

USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN BERDASARKAN RISIKO DAN EVALUASI KEANDALAN UNTUK PENJADWALAN PERAWATAN PADA MESIN ESCHER WYSS DI PT. KERTAS PADALARANG

PROPOSED MAINTENANCE POLICY BASED ON RISK AND RELIABILITY EVALUATION FOR MAINTENANCE SCHEDULING ESCHER WYSS MACHINE IN PT. KERTAS PADALARANG

Aldi Bastian¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Aji Pamoso³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom
¹ldabgsadi@gmail.com, ²franstatas@telkomuniversity.ac.id, ³aji_9juli@yahoo.com

Abstrak

PT. Kertas Padalarang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur. Produksi kertas pada PT. Kertas Padalarang dari tahun 2014 - 2018 mengalami penurunan. Kegiatan corrective maintenance yang tinggi pada perusahaan tersebut mempengaruhi tingkat produksi kertas, tingginya tingkat kegiatan corrective maintenance berdampak pada meningkatnya downtime pabrik. Mesin yang memiliki frekuensi paling tinggi adalah mesin escher wyss berdasarkan hal tersebut mesin ini digunakan sebagai objek pada penelitian ini. Dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) didapatkan hasil subsistem dryer part sebagai subsistem paling kritis. Dilanjutkan dengan perhitungan Risk Priority Number (RPN) dengan hasil didapatkan 3 komponen kritis yaitu selang flexible, bearing dan vant belt. Perhitungan nilai availability usulan pada komponen kritis mesin escher wyss mengalami kenaikan masing-masing diantaranya selang flexible mengalami kenaikan sebesar 4.2%, bearing sebesar 0.2% dan vant belt sebesar 4%. Komponen kritis dihitung nilai reliabilitas usulannya untuk digunakan sebagai interval waktu pada penjadwalan usulan hasil dari penjadwalan usulan komponen Selang flexible dilakukan inspeksi dengan frekuensi 33 hari sekali, bearing diberikan pelumas setiap 54 hari sekali dan vant belt dilakukan inspeksi 45 hari sekali. Kata kunci: *Risk Based Maintenance, Fault Tree Analysis, Failure Mode Effect Analysis, Availability*

Abstrack

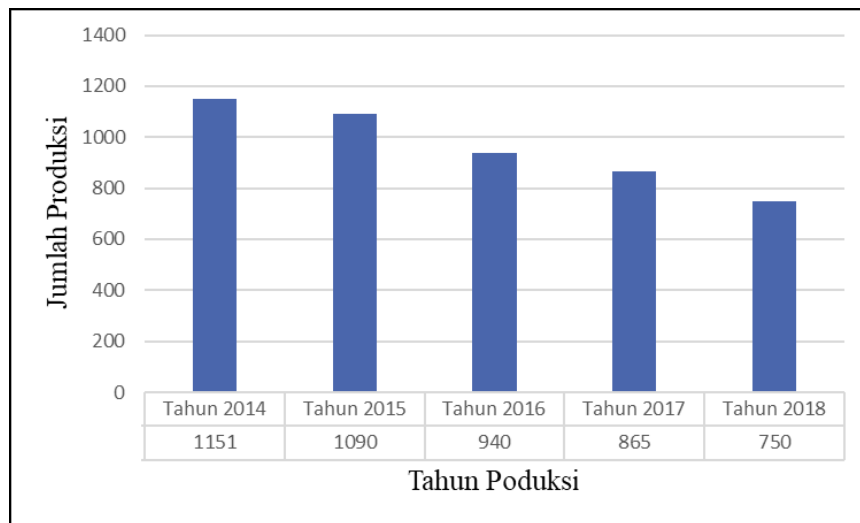
PT. Kertas Padalarang is a company engaged in manufacturing. Paper production at PT. Kertas Padalarang from 2014 - 2018 has decreased. High corrective maintenance activities at the company affect the level of paper production, the high level of corrective maintenance activities has an impact on increasing factory downtime. The machine that has the highest frequency is the machine escher wyss based on this machine is used as an object in this study. Followed by calculations using the Fault Tree Analysis (FTA) method obtained the results of the dryer part subsystem as the most critical subsystem. Followed by the calculation of the Risk Priority Number (RPN) with the results obtained 3 critical components namely flexible hose, bearing and vant belt. Calculation of the proposed availability value on critical components of the Wyss escher engine has increased respectively, including flexible hoses increasing by 4.2%, bearings by 0.2% and vant belts by 4%. The critical component calculated the reliability value of the proposal to be used as a time interval on scheduling proposals resulting from the proposed component scheduling. Flexible hoses are inspected with a frequency of 33 days, bearings are lubricated every 54 days and the belt is inspected every 45 days.

