

PENINGKATAN AVAILABILITY MESIN PRODUKSI PAVING DENGAN METODE RISK BASED AVAILABILITY

Fortunatus Cahyadi ¹, Ellysa Nursanti ², Sony Hariyanto ³

^{1,3} Program Studi Teknik Industri S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

² Program Studi Teknik Industri S-2, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : fortunatuscahayadi25@gmail.com

Abstrak. PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi *paving block* dan *precast*. Pendirian perusahaan ini merupakan respons terhadap perubahan paradigma masyarakat yang mulai beralih dari penggunaan aspal menuju *paving block*. Mesin produksi *paving* berfungsi menghasilkan produk *paving* sesuai kebutuhan pasar. Untuk memastikan mesin serta komponennya beroperasi optimal, perusahaan perlu melaksanakan kegiatan *maintenance* secara berkala dan terencana. Dalam penelitian ini digunakan metode *Risk Based Availability* (RBA), yaitu pendekatan yang menggabungkan analisis risiko (*risk assessment*) dengan analisis ketersediaan (*availability analysis*) untuk mendukung pengambilan keputusan dalam strategi pemeliharaan. Hasil penerapan metode RBA menunjukkan nilai *availability* total mesin sebesar 92,66%, melebihi standar operasional minimum 80%. Hal ini membuktikan sistem produksi berjalan optimal. Namun, agar kinerja tetap terjaga bahkan meningkat, perlu menyusun jadwal pemeliharaan terstruktur dengan fokus pada komponen kritis, khususnya *Vibrator* dan *Hidrolik*, serta menerapkan prinsip manajemen risiko ISO 31000 secara sistematis.

Kata kunci : *Maintenance, Availability, Mesin Produksi Paving, RBA*

PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi *paving block* dan *precast*, didirikan sebagai respons terhadap pergeseran preferensi masyarakat dari aspal ke *paving block*, serta dari pondasi batu kali ke produk pracetak seperti *U-Ditch* dan *box culvert*. Proses produksi *paving* dimulai dari pengadukan semen, pasir, agregat, dan air dalam mesin *mixer*, lalu adonan dibawa melalui *conveyor* ke mesin cetak untuk dibentuk sesuai ukuran yang diinginkan. Untuk mendukung produksi, mesin beroperasi sekitar 8 jam per hari atau 240 jam per bulan, dengan target rata-rata 900 m² *paving block* per hari.

Perusahaan menerapkan sistem *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* mencakup pengecekan *hidrolik*, *vibrator*, *mixer*, cetakan, *conveyor*, dan pelumasan setiap 2–3 bulan, serta penggantian cetakan setiap 60.000 m² produksi. *Corrective maintenance* meliputi penggantian bantalan *bearing*, karet *shield*, pembersihan tabung campuran semen, dan lainnya. Jika terjadi kegagalan mesin, produksi bisa terganggu atau terhenti, sehingga perlu dilakukan perbaikan darurat yang merugikan perusahaan karena menghentikan produksi *paving block*. Data kerusakan mesin Januari–Desember 2024 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kerusakan mesin produksi *paving* 2024

Komponen Rusak	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan (kali/x)	Dampak
<i>Vibrator</i> (mesin penggetar)	Dinamo <i>Vibrator</i> lemah.	20	Proses produksi terhenti karena <i>bearing</i> perlu diganti.
	<i>Housing bearing</i> retak.		
	<i>Bearing</i> goyang.		
<i>Hidrolik</i>	<i>Seal Hidrolik</i> bocor.	14	Penurunan tekanan <i>hidrolik</i> menyebabkan kerusakan pada sistem kerja mesin.
	Karet <i>shield</i> rusak.		
	Keausan pada <i>hidrolik</i> .		
<i>Mould</i> (cetakan)	<i>Mould</i> retak.	6	Hasil produk tidak sesuai standar karena cetakan rusak.
	Usia pakai.		
<i>Conveyor</i>	<i>Bearing roller</i> macet.	6	Aliran material terganggu, proses produksi tidak lancar.
	Motor <i>conveyor overload</i>		
	Kerusakan <i>pulley</i> .		

