

**ANALISIS PERFORMANCE MESIN WEAVING PADA PT ABC MENGGUNAKAN
METODE
RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM)
DAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF WEAVING MACHINES IN PT ABC USING
METHOD
RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM)
AND OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)**

Agung Firman Yusra¹, Endang Budiasih², Aji Pamoso³

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

¹agungfirmanyusra@gmail.com ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

³aji_p9juli@yahoo.com

Abstrak

PT ABC merupakan perusahaan industri tekstil Indonesia di kabupaten Bandung yang memproduksi sarung menggunakan mesin *weaving*. Mesin *weaving* adalah mesin tenun yang otomatisasi, harus memiliki performansi bagus dan bekerja optimal. Maka kebijakan *maintenance* pada mesin *weaving* harus tepat. Metode yang digunakan *Reliability Availability Maintainability (RAM) Analysis* pada sistem kritis mesin dan mengetahui nilai *performance indicator* di sistem kritis mesin *weaving*. Metode selanjutnya yaitu *Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis* untuk mengetahui kinerja dan tingkat efektivitas mesin. Dalam OEE dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality product* dari sebuah mesin, serta faktor *six big losses* untuk mengetahui faktor apa yang menyebabkan nilai OEE rendah.

Pada mesin *weaving* terdapat 4 sub sistem kritis yaitu gun, lade, teropong, dan sisir tenun. Masing-masing sub sistem memiliki $R(t) = 16$ jam yaitu, gun 94%, lade 95%, teropong 94% dan sisir tenun 96%, sedangkan dengan *maintainability* selama $M(t) = 1$ jam sudah bisa mengembalikan keandalannya sebanyak, gun 32%, lade 15%, teropong 57%, dan sisir tenun 17%. Nilai *inherent availability system* 95% dan *operational availability system* 78%. Nilai *overall equipment effectiveness* mesin *weaving* yaitu, *availability* 85,28%, *performance rate* 65,04%, dan *quality rate* 75,58%. Sehingga nilai OEE 42,11%, sedangkan nilai *six big losses* terbesar *defect losses* 36,65%.

Kata Kunci –*Reliability- Maintenance-Availability, Overall-Equipment-Effectiveness, Six-big-losses.*

Abstract

PT ABC Company is textile industry Indonesia at Bandung District which produces sarung use a weaving machine. Machine weaving loom that is automation, should possess a good performance and optimal work. Then maintenance on the machine weaving must be precise. Methods used Reliability Availability Maintainability (RAM) Analysis on system of critical machinery and know value of the performance indicator on the system critical machine weaving. The next method that is Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis to know the performance and effectiveness of the machines. In the OEE calculation performed to find out the value of availability, performance rate, rate of quality product from a machine and also to know a factor six big losses make OEE value low.

Weaving machine there are 4 sub critical system. gun, lade, teropong, and sisir tenun, when has a $R(t) = 16$ hours, 94% gun, 95% lade, 94% teropong, and 96% sisir tenun. With maintainability for $t = 1$ hour can already restore possibly as much as 32% gun, 15% lade, 57% teropong, and 17% sisir tenun. Inherent availability system value 95% and operational availability system value 78%. The value of the overall equipment effectiveness weaving machines, 85.28% availability, 65.04% performance rate, and 75.58% quality rate. So the value of OEE 42.11%, the value of the six big losses the biggest is defects 36.65% losses.

Keywords–*Reliability-Maintenance-Availability, Overall-Equipment-Effectiveness, Six-big-losses.*

1 Pendahuluan

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak di sektor tekstil, yang memproduksi kain tenun berupa sarung, mesin yang digunakan adalah mesin *weaving* dengan tipe *shutel*. Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan mesin *weaving* memiliki jumlah mesin yang paling banyak, hasil wawancara di perusahaan juga diketahui bahwa mesin *weaving* memiliki tingkat kerusakan yang terbanyak, dan merupakan proses utama dari pembuatan sarung, bila terjadi *downtime* maka itu akan memperlambat proses produksi dan akan mengurangi hasil produksi, dan juga memiliki total *defect* yang cukup banyak.

Untuk itu dilakukan pengukuran kinerja (*performance assesment*) dari mesin *weaving* dengan menggunakan metode *reliability availability maintainability* (RAM) dan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk mengetahui tingkat keefektifan dari mesin *weaving*, dan mengetahui faktor apa yang menyebabkan penurunan efektifitas suatu *equipment* atau mesin dengan mengetahui dari faktor *six big losses* mana yang paling dominan mempengaruhi penurunan efektifitas produksi bagi perusahaan, maka untuk memudahkan analisa menggunakan metoda RAM dan OEE.