1. Pendahuluan

Proses produksi untuk menghasilkan sebuah produk tidak lepas dari peran suatu sistem sebagai salah satu hal yang penting. Tanpa perencanaan jadwal pemeliharaan preventif yang tepat kegagalan dapat terjadi pada sistem proses ditingkat manapun. PT. Kertas Padalarang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur. PT. Kertas Padalarang didirikan pada 22 Mei tahun 1922. PT. Kertas Padalarang merupakan perusahaan pembuat kertas pertama di Indonesia, hingga saat ini perusahaan tersebut memproduksi berbagai macam jenis kertas diantaranya sebagai berikut (Padalarang, 2010):

1. Kertas Umum : Doorslagh, HVS, Kraft, Straw Pulp dan CD
2. Kertas Sekuriti : Kertas Pita Cukai, Kertas Cheque, Kertas Giro, Kertas KTP, Akta KK, STTB, Ijazah PTS, SKHUN dan SKPD
3. Kertas Sigaret : Golden Bird and Lucky

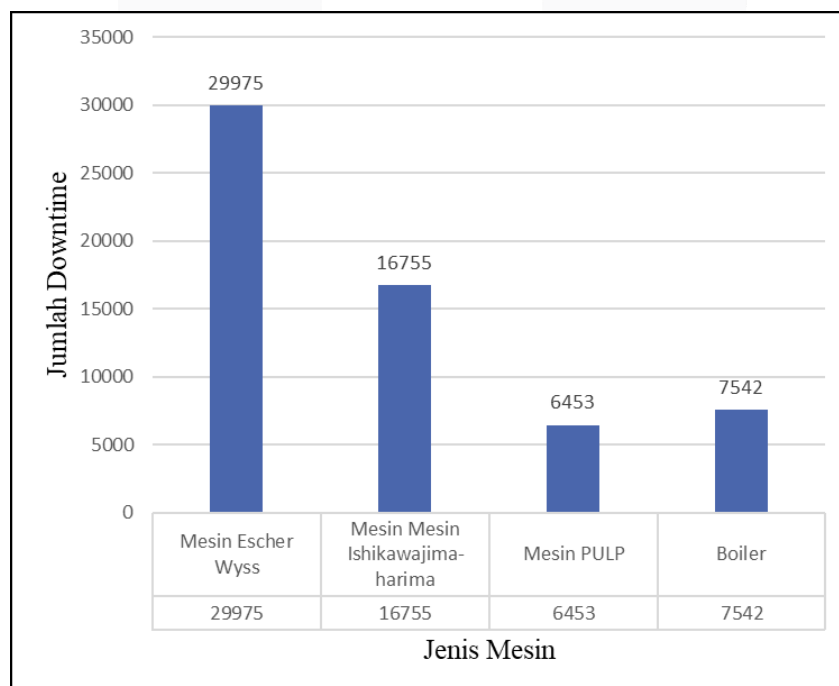
PT. Kertas Padalarang dibagi menjadi 4 divisi yaitu divisi produksi, divisi pemasaran, divisi personalia dan divisi pembelanjaan. Objek pada penelitian ini berada pada divisi produksi. Berikut ini merupakan jumlah produksi kertas dalam satuan kilogram pada rentang tahun 2014 – 2018:



Gambar I.1 Grafik Jumlah Produksi Kertas Pada Tahun 2014 – 2018

Sumber: PT. Kertas Padalarang

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa produksi kertas pada PT. Kertas Padalarang setiap tahun mengalami penurunan. Penurunan produksi pertahun disebabkan oleh tingkat kerusakan pada mesin produksi kertas yang tinggi karena umur mesin yang sudah tua dan jumlah downtime yang besar. Hasil wawancara dengan maintenance planner perusahaan menunjukkan bahwa jenis kegiatan perawatan yang sering digunakan pada perusahaan tersebut adalah corrective maintenance. Tingginya tingkat kegiatan corrective maintenance berdampak pada meningkatnya downtime pabrik (Kiran et al. 2016). Berikut ini merupakan grafik downtime pada tahun 2016-2018 di PT. Kertas Padalarang:



Gambar I.2 Grafik Downtime Sistem Produksi Kertas Tahun 2016-2018

Sumber: PT. Kertas Padalarang

Dari Gambar I.2 dapat dilihat bahwa total waktu downtime pada sistem produksi kertas pada tahun 2016 -2018 memiliki perbedaan pada setiap jenis mesinnya, total downtime tertinggi dimiliki oleh Mesin Escher Wyss yaitu 29975 jam. Tingginya total downtime dan tingginya frekuensi kerusakan mesin menyebabkan pengaruh terhadap

tingkat produksi perusahaan yang terus menurun dari tahun 2016 – 2018 sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Kerugian yang ditanggung oleh perusahaan harus dikurangi dengan cara melakukan evaluasi keandalan dan perencanaan pemeliharaan berdasarkan risiko dengan tujuan meningkatkan produksi dan kinerja mesin (Kiran et al. 2016).

Pembahasan tugas akhir ini menggunakan metode Risk-Based Maintenance (RBM) metode tersebut merupakan suatu metode kuantitatif hasil integrasi antara pendekatan reliability dan strategi pendekatan risiko (Khan and Haddara 2003), metode ini berguna untuk memberikan gambaran risiko pada mesin escher wyss. Pada metode tersebut diawali dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) dengan tujuan untuk mengetahui subsistem yang paling kritis pada mesin escher wyss. Setelah diketahui subsistem yang paling kritis pada mesin tersebut dilanjutkan dengan metode Risk priority Number (RPN) dengan tujuan untuk mengetahui komponen yang paling kritis dari subsistem tersebut. Dilanjutkan dengan mengevaluasi reliabilitas untuk meminimalkan konsekuensi dari kerusakan komponen kritis. Perhitungan reliability eksisting didapatkan dari data eksisting perusahaan. Reliability usulan didapatkan dari hasil perhitungan reliability setiap komponen kritis hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk interval waktu perawatan pada penjadwalan usulan. Setelah dilakukan penjadwalan usulan nilai availability usulan dari setiap komponen kritis dihitung dan dibandingkan dengan nilai availability eksisting..

