

USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN CAULKING PADA LINI PRODUKSI 6 MENGGUNAKAN METODE COST OF UNRELIABILITY (COUR) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) (STUDI KASUS: PT DNS)

PROPOSED POLICY MAINTENANCE CAULKING MACHINE PRODUCTION LINE 6 USING THE METHOD OF COST OF UNRELIABILITY (COUR) AND RISK BASED MAINTENANCE (RBM) (STUDY CASE: PT DNS)

Revy Desfriansyah¹, Endang Budiasih², Judi Alhilman³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹ revydesfriansyah@gmail.com, ² endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id,

³ judi.alhilman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT DNS adalah salah satu perusahaan pembuat komponen otomotif. Salah satu komponen yang dibuat oleh PT DNS adalah *Spark plug* atau biasa disebut busi. *Spark plug* adalah sebuah media yang digunakan untuk proses pembakaran bahan bakar pada mesin bermotor. Tanpanya kendaraan bermotor dipastikan tidak bisa berfungsi. Agar dapat bersaing ketat dengan perusahaan lainnya PT DNS harus meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan produksinya agar *demand* yang harus dipenuhi setiap harinya tercapai dengan baik dengan menggunakan beberapa mesin produksi, perusahaan harus selalu mengontrol dan mempersiapkan kesiapan mesin-mesinnya dengan melakukan kegiatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Salah satu mesin yang sangat penting dan harus banyak dikontrol adalah mesin caulking karena kegiatan produksi harus melalui mesin ini agar busi tidak mengalami kebocoran. Lalu salah satu cara untuk mengetahui konsekuensi dan risiko yang dihasilkan dari kerusakan mesin caulking yaitu dengan menggunakan metode RBM dan untuk menentukan berapa besar biaya yang dihasilkan akibat ketidakhandalan sistem diperlukan metode COUR.

Berdasarkan perhitungan COUR didapatkan biaya yang disebabkan oleh ketidakhandalan sistem sebesar Rp. 2.612.857.012 berdasarkan *active repair time* dan Rp. 2.906.982.097 berdasarkan pada *downtime*. Dan dari perhitungan RBM didapatkan nilai konsekuensi dan risiko sebesar Rp. 788.679.691 dengan persentase sebesar 2,270%. Risiko ini sudah melewati kriteria penerimaan risiko yang sudah ditentukan perusahaan yaitu 1% pada mesin caulking lini ke 6.

Kata kunci : *Corrective maintenance, Preventive maintenance, COUR, RBM, Spark plug*

Abstract

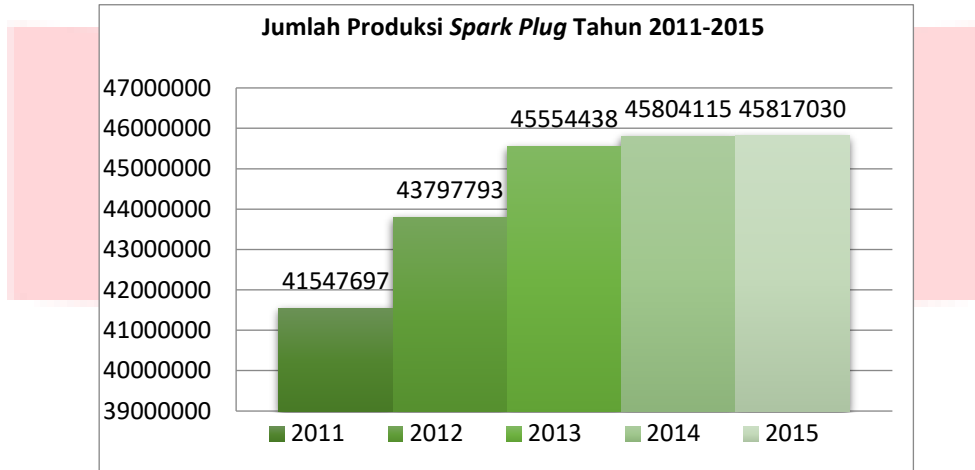
PT DNS is one of the makers of automotive components. One of the components made by PT DNS is Spark plug. Spark plug is a tool for the combustion of fuel in a motor engine. Without which the motor vehicle was ensured could not function. In order to compete with other companies PT DNS should increase the affectiveness and efficiency of activities of its production so that demand to be met every day the accomplished well with using some of the production machine, the company must always control the readiness of its engines and prepare to do the activities of preventive maintenance and corrective maintenance. One of the machines that are very important and should be a lot of controlled is caulking machine because production has to go through this machine so that the plugs do not leak. Than one of the ways to know the consequences and risk resulting from damage to the caulking machine by using RBM method and to rate how much the costs generated by the issue of unreliability the system required a method of COUR