2 Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Maintenance atau perawatan adalah aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu [4]. Selain itu terdapat definisi lain [10] perawatan adalah untuk memastikan setiap aset fisik yang dimiliki dapat memenuhi yang diinginkan oleh user terhadap fungsi yang dijalankan oleh aset tersebut. Dari pendapat diatas bahwa kegiatan perawatan dilakukan untuk merawat atau memperbaiki peralatan agar melaksanakan produksi dengan efektif dan efisien sesuai dengan pesanan yang telah direncanakan dengan hasil poduk yang berkualitas. Klasifikasi *maintenance* menurut [9].

2.1.2 Tujuan Maintenance

Tujuan dari *maintenance* sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan aset.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

2.1.3 Preventive Corrective dan Predictive Maintenance

Preventive maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi [9].

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem ke fungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut [9].

Predictive maintenance merupakan strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan kondisi mesin itu sendiri.

2.1.4 Risk Matrix

Banyak cara bisa digunakan untuk mendefinisikan sistem kritis, salah satunya dengan menggunakan *risk matrik*, yang terdiri dari 2 sumbu yaitu x dan y. *risk matrik* ini sendiri menilai resiko dengan mendefinisikan kriteria *likelihood* dan *consequences/ severity*.

Likelihood adalah nilai yang mendefinisikan kemungkinan terjadinya, kriteria *likelihood* yang digunakan adalah frekuensi dimana dalam perhitungan secara kuantitatif berdasarkan data perusahaan.

Consequences/severity adalah nilai yang mendefinisikan keseriusan terjadinya, Kriteria *Consequences/Severity* yang digunakan adalah akibat yang akan diterima didefinisikan secara kuantitatif.

Dari kedua hal ini di ubah menjadi bentuk *matrix* yang dimana *matrix Likelihood* terdiri dari *rare, unlikely, possible, likely, dan almost certain*. Sedangkan untuk *matrix* pada *consequences/ severity* terdiri dari *critical, hazardous, major, minor, dan not significant*. Untuk mendapatkan nilai sistem yang kritis kedua matrix digabungkan menjadi *risk matrik* dapat dilihat pada tabel 2-1:

Tabel 2-1 Likelihood x Severity [13]

		Severity				
		Not significant1	Minor2	Major3	Hazardous4	Critical5
Likelihood	Subsistem					
	Almost Certain5	5	10	15	20	25
	Likely 4	4	8	12	16	20
	Possible3	3	6	9	12	15
	Unlikely2	2	4	6	8	10
	Rare 1	1	2	3	4	5

Keterangan :

Kuning : Resiko Rendah
 Biru Tua : Resiko Sedang
 Merah : Resiko Tinggi
 Ungu Muda : Ekstrim

Untuk perhitungannya *risk matik* adalah nilai *likelihood (L)* dan nilai *consequences/severity (C)*

$$\text{Risk Matrik} = (L) \times (C) \quad (1)$$

Keterangan:

(L) = Nilai *Likelihood*
 (C) = Nilai *Consequences/Severity*

2.1.5 Reliability Maintainability Availability

Reliability availability maintainability (RAM) analysis merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk memprediksi kinerja keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), kemampuan perawatan (*maintainability*) dari suatu sistem atau komponen. Indikator kinerja utama dalam RAM yaitu *availability* yang merupakan bagian dari waktu saat sistem tersebut berfungsi secara penuh. RAM analysis digunakan untuk mengidentifikasi subsistem yang kritis dan sensitif dalam sistem produksi yang dapat memberikan efek besar pada kinerja sistem. RAM analysis juga dapat digunakan untuk membantu pemilihan konsep, serta mampu untuk memberikan keputusan secara mendetail terkait pada sistem *front end engineering*.

2.1.6 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* seperti telah dijelaskan diatas, dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/ peralatan yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. OEE mengukur efektivitas keseluruhan peralatan dengan mengalikan *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Pengukuran efektivitas ini mengkombinasikan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi dari peralatan dan mengukur bagaimana faktor-faktor ini dapat meningkatkan nilai tambah. Hubungan antar peralatan, *six big losses*, dan perhitungan OEE.