Komponen Rusak	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan (kali/x)	Dampak
Mixer	Bearing <i>blade</i> goyang.	5	Pencampuran material tidak merata, menurunkan kualitas produk.
	Dinamo Mixer lemah.		
Hopper	Hopper macet	4	Pengerasan material di <i>hopper</i>

(Sumber : PT. XYZ)

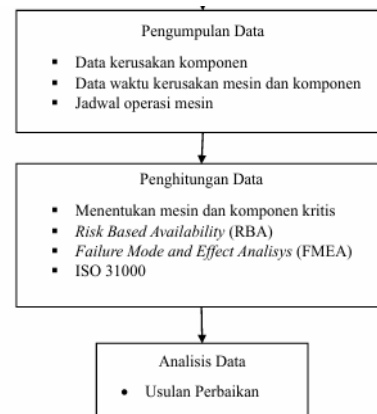
Data kerusakan mesin Januari–Desember 2024 menunjukkan bahwa *preventive maintenance* setiap 2–3 bulan dan penggantian cetakan tiap 60.000 m² produksi belum mampu mencegah kegagalan tak terduga. *Corrective maintenance* justru menimbulkan *downtime* tidak terencana yang menghentikan produksi. Karena itu, digunakan metode *Risk Based Availability* yang mengintegrasikan analisis risiko kerusakan dengan *availability* mesin untuk memprioritaskan perawatan komponen kritis. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi kegagalan tak terduga, meminimalkan *downtime*, meningkatkan efisiensi, dan dapat mengoptimalkan biaya perawatan.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan *kuantitatif* guna menganalisis serta merumuskan solusi terhadap permasalahan yang berkaitan dengan kinerja mesin dalam proses produksi *paving* di PT. XYZ. Pendekatan ini melibatkan penggunaan metode *Risk Based Availability* (RBA) untuk mengoptimalkan kinerja mesin. Data penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari PT. XYZ berupa data kerusakan komponen, waktu kerusakan mesin dan komponen, serta jadwal operasi mesin. Data sekunder diperoleh dari jurnal, penelitian terdahulu, dan literatur lain melalui studi pustaka untuk mendukung topik pemeliharaan dan pendekatan *Risk Based Availability* (RBA).

Berdasarkan data dari perusahaan, proses pengolahan data dilakukan dengan metode dan perangkat lunak untuk menganalisis serta

menginterpretasikan hasil. Tahapannya meliputi: pertama, mengelompokkan data kerusakan komponen kritis. kedua, menganalisis penyebab dan dampak kegagalan. ketiga, menghitung *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR). keempat, menghitung *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR). kelima, menilai *preventive maintenance* dengan metode FMEA. keenam, menganalisis dan memitigasi risiko dengan ISO 31000 dan terakhir, merancang tindakan perawatan optimal untuk komponen kritis.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Komponen Kritis

Identifikasi komponen kritis pada mesin produksi *paving* dilakukan dengan menghitung persentase *downtime* tiap komponen menggunakan Persamaan 1, lalu mengurutkannya berdasarkan nilai tertinggi pada Tabel 2.

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime Komponen } x}{\sum \text{Downtime Mesin}} \times 100\% \dots \dots (1)$$

Tabel 2. Hasil identifikasi komponen kritis.

No	Komponen	Frekuensi Kerusakan (kali/x)	Downtime (Jam)	Downtime (%)	Downtime Kumulatif (%)
1	Vibrator	20	68.08	48.70	48.70
2	Hidrolik	14	44.71	31.98	80.70
3	Conveyor	6	9.04	6.47	87.17
4	Mixer	5	7.36	5.26	92.43

No	Komponen	Frekuensi Kerusakan (kali/x)	Downtime (Jam)	Downtime (%)	Downtime Kumulatif (%)
5	Hopper	4	5.34	3.82	96.25
6	Mould	6	5.23	3.74	100.00
Total			139.78	100.00	

(Sumber: Pengolahan Data)

Identifikasi Distribusi Time To Failure Dan Time To Repair

Identifikasi distribusi data Time To Repair dan Time To Failure dilakukan menggunakan software Minitab untuk mengetahui pola kegagalan komponen.