2. Landasan Teori

II.1 Maintenance

Pemeliharaan didefinisikan sebagai kombinasi dari semua tindakan teknis, administratif dan manajerial selama siklus hidup dari suatu item yang dimaksudkan untuk mempertahankannya, atau mengembalikannya ke, keadaan di mana ia dapat melakukan fungsi yang diperlukan (Gopalakrishnan, Ruzzene and Hanagud, 2007)

II.1.1 Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan maintenance yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem ke fungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut (Márquez, 2007).

II.1.2 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah kegiatan maintenance yang dilakukan sebelum suatu sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan fungsi (Márquez, 2007). Tujuan *preventive maintenance* adalah sebagai berikut:

1. Mencegah atau meminimasi terjadinya kerusakan.
2. Mendeteksi apabila terjadinya kerusakan.
3. Menemukan kerusakan yang tersembunyi.
4. Meningkatkan reliability dan availability pada sistem tersebut.

II.1.3 Predictive maintenance

Predictive maintenance adalah bentuk baru dari *planned maintenance* dimana penggantian komponen/suku cadang dilakukan lebih awal dari waktu terjadinya kerusakan (Seyedshohadaie, Damjanovic, and Butenko 2010).

Manfaat dari kegiatan perawatan ini yaitu:

1. Meningkatkan tingkat *availability*
2. Meningkatkan keamanan pabrik dan keselamatan operator
3. Mengoptimasi ongkos perawatan

II.1.4 Reliability

Reliability merupakan probabilitas suatu sistem akan memberikan performa sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu (Ebeling, 1997). Nilai reliability suatu sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk probabilitas, dengan nilai R (Reliability) antara 0-1. Nilai 0 menyatakan kondisi sistem tidak dapat berfungsi. Sedangkan nilai 1 menunjukkan kondisi sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa terjadi kerusakan. Berikut ini merupakan rumus perhitungan dari reliability:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt = e^{-(t/n)\beta}$$

(II.1)

Berikut ini merupakan keterangan dari rumus diatas:

$f(t)$ = Fungsi kepadatan peluang, probabilitas kegagalan untuk periode tertentu satuannya 0-1.

$R(t)$ = Keandalan (Reliability), sistem beroperasi pada waktu t (periode) satuannya 0-1.

R = 1 sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik.

R = 0 sistem tidak dapat melaksanakan fungsi dengan baik.

R = 0,7 sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik =70%

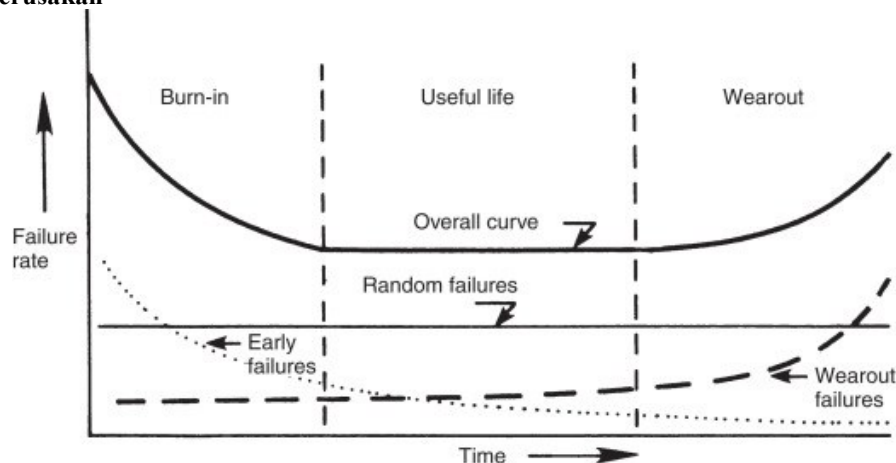
II.1.5 Availability

Availability merupakan ukuran suatu sistem dapat beroperasi sesuai fungsinya pada jangka waktu tertentu dalam kondisi operasi yang telah ditetapkan (Ebeling, 1997). *Availability* juga merupakan tolak ukur keberhasilan suatu sistem dengan semakin besar nilai *availability* maka ketersediaan sistem untuk beroperasi sesuai fungsinya semakin tinggi. Berikut ini merupakan rumus dari perhitungan *availability*:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

(II.2)

II.1.6 Pola Kerusakan



Gambar II.1 Bathub Curve

Sumber: Science Direct

Pola kerusakan bisa digambarkan dalam suatu kurva yang disebut dengan *bathhtub curve*. Seperti yang terlihat pada Gambar II.1, laju kerusakan akan menurun seiring dengan bertambahnya waktu (Atmaji, 2015). Kurva ini terdiri dari tiga fase, yaitu:

1. *Early life*
Dimulai dengan laju kerusakan yang tinggi dan akan menurun seiring dengan penambahan waktu operasi sistem. Peluang kerusakan pada saat ini akan lebih kecil daripada saat sistem tersebut pertama kali beroperasi.
2. *Useful life*
Fase ini menggambarkan laju kerusakan yang cenderung konstan seiring penambahan waktu operasi sistem. Terjadinya kerusakan tidak dipengaruhi oleh waktu operasi sistem.
3. *Wearout life*
Fase ini ditandai dengan laju kerusakan yang terus meningkat seiring dengan penambahan waktu sistem operasi.

