

ANALISA TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE MESIN EXTRUDER BERBASIS RISK FACTOR

Muhammad Nabil Reza Respati^{1*}, M. Nushron Ali Mukhtar²

*E-mail korespondensi: nabillrezza@gmail.com

^{1,2}Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia

ABSTRAK

Teknologi yang di pakai perusahaan semakin maju mengikuti perkembangan zaman, sehingga untuk menjamin kelancaran proses produksi harus selalu memperhatikan pemeliharaan produktivitas. Permasalahan yang terjadi adalah tingginya *cost* yang di timbulkan karena lamanya waktu *downtime* pada salah satu mesin, yaitu mesin *extruder*. Pada penelitian ini mengkaji tentang manajemen perawatan. Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di gunakan untuk mengukur efisiensi perawatan. Analisis dari resiko operasional selama proses produksi menggunakan *House Of Risk* (HOR). Pengolahan data *Overall Equipment Effectiveness* dimulai dengan pengukuran tiga komponen yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Rate Of Quality*. Dalam kurun waktu satu tahun, di dapatkan rata-rata nilai OEE mesin *extruder* pada tahun 2022 sebesar 74,04 %. Identifikasi resiko dilakukan pada proses *maintenance* mesin *extruder*. Hasil dari pengukuran *effectiveness to difficulty ratio* memperoleh 3 prioritas mitigasi pada mesin *extruder* di dapatkan nilai OEE di bawah *overall plant efficiency* 85%. Atas dasar tersebut, di pilih 6 *risk agent* dan 5 *preventive action yang memberikan feedback* paling tinggi pada resiko *maintenance*. Kerusakan part, kurangnya jadwal perawatan, dan gangguan kelistrikan merupakan *Risk agent* yang berpengaruh terhadap operasional *extruder*. Tindakan pencegahan yang bisa dilakukan adalah melaksanakan pengecekan mesin tiap minggu.

Kata kunci: *down time*, manajemen resiko, *overall equipment effectiveness*

ABSTRACT

The technology used by the company is increasing by the following times, to ensure a smooth production process had to heed to productivity maintenance. The problem that occurs is the high cost incurred due to the length of downtime on one of the machines, which is the extruder machine. This research examines maintenance management. The Overall Equipment Effectiveness (OEE) method is used to measure maintenance efficiency. Analysis of operational risks during the production process using the House of Risk (HOR). Overall Equipment Effectiveness data processing starts with measuring three components, Availability, Performance, and Rate of Quality. Within one year, the average OEE value of the extruder machine in 2022 was 74.04%. Risk identification is carried out in the extruder machine maintenance process. The results of measuring the effectiveness to difficulty ratio obtained three mitigation priorities on the extruder machine obtained an OEE value below the overall plant efficiency of 85%. On this basis, six risk agents and five preventive actions were selected that produced the highest feedback on maintenance risks. Part damage, lack of scheduled maintenance, and electrical interference are risk agents that affect extruder operations. Preventive action that can be done is to carry out machine checks every week.

Keywords: *down time*, *overall equipment effectiveness*, *risk management*

PENDAHULUAN

Produktivitas suatu mesin di tentukan dari kesiapan mesin tersebut dalam menjalankan tugas sesuai dengan fungsinya. Perawatan merupakan salah satu sarana yang dapat di lakukan untuk menjaga kondisi komponen mesin agar selalu tetap optimal. Perawatan mesin yang optimal merupakan upaya yang dapat dilakukan apabila mesin di gunakan secara terus menerus. Dengan perawatan mesin yang baik, maka dapat mengurangi

kerusakan mesin pada saat proses produksi. (Prabowo et al., 2020). Salah satu penyebab terhambatnya proses produksi adalah adanya kerusakan mesin. Hal itu dapat mempengaruhi suatu proses produksi apabila menggunakan sistem produksi dengan konveyor. (Syaputra et al., 2020) Jenis perawatan *reactive maintenance* adalah memperbaiki apabila terjadi kerusakan atau *breakdown*. (Ali M & Kusuma, 2019) Salah satu perusahaan *manufaktur* kabel di Surabaya yang menyediakan aneka macam kabel otomotif.