From the results of the data processing is carried out, for the calculation of the Cost of Unreliability is obtained the cost caused by unreliability Rp. 2.612.857.012 system based on active repair time and Rp. 2.906.982.097 based on downtime. Whereas the calculation of Risk Based Maintenance brings about consequences and risk value of Rp. 788.679.691 with a percentage of 2,270%. This risk had passed the risk acceptance criteria already determined the company is 1% on the 6th line of Caulking machine.

Keywords : *Corrective maintenance, Preventive maintenance, COUR, RBM, Spark plug*

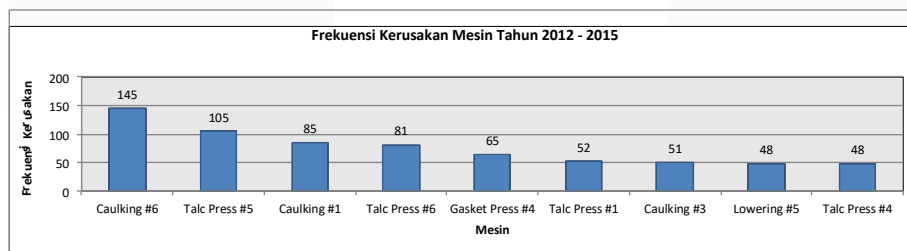
1. Pendahuluan

PT. DNS merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri komponen otomotif semenjak tahun 1975 yang berlokasi di Sunter Jakarta Utara. Produk-produk yang dihasilkan oleh PT. DNS merupakan komponen-komponen otomotif seperti *Sparkplug*, *Radiator*, *AC*, *Filter*, *Magneto*, dan lain-lain. Terkhusus untuk produk *Spark plug* yang mempunyai total produksi yang terbanyak pada lima tahun terakhir ini, yang dapat dilihat pada diagram pareto di bawah ini:



Gambar 1 Data Jumlah Produksi Spark Plug 2011-2015

Gambar 1 menunjukkan bahwa produksi semakin meningkat setiap tahunnya, maka bisa dikatakan bahwa *order* yang diterima dari perusahaan setiap tahunnya meningkat, dan hal itu baik untuk kemajuan perusahaan. Maka, perusahaan harus lebih meningkatkan kinerja dan produktivitas perusahaan agar dapat menyaingi kompetitor yang ada. Proses produksi *spark plug* pada PT. DNS dapat terpenuhi pesannya karena didukung oleh beberapa mesin yang ada pada setiap lini, untuk pembuatan *spark plug* ini terdapat 6 lini produksi yang di dalamnya terdapat 129 mesin, dimana setiap lini produksi ini menghasilkan *spark plug* dengan tipe yang berbeda-beda. Lini produksi pada setiap proses produksi *spark plug* didukung oleh beberapa mesin seperti: *lowering*, *talc press*, *talc sweeping*, *caulking*, *leak test*, *electric leak test*, *bending*, *gasket press*, *thread checker*, *wave compulator*, *FKR check*, dan mesin E visual, dari mesin-mesin pendukung yang sudah disebutkan masing-masing mempunyai masalah ketika mesin sedang dioperasikan, berikut ini merupakan frekuensi 10 besar kerusakan yang dialami oleh mesin-mesin yang terdapat pada lini produksi *spark plug*:



