

PERANCANGAN JADWAL PEMELIHARAAN PENGGANTIAN KOMPONEN SPINDLE PADA HELIKOPTER BELL 412 EP BERDASARKAN PERHITUNGAN KEANDALAN

IMAM MASRUCHIN¹, BASUKI ARIANTO¹, DAN ERVINI MELADIYANI¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

E-mail : masruchinimam@gmail.com

ABSTRAK

Frekuensi penggantian komponen spindle pada helikopter Bell 412 EP PT Travira Air cukuplah tinggi. Hasil perhitungan reliability menunjukkan bahwa Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR) 10.000 jam sesuai rekomendasi manufaktur sangatlah rendah yaitu sebesar 26,45%. Hal tersebut tidaklah efektif jika dilakukan penggantian disetiap 10.000 jam. Nilai kehandalan dengan target reliability di atas 60% yaitu pada Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR) 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 dan 3500. Analisis biaya pemeliharaan sebagai bahan pertimbangan penentuan penjadwalan penggantian komponen spindle. Berdasarkan hasil perhitungan nilai kehandalan dan analisis biaya pemeliharaan, schedule maintenance penggantian komponen spindle yang dapat diterapkan yaitu pada Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR) 1500 jam dengan pertimbangan biaya pemeliharaan terendah sebesar Rp. 125.937.663,00 dan survival / reliability function yang dapat diterapkan yaitu 81,91% dengan kemungkinan kerusakan (possibility to failure) sebesar 18,09%.

Kata kunci : Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR), Schedule Maintenance, Analisis Biaya Pemeliharaan.

ABSTRACT

The frequency of spindle component replacement in PT Travira Air's Bell 412 EP helicopter is quite high. The results of the reliability calculation show that Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR) of 10.000 hours according to manufacturing recommendations is very low at 26,45%. This is not effective if it is replaced every 10.000 hours. The value of reliability with reliability targets is above 60%, namely at Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR) 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 and 3500 hours. Maintenance cost analysis as a consideration for determining the replacement schedule for spindle components. Based on the calculation of the value of reliability and analysis of maintenance costs, a maintenance schedule for the replacement of spindle components that can be applied is in the Mean Time Between Unscheduled Removal (MTBUR) of 1500 hours with the lowest maintenance cost of Rp.125.937.663,00 and the survival / reliability function that can be applied is 81,91% with the possibility of failure is 18,09%.

Keywords : Mean Time Between Unschedule Removal (MTBUR), Schedule Maintenance, Maintenance Cost Analysis.

PENDAHULUAN

Frekuensi terhentinya kegiatan operasional (*Aircraft OnGround*) helikopter Bell 412 EP pada PT Travira Air karena kerusakan komponen *spindle* cukuplah tinggi. Komponen tersebut bersifat *hard time* dan harus dilakukan penggantian jika

umur komponen tersebut telah mencapai 10.000 jam.

Aircraft On Ground (AOG) atau terhentinya kegiatan operasional pesawat yang disebabkan oleh kerusakan komponen *spindle* dapat diminimalisir dengan melakukan perhitungan *reliability* pada komponen *spindle* yang

terpasang pada helikopter Bell 412 EP sehingga dapat diketahui *schedule maintenance* penggantian komponen *spindle* dari hasil perhitungan nilai kehandalan dengan mempertimbangkan analisis biaya pemeliharaan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat *reliability* komponen *spindle* yang terpasang pada helikopter Bell 412 EP serta penjadwalan penggantian komponen *spindle* berdasarkan nilai kehandalan dan analisis biaya pemeliharaan.

Hasil dari penelitian yang penulis lakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada PT Travira Air, yaitu sebagai bahan masukan dan pertimbangan PT Travira Air bahwa dengan mengetahui *reliability* komponen *spindle* yang terpasang pada helikopter Bell 412 EP diharapkan dapat meminimalisir terjadinya *Aircraft On Ground* (AOG) karena kerusakan pada komponen *spindle*. Manfaat berikutnya adalah pemeliharaan berjadwal (*schedule maintenance*) untuk penggantian komponen *spindle* sehingga kegiatan operasional helikopter dapat tetap berlangsung serta tercapainya efektifitas dan efisiensi kegiatan pemeliharaan setelah dijadwalkannya penggantian komponen *spindle*.

Kepuasan pelanggan (pencharter) akan meningkat karena kesiapan helikopter selalu terjaga tanpa adanya kerusakan yang menimbulkan *Aircraft On Ground* (AOG).

