

USULAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN PADA MESIN TOSHIBA BMC-100 (5) E MENGGUNAKAN METODE *RISK BASED MAINTENANCE* (RBM) DENGAN *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (FAHP) DI PT. DIRGANTARA INDONESIA

PROPOSED INTERVAL TIME MAINTENANCE ON THE MACHINE TOSHIBA BMC-100 (5) E USING THE METHOD OF RISK BASED MAINTENANCE (RBM) WITH FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (FAHP) AT PT DIRGANTARA INDONESIA

Kikin Nur Ulya I¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Aji Pamoso

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

¹kikinnurulya@student.telkomuniversity.com, ²franstatas@telkomuniversity.ac.id, ³aji_p9@yahoo.com

Abstrak

PT Dirgantara Indonesia merupakan industri pesawat terbang yang pertama di Indonesia dan Asia Tenggara yang telah memproduksi berbagai jenis pesawat, seperti CN235 untuk transportasi sipil atau militer, pesawat Surveillance Maritim, Pesawat Patroli Maritim, dan pesawat Penjaga Pantai. Dalam memproduksi *part* pesawat terdapat dua kelompok mesin yaitu *Machining* dan *Metal Forming*. Berdasarkan data historis kerusakan yang telah didapatkan, bahwa mesin TOSHIBA BMC-100 (5) E merupakan mesin yang memiliki tingkat kerusakan yang tinggi. Mesin Toshiba merupakan salah satu *key facility* pada bagian *machining centre*. Terdapat sembilan subsistem mesin Toshiba, diantaranya yaitu *Electrical & Control, Axis, Spindle, APC (Automatic pallet Change), ATC (Automatic Tools Change), Hydraulic Unit, Lube & Coolant, Cooling System* dan *Filter & Fan*. Pemilihan subsistem yang paling kritis dari sembilan subsistem tersebut dengan menggunakan *Fuzzy AHP*. Berdasarkan perhitungan *Fuzzy AHP* yang terpilih adalah *spindle*, sehingga subsistem *spindle* yang paling kritis dan dilakukan penelitian lebih lanjut. Metode yang digunakan yaitu *Risk Based Maintenance* untuk mengetahui nilai risiko yang ditanggung perusahaan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode *Risk Based Maintenance* didapatkan nilai risiko sebesar Rp 216.900.293 atau dengan presentase risiko sebesar 8,98%. Presentase risiko tersebut melebihi batas toleransi yang telah ditentukan, maka dilakukan usulan interval waktu perawatan yang dilakukan setiap 3400 jam dengan biaya perawatan sebesar Rp 89.013.252 dan nilai risiko sebesar Rp 210.512.971.

