

ANALISI KEHANDALAN *PNEUMATIC SYSTEM* PADA PESAWAT PENUMPANG DI PT ABC

Kusnanto¹, Welly Sugianto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

² Dosen Program studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

e-mail: pb160410087@upbatam.ac.id

ABSTRACT

Unscheduled removal is the replacement of components outside of the scheduled component replacement package due to a failure finding found outside the scheduled component replacement package. Ineffective maintenance planning can result in cost losses for airlines because unscheduled component replacement planning has not been carried out in accordance with the process suggested by the literature so it is not effective. This ineffectiveness can cause delays in the treatment process. Therefore, this study aims to provide preventive maintenance recommendations for the autobrake system components. The repair of unscheduled component replacement planning is carried out using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. First, knowing the function, failure mode, and failure effect of the system using FMECA. Second, determine the level of risk of failure of these components using the Risk Priority Number (RPN) based on the results of the pareto reliability report and the results of FMECA. Third, determine the treatment time interval using the weibull distribution. Fourth, provide types of recommendations on components to prevent unscheduled removal. The results of this evaluation and analysis are used as input in the recommendations for the preparation of a new planning process. In the new planning process it is recommended to add inspections to the High Pressure Valve component at 8,684 FH, the Pressure Regulating Valve at 8,018 FH and the Thermostat at 10,007 FH.

Keywords: RCM II; FMEA; MTTF; MTTR; Maintenance Interval.

PENDAHULUAN

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan Republik Indonesia nomor : PM 107 tahun 2015 tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil bagian 121 *civil aviation safety regulation* (CASR) nomor 121.373 "Each certificate holder shall establish and maintain a system for continuing analysis and surveillance of the performance and effectiveness of its maintenance program and for the correction of any deficiency in those programs, regarding of whether

those programs are carried out by the certificate holder or another person"

Perawatan pesawat merupakan tanggung jawab setiap perusahaan angkutan udara yang melakukan penerbangan dalam negeri, internasional dan angkutan udara niaga tidak berjadwal hal yang mutlak dilakukan pada seluruh sistem pesawat terbang berdasarkan interval waktu tertentu yang telah ditentukan oleh dokumen *maintenance programs*, perusahaan angkutan udara wajib melakukan perawatan pada pesawatnya karena

setiap komponen dari pesawat mempunyai realibility dan batas usia tertentu atau *life limit part*, sehingga komponen tersebut harus terus diperiksa bahkan apabila terjadi kerusakan maka harus diganti. Tujuan dari perawatan adalah untuk mempertahankan, menjaga, memperbaiki, memperpanjang usia dari sistem atau komponen seperti kondisi semula sehingga pesawat terbang selalu dalam kondisi sesuai dengan jenisnya desain dan dalam kondisi untuk operasi yang aman.

Mesin dan komponen penyusun pada sistem pesawat membutuhkan perawatan secara berkala dan tersistematis agar dapat beroperasi dengan optimal sehingga jadwal penerbangan dapat berjalan dengan tepat waktu. Setiap perusahaan penerbangan atau air operator perlu menerapkan strategi perawatan pesawat yang sesuai guna menjaga dan memelihara kondisi pesawat dan setiap komponen penyusunnya (Fajrah & Noviard, 2018).

Pada pengoperasiannya, tentu akan ditemukan berbagai permasalahan, salah satunya pada sistem penematik yang sering bermasalah pada beberapa komponen-komponen seperti *High Pressure Valve, Pressure Regulation Valve dan Thermostat* yang mempunyai fungsi utama untuk menyalurkan udara bertekanan dari engine ke beberapa sistem lainnya.

Seiring penggunaan suatu komponen maka lambat laun akan mengurangi efisiensi kinerja komponen dan kondisi komponen. Dari uraian latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah dari penelitian ini adalah cukup seringnya ditemukan kegagalan fungsi komponen dari *pneumatic system* dan menyita waktu perbaikan diluar *lead time* dari yang sudah ditentukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian perawatan atau pemeliharaan (*Maintenance*) adalah sebuah kegiatan untuk mengembalikan fungsi dari mesin atau system ke fungsi normal (Dhamayanti et al., 2016). Tujuan utama dari kegiatan perawatan bukan

hanya untuk mengoptimalkan ketersediaan (*availability*) pada biaya yang minimum (Alhilman, 2016). Pengertian lain mengenai perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Sari & Ridho, 2016).