Dalam proses produksinya, memiliki beberapa mesin yang di gunakan untuk produksi di antaranya yaitu mesin *rod break down*, *multi wire drawing*, *bunching*, dan mesin *extruder*.



Gambar 1. Mesin *rod break down*



Gambar 2. Mesin *multi wire drawing*



Gambar 3. Mesin *bunching*



Gambar 4. Mesin *extruder*

Permasalahan yang terjadi adalah tingginya *cost* yang di timbulkan karena lamanya waktu *downtime* pada salah satu mesin, yaitu mesin *extruder*. Hal tersebut terjadi akibat divisi *maintenance* tidak dapat mengetahui dengan jelas apa yang menjadi akar penyebabnya. Agar mesin *extruder* dapat berjalan dengan efisien, di perlukan proses perawatan yang baik, untuk mengurangi *downtime* pada mesin yang terjadi akibat kerusakan pada mesin. *Total productive maintenance* (TPM) adalah salah satu metode perawatan untuk mewujudkan peningkatan proses produksi. TPM tidak hanya berfokus pada optimalisasi produktivitas alat yang mendukung pekerjaan, tetapi memperhatikan juga bagaimana meningkatkan produktivitas pegawai yang nanti akan menguasai alat tersebut. (Mutaqiem et al., 2022).



Gambar 5. Produk *small wire*

Pada penelitian ini mengkaji tentang manajemen perawatan. Pengukuran untuk efisiensi *maintenance* yang di lakukan dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE adalah suatu indikator yang dapat menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya (keandalan, produktivitas, dan lain - lain) dari mesin yang di gunakan dalam proses produksi (Ningrum & Muhsin, 2016).

Implementasi metode OEE yang efisien dengan perbaikan untuk variabel bernilai rendah (Kusuma & Muttaqin, 2021).

Metode House Of Risk (HOR) dipakai untuk menganalisis resiko operasional proses produksi. Menurut (Vina, 2021) menjelaskan bahwa Metode House of Risk (HOR) merupakan perpaduan antara model *House of Quality* dan *Failure Modes and Effects*, yang berfungsi untuk mengukur tingkat resiko dan memprioritaskan kemungkinan sumber resiko. sebagai pengurangan resiko yang tepat dari faktor resiko, berdasarkan nilai probabilitas terjadinya suatu peristiwa resiko dan peristiwa resiko menurut tingkat keparahannya.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan mengukur data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin extruder. Data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan data yang diambil dari pengukuran jumlah total waktu produksi dalam satu hari, jumlah produksi, waktu down time, jumlah produk cacat pada mesin extruder.

Setelah data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di dapatkan. Untuk House Of Risk (HOR) di perlukan pengambilan data dengan cara observasi dan interview guna mengetahui resiko apa saja yang dapat terjadi pada saat *maintenance* mesin extruder.

Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) yaitu manajemen perusahaan atau "way of working" yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). *Total Productive Maintenance* (TPM) bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas pada sistem produksi secara keseluruhan (Muhaemin & Nugraha, 2022).

Menurut (Tiara et al., 2023) menjelaskan bahwa *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah proses perawatan mesin yang menyatukan seluruh aspek yang memiliki hubungan dengan mesin, mulai optimalisasi produktivitas peralatan hingga optimalisasi produktivitas pegawai yang nantinya menggunakan alat tersebut. Selain itu, *Total Productive Maintenance* (TPM) juga digunakan bagi perusahaan untuk menemukan pemborosan yang dihasilkan selama produksi, sehingga proses produksi berjalan secara efisien.

