

## Usulan Peningkatkan Keandalan Mesin *Main Pump Hydraulic Unit* Pada Lini *Continuous Casting* (Studi Kasus: PT. XYZ)

Wawan<sup>1</sup>, Evi Febianti<sup>2</sup>, Putro Ferro Ferdinant<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
[wawaniwank@yahoo.com](mailto:wawaniwank@yahoo.com)<sup>1</sup>, [evifebianti@yahoo.com](mailto:evifebianti@yahoo.com)<sup>2</sup>, [oomptheo@yahoo.com](mailto:oomptheo@yahoo.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*PT.XYZ merupakan perusahaan industri baja dilingkungan Kawasan Industri Estate Cilegon (KIEC). Sistem proses produksi PT.XYZ tepatnya pada dinas slab steel plant II (SSPII) berbentuk continous proses, apabila salah satu komponen pada mesin mengalami kerusakan atau kegagalan akan menyebabkan terhentinya mesin, sehingga fungsi sistem terganggu. Mesin yang menjadi objek penelitian adalah main pump hydraulic countinuous casting karena merupakan salah satu mesin utama dalam menghasilkan baja batangan slab. Terdapat tiga mesin main pump hydraulic tetapi hanya dua mesin saja yang berfungsi sedangkan satu mesin sebagai cadangan. Main pump hydraulic terkadang mengalami kegagalan dalam memenuhi kebutuhan tenaga hidraulik, seringkali diakibatkan karena kemampuan sistem mulai menurun atau kerusakan komponen, sehingga terjadi kegagalan saat continuous casting beroperasi. Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi rusak pada saat digunakan. Metode ini diaplikasikan pada kasus mesin main pump hydraulic PT.XYZ. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan reliability dari tiap komponen mesin main pump hydraulic, dan menentukan waktu usulan perawatan. Data yang diolah adalah data waktu antar kerusakan (TTF) komponen mesin main pump hydraulic periode Januari sampai Desember 2012 untuk menentukan MTTF, kemudian diuji distribusi yang sesuai untuk menentukan fungsi keandalan tiap komponen. Hasil penelitian ini adalah nilai reliability komponen untuk tiga mesin main pump hydraulic masing - masing sebesar 0,3704, 0,4847, 0,4493, 0,5098, 0,375, 0,4546, 0,499, 0,517, 0,50, 0,8993, 0,367 dan 0,319.*

**Kata Kunci :** *Preventive maintenance, Keandalan*

### ABSTRACT

*XYZ Company is a steel industry company in the Cilegon Estate Industry Area. The production process system on XYZ Company, especially in the slab steel plant II division (SSPII), is the continuous process: if one of the machine component has defect or failure, the machine will stop, so the machine function will be disturbed. The researched machine is the main pump hydraulic continuous casting because it is one of the primary machines in manufacturing the slab sheet steel. There are three main pump hydraulic machines, but only two machines that function. Another machine is the back up one. Sometimes the main pump hydraulic has failure in completing the hydraulic power need, often caused by the regression of system ability or the component defects, so the failure comes while continuous casting is operating. The preventive maintenance is the maintenance and treatment which is aimed to prevent the emergence of unexpected defect and find the cause condition of the defect in the product facility when it is operated in the production. This method is applied on the XYZ Company main pump hydraulic machine case. The goal of this research is to determine the reliability from each main pump hydraulic machine and the period of treatment proposal. The processed data is the time to failure data (TTF) for each main pump hydraulic machine component from the January until December 2012 period to determine the MTTF, then tested the appropriate distribution to determine the reliability function for each component. The result of this research is the component reliability value for the three main pump hydraulic machine, 0.3704, 0.4847, 0.4493, 0.5098, 0.375, 0.4546, 0.499, 0.517, 0.50, 0.8993, 0.367 and 0.319 for each.*