Kata Kunci: *Fuzzy AHP, Risk Based Maintenance (RBM), Interval Waktu Perawatan*

Abstrack

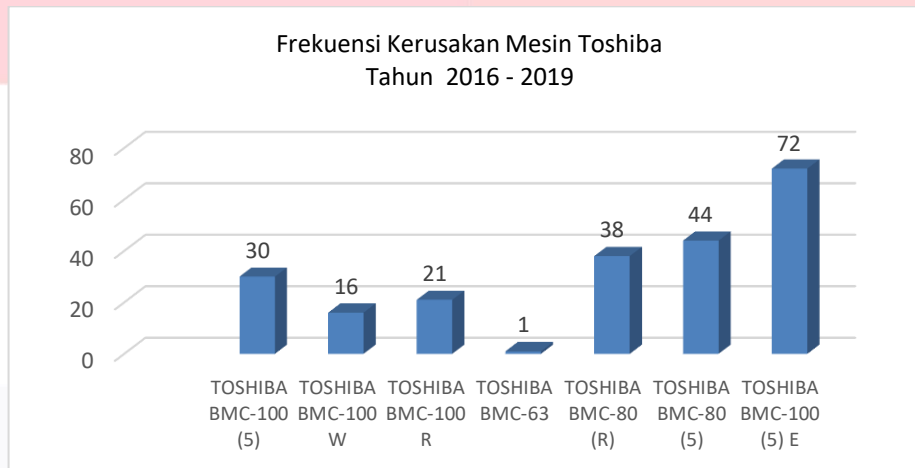
PT Dirgantara Indonesia was the first aircraft industry in Indonesia and southeast Asia to produce various types of aircraft, such as CN235 for civilian or military transport, maritime Surveillance aircraft, maritime patrol aircraft, and Coast Guard aircraft. In producing the aircraft part there are two groups of machines that are Machining and Metal Forming. Based on the historical data damage that has been obtained, that the engine TOSHIBA BMC-100 (5) E is a machine that has a high degree of damage. Toshiba Machine is one of the key facility in the machining center. There are nine engine subsystems Toshiba, among which are Electrical & Control, Axis, Spindle, APC (Automatic pallet Change), ATC (Automatic Tools Change), Hydraulic Unit, Lube & Coolant, Cooling System and Filter & Fan. Selection of the most critical subsystem of the nine subsystems using the Fuzzy AHP. Based on the Fuzzy AHP calculations selected is spindle, so the spindle subsystem is the most critical and further research done. The method used is Risk Based Maintenance to determine the value of the risk borne by the company. Based on the results of calculations that have been done using the Risk Based Maintenance method obtained a risk value of Rp 216,900,293 or with a risk percentage of 8.98%. The risk percentage exceeds the tolerances that have been determined, then the proposed interval time maintenance performed every 3400 hours with a maintenance fee of Rp 89,013,252 and a risk value of Rp 210,512,971.

Key Words : *Fuzzy AHP, Risk Based Maintenance (RBM), Time Interval Maintenance*

1. Pendahuluan

PT Dirgantara Indonesia merupakan salah satu perusahaan *Aerospace* di Asia dengan kompetensi inti dalam desain dan pengembangan pesawat. PT Dirgantara Indonesia telah memproduksi berbagai jenis pesawat, seperti CNN235 untuk transportasi sipil atau militer, Pesawat Surveillance Maritim, Pesawat patrol Maritim, dan pesawat Penjaga Pantai. PT Dirgantara Indonesia harus memperhatikan fasilitas mesin yang digunakan serta ketepatan waktu dalam memproduksi.

Mesin Toshiba adalah salah satu *key facility* pada bagian *machining centre* yang termasuk *group* mesin *cutting*. Mesin Toshiba memproduksi *part* pesawat berdasarkan *raw material* yang berbentuk *block*, sehingga memiliki peranan penting dalam memproduksi suatu *part* dan komponen pesawat. Terdapat tujuh tipe mesin Toshiba yaitu TOSHIBA BMC-100 (5), TOSHIBA BMC-100 W, TOSHIBA BMC-100 R, TOSHIBA BMC-63, TOSHIBA BMC-80 (R), TOSHIBA BMC-80 (5) dan TOSHIBA BMC-100 (5) E. Berikut ini merupakan data kerusakan mesin dalam periode tahun 2016-2020.



Gambar 1 Kerusakan Mesin Toshiba

Kerusakan tertinggi terdapat pada mesin Toshiba BMC-100 (5) E dibandingkan dengan mesin Toshiba jenis yang lainnya. Dalam kegiatan perawatan suatu mesin, perusahaan harus mengetahui nilai risiko yang ditanggung perusahaan pada saat mesin Toshiba mengalami kegagalan. Metode yang digunakan yaitu *Risk Based Maintenance* (RBM) dengan *Fuzzy AHP* (*Analytical Hierarchy Process*). Kegiatan perawatan/*maintenance* dilakukan dengan tujuan meminimalisir waktu kerusakan mesin dan menentukan waktu interval perawatan pada mesin dengan mempertimbangkan besarnya nilai risiko kegagalan, sehingga dapat mengurangi biaya *Maintenance* yang harus dikeluarkan oleh PT. Dirgantara Indonesia.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Pengertian *Maintenance*

Maintenance didefinisikan sebagai probabilitas bahwa komponen atau sistem yang gagal akan dipulihkan atau diperbaiki ke kondisi tertentu dalam periode waktu pemeliharaan dilakukan sesuai dengan prosedur yang ditentukan [1]. Definisi lain perawatan adalah aktivitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu [2]. Perawatan dilakukan untuk memastikan suatu asset fisik supaya terus bekerja sesuai dengan apa yang pengguna inginkan.

