

Penentuan Waktu *Preventive Maintenance* (PM) untuk meningkatkan umur pakai Mesin Bending

Agri Mulyadi.R^{*1}, Kms M. Avrieldi^{1*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: agrimulyadi1234@gmail.com

Abstrak

Mesin bending merupakan peralatan yang umum digunakan dalam proses pembentukan logam di sektor manufaktur. Pemakaian mesin secara terus-menerus tanpa perawatan yang memadai dapat menurunkan kinerja mesin serta menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen kritis, seperti sistem hidrolik, tooling (punch dan die), guide rail, serta back gauge. Hal ini berakibat pada peningkatan downtime produksi dan penurunan umur pakai mesin. Oleh karena itu, penetapan jadwal *preventive maintenance* yang optimal menjadi sangat penting untuk menjaga kondisi mesin serta memperpanjang masa pakainya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu prosedur pemeliharaan preventif yang efektif pada mesin bending. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung di lapangan, wawancara dengan operator, analisis data kerusakan secara historis, serta penyusunan jadwal perawatan berdasarkan kondisi komponen mesin. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan *preventive maintenance* secara teratur dapat mengurangi laju kerusakan secara signifikan, meningkatkan performa dan keandalan mesin, serta memperpanjang umur pakai mesin bending. Hasil ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi industri manufaktur dalam menerapkan strategi perawatan proaktif guna meningkatkan efisiensi produksi.

Kata Kunci: *Downtime*, Efisiensi Produksi, Kendala Mesin, Mesin Bending, *Preventive Maintenance*.

Abstract

A bending machine is a crucial production facility in the sheet metal forming industry. Continuous machine operation without an adequate maintenance strategy can degrade operational performance and accelerate damage to critical components, such as the hydraulic system, tooling (punch and die), guide rails, and back gauges. This condition directly leads to increased unplanned downtime and a reduced machine lifespan. This study aims to determine an optimal preventive maintenance schedule to maintain mechanical integrity and extend the service life of bending machines. The methodology employed includes field observations, operational interviews, failure history data analysis, and the development of a maintenance schedule based on component conditions. The results demonstrate that structured preventive maintenance significantly reduces failure rates, enhances machine reliability, and optimizes service life. These findings provide a strategic reference for the manufacturing industry to implement proactive maintenance management and improve production efficiency.

Keywords: *Bending machine, Downtime, Machine reliability, Preventive maintenance, Production efficiency.*

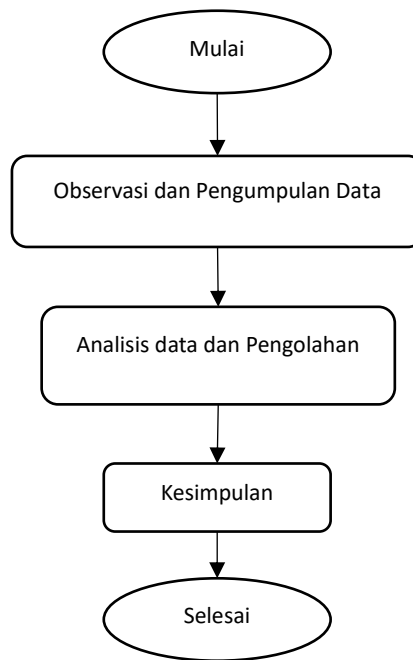
1. Pendahuluan

Pertumbuhan industri yang sangat pesat, terutama didalam bidang manufacturing, mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas dalam sistem produksinya. Dalam proses produksi, terdapat elemen input dan output, agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar, diperlukan perawatan mesin secara berkala dan konsisten untuk mengoptimalkan hasil yang diinginkan, sehingga hal ini akan memberikan manfaat dari aspek ekonomi maupun finansial bagi perusahaan [1]. Perawatan (maintenance) merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menjamin keberlangsungan fungsional

suatu sistem produksi sehingga sistem produksi dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki dan dapat beroperasi sesuai dengan apa yang diinginkan dan direncanakan [2]. Pada umumnya, kegiatan perawatan terbagi atas 2 jenis yaitu perawatan korektif (*corrective maintenance*) dan perawatan preventif (*preventive maintenance*). Perawatan korektif (*corrective maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan setelah ditemukan kerusakan pada suatu komponen dengan cara memperbaiki/mengganti komponen atau biasa disebut dengan *schedule maintenance*. Perawatan ini disebut dengan istilah *condition monitoring*. Sedangkan perawatan preventif (*preventive maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan berdasarkan batas waktu dari umur maksimum suatu komponen/mesin disebut dengan *schedule maintenance* [3].