II.1.7 Risk Based Maintenance

Tujuan utama dari *risk based maintenance* ini adalah untuk mengurangi risiko secara keseluruhan yang mungkin terjadi sebagai akibat dari kegagalan tak terduga dari fasilitas operasi (Khan and Haddara, 2003). Fase dalam pemeliharaan berdasarkan resiko ini dibagi menjadi 2 fase yaitu penilaian risiko dan pemeliharaan berdasarkan risiko (Arunraj and Maiti, 2010). Proses penilaian risiko sebagai berikut:

1. Bahaya identifikasi,
2. Kemungkinan dan akibat estimasi yang dikalikan untuk menghitung risiko
3. Risiko evaluasi

Jika pada saat perhitungan risiko melebihi penerimaan kriteria maka risiko harus dikurangi. Cara untuk mengurangi risiko adalah perencanaan pemeliharaan yang efektif (Arunraj and Maiti, 2010).

II.2 Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan sebuah *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari suatu sistem. Analisis ini berguna untuk mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem (Nouri.Gharahasanlou *et al.*, 2014).

II.3 Risk Priority Number

Penggunaan nilai Risk Priority Number (RPN) bertujuan untuk mengalokasikan sumber daya pemeliharaan yang terbatas terhadap kerusakan yang paling kritis (Sellappan and Palanikumar 2013). Nilai Risk Priority Number (RPN) yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan menggunakan 3 indikator yaitu Severity, Likelihood dan Frequency. Nilai Severity merupakan suatu penilaian terhadap tingkat keseriusan suatu efek akibat dari potensi kegagalan yang terjadi. Nilai Frequency merupakan tingkat probabilitas terjadinya kegagalan sedangkan nilai Likelihood merupakan peluang terjadinya kegagalan yang dapat terdeteksi sebelum terjadi. Rumus dari nilai RPN sebagai berikut:

$$RPN \text{ (Risk Priority Number)} = (\text{Severity of failure}) \times (\text{Likelihood of detection of failure}) \times (\text{Frequency of failure}).$$

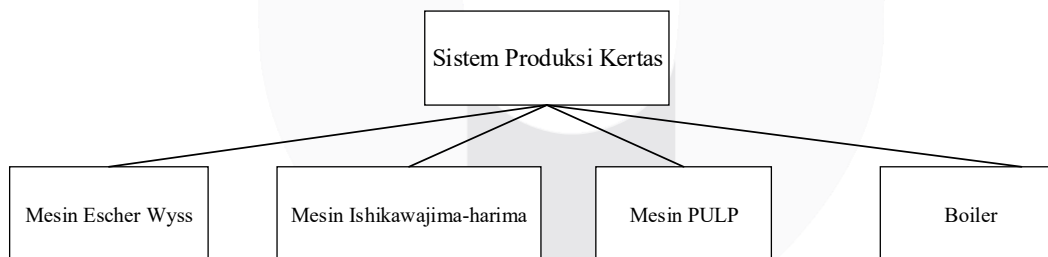
3. Pembahasan

III.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian Tugas Akhir ini diperoleh berdasarkan studi kasus di PT. Kertas Padalarang dengan objek penelitian terpilih yaitu sistem produksi kertas. Sistem tersebut merupakan salah satu sistem utama dari PT. Kertas Padalarang. Berikut ini merupakan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian:

III.1.1 Deskripsi Mesin Produksi Kertas

Sistem produksi kertas merupakan suatu sistem yang memproduksi bermacam – macam jenis kertas, sistem tersebut memiliki 4 subsistem sebagai berikut :



Gambar III.1 *System Breakdown Structure* Produksi Kertas

Pada gambar diatas sistem produksi kertas dibagi menjadi 4 subsistem yaitu:

1. Mesin Escher Wyss

Mesin ini dibuat pada tahun 1922. Mesin Escher Wyss merupakan mesin buatan Jerman, mesin tersebut berfungsi dalam pembuatan kertas yang dihasilkan dari kompresi serat yang berasal dari pulp. Pada perusahaan ini Mesin Escher Wyss digunakan untuk membuat 2 jenis kertas yaitu kertas umum dan kertas sigaret. Berdasarkan dari tahun pembuatan mesin ini termasuk jenis mesin paling tua yang masih berproduksi di PT. Kertas Padalarang.

2. Mesin Ishikawajima-harima

Mesin Ishikawajima-harima dibuat pada tahun 1975. Mesin ini merupakan mesin buatan Jepang, mesin tersebut berfungsi dalam pembuatan kertas yang dihasilkan dari kompresi serat yang berasal dari pulp. Pada perusahaan ini kertas yang diproduksi oleh mesin tersebut adalah kertas sigaret.

3. Mesin PULP

Mesin ini merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memisahkan serat dari bahan baku (kayu) yang digunakan sebagai bahan baku pembuat kertas. Mesin yang PULP yang terdapat di perusahaan ini dibuat pada tahun 1982.

4. Boiler

Boiler adalah suatu alat yang berfungsi untuk memproduksi uap air yang digunakan untuk sebuah proses/kebutuhan.