**Keywords :** *Preventive maintenance, Reliability*

## PENDAHULUAN

Keandalan mesin produksi sangat berperan penting dalam menentukan kelayakan mesin saat digunakan untuk kegiatan produksi, karena mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Suatu produk akan berkualitas baik apabila mesin produksinya baik pula. Untuk menentukan keandalan suatu mesin, dibutuhkan teori keandalan. Teori keandalan sangat berpengaruh dalam hal perindustrian, terutama saat membuat produk tertentu dalam skala besar. Teori keandalan menentukan kualitas dari suatu barang yang dapat menentukan kepuasan konsumen (Kumar, 2006). Keandalan suatu mesin sangat dipengaruhi oleh cara perawatan mesin itu sendiri. Kondisi mesin dan peralatan yang terawat merupakan komponen penting dalam manajemen pemeliharaan mesin/peralatan di lantai pabrik. Setiap mesin terdiri dari berbagai jenis komponen penyusunnya, masing-masing komponen memiliki kemungkinan mengalami kerusakan dan pergeseran nilai reliabilitasnya, karena seiring bertambahnya waktu nilai reliabilitas dari sebuah mesin akan semakin berkurang (Hamid, 2013).

Perawatan adalah suatu fungsi dari kerusakan dimana hal tersebut dapat di artikan bahwa terjadi kerusakan maka dibutuhkan perawatan. *Preventive maintenance* adalah sebuah kegiatan yang dilakukan untuk menjaga agar peralatan dalam kondisi operasi dan untuk mencegah terjadinya kegagalan operasi. Perawatan tidak dapat dianggap hal yang dapat dikesampingkan karena apabila didalam proses unjuk kerja suatu mesin, jika tidak dilakukan perawatan maka akan mengalami penurunan unjuk kerja secara perlahan tapi pasti. Perawatan dilakukan untuk mencegah kegagalan sistem maupun untuk mengembalikan fungsi sistem jika kegagalan telah terjadi. Jadi tujuan utama dari perawatan adalah untuk menjaga dan memperbaiki keandalan dari sistem dan kelancaran produksi (Priyanta, 2000).

PT.XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri baja yang terletak di kawasan Krakatau Industri Estate Cilegon. Perusahaan ini merupakan industri berat yang menghasilkan produk berupa besi spong, slab, billet, batang kawat, HRC, dan CRC.

PT.XYZ memiliki tiga *departemen* produksi, yang pertama *departemen* produksi *iron making*, merupakan hulu pabrik dan menjadi proses awal produksi baja, terdiri dari pabrik besi spons HYL 1 dan HYL 3. Kemudian yang kedua *departemen* produksi *steel making* yang merupakan pabrik pengolahan bahan baku menjadi baja, pabrik ini terdiri dari pabrik billet, pabrik slab baja 1 dan pabrik slab baja 2. Dan yang ketiga *departemen* produksi *rolling mild*, sebagai pabrik yang menjadi proses akhir sebuah produk yang bisa langsung dipasarkan, pabrik ini terdiri dari pabrik baja lembaran panas dan pabrik baja lembaran dingin serta pabrik batang kawat.

Dari tiga *departemen* produksi tersebut yang menjadi perhatian dan objek penelitian adalah

*departemen* produksi *steel making*, tepatnya pabrik slab baja 2 atau lebih dikenal SSP II. Pada pabrik slab baja 2 terdapat mesin *continous casting* yang merupakan salah satu mesin utama dalam proses produksinya. Mesin *continous casting* memiliki peranan penting yang berfungsi sebagai mesin pencetak batangan-batangan slab. Mesin tersebut telah digunakan sejak pabrik itu berdiri, yaitu pada tahun 1994. Dibandingkan dengan pendahulunya pabrik slab baja 1 yang telah mengalami revitalisasi pada tahun 2013. Dalam rentang waktu penggunaan atau umur pakai yang telah dilewati tersebut cukup lama, maka akan menurunkan tingkat keandalan dari mesin itu sendiri, dan berdampak langsung pada kualitas hasil produksi atau lebih jauh lagi penurunan kapasitas produksi, karena terlalu banyak waktu delay akibat terjadinya kerusakan mesin. Kerusakan mesin bisa terjadi akibat komponen-komponen mesin yang kurang optimal dalam unjuk kerjanya, bisa juga dipengaruhi karena perawatannya, umur pakai atau kualitas suku cadang komponen.