Perawatan dilakukan tidak hanya untuk menjaga agar sistem tetap berjalan normal, tetapi juga untuk memperpanjang umur operasional mesin dan menekan tingkat kegagalan serendah mungkin. Melalui manajemen perawatan, perusahaan dapat Menyusun kebijakan perawatan yang efektif dengan mempertimbangkan aspek teknis dan pengendalian manajemen dalam pelaksanaannya [4]. Breakdown Maintenance dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja tidak terjamin, kondisi mesin ini tidak diketahui, dan tidak direncanakan waktu, tenaga kerja maupun biaya yang baik [5]. Penggunaan mesin yang terus-menerus berjalan mengingat usia mesin yang sudah tidak lagi muda menyebabkan mesin menjadi banyak trouble. Hal ini membuat perusahaan berupaya keras untuk melakukan perawatan terhadap mesin agar mesin dapat beroperasi dengan aman dan lancar [6].

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

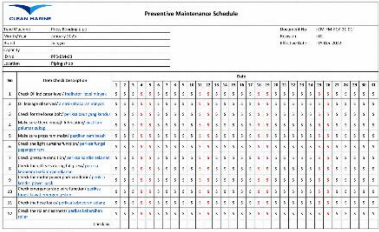
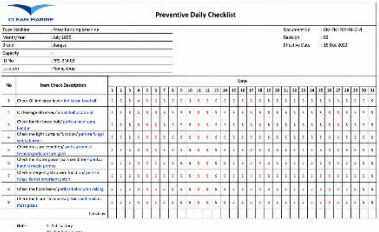
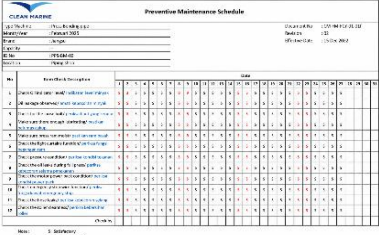
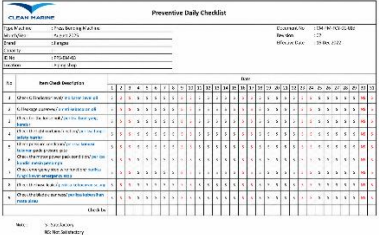
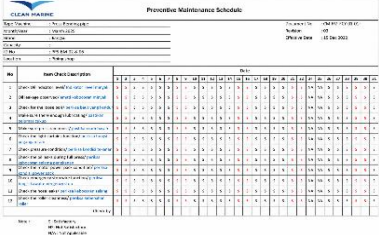
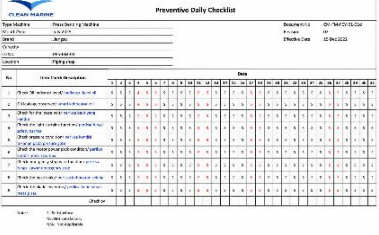
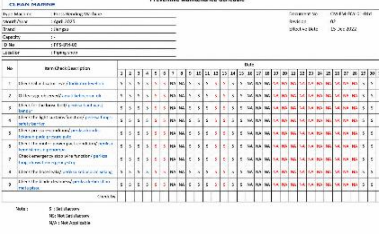
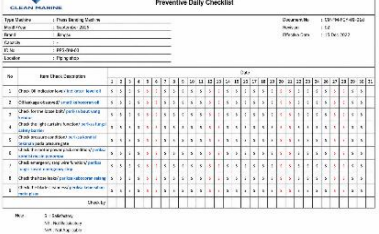
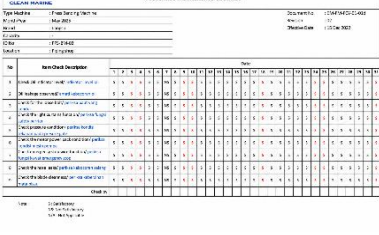
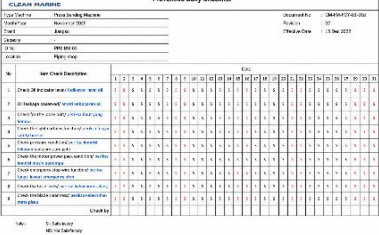
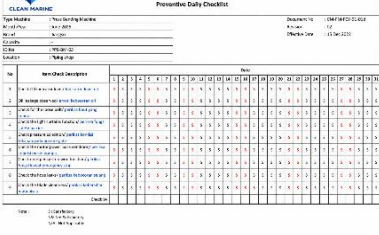
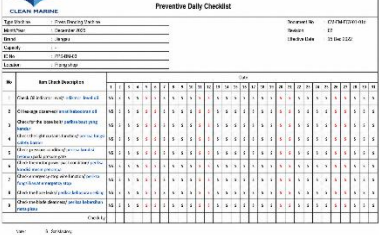
2.1. Observasi