METODE

Masalah yang dibahas pada skripsi ini mengenai komponen *spindle* yang terpasang pada helikopter Bell 412 EP di PT Travira Air. Frekuensi penggantian komponen tersebut relatif tinggi yang diakibatkan oleh kerusakan komponen *spindle* sehingga mengakibatkan *Aircraft On Ground* (AOG). Oleh karena itu perlu diketahui tingkat *reliability* komponen *spindle* untuk meminimalisir terjadinya *Aircraft On Ground* (AOG) yang disebabkan oleh kerusakan *spindle*

dengan melakukan penjadwalan (*schedule maintenance*) penggantian komponen *spindle*.

Studi literatur diperoleh dengan mengumpulkan berbagai referensi sumber kepustakaan mengenai *reliability* komponen dan analisis biaya pemeliharaan yang berguna untuk memecahkan permasalahan yang ada. Sedangkan studi lapangan dilakukan dengan terjun secara langsung di perusahaan terkait mengenai permasalahan penggantian komponen *spindle* helikopter Bell 412 EP dan juga untuk memperoleh data - data yang dibutuhkan untuk penelitian.

Data primer kerusakan komponen *spindle* helikopter Bell 412 EP diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung di PT Travira Air melalui *Integrated Aviation Software* (IAS), *Aircraft Maintenance Log* (AML) dan *Flight Maintenance Log* (FML) yang berupa *Part Number* (P/N), *Serial Number* (S/N), *Mean Time Between Unschedule Removal* (MTBUR), *Time Since New* (TSN) dan tanggal penggantian komponen *spindle*. Sedangkan data sekunder untuk penelitian ini diperoleh dari beberapa *maintenance manual* dan dokumen internal perusahaan.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kemudian dilakukan perhitungan *reliability*. Tahapan pengolahan data melalui perhitungan *Failure Rate*, perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF), perhitungan *Mean Time Between Maintenance* (MTBM), perhitungan nilai kehandalan serta analisis biaya pemeliharaan.

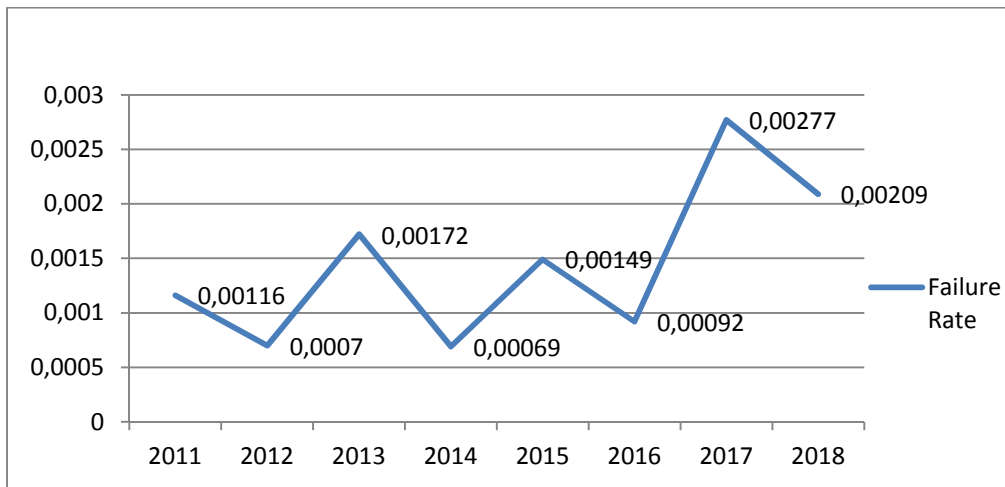
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Failure Rate*

Perhitungan *failure rate* didapat melalui cara membandingkan jumlah kerusakan dengan total waktu operasi, oleh karena itu besarnya *failure rate* atau laju kerusakan adalah :

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kerusakan}}{\text{Total waktu operasi}}$$

Perhitungan *failure rate* tersebut akan menghasilkan laju kerusakan komponen per jam.