Untuk menjaga agar peralatan produksi selalu berada pada kondisi yang baik maka diperlukan kegiatan perawatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan keandalan (*realibility*) dari komponen komponen peralatan maupun sistem tersebut. Dengan adanya perawatan diharapkan peralatan mampu memberikan kinerja seoptimal mungkin dalam mendukung kelancaran proses produksi (Susanto & Azwir, 2018).

Perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*) merupakan aktivitas perawatan yang dilakukan sebelum sebuah komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi atau kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan perkiraan interval waktu tertentu atau kriteria yang telah ditentukan dengan tujuan mengurangi peluang terjadinya kegagalan atau degradasi fungsi dari sebuah peralatan (Alhilman, 2017a).

Menurut (Sudrajat, 2016) aktivitas dari pemeliharaan dapat digolongkan kedalam lima tugas pokok, yaitu (1) Inspeksi, (2) Kegiatan Teknik (*Enginnering*), (3) Kegiatan Produksi (*Production*), (4) Pekerjaan Administrasi (*Clerical Work*), (5) Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*).

Keandalan (*reliability*) mesin didefinisikan sebagai peluang suatu mesin untuk dapat berlaku sesuai dengan fungsi tertentu dalam desain lingkungan atau kondisi operasi yang spesifik selama periode waktu tertentu (Taufik & Hidayanti, 2016)

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah metode kualitatif yang dapat diterapkan pada *preventive maintenance* dan merupakan cara yang efektif untuk mempertahankan fungsi utama komponen atau sistem yang dipilih (Priyanta et al., 2020). Menurut

(Mauidzoh, 2016) Metode RCM bertujuan untuk mengoptimalkan preventive maintenance dengan prinsip:

1. Mempertahankan fungsi sistem
2. Mengidentifikasi mode kegagalan
3. Memprioritaskan kebutuhan fungsi melalui mode kegagalan

Menurut (Vera-García et al., 2019) prosedur menetapkan tujuh langkah untuk menentukan fungsi *asset functions*, *functional failures*, *causes of failure*, *the effect of the failure*, *the consequences of the failure* dan *the maintenance task to prevent them from happening*

Menurut (Hasan et al., 2020) RCM mengklasifikasikan konsekuensi kegagalan menjadi empat kelompok yaitu

1. Konsekuensi kegagalan tersembunyi (*hidden failure consequences*) yaitu kegagalan yang termasuk dalam konsekuensi ini mempunyai dampak kegagalan yang berlipat dan lebih serius seperti pada komponen yang tidak aman karena tersembunyi atau tidak diketahui oleh operator.
2. Konsekuensi keselamatan (*safety consequences*) yaitu suatu kerusakan memiliki konsekuensi-konsekuensi keselamatan yang dapat menyebabkan kecelakaan atau kematian pada operator
3. Konsekuensi operasional (*operational consequences*) yaitu kegagalan yang terjadi mengakibatkan konsekuensi operasi yaitu produk, keluaran, biaya operasi dan biaya perbaikanserta dapat mematikan sistem atau berhentinya proses produksi.
4. Konsekuensi non-operasional (*non-operational consequences*) yaitu kegagalan yang terjadi tidak berdampak pada keamanan ataupun produksi, namun berdampak pada biaya langsung dan dampaknya tergolong kecil.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah jenis desain dan

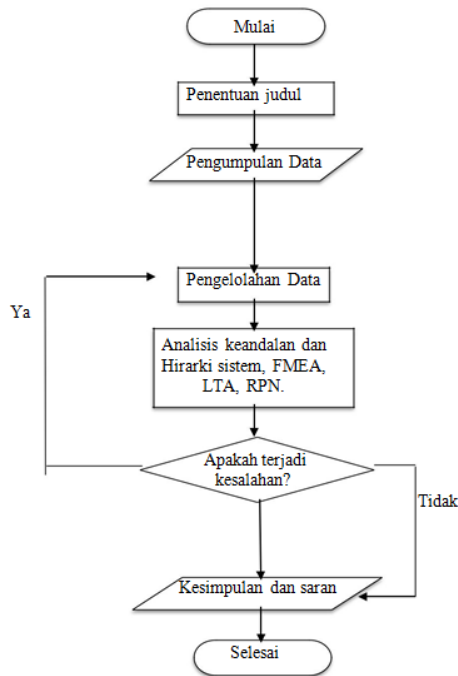
teknologi untuk menganalisis keandalan pencegahan, yang merupakan formula yang sistematis terstruktur untuk mengidentifikasi modus kerusakan yang potensial dalam desain atau manufaktur, kemudian mempelajari pengaruh kerusakan pada sistem, kemudian mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mengoreksi dan sebagai metode pencegahan sementara yang mengarah pada masalah dalam sistem keandalan (Irfan & Ikhsan Hamdy, 2019). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dimulai dengan mendefinisikan mode kegagalan, selanjutnya mengidentifikasi dampak dari setiap mode kegagalan yang terjadi, rekomendasi tindakan dari kegagalan yang terjadi serta nilai RPN (Mufarikhah, 2016).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pertama kali diperkenalkan penggunaannya pada akhir tahun 1940 oleh angkatan bersenjata Amerika Serikat. Metode FMEA banyak digunakan didalam berbagai industry termasuk plastic, catering dan software (Suwandono, 2016).