Beberapa kendala yang terjadi pada mesin *continous casting* salah satunya adalah pada *main pump hydraulic unit*, berfungsi sebagai sumber tenaga hidrolik yang dibutuhkan mesin *continous casting* saat beroperasi. Terdapat tiga unit mesin *main pump hydraulic* tetapi hanya dua unit mesin *main pump hydraulic* saja yang digunakan, sedangkan yang satu mesin sebagai cadangan. *Main pump hydraulic* terkadang mengalami kegagalan dalam memenuhi kebutuhan tenaga hidrolik, seringkali diakibatkan karena kemampuan sistem yang mulai menurun atau kerusakan komponen, sehingga terjadi kegagalan seperti *low pressure*, *low level* atau *failure running start*. Dari data laporan petugas seksi *maintenance* menunjukkan beberapa komponen yang mengalami kerusakan dalam kurun waktu januari hingga desember 2012, diantaranya adalah *coupling* sekitar 20% dari jumlah banyaknya kerusakan, pompa sekitar 22%, kemudian *chek valve* 12% dan lain-lain. Menurunnya kemampuan sistem atau kerusakan komponen bisa saja terjadi karena kualitas suku cadang komponen atau ketidaksesuaian jadwal perawatan. Teknis perawatan yang dilakukan selama ini model *age replacement* yaitu dimana interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat.

Dengan adanya penelitian ini, maka dapat diketahui nilai *reliability* dari mesin *main pump hydraulic*, juga dapat mengusulkan jadwal perawatan yang sesuai dengan keadaan saat ini, sehingga dapat menjaga keseimbangan sistem mesin *main pump hydraulic* tersebut, agar proses produksi tetap berjalan dengan lancar.

**METODE PENELITIAN**

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dua jenis yakni data primer dan data sekunder.

1. Data primer merupakan dokumentasi data di PT. XYZ yaitu laporan harian *maintenance continous casting* periode Januari sampai Desember 2012 dimana data yang diambil yaitu data waktu antar kerusakan mesin *main pump hydraulic*.

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari hasil observasi dan wawancara dengan teknisi dari *Maintenance continous casting*

Pengolahan data adalah segala operasi atau tindakan terhadap data yang membuat data menjadi berguna sesuai dengan hasil yang diinginkan. Adapun tahapan yang digunakan sebagai berikut :

1. Menentukan waktu antar kerusakan

Merupakan tahap awal pengolahan data, adapun data yang diolah adalah waktu antar kerusakan, dengan cara menghitung jumlah selang waktu yang terjadi antara waktu terjadinya kerusakan pertama dengan waktu terjadinya kerusakan kedua, kemudian waktu terjadinya kerusakan kedua dengan waktu terjadinya kerusakan ketiga, dan begitu seterusnya sampai pada waktu terjadinya kerusakan yang terakhir.

2. Perhitungan *Index of Fit* Sesuai Distribusi

Pada setiap perhitungan distribusi dimana datanya adalah waktu antar kerusakan komponen yang sudah diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar. Kemudian menghitung *Index of Fit* dari masing-masing distribusi, gunakan nilai *Index of Fit* terbesar untuk menentukan distribusi yang dipilih (tabel 4.6 untuk *coupling 1*). Adapun distribusi yang digunakan adalah distribusi weibull, normal, lognormal dan distribusi eksponensial.

3. Pengujian Pola Distribusi

Setelah mengetahui jenis distribusi yang dipilih kemudian melakukan perhitungan pengujian hipotesa. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang ada termasuk kedalam suatu distribusi yang telah terplilih. Pengujian hipotesa dapat dilakukan dengan menggunakan uji *bartlett*, uji *mann's test* atau uji *kolmogorov smirnov*. Data yang diolah untuk menentukan pengujian hipotesa adalah data waktu antar kerusakan. Hasil pengujian hipotesa dapat diterima atau ditolak dengan membandingkan nilai pada tabel distribusi dengan nilai hasil perhitungan yang dilakukan. Penentuan parameter distribusi dapat dilakukan bila hipotesa yang diuji diterima. Namun apabila hipotesa yang diuji ditolak maka dilakukan pengujian ulang pada distribusi lain yang memiliki nilai *Index of Fit* terbesar kedua dan seterusnya.