Gambar 1 Grafik Failure Rate Komponen Spindle Helikopter Bell 412 EP
Sumber : Pengolahan Data

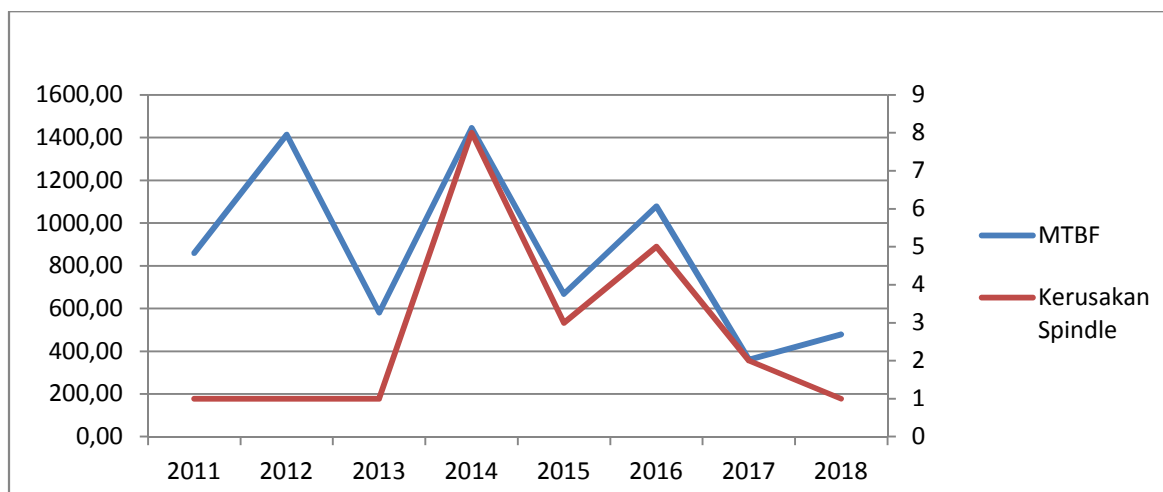
Gambar 1 menunjukkan grafik *failure rate* pada tahun 2011 hingga tahun 2018. *Failure rate* tertinggi terjadi pada tahun 2017 sebesar 0,0027. Selanjutnya pada tahun 2018 terjadi penurunan *failure rate* sebesar 0,00209.

kerusakan pada suatu komponen yang apabila dijabarkan MTBF memiliki arti waktu peralatan atau komponen yang dimulai dari komponen tersebut beroperasi hingga terjadi kerusakan.. Nilai MTBF berbanding terbalik dengan *failure rate* (λ) yang mempunyai persamaan sebagai berikut :

Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan waktu rata-rata terjadinya

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$



Gambar 2 Grafik MTBF Komponen Spindle Helikopter Bell 412 EP
Sumber : Pengolahan Data

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai MTBF yang tertinggi terjadi pada tahun 2014, sehingga dapat disimpulkan komponen *spindle* yang terpasang pada tahun 2014 lebih *reliable* dibandingkan dengan komponen *spindle* yang terpasang pada tahun lainnya.

Perhitungan Mean Time Between Maintenance (MTBM)

Pengukuran *reliability* dengan mempertimbangkan kebijakan pemeliharaan yang merupakan total jumlah operasi komponen selama periode

tertentu dibagi dengan jumlah kejadian kegiatan pemeliharaan baik pemeliharaan berjadwal (MTBM_s) ataupun tidak berjadwal (MTBM_u) yang dilakukan pada komponen tersebut dengan persamaan sebagai berikut :

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_u} + \frac{1}{MTBM_s}}$$

Hasil perhitungan Mean Time Between Maintenance (MTBM) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perhitungan MTBM Komponen Spindle Helikopter Bell 412 EP

No.	Tahun	MTBM
1	2011	790,826
2	2012	1238,390
3	2013	548,486
4	2014	1262,466
5	2015	1238,390
6	2016	947,059
7	2017	348,286
8	2018	456,287

Sumber : Pengolahan Data

Hasil dari perhitungan MTBM di atas menghasilkan prediksi waktu dilakukannya kegiatan pemeliharaan.

selanjutnya dapat dihitung nilai kehandalan suatu komponen.

Perhitungan Nilai Kehandalan

Perhitungan nilai kehandalan dilakukan untuk mengetahui tingkat kehandalan suatu komponen. Perhitungan ini didapat dari hasil perhitungan sebelumnya yaitu *failurerate*, *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time Between Maintenance* (MTBM) yang

Analisis

Hasil perhitungan nilai kehandalan komponen *spindle* didapatkan nilai probabilitas yang berbeda pada setiap perhitungan *Mean Time Between Unschedule Removal* (MTBUR). Target dari perhitungan nilai kehandalan adalah untuk mendapatkan nilai kehandalan komponen *spindle* di atas 60%.

