

ANALISIS BIAYA PERAWATAN PADA MESIN SHOT BLAST MACH MWJ 9/10 PADA PRODUKSI E-CLIPS MENGGUNAKAN METODE COST OF UNRELIABILITY (COUR) (Studi Kasus: PT. PINDAD (PERSERO))

MAINTENANCE COST ANALYSIS IN THE SHOT BLAST MACH MWJ 9/10 MACHINE ON E-CLIPS PRODUCTION USING COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD (Case Study: PT. PINDAD (PERSERO))

Jasmine Raisya Salsabila¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Aji Pramoso³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

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

Abstrak

PT. Pindad (Persero) adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak pada pembuatan produk militer dan produk komersial lainnya atau produk non militer di Indonesia. PT. Pindad (Persero) bergerak pada bidang produksi/manufaktur yang memproduksi senjata, munisi, kendaraan khusus, tempa cor dan alat perkeretaapian, alat berat dan peledak komersial. Penelitian dilakukan pada departemen Tempa dan Praska Divisi Tempa Cor dan Perkeretaapian (TC-AP) pada mesin dalam proses produksi E-Clips dikarenakan produksi E-Clips merupakan salah satu produksi yang aktif dan sering dilakukan di divisi tersebut, dengan dilakukan produksi yang aktif maka perlu dilakukan perbaikan jika mesin mengalami *breakdown*. Perawatan mesin atau peralatan merupakan salah satu elemen penting dalam bidang produksi industri manufaktur. Sasaran utama dari perawatan adalah mencegah terjadinya kegagalan-kegagalan pada mesin yang mengakibatkan kerugian pada perusahaan. Mesin yang diteliti adalah mesin SHOT BLAST MACH MWJ 9/10 dengan jumlah kerusakan sebesar 93 kali selama tahun 2016-2019. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai kerugian perusahaan akibat ketidakandalan mesin menggunakan metode *Cost of Unreliability*. Dari hasil perhitungan COUR didapatkan biaya yang disebabkan ketidakandalan berdasarkan *corrective time* sebesar Rp 3.299.079.131,24 dan berdasarkan *downtime* atau lamanya waktu subsistem berhenti sebesar Rp 7.220.699.784,37. Setelah dilakukan perhitungan COUR, dilakukan pencarian *business consequence* perusahaan menggunakan *business risk matrix* dan hasilnya adalah semua subsistem kritis termasuk pada kategori merah sehingga perusahaan perlu melakukan tindakan untuk mencegah konsekuensi yang lebih tinggi.

Kata kunci : *Cost of Unreliability, Maintenance, Corrective, Downtime, Business Consequence.*

Abstract

PT. Pindad (Persero) is a manufacturing industry company engaged in the manufacturing of military products and other commercial products or non-military products in Indonesia. PT. Pindad (Persero) is engaged in the production / manufacturing that produces weapons, munitions, special vehicles, forging castles and railroad tools, heavy equipment and commercial explosives. The study was conducted at the Forging and Praska department of the Cast and Rail Forging Division (TC-AP) on the machine in the E-Clips production process because the E-Clips production is one of the active and often carried out production in the division, with active production it is necessary repaired if the engine has a breakdown. Maintenance of machinery or equipment is one important element in the field of manufacturing industry production. The main goal of maintenance is to prevent failures on the machine that result in losses to the company. The engine studied is the SHOT BLAST MACH MWJ 9/10 engine with a total damage of 93 times during 2016-2019. The purpose of this study is to determine the value of company losses due to machine reliability using the Cost of Unreliability method. From the results of COUR calculations, the cost caused by unreliable based on corrective time is Rp 3.299.079.131,24 and based on downtime or the length of time the subsystem stops is Rp 7.220.699.784,37. After COUR calculations, a business consequence search is made for the company to use the business risk matrix and the results are all the subsystems namely in the red category, so companies need to take action to prevent higher consequences.