2.1.2 *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP)

Fuzzy AHP yaitu pendekatan yang bersifat sistematis untuk pemilihan alternatif dan membenarkan masalah menggunakan konsep teori himpunan *fuzzy* dan analisa struktur hirarki [3]. *Fuzzy AHP* merupakan pengembangan dari metode AHP dengan menggunakan teori logika berdasarkan *triangular fuzzy* [4]. Nilai dari setiap kriteria metode *fuzzy AHP* diwakilkan oleh variable (a,b,c) atau *lower, medium, upper* (l,m,u) atau disebut dengan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) [5]. Metode FAHP menggunakan cara wawancara sebagai langkah pertama untuk mengidentifikasi kegagalan sistem [6].

Berikut ini merupakan skala nilai *fuzzy* yang digunakan dalam perhitungan menggunakan *fuzzy AHP* [7], adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Intensitas Kepentingan	Himpunan Linguistik	TFN	Skala Kepentingan	Invers Skala Fuzzy
1	Sama Penting	(1, 1, 1)	1/1	(1/1, 1/1, 1/1)
2	Sama atau sedikit lebih penting	(1, 2, 3)	1/2	(1/3, 1/2, 1/1)
3	Sedikit lebih penting	(2, 3, 4)	1/3	(1/4, 1/3, 1/2)
4	Sedikit atau lebih penting	(3, 4, 5)	1/4	(1/5, 1/4, 1/3)
5	Lebih penting	(4, 5, 6)	1/5	(1/6, 1/5, 1/4)
6	Jauh lebih penting	(5, 6, 7)	1/6	(1/7, 1/6, 1/5)
7	Sangat penting	(6, 7, 8)	1/7	(1/8, 1/7, 1/6)
8	Antara sangat penting dan mutlak sangat penting	(7, 8, 9)	1/8	(1/9, 1/8, 1/7)
9	Mutlak sangat penting	(9, 9, 9)	1/9	(1/9, 1/9, 1/9)