4. Perhitungan Parameter Distribusi Terpilih

Setelah pola distribusi data selang waktu antar kerusakan diketahui, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan parameter distribusi untuk

mendapatkan nilai *main time to failure* (MTTF) sesuai dengan distribusi yang terpilih.

5. Perhitungan Nilai *Reliability* Komponen Mesin dan Usulan peningkatan *reliability*

Setelah diketahui nilai dari parameter yang sesuai dengan distribusi yang digunakan, maka dihitung fungsi keandalannya. Menentukan fungsi keandalan ini menggunakan persamaan yang sesuai dengan distribusi yang digunakan. Kemudian membuat usulan interval waktu yang ideal untuk perawatan sampai mendapatkan nilai keandalan/*reliability* yang diharapkan (0.9 s/d 0.99 standarisasi PT.XYZ).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Menentukan Waktu Antar Kerusakan Komponen *Main Pump hydraulic*

Dari data waktu kerusakan diatas dapat ditentukan nilai waktu antar kerusakannya, yang digunakan sebagai input untuk menghitung nilai *index of fit*.

Tabel 1 Waktu Antar Kerusakan Komponen *Coupling 1*

No	Tanggal	Waktu antar kerusakan			
		Waktu Terjadi Kerusakan Awal	Akhir	Hari	Jam
1	1/6/2012	10.25	12.30		
2	4/11/2012	23.10	0.25	96	2314.80
3	5/20/2012	7.20	8.40	39	942.95
4	8/4/2012	15.25	16.45	76	1830.85
5	12/29/2012	19.00	19.45	147	3530.55

Contoh perhitungan :

- a) 6 Januari pukul 12.30 – 24.00 = 11,5 jam
- b) 6 - 31 Januari = 26 x 24 = 624 jam
- c) 1 Februari - 31 Maret = (28 x 24) + (31 x 24) = 1416 jam
- d) 1 - 10 April = 1 x 24 = 240 jam
- e) 11 April pukul 00.00 - 23.10 = 23,3 jam

Jadi waktu antar kerusakannya = 11,5 + 624 + 1416 + 240 + 23,3 = 2314,8 jam

2. Perhitungan *Index of Fit* Sesuai Distribusi

Komponen kritis yang terdapat pada mesin *main pump hydraulic* 1,2 dan 3 terdiri dari komponen *coupling* , *pompa* , *reliev valve* , *pressure switch* , dan *chek valve*. Komponen yang kritis apabila mengalami kerusakan tidak terduga dapat mengakibatkan kegagalan mesin, hal tersebut berakibat terganggunya proses produksi.

Perhitungan *index of fit* dilakukan berdasarkan persamaan :

$$\frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i \sum y_i)}{\sqrt{\{(n \sum x_i^2) - (\sum x_i)^2\} \{(n \sum y_i^2) - (\sum y_i)^2\}}}$$

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil *Index of Fit* dan distribusi Tiap komponen

Nama Komponen	Normal	Eksponensial	Weibull	Lognormal	dipilih
Coupling 1	0.99148	0.98631	0.99498	0.98644	weibull
Pompa 1	0.96213	0.95911	0.95554	0.96821	lognorm
reliev valve 1	0.99077	0.95060	0.96428	0.93907	Normal
Pressure swich 1	0.92287	0.98638	0.92222	0.95855	Ekspon
chek valve 1					
Coupling 2	0.98023	0.92909	0.98226	0.96339	weibull
pompa 2	0.90318	0.81193	0.92632	0.89200	weibull
reliev valve 2	0.93472	0.88887	0.96846	0.94461	weibull
Pressure swich 2	0.98894	0.94653	0.98666	0.96982	normal
chek valve 2	0.99826	0.97167	0.96701	0.94264	normal
Coupling 3	0.99501	0.99681	0.99800	0.98937	weibull
Pressure swich 3	0.87406	0.96114	0.86240	0.91211	ekspon
reliev valve 3	0.87324	0.94627	0.83214	0.87514	Ekspon
pompa 3	0.99955	0.97816	0.99422	0.98195	Normal
chek valve 3					