Keywords: *Cost of Unreliability, Maintenance, Corrective, Downtime, Business Consequence.*

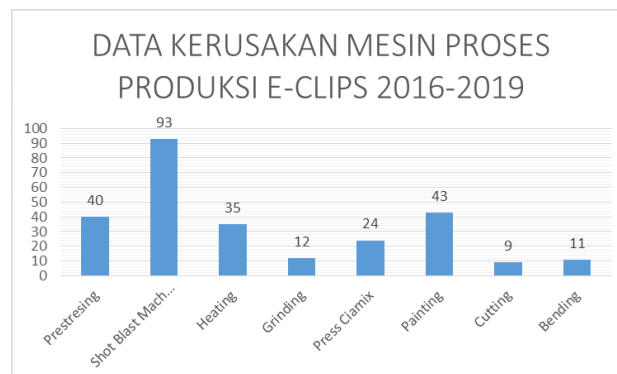
1. Pendahuluan

Perkembangan dalam bidang manufaktur di Indonesia semakin hari semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan keinginan dari konsumen. Perkembangan yang terjadi memicu keinginan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan meningkatkan kemampuan menghasilkan produk secara efektif dan efisien. Dalam perusahaan manufaktur penggunaan mesin juga menjadi salah satu faktor proses produksi berjalan dengan lancar dan tujuan perusahaan dapat tercapai. Dalam penggunaannya, tingkat keandalan mesin yang terus-menerus dipakai perlu dijaga agar tingkat keandalannya tidak berkurang. Semakin tinggi tingkat keandalan maka semakin besar peluang mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Untuk dapat mempertahankan keandalan suatu mesin, maka kegiatan perawatan diperlukan.

PT. Pindad (Persero) adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak pada pembuatan produk militer dan produk komersial lainnya atau produk non militer di Indonesia. PT. Pindad (Persero) adalah perusahaan manufaktur yang aktif, maka PT. Pindad (Persero) membutuhkan perawatan mesin-mesin untuk mencegah kegagalan-kegagalan yang menyebabkan kerugian perusahaan.

Setelah melakukan observasi lapangan penelitian dilakukan pada departemen Tempa dan Praska Divisi Tempa Cor dan Perkeretaapian (TC-AP) pada mesin dalam proses produksi E-Clips dikarenakan produksi E-Clips merupakan salah satu produksi yang aktif dan sering dilakukan di divisi tersebut. Sebagai salah satu perusahaan BUMN terbesar di Indonesia, PT. Pindad (Persero) tentu sudah melakukan perawatan mesin untuk hasil kerja yang optimal. Perawatan mesin yang telah dilakukan mengarah pada perawatan *preventive* dan perawatan *corrective*. Walaupun telah dilakukan perawatan mesin masih banyak ditemukan kerusakan-kerusakan pada mesin-mesin yang dipakai pada proses produksi E-Clips departemen Tempa dan Praska Divisi Tempa Cor dan Perkeretaapian (TC-AP) tahun 2016-2019.

Kemudian dari hasil observasi, ditemukan mesin yang paling sering mengalami kerusakan pada proses produksi E-Clips PT. Pindad (Persero) dengan jumlah kerusakan sebanyak 93 kali dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2019. Hal ini dapat dilihat dari gambar dibawah yang merupakan data kerusakan mesin pada proses produksi E-Clips.



Gambar I. 1 Data Kerusakan Mesin Proses Produksi E-Clips
(SUMBER : PT.PINDAD(PERSERO))

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa mesin yang paling sering mengalami kerusakan adalah mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 dengan jumlah kerusakan sebanyak 93 kali. Mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 ini merupakan mesin yang digunakan untuk membersihkan pasir atau sisa kotoran yang menempel pada benda cor khususnya E-Clips. Dengan keadaan yang sudah diketahui, maka diperlukan untuk mengetahui biaya yang dihasilkan dari kerusakan mesin dengan menggunakan metode Cost of Unreliability (COUR) dan resiko bisnis dari biaya yang ditimbulkan.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Perawatan

Perawatan merupakan segala kegiatan yang didalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik (Heizer, J (2001). Selain itu, pemeliharaan merupakan suatu gabungan dari tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, atau juga untuk memperbaikinya sampai kondisi yang bisa diterima (Atmaji, 2015).