Gambar 2 Frekuensi Kerusakan Mesin Tahun 2012—2015

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa mesin *caulking* pada lini ke- 6 paling banyak mengalami kerusakan, yaitu sebanyak 145 kali. Mesin *caulking* merupakan salah satu mesin dari departemen *machining* yang berfungsi untuk menggabungkan komponen-komponen yang ada pada busi yaitu *lower ring*, *upper ring*, dan *talc ring* menjadi satu, hasil dari proses ini adalah mencegah kebocoran yang akan terjadi pada busi ketika sedang digunakan pada kendaraan bermotor. Maka dari itu mesin *caulking* pada lini produksi ke- 6 perlu dilakukannya perhatian dan perawatan khusus guna untuk meningkatkan proses produksi produk busi ini.

Mesin *Caulking* memiliki fungsi yang vital sehingga jika terjadi kerusakan pada alat tersebut menyebabkan proses produksi terhambat. Terjadinya kerusakan mesin akibat rusaknya komponen tidak dapat diketahui dengan pasti [1]. Untuk itu perlu dilakukan kegiatan *preventive maintenance* yang dapat dilakukan pada bagian mesin dengan melihat data terdahulu dan kemudian membuat perhitungan nilai konsekuensi dan risiko atau peluang terjadinya kerusakan dan menghitung kerugian biaya dari perawatan mesin tersebut, maka dapat dilakukan pengukuran nilai *COUR (Cost of Unreliability)* untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dihasilkan oleh masalah reliabilitas. serta melakukan perhitungan konsekuensi dan risiko menggunakan metode *RBM* pada mesin *Caulking* di PT DNS.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi [2].

Tujuan *preventive maintenance* adalah sebagai berikut:

1. Mencegah atau meminimasi terjadinya kegagalan (*prevent failure*)
2. Mendeteksi apabila terjadinya kegagalan (*detect onset of failure*)
3. Menemukan kegagalan yang tersembunyi (*discover a hidden failure*)

Meningkatkan *reliability* dan *availability* komponen atau sistem tersebut [2].

2.1.2 Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem kefungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut [2].