2.1.7 Six Big Losses

Pengukuran efektivitas mesin/peralatan dapat diidentifikasi melalui the *six big losses* di antaranya :

1. Equipment Failures

Equipment failures disebabkan oleh kecacatan peralatan yang membutuhkan perbaikan. Kerugian besar meliputi *product opportunity loss*, *sparepart loss*, *sporadic losses*.

2. Set-up and Adjustments

Set-up and adjustments disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam kondisi operasi, seperti pergantian jenis produk yang dibuat, pergantian shift, penyesuaian kondisi operasi.

3. Idling and Minor Stoppages

Idling and minor stoppages, karena kesalahan sensor atau menunggu material/part yang akan datang atau diproses. Idling and minor stoppages disebabkan karena kejadian mesin terhambat terhenti sejenak dan idle.

4. Reduced Speed Losses

Reduced speed losses disebabkan karena menurunnya kecepatan mesin, mesin tidak bekerja pada kecepatan normalnya.

5. Scrap and Re-work

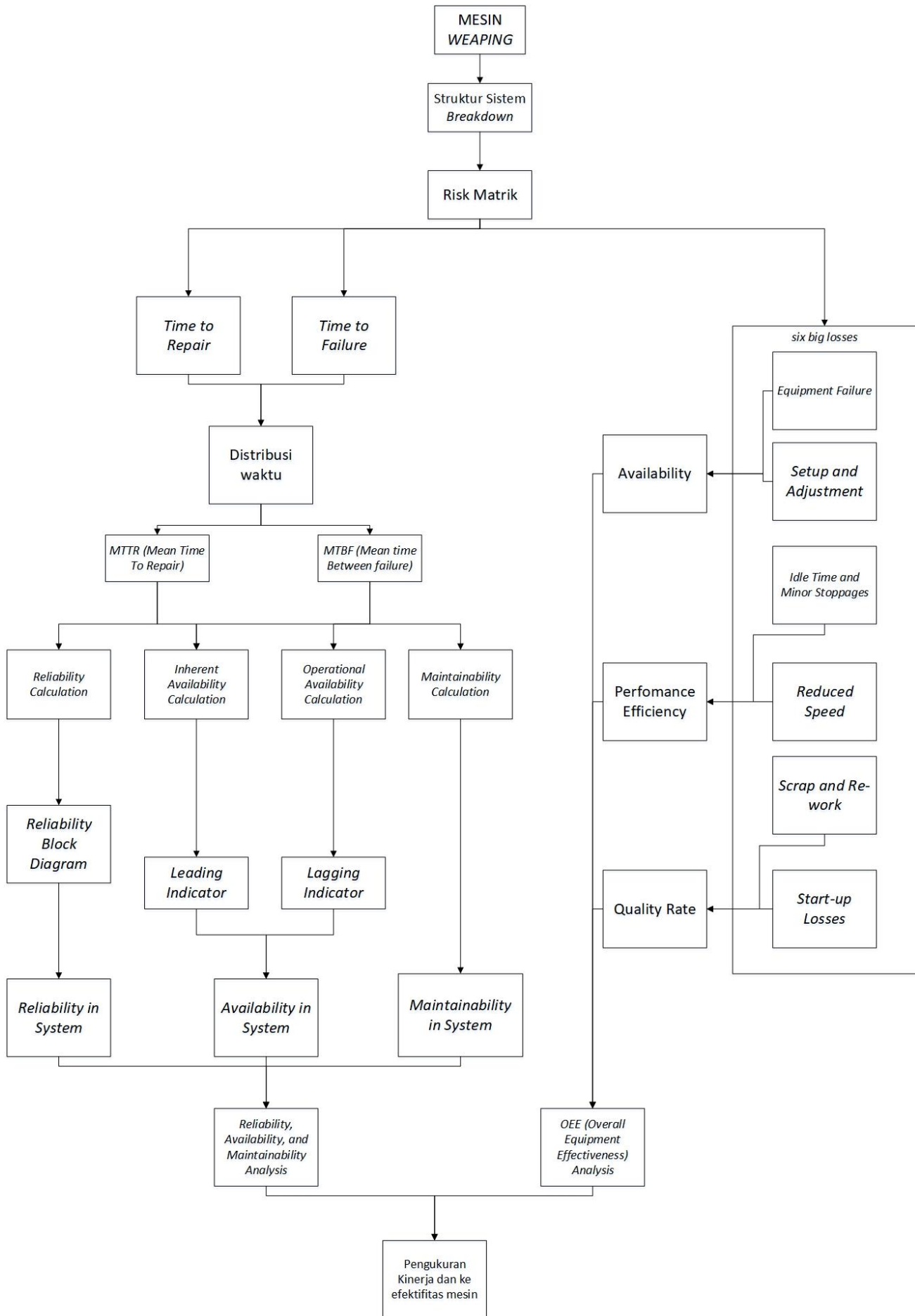
Scrap disebabkan karena produk yang dihasilkan berada di luar spesifikasi atau cacat pada saat proses produksi berlangsung secara normal, serta kualitas yang dihasilkan buruk. Produk harus dikerjakan ulang atau *re-work*.