Penelitian melakukan observasi, yaitu kegiatan pengamatan langsung terhadap kondisi mesin bending dilapangan. Pada tahap ini, penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data, dimana peneliti mengumpulkan berbagai informasi. Data ini dapat berupa data kerusakan mesin, waktu downtime, riwayat perawatan, serta data pendukung lainnya yang diperlukan untuk analisis.

Tabel 1. Preventive Maintenance Schedule

Bulan	Preventive Maintenance Schedule	Bulan	Preventive Maintenance Schedule
Januari		Juli	
Februari		Agustus	
Maret		September	
April		Oktober	
Mei		November	
Juni		Desember	

Pada gambar 2 diatas merupakan borang *preventive maintenance schedule*, pada gambar tersebut dilakukan pengecekan setiap hari. Pada saat mesin digunakan dilakukan pengecekan kesemua bagian mesin secara menyeluruh. Pada borang tersebut terdapat bagian-bagian apa saja yang harus diperiksa dibagian borang dengan menuliskan kode yaitu:

- S : *Satisfactory*/kondisi baik
- NS : *Not Satisfactory*/perlu diperbaiki
- N/A : *Not Applicable*/tidak dapat digunakan

2.3. Pengolahan data

Pengolahan data, pada tahap ini data yang telah diperoleh diolah menggunakan metode tertentu agar menjadi informasi yang lebih terstruktur dan mudah dianalisis. Misalnya dengan perhitungan interval perawatan atau indentifikasi komponen kritis, disini saya menggunakan rumus OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan menggunakan rumus MTBF dan MTTR untuk penelitian saya. Dibawah ini merupakan rumus yang saya pakai yaitu rumus OEE yang dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- Availability

$$\text{Availability: } \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Production Time}} \times 100\%$$

keterangan :

- Availability : persentase ketersediaan mesin untuk beroperasi sesuai waktu yang sudah direncanakan.
- Operating Time : waktu mesin benar-benar beroperasi menghasilkan produk .

Rumus :

$$\text{Operating time : Planned Production Time} - \text{Downtime}$$

- Planned Production Time : total waktu produksi yang telah dijadwalkan.
- Downtime : waktu mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan.

- Performance

$$\text{Performance: } \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

keterangan :

- Performance : tingkat kemampuan mesin menghasilkan produk dibandingkan dengan kecepatan idealnya.
- Ideal Cycle Time : waktu tercepat atau waktu standar yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk.
- Total Output : jumlah seluruh produk yang dihasilkan selama mesin beroperasi, termasuk produk baik dan produk cacat
- Operating Time : waktu actual mesin beroperasi

- Quality

$$\text{Quality: } \frac{\text{Good Product}}{\text{Total Product}} \times 100$$

keterangan :

- Quality : persentase produk yang memenuhi standar kualitas.
- Good Product : jumlah produk yang memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan.
- Total Product : jumlah seluruh produk yang dihasilkan, baik produk baik maupun produk cacat