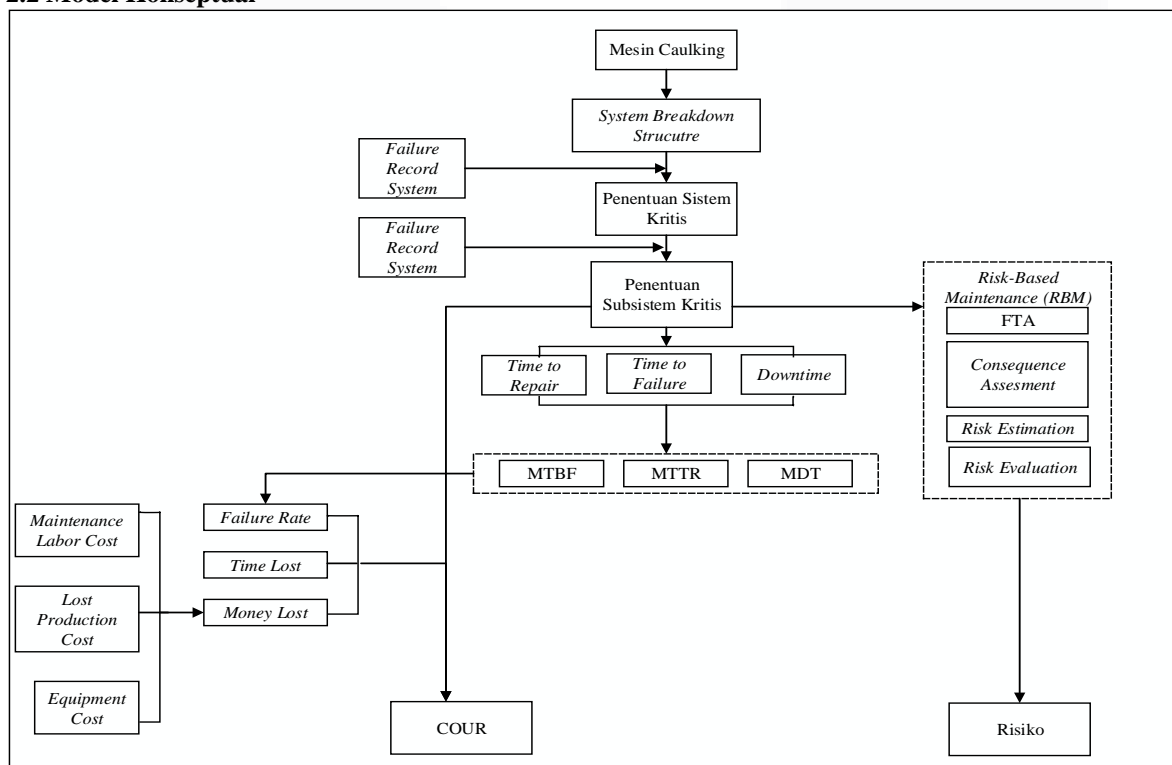
2.1.3 Cost of Unreliability (COUR)

Cost of unreliability berarti seluruh biaya yang merupakan hasil dari seluruh situasi yang berhubungan dengan masalah kegagalan reliabilitas, termasuk juga semua biaya yang berhubungan dengan program keandalan yang buruk dan pekerjaan perawatan yang buruk [3]. Untuk menemukan *Cost of Unreliability*, maka sebaiknya memulai dengan gambaran besar dan membantu program peningkatan biaya langsung, yaitu dengan mengidentifikasi sumber masalah biaya, level masalah, dan masalah apa saja yang muncul. Tahapan yang dilakukan untuk penghitungan COUR adalah menghitung *failure rate*, *time lost* dan *money lost*.

2.1.4 Risk Based Maintenance (RBM)

RBM merupakan suatu metode kuantitatif hasil integrasi antara pendekatan reliabilitas dan strategi pendekatan risiko untuk mencapai jadwal *maintenance* yang optimal. RBM bertujuan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kegagalan yang terjadi pada fasilitas operasi. Nilai kuantitatif dari risiko merupakan dasar untuk memprioritaskan kegiatan *maintenance* dan inspeksi [4]. RBM terdiri dari tiga modul yang saling berkaitan, yakni perkiraan risiko, evaluasi risiko, dan perencanaan *maintenance*.

2.2 Model Konseptual



Gambar 3 Model Konseptual

Pada tahapan awal dilakukan pemilihan sistem kritis pada mesin caulking berdasarkan jumlah frekuensi kerusakan terbesar. Selanjutnya dipilih kembali subsistem kritis dari sistem mesin caulking. Dari data kerusakan tersebut dilakukan *life data analysis* menggunakan *Anderson-Darling Test* pada data *Maintenance Time Existing* yang di dalamnya terdapat *time between failure*, *time to repair*, dan *downtime* [5]. Setelah didapatkan distribusi yang paling baik untuk mewakili *failure*, *repair*, dan *down* dari setiap unit, dapat dilakukan perhitungan MTBF dan MTTR, dan *Risk Based Maintenance*. MTTR dan MTBF akan digunakan dalam perhitungan COUR dan perhitungan *System Performance Loss* untuk rekapitulasi perkiraan konsekuensi dan risiko. MTBF dari unit digunakan untuk menentukan perhitungan *failure rate* untuk COUR, dan MTTR digunakan untuk perhitungan *System Performance Loss* untuk rekapitulasi perkiraan konsekuensi dan risiko. *Input* dari COUR adalah *time lost*, *failure rate* dan *money cost*. Hasil dari COUR ini adalah *machine unreliability cost* atau biaya yang ditanggung perusahaan karena ketidakhandalan mesin. Pada akhir penelitian, metode COUR akan memberikan jawaban pada setiap rumusan masalah yang ada. COUR akan memberikan nilai dari *Cost of Unreliability* dari sistem produksi khususnya mesin Caulking. Pada pengukuran *Risk Based Maintenance* dihitung rekapitulasi perkiraan konsekuensi, risiko, dan kriteria penerimaan risiko untuk perusahaan.