Pengujian dilakukan dengan beberapa distribusi *probabilistik*, yaitu normal (μ , σ), eksponensial (λ), Weibull (η , β), dan *lognormal* (s , $tmed$). Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Distribusi TTF dan TTR

Komponen	Distribusi					
	TTF	Parameter		TTR	Parameter	
Vibrator	Weibull	η	97.3282	Weibull	η	3.65501
		β	11.5220		β	6.39319
Hidrolik	Weibull	η	129.431	Weibull	η	3.41340
		β	11.2375		β	6.90204
Mould	Weibull	η	292.301	Weibull	η	0.946488
		β	5.019116		β	5.66170
Conveyor	Weibull	η	326.261	Weibull	η	1.66227
		β	6.60790		β	4.18365
Mixer	Weibull	η	727.710	Weibull	η	1.62233
		β	3.84206		β	4.18046
Hopper	Weibull	η	567.493	Weibull	η	1.45979
		β	6.11652		β	5.02739

(Sumber: Pengolahan Data)

Perhitungan MTBF dan MTTR

Berdasarkan data hasil distribusi TTF dan TTR pada Tabel 3, dilakukan penghitungan nilai Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR). Hasil penghitungan ditampilkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Perhitungan *mean time between failure* dan *mean time to repair* dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

Distribusi Normal

$$MTBF/MTTR = \mu \dots\dots\dots(2)$$

Distribusi Lognormal

$$MTBF/MTTR = tmed. e^{\frac{s^2}{2}} \dots\dots\dots(3)$$

Distribusi Ekponensial

$$MTBF/MTTR = 1 \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots(4)$$

Distribusi Weibull

$$MTBF/MTTR = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

η = Parameter Skala.

β = Parameter Bentuk.

λ = Laju Kerusakan.

μ = Rata-rata.

Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi gamma yang nilainya diperoleh dari tabel fungsi.

s = Parameter Bentuk.

$tmed$ = Location Parameter.

Tabel 4. Hasil perhitungan MTBF

Komponen	Distribusi	Parameter		MTBF (Jam)
Vibrator	Weibull	η	97.3282	88.78
		β	11.5220	
Hidrolik	Weibull	η	129.431	118.28
		β	11.2375	
Mould	Weibull	η	292.301	268.56
		β	5.019116	
Conveyor	Weibull	η	326.261	301.78
		β	6.60790	
Mixer	Weibull	η	727.710	683.54
		β	3.84206	
Hopper	Weibull	η	567.493	523.43
		β	6.11652	

(Sumber : Pengolahan Data)

Tabel 5. Hasil perhitungan MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)
Vibrator	Weibull	η 3.65501	3.38
		β 6.39319	
Hidrolik	Weibull	η 3.41340	3.14
		β 6.90204	
Mould	Weibull	η 0.946488	0.87
		β 5.66170	
Conveyor	Weibull	η 1.66227	1.55
		β 4.18365	
Mixer	Weibull	η 1.62233	1.51
		β 4.18046	
Hopper	Weibull	η 1.45979	1.33
		β 5.02739	

(Sumber : Pengolahan Data)

Perhitungan Availability

Availability adalah persentase waktu mesin beroperasi sesuai standar dalam interval tertentu. Perhitungannya ditunjukkan pada Persamaan 6, dengan hasil pada Tabel 6.

$$Availability = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Data Availability

Komponen	Availability (%)
Vibrator	96.33
Hidrolik	97.41
Mould	99.68
Conveyor	99.49
Mixer	99.78
Hopper	99.75

(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 6, nilai *availability* tiap komponen mesin produksi *paving* diperoleh. Perhitungan *availability* total menggunakan pendekatan sistem seri, di mana gangguan pada satu komponen dapat menghentikan seluruh proses produksi. Untuk itu, digunakan Persamaan 7.

$$Availability \text{ Total} = A1 \times A2 \times A3 \times A4 \times A5 \times A6 \dots (7)$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan mengkonversi nilai *availability* ke dalam bentuk desimal, diperoleh:

$$Availability \text{ Total} = 0,9633 \times 0,9741 \times 0,9968 \times 0,9949 \times 0,9978 \times 0,9975$$

$$Availability \text{ Total} = 0,9266 \text{ atau } 92,66\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan *availability* mesin produksi *paving* sebesar 92,66%, melebihi standar minimum 80% sehingga dapat dikategorikan optimal dan efisien. Namun, perencanaan jadwal perawatan tetap perlu ditingkatkan untuk mengantisipasi potensi kerusakan pada komponen kritis.