- Overall Equipment Effectiveness (OEE)

$$OEE: \frac{Availability \times Performance \times Quality}{10000}$$

keterangan :

- OEE : Nilai yang menunjukkan efektivitas keseluruhan mesin berdasarkan 3 aspek utama yaitu : Availability, Performance dan Quality

Selanjutnya rumus yang saya pakai selain OEE adalah rumus MTBF dan MTTR. MTBF (*Mean Time Between Failures*) adalah rumus untuk mengukur tingkat keandalan dari suatu mesin atau peralatan kerja selama beroperasi. Menurut Smith (2019), MTBF menunjukkan rata-rata jarak waktu operasional mesin yang mampu dicapai, dengan rumus yaitu:

$$MTBF: \frac{Operating Time}{Number of Failures}$$

keterangan :

- MTBF : rata-rata waktu operasi mesin di antara dua kejadian kerusakan. Nilai MTBF yang semakin besar menunjukkan bahwa mesin lebih andal karena jarang mengalami kerusakan.
- Operating Time : total waktu beroperasi selama periode pengamatan, tidak termasuk waktu downtime.
- Number of Failures : jumlah kejadian kerusakan (*breakdown*) yang terjadi selama periode.

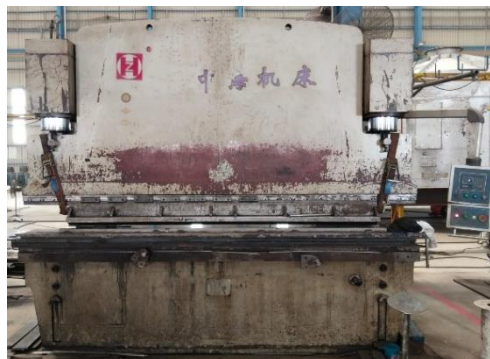
Rumus MTTR adalah rumus untuk mengukur tingkat keterpeliharaan dari suatu sistem atau mesin produksi. MTTR mempresentasikan rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh tim teknisi untuk melakukan Tindakan perbaikan, dengan rumus yaitu:

$$MTTR: \frac{Total Repair Time}{Number of Failures}$$

keterangan :

- MTTR : rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin setiap kali terjadi kerusakan, semakin kecil nilai MTTR, semakin cepat proses perbaikan dilakukan.
- Total Repair Time : total waktu yang digunakan untuk memperbaiki mesin akibat seluruh kerusakan selama periode pengamatan.
- Number of Failures : jumlah kejadian kerusakan (*breakdown*) yang terjadi selama periode.

3. Analisa Data dan Pembahasan



Gambar 2. Mesin Bending Jiangsu

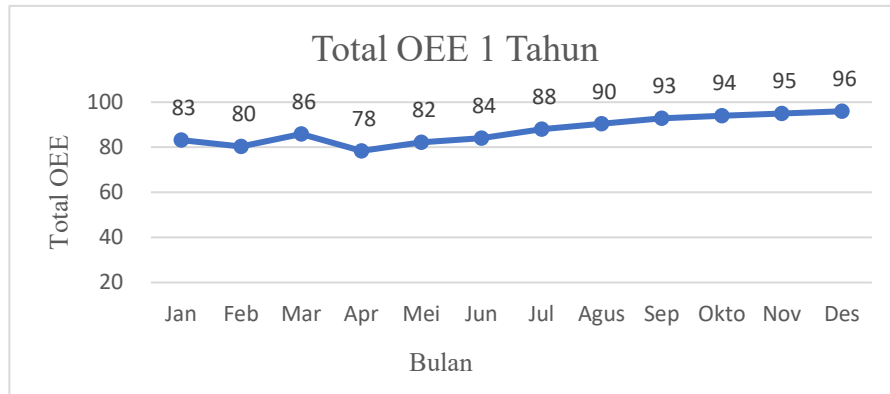
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terhadap rekomendasi terkait preventive maintenance untuk meningkatkan umur pakai mesin bending. Pada gambar menunjukan bagian depan mesin bending yang saya gunakan yang bermerek Jiangsu.

Setelah data yang kita peroleh setelah itu masuk ketahap perhitungan menggunakan rumus OEE dan mendapatkan hasilnya kita masuk dalam pembahasan. Dibawah ini merupakan tabel hasil perhitungan OEE.

