2)$$

namun persamaan tersebut digunakan apabila nilai MTBF belum diketahui. Dalam hal ini, penentuan nilai MTBF sudah dilakukan, maka dari itu persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\lambda(T) = \frac{1}{MTBF} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\lambda(T) = \frac{1}{2125.67} = 0.00047 \text{ FR/Jam} \dots\dots\dots(4.4)$$

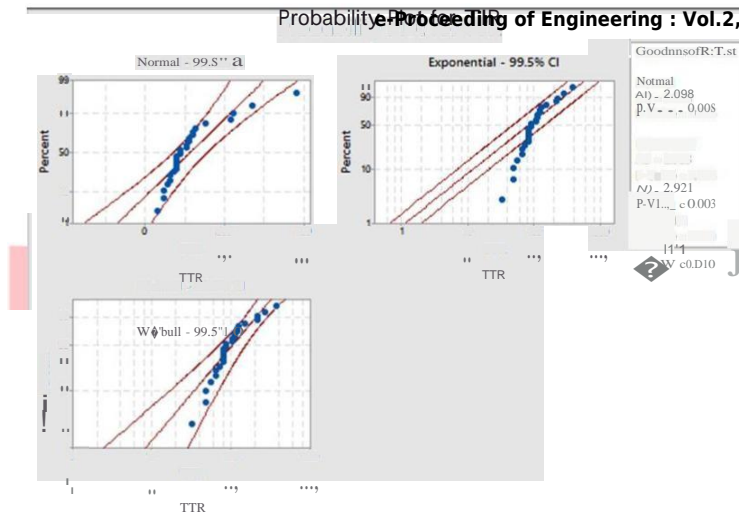
Dengan demikian laju kerusakan pompa 12-P-101 pada bagian rotor sebesar 0.00047 FR/ jam dimana laju kerusakan ini menunjukkan probabilitas atau peluang mesin rusak setiap jam.

**4.2 Data Waktu Yang Dibutuhkan untuk Perbaikan (*time to failure*)**

Dalam melakukan pengujian distribusi normal, terdapat hipotesis yang akan digunakan. Confidence level yang diterapkan adalah 99.5%. Penghitungan dilakukan menggunakan aplikasi Minitab untuk mempermudah proses penghitungan. Berikut merupakan ketentuan hipotesis yang diterapkan dalam uji kenormalan data:

- Uji Hipotesis  
 H0: Data *time to repair* berdistribusi  
 H1: Data *time to repair* tidak berdistribusi normal
- Kriteria Uji  
 Jika P-Value  $\leq \alpha$ , tolak H0  
 Jika P-Value  $> \alpha$ , terima H0
- Statistik uji: Uji Kenormalan data
- $\alpha = 0.005$





Gambar 3-2 Data TTR dalam Uji Kolmogorv Smirnov

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai P-Value yang didapatkan adalah 0.01. Karena nilai P-Value sebesar 0.01 maka keputusan yang diambil adalah terima  $H_1$  karena P-Value lebih besar daripada nilai  $\alpha$ . Artinya data TTR berdistribusi Weibull.