6. Start-up Losses

Start-up losses disebabkan lamanya waktu untuk menyesuaikan ke kondisi normal sehingga menyebabkan banyak reject dan scrap. Untuk menstabilkan mesin produksi butuh material untuk mencoba.

2.1.8 Model Konseptual

Model konseptual merupakan bentuk aliran yang menunjukkan hubungan konsep pemikiran yang dirangkaikan berdasarkan aspek hipotesis dan teoritis untuk menuntun penelitian mencapai tujuan yang diinginkan. Aliran atau langkah-langkah untuk melakukan penelitian ini dituangkan dalam model konseptual, berdasarkan penelitian yang akan dilakukan pada mesin *Weaving* maka untuk itu bisa dilihat pada gambar III-1, Penelitian ini akan menghasilkan ukuran *performance* dari mesin *weaving* dengan menggunakan metode *reliability maintainability availability (RAM)* dan *overall equipment effectiveness (OEE)*. Berikut ini merupakan model konseptual berdasarkan pada permasalahan yang akan diteliti.



Gambar 2-1 Model Konseptual

3 Pembahasan

3.1 Sistem Kritis

Pada penelitian ini pemilihan sistem yang digunakan adalah sistem pada mesin *weaving*. Mesin *weaving* mempunyai 10 sistem yaitu lalatan lusi, gandar lusi, kayu silang, *gun*, sisir tenun, teropong, *lade*, *breas beam*, *sand beam*, dan penggulung kain. Dari 10 sistem pada mesin *weaving* ditentukan pemilihan sistem kritis dengan menggunakan *risk matrik* sehingga didapatkan sistem kritis yang tergolong dengan kategori kritis dalam *tools risk matrik* yaitu teropong, *lade*, *gun*, dan sisir tenun. Dimana sistem kritis tersebut memiliki nilai *likelihood* dan *severity matrix* yang tergolong kritis dari pada sistem yang lainnya. Keempat sub sistem tersebut berada pada level risiko tinggi dan ekstrim, nilai ini dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena salah mengambil tindakan berakibat kepada proses produksi maka dari itu dilanjutkannya ketahap berikutnya dari sub sistem yang terpilih.

Tabel 3-1 Tingkat kekritisan Sub System

		Severity				
		Not significant 1	Minor 2	Major 3	Hazardous 4	Critical 5
Likelihood	Almost Certain 5	5	Teropong	GUN Lade	20	25
	Likely 4	4	8	12	16	20
	Possible 3	3	6	Sisir Tenun	12	15
	Unlikely 2	2	4	6	8	10
	Rare 1	1	2	3	4	5

3.2 Uji Distribusi dan Penentuan Parameter Distribusi TTF dan TTR

Sebelum menentukan parameter distribusi, data TTF dan TTR diuji anderson darling dengan menggunakan *software* minitab 17 untuk memperoleh distribusi masing-masing komponen. Setelah itu dilakukan penentuan parameter dari distribusi yang terpilih dengan menggunakan *software* AvSim+9.0.

