

USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN DAN KEBIJAKAN SPAREPART MESIN FIN CNC BL1412 DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DAN *RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS)* DI PT DUTA HITA JAYA

PROPOSAL MAINTENANCE POLICY AND SPARE PART ON MACHINE FIN CNC BL1412 WITH *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* AND *RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS)* METHOD IN PT. DUTA HITA JAYA

¹Muhammad Hamdan, ²Judi Alhilman, ³Endang Budiasih
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹hamdanboe20@gmail.com, ²judi.alhilman@gmail.com,

³endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - PT. Hita Jaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri fabrikasi besi dan baja. Menjadi salah satu pendukung utama dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia yang saat ini terus berkembang ditandai dengan pembangunan jalan, bandara, pelabuhan, rel kereta api, dan beberapa fasilitas lainnya. Tower merupakan salah satu produk yang sering dipesan oleh pelanggan baik itu tower telekomunikasi atau tower listrik. Untuk menghindari kerusakan yang akan menghambat proses produksi yang telah ditargetkan sehingga berdampak pada kerugian maka dilakukanlah penelitian menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk mendapatkan *interval* waktu perawatan yang tepat dan metode *Reliability Centered Spares (RCS)* untuk memperhitungkan tingkat persediaan *sparepart* yang harus disediakan agar tidak terjadi *stock out*. Pemilihan *maintenance task* berdasarkan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *RCM Worksheet* dihasilkan sepuluh kegiatan *Scheduled On-Condition* kemudian dilanjutkan melakukan perhitungan kuantitatif untuk mendapatkan *interval* waktu perawatan dengan biaya perawatan usulan sebesar Rp 88.390.300,00. Hasil perhitungan RCS dengan metode *poisson process* yaitu komponen *repairable* seperti selang hidrolik membutuhkan 4 buah, selang *pneumatic* pada *marking* 4 buah dan selang *pneumatic* pada *punching* 9 buah. Komponen *non-repairable* seperti solenoid valve 10 buah, *tubing* 14 buah, baut L8 22 buah, *limit switch* 30 buah, dan *oring koper* 55 buah.

Kata kunci: *RCM Worksheet, Failure Mode and Effect Analysis, Poisson Process, Reliability Centered Maintenance, Reliability Centered Spares.*

Abstract - PT. Duta Hita Jaya is one of the companies in the iron and steel fabrication industry. Being one of the main support in infrastructure development in Indonesia, which is currently growing, is marked by the construction of roads, airports, ports, railroads and several other facilities. The tower is one of product that is often ordered by customers, whether it's a telecommunications tower or an electric tower. To avoid failure of the production that has an impact on production target with the result that make disadvantage to company, so this research is using the *Reliability Centered Maintenance (RCM)* method to get the proper maintenance time interval and the *Reliability Centered Spares (RCS)* method to calculate the level of spare parts inventory that must be provided so there is no stock out. Maintenance task election based on *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* and *RCM Worksheet*. The result was ten *Scheduled On-Condition* activities and then continued to do quantitative calculations to get a maintenance time interval with a proposed maintenance cost of Rp 88.390.300,00. The results of RCS calculation with the *Poisson process* method are repairable components such as hydraulic hose requiring 4 pieces, pneumatic hose on marking 4 pieces and pneumatic hose on punching 9 pieces. Non-repairable components such as 10 pieces of the solenoid valve, 14 pieces of tubing, 22 pieces of L8 bolts, 30 pieces of limit switches, and 55 pieces of oring koper .

Keywords: *RCM Worksheet, Failure Mode and Effect Analysis, Poisson Process, Reliability Centered Maintenance, Reliability Centered Spares.*

1. Pendahuluan

Industri besi dan baja merupakan salah satu industri prioritas yang berperan penting dalam pengembangan industri lainnya. Kebutuhan baja domestik meningkat tajam dari 7,4 juta ton pada tahun 2009 menjadi 12,7 ton pada tahun 2014 dan akan meningkat terus seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Oleh karena itu, untuk memenuhi permintaan baja domestik dan menghindari ketergantungan yang tinggi terhadap baja impor, produsen baja dalam negeri perlu terus meningkatkan kualitas dan kapasitas produksinya. Hal ini diperlukan juga untuk dapat memenuhi kebutuhan pembangunan infrastruktur di Indonesia yang diperkirakan memiliki nilai proyek Rp 5.519 trilyun sampai dengan tahun 2019 dan memerlukan baja sebesar 17,46 juta ton per tahun [1].