Tabel 2. Data dan Hasil Perhitungan OEE

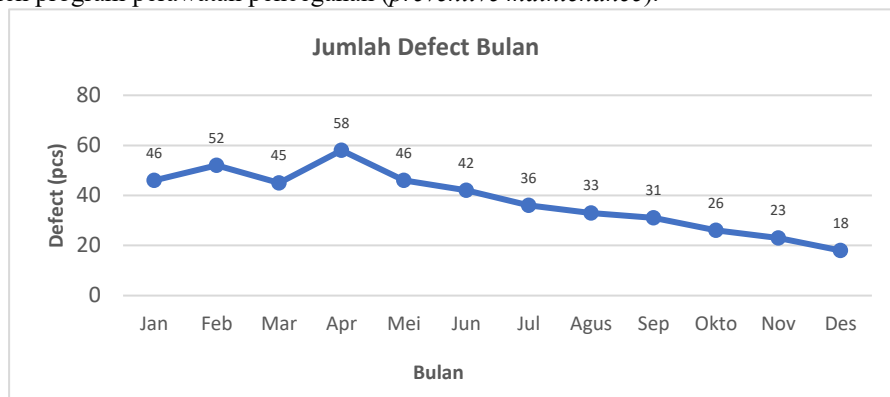
Bulan	Loadin g Time (jam)	Loadin g Time (mnt)	Downti me (Jam)	Downti me (mnt)	Operatio n time (Jam)	Operatio n time (mnt)	Total Output (Pcs)	Defect (Pcs)	Aviabilit y (%)	Performan ce (%)	Good Produc t (Pcs)	Qualit y (%)	OE E Tota l
Januari	279	16.74 0	19,8	1.188	259,2	15,552	15.50 7	46	93	90	15.46 1	100	83
Februari	279	16.74 0	23,1	1.386	255,9	15.354	14.98 5	52	92	88	14.93 3	100	80
Maret	279	16.74 0	16,67	1.000	262,33	15.740	16.02 0	45	94	92	15.97 5	100	86
April	279	16.74 0	24,75	1.485	254,25	15.255	14.64 2	58	91	86	14.58 4	100	78
Mei	279	16.74 0	21,45	1.287	257,55	15.453	15.33 1	46	92	89	15.28 5	100	82
Juni	279	16.74 0	19,8	1.188	259,2	15.552	15.68 2	42	93	91	15.64 0	100	84
Juli	279	16.74 0	14,85	891	264,15	15.849	16.41 1	36	95	93	16.37 5	100	88
Agustus	279	16.74 0	12,38	743	266,62	15.997	16.84 9	33	96	95	16.81 6	100	90
Septemb er	279	16.74 0	9,9	594	269,1	16.146	17.30 9	31	96	96	17.27 8	100	93
Oktober	279	16.74 0	9,08	545	269,92	16.195	17.51 1	26	97	97	17.48 5	100	94
Novemb er	279	16.74 0	8,25	495	270,75	16.245	17.68 1	23	97	98	17.65 8	100	95
Desembe r	279	16.74 0	7,43	446	271,58	16.295	17.86 8	18	97	99	17.85 0	100	96
Ideal Cycle Time (Mnt/Pcs)	0,9												

Setelah kita mendapatkan hasil dari perhitungan pada tabel diatas kita akan masuk kedalam pembahasan pada bulan apa saja yang mengalami penurunan dengan klasifikasi kondisi terendah, kritis, dan optimal. Saya akan memaparkan penjelasannya pada grafik dibawah ini.