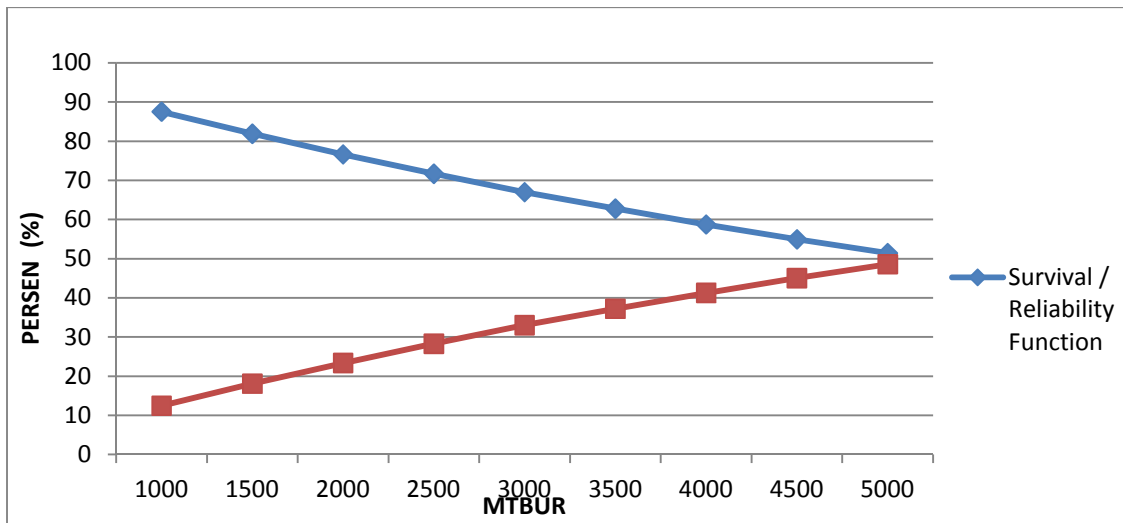
Tabel 2 Perhitungan Nilai Kehandalan Komponen Spindle Helikopter Bell 412 EP

MTBUR (jam)	Survival / Reliability Function	Possibility To Failure
1000	87,54	12,46
1500	81,91	18,09
2000	76,64	23,36
2500	71,71	28,29
3000	66,99	33,01
3500	62,78	37,22
4000	58,74	41,26
4500	54,96	45,04
5000	51,43	48,6

Sumber : Pengolahan Data

Hasil perhitungan nilai kehandalan pada tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi MTBUR maka nilai

kehandalan komponen semakin berkurang. Sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan semakin besar.



Gambar 3 Grafik Nilai Kehandalan Komponen Spindle Helikopter Bell 412 EP

Sumber : Pengolahan Data

Hasil perhitungan di atas, nilai kehandalan komponen *spindle* dapat mencapai nilai di atas 60% pada perhitungan MTBUR 1000 jam hingga 3500 jam. Nilai kehandalan di atas disesuaikan dengan *schedule maintenance* helikopter Bell 412 EP yang terdapat pada *Continuous Airworthiness Maintenance Program (CAMP)* agar dilakukan penjadwalan penggantian komponen *spindle* bersamaan dengan *schedule maintenance* Bell 412 EP. Oleh karena itu hasil dari perhitungan *reliability* dipertimbangkan dengan menyesuaikan jadwal pemeliharaan yang telah ada.

Analisis Biaya Pemeliharaan

Hasil perhitungan *reliability* sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan penjadwalan penggantian komponen *spindle*. *Schedule maintenance* untuk penggantian komponen *spindle* diperoleh dengan cara menganalisis nilai kehandalan dan biaya penggantian komponen *spindle*. Analisis nilai kehandalan berdasarkan *Mean Time Between Unscheduled Removal (MTBUR)* yang selanjutnya dilakukan analisis perhitungan biaya penggantian komponen

spindle berdasarkan *Mean Time Between Unscheduled Removal (MTBUR)* yang telah ditetapkan sebelumnya dengan nilai kehandalan di atas 60% sehingga dapat diketahui biaya pemeliharaan berdasarkan interval waktu pemeliharaan.