PT. Duta Hita Jaya merupakan perusahaan penyelenggara jasa fabrikasi dan konstruksi di Indonesia. Berbagai macam produk yang diproduksi oleh PT. Duta Hita Jaya seperti tiang dekorasi, tiang lampu jalan, tiang lampu stadion, tower listrik, tower telekomunikasi, pembatas jalan. Tower merupakan salah satu produk yang sering dipesan oleh pelanggan baik itu tower telekomunikasi atau tower listrik. Dalam memenuhi permintaan konsumen, perusahaan menggunakan mesin FIN CNC B11412 merupakan mesin yang membentuk besi yang memiliki sudut. Sehingga pada mesin FIN CNC B11412 sering terjadi kerusakan yang menghambat proses produksinya. Jika mengalami kerusakan akan menghambat proses produksi yang telah ditargetkan sehingga berdampak pada kerugian.

Untuk mengatasi hal tersebut, peneliti mencoba mengusulkan perencanaan perawatan mesin FIN CNC B11412 dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Dengan metode RCM dapat menentukan jadwal perawatan dan kegiatan perawatan yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin. Serta dapat mengetahui jumlah persediaan *spare parts* yang tepat dengan pendekatan *Reliability Centered Spares* (RCS). Sehingga kegiatan perawatan dan produksi tidak terganggu dan perusahaan dapat mengurangi waktu *downtime* yang disebabkan oleh *stock out*.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan (*maintenance*) memiliki definisi adalah semua tindakan yang diperlukan untuk mengembalikan sebuah *item/part/equipment* kepada kondisi semula [2].

2.2 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum sistem atau komponen mengalami kerusakan dengan tujuan agar mencegah terjadinya kegagalan fungsi [3].

2.3 Corrective Maintenance

Corrective maintenance adalah bertujuan untuk memperbaiki peralatan atau komponen pada saat peralatan atau komponen tersebut mengalami kerusakan, tanpa melakukan kegiatan lain untuk menjaga kinerja peralatan atau komponen agar dapat beroperasi sesuai dengan kondisi operasionalnya [4].

2.4 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance merupakan proses-proses yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan-kebutuhan *maintenance* dari semua aset-aset fisik dalam konteks operasinya [5]. Metode RCM terdapat 7 tahapan, yaitu:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi,
2. Definisi batasan sistem,
3. Deskripsi sistem,
4. Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional,
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA),
6. *Logic Tree Analysis* (LTA),
7. *Task Selection* (Pemilihan Kebijakan Perawatan).

2.5 Preventive Task

Metode RCM membagi preventive Tasks ke dalam tiga kategori [6], yaitu:

1. *Scheduled On-Condition Tasks*,
2. *Scheduled Restoration Tasks*,
3. *Scheduled Discard Task*

2.6 Default Actions

Ketika tidak ada *preventive tasks* yang sesuai, maka langkah selanjutnya adalah menentukan *default actions* yang bisa dilakukan sebagai kegiatan *maintenance* [7]. RCM membagi *default actions* menjadi tiga kategori berdasarkan konsekuensi kegagalan yang ada, yaitu:

1. *Scheduled Failure-finding Tasks*,
2. *Redesign*,
3. *No Scheduled Maintenance*.