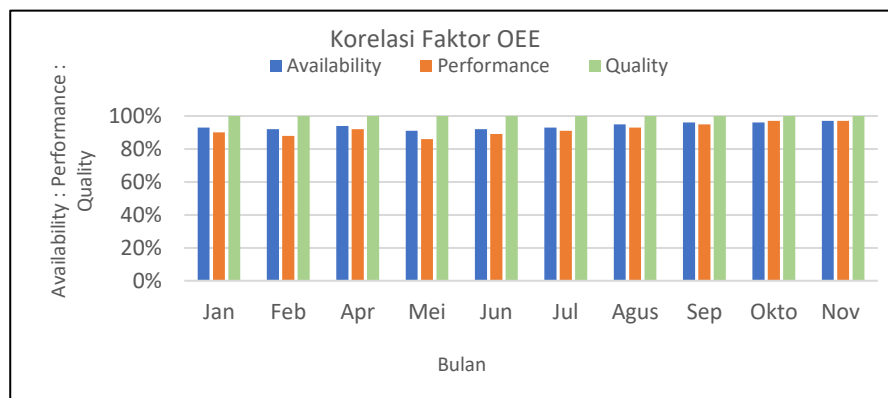
Gambar Grafik 3. Total OEE 1 Tahun

pada gambar grafik 3 diatas melihat jelas menunjukkan 3 kondisi performa, kondisi 1 yaitu titik terendah pada grafik bulan April dengan pencapaian hanya sebesar 78%, berada dibawah standar kelas dunia yaitu 85% akibat tingginya akumulasi waktu mati mesin/downtime dan penurunan kecepatan produksi. Kondisi 2 yaitu krisis ditunjukkan bulan Februari pada saat kurva merosot ke angka 81% menjadi zona waspada akibat penurunan yang dipicu oleh kendala teknis berulang yang menekan kesiapan operasional meskipun kualitas produk stabil. Kondisi 3 yaitu titik optimal ditunjukkan pada bulan Desember dengan nilai OEE yang optimal 96% berarti jauh melampaui standar manufactur, yang didorong oleh program perawatan pencegahan (*preventive maintenance*).



Gambar Grafik 4. Jumlah Defect

Pada gambar grafik 4 diatas memperlihatkan hasil grafik diatas dapat dilihat kita mendapatkan 3 kondisi yaitu, kondisi 1 kritis terjadi pada bulan April dengan jumlah defectnya 58 pcs dalam 1 bulan produksi, kondisi 2 terendah terjadi pada bulan Februari dengan jumlah defect 52 pcs dalam 1 bulan produksi, dan kondisi 3 optimal terdapat pada bulan Desember dengan jumlah defect 18 pcs dalam 1 bulan produksi.



Gambar Grafik 5. Korelasi OEE

berdasarkan gambar grafik 5 diatas kita bisa melihat pada *Quality Rate* yang ditunjukkan warna hijau konsisten menyentuh 100% dalam periode 1 tahun ini, dalam objek yang diamati produk cacat didefinisikan secara ketat hanya untuk produk yang mengalami kegagalan dimensi fatal dan dikategorikan sebagai scrap yang tidak bisa dipakai. Sementara itu, *Availability Rate* ditunjukkan dengan warna biru berada pada 90%-98% dan cenderung meningkat pada bulan-bulan akhir, kondisi ini menunjukkan bahwa downtime mesin semakin berkurang sehingga kesiapan mesin dalam proses produksi menjadi lebih baik. Dan pada *Performance rate* yang ditunjukkan dengan warna merah, terlihat adanya peningkatan secara bertahap dari awal hingga akhir. Pada awal tahun nilai performance masih berada pada tingkat rendah dibandingkan pada akhir tahun yang menunjukkan bahwa kecepatan dan efisiensi mesin belum berjalan secara maksimal.

Seperti yang di bagian pengolahan data saya juga menggunakan 1 metode/rumus lagi dalam melakukan analisis data saya juga menggunakan rumus MTBF dan MTTR.

Tabel 3. Data dan Hasil Perhitungan Rumus MTBF dan MTTR

Bulan	Operation Time (Jam)	Operation Time (Mnt)	Downtime (Jam)	Downtime (Mnt)	Jumlah Breakdown	Hasil MTBF	Hasil MTTR
Januari	259,2	15.552	19,8	1.188	7	37,03	2,83
Februari	255,9	15.354	23,1	1.386	8	31,99	2,89
Maret	262,33	15.740	16,67	1.000	6	43,72	2,78
April	254,25	15.255	24,75	1.485	9	28,25	2,75
Mei	257,55	15.453	21,45	1.287	8	32,19	2,68
Juni	259,2	15.552	19,8	1.188	7	37,03	2,83
Juli	264,15	15.849	14,85	891	5	52,83	2,97
Agustus	266,62	15.997	12,38	743	4	66,66	3,10
September	269,1	16.146	9,9	594	4	67,28	2,48
Oktober	269,92	16.195	9,08	545	3	89,97	3,03
November	270,75	16.245	8,25	495	3	90,25	2,75
Desember	271,58	16.295	7,43	446	3	90,53	2,48