III.1.2 Frekuensi Kerusakan Komponen Mesin

Berikut ini merupakan data kerusakan mesin selama tahun 2016 – 2018 di PT. Kertas Padalarang yang didapat dari data perawatan eksisting pada setiap fasilitas di PT. Kertas Padalarang:

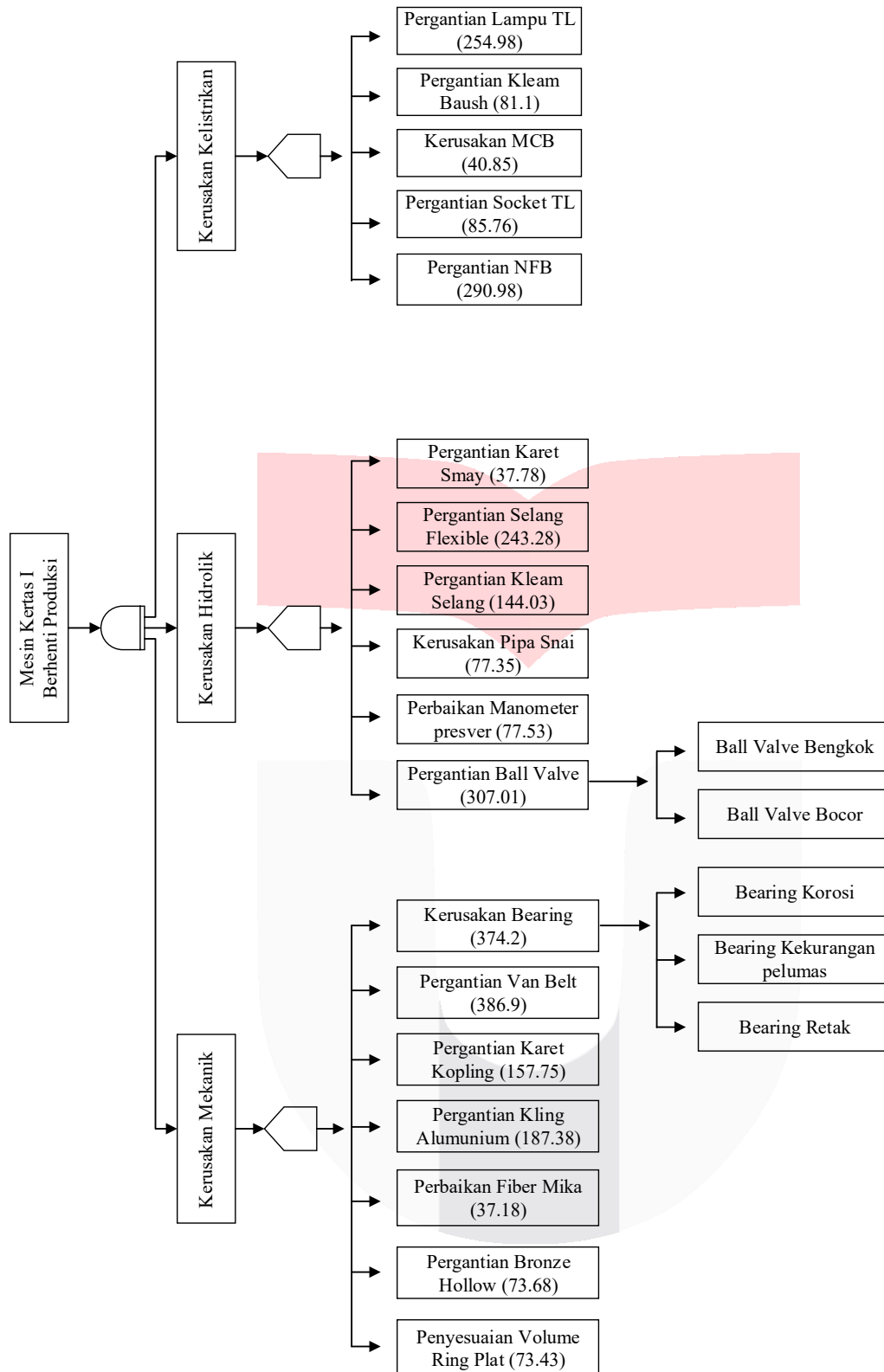
Tabel III.1 Data Kerusakan Komponen Mesin

Jenis Mesin	Frekuensi Kerusakan	Persentase
Mesin Escher Wyss	377	56%
Mesin Ishikawajima-harima	202	30%
Mesin PULP	38	6%
Boiler	52	8%
Jumlah	669	100%

Pada tabel III.1 menunjukan bahwa frekuensi yang paling tinggi terjadi pada Mesin Escher Wyss dengan nilai persentase kerusakan sebesar 56% dengan diikuti oleh Mesin Ishikawajima-harima 30%, Boiler 8% dan Mesin PULP 6%. Berdasarkan dari hasil frekuensi kerusakan yang didapat maka Mesin Escher Wyss dijadikan sebagai objek pada penelitian ini karena memiliki persentase kerusakan paling tinggi.