Biaya pemeliharaan berdasarkan interval waktu pemeliharaan untuk penggantian komponen *spindle* dapat dihitung dengan mempertimbangkan biaya penggantian komponen *spindle* beserta komponen lain yang diperlukan (C_p) dan biaya penggantian kerusakan komponen *spindle* (C_f).

$$C(tp) = \frac{C_p}{T_p} + C_f \cdot H(tp)$$

Dimana :

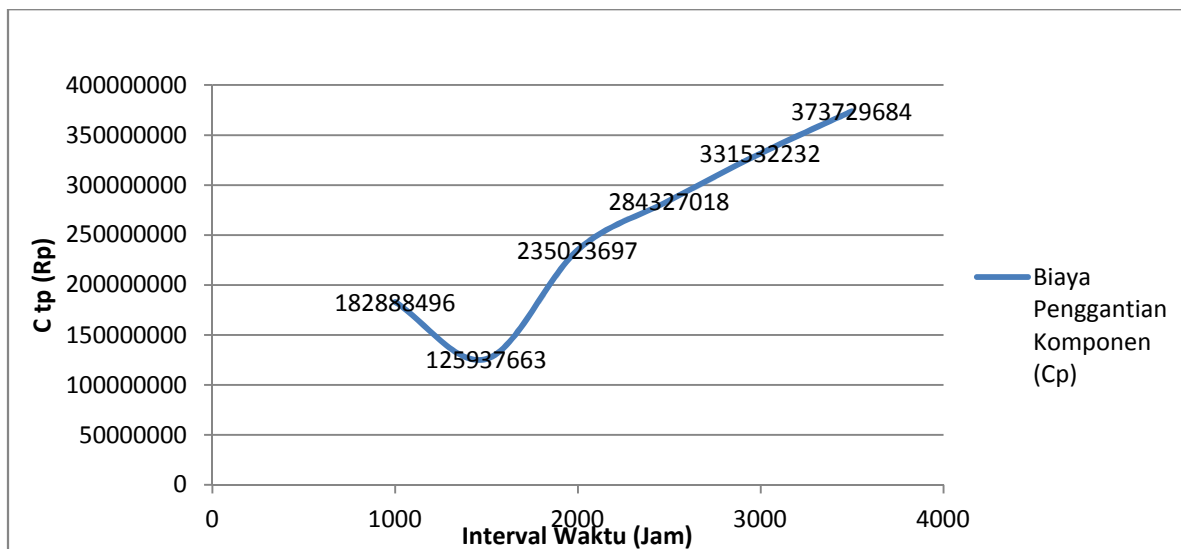
$C(tp)$: Biaya pemeliharaan dalam interval waktu

C_p : Biaya penggantian satu item / satu komponen

C_f : Biaya penggantian kerusakan

$H(tp)$: Banyaknya kerusakan dalam interval waktu (0, t_p) merupakan nilai harapan

T_p : Interval waktu



Gambar 4 Biaya Penggantian Komponen (Cp) pada Komponen *Spindle* Helikopter Bell 412 EP

Sumber : Pengolahan Data

Biaya pemeliharaan tertinggi pada interval waktu penggantian 3500 jam, sedangkan biaya pemeliharaan terendah pada interval waktu penggantian 1500 jam. PT Travira Air dapat mempertimbangkan *schedule maintenance* berdasarkan hasil analisis perhitungan biaya di atas. Akan tetapi selain perhitungan biaya nilai kehandalan *spindle* juga harus dipertimbangkan. Perusahaan harus menentukan waktu penggantian yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan nilai kehandalan dan biaya pemeliharaan dalam interval waktu tertentu.

Schedule Maintenance Penggantian Komponen *Spindle*

Penggantian komponen *spindle* yang efektif dan efisien berdasarkan hasil pertimbangan nilai kehandalan dan analisis biaya pemeliharaan diperoleh biaya terendah pada *Mean Time Between Unschedule Removal* (MTBUR) 1500 jam dengan pertimbangan biaya pemeliharaan terendah sebesar Rp. 125.937.663,00 dan *survival / reliability function* yang dapat diterapkan yaitu 81,91% dengan kemungkinan kerusakan (*possibility to failure*) sebesar 18,09%.