Berdasarkan hasil pengolahan dan penghitungan data yang telah dilakukan, hanya ada satu distribusi data yang mewakili data time to failure. Distribusi yang mewakili adalah distribusi Weibull. Berdasarkan penghitungan yang sama didapatkan nilai MTTR sebesar 114 hari yang menunjukkan bahwa proses perbaikan pada pompa 12-P-101 dapat diselesaikan selama 14 hari.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan, penghitungan dan analisis data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa data waktu mesin beroperasi di antara kerusakan atau data *time between failure* berdistribusi Weibull. Nilai rata-rata waktu mesin beroperasi di antara kerusakan dapat dihitung menggunakan persamaan atau rumus yang sesuai dengan distribusi yaitu distribusi Weibull dan menghasilkan nilai MTBF selama 2125.67 jam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mesin mampu beroperasi tanpa terjadi kerusakan selama 2125.67 jam. Dengan dilakukannya penghitungan *failure rate* ( $\lambda$ ) dapat disimpulkan bahwa pompa 12-P-101 memiliki tingkat kerusakan sebesar 0.00047 FR/jam yang menunjukkan bahwa setiap jamnya, mesin akan berpeluang rusak dengan nilai peluang sebesar 0.00047. Disamping itu, berdasarkan hasil penghitungan data serta analisis data khususnya pada bagian pola kegagalan dapat disimpulkan bahwa pompa 12-P-101 masuk ke dalam fase III di *bath-tub curve* karena dapat diketahui bahwa komponen rotor berda memiliki parameter  $\beta$  sebesar 1.08402 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa parameter  $\beta$  lebih dari 1 dimana laju kegagalan meningkat seiring bertambahnya waktu operasi pada pompa 12-P-101. Peningkatan laju kegagalan tersebut akan mengakibatkan terjadinya penurunan kapabilitas komponen rotor pompa 12-P-101 dalam beroperasi. Penentuan durasi *warranty* dapat dilakukan dengan memperhatikan karakter mesin beroperasi yaitu kecenderungan waktu antar kegagalan (*mean time between failure*) yang terjadi pada komponen rotor pada pompa 12-P-101. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa durasi *warranty* optimal bukan 500 jam pasca *overhaul* tetapi 2125.67 jam. Disamping itu, dapat disimpulkan pula bahwa pihak penyedia mesin atau vendor harus melakukan perbaikan kontrak *maintenance* dengan PT Pertamina *refinery unit VI* Balongan dimana kontrak menjamin bahwa mesin akan beroperasi secara normal tanpa kerusakan selama 2125.67 jam dan apabila terjadi kerusakan selama periode tersebut maka tidak ada biaya yang dibebankan untuk PT Pertamina *refinery unit VI* Balongan dengan ketentuan waktu kerja selama waktu yang ditentukan oleh hasil MTTR yaitu selama 14 hari.

**Daftar Pustaka:**

- [1] Blischke, Wallace R and Murthy, D.N Prabhakar (1994). Product Warranty Handbook, Marcell DekkerInc., New York.
- [2] Iskandar, BP, “ Modelling and Analysis of Two-Dimensional Warranty Policies”, Disertasi S-3, The department of Mechanical Engineering University of Queensland St. Lucia, Brisbane.
- [3] Lamarre, B. G., Mathematical Modeling, Reliability and Maintainability of Electronic Systems, Edited by: J.E. Arsenault and J.A. Roberts, Computer Science Press, p372 - 373.
- [4] Miller, Irwin, Probability and Statistics for Engineers, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, p116.
- [5] Marquez, Adolfo Crespo. 2007. The Maintenance Management Framework. Google Books, (online), (<http://books.google.com>, diakses Februari 2015).
- [6] Kotler, Philip. 2010. How To Create Win and Dominate Market. McGraw-Hill, Chicago. USA.
- [7] Ramadhani, Adhitya Ryan. 2013. Perancangan Kebijakan dan Analisis Biaya Warranty serta Menentukan Kebutuhan Suku Cadang Produk kanaba Tumble Dryer K16s Dengan menggunakan Pendekatan Model Kerusakan Satu Dimensi. IT Telkom, Bandung.
- [8] Ngudiana, I Wayan Arya. 2013. Perancangan Warranty Dengan Menggunakan Pendekatan Model Kerusakan Dua Dimensi Dan Penerapan Extended Warranty Untuk Menentukan Harga Jual Produk (Studi Kasus: Mesin Genset CATERPILLAR 3516 PT TRAKINDO UTAMA). IT Telkom. Bandung
- [9] MIL-HDBK-338-1A, Electronic Reliability Design Handbook, Department of Defense.
- [10] Johnson Space Center, MEAN TIME TO REPAIR PREDICTIONS: Use mean-time-to-repair predictions for early life cycle assessment of system maintenance requirements and as a good metric for trade study alternatives.
- [11] C. Rao, V. Padmanabhan. Marketing Science Vol. 12 No. 3 (1993). WARRANTY POLICY AND EXTENDED SERVICECONTRACTS: THEORY AND AN APPLICATION TO AUTOMOBILES. Stanford University and Unievristy of Texas, Dallas, USA.
- [12] [http://www.mathwave.com/articles/goodness\\_of\\_fit.html](http://www.mathwave.com/articles/goodness_of_fit.html). Goodness of Fit Tests using Anderson-Darling Value. Diakses: 6 Mei 2015. 22.49