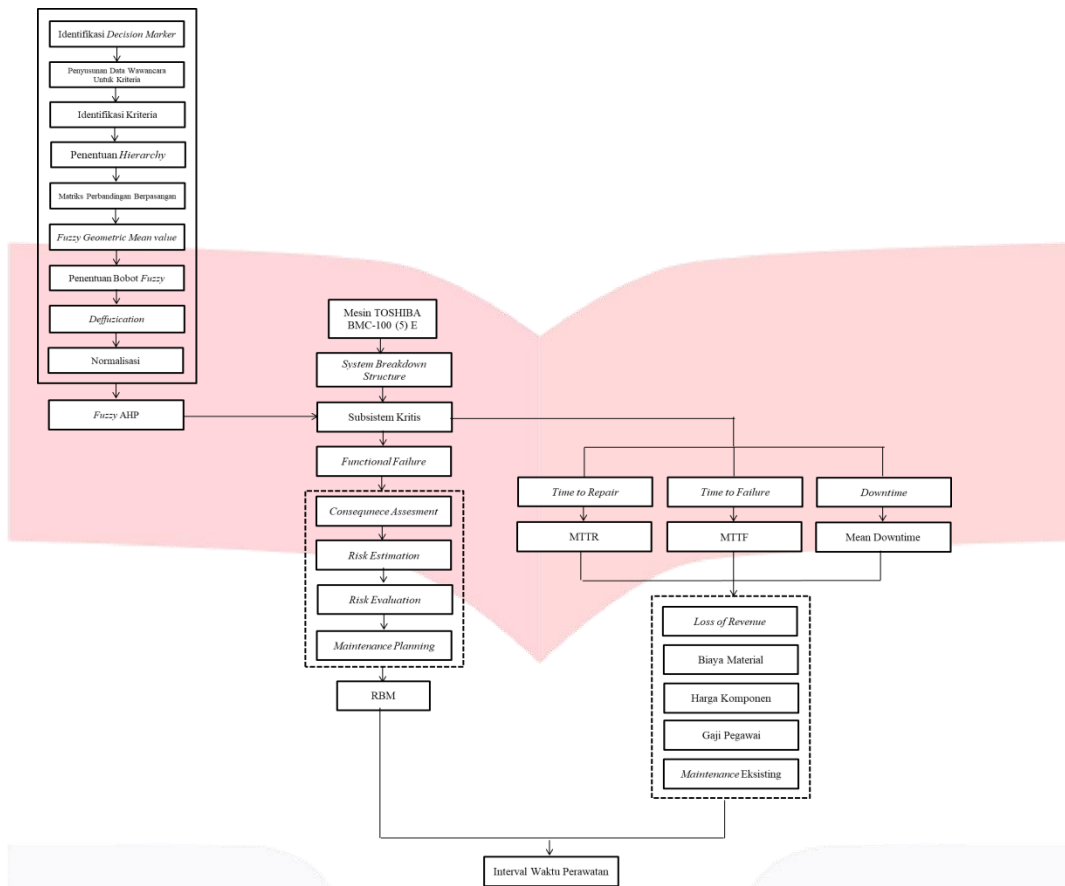
2.1.3 Pengertian *Risk Based Maintenance* (RBM)

RBM (*Risk Based Maintenance*) merupakan suatu metode kuantitatif hasil integrasi antara pendekatan reliabilitas dan strategi pendekatan risiko untuk mencapai jadwal *maintenance* yang optimal [8]. RBM (*Risk Based Maintenance*) bertujuan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kegagalan yang terjadi pada fasilitas operasi [8]. Terdapat tiga tahapan dalam metode RBM (*Risk Based Maintenance*) yaitu perkiraan risiko, evaluasi risiko dan perencanaan *maintenance* [9]:

1. Perkiraan risiko (*risk estimation*), yang terdiri dari *failure scenario development*, *consequence assessment*, *probability of failure* dan estimasi risiko.
2. Evaluasi risiko (*risk evaluation*), yang terdiri dari penyusunan kriteria penerimaan dan membandingkan risiko dengan kriteria penerimaan
3. Perencanaan perawatan (*maintenance planning*), yang terdiri dari estimasi dan optimasi durasi *maintenance* serta perkiraan dan evaluasi risiko.

2.2 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu kerangka hubungan antara beberapa konsep ilmu atau teori yang saling terkait berdasarkan masalah yang diteliti, sehingga dapat dijelaskan secara panjang lebar tentang suatu topik yang akan dibahas di penelitian. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan pada mesin Toshiba dapat dipahami dengan melihat konseptual yang telah dibuat. Gambar 3 merupakan model konseptual yang sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti:



Gambar 3 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Subsistem Kritis

Penentuan subsistem kritis pada penelitian ini menggunakan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP). Pengolahan data *fuzzy* AHP yang dilakukan berdasarkan kriteria dan alternatif dari mesin Toshiba. Penentuan kriteria dan alternatif diperoleh berdasarkan wawancara responden ahli yang terdapat di Departemen *Maintenance*. Hasil kutipan [10] menurut Saaty (1993), jumlah responden untuk dilakukan wawancara tidak tergantung pada kuantitasnya, tetapi yang diutamakan kualitas dari responden tersebut.