Tabel 3-1 Hasil Distribusi TBF dan TTR

Sub Sistem	Distribusi TBF	Distribusi TTR
GUN	Weibull	Normal
LADE	Weibull	Weibull
Teropong	Weibull	Normal
Sisir Tenun	Weibull	Normal

3.3 Perhitungan MTBF dan MTTR

Perhitungan MTBF dan MTTR disesuaikan dengan distribusi yang telah terpilih sebelumnya. Apabila distribusi yang terpilih adalah normal maka μ merupakan MTBF dari komponen tersebut. Namun jika distribusi yang terpilih adalah distribusi weibull maka perhitungan MTBF harus menggunakan rumus yang tertera di bawah. $MTBF = \eta \cdot \Gamma (1 + 1/\beta)$. Dan untuk MTTR weibull = $\eta \cdot \Gamma (1 + 1/\beta)$ dan MTTR normal = μ

Tabel 3-3 Distribusi MTBF dan TTR

Sistem	Parameter		(1+(1/Beta))	Tabel Gamma	MTBF (Hours)
GUN	η	268,007	2,05204465	1,023131236	274,21
	β	0,95053			
LADE	η	312,602	2,01544492	1,006628416	314,67
	β	0,98479			
Teropong	η	236,408	2,1054292	1,049256335	248,05
	β	0,904626			
Sisir Tenun	η	286,207	2,43887584	1,27459459	364,80
	β	0,694987			
Sistem	Parameter		(1+(1/Beta))	Tabel Gamma	MTTR (Hours)
GUN	μ	155,742	-	-	2,60
	σ	61,6055			
LADE	η	398,166	1,30770651	0,896331381	5,95
	β	3,24985			
Teropong	μ	70,6216	-	-	1,18
	σ	13,9192			
Sisir Tenun	μ	326,88	-	-	5,448
	σ	98,8144			

3.4 Reliability Maintainability Availability

3.4.1 Perhitungan Reliability dengan Analytical approach

Perhitungan *reliability* dengan *analytical approach* adalah perhitungan keandalan yang dilakukan dengan menggunakan RBD pada kondisi sistem dengan *frozen state*, yaitu dengan blok-blok yang diketahui hanya karakteristik kerusakan (distribusi dan parameter terpilih dari sistem) saja, dengan waktu yang diberikan berdasarkan dengan waktu yang konstan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan ini adalah perumusan model sistem serta perhitungan *reliability* berdasarkan pada perumusan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini, waktu yang ditentukan adalah antara 8 jam sampai dengan 120 jam, dengan interval 8 jam. Tabel IV-12 adalah hasil perhitungan *analytical approach reliability* dari setiap sistem kritis mesin *weaving*.

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (2)$$

Tabel 3-5 Analytical Approach Reliability mesin Weaving

t(hours)	Gun	Lade	Teropong	Sisir Tenun	Reliability System
8	97%	98%	97%	98%	90,16%
16	94%	95%	94%	96%	81,28%
24	92%	93%	91%	94%	73,28%
32	89%	90%	88%	93%	66,07%
40	87%	88%	86%	91%	59,57%
48	84%	86%	83%	89%	53,70%
56	82%	84%	81%	87%	48,42%
64	80%	82%	78%	86%	43,65%
72	77%	80%	76%	84%	39,36%
80	75%	78%	74%	82%	35,48%
88	73%	76%	71%	81%	31,99%
96	71%	74%	69%	79%	28,84%
104	69%	72%	67%	78%	26,00%
112	67%	70%	65%	76%	23,44%
120	65%	69%	63%	75%	21,14%

3.4.2 Perhitungan Maintainability

Pada perhitungan *maintainability* dari sistem kritis mesin *weaving*, waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki sistem berkisar antara t=1 jam sampai t=14 jam. Hasil ini dapat dijadikan verifikasi untuk menunjukkan bahwa masing-masing sistem kritis mesin memiliki peluang untuk diperbaiki (*maintainability*) antara 1 jam – 14 jam. Besarnya nilai MTTR juga berpengaruh pada waktu peluang sistem dapat diperbaiki juga semakin cepat.

Dari analisis ini, dapat diketahui bahwa sistem memiliki waktu perbaikan yang relatif cukup lama, sehingga kemungkinan besar akan membuat sistem memiliki nilai *inherent availability* yang besar. Berdasarkan hasil ini, dapat diberikan saran kepada perusahaan untuk melakukan *preventive maintainability* saat mesin memiliki nilai *reliability system* sudah mendekati 80% (menurut IVARA untuk *Work Requests* suatu mesin ditetapkan diatas 80%), yaitu saat R(t)=16 jam dengan dilakukan *maintainability* selama 1 jam untuk meningkatkan *availability* dan memperhatikan kegiatan perawatan pada mesin-mesin yang kritis .

$$M(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t}{MTTR}\right) \quad (3)$$