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Distribusi Yang Mewakili

Pengujian distribusi dilakukan dengan menggunakan uji Anderson-Darling, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi yang paling mewakili data *Time between failure*, *Time to repair* dan *Downtime* untuk subsistem kritis mesin caulking lini 6. Nilai Anderson-darling (AD) menunjukkan apabila suatu distribusi mewakili penyebaran suatu data, semakin kecil nilai AD maka distribusi tersebut paling mewakili penyebaran data yang diuji.

Tabel 1 Distribusi TBF, TTR dan DT

Subsistem	Distribusi TBF	Distribusi TTR	Distribusi DT
Solenoid Valve Up-Down	WEIBULL	NORMAL	NORMAL
Piston Pump	NORMAL	NORMAL	NORMAL
Hydraulic Cylinder	WEIBULL	WEIBULL	WEIBULL

Pada Tabel 1 di atas terdapat tiga subsistem yaitu Piston Pump, Solenoid Valve Up-Down, dan Hydraulic Cylinder. Ketiga subsistem ini ditentukan distribusi terpilihnya menggunakan nilai *Anderson-Darling (AD)*.

3.2 Perhitungan *Cost of Unreliability (COUR)*

3.2.1 Perhitungan *Failure Rate*

Dalam melakukan perhitungan *Cost of Unreliability* dibutuhkan data dari setiap mesin yang diamati. Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan COUR adalah data unit mesin Caulking lini 6 di tahun 2015. Tahap pertama yang dilakukan dalam perhitungan COUR adalah menghitung tingkat kegagalan unit (*failure rate*). Untuk memperoleh nilai *failure rate* dibutuhkan *study interval*, *number of failures* dan *mean time between failure*. Nilai dari *Study Interval* yaitu 4992 jam, nilai MTBF didapatkan dari pembagian *Study Inteval* dan *Number of Failures*, Nilai *Failure rate* didapatkan dari hasil pembagian *number of failure* dan MTBF.

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Failure Rate*

	Solenoid Valve Up-Down	Piston Pump	Hydraulic Cylinder
<i>Study Interval (hrs)</i>	4992	4992	4992
<i>Number of Failures</i>	4	3	6
MTBF	1248.00	1664.00	832.00
<i>Failure Rate</i>	0.00321	0.00180	0.00721

3.2.2 Perhitungan *Time Lost*

Tahap kedua dari perhitungan COUR adalah menghitung nilai *Lost Time* selama waktu observasi. Dengan waktu observasi yang sudah ditentukan selama 4992 jam atau selama satu tahun, maka data yang dibutuhkan adalah data *failure rate* dan *number of failures* yang sudah dihitung sebelumnya, serta data *Corrective Time/ Failure*. Pada perhitungan *time lost*, akan dilakukan perhitungan terhadap *downtime* dan *corrective time*. Nilai *corrective time/failure* didapatkan dari nilai MTTR yang merupakan perhitungan distribusi *active repair* yang dilakukan pada unit *Corrective Failures*. *Downtime/failure* didapatkan dari nilai MDT. Nilai *corrective lost time* didapatkan dengan cara mengalikan nilai *corrective time / failure* dengan *number of failures*. Sedangkan nilai *downtime lost time* didapatkan dengan cara mengalikan nilai *downtime/failure* dengan nilai *number of failures*.