2.8 Reliability Centered Spares

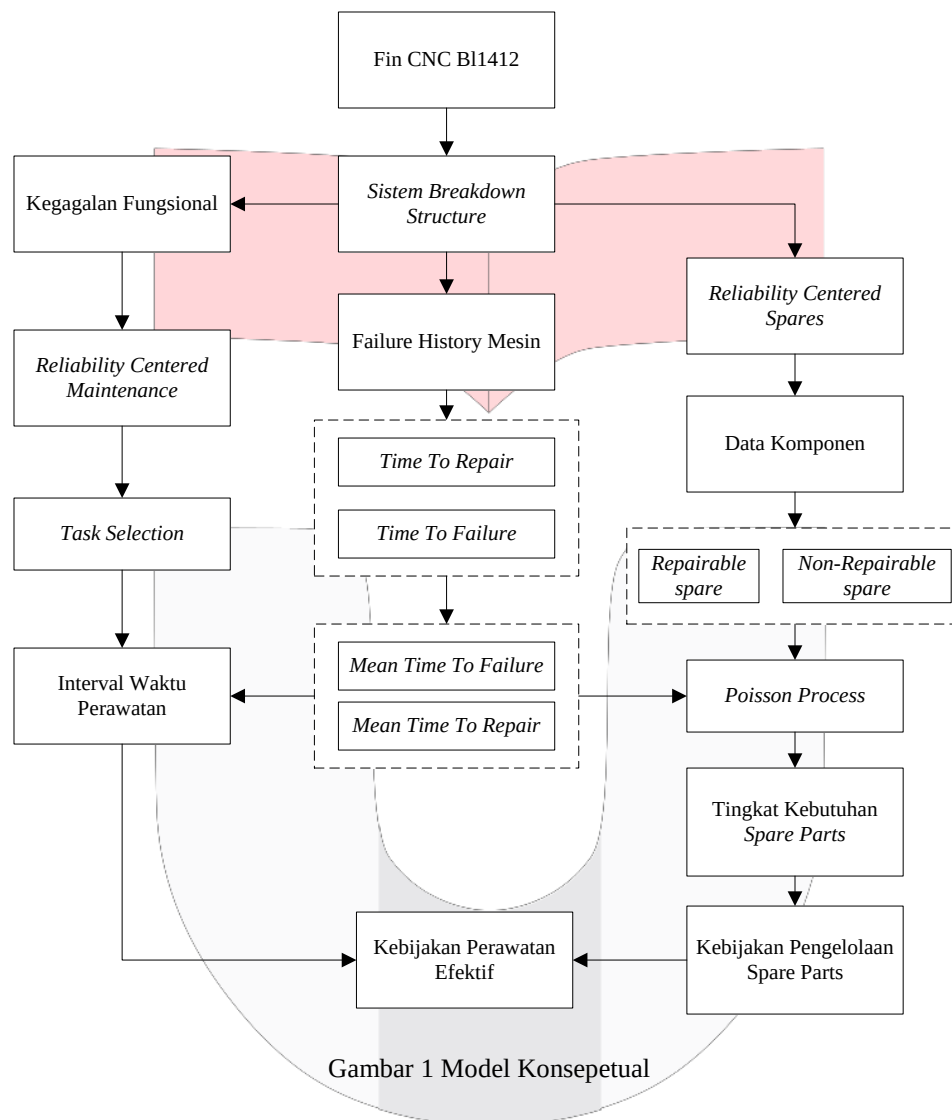
Reliability Centered Spares (RCS) adalah suatu pendekatan untuk menentukan tingkat *inventory spareparts* berdasarkan *trough-life costing* dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung *inventory* [8]. RCS dapat digunakan untuk menentukan level persediaan *spareparts* berdasarkan kebutuhan peralatan dan pengoperasian *maintenance*.

2.9 Poisson Process

Poisson process adalah salah satu metode untuk menghitung kebutuhan *spareparts* berdasarkan *reliability* [9]. Sparepart diklasifikasikan berdasarkan komponen *repairable* dan *non repairable*. Komponen tersebut akan dihitung kebutuhannya menggunakan metode *Poisson process*. Pada perhitungan menggunakan metode *Poisson process*, terdapat perbedaan pada komponen *repairable* dan komponen *non repairable* dimana pada komponen *repairable* diperhitungkan variabel *scrap rate* dan rata-rata waktu perbaikan [10].