Tabel 3-6 Maintainability Mesin Weaving

t(hours)	Gun	Lade	Teropong	Sisir Tenun
1	32%	15%	57%	17%
2	54%	29%	82%	31%
3	69%	40%	92%	42%
4	79%	49%	97%	52%
5	85%	57%	99%	60%
6	90%	64%	99%	67%
7	93%	69%	100%	72%
8	95%	74%	100%	77%
9	97%	78%	100%	81%
10	98%	81%	100%	84%
11	99%	84%	100%	87%
12	99%	87%	100%	89%
13	99%	89%	100%	91%
14	100%	90%	100%	92%

3.4.3 Perhitungan Availability dengan Analytical Approach

3.4.3.1 Perhitungan Inherent Availability

Inherent availability tertinggi terdapat pada sistem Teropong dengan nilai sebesar 99,53%. Nilai *inherent availability* tidak hanya dipengaruhi oleh laju kerusakan tetapi *inherent availability* juga mempertimbangkan pada *active repair time*. Dimana secara keseluruhan nilai *inherent availability* sistem adalah 95% , dengan target perusahaan untuk *availability* adalah 95%, dapat dikatakan bahwa *inherent availability* sebagai *leading indicator* sudah melewati target.

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (4)$$

Tabel 3-7 *Inherent Availability* Mesin Weaving

Sub Sistem	<i>Inherent Availability</i>	<i>Performance Indicator (95%)</i>
GUN	99,0623%	<i>Achieved</i>
LADE	98,1448%	<i>Achieved</i>
Teropong	99,5277%	<i>Achieved</i>
Sisir Tenun	98,5285%	<i>Achieved</i>

3.4.3.2 Perhitungan Operational Availability

Operational availability terendah terdapat pada sistem lade dengan nilai sebesar 84,22%. Dengan nilai *operational availability* dari sistem kritis berdasarkan rumusan *reliability block diagram* yang telah ditentukan yaitu sebesar 78% yang menunjukkan bahwa sistem mesin *weaving* belum efisiensi dan efektivitas secara operasional. Ketersediaan mesin saat lingkungan operasional yang rendah disebabkan oleh tingginya *downtime* tiap sistem yang mengakibatkan nilai *availability* sistem tidak tercapai.

$$A_o = \frac{Uptime}{Siklus operasi} \quad (5)$$

Tabel 3-8 *Operational Availability* mesin Weaving

Sub Sistem	<i>Operational Availability</i>	<i>Performance Indicator (95%)</i>
GUN	95,4838%	<i>Achieved</i>
LADE	84,2210%	<i>Not Achieved</i>
Teropong	99,2492%	<i>Achieved</i>
Sisir Tenun	97,2545%	<i>Achieved</i>

3.5 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Berdasarkan hasil perhitungan OEE pada mesin *weaving* yang dapat dilihat pada Tabel IV-21. Dapat diketahui apakah nilai *availability*, *performance rate*, dan *quality rate* pada mesin -mesin tersebut sudah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) atau belum. JIPM menetapkan batasan ideal dari indeks OEE berdasarkan pengalaman perusahaan - perusahaan, berupa:

- Availability* > 90%
- Performance Rate* > 95%
- Quality Rate* > 99%

Sehingga nilai OEE yang ideal adalah: $89.16\% \times 62.18\% \times 75.58\% = 41,11\%$. Berikut adalah tabel klasifikasi pemenuhan kriteria JIPM dari hasil perhitungan OEE :

$$a. \text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% = \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$b. \text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

$$c. \text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Tabel 3-9 Nilai Overall Equipment Effectiveness

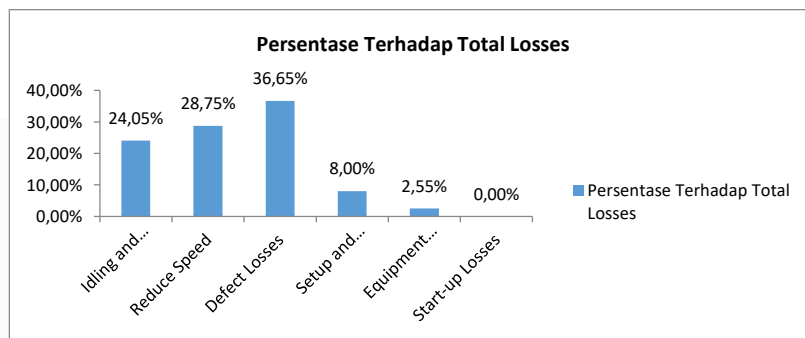
Nama Mesin	Pemenuhan Nilai JIPM		
	<i>Availability</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>
<i>Weaving</i>	85,28%	65,04%	75,58%
	TIDAK	TIDAK	TIDAK