METODE PENELITIAN

Teknik sampling pada penelitian ini adalah purposive sampling. Purposive sampling merupakan teknik penentuan sampling dengan pertimbangan tertentu. Sampel dalam penelitian ini adalah komponen yang memiliki frekuensi downtime tertinggi berdasarkan data downtime dari departement engineering.

Variabel yang digunakan untuk menunjang penelitian preventive maintenance dalam pengolahan data, antara lain MTTF, FMEA dan RPN.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Untuk mengumpulkan data penelitian, penulis menggunakan metode-metode antara lain sebagai berikut:

a. Data Primer

1. Observasi (Pengamatan)

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengamatan langsung terhadap sistem penematik pada pesawat. Teknik pengumpulan data observasi ini digunakan untuk mengetahui kondisi sistem yang akan dilakukan pengamatan dan melihat bagaimana sistem tersebut bekerja dari awal sampai akhir.

2. Wawancara Langsung

Peneliti melakukan wawancara secara individual dengan pihak perusahaan, terutama pada bagian maintenance produksi. Wawancara langsung dilakukan untuk mendapatkan

informasi mengenai masalah-masalah yang timbul dalam kerusakan mesin beserta komponennya, dan informasi keadaan lingkungan perusahaan.

b. Data Sekunder

1. Dokumenter

Metode ini digunakan untuk memperoleh data pada penelitian ini adalah foto-foto dan scematik dari sistem pematik.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan rumus analisis terhadap hasil FMEA, perhitungan RPN dan MTTF.

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari perusahaan, selanjutnya penulis melakukan pengolahan data dan perhitungan untuk menunjang penelitian tersebut.

Pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Perhitungan Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)

2. RPN (Risk priority Number)

Merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi komponen kritis dari suatu sistem, karena tidak semua sistem memiliki tingkat kekritisitas yang sama. Perhitungan RPN ini didasarkan pada nilai severity, occurrence dan detection (Alhilman, 2017b).

3. MTTF (Mean Time To Failure)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan Risk Priority Number (RPN), Skala Prioritas menunjukkan angka tertinggi adalah Pressure Regulating Valve dengan nilai RPN 112. Angka hidden potensial atau masalah kecil namun waste dan akan menjadi penyebab yang sering muncul jika tidak ada perawatan adalah Termostat dengan nilai RPN 14.

Perhitungan Weibull untuk modus kegagalan High Pressure Valve ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Perhitungan Weibull untuk modus kegagalan High Pressure Valve

i	Ti	$X_i=(\ln t_i)$	$F(t_i)=i-0.3/n+0.4$	$Y_i=\ln(\ln(1/F(t_i)))$	$X_i.Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	2460	7.8079	0.029	-3.537	-27.615	60.964	12.509
2	3972	8.2870	0.070	-2.628	-21.779	68.675	6.907
3	4443	8.3991	0.111	-2.143	-18.001	70.545	4.594
4	4521	8.4165	0.152	-1.805	-15.193	70.837	3.259
5	5196	8.5556	0.193	-1.542	-13.192	73.199	2.378
6	5463	8.6058	0.234	-1.324	-11.394	74.059	1.753
7	5552	8.6219	0.275	-1.136	-9.797	74.337	1.291
8	5708	8.6496	0.316	-0.970	-8.388	74.816	0.940
9	6506	8.7805	0.357	-0.819	-7.190	77.097	0.671
10	6905	8.8400	0.398	-0.680	-6.009	78.146	0.462
11	7391	8.9080	0.439	-0.550	-4.896	79.353	0.302
12	7552	8.9296	0.480	-0.426	-3.806	79.737	0.182
13	7621	8.9387	0.520	-0.308	-2.752	79.900	0.095
14	9925	9.2028	0.561	-0.193	-1.778	84.692	0.037
15	11996	9.3923	0.602	-0.081	-0.758	88.216	0.007
Jumlah		130.3353		-18.141	-152.5	1134.571	1134.571