3. Pengujian Pola Distribusi

Pengujian Pola Distribusi komponen *coupling 1* dengan uji *mann's test*

$$xi = ln(ti)$$

$$n = 4 ; k_1 = \frac{n}{2} ; k_2 = \frac{n-1}{2} ; F_{tabel} (0,05 ; 2k_2 ; 2k_1) = \frac{4}{2} = 2 ; \frac{4-1}{2} = 1,5 ; (0,05 ; 3 ; 4) = 9,11718$$

Untuk  $t_1 = 942,95$  menit

$$Z_i = ln \left[ -ln \left[ 1 - \frac{i-0,5}{n+0,25} \right] \right] ; M_i = Z_{i+1} - Z_i$$

$$Z_1 = ln \left[ -ln \left[ 1 - \frac{1-0,5}{4+0,25} \right] \right] ; M_1 = -0,83168 - (-2,07814)$$

$$Z_1 = -2,07814 ; M_1 = 1,24646$$

$$M = \frac{\sum_{i=(\frac{r}{2})+1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right]}{\sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right]}$$

$$M = \frac{0,95908}{1,49140} = 0,64307$$

Karena  $M < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima, jadi pola data komponen *coupling 1* menggunakan distribusi weibull.

4. Perhitungan Parameter Distribusi Terpilih

Perhitungan parameter distribusi untuk mendapatkan nilai *main time to failure* (MTTF) sesuai dengan distribusi yang terpilih

Tabel 3 Rekapitulasi Parameter distribusi weibull

No	Komponen	Distribusi Terpilih	Parameter	
			$\beta$	$\theta$
1	<i>Coupling 1</i>	weibull	1.816994539	2520.97206
2	<i>Coupling 2</i>	weibull	2.771316133	2221.340218
3	<i>Pompa 2</i>	weibull	1.880940283	3043.459925
4	<i>Reliev valve 2</i>	weibull	1.771492566	2835.407455
5	<i>Coupling 3</i>	weibull	1.053428239	2999.869706

Tabel 4 Rekapitulasi Parameter distribusi normal

No	Komponen	Distribusi Terpilih	Parameter	
			$\mu$	$\sigma$
1	<i>Reliev valve 1</i>	normal	1606.967	1244.987
2	<i>Pressure swich 2</i>	normal	2122.133	813.441
3	<i>Chek valve 2</i>	normal	2593.850	2244.067
4	<i>Pompa 3</i>	normal	1772.367	957.522

Tabel 5 Rekapitulasi Parameter distribusi eksponensial

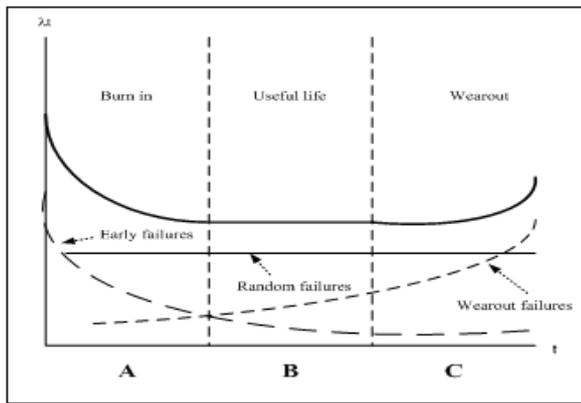
No	Komponen	Distribusi Terpilih	Parameter $\lambda$
1	<i>Pressure swich 1</i>	eksponensial	0.000519046
2	<i>Reliev valve 3</i>	eksponensial	0.00032408
3	<i>Pressure swich 3</i>	eksponensial	0.000434292

Tabel 6 Rekapitulasi Parameter distribusi lognormal

No	Komponen	Distribusi Terpilih	Parameter	
			$\bar{t}$	St.Dev
1	<i>Pompa 1</i>	lognormal	1554.910	937.62