Daily Inspection dan 300 Hour Inspection / 12 Month Inspection

merupakan kegiatan *preventive maintenance* sebelum dilakukannya penggantian komponen *spindle* yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan komponen *spindle*. Penggantian komponen *spindle* dilakukan jika umur komponen telah mencapai 1500 jam. Komponen *spindle* yang telah mencapai umur 1500 jam harus dilakukan penggantian meskipun komponen tersebut dalam kondisi baik tanpa terdapat tanda – tanda kerusakan. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari terhentinya kegiatan operasional (*Aircraft On Ground*) yang disebabkan oleh kerusakan komponen *spindle*.

Pembahasan

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa komponen *spindle* yang terpasang pada helikopter Bell 412 EP memiliki nilai kehandalan yang sangat rendah. Nilai kehandalan komponen *spindle* dengan *Mean Time Between Unschedule Maintenance* (MTBUR) 10.000 jam sesuai dengan rekomendasi manufaktur sangatlah rendah yaitu sebesar 26,45%. Hal tersebut sangatlah tidak efektif jika dilakukan penggantian disetiap 10.000 jam.

Perhitungan nilai kehandalan dan analisis biaya pemeliharaan menunjukkan

bahwa *schedule maintenance* penggantian komponen *spindle* yang dapat diterapkan yaitu pada *Mean Time Between Unschedule Removal* (MTBUR) 1500 jam dengan pertimbangan biaya pemeliharaan terendah sebesar Rp. 125.937.663,00 dan *survival / reliability function* yang dapat diterapkan yaitu 81,91% dengan kemungkinan kerusakan (*possibility to failure*) sebesar 18,09%.

Schedule maintenance penggantian komponen *spindle* dilakukan pada saat umur komponen *spindle* telah mencapai 1500 jam. *Daily Inspection* dan 300 Hour Inspection / 12 Month Inspection merupakan kegiatan *preventive maintenance* sebelum dilakukannya penggantian komponen *spindle* yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan komponen *spindle*.

KESIMPULAN

Hasil pengolahan data dan perhitungan *reliability* diperoleh kesimpulan bahwa nilai kehandalan komponen *spindle* dengan *Mean Time Between Unschedule Maintenance* (MTBUR) 10.000 jam memiliki nilai kehandalan yang sangat rendah. Sehingga frekuensi terjadinya kerusakan komponen *spindle* helikopter Bell 412 EP di PT Travira Air sangatlah tinggi. Nilai kehandalan komponen *spindle* dengan tingkat kehandalan di atas 60% terdapat pada penggantian 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 dan 3500 jam.

Perhitungan biaya pemeliharaan berdasarkan interval waktu pemeliharaan yang telah ditetapkan sesuai dengan *Mean Time Between Unschedule Maintenance* (MTBUR) mempunyai nilai biaya pemeliharaan terendah pada MTBUR 1500 jam, sedangkan yang tertinggi pada MTBUR 3500 jam. Penggantian komponen *spindle* dilakukan berdasarkan pertimbangan biaya pemeliharaan terendah pada saat komponen *spindle* telah mencapai 1500 jam dengan potensi kerusakan 18,09% dan tingkat *reliability* yang masih dapat dicapai sebesar 81,91% dan biaya

pemeliharaan sebesar Rp.125.937.663,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji Munaji, M. Adha Ilhami, dan Bobby Kurniawan. 2016. **Usulan Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Mempertimbangkan Reliability Block Diagram Pada Unit Stand CPL Di PT Krakatau Steel**. Jurnal Teknik Industri. IV(2).
- Blanchard, Benjamin, S, Dinesh Verma, dan Elmer L Peterson. 1995. **Maintainability**. USA: John Wiley & Sons, Inc
- Iwan Nauli Daulay, Sri Sitiani Nurutami dan Dian Denisha Daniel. 2013. **Analisis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities Pada Industri Pulp dan Paper**. Jurnal Ekonomi. XXI(4).
- Kurniawan, Fajar. 2013. **Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri**. Edisi I. Jogjakarta: Graha Ilmu
- Putri Oktalisa P, Nazaruddin Matondang, dan Aulia Ishak. 2013. **Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Reliability Engineering Dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Pada PT XXX**. E- Jurnal Teknik Industri FT USU. III(1).
- Shewhart, Walter, A dan Samuel S Wilks. 2004. **Weibull Models**. Canada: John Wiley & Sons, Inc
- Bell 412 Component Repair and Overhaul**. Rev. 4, 10 January 2011
- Bell 412 Maintenance Manual**. Rev. 25, 7 November 2016
- Bell 412 Training Manual** Vol. 1 dan 2
- Civil Aviation Safety Regulation**. Part I. Rev I. Mei 2006