(Sumber : Data Penelitian, 2020)

Shape Parameter (β) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\beta = b = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{n \cdot \sum i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = b = 2,4$$

Pada persamaan ini didapatkan nilai konstanta α :

$$\alpha = \frac{\sum Y_i - b \cdot \sum X_i}{n}$$

$$\alpha = -22,06$$

Scale Parameter (θ) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\theta = e^{-\alpha/\beta}$$

$$\theta = 9815$$

Mean Time To Failure (MTTF) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan;

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

$$MTTF = 8.684 \text{ FH}$$

Perhitungan Weibull untuk modus kegagalan Pressure Regulating Valve ditunjukkan pada table 2.

Shape Parameter (β) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\beta = b = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{n \cdot \sum i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = b = 2,4$$

Pada persamaan ini didapatkan nilai konstanta α :

$$\alpha = \frac{\sum Y_i - b \cdot \sum X_i}{n}$$

$$\alpha = -21,868617778$$

Scale Parameter (θ) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\theta = e^{-\alpha/\beta}$$

$$\theta = 9063$$

Mean Time To Failure (MTTF) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan;

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

$$MTTF = 8.018 \text{ FH.}$$

Tabel 2. Perhitungan Weibull untuk modus kegagalan Pressure Regulating Valve

i	Ti	$X_i=(\ln t_i)$	$F(t_i)=i-0.3/n+0.4$	$Y_i=\ln(\ln(1/F(t_i)))$	$X_i.Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	1816	7.5044	0.026	-3.654	-27.423	56.316	13.354
2	2226	7.7080	0.062	-2.748	-21.182	59.413	7.552
3	3979	8.2888	0.099	-2.266	-18.781	68.704	5.134
4	4443	8.3991	0.135	-1.931	-16.215	70.545	3.727
5	5035	8.5242	0.172	-1.670	-14.238	72.661	2.790
6	5282	8.5721	0.208	-1.456	-12.479	73.480	2.119
7	5333	8.5817	0.245	-1.272	-10.912	73.645	1.617
8	5718	8.6514	0.281	-1.109	-9.593	74.846	1.230
9	5851	8.6744	0.318	-0.962	-8.347	75.245	0.926
10	6143	8.7231	0.354	-0.828	-7.222	76.092	0.685
11	6157	8.7253	0.391	-0.703	-6.133	76.132	0.494
12	6875	8.8356	0.427	-0.585	-5.172	78.069	0.343
13	7315	8.8977	0.464	-0.474	-4.215	79.169	0.224
14	7427	8.9129	0.500	-0.367	-3.267	79.439	0.134
15	7476	8.9195	0.536	-0.263	-2.344	79.557	0.069
16	7506	8.9235	0.573	-0.161	-1.440	79.628	0.026
17	7525	8.9260	0.609	-0.062	-0.549	79.673	0.004
18	7604	8.9364	0.646	0.038	0.337	79.860	0.001
19	7621	8.9387	0.682	0.137	1.228	79.900	0.019
20	8103	9.0000	0.719	0.238	2.146	81.000	0.057
21	9807	9.1909	0.755	0.342	3.148	84.472	0.117
22	9925	9.2028	0.792	0.451	4.152	84.692	0.204
23	11996	9.3923	0.828	0.567	5.326	88.216	0.321
24	12013	9.3937	0.865	0.694	6.522	88.242	0.482
25	12360	9.4222	0.901	0.840	7.918	88.778	0.706
26	13853	9.5363	0.938	1.022	9.750	90.940	1.045
27	16035	9.6825	0.974	1.299	12.582	93.751	1.689
Jumlah	238.4632			-14.879	-116.40515	2112.464	2112.464

(Sumber : Data Penelitian, 2020)

Perhitungan Weibull untuk modulus kegagalan Thermostat ditunjukkan pada table 3.