Pengolahan Data

Overall Equipment Effectiveness (OEE) di gunakan untuk mengolah data pada penelitian ini. menurut (MSayuti, 2016) menjelaskan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan

efektivitas fasilitas keseluruhan dalam evaluasi bagaimana efisiensi serta keandalan fasilitas tercapai. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dijadikan peluang guna meningkatkan produktivitas perusahaan yang gilirannya dapat menjadi langkah yang menentukan.

Pengolahan data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dimulai dengan pengukuran 3 komponen yaitu *Availability* (A), *Performance* (B), dan *Rate Of Quality* (C). Ketiga komponen tersebut harus di ketahui nilainya agar dapat menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

$$A = \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah menentukan *Availability ratio*, maka dapat dilanjutkan untuk menentukan *Performance Efficiency* dengan menggunakan rumus :

$$B = \frac{\text{Jumlah Produksi}}{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Waktu Operasi}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah nilai *Performance Efficiency* telah di ketahui, maka di lanjutkan dengan menentukan nilai *Rate of Quality* dengan rumus :

$$C = \frac{\text{Jumlah Produksi} - \text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100\% \quad (3)$$

Setelah 3 komponen utama OEE telah di ketahui nilai nya, dilakukan penghitungan nilai OEE dengan menggunakan rumus :

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{performance} \times \text{rate of quality} \quad (4)$$

House Of Risk (HOR)

House of Risk (HOR) adalah perpaduan antara *House of Quality* (HOQ) dan *Failure Modes and Effects* (FMEA), yang bertujuan untuk mengukur tingkat resiko dan memprioritaskan kemungkinan penyebab resiko. sebagai pengurangan resiko yang tepat dari faktor resiko, berdasarkan nilai probabilitas terjadinya suatu peristiwa resiko dan peristiwa resiko menurut tingkat keparahannya. Ini digunakan untuk mengurangi potensi resiko. (Vina, 2021).

Pada tahap pertama *House of Risk*, di lakukan penghitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP) dengan rumus:

$$\text{ARP} = O_i \Sigma_i S_i R_{ij} \quad (5)$$

Setelah ARP telah di ketahui maka selanjutnya di lakukan penghitungan pada tahap dua yaitu menghitung nilai *Total Effectiveness* (TEK) dengan menggunakan rumus :

$$TEk = \sum ARP_j E_jk \tag{6}$$

Penghitungan terakhir pada tahap dua HOR adalah menghitung *Effectiveness to difficulty ration* (ETD) menggunakan rumus:

$$ETDk = TEk/Dk \tag{7}$$

Pada penelitian ini, kegiatan manajemen resiko dimulai dengan langkah-langkah mitigasi resiko dengan mengidentifikasi resiko, yang tujuannya adalah untuk memetakan alasan resiko penggunaan mesin *extruder*. Faktor resiko yang didapat selama identifikasi resiko digunakan sebagai kriteria dalam penilaian resiko. Hasil analisis resiko menghasilkan respon resiko. Langkah-langkah mitigasi sebagai langkah selanjutnya untuk menanggapi resiko yang terkait dengan penggunaan *extruder*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* di hitung berdasarkan nilai *availability*, *performance* dan *quality*. Nilai *standard yang optimal* untuk masing-masing *availability*, *performance*, dan *quality* adalah 90 %, 95 % dan 99,9 % (Kusuma & Muttaqin, 2021). Dalam kurun waktu satu tahun, di dapatkan rata-rata nilai *availability* sebesar 79,06%. Nilai tersebut berada di bawah nilai *best practice availability*. Nilai *performance* dalam kurun waktu tahun 2022 mendapat nilai rata-rata sebesar 95,33%, sehingga masih di atas batas *standard optimal*. Nilai *rate of quality* mendapatkan rata-rata nilai sebesar 98,24%, sehingga masih di atas batas *standard optimal*.