III.2 Penentuan Subsistem Kritis

Dalam penentuan subsistem kritis metode Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk menganalisis penyebab dari beberapa kerusakan subsistem yang di akibatkan dari komponen yang rusak. Berikut ini merupakan Fault Tree Analysis dari Mesin Escher Wyss:



Gambar IV.2 Fault Tree Analysis

Pada Gambar IV.2 menjelaskan bahwa Mesin Escher Wyss memiliki 3 jenis kerusakan subsistem yaitu kerusakan dryer part, kerusakan wire part dan kerusakan press part. Masing-masing kerusakan pada subsistem Mesin Escher Wyss memiliki penyebab. Berdasarkan hasil dari metode Fault Tree Analysis penyebab kerusakan paling banyak dimiliki oleh setiap subsistem adalah kerusakan dryer part. Total downtime tertinggi yang dimiliki subsistem Mesin Escher Wyss adalah total downtime kerusakan dryer part dengan jumlah 204,45 jam. Dari hasil tersebut maka subsistem paling kritis yang dipilih adalah subsistem dryer part

III.3 Pengolahan Risk Priority Number (RPN)

Nilai RPN didapatkan berdasarkan hasil wawancara dan analisa dengan maintenance engineer dari perusahaan, Risk Priority Number (RPN) merupakan perkalian antara nilai severity, frequency dan likelihood pada setiap failure mode. Kemudian nilai dari RPN yang telah diketahui diurutkan berdasarkan nilai tertinggi hingga yang paling rendah. Pengolah data RPN dapat dilihat pada lampiran C.

Ukuran pada nilai RPN yang dapat diterima diperoleh dari data downtime komponen mesin yang tidak mengalami kerusakan selama kurun waktu tertentu dan komponen tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja mesin (Kiran et al. 2016). Berdasarkan dari data yang dikumpulkan dan dilakukan perhitungan RPN, komponen bronze hollow merupakan komponen yang memiliki nilai downtime nol karena komponen tersebut tidak mengalami kerusakan dalam periode 36 bulan. Jumlah RPN pada komponen tersebut adalah 63, maka nilai RPN 63 diambil sebagai risiko yang dapat diterima oleh perusahaan jika terjadi kerusakan. Komponen dengan nilai RPN > 63 adalah:

1. Selang flexible
2. Bearing
3. Vant Belt

III.4 Penentuan Distribusi Data TTF dan TTR Pada Komponen Kritis

Distribusi data TTF dan TTR pada komponen kritis selang flexible, bearing dan vant belt dilakukan dengan cara menggunakan uji AD (Anderson-Darling). Dengan menggunakan uji tersebut akan diketahui distribusi yang mewakili untuk data TTF dan TTR dari tiap komponen kritis. Terdapat beberapa ketentuan yang perlu dipenuhi dalam uji AD, di antaranya:

1. Penggunaan tingkat kepercayaan 95% diperoleh α sebesar 0,05.
2. Hipotesis:
 - H_0 : Data TTF dan TTR setiap komponen kritis berdistribusi normal, eksponensial, atau Weibull.
 - H_1 : Data TTF dan TTR setiap komponen kritis tidak berdistribusi normal, eksponensial, atau Weibull.
 - Tolak H_0 jika nilai $P\text{-value} \leq \alpha$.

Berikut ini merupakan hasil penentuan distribusi data TTF dan TTR untuk setiap komponen kritis dapat dilihat pada Tabel IV.8 dan Tabel IV.9:

Tabel III.1 Hasil Penentuan Distribusi Data TTF

Komponen Kritis	Distribusi	P-Value	Nilai AD	Distribusi Terpilih
<i>Selang Flexible</i>	Normal	<0.005	1.903	Weibull
	Eksponensial	0.015	1.739	
	Weibull	0.223	0.478	
<i>Bearing</i>	Normal	<0.005	1.521	Weibull
	Eksponensial	0.701	0.336	
	Weibull	> 0.250	0.355	
<i>Vant Belt</i>	Normal	<0.005	1.948	Weibull
	Eksponensial	0.216	0.759	
	Weibull	> 0.250	0.355	

Tabel III.2 Hasil Penentuan Distribusi Data TTR

Komponen Kritis	Distribusi	P-Value	Nilai AD	Distribusi Terpilih
<i>Selang Flexible</i>	Normal	0.071	0.652	Weibull
	Eksponensial	0.065	1.181	
	Weibull	>0.250	0.384	
<i>Bearing</i>	Normal	0.242	0.453	Weibull
	Eksponensial	0.136	0.923	
	Weibull	> 0.250	0.370	
<i>Vant Belt</i>	Normal	<0.005	1.521	Weibull
	Eksponensial	0.571	0.424	
	Weibull	>0.250	0.350	

Distribusi ditentukan berdasarkan dari nilai AD yang terkecil dengan nilai P-value yang lebih besar dari α . Nilai AD merupakan nilai yang menunjukkan suatu distribusi dapat mewakili penyebaran suatu data semakin kecil nilai AD tersebut maka semakin mewakili distribusi terhadap penyebaran data (Dhamayanti, Alhilman, and Athari 2016). Nilai P-value digunakan untuk mengetahui suatu hipotesis ditolak atau diterima. Nilai AD dan nilai P-value diperoleh menggunakan bantuan *software* Minitab 17, hasil dari *software* tersebut bisa dilihat pada Lampiran D dan E.