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Corrective Lost Time*

	Solenoid Valve Up-Down	Piston Pump	Hydraulic Cylinder
<i>Failure Rate</i>	0.00321	0.00180	0.00721
<i>Number of Failure(s)</i>	4	3	6
<i>Corrective Time/Failure</i>	7.19	6.18	7.51
<i>Corrective Lost Time Hrs/Years</i>	28.75	18.55	45.08

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Downtime Lost Time*

	Solenoid Valve Up-Down	Piston Pump	Hydraulic Cylinder
<i>Failure Rate</i>	0.00321	0.00180	0.00721
<i>Number of Failure(s)</i>	4	3	6
<i>Downtime/Failure</i>	7.88	6.36	8.57
<i>DT Lost time Hrs/Years</i>	31.50	19.08	51.42

3.2.3 Perhitungan *Money Lost*

Tahap selanjutnya atau tahap terakhir dari perhitungan COUR adalah menghitung nilai *Money Lost*. Untuk mendapatkan nilai *money lost* dibutuhkan data *downtime lost time* dan *corrective lost time* yang telah dilakukan sebelumnya, lalu dibutuhkan data *lost production cost*, *equipment/spare part cost*, dan juga *labor maintenance cost*. Nilai dari masing-masing *Cost of Unreliability* dari *corrective time* dan *downtime* didapatkan dengan menjumlahkan nilai *lost production cost*, *equipment/spare part cost* dan *labor maintenance cost*. Nilai COUR yang ditanggung perusahaan adalah nilai *Downtime COUR* sedangkan nilai *Corrective COUR* adalah nilai COUR pada *unplanned downtime*.

Tabel 5 Hasil Perhitungan *Corrective COUR*

	Solenoid Valve Up-Down	Piston Pump	Hydraulic Cylinder
<i>Corrective Lost Time Hrs/Years</i>	28.75	18.55	45.08
<i>Loss Profit</i>	IDR 200,100,000	IDR 129,108,000	IDR 313,780,000
<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	IDR 235,750,000	IDR 345,957,500	IDR 1,379,550,000
<i>Labor Maintenance Cost</i>	IDR 2,679,931	IDR 1,729,138	IDR 4,202,443
<i>Corrective COUR</i>	IDR 438,529,931	IDR 476,794,638	IDR 1,697,532,443

Tabel 6 Hasil Perhitungan *Downtime* COUR

	Solenoid Valve Up-Down	Piston Pump	Hydraulic Cylinder
<i>DT Lost time Hrs/Years</i>	31.50	19.08	51.42
<i>Loss Profit</i>	IDR 219,240,000	IDR 132,820,000	IDR 357,860,000
<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	IDR 258,300,000	IDR 355,904,167	IDR 1,573,350,000
<i>Labor Maintenance Cost</i>	IDR 2,936,273	IDR 1,778,853	IDR 4,792,805
<i>DT COUR</i>	IDR 480,476,273	IDR 490,503,020	IDR 1,936,002,805

Tabel 7 di bawah ini menunjukkan hasil akumulasi biaya dari seluruh subsistem, yang dapat dibandingkan dengan *actual maintenance cost*.