Failure Mode and Effect Analysis

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi fungsi setiap komponen serta menilai kemampuannya dalam memenuhi kinerja yang ditetapkan. Mode kegagalan menunjukkan potensi penyebab komponen tidak berfungsi optimal, sedangkan efek kegagalan menggambarkan dampaknya. Hasil analisis FMEA ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Failure Mode and Effect Analysis

Jenis Kerusakan	Komponen Rusak (failure mode)	Penyebab kegagalan (failure causes)	Dampak (failure effect)	Severity	Occurrence	Detection	RPN (S x O x D)
Vibrator	Dinamo lemah	Arus listrik tidak stabil, Pelumasan tidak memadai atau keausan akibat umur pakai dan Beban berlebih atau getaran berlebih.	Proses produksi terhenti karena <i>bearing</i> perlu diganti.	8	9	5	360
	Housing bearing retak						
	Bearing goyang						
Hidrolik	Seal Hidrolik bocor.	Karet <i>seal</i> sudah aus atau terdapat kerusakan pada sambungan, Pelumasan tidak memadai atau tekanan berlebih.	Penurunan tekanan hidrolik menyebabkan kerusakan pada sistem kerja mesin.	7	6	5	210
	Karet shield rusak.						
	Keausan pada hidrolik.						
Mould	Mould retak.	Tekanan berlebih saat proses cetak, Umur cetakan sudah melewati batas pakai	Hasil produk tidak sesuai standar karena cetakan rusak.	6	6	4	144
	Usia pakai.						

Jenis Kerusakan	Komponen Rusak (failure mode)	Penyebab kegagalan (failure causes)	Dampak (failure effect)	Severity	Occurrence	Detection	RPN (S x O x D)
Conveyor	Bearing roller macet.	Kotoran/debu masuk ke dalam bearing, Beban kerja melebihi kapasitas motor, Aus karena gesekan terus-menerus	Aliran material terganggu, proses produksi tidak lancar.	6	5	4	120
	Motor conveyor overload.						
	Kerusakan pulley.						
Mixer	Bearing blade goyang.	Keausan pada bearing, Arus listrik tidak stabil	Pencampuran material tidak merata, menurunkan kualitas produk.	6	4	4	96
	Dinamo lemah.						
Hopper	Hopper macet	Material menggumpal	Pengeraasan material di hopper	5	3	3	45

(Sumber: Pengolahan Data)

ISO 31000

ISO 31000 digunakan dalam metode *Risk Based Availability* karena menyediakan kerangka kerja yang teratur, menyeluruh, dan terukur untuk mengelola risiko. Proses ini mencakup identifikasi, analisis, evaluasi, hingga pengendalian risiko guna mendukung keputusan berbasis data pada pemeliharaan dan *availability* mesin. Setelah penilaian risiko dilakukan, tahap berikutnya adalah perlakuan

risiko melalui rekomendasi dan strategi penanganan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko, sehingga operasional dapat berjalan optimal.

Hasil identifikasi komponen dan jenis kerusakan mesin menunjukkan sejumlah potensi risiko yang dapat menimbulkan dampak kerusakan, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Identifikasi Dampak Dari Risiko