III.5 Perhitungan MTTF dan MTTR pada Komponen Kritis

Selanjutnya dilakukan perhitungan MTTF dan MTTR. Berdasarkan dari hasil penentuan parameter distribusi data komponen kritis setiap komponen tersebut memiliki distribusi yang sama yaitu jenis distribusi Weibull maka perlu menggunakan rumus pada persamaan II.5 dan II.8. Hasil perhitungan MTTF dan MTTR untuk tiap komponen kritis dapat dilihat pada Tabel III.2 dan Tabel III.3.

Tabel III.3 Hasil Perhitungan MTTR

Komponen Kritis	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	Γ	MTTR (Jam)
<i>Selang Flexible</i>	Weibull	η	91.8241	1.614144987	0.89519	82.20
		β	1.6283			
<i>Bearing</i>	Weibull	η	3.3462	1.706189753	0.90983	3.04
		β	1.4161			
<i>Vant Belt</i>	Weibull	η	73.2035	2.068878533	1.0311	75.48
		β	0.9356			

Tabel III.3 Hasil Perhitungan MTTF

Komponen Kritis	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	Γ	MTTF (Jam)
<i>Selang Flexible</i>	Weibull	η	1240.6430	2.435399831	1.27162141	1577.63
		β	0.6967			
<i>Bearing</i>	Weibull	η	1037.0793	1.845008535	0.944104711	979.11
		β	1.1834			
<i>Vant Belt</i>	Weibull	η	1286.8011	2.225865768	1.117637154	1438.18
		β	0.8158			

Pada tabel III.3 menunjukkan hasil perhitungan MTTR untuk komponen kritis mesin escher wyss yaitu selang flexible sebesar 82.20 jam, bearing 3.04 jam dan vant belt sebesar 75.48 jam. Pada tabel IV.13 menunjukkan hasil perhitungan MTTF komponen kritis mesin escher wyss yaitu selang flexible sebesar 157763 jam, bearing sebesar 979.11 jam dan vant belt sebesar 1438.11 jam.

III.6 Perhitungan MTBF Eksisting dan Usulan pada Komponen Kritis Mesin Escher Wyss

Perhitungan MTBF dilakukan pada setiap komponen kritis menggunakan rumus pada persamaan II.9. Perhitungan untuk jumlah jam kerja pertahun didapatkan dari hasil perkalian 8 jam x 25hari x 12 bulan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan MTBF eksisting dan MTBF usulan:

Tabel III.4 Hasil Perhitungan MTBF

Komponen Kritis	Failure Rate	Reliability	MTBF
<i>Selang Flexible</i>	0.8186088	0.205238	1515.550536
<i>Bearing</i>	1.0602225	0.121005	1136.404007
<i>Vant Belt</i>	0.8915045	0.189619	1443.403832
Total	2.7703359	0.515863	4095.358375

Tabel III.5 Hasil Perhitungan MTBF Usulan

Komponen Kritis	Jam Kerja Pertahun	Reliability Usulan	MTBF Usulan
<i>Selang Flexible</i>	2400	0.711587	7053.479045
<i>Bearing</i>	2400	0.705732	6886.271239
<i>Vant Belt</i>	2400	0.702037	6784.08701
Total	7200	2.119356	20723.83729

Penentuan terhadap Mesin Escher Wyss dilakukan untuk menentukan nilai *availability* dari mesin tersebut. Tabel III.4 dan III.5 menunjukkan hasil perhitungan MTBF dan MTBF Usulan dengan nilai 4095.358375 jam dan 20723.83729 jam.

III.7 Perhitungan *Availability* Eksisting dan *Availability* Usulan Komponen Kritis Mesin Escher Wyss

Hasil perhitungan *Availability* eksisting terhadap komponen Mesin Escher Wyss dilakukan untuk menentukan nilai ketersediaan dari mesin tersebut. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai *availability menggunakan rumus* (II.2).

Tabel III.6 Hasil *Availability* Eksisting Komponen Kritis

Komponen Kritis	<i>Availability</i> Usulan	<i>Availability</i> Eksisting	Persentase Kenaikan
<i>Selang Flexible</i>	0.988480464	0.9485528	4.2%
<i>Bearing</i>	0.999558086	0.9973281	0.2%
<i>Vant Belt</i>	0.988996337	0.9503054	4%

III.8 Perhitungan *Reliability* Usulan pada Komponen Kritis

Perhitungan nilai *reliability* usulan menggunakan rumus (II.1). Nilai *reliability* minimum sebesar 0.70 didapat berdasarkan dari nilai *reliability* yang dapat diterima oleh perusahaan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *reliability* usulan:

Tabel III.7 Interval Waktu Perawatan

Komponen	<i>Reliability</i> Usulan Jika Minimum Reliabilitas >0,70	Interval Waktu Perawatan (Hari)
Selang flexible	0.712	33
Bearing	0.706	54
Vant belt	0.702	45

Berdasarkan perhitungan pada Tabel III.7 nilai *reliability* usulan selang flexible sebesar 0.712, bearing 0.706 dan vant belt 0.702. Masing-masing komponen kritis memiliki interval waktu yaitu selang flexible memiliki interval waktu 33 hari, bearing 54 hari dan vant belt 45hari