Tabel 2 Ranking Bobot Subsistem

Rank	Subsistem	Bobot
1	Spindle	0,843
2	Axis	0,744
3	Electrical & Control	0,635
4	Hydroulic Unit	0,604
5	Lub & Coolant	0,551

Tabel 2 merupakan ranking dari hasil perhitungan bobot pada subsistem dengan bobot *spindle* sebesar 0,843, untuk *axis* sebesar 0,744, selanjutnya *electrical & control* sebesar 0,635 dan bobot untuk *lub & coolant* sebesar 0,551. Pada kondisi lapangan, subsistem *spindle* memiliki tingkat kerusakan tertinggi dibandingkan dengan subsistem yang lain. Hal ini dikarenakan karena *spindle* berguna sebagai penggerak *chuck* (penjepit benda kerja) saat diputar yang sering digunakan dalam proses produksi *part*. Berdasarkan perhitungan *fuzzy* AHP yang telah dilakukan, didapatkan subsistem *spindle* memiliki bobot terbesar dibandingkan bobot subsistem yang lain. Maka dari itu, subsistem kritis yang terpilih untuk dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu subsistem *spindle*.

3.2 Penentuan Distribusi dan Penentuan Parameter

Penentuan distribusi dilakukan pada subsistem kritis yang terpilih yaitu dengan distribusi *Time to Failure* (TTF), *Time to Repair* (TTR) dan *Downtime* (DT). Pengujian data dengan uji *Anderson Darling* (AD) menggunakan *software* Minitab 17 untuk mengetahui distribusi subsistem kritis tersebut terhadap distribusi normal, eksponensial dan weibull. Nilai kepercayaan uji *Anderson Darling* (*confidence level*) yang digunakan sebesar 99% atau 0,99. Penentuan distribusi yang terpilih berdasarkan pada nilai *Anderson Darling* (AD) terkecil dan nilai *P-Value* $\geq \alpha$ (*P-Value* $\geq \alpha$, $\alpha = 1-0,99 = 0,01$). Setelah dilakukan penentuan distribusi, selanjutnya penentuan parameter menggunakan *software* AvSim+9.0

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Penentuan Distribusi

Uji	Subsistem	Distribusi	p-Value	Nilai AD	Distribusi Terpilih
TTF	Spindle	Normal	<0,005	1,568	Weibull
		Eksponensial	0,091	1,066	
		Weibull	0,14	0,567	
TTR		Normal	<0,005	1,414	Weibull
		Eksponensial	0,359	0,595	
		Weibull	>0,250	0,426	
DT		Normal	<0,005	3,429	Eksponensial
		Eksponensial	0,046	1,313	
		Weibull	<0,10	1,256	

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Penentuan Parameter

Uji	Subsistem	Distribusi	Parameter	
TTF	Spindle	Weibull	η	1519,06
			β	0,71635
TTR		Weibull	η	2,61691
			β	1,00804
DT		Eksponensial	μ	3,84211
			ϵ	0,12175

3.3 Perhitungan MTTR, MTTF dan MDT

Setelah menentukan distribusi dan parameter pada subsistem kritis yaitu distribusi *Time to Failure* (TTF), *Time to Repair* (TTR), *Time to Failure* (TTF) dan *Mean Downtime* (DT). Selanjutnya dilakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF), *Mean Time to Repair* (MTTR) dan *Mean Downtime* (MDT).

Tabel 5 Rekapitulasi Penentuan Parameter dan MTTR, MTTF dan MDT

	Distribusi	Parameter		Hasil	
Spindle	Weibull	η	1519,06	MTTF (Jam)	1886,93
		β	0,71635		
	Weibull	η	2,61691	MTTR (Jam)	2,61
		β	1,00804		
	Eksponensial	μ	3,84211	MDT (Jam)	3,84211
		ϵ	0,12175		

3.4 Perhitungan Risk Based Maintenance (RBM)

Risk Based Maintenance (RBM) merupakan suatu cara yang dilakukan dengan perhitungan untuk mengurangi risiko yang diakibatkan dari kerusakan suatu mesin ketika beroperasi.