No	Komponen	ID	Kerusakan	Dampak Kerusakan
1	Vibrator	RK01	Dinamo <i>Vibrator</i> lemah	Getaran mesin berkurang, hasil cetakan tidak optimal
		RK02	<i>Housing bearing</i> retak	<i>Bearing</i> longgar, komponen berputar tidak stabil
		RK03	<i>Bearing</i> goyang	Vibrasi tidak maksimal, keausan lebih cepat
2	Hidrolik	RK04	<i>Seal Hidrolik</i> bocor	Kebocoran oli, tekanan <i>hidrolik</i> tidak tercapai
		RK05	Karet <i>shield</i> rusak	Kontaminasi pada sistem, kerusakan lebih luas
		RK06	Keausan pada <i>hidrolik</i>	Penurunan efisiensi angkat dan dorong sistem <i>hidrolik</i>
3	Mould	RK07	<i>Mould</i> retak	Bentuk produk tidak sesuai, potensi kerusakan produk
		RK08	Usia pakai	Penurunan presisi cetakan, perlu penggantian
4	Conveyor	RK09	<i>Bearing roller</i> macet	Pergerakan sabuk terganggu, aliran material tidak lancar
		RK10	Motor conveyor overload	Motor mati, proses produksi berhenti sementara
		RK11	Kerusakan <i>pulley</i>	Sabuk tidak bisa bergerak, distribusi material terhenti

(Sumber: Pengolahan Data)

Setiap potensi risiko dianalisis untuk menentukan tindakan penanganan sesuai tingkat kemungkinan kejadiannya. Rincian

tingkat risiko, strategi atau rekomendasi penanganan, serta klasifikasi perlakuannya ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perlakuan Risiko Sesuai Kemungkinan Risiko

ID	Level risiko	Perlakuan risiko	Kategori
RK10	High	Lakukan perbaikan <i>preventif</i> , pasang <i>overload protection</i> , jadwalkan <i>maintenance</i> rutin	Risk Reduction
RK09	High	Tingkatkan kualitas <i>bearing roller</i> , buat SOP pemeriksaan rutin	Risk Reduction
RK06	High	Ganti komponen aus sebelum batas usia, jadwalkan inspeksi berkala	Risk Reduction
RK04	High	Segel diganti berkala, lakukan pelatihan penanganan sistem <i>hidrolik</i>	Risk Reduction
RK13	Medium	<i>Maintenance</i> berkala dinamo, evaluasi performa motor.	Risk Reduction
RK11	Medium	Periksa dan ganti <i>pulley</i> secara berkala, pastikan penyalarsan <i>conveyor</i>	Risk Reduction
RK01	Medium	Cek performa dinamo secara berkala, lakukan perbaikan bila perlu.	Risk Reduction
RK14	Medium	Bersihkan <i>hopper</i> rutin, pasang detektor macet.	Risk Reduction
RK12	Medium	Periksa kekencangan <i>bearing blade</i> secara berkala.	Risk Reduction
RK05	Medium	Ganti karet <i>shield</i> secara <i>preventif</i>	Risk Reduction
RK03	Medium	Evaluasi getaran <i>bearing</i> , ganti jika longgar.	Risk Reduction
RK02	Medium	Perkuat <i>housing bearing</i> , inspeksi saat <i>downtime</i> .	Risk Reduction
RK07	Medium	Lakukan pengelasan/rekondisi <i>mould</i> , periksa struktur fisik.	Risk Reduction
RK08	Low	Pemantauan usia pakai rutin, ganti setelah mencapai batas.	Risk Acceptance

(Sumber: Pengolahan Data)

Perbaikan Interval Pemeliharaan

Berdasarkan perhitungan MTBF dan MTTR, nilai *availability* komponen *vibrator* sebesar 96,33% dan *hidrolik* 97,41%, yang sudah memenuhi standar minimum namun masih perlu ditingkatkan. Peningkatan dilakukan melalui perancangan ulang interval pemeliharaan dengan pendekatan *trial and error* untuk memperoleh periode perawatan yang lebih tepat, sehingga *availability* mesin produksi *paving* dapat meningkat. Perhitungan difokuskan pada komponen *vibrator* dan *hidrolik*.