Berdasarkan tabel diatas, kinerja mesin secara jelas menunjukkan 3 kondisi utama periode. Kondisi 1 titik terendah terjadi pada bulan April akibat pembengkakan downtime tertinggi mencapai 24,75 jam yang dipicu oleh 9 kali kerusakan/breakdown, sehingga menjatuhkan nilai keandalan MTBF ke angka minimum 28,25 jam. Sementara itu, kondisi 2 titik kritis terjadi pada bulan Februari sebagai zona waspada awal dimana waktu operasi menjadi 255,9 jam akibat lonjakan kerusakan hingga 8 kali. Kondisi 3 titik optimal terjadi pada bulan Desember dengan waktu operasi sebesar 271,58 jam serta pemangkasan downtime hingga titik 7,43 jam dengan 3 kali kerusakan, yang secara otomatis melesatkan nilai MTBF tertinggi sepanjang tahun sebesar 90,53 jam.

4. Kesimpulan

Analisis efektivitas kinerja mesin bending Jiangsu melalui parameter OEE, MTBF, dan MTTR menunjukkan tren fluktuatif yang meningkat signifikan sepanjang tahun. Titik kritis performa terjadi pada April dengan nilai OEE sebesar 78% (Februari: 80%), sebagai implikasi langsung dari rendahnya keandalan mesin dengan nilai MTBF yang hanya 28,19 jam. Namun, transisi dari pola perawatan reaktif ke strategi *preventive maintenance* terbukti efektif mendongkrak produktivitas hingga mencapai puncaknya pada Desember dengan capaian OEE 96% dan MTBF 90,53 jam, sehingga berhasil melampaui standar Word Class OEE (85)%.

Keberhasilan peningkatan keandalan (*reliability*) ini didukung oleh kesiapan teknisi dengan nilai MTTR yang stabil di rentang efisien, yaitu 2 hingga 3 jam. Berdasarkan identifikasi losses, reduksi efisiensi operasional murni didominasi oleh faktor *Availability* dan *Performance Losses* akibat kendala mekanis berulang, sedangkan aspek Quality Rate konsisten berada pada kondisi sempurna (100%). Oleh karena itu, keberlanjutan performa optimal mesin ke depan sangat bergantung pada kedisiplinan pelaksanaan jadwal inspeksi harian yang ketat untuk mengeliminasi Risiko kerusakan berulang.

5. Daftar Pustaka

- [1] RAYA, I., & YUDISTIA, F. USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN SREW PRESS MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA PT. SIR (SURYA).
- [2] Syaripudin, M., Budiharjo, B., & Rostikawati, D. A. (2022). Usulan Perawatan Mesin Bending 90° Dengan Pendekatan Preventive Maintenance Berdasar Metode Keandalan Dan Fmea Di Pt. Rinnai Indonesia-Cikupa. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(2), 175-184.
- [3] Marikena, N. (2022). Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Pouch dengan Critical Path Method di PT. Grafika Nusantara. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*.
- [4] Firzatulloh, A.I., Tarman, T. and Fata, A.F.I., 2025. Analisis Perawatan Mesin Bending Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(5), pp.172–187. Available at: <https://doi.org/10.61132/venus.v3i5.1121>.
- [5] Iqbal, M. (2017). Pengaruh Preventive Maintenance (Pemeliharaan Pencegahan) dan Breakdown Maintenance (Penggantian Komponen Mesin) terhadap Kelancaran Proses Produksi di Pt. quarryndo Bukit Barokah. *Almana: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 1(3), 33-46.
- [6] Rolando, A. S. (2024). *Analisis Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement (Studi kasus: PT. Hi-Test Laboratory Of Mechanical Testing)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).