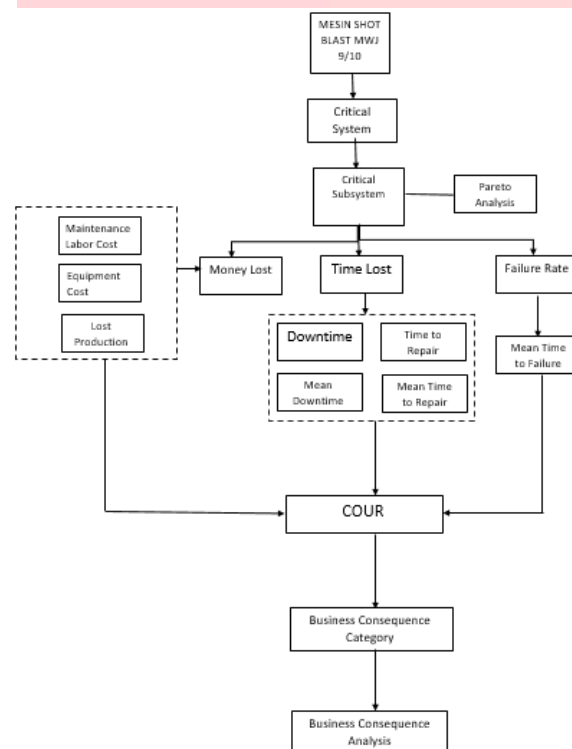
2.2 COUR (Cost of Unreliability)

COUR merupakan seluruh biaya yang merupakan hasil dari seluruh situasi yang berhubungan dengan masalah kegagalan, termasuk biaya-biaya yang berhubungan dengan program perawatan yang tidak baik (Vicente, 2012).

Untuk mendapatkan COUR, maka sebaiknya dimulai dengan gambaran besar dan membantu program peningkatan biaya langsung, yaitu dengan cara identifikasi sumber masalah biaya, level masalah dan permasalahan apa saja yang muncul. COUR mempelajari fasilitas produksi sebagai suatu jaringan untuk sistem keandalan, dan biaya yang terjadi saat sistem gagal untuk melakukan pekerjaannya (Alhilman, 2017).

2.3 Model Konseptual

Dari model konseptual dipaparkan kerangka berfikir mengenai alur pemecahan masalah menggunakan metode COUR. Dalam penelitian ini mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 dipilih menjadi objek penelitian, selanjutnya pemilihan sistem dan subsistem kritis dari mesin berdasarkan analisis pareto. Berdasarkan subsistem kritis terpilih maka ditentukan money lost, time lost dan failure rate untuk subsistem kritis. Money lost didapatkan dari data equipment cost, labor maintenance cost dan lost production cost. Time lost didapatkan dari data mean downtime dan mean time to repair. Kemudian failure rate didapatkan dari mean time to failure. Berdasarkan data-data money lost, time lost dan failure rate didapatkan hasil perhitungan COUR berupa kerugian waktu dan biaya akibat ketidakandalan mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10. Berdasarkan hasil perhitungan COUR didapatkan kategori resiko bisnis dari ketidakandalan mesin untuk menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam mengambil tindakan peningkatan berupa penjadwalan preventive maintenance optimal.



Gambar II. 1 Sistematisa Penyelesaian Masalah

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Sistem dan Subsistem Kritis

Penentuan sistem kritis dilakukan dengan memperhitungkan frekuensi kerusakan yang terjadi pada sistem pada mesin. Pemilihan sistem kritis dilakukan dengan pemilihan dari beberapa sistem yang ada pada mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10. Mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 memiliki 3 sistem yaitu *electric*, *mechanic* dan *hydraulic*. Berdasarkan data kerusakan pada tahun 2016-2019, sistem yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi pada mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 adalah sistem *mechanic* dengan frekuensi kerusakan sebanyak 49 kali dan persentase sebesar 89.09%. Sehingga sistem yang terpilih adalah sistem *mechanic*.

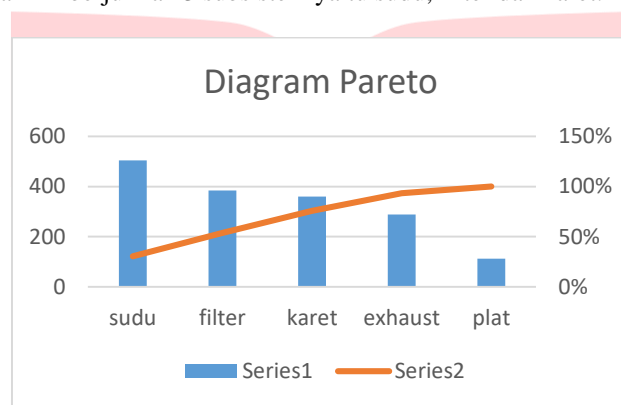
Setelah itu dilanjutkan dengan pemilihan subsistem kritis dari sistem *mechanic*, Penentuan subsistem kritis dilakukan dengan menggunakan perhitungan kuantitatif melalui parameter RPN berdasarkan data kerusakan mesin sehingga didapatkan urutan subsistem yang memiliki tingkat kepentingan berdasarkan tingkat kejadian, tingkat

keparahan efek kegagalan dan deteksi. Berikut merupakan urutan subsistem dari hasil perhitungan RPN mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10