3.6 Six Big Losses

Pada *six big losses* ini menunjukkan bahwa, Persentase terbesar pertama dari total *six big losses* adalah *defect losses* sebesar 36,65%, hal tersebut menunjukkan bahwa *defect losses* terjadi karena produk tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, Membuat produk mejadi *downgrade* dan ini menjadi *losses* yang harus diperhatikan, persentase terbesar kedua dari total *Six big losses* terdapat pada *reduce speed* sebesar 28,75%, hal tersebut menunjukkan bahwa mesin beroperasi tidak mencapai waktu ideal yang telah ditentukan. Persentase terbesar ketiga dari total *six big losses* adalah *idling and minor stoppages* sebesar 24,05%, hal tersebut menunjukkan bahwa mesin berhenti secara berulang-ulang dan terlalu seringnya mesin tidak bekerja dikarenakan menganggur atau menunggu sehingga berpengaruh pada proses produksi, salah satunya terjadinya selisih produksi pada produk. Untuk mengatasi masalah kerugian karena *idling and minor stoppages* adalah melakukan perawatan *preventive, corrective*, dibuatkan standar kerja dalam penggantian material mesin. Mesin yang dipengaruhi faktor *idling and minor stoppages* juga dapat membuat waktu operasi mesin tidak mencapai waktu ideal. Oleh karena itu *reduce speed* menjadi salah satu persentase *losses* terbesar.

Dimana persamaannya:

- $Breakdown Loss = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- $Setup\ and\ Adjustment\ Losses = \frac{Total\ Setup\ and\ Adjustment}{Loading\ Time} \times 100\%$
- $Idling\ Minor\ Soppages\ Losses = \frac{(Jumlah\ target - jumlah\ produksi) \times Teorical\ cycle\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- $Reduce\ Speed\ Losses = \frac{Actual\ Operation\ time - ideal\ operation\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$
- $Defect\ Losses = \frac{(Total\ Reject \times Ideal\ Cycle\ Time)}{Loading\ Time} \times 100\%$
- $Start\ up\ Losses = \frac{Waktu\ Siklus\ Ideal \times Jumlah\ cacat\ pada\ awal\ produksi}{Loading\ Time} \times 100\%$



Gambar 3-1 Nilai Six big losses

Jadi dari hasil *six big losses* berikut urutan losses dari terbesar ke terkecil

1. *Defect Losses* :36,65%
2. *Reduce Speed Losses* :28,75%
3. *Idling and Minor Stoppages* :24,05%
4. *Setup and Ajustment* :8,00%
5. *Equipment Failure* :2,55%
6. *Start-up Losses* :0,00%

4 Kesimpulan

Pada mesin *weaving* terdapat 4 sub sistem kritis yaitu gun, lade, teropong, dan sisir tenun. Nilai *reliability* saat $t=16$ jam adalah, gun 94%, lade 95%, teropong 94% dan sisir tenun 96%. Sedangkan dengan *maintainability* selama $t = 1$ jam sudah bisa mengembalikan keandalannya sebanyak, gun 32%, lade 15%, teropong 57%, dan sisir tenun 17%. Nilai *availability system* kritis mesin *weaving* yaitu, *inherent availability system* 95% dan *operational availability system* 78%. Dengan ini perusahaan bisa melakukan kebijakan dengan 16 jam beroperasi dan 1 jam untuk perawatan agar mempertahankan keandalan dan ketersediaan mesin, sehingga bisa menjaga performansi mesin.