Pengaruh berbagai macam harga parameter bentuk  $\beta$  terhadap fungsi kerusakan distribusi weibull yang terjadi dijelaskan sebagai berikut (Wolstenholme, 1999 dalam Pratama, 2011):

1. Bila harga  $0 < \beta < 1$ , maka distribusi weibull mempunyai fungsi kerusakan menurun (*decreasing failure rate*).
2. Bila harga  $\beta = 1$ , maka distribusi weibull mempunyai fungsi kerusakan konstan atau ekuivalen dengan distribusi *eksponensial*.
3. Bila harga  $1 < \beta < 2$ , maka distribusi weibull mempunyai fungsi kerusakan meningkat (*indecreasing failure rate*) yang bersifat konkaf.
4. Bila harga  $\beta = 2$ , maka distribusi weibull mempunyai fungsi kerusakan linear.



Gambar 1 Bathhtub Curve

Untuk parameter komponen berdistribusi normal sering digunakan untuk memodelkan kejadian kelelahan material yang berada pada fase *wear-out*. Distribusi normal digunakan jika pengaruh suatu keacakan diakibatkan oleh sejumlah besar variasi acak yang tidak bergantung (saling bebas) yang kecil atau sedikit

Untuk parameter komponen distribusi *lognormal* berguna menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi *lognormal* banyak digunakan sebagai model untuk berbagai jenis sifat material dan kelelahan material. Distribusi *lognormal* didefinisikan hanya untuk nilai t positif sehingga lebih sesuai dari pada distribusi normal sebagai distribusi kerusakan pertama.

Untuk parameter komponen Distribusi *eksponensial* sering digunakan sebagai data kerusakan mempunyai perilaku yang dapat dicerminkan oleh distribusi *eksponensial* akan tergantung pada nilai laju kegagalan yang konstan (λ).

5. Usulan Peningkatan *Reliability*

Upaya peningkatan *reliability* suatu komponen atau mesin yang berdistribusi weibull bisa digunakan *Burn-in Testing* dengan parameter nilai β < 1 (*decreasing failure rate*), tetapi jika 1 < β < 2 atau β > 2 (*increasing failure rate*) maka bisa digunakan beberapa alternatif seperti *Derating*, *Part Replacement*, atau *Preventive Maintenance* (Ebeling,1997).

Perhitungan usulan komponen *Coupling 1*

Diketahui nilai : β = 1.816994539

θ = 2520.97206

$$MTTF = \theta \tau \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$= 2520.97 \tau \left(1 + \frac{1}{1.81}\right) = 2241.14$$

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta$$

$$R(2241.14) = 1 - \phi\left(\frac{2241.14}{2520.97}\right)^{1.81}$$

$$= 1 - \phi(0.808) = 0.37049$$

Tabel 7 Maintenance interval coupling 1

T	F(t)	R(t)
2241.14	0.62921	0.37079
2000	0.55397	0.44603
1750	0.46955	0.53045
1500	0.38101	0.61899
1250	0.29167	0.70833
1000	0.20567	0.79433
750	0.12785	0.87215
500	0.06356	0.93644

Dengan demikian usulan peningkatan *reliability* komponen *coupling 1* bisa dilakukan dengan *preventive maintenance* setiap 500 jam untuk mencapai nilai *reliability* mesin sebesar 0.93644.

Tabel 8 Rekapitulasi Usulan peningkatan *Reliability*

Komponen	MTTF	Waktu Usulan	R(t)
<i>Coupling 1</i>	2241.14	500	0.9364
Pompa 1	1256.84	400	0.90002
Reliev valve1	1606.96	250	0.9002
Pressure switch 1	1851.85	943	0.995
<i>Coupling 2</i>	1976.99	950	0.9092
Pompa 2	2702.59	850	0.9131
Reliev valve2	2582.95	750	0.9095
Pressure switch 2	212213	1000	0.9161
Chek valve 2	2593.85	500	0.9018
<i>Coupling 3</i>	2942.86	300	0.9147
Pompa 3	1772.36	500	0.9080
Reliev valve 3	2680.96	1278	0.9968
Pressure switch 3	2114.16	1089	0.9963