Tabel III.1 Presentase Perhitungan RPN

No	Subsistem	RPN	Persentase	Kumulatif
1	sudu	504	31%	31%
2	filter	384	23%	54%
3	karet	360	22%	76%
4	exhaust	288	17%	93%
5	plat	112	7%	100%

Untuk menentukan subsistem kritis yang akan menjadi fokus penelitian digunakan diagram pareto dengan prinsip 80:20 yaitu memilih 80% dari 100% nilai RPN yang telah ditentukan. Sehingga didapatkan subsistem kritis yang menjadi fokus penelitian kali ini berjumlah 3 subsistem yaitu sudu, filter dan karet.



Gambar III. 1 Diagram Pareto

3.2 Time To Failure (TTF), Time To Repair (TTR) dan Downtime (DT)

Untuk menguji distribusi *TTF*, *TTR* dan *DT* subsistem mesin Shotblast MACH MWJ 9/10 dilakukan dengan menggunakan *software* minitab agar dapat diketahui distribusi apa yang digunakan. Untuk menentukan distribusi dilakukan perbandingan hasil antara distribusi normal, weibull dan eksponensial dengan menggunakan *individual distribution identification* dalam *software*. Kemudian didapatkan hasilnya distribusi yang terpilih adalah weibull.

Tabel III.2 Hasil Pengujian Distribusi TTF

Subsistem	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Distribusi Terpilih
Karet	Normal	2,551	< 0,05	Weibull
	Eksponensial	0,516	0,461	
	Weibull	0,324	> 0,250	
Filter	Normal	1,493	<0,005	Weibull
	Eksponensial	1,854	0,010	
	Weibull	0,303	> 0,250	
Sudu	Normal	2,160	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	0,512	0,467	
	Weibull	0,192	> 0,250	

Tabel III.3 Hasil Pengujian Distribusi TTR

Subsistem	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Distribusi Terpilih
Karet	Normal	4,535	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	2,065	0,007	
	Weibull	1,764	< 0,010	
Filter	Normal	2,191	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	3,054	< 0,003	
	Weibull	1,065	< 0,010	
Sudu	Normal	1,409	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	0,975	0,109	
	Weibull	0,926	0,015	

Tabel III.4 Hasil Pengujian Distribusi DT

Subsistem	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Distribusi Terpilih
Karet	Normal	4,152	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	7,276	< 0,003	
	Weibull	1,754	< 0,010	
Filter	Normal	2,190	< 0,005	Weibull
	Eksponensial	2,632	< 0,003	
	Weibull	1,126	< 0,10	
Sudu	Normal	1,039	0,006	Weibull
	Eksponensial	0,689	0,255	
	Weibull	0,619	0,091	

3.3 Mean Time To Failure (MTTF), Mean Time To Repair (MTTR) dan Mean Downtime (MDT)

Untuk mencari nilai MTTF, MTTR dan MDT digunakan software Avsim +9.0 dengan menggunakan rumus dan ketentuannya.

Tabel III.5 Hasil Perhitungan MTTF

Subsistem	Distribusi	Parameter	$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTF (Jam)	
Karet	Weibull	η	571,928	1,137	650,32
		β	0,79603		
Sudu	Weibull	η	2050,75	1,518	3114,7
		β	0,5957		
Filter	Weibull	η	1547,54	1,382	2138,4
		β	0,643475		

Tabel III.6 Hasil Perhitungan MTTR

Subsistem	Distribusi	Parameter	$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTR (Jam)	
Karet	Weibull	η	4,32556	0,9732	4,209
		β	1,0726		
Sudu	Weibull	η	2,4148	0,9175	2,215
		β	1,3456		
Filter	Weibull	η	11,1996	1,2894	14,441
		β	0,686799		