Nilai *overall equipment effectiveness* mesin *weaving* yaitu, *availability* 85,28%, *performance rate* 65,04%, dan *quality rate* 75,58%. Berdasarkan JIMP untuk kesimpulan OEE perusahaan tidak memenuhi standar KPI 85% yang dimana untuk nilai OEE sistemnya adalah 42,11% saja, sedangkan nilai *six big losses* yaitu *idling and minor stoppages* 24,05%, *reduce speed* 28,75%, *defect losses* 6,65%, *equipment failure* 2,55%, *setup and adjusment* 8,00%, dan *Start-up Losses* 0,00%. Dari hasil OEE dan *six big losses* dapat diambil kesimpulan bahwa mesin memiliki performansi yang kurang bagus, dikarenakan tidak sesuai dengan standar KPI pada JIMP dan memiliki faktor defect paling tinggi, maka dari itu disarankan ke perusahaan untuk mengkaji ulang penggunaan mesin maupun dari sumber daya manusianya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahuja, I., & Khamba, J. (2008). International Journal of Quality & Reliability Management Emerald Article: Total productive maintenance: literature review and directions. *literature review and directions*, 709-756.
- [2] Alhilman, J., & Saedudin, R. (2011). RELIABILITY BASED PERFORMANCE ANALYSIS OF BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) USING RELIABILITY, AVAILABILITY, AND MAINTAINABILITY (RAM) METHOD. *Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management* , 1-6.
- [3] Ali, E. (2010). Effect analysis of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Parameters in design and operation of Dynamic Positioning (DP) systems in floating . *Production Engineering and Management*, 69-80.
- [4] Atmaji , F. T. (2015). OPTIMASI JADWAL PERAWATAN PENCEGAHAN PADA MESIN TENUN UNIT SATU DI PT KSM, YOGYAKARTA. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri* , 7-11.
- [5] Barabady, J., & Kumar, U. (2005). Improvement of System Availability Using Reliability and Maintainability Analysis. *Emeraldinsight*.
- [6] 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* , 31-37.
- [7] Diputra, D. A., Atmaji, F. T., & Budiasih, E. (2017). PROPOSED POLICY DESIGN JET DYEING MACHINE USING RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY (RAM) AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) (STUDY CASE : PT.XYZ). *e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.2 Agustus 2017*, 2521-2528.
- [8] Ebeling, C. E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore. *The Mc-Graw-Hill Companies Inc*.
- [9] Eliyus, A. R., Alhilman, J., & Sutrisno . (2014). ESTIMASI BIAYA MAINTENANCE DENGAN METODE MARKOV CHAIN DAN PENENTUAN UMUR MESIN SERTA JUMLAH MAINTENANCE CREW YANG OPTIMAL DENGAN METODE LIFE CYCLE COST (STUDI KASUS: PTTOA GALVA). *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, 48-54.
- [10] H.Paul, B. (1997). Availability, Reliability, Maintainability, and Capability. *science*, 4-7.
- [11] IVARA, C., Al, W., & Ron, T. (2005). KEY PERFORMANCE INDICATORS Measuring and Managing the Maintenance Function . *KEY PERFORMANCE INDICATORS* , 8-10.
- [12] Kirana, U. T., Alhilman, J., & Sutrisno. (2016). PERENCANAAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN CORAZZA FF100 PADA LINE 3 PT XYZ DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, 47-53.

- [13] Like, S. S., S.Teks, R. E., Okin, D. B., & Ali, S. B. (1973). *Teknologi Pertenunan*. Bandung: Institut Teknologi Tenun Bandung.
- [14] Marquez, A. (2007). *The Maintenance Management Framework*.
- [15] Moubray, J. (1996). *Reliability Centered Maintenance II. Butterworth-Heinemann, Ltd.*
- [16] Nakajima, & Seiichi. (1988). *Introduction To Total Productive Maintenance. Tokyo: Productivity Press Inc.*
- [17] Oki. (2017, November 2). *Proses Mesin Weaving*. (A. F. Yusra, & L. Setiawan, Pewawancara)
- [18] Praesita, I., Alhilman, J., & Nopendri . (2016). **PENILAIAN KINERJA BERBASIS RELIABILITY PADA CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 (CCM 3) PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY DAN COST OF UNRELIABILITY**. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri* , 1-6.
- [19] Pujiono, B. N., Ishardita, P., & Remba, Y. (2012). **ANALISIS POTENSI BAHAYA SERTA REKOMENDASI PERBAIKAN DENGAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP) MELALUI PERANGKINGAN OHS RISK ASSESSMENT AND CONTROL (Studi Kasus: Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna)**. *Jurnal Ilmiah*, 256.
- [20] Retnowati, D. (2017). **ANALISA RISIKO K3 DENGAN PENDEKATAN HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP)**. *Engineering and Sains*, 43.
- [21] Sudradjat, A. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Retika Aditama*.
- [22] Weber, A., & Thomas, R. (2005). *Key Performance Indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function*, Ivara Corporation. *Scholarly Articles*.
- [23] Weli. (2017). *Laporan Mesin Weaving*. Bandung: PT Istana Baladewa .