2.10 Model Konseptual

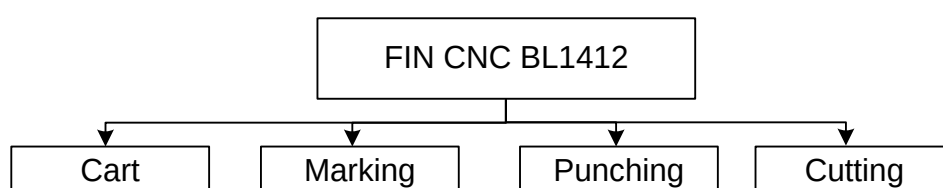
Model konseptual merupakan suatu bentuk aliran konsep yang menunjukkan hubungan dari konsep yang digunakan dan dirangkai berdasarkan aspek teoritis dan hipotesis untuk mencapai tujuan dari penelitian. Model konseptual penelitian ini sebagai berikut



3 Pembahasan

3.1 Penentuan Subsistem Kritis

Berdasarkan data historis yang terjadi 2015 hingga tahun 2017 dan wawancara, subsistem kritis dilihat dari frekuensi kerusakan subsistem dalam sistem mesin FIN CNC BL1412. Maka dipilihlah subsistem *cart*, *marking*, dan *punching* yang menjadi subsistem kritis.



Gambar 2 Breakdown Structure FIN CNC BL1412

3.2 Penentuan Distribusi *Time to Failure* Subsystem

Penentuan distribusi (TTF) *Time to Failure* dilakukan menggunakan data historis kerusakan dari PT Duta Hita Jaya. Data kerusakan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data kerusakan dari tahun 2015-2017. Perhitungan TTF menggunakan uji Anderson-Darling yang diperoleh menggunakan perangkat lunak Minitab 17 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Distribusi *Time to Failure*

no	Subsystem	Distribusi	Parameter	$(1/\beta + 1)$	Tabel Gamma	MTTF (jam)
1	Cart	Normal	$\eta = 102661$	-		1711.02
2	Marking	Weibull	$\eta = 84642.4$ $\beta = 1.11821$	1.894	0.95838	1351.99
3	Punching	Weibull	$\eta = 27383.4$ $\beta = 0.701669$	2.425	1	456.39

Distribusi yang terpilih untuk setiap subsystem *Marking* dan *Punching* berdistribusi Weibull dengan nilai masing-masing MTTF 1351.99 jam dan 456.39 jam dan untuk subsystem *Cart* memiliki distribusi normal dengan nilai MTTF 1711.02 jam.

3.3 Penentuan Distribusi *Time to Repair* Subsystem

Penentuan distribusi TTR dilakukan menggunakan data historis kerusakan dari PT Duta Hita Jaya. Data kerusakan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data kerusakan dari tahun 2015-2017. Perhitungan TTR menggunakan uji Anderson-Darling yang diperoleh menggunakan perangkat lunak Minitab 17. Hasil dari perangkat lunak Minitab 17 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi *Time to Repair*

no	Subsystem	Distribusi	Parameter	$(1/\beta + 1)$	Tabel Gamma	MTTR (jam)
1	Cart	Normal	$\eta = 72.5$	-	-	1.21
2	Marking	Weibull	$\eta = 156.727$ $\beta = 2.45172$	1.41	0.88676	2.32
3	Punching	Weibull	$\eta = 197.485$ $\beta = 0.835405$	2.197	1	3.29

Distribusi yang terpilih untuk setiap subsystem *Marking* dan *Punching* berdistribusi Weibull dengan nilai masing-masing MTTR 2.32 jam dan 3.29 jam dan untuk subsystem *Cart* memiliki distribusi normal dengan nilai MTTR 1.21 jam.

3.4 Failure Mode and Analysis

Metode *Failure Mode and Analysis* digunakan untuk melihat lebih rinci mengenai model kegagalan dan dampak kegagalan yang terjadi dari setiap subsystem

Tabel 3 *Failure Mode and Effect Analysis Cart*

LEMBAR INFORMASI RCM		EQUIPMENT UNIT or ITEM	<i>Cart</i>	
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)	FAILURE EFFECT (What Happen When It Fail)
1	Digunakan untuk mendorong besi siku agar dapat masuk kedalam unit	Tidak dapat memindahkan besi siku	1 Baut penjepit siku patah	Penjepit siku tidak bisa menjepit besi siku
			2 Selang <i>pneumatic</i> bocor	Penjepit siku tidak dapat naik dan turun
			3 Rantai transfer siku aus (life time habis)	Rantai transfer besi siku putus, sehingga tidak bisa memindahkan besi
			4 Seleniod valve tidak berfungsi	Tidak bisa menjepit dan melepas besi siku