Berdasarkan hal tersebut dibuatlah perhitungan menggunakan pendekatan *trial and error* dengan menggunakan nilai interval pemeliharaan (X) dan *availability* (Y) secara matematis, berikut adalah persamaannya:

$$\frac{Availability(Y)}{MTBF(X)} = \frac{MTBF(X)}{MTBF(X) + MTTR(X)} \dots \dots (8)$$

Dimana:

X = interval pemeliharaan (misal dalam jam)

MTBF(X) = fungsi rata-rata waktu antar kerusakan yang bergantung pada X

MTTR(X) = fungsi rata-rata waktu perbaikan atau pemeliharaan, juga bergantung pada X

Komponen Vibrator

Tabel 10. Perbaikan Waktu Interval Pemeliharaan komponen vibrator

No	Interval Pemeliharaan	Availability (%)
1	1	97.33
2	2	98.86
3	3	99.32
4	4	99.53
5	5	99.65
6	6	99.72
7	7	99.77
8	8	99.81
9	9	99.83
10	10	99.86
11	11	99.87
12	12	99.89
13	13	99.90
14	14	99.91
15	15	99.91
16	16	99.92
17	17	99.93
18	18	99.93
19	19	99.94
20	20	99.94
21	21	99.94

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 10, mesin *vibrator* mencapai *steady state* dengan *availability* 99,94% bila dilakukan pemeliharaan setiap 19 hari kerja, sehingga interval pemeliharaan ditetapkan setiap 19 hari produksi.

Komponen Hidrolik

Tabel 11. Perbaikan Waktu Interval Pemeliharaan komponen hidrolik

No	Interval Pemeliharaan	Availability (%)
1	1	98.12
2	2	99.20
3	3	99.52
4	4	99.67
5	5	99.75
6	6	99.81
7	7	99.84
8	8	99.87
9	9	99.88
10	10	99.90
11	11	99.91
12	12	99.92
13	13	99.93
14	14	99.93
15	15	99.94
16	16	99.94
17	17	99.95
18	18	99.95
19	19	99.96
20	20	99.96
21	21	99.96
22	22	99.96

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 11, mesin hidrolik mencapai *steady state* dengan *availability* 99,96% bila dilakukan pemeliharaan setiap 19

hari kerja, sehingga interval pemeliharaan ditetapkan setiap 19 hari produksi.

Perbandingan Nilai Availability Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah dilakukan perhitungan nilai *availability* berdasarkan nilai MTBF, langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil tersebut dengan nilai *availability* yang telah diperbaiki sebelumnya. Berikut ini adalah hasil dari perbandingan tersebut.

Tabel 12. Perbandingan Nilai Availability Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Nama Komponen	Nilai Availability (%)	
	Sebelum	Sesudah
Vibrator	96.33	99.94
Hidrolik	97.41	99.96

(Sumber: Pengolahan Data)

Jadwal Pemeliharaan

Berdasarkan perhitungan interval perawatan komponen *vibrator* dan *hidrolik* pada Tabel 12, disusun jadwal *preventive maintenance* yang disesuaikan dengan jam kerja produksi, dengan asumsi pabrik mulai beroperasi tahun 2025, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

January - 2025							February - 2025							March - 2025							April - 2025						
		1	2	3	4	5						1	2					1	2			1	2	3	4		6
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6		8	9	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13
13	14	15	16	17	18		10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23		18	19	20	21	22	23	21	22	23		25	26	27
27	28	29	30	31			24	25		27	28			24	25	26	27	28	29	30	28	29	30				
														31													
May - 2025							June - 2025							July - 2025							August - 2025						
			1	2	3	4								1	2	3	4	5	6					1	2	3	
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	7	8		10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10
12		13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15		17
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19		21	22	21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24
26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29		29	30	31				25	26	27	28	29	30	31
							30																				
September - 2025							October - 2025							November - 2025							December - 2025						
1	2	3		5	6	7			1	2	3	4	5					1	2	1	2	3	4	5	6	7	
8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12	3		5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21	13		15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16		16	17	18	19	20	21
22			24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
29	30						27	28	29	30	31				24	25		27	28	29	30	29	30	31			

Gambar 2 Jadwal Pemeliharaan

Keterangan :

 : Waktu Interval Pemeliharaan *Vibrator* dan *Hidrolik*, karena sama-sama dilakukan perbaikan selama 19 hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data kerusakan selama tahun 2024, ditemukan bahwa komponen *Vibrator* dan *Hidrolik* merupakan dua komponen penyumbang *downtime* tertinggi dengan masing-masing frekuensi kerusakan sebanyak 20 kali dan 14 kali. Penyebab kerusakan umumnya berasal dari faktor keausan, pelumasan yang kurang optimal, serta usia pakai komponen. Hasil analisis FMEA juga menunjukkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi berada pada komponen *Vibrator* dengan nilai 360 dan *Hidrolik* dengan nilai 210, sehingga keduanya dikategorikan sebagai komponen paling kritis dalam sistem produksi *paving*.