Tabel 1. Hasil perhitungan *availability*

Bulan	Loading time (menit)	Downtime (menit)	Operation time (menit)	Availability ratio (%)
Januari	258516	59376	199140	77,03%
Februari	220405	46765	173640	78,78%
Maret	231620	48080	183540	79,24%
April	220601	44452	176149	79,85%
Mei	173057	34671	138386	79,97%
Juni	202860	41267	161593	79,66%
Juli	217815	44393	173422	79,62%
Agustus	278777	57235	221542	79,47%
September	328663	69583	259080	78,83%
Oktober	315324	71784	243540	77,23%
November	272138	51696	220442	81,00%
Desember	281319	61920	219399	77,99%
Rata - rata	250091	52602	197490	79,06%

Tabel 2. Hasil perhitungan *performance*

Bulan	Loading time (menit)	Target produksi (kg)	Operation time (menit)	Hasil (kg)	Ideal cycle time (menit/kg)	Performance rate (%)
Januari	258516	814796	199140	774057	0,32	95,00%
Februari	220405	720087	173640	684083	0,31	95,00%
Maret	231620	770230	183540	730809	0,30	94,88%
April	220601	695886	176149	660861	0,32	94,97%
Mei	173057	532385	138386	505589	0,33	94,97%
Juni	202860	631493	161593	599708	0,32	94,97%
Juli	217815	724340	173422	687882	0,30	94,97%
Agustus	278777	885542	221542	840971	0,31	94,97%
September	328663	1035708	259080	992058	0,32	95,79%
Oktober	315324	967839	243540	930614	0,33	96,15%
November	272138	855579	220442	822673	0,32	96,15%
Desember	281319	857340	219399	824365	0,33	96,15%
Rata - rata	250091	790935	197490	754472	0,32	95,33%

Tabel 3. Hasil perhitungan *quality ratio*

Bulan	Hasil (kg)	Loss & reject	Quality ratio (%)
Januari	774057	15309	98,02%
Februari	684083	12827	98,12%
Maret	730809	13392	98,17%
April	660861	10937	98,35%
Mei	505589	8433	98,33%
Juni	599708	9824	98,36%
Juli	687882	10780	98,43%
Agustus	840971	15945	98,10%
September	992058	16573	98,33%
Oktober	930614	17098	98,16%
November	822673	14413	98,25%
Desember	824365	14130	98,29%
Rata - rata	754472,5	13305,08	98,24%

Pada tabel 4 dapat dilihat nilai hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *extruder*. Menurut (Wauters & Mathot, 2002) menjelaskan bahwa nilai OEE yang baik rata-rata mencapai 85 %. Secara umum nilai OEE pada mesin *extruder* tahun 2022 menunjukkan rata-rata 74,04 %. Nilai tersebut kurang dari nilai *standard optimal*. Hal tersebut terjadi karena nilai pada *availability* terlalu rendah dari *standard JIPM* dengan nilai sebesar 79,06%. Hasil evaluasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dipakai sebagai

benchmark dalam manajemen resiko. Proses manajemen resiko pada mesin *extruder* di lakukan menjadi tiga tahapan yaitu penilaian resiko, kegiatan mitigasi dan identifikasi resiko yang bisa dilakukan.

Tabel 4. Hasil perhitungan OEE

Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE
Januari	77,03%	95,00%	98,02%	71,73%
Februari	78,78%	95,00%	98,12%	73,44%
Maret	79,24%	94,88%	98,17%	73,81%
April	79,85%	94,97%	98,35%	74,58%
Mei	79,97%	94,97%	98,33%	74,67%
Juni	79,66%	94,97%	98,36%	74,41%
Juli	79,62%	94,97%	98,43%	74,43%
Agustus	79,47%	94,97%	98,10%	74,04%
September	78,83%	95,79%	98,33%	74,24%
Oktober	77,23%	96,15%	98,16%	72,90%
November	81,00%	96,15%	98,25%	76,52%
Desember	77,99%	96,15%	98,29%	73,70%
Rata - rata	79,06%	95,33%	98,24%	74,07%

Langkah-langkah identifikasi resiko diambil untuk menentukan resiko dan faktor resiko. Proses identifikasi resiko dilakukan pada saat proses perawatan mesin *extruder*. Hasil dari identifikasi resiko diperoleh 6 kejadian resiko dan 6 agen resiko.