Tabel III.7 Hasil Perhitungan MDT

Subsistem	Distribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta+1)$	MDT (Jam)
Karet	Weibull	η	14,4878	1,280	18,548
		β	0,6918		
Sudu	Weibull	η	2,71973	0,9197	2,501
		β	1,32832		
Filter	Weibull	η	12,4595	1,227	15,290
		β	0,7239		

3.4 Cost of Unreliability (COUR)

3.4.1 Failure Rate

Perhitungan Failure Rate didapatkan dengan menggunakan rumus Failure Rate = 1/MTTF. Tabel berikut merupakan hasil perhitungan dari Failure Rate.

Tabel III.8 Hasil Perhitungan Failure Rate

	Karet	Sudu	Filter
Study Interval (jam)	15360	15360	15360
Number of Failure	22	10	10
MTTF (jam)	650,32	3114,7	2138,4
Failure Rate	0,00153770	0,00032106	0,00046764

3.4.2 Time Lost

Setelah menghitung Failure Rate, langkah selanjutnya adalah dengan menghitung Lost Time selama masa penelitian (tahun 2016-2019). Pada perhitungan Lost Time terdapat dua jenis perhitungan yaitu Lost Time untuk Corrective dan Lost Time untuk Downtime.

Tabel III.9 Hasil Perhitungan Corrective Time Lost

	Karet	Sudu	Filter
Failure Rate	0,00153770	0,00032106	0,00046764
Number of Failure	6	3	3
MTTR	4,209	2,215	14,441
Corrective Lost Time Hours / 4 years	25,254	6,645	43,323

Tabel III.10 Hasil Perhitungan Downtime Lost Time

	Karet	Sudu	Filter
Failure Rate	0,00153770	0,00032106	0,00046764
Number of Failure	6	3	3
MDT	18,548	2,501	15,290
Downtime Lost Time Hours / 4 years	111,288	7,503	45,870

3.4.3 Money Lost

Setelah menghitung Time Lost, langkah selanjutnya dalam perhitungan COUR adalah menghitung Money Lost. Perhitungan ini membutuhkan data perhitungan lost production cost, equipment cost dan labor maintenance cost. Perhitungan COUR terbagi menjadi dua yaitu corrective COUR dan downtime COUR.

Tabel III.11 Perhitungan *Corrective COUR*

	Karet	Sudu	Filter
Corrective Lost Time Hours / Tahun	25,254	6,645	43,323
Number of Failure/Tahun	6	3	3
Lost Production Cost	Rp 1.106.125.200,00	Rp 291.051.000,00	Rp 1.897.547.400,00
Equipment Cost	Rp 276.500,00	Rp 276.500,00	Rp 276.500,00
Labor Maintenance Cost	Rp 1.183.781,25	Rp 311.484,37	Rp 2.030.765,62
Corrective COUR	Rp 1.107.585.481,25	Rp 291.638.984,37	Rp 1.899.854.665,62
Total Corrective COUR/Tahun	Rp 3.299.079.131,24		

Tabel III.12 Perhitungan *Downtime COUR*

	Karet	Sudu	Filter
Downtime Lost Time Hours / Tahun	111,288	7,503	45,870
Number of Failure/Tahun	6	3	3
Lost Production Cost	Rp 4.874.414.400,00	Rp 328.631.400,00	Rp 2.009.106.000,00
Equipment Cost	Rp 276.500,00	Rp 276.500,00	Rp 276.500,00
Labor Maintenance Cost	Rp 5.216.625,00	Rp 351.703,12	Rp 2.150.156,25
Downtime COUR	Rp 4.879.907.525,00	Rp 329.259.603,12	Rp 2.011.532.656,25
Total Downtime COUR/Tahun	Rp 7.220.699.784,37		

Dari perhitungan diatas didapatkan total corrective COUR/Tahun sebesar Rp 3.299.079.131,24 dan total downtime COUR/Tahun sebesar Rp 7.220.699.784,37.

3.5 Business Consequence

Business risk matrix adalah alat sederhana yang dikembangkan dengan tujuan untuk membantu manajemen dalam proses pengambilan keputusan, menjaga nilai resiko serendah mungkin. Business consequence dilakukan dengan menggunakan business risk matrix 5x5. Untuk melakukan business consequence dibutuhkan data nilai POF dan biaya ketidakandalan dari suatu subsistem untuk parameter nya.