Tabel 7 *Cost Overview*

Jenis Biaya	Jumlah
<i>Corrective COUR</i>	IDR 2,612,857,012
<i>DT COUR</i>	IDR 2,906,982,097
<i>Actual Maintenance Cost</i>	IDR 59,070,583

3.3 Perhitungan *Risk Based Maintenance (RBM)*

3.3.1 Penyusunan Skenario Kegagalan

Langkah awal yang akan dilakukan adalah penyusunan skenario kerusakan untuk komponen-komponen dalam subsistem kritis yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8 Tabel Skenario kegagalan

No	Subsistem	Kegagalan Fungsional yang Mungkin Terjadi		Dampak Kegagalan Fungsional
1	Solenoid Valve Up-Down	1.1	Oli Hidrolik bocor	Produksi tidak berjalan dengan baik
		1.2	Overheat	Mesin mengalami trip
		1.3	Cylinder Press Bocor	Hasil proses ada NG height tinggi
2	Piston Pump	2.1	Cylinder Press Bocor	Hasil proses ada NG height tinggi
3	Hydraulic Cylinder	3.1	Cylinder Press Bocor	Hasil proses ada NG height tinggi
		3.2	Tekanan Cylinder press kurang	Hasil press tidak optimal
		3.3	Pompa Hydraulic Noise	Hasil proses ada height tinggi
		3.4	MC 2.1 mendekati height +	Hasil press tidak stabil
		3.5	Overheat	Mesin mengalami trip

3.3.2 Konsekuensi Kuantitatif

Pada skenario kerusakan yang telah dijelaskan sebelumnya memiliki kuantitatif konsekuensi yang terjadi akibat kegagalan fungsional tersebut. Hal ini tergantung pada pengaruh kerusakan tiap *subsistem* terhadap sistem secara keseluruhan. Tabel 9 di bawah ini menunjukkan pemberian indeks konsekuensi sesuai nilai indeks yang juga sudah ditetapkan berdasarkan masing-masing skenario kerusakan yang telah didefinisikan [5].

Tabel 9 Consequence Assesment

No	Komponen	Kegagalan Fungsional yang Mungkin Terjadi		Normalisasi Konsekuensi
1	Solenoid Valve Up-Down	1.1	Oli Hidrolik bocor	6
		1.2	Overheat	8
		1.3	Cylinder Press Bocor	7
2	Piston Pump	2.1	Cylinder Press Bocor	7
3	Hydraulic Cylinder	3.1	Cylinder Press Bocor	7
		3.2	Tekanan Cylinder press kurang	7
		3.3	Pompa Hydraulic Noise	7
		3.4	MC 2.1 mendekati height +	7
		3.5	Overheat	8

3.3.3 Analisis Kegagalan Probabilistik

Analisis kegagalan probabilistik dilakukan dengan menghitung peluang kegagalan suatu mesin yang terjadi selama satu tahun mesin bekerja (4992 jam). Perhitungan ini disesuaikan dengan hasil *plotting* distribusi yang telah terpilih menggunakan uji Anderson Darling.

Tabel 10 Kegagalan Probabilistik

Subsistem	Distribusi Terpilih	Parameter Distribusi		Periode (Hours)	R(T)	Q(T)
		η/μ	β/σ			
Solenoid Valve Up-Down	Weibull	1426.86	1.58084	4992	0.00071648	0.99928352
Piston Pump	Normal	2909.30	836.76		0.006405108	0.993594892
Hydraulic Cylinder	Weibull	757.49	1.6682		8.13023E-11	1

3.3.4 Rekapitulasi Perkiraan Konsekuensi dan Risiko

Perkiraan konsekuensi akibat kegagalan fungsi yang terjadi adalah langkah selanjutnya setelah memperoleh nilai probabilitas kegagalan mesin. Hal yang harus diperhatikan diantaranya adalah kerusakan atau kegagalan fungsi dari mesin caulking lini ke 6 memberikan konsekuensi berupa performansi suatu sistem (*System Performance Loss*). Cara mendapatkan nilai *system performance loss* adalah menjumlahkan nilai *loss production*, *material cost*, harga komponen dan nilai antara perkalian MTTR dengan *engineer cost*. Lalu perhitungan risiko yang dilakukan berdasarkan pada perkalian antara *probability of failures* dan *system performance loss*.