Dengan menggunakan metode *Risk Based Availability* (RBA), strategi perawatan difokuskan pada pemetaan risiko berdasarkan analisis kerusakan dan tingkat *availability* (ketersediaan) tiap komponen. Nilai *availability* total mesin sebesar 92,66%, melebihi standar minimum operasional 80%, sehingga sistem produksi dinilai sudah optimal. Namun, diperlukan jadwal pemeliharaan yang lebih terencana dengan prioritas pada komponen kritis seperti *vibrator* dan *hidrolik*. Upaya ini diperkuat dengan penerapan ISO 31000 untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko secara sistematis.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar perusahaan memberikan prioritas utama pada perawatan komponen *Vibrator* dan *Hidrolik*, mengingat kedua komponen ini memiliki persentase *availability* yang lebih rendah dibandingkan dengan komponen lainnya. Selain itu, perusahaan juga disarankan untuk mengikuti interval waktu perawatan yang telah ditetapkan, guna menjaga kinerja mesin tetap optimal dan mencegah terjadinya kerusakan berulang.

DAFTAR PUSTAKA

Andeka R. T., Lela D. B (2021). Analisis Risiko Dengan Metode ISO 31000 Pada Disperinnaker Kota Salatiga Bidang Industri. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, Vol. 8, No. 3, Hal. 1105-1118. Anita
A. U., Taufiq I. (2021). Analisis Manajemen Risiko Dengan Penerapan ISO 31000 Pada Proses Machining (Studi Kasus:

Perusahaan AB). *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol 6, No. 2 Hal. 42-52.
Ebeling, C. E. (1997). *An introduction to reliability and maintainability engineering*. McGraw-Hill, New York.
Fadel M, D., Gunawan, D., Haryadi, Ismoyo, H, (2024). Metode Risk Based Inspection (RBI) Pada Analisis Risiko Komponen Kritik Hydraulic Axial Pump 2000. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 12, No. 2 Hal.107-112.
Harianto, R. M. R., Nursanti, E., & Galuh, H. (2022). Penerapan Metode OEE dan FMEA Untuk Pemeliharaan Mesin Cup Sealer Otomatis Pada UMKM Sari Apel Brosem. *Jurnal Valtech. Institut Teknologi Nasional Malang*. Vol 5, No 2, Hal. 209 – 210.
Homzah, O., Sundari, E., Yuliandi, R., & Sari, F (2023). Analisa Perawatan Intake Pump Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM). *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.9, No.2, Hal 38-44.
Irdiansyah, L., Ludiya, E (2022). Pemeliharaan Korektif Mesin Cetak Offset 4 Warna Pada CV. Aries Anugrah Karya Utama. *Jurnal Administrasi Bisnis*, Vol 18 No 1.
Iskandar, N, Sulardjaka., Altalarik, P (2021). Studi dan Aplikasi Reliability Centered Maintenance pada Hoist Crane. *ROTASI*, Vol. 23 No. 4, Hal. 50 57.
Ismail, R, A. (2020). Predictive Maintenance (PdM) Dengan Sistem Major Overhaul Pada Mesin Diesel Mirrless Blackstone ELS 16 MK 2 di PLTD Poasia. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 8, No. 2, Hal. 100-110.
Kusuma, D. R., & Hidayat, R. (2020). Analisis Risiko Operasional pada Proses Produksi Menggunakan Pendekatan FMEA. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 21, No. 1, Hal 35–44.
Rizky, L., Maulid, A, (2024). Analisis Performance Band Service Mesin Atb-I3 Dengan Perhitungan Availability. *Jurnal Sains Ilmu Teknologi Industri (JUSTIN)*. Vol. 4 No.2
Mohammad, T., Alhilman, J., Budiasih, E. (2020). Analisis Kebijakan Perawatan Dan Penentuan Sisa Umur Hidup Mesin Injeksi Plastik Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM) dan Replacement Analysis Di CV XYZ.

- Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 7, No. 2, Hal. 155-161.
- Nursanti, E., Mariza, K., Sibut., Suaidy, A (2019). *Maintenance Capacity Planning (Efisiensi & Produktivitas)*. CV Dream Litera Buana, Malang.
- Nursanti, E., Avief S., Sibut, Kertaningtyas, M. (2018) Peningkatan Efisiensi Waktu dan Biaya Pemeliharaan Overhaul Pesawat Tempur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*. Vol. 4 No. 2 Hal 1-6.
- Nursanti, E., Ma'ruf, A., Simatupang, T., & Iskandar, B. P. (2012). Cost and availability functions using imperfect maintenance policy for a serial system. In *2012 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*. Hal. 386-391.
- Nursanti, E., Avief, R. S., & Kertaningtyas, M. (2019). Parallel Series Scheduling for Aircraft Overhaul Maintenance. In *2019 International Conference on Organizational Innovation (ICOI 2019)*. Atlantis Press. Hal. 640- 644.
- Nursanti, E., & Priyasmanu, T. (2022). Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin Cane Carrier Dan Imc Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Pada Pg Kebon Agung. *Jurnal Valtech*, Vol 5. No 1, Hal 1-10.
- Patria, M. F. A (2023). Analisis Strategi Inspeksi Berdasarkan Risiko (RBI) pada Atmospheric Storage Tank PT. XYZ. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, Vol.5, No.2, Hal 73–82.
- Priambodo, B., Nursanti, B., Laksmana, D. I. (2021). Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA. *Institut Teknologi Nasional Malang: Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*. Vol. 7, No. 2, Hal 7 – 12.
- Raharja, I. P., Suardika, I. B. Galuh, H, W. (2021). “Perencanaan Perawatan Mesin Produksi Roller Mill Unit 1 Tuban Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di Pt Semen Indonesia (Persero) Tbk, *Jurnal Teknik Industri*., Vol. 11, No. 1, Hal. 39–48.
- Sidqi, Y., Arie, S. (2022), Analisa Reliability Dan Availability Mesin Screw Press Kelapa Sawit (Studi Kasus di PT. Ujong Neubok Dalam), *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri*, Vol.9 No.2, Hal.83-94.
- Silvia, Reviana, I, D, S., Murnianti (2023), Analisis Preventive Maintenance Berdasarkan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) Pada Alat Blow Molding Di PT XYZ, *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, Vol 2, No. 8, Hal.3471-3478.
- Siregar, M. L. (2019). Strategi Pemeliharaan Mesin Produksi untuk Meminimalisir Downtime. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol.7, No.2, Hal.125–132.
- Sodikin, S., (2024). Penjadwalan Perawatan Mesin dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance (Studi Kasus di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil (JUTE)*, Vol.7, No.1, Hal. 37-46.
- Susilo, A., Rohimat, R. I., & Husniah, H (2019). Analisis Kegagalan Operasional Mesin Chiller dengan Metode FTA dan FMEA. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol.2, No.3, Hal 19-29.
- Taufiqur, R., Darmiolla N, W., Derajat M, A., Septian, R, A., Iphov, K, S. (2022). Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Perbaikan Komponen Kritis Mesin Bubut Type SS-850 di PT. Hamdan Jaya Makmur Dengan Metode Age Replacement. *Jurnal Metris*, Vol.23, No.1, Hal.52-61.
- Wirda, N., Mahrani, A., Ridho, A. (2023), Analisis Preventive Maintenance pada Mesin Heater Kernel dengan Metode Mean Time Between Failure dan Mean Time To Repair. *Jurnal Unitek*, Vol. 16, No. 2, Hal. 259-267.
- Yaqin, R. I., Zamri., Siahaan, J. P., Priharanto, Y, E., Alirejo, M. S., Umar, M. L (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol.9, No.3, Hal.189-200.
- Yudha, A, P., Japri, Sunaryo (2020). Penerapan Reliability Centered Maintenance Pada Peralatan Ship Unloader Pltu Tenayan 2 X 110 Mw. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*. Vol. 3, No. 2, Hal.6-18.