Tabel 3. Perhitungan Weibull untuk modulus kegagalan Thermostat

i	Ti	Xi=(Ln ti)	F(ti)=i-0.3/n+0.4	Yi=ln (ln(1/F(ti)))	Xi.Yi	Xi^2	Yi^2
1	2744	7.9172	0.020	-3.913	-30.983	62.682	15.31
2	5392	8.5927	0.048	-3.012	-25.877	73.834	9.070
3	5790	8.6639	0.076	-2.534	-21.955	75.063	6.421
4	5891	8.6812	0.105	-2.204	-19.131	75.363	4.856
5	6651	8.8025	0.133	-1.949	-17.154	77.484	3.798
6	6925	8.8429	0.161	-1.740	-15.384	78.197	3.027
7	7588	8.9343	0.189	-1.562	-13.951	79.822	2.438
8	7606	8.9367	0.218	-1.405	-12.559	79.864	1.975
9	7693	8.9481	0.246	-1.266	-11.325	80.068	1.602
10	7845	8.9676	0.274	-1.139	-10.212	80.418	1.297
11	7987	8.9856	0.302	-1.022	-9.182	80.740	1.044
12	8701	9.0712	0.331	-0.913	-8.284	82.287	0.834
13	8757	9.0776	0.359	-0.811	-7.363	82.403	0.658
14	8955	9.1000	0.387	-0.715	-6.503	82.809	0.511
15	9096	9.1156	0.415	-0.623	-5.675	83.094	0.388
16	9226	9.1298	0.444	-0.534	-4.878	83.353	0.285
17	9315	9.1394	0.472	-0.449	-4.105	83.528	0.202
18	9388	9.1472	0.500	-0.367	-3.353	83.671	0.134
19	9388	9.1472	0.528	-0.286	-2.616	83.671	0.082
20	9397	9.1481	0.556	-0.207	-1.893	83.689	0.043
21	9397	9.1481	0.585	-0.129	-1.181	83.689	0.017
22	10351	9.2448	0.613	-0.052	-0.481	85.467	0.003
23	11522	9.3520	0.641	0.025	0.232	87.460	0.001
24	11723	9.3693	0.669	0.102	0.953	87.784	0.010
25	11947	9.3882	0.698	0.179	1.684	88.139	0.032
26	11950	9.3885	0.726	0.258	2.424	88.144	0.067
27	12603	9.4417	0.754	0.339	3.200	89.146	0.115
28	13213	9.4890	0.782	0.422	4.007	90.040	0.178
29	13415	9.5041	0.811	0.510	4.843	90.328	0.260
30	13777	9.5308	0.839	0.602	5.740	90.835	0.363
31	14010	9.5475	0.867	0.703	6.709	91.155	0.494
32	14362	9.5723	0.895	0.815	7.798	91.630	0.664
33	14498	9.5818	0.924	0.945	9.057	91.810	0.894
34	16013	9.6812	0.952	1.111	10.752	93.725	1.233
35	16211	9.6934	0.980	1.367	13.251	93.963	1.869
jumlah		320.2814		-19.453	-163.39553	2935.356	2935.356

(sumber : Data Penelitian, 2020)

Shape Parameter (β) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\beta = b = \frac{n \cdot \sum XiYi - \sum Xi \cdot \sum Yi}{n \cdot \sum i^2 - (\sum Xi)^2}$$

$\beta = b = 3,3$

Pada persamaan ini didapatkan nilai konstanta α :

$$\alpha = \frac{\sum Yi - b \cdot \sum Xi}{n}$$

$\alpha = -30,753760571$

Scale Parameter (θ) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$\theta = e^{-\alpha/\beta}$$

$\theta = 11.151$

Mean Time To Failure (MTTF) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan;:

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

$MTTF = 10.007 \text{ FH}$

SIMPULAN

Dalam penulisan skripsi ini, adalah beberapa hal yang dapat diambil sebagai kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan. Adapun kesimpulan tersebut sebagai berikut :

1. Dari tingkat resiko yang terjadi, terdapat komponen yang memiliki nilai tingkat resiko tinggi yaitu Pressure Regulation Valve dan High Pressure Valve, sedangkan komponen thermostat memiliki nilai RPN yang paling rendah.
2. Rekomendasi perawatan preventive yang dianjurkan untuk merawat komponen-komponen pneumatic system tersebut adalah :

- a. Condition Directed (CD)

Penulis merekomendasikan tindakan ini untuk komponen PRV dan HP Valve yang mempunyai tingkat resiko tinggi. Dengan tindakan ini, kegagalan komponen dapat diantisipasi dengan memonitor dan mendeteksi awal kegagalan sehingga dapat dicegah.