Tabel 11 Perhitungan *System Performance Loss*

No	Komponen	Waktu Downtime	MTT R	Loss of Revenue	Engineer Cost	Material Cost	Harga Komponen	System Performance Loss
1	Solenoid Valve Up-Down	31.50	5.93	Rp 6,960,000	Rp 93,215	Rp 8,037,250	Rp 8,200,000	Rp 236,030,281
2	Piston Pump	19.00	5.82	Rp 6,960,000	Rp 93,215	Rp 8,037,250	Rp 18,650,000	Rp 159,469,592
3	Hydraulic Cylinder	51.00	8.29	Rp 6,960,000	Rp 93,215	Rp 8,037,250	Rp 30,600,000	Rp 394,370,349
Total								Rp 789,870,222

Tabel 12 Perhitungan Risiko Kerusakan Subsisitem Kritis

No	Komponen	System Performance Loss	Q(T)	Risk
1	Solenoid Valve Up-Down	Rp 236,030,281	0.9993	Rp 235,861,170
2	Piston Pump	Rp 159,469,592	0.9936	Rp 158,448,172
3	Hydraulic Cylinder	Rp 394,370,349	1	394,370,348.89
Total				Rp 788,679,691

3.3.5 Penyusunan Kriteria Penerimaan Risiko

Penyusunan kriteria penerimaan risiko akibat kerusakan mesin caulking lini ke 6 adalah tahap terakhir setelah melakukan perhitungan-perhitungan sebelumnya. Tahap ini dilakukan melalui wawancara dengan Supervisor Departemen Maintenance, perusahaan menetapkan besarnya kriteria penerimaan risiko sebesar 1% dari kapasitas produksi. Dan data yang didapat di bawah ini memiliki presentase 2,270% yang melebihi kriteria yang sudah ditentukan.

Table 13 Penyusunan Kriteria Penerimaan Risiko

Periode 1 Tahun (jam)	Hourly Rate	Kapasitas Produksi Mesin Selama 1 Tahun	Total Risiko Tanpa PM	%Risk	Kriteria Penerimaan
4992	Rp 6,960,000	Rp 34,744,320,000	Rp 788,679,691	2.270%	1%

4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR), biaya yang disebabkan oleh masalah *reliability* sistem adalah Rp. 2.612.857.012 berdasarkan *active repair time* dan Rp. 2.906.982.097 berdasarkan pada *downtime*. Maka diperoleh Rp. 294.125.084 biaya *waste* yang harus ditanggung oleh perusahaan akibat ketidakhandalan sistem selama 1 tahun terakhir. Berdasarkan perhitungan *Risk Based Maintenance* (RBM), mesin Caulking lini produksi ke 6 pada PT DNS memiliki risiko sebesar Rp. 788.679.691 dengan persentase sebesar 2,270%. Risiko yang telah dialami oleh mesin caulking lini produksi ke 6 ini telah melewati batas kriteria yang sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu 1% dari kapasitas produksi. Risiko tersebut diperoleh apabila tidak ada tindakan *preventive maintenance* selama periode satu tahun.

Daftar Pustaka

- [1] Alhilman, J., Saedudin, R. R., & Atmaji, F. D. (2015). (I. C. (ICoICT), Ed.) *Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component*, 3rd.
- [2] Marquez, A. (2007). *The Maintenance Management Framework*. Spain. Moubray, John. 1991. *Reliability Centered Maintenance II*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Ltd.
- [3] Vicente, F. (2012). Assessing the Cost of Unreliability in Gas Plant to Have a Sustainable Operation. *Scolarly Articles*.
- [4] Khan, Faisal I., dan Mamoud Haddara. (2004). *Risk-Based Maintenance of Ethylene Oxide Production Facilities*. Journal of Hazardous Materia
- [5] Atmaji, Fransiskus Tatas Dwi. (2015). Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu di PT KSM, Yogyakarta.(J.R.S.I. www.jrsi.ie.telkomuniversity.ac.id, Ed.) 2 (1, page 7-14)