3.4.1 Consequence Assessment

Penyusunan skenario kegagalan pada subsistem kritis yang terpilih pada mesin TOSHIBA BMC-100 (5) E adalah tahap awal dalam metode *Risk Based Maintenance (RBM)*, skenario kegagalan didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak *maintenance* mesin TOSHIBA BMC-100 (5) E dan data historis mengenai kerusakan pada subsistem. Selanjutnya dilakukan penilaian konsekuensi berdasarkan setiap kegagalan pada subsistem sesuai dengan kriteria skema kuantifikasi untuk *system performance loss*.

Tabel 6 Kuantifikasi Konsekuensi

Subsistem	Skenario Kegagalan	Normalisasi Konsekuensi
Spindle	Servo <i>spindle</i> bermasalah, <i>spindle</i> tidak mau berputar dengan sempurna	9
	Perintah/ <i>comment</i> untuk putaran tidak selesai, menyebabkan <i>spindle not release</i> karena beban berlebih	8
	Poros <i>spindle</i> macet, dapat menghambat gerak <i>spindle</i> sehingga <i>spindle</i> tidak berputar dengan sempurna	8
	<i>Gear change</i> tidak sinkron, menyebabkan tingkat perputaran <i>spindle</i> menurun (<i>spindle low - med</i>)	8

3.4.2 Risk Estimation

1. Perhitungan *Probability of Failure*

Nilai parameter distribusi *Time to Failure (TTF)* pada subsistem *spindle* digunakan dalam perhitungan *probability of failure*. Periode (T) merupakan total waktu mesin Toshiba dalam beroperasi dalam satu tahun. Untuk nilai R(T) dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan sebagai berikut [1]: $R(T) = \exp[-(T/\eta)^\beta]$. Nilai Q(T) yaitu *probability of failure* yang didapatkan dari perhitungan $1-R(T)$.

Tabel 7 *Probability of Failure*

Subsistem	Parameter Distribusi		T (Jam)	R(T)	Q(T)
	η	β			
Spindle	1519,06	0,716347	3840	0,1432	0,8568

2. Perhitungan Konsekuensi Kegagalan dan Nilai Risiko

Perhitungan konsekuensi kegagalan berupa *system performance loss* yang merupakan kerugian sistem performansi mesin. Menggunakan persamaan $SPL = (MDT \times \text{loss revenue}) + (MTTR \times \text{engineer cost}) + \text{material cost} + \text{harga subsistem}$. Untuk perhitungan nilai risiko pada subsistem kritis didapatkan dari perkalian antara *system performance loss* dengan Q(T).

Tabel 8 Konsekuensi Kegagalan dan Nilai Risiko

Subsistem	System Perfomance Loss	Q(T)	Risk
Spindle	Rp 253.165.652	0,85675	Rp 216.900.293

3.4.3 Risk Evaluation

Batas toleransi risiko didapatkan berdasarkan wawancara dengan pihak *maintenance* di Departemen *Facility Maintenance*. Batas toleransi risiko yang ditetapkan perusahaan sebesar 3% dari kapasitas produksi mesin. Sehingga dilakukan perhitungan presentase risiko apakah presentase risiko yang diakibatkan kerusakan subsistem *spindle* dapat diterima oleh perusahaan atau tidak. Nilai presentase risiko didapatkan dari hasil bagi antara total risiko dengan kapasitas produksi.

Tabel 9 Risk Evaluation

T (Jam)	Hourly Rate	Kapasitas Produksi	Total Risk	Presentase	Batas Toleransi Risk
3840	Rp 629.010	Rp 2.415.398.400	Rp 216.900.293	8,98%	3%

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, didapatkan presentase risiko sebesar 8,98%. Dalam hal ini presentase risiko yang didapatkan melebihi batas toleransi risiko yang telah ditetapkan perusahaan. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa presentase risiko tersebut ditolak. Maka dari itu, dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penentuan interval waktu perawatan pada mesin.