Tabel 4 *Failure Mode and Effect Analysis Marking*

LEMBAR INFORMASI RCM		EQUIPMENT			
		UNIT or ITEM	Marking		
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)		FAILURE EFFECT (What Happen When It Fail)
1	Digunakan untuk memberi penandaan kode serta nama perusahaan pada besi siku	Tidak dapat mencetak kode serta nama perusahaan pada besi siku	1	Baut dudukan pressure patah	Rumah <i>marking</i> bisa macet
			2	Baut penjepit angka patah	Angka pada rumah <i>marking</i> lepas
			3	<i>Oring koper</i> dan selang hidrolik bocor	Oli merembes menyebabkan oli habis dan rumah <i>marking</i> macet serta tidak ada tenaga penggerak

Tabel 5 *Failure Mode and Effect Analysis Punching*

LEMBAR INFORMASI RCM		EQUIPMENT	Punching		
		UNIT or ITEM			
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)		FAILURE EFFECT (What Happen When It Fail)
1	Digunakan untuk membuat lobang pada besi siku	Tidak dapat melobangi besi siku	1	Switch kendur	Naik turun punch macet
			2	limit switch rusak	Jarak antara lobang tidak sesuai dengan keinginan
			3	Baut rumah punch patah	Rumah punch tidak bisa naik dan turun (macet)

3.5 Penentuan Interval Waktu Perawatan dan Biaya Perawatan

1. *Scheduled on-condition Task*

Perhitungan interval waktu perawatan *Scheduled On-Condition Task* akan menggunakan pertimbangan P-F interval (*Potential Failure to Function Failure Interval*). Berdasarkan perhitungan kualitatif yaitu menggunakan *RCM Worksheet*, subsistem yang termasuk dalam kebijakan *Scheduled On-Condition* adalah *Cart, Marking dan Punching*.

$$\text{Interval Perawatan} = \frac{1}{2} \times P-F \text{ Interval} \quad (1)$$

Tabel 6 RCM *Decision Worksheet Cart*

RCM DECISION WORKSHEET								UNIT or ITEM						Cart		
								ITEM or COMPONENT								
Informance Reference			Consequence Evaluation					H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval (jam)	Can be done by
								S1	S2	S3						
								O1	O2	O3						
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6				
1	1.1	1	Y	N	N	Y	Y							Schedule on condition task	855.51	Maintenance staff
		2	Y	Y			Y							Schedule on condition task	855.51	Maintenance staff
		3	Y	N	N	Y	Y							Schedule on condition task	855.51	Maintenance staff
		4	Y	N	N	Y	Y							Schedule on condition task	855.51	Maintenance staff

Tabel 7 RCM *Decision Worksheet Marking*

RCM DECISION WORKSHEET							UNIT or ITEM						Marking		
							ITEM or COMPONENT								
Informance Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval (jam)	Can be done by
							S1	S2	S3						
							O1	O2	O3						
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6			
1	1.1	1	N				Y						Schedule on condition task	675.99	Maintenance staff
		2	N				Y						Schedule on condition task	675.99	Maintenance staff
		3	Y	N	Y		Y						Schedule on condition task	675.99	Maintenance staff

Tabel 8 RCM Decision Worksheet Punching

RCM DECISION WORKSHEET							UNIT or ITEM								
							ITEM or COMPONENT						Punching		
Informance Reference			Consequence Evaluation				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval (jam)	Can be done by
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6			
1	1.1	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule on condition task	228.2	Maintenance staff
		2	Y	N	N	Y	Y						Schedule on condition task	228.2	Maintenance staff
		3	N				Y						Schedule on condition task	228.2	Maintenance staff

Tabel 9 Total Biaya Perawatan

Subsistem	Interval Waktu Perawatan	f_M	Biaya Perawatan (C_M)		Total Biaya Perawatan (T_C)	
Cart	855.51	16	Rp	889,833.33	Rp	14,237,333.33
Marking	675.99	20	Rp	934,152.82	Rp	18,683,056.46
Punching	228.2	57	Rp	973,156.67	Rp	55,469,930.00