4. Kesimpulan

1. Perhitungan *availability* eksisting dan usulan pada mesin escher wyss dilakukan untuk mengetahui peningkatan *availability* pada mesin tersebut, hasil perhitungan *availability* menunjukkan bahwa *availability* pada komponen kritis mengalami kenaikan masing-masing sebesar selang flexible mengalami kenaikan sebesar 4.2%, bearing sebesar 0.2% dan vant belt sebesar 4%.
2. Penjadwalan perawatan efektif dilakukan berdasarkan dari hasil metode Fault Tree Analysis (FTA) dan penilaian Risk Priority Number (RPN). Dari hasil pengolahan data tersebut subsistem dryer part dipilih sebagai subsistem paling kritis, komponen kritis yang terpilih yaitu selang flexible, bearing dan vant belt. Setelah dilakukan penentuan subsistem kritis penjadwalan dilakukan pada setiap komponen tersebut. Selang flexible dilakukan inspeksi dengan frekuensi 33 hari sekali, bearing diberikan pelumas setiap 54 hari sekali dan vant belt dilakukan inspeksi 45 hari sekali.

Daftar Pustaka

- Akbar Perwira Wibowo, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, Endang Budiasih. 2017. PROPOSED DESIGNING MAINTENANCE POLICY JET DYEING MACHINE USING LIFE CYCLE COST (LCC) AND OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) IN PT.XYZ.
- Arunraj, N. S., and J. Maiti. 2007. "Risk-Based Maintenance-Techniques and Applications." *Journal of Hazardous Materials* 142(3): 653–61.
2010. 48 Safety Science Risk-Based Maintenance Policy Selection Using AHP and Goal Programming. Elsevier Ltd. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2009.09.005>.
- Baig, Ahmed Ali, Risza Ruzli, and Azizul B. Buang. 2013. "Reliability Analysis Using Fault Tree Analysis: A Review." *International Journal of Chemical Engineering and Applications* 4(3): 169–73.
- Basak, D., S. Pal, and D. C. Patranabis. 2014. "Nondestructive Evaluation of a 6X25 FW Haulage Rope in a Monocable Continuously Moving Passenger Cable Car Installation." *International Journal of Engineering and Technology* 1(5): 486–90.
- Destina Surya Dhamayanti, Judi Alhilman, Nurdinintya Athari. 2016. "USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN KOMORI LS440 (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC." *Rekayasa Sistem & Industri* 3(April): 31–37.
- Dhamayanti, Destina Surya, Judi Alhilman, and Nurdinintya Athari. 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(April): 31–37.
- Ebeling, Charles E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw Hill.
- Gopalakrishnan, S, M Ruzzene, and S Hanagud. 2007. *Thermoplastics and Thermoplastic Composites* Springer Series in Reliability Engineering. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781856174787500118>.
- Hu, Haijun, Guangxu Cheng, Yun Li, and Yiping Tang. 2009. "Journal of Loss Prevention in the Process Industries Risk-Based Maintenance Strategy and Its Applications in a Petrochemical Reforming Reaction System." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 22(4): 392–97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2009.02.001>.
- Khan, Faisal I., and Mahmoud M. Haddara. 2003. "Risk-Based Maintenance (RBM): A Quantitative Approach for Maintenance/Inspection Scheduling and Planning." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 16(6): 561–73.
- Kiran, S., K.P. Prajeeth Kumar, B. Sreejith, and M. Muralidharan. 2016. "Reliability Evaluation and Risk Based Maintenance in a Process Plant." *Procedia Technology* 24: 576–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.117>.
- Krishnasamy, Loganathan, Faisal Khan, and Mahmoud Haddara. 2005. "Development of a Risk-Based Maintenance (RBM) Strategy for a Power-Generating Plant." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 18(2): 69–81.
- Maghfira Rachmawati Hariyanto, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, dan Judi Alhilman. 2017. "Perancangan Aplikasi Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dan Rcs (Reliability Centered Spares) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance Dan Persediaan Spare Part." *e-Proceeding of Engineering* 4(2): 2867–74.
- Maharani Irsalina, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, Nopendri. 2017. PROPOSAL OF MAINTENANCE POLICY ON BARMAG FK6800 MACHINE IN YARN COMPANY USING RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE AND RISK-BASED MAINTENANCE METHOD.
- Nouri.Gharahasanlou, Ali, Ashkan Mokhtarei, Aliasqar Khodayarei, and Mohammad Ataei. 2014. "Fault Tree Analysis of Failure Cause of Crushing Plant and Mixing Bed Hall at Khoy Cement Factory in Iran." *Case Studies in Engineering Failure Analysis* 2(1): 33–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csefa.2013.12.006>.

- Sellappan, N., and K. Palanikumar. 2013. "Modified Prioritization Methodology for Risk Priority Number in Failure Mode and Effects Analysis." *International Journal of Applied Science and Technology* 3(4): 27–36.
- Seyedshohadaie, S. Reza, Ivan Damnjanovic, and Sergiy Butenko. 2010. "Risk-Based Maintenance and Rehabilitation Decisions for Transportation Infrastructure Networks." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 44(4): 236–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2010.01.005>.
- Toshio Nakagawa. 2008. *Advanced Reliability Models and Maintenance Policies*. <http://link.springer.com/10.1007/978-1-84800-294-4>.
- Yuhelson, Bustami Syam, Sukaria Sinullingga, and Ikhwanasyah Isranuri. 2010. "Analisis Reliability Dan Availability Mesin Pabrik Kelapa Sawit Pt . Perkebunan Nusantara 3." *Jurnal Dinamis* II(6): 6–22.