3.4.4 Interval Waktu Perawatan

Interval waktu perawatan ditentukan berdasarkan biaya perawatan dan nilai risiko yang ditanggung perusahaan ketika subsistem mengalami kerusakan.

Tabel 10 Usulan Interval Waktu Perawatan

T (3840)	Jumlah Perawatan	Biaya Perawatan	System Performance Loss	Risk
3400	1,13	Rp 89.013.252	Rp 253.165.652	Rp 210.512.971

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan usulan interval waktu perawatan untuk subsistem *spindle*. Interval waktu perawatan didapatkan 3400 jam dengan biaya perawatan sebesar Rp 89.013.252 dan nilai risiko yang ditanggung perusahaan sebesar Rp 210.512.971. Dengan interval waktu perawatan selama 3400 jam dapat mengurangi biaya perawatan dan nilai risiko yang ditanggung perusahaan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, untuk pemilihan subsistem kritis menggunakan *fuzzy AHP* yang diawali dengan penentuan kriteria dan alternatif. Berdasarkan perhitungan *fuzzy AHP* yang telah dilakukan, didapatkan subsistem *spindle* memiliki bobot terbesar yaitu 0,84171 dibandingkan bobot subsistem yang lain. Maka dari itu subsistem kritis yang terpilih untuk dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu subsistem *spindle*. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *Risk Based Maintenance* yang telah dilakukan, maka didapatkan biaya risiko yang ditanggung perusahaan ketika subsistem *spindle* mengalami kegagalan sebesar Rp 216.900.293 atau dengan presentase risiko sebesar 8,98% apabila tidak dilakukan *preventive maintenance*. Usulan waktu interval dilakukan karena perhitungan presentase risiko melebihi batas toleransi risiko yang telah ditentukan perusahaan. Interval waktu perawatan usulan ditentukan berdasarkan pertimbangan biaya perawatan dan nilai risiko yang ditanggung perusahaan. Berdasarkan perhitungan yang telah ditetapkan maka didapatkan usulan interval waktu perawatan dilakukan setiap 3400 jam dengan biaya perawatan sebesar Rp 89.013.252 dan nilai risiko sebesar Rp 210.512.971. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan interval waktu perawatan tersebut dapat mengurangi biaya perawatan eksisting dan nilai risiko eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ebeling, C. E. (2000). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: *The McGraw-Hill Companies Inc.*
- [2] Rankin, W. L., & Johnson, B. (2017). Maintenance. In *Handbook of Human Factors in Air Transportation Systems*. <https://doi.org/10.1201/9781315116549>
- [3] Güngör, Z., Serhadlıoğlu, G., & Kesen, S. (2009). A fuzzy AHP approach to personnel selection problem. *Applied Soft Computing*, 9(2), 641-646. In *Applied Soft Computing*. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2008.09.003>
- [4] Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.01.001>
- [5] Saputra, F. P., Hidayat, N., & Furqon, M. T. (2018). Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) Untuk Menentukan Besar Pinjaman Pada Koperasi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*.
- [6] Nazari, S., Ghanbari, N., & Karami, N. (2015). Risk Based Maintenance (RBM) Modeling of Petrochemical Industry Using Fahn- Delphi Techniques. *International Journal of Science, Environment, and TEchnology*, 4(5), 1265–1270.
- [7] Wang, C. N., Nguyen, V. T., Thai, H. T. N., Tran, N. N., & Tran, T. L. A. (2018). Sustainable supplier selection process in edible oil production by a hybrid fuzzy analytical hierarchy process and green data envelopment analysis for the SMEs food processing industry. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math6120302>
- [8] 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)*, 3(02), 31. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i02.29>
- [9] Khan, F. I., & Haddara, M. M. (2003). Risk-based maintenance (RBM): A quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2003.08.011>
- [10] Zulhadi, T., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2017). ANALISIS LAIK FUNGSI JALAN NASIONAL BATAS KOTA SIGLI – BEUREUNUEN MENGGUNAKAN. 1(September), 251–262.