3.6 Penentuan Klasifikasi Komponen

Dalam perhitungan jumlah kebutuhan komponen dilakukan dengan metode *Poisson Process* maka komponen diklasifikasikan dahulu seperti tabel di bawah

Tabel 10 Klasifikasi Komponen

Subsistem	Komponen	Kriteria
Cart	Selang hidrolik	Repairable
	Solenoid valve	Non-repairable
	Tubing	Non-repairable
Marking	Selang Pneumatic	Repairable
	Baut L8	Non-repairable
Punching	Selang Pneumatic	Repairable
	Limit switch	Non-repairable
	Oring koper	Non-repairable

3.7 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Komponen

1. Perhitungan Komponen Repairable

Tabel 11 Perhitungan Komponen Selang Hidrolik

n	n-1	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	$\sum P$	%
1	0	1.000	0.3066	1	0.307	30.7%
2	1	1.182	0.3066	1	0.669	66.9%
3	2	1.398	0.3066	2	0.883	88.3%
4	3	1.653	0.3066	6	0.968	96.8%
5	4	1.954	0.3066	24	0.993	99.3%
6	5	2.311	0.3066	120	0.999	99.9%

Tabel 12 Perhitungan Komponen Selang Pneumatik pada *Marking*

n	n-1	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	$\sum P$	%
1	0	1.000	0.3354	1	0.335	33.5%
2	1	1.092	0.3354	1	0.702	70.2%
3	2	1.193	0.3354	2	0.902	90.2%
4	3	1.303	0.3354	6	0.975	97.5%
5	4	1.424	0.3354	24	0.995	99.5%

Tabel 13 Perhitungan Komponen Selang Pneumatik pada *Punching*

n	n-1	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	$\sum P$	%
1	0	1.000	0.0160	1	0.016	1.6%
2	1	4.133	0.0160	1	0.082	8.2%
8	7	20609.887	0.0160	5040	0.941	94.1%
9	8	85186.766	0.0160	40320	0.974	97.4%
10	9	352102.128	0.0160	362880	0.990	99.0%

2. Perhitungan Komponen *Non-Repairable*Tabel 14 Perhitungan Komponen *Solenoid valve*

n	λt	$\exp(-\lambda t)$	λt^x	fact(n)	P	%
0	5.891234	0.002763564	1	1	0.002764	0.276356
1	5.891234	0.002763564	5.89123	1	0.019044	1.904436
9	5.891234	0.002763564	8547844.826	362880	0.923360	92.33597
10	5.891234	0.002763564	50357356.26	3628800	0.961710	96.17101
11	5.891234	0.002763564	296666982.2	39916800	0.982249	98.22493

Tabel 15 Perhitungan Komponen Baut L8

n	λt	$\exp(-\lambda t)$	λt^x	fact(n)	P	%
0	14.91132	3.343E-07	1.000E+00	1	0.0	3.34E-05
1	14.91132	3.343E-07	1.491E+01	1	0.000005	0.000532
21	14.91132	3.343E-07	4.404E+24	5.10909E+19	0.949495	94.94953
22	14.91132	3.343E-07	6.567E+25	1.124E+21	0.969024	96.90244
23	14.91132	3.343E-07	9.792E+26	2.5852E+22	0.981686	98.16855

Tabel 16 Perhitungan Komponen *Tubing*

n	λt	$\exp(-\lambda t)$	λt^x	fact(n)	P	%
0	8.836851	0.000145	1	1	0.000145	0.014528
1	8.836851	0.000145	8.83685	1	0.001429	0.142909
13	8.836851	0.000145	2E+12	6.23E+09	0.934071	93.40715
14	8.836851	0.000145	1.77E+13	8.72E+10	0.963581	96.3581
15	8.836851	0.000145	1.56E+14	1.31E+12	0.980966	98.09657