Tabel III.13 *Business Risk Matrix Corrective COUR*

Probability of Failure	Very High POF > 70%				Blade	Rubber, Filter
	High 50% < POF < 70%					
	Medium 30% < POF < 50%					
	Low 10% < POF < 30%					
	Very low POF < 10%					
		Very low less than Rp 10.000.000	Low Rp 10.000.000 - Rp 50.000.000	Medium Rp 50.000.000 - Rp 100.000.000	High Rp 100.000.000 0 - Rp 1.000.000.0	Very High more than Rp 1.000.000.000
(\$) Business Consequence						

Tabel III.14 *Business Risk Matrix Downtime COUR*

Probability of Failure	Very High POF > 70%				Blade	Rubber, Filter
	High 50% < POF < 70%					
	Medium 30% < POF < 50%					
	Low 10% < POF < 30%					
	Very low POF < 10%					
		Very low less than Rp 10.000.000	Low Rp 10.000.000 - Rp 50.000.000	Medium Rp 50.000.000 - Rp 100.000.000	High Rp 100.000.000 0 - Rp 1.000.000,0	Very High more than Rp 1.000.000.000
(\$) Business Consequence						

Berdasarkan perhitungan business consequence menggunakan business risk matrix, pada business risk matrix corrective COUR dan downtime COUR subsistem karet, sudu dan filter berada pada area merah. Yang berarti perlu adanya tindakan dari perusahaan untuk mencegah resiko yang lebih tinggi.

4 Kesimpulan

- Berdasarkan perhitungan kerugian waktu dan biaya subsistem kritis menggunakan metode COUR, diperoleh corrective lost time atau waktu yang hilang akibat adanya kegiatan corrective maintenance untuk subsistem karet sebesar 25,254 jam, subsistem sudu sebesar 6,645 jam dan subsistem filter sebesar 43,323 jam. Kemudian diperoleh pula downtime lost time atau kerugian waktu yang disebabkan oleh subsistem yang berhenti untuk subsistem karet sebesar 111,288 jam, subsistem sudu sebesar 7,503 jam dan subsistem filter sebesar 45,870 jam. Lalu diperoleh biaya yang disebabkan oleh ketidakandalan subsistem kritis berdasarkan corrective time atau lamanya waktu perbaikan sebesar Rp 3.299.079.131,24 dan berdasarkan downtime atau lamanya waktu subsistem berhenti sebesar Rp 7.220.699.784,37. Perhitungan kerugian waktu dan biaya subsistem kritis mesin berdasarkan metode COUR digunakan untuk menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam melakukan tindakan peningkatan keandalan mesin.
- Berdasarkan perhitungan business consequence menggunakan business risk matrix, pada business risk matrix corrective COUR dan downtime COUR subsistem kritis mesin yaitu karet, sudu dan filter berada pada kategori merah. Dan dari business consequence dapat disimpulkan bahwa diperlukan tindakan lebih lanjut dalam pengoptimalan kegiatan preventive maintenance dari subsistem-subsistem kritis tersebut untuk mencegah adanya resiko dan konsekuensi yang lebih tinggi dari mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10.

Daftar Pustaka:

- [1] Alhilman, J. (2017). *Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data: Case study of Printing Company*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 277(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012072>
- [2] Atmaji, F. T. D. (2015). *Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM, Yogyakarta*. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI), 2(April), 7–11. Retrieved from <http://jr.si.telkomuniversity.ac.id/index.php/JRSI/article/view/83>
- [3] Heizer, J (2001) *Operations-Management pdf.pdf*. (n.d.).
- [4] Vicente, F. (2012). *Assessing the cost of unreliability in gas plant to have a sustainable operation*. Petroleum and Chemical Industry Conference Europe Conference Proceedings, PCIC EUROPE.
- [5] Barringer & Associates. (2010). *Cost of Unreliability*. 1.
- [6] Crespo-Marquez, A., Iung, B., & Levrat, E. (2007). *On the concept of E-maintenance. Information and communication technologies applied to maintenance. Review and current research*. WMSCI 2007 - The 11th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, ISAS 2007 - Proc.
- [7] Ebeling, C. E. (1997). *Intro to Reliability & Maintainability Engineering.pdf* (p. 486). p. 486.