- b. On-Condition Maintenance

Tindakan on-condition maintenance cocok dilakukan untuk komponen thermostat dan solenoid untuk mengetahui keadaan fisik komponen dan dapat melakukan penggantian komponen sebelum terjadi kegagalan fungsi. Tindakan ini diambil karena thermostat terdapat banyak kabel yang mungkin menyebabkan kegagalan komponen, sehingga pada rentang waktu tertentu dapat dilakukan pengecekan terhadap kondisi fisik dan dapat dilakukan

penggantian jika dirasa kondisinya sudah tidak dalam keadaan baik.

3. Interval perawatan berdasarkan perhitungan distribusi weibull pada High Pressure Valve dilakukan kegiatan Preventive Maintenance dengan interval perawatan 8.684 FH, pada Pressure Regulating Valve dilakukan kegiatan Preventive Maintenance dengan interval perawatan 8.018 FH dan pada Thermostat dilakukan kegiatan Preventive Maintenance dengan interval 10.007 FH.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhilman, J. (2016). *PENGEMBANGAN KEBIJAKAN PERAWATAN PADA MESIN MANUGRAPH DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC*. vol 3.
- Alhilman, J. (2017a). *OPTIMASI KEBIJAKAN PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE RCM (REALIBILITY CENTRED MAINTENANCE) DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN SUKU CADANG MENGGUNAKAN RCS (RELIABILITY CENTRED SPARES) PADA CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 SLAB STEEL PLANT DI PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tb*. vol 4.
- Alhilman, J. (2017b). *USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN OPTIMAL PADA HYDRAULIC LUBRICATION PNEUMATIC (HLP) SYSTEM DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT KRAKATAU STEEL*

- (*PERSERO*), *Tbk. vol 2*(2 augustus 2017), 7.
- Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN KOMORI LS440 DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i02.29>
- Fajrah, N., & Noviardi, N. (2018). Analisis Performansi Mesin Pre-Turning dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada PT APCB. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. <https://doi.org/10.25077/josi.v17.n2.p126-134.2018>
- Hasan, I., Denur, & Hakim, L. (2020). PENERAPAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN RIPPLE MILL. *Jurnal Surya Teknika*. <https://doi.org/10.37859/jst.v6i1.1866>
- Irfan, I., & Ikhsan Hamdy, M. (2019). Simulasi Perbaikan System Maintenance dengan Pendekatan Konsep Lean Maintenance. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i01.p03>
- Mauidzoh, U. (2016). ANALISIS PERAWATAN MODUL RPC 2000 PADA SECONDARY SURVEILLANCE RADAR (RADAR SSR) DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PERUM LPPNPI AIRNAV INDONESIA DISTRIK YOGYAKARTA. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*. <https://doi.org/10.28989/senatik.v2i0.73>
- Mufarikhah, N. (2016). Studi Implementasi RCM untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT.Dok dan Perkapalan Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17032>
- Priyanta, D., Siswanto, N., & Pratiwi, M. N. (2020). Implementation of Reliability Centered Maintenance Method for the Main Engine of Tugboat X to Select the Maintenance Task and Schedule. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. <https://doi.org/10.12962/j25481479.v5i2.7031>
- Sari, D. P., & Ridho, M. F. (2016). EVALUASI MANAJEMEN PERAWATAN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II PADA MESIN BLOWING I DI PLANT I PT. PISMA PUTRA TEXTILE. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*. <https://doi.org/10.14710/jati.11.2.73-80>
- Sudrajat, D. (2016). Pengaruh Preventive Maintenance Terhadap Hasil Produksi Pada Proses Produksi Mesin Area Line D Di Pt . Triangle Motorindo. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6–18.
- Susanto, A. D., & Azwir, H. H. (2018). Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i1.5380>
- Suwandono, H. (2016). ANALISA KERUSAKAN PADA FORKLIFT ELEKTRIK NICHYU FB20-75C DENGAN METODE FMEA. *Jurnal Teknik Mesin*. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i1.703>
- Taufik, T., & Hidayanti, W. (2016). Keandalan Sistem Lintasan Produksi Pembuatan Pipa. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. <https://doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p143-154.2016>

Vera-García, F., Rubio, J. A. P., Grau, J. H., & Hernández, D. A. (2019). Improvements of a failure database for marine diesel engines using the RCM and simulations. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en13010104>

	<p>Biodata penulis pertama, Kusnanto, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam</p>
	<p>Biodata Penulis kedua, Welly Sugianto, S.T., M.M. merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Penulis banyak berkecimpung di bidang dsign.</p>