Tabel 17 Perhitungan Komponen *Oring koper*

n	λt	$\exp(-\lambda t)$	λt^x	fact(n)	P	%
0	44.17275	6.547E-20	1.000E+00	1	0.0	6.55E-18
1	44.17275	6.547E-20	4.417E+01	1	0.000000	2.96E-16
54	44.17275	6.547E-20	6.892E+88	2.30844E+71	0.936092	93.6092
55	44.17275	6.547E-20	3.044E+90	1.26964E+73	0.951790	95.17895
56	44.17275	6.547E-20	1.345E+92	7.10999E+74	0.964172	96.41717

Tabel 18 Perhitungan Komponen *Limit switch*

n	λt	$\exp(-\lambda t)$	λt^x	fact(n)	P	%
0	22.08637	2.559E-10	1.000E+00	1	0.0	2.56E-08
1	22.08637	2.559E-10	2.209E+01	1	0.000000	5.91E-07
29	22.08637	2.559E-10	9.541E+38	8.84176E+30	0.937430	93.74299
30	22.08637	2.559E-10	2.107E+40	2.65253E+32	0.957757	95.77573
31	22.08637	2.559E-10	4.654E+41	8.22284E+33	0.972240	97.22399

4. Kesimpulan

1. Dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menentukan kegiatan perawatan terhadap mesin FIN CNC BL1412 pada setiap subsistemnya, maka didapatkan hasil *preventive maintenance* untuk setiap subsistem yaitu kegiatan *Scheduled on Condition*. Rata-rata *interval* waktu perawatan *Schedule on Condition* yang didapatkan adalah 25.56 hari.
2. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan untuk melakukan perhitungan *maintenance cost* yang akan dikeluarkan sesuai dengan jenis perawatan usulan. Berdasarkan jenis perawatan usulan yang didapatkan maka jumlah *maintenance cost* yang harus dikeluarkan perusahaan yaitu sebesar Rp 88.390.300,00 selama tiga tahun.
3. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan suku cadang menggunakan *poisson process* didapatkan jumlah kebutuhan komponen pada mesin FIN CNC BL1412 selama satu tahun yaitu komponen selang hidrolik sebanyak 4 buah, *solenoid valve* sebanyak 10 buah, *tubing* sebanyak 14 buah, selang *pneumatic* pada *marking* sebanyak 4 buah, baut L8 sebanyak 22 buah, selang *pneumatic* pada *punching* sebanyak 9 buah, *limit switch* sebanyak 30 buah, dan *oring koper* sebanyak 55 buah.

Daftar Pustaka

- [1] <http://www.kemenperin.go.id/artikel/11274/Menperin-Tinjau-Perkembangan-Industri-Manufaktur-di-Cikarang>.
- [2] Dhillon, B S. (2002). *Engineering Maintenance a Modern Approach*. CRC Press. N.p. Print.
- [3] Alhiman, J., (2017). Cost of Unreliability Method to Estimate Loss of Revenue Based On Unreliability Data: Case Study of Printing Company. IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering 277 (2017) 012072
- [4] C. E. Ebeling, "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.pdf." 2000.
- [5] Moubray, John. (2000). *Reliability Centered Maintenance*. London : ButterworthHeinemann
- [6] Charles, Ebeling. (2000). An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering-McGraw-Hill.pdf." : n. pag. Print.
- [7] Alhilman, J., Saedudin, R. R., Atmaji, F. T. D., & Suryabrata, A. G. (2015). LCC application for estimating total *maintenance* crew and optimal age of BTS component. In Information and Communication Technology (ICoICT), 2015 3rd International Conferene on (pp. 543-547). IEEE.
- [8] Meilani, Difana, Insannul Kamil, and Arie Satria. (2008) Analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Reliability Centered Spares* (RCS) pada Unit Rawmill Pabrik Indarung IV PT. SEMEN PADANG. Optimasi Sistem Industri, Vol 8 No 1. [9] Moubray, *reliability-centered-maintenance-ii.pdf*. 1991.
- [9] Fukuda, J. (2008). Spare parts Stock Level Calculation. 1." 1–8. Print..
- [10] Louit, Darko. (2011). Optimization Models for Critical Spare Parts Inventories - a Reliability Approach." *J Oper Res Soc* 62.6 (2011): 992–1004. Web