KESIMPULAN

*Reliability* sistem dari mesin *main pump hydraulic* untuk komponen *coupling 1* sebesar 0.37049, *coupling 2* sebesar 0.48475, *pompa 2* sebesar 0.4493, *reliev valve 2* sebesar 0.50980 dan *coupling 3* sebesar 0.37529, kemudian komponen *pressure switch 2* sebesar 0.45460, *reliev valve 1* sebesar 0.4990, *chek valve 2* sebesar 0.5716, dan *pompa 3* sebesar 0.500, kemudian komponen *pompa 1* sebesar 0.8993. kemudian *pressure switch 1* sebesar 0.3678, *reliev valve* sebesar 0,3788 dan *pressure switch 3* sebesar 0.3192. Pola kerusakan komponen utama *main pump hydraulic* antara lain: *coupling 1*, *coupling 2*, *coupling 3*, *pompa 2* dan *reliev valve 2* berdistribusi *weibull*. Untuk komponen, *pressure switch 2*, *reliev valve 1* *chek valve 2*, dan *pompa 3* berdistribusi *normal*. Untuk komponen *pompa 1* berdistribusi *lognormal*.

Sedangkan Untuk komponen *pressure switch 1*, *pressure switch 3*, dan *reliev valve 3* berdistribusi eksponensial. Usulan Waktu perawatan komponen *coupling 1* setiap 500 jam. Untuk komponen *coupling 2* setiap 950 jam. Untuk komponen *pompa 2* setiap 850 jam. Untuk komponen *reliev valve 2* setiap 90 jam. Untuk komponen *coupling 3* setiap 300 jam. Untuk komponen *pompa 1* setiap 400 jam. Untuk komponen *pressure swicth 2* setiap 1000 jam. Untuk komponen *reliev valve 1* setiap 250 jam. Untuk komponen *chek valve 2* setiap 500 jam. Untuk komponen *pompa 3* setiap 500 jam. Untuk komponen *pressure swicth 1* setiap 2733 jam. Untuk komponen *reliev valve 3* setiap 1635 jam. Sedangkan Untuk komponen *pressure switch 3* setiap 2733 jam.

Sudibyo. Dkk. 2012. *Bisnis dan Proses PT.Krakatau Steel (persero)TBK*). Human capital development and Training center.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Graha Ilmu.
- Corder, A.S. 2005. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Ebeling, C. 1997. *An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*. University of Dayton. Dayton.
- Hamid, A. 2013. *Penentuan Keandalan dengan Menggunakan Reliability Block Diagram (RBD) yang Berkonfigurasi Redundant pada Mesin Boiler PT. X*. Cilegon: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri FT. Untirta
- Kudin, A. W. 2012. *Analisa Penjadwalan Perawatan Maintenance Komponen Listrik pada unit stand 3 PT. XYZ dengan Reliability Block Diagram* Cilegon: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri FT. Untirta
- Kuo, W., dan Zuo, Ming. J. 2003. *Optimal Reliability Modeling*. Wiley. J., and Sons. Inc. New Jersey
- Kumar, Crocker. J, dan Chitra. T. 2006. *Reliability And Six Sigma*. Springer. New York
- Nandiroh, S., Pratiwi, I., dan Widodo, H. 2006. Waktu Perawatan Untuk Pencegahan Pada Komponen Kritis Cyclone Feed Pump Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 5, No. 1, hal. 39-44.
- Nazarudin, M. N. 2014. *Analisa Penjadwalan Perawatan pada Mesin Three Roll Bending PT. XYZ dengan Reliability Block Diagram* Cilegon: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri FT. Untirta
- Pratama, R. H. J. 2011. *Penentuan Nilai Reliability Sistem dengan Menggunakan Reliability Block Diagram*. Cilegon: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri FT. Untirta.
- Priyanta, D 200. *Rekayasa Keandalan Dan Perawatan*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Romadhani, D. 2011. *Usulan Perawatan Dengan Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin SPM 2000 Di PT. KHI Pipe Industries*. Cilegon: Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, FT. Untirta