Tabel 5. Agen resiko

No	Agen resiko	Kode	Occurance
1	Kurangnya jadwal perawatan	A1	7
2	SDM tidak disiplin	A2	6
3	Tidak ada SOP secara tertulis	A3	5
4	Gangguan kelistrikan	A4	7
5	Kerusakan part	A5	6
6	Usia mesin	A6	7

Identifikasi resiko dilakukan sebelum pengukuran kejadian resiko dan agen resiko . Hasil dari pengukuran kejadian resiko dan agen resiko mendapatkan 2 skala yaitu tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan. Pemetaan *House Of Risk* (HOR) dilakukan melalui 2 fase yaitu fase 1 dan fase 2. Pemetaan *House Of Risk* (HOR) fase 1 dilakukan

untuk mengetahui *Aggregate Risk Priority* (ARP) dari agen resiko yang mempunyai pengaruh paling tinggi.

Tabel 6. Kejadian Resiko

No	Kejadian Resiko	Kode	Severity
1	Heating problem	E1	4
2	PVC Mentah	E2	5
3	PVC Tidak bisa keluar	E3	8
4	Alarm Servo Vault	E4	5
5	Auto cooler problem	E5	6
6	Wire break	E6	8

Pada tabel 7 dapat di lihat hasil penilaian *Aggregate Risk Priority* (APR) dari HOR fase 1. Skala penilaian untuk tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan adalah 1-10. Korelasi antara kejadian resiko dan agen resiko diberi nilai 1 (lemah), 3 (sedang) dan 9 (kuat). Berdasarkan nilai *Aggregate Risk Priority* (ARP) tertinggi yaitu Kerusakan Part (A5), kurangnya jadwal perawatan (A1), gangguan kelistrikan (A4).

Tabel 7. HOR fase 1

Risk event	Risk agent						Severity
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
E1	0	0	0	1	1	9	4
E2	0	9	0	1	0	0	5
E3	0	0	9	0	0	1	8
E4	3	0	0	9	3	3	5
E5	9	0	3	3	0	1	6
E6	1	3	0	0	9	0	8
Occurance	7	6	5	7	6	7	
ARP	539	414	450	504	546	455	
Rank of priority	2	6	5	3	1	4	

Setelah di dapatkan tiga agen resiko dominan selanjutnya di lakukan pemetaan resiko guna mengetahui kondisi dari agen resiko yang dominan. Berdasarkan pemetaan resiko pada tabel 8, terlihat A5 berada pada zona berwarna merah dengan level resiko tinggi yang mempunyai arti harus segera di lakukan tindakan. A4 berada pada zona orange dan A1 berada pada warna kuning.

Tabel 8. Pemetaan resiko awal

Matriks Analisis Resiko	Level Dampak				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Sangat Rendah	Orange	Orange	Red	Red	Red
Rendah	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
Sedang	Green	Yellow	Orange	A5	Red
Tinggi	Green	Green	A1	A4	Red
Sangat tinggi	Green	Green	Yellow	Orange	Orange

Tabel 9. Tindakan pencegahan

Kode	Mitigasi	Dk
PA1	Melaksanakan pengecekan mesin tiap minggu	3
PA2	melakukan penjadwalan penggantian part sesuai dengan standart mesin	3
PA3	peningkatan spesifikasi	5
PA4	penambahan voltage stabilizer	4
PA5	penambahan item checklist pada setiap mesin	3

Prioritas strategi dalam tindakan mitigasi terhadap resiko *maintenance* mesin *extruder* dilakukan pada perhitungan *House Of Risk* (HOR) fase 2. Hasil dari *House Of Risk* (HOR) fase 2 diketahui agen resiko (A) memiliki pengaruh terhadap tindakan pencegahan (PA). Pada tabel 9 dapat dilihat hasil dari tindakan pencegahan (PAK) yang dilakukan, terdapat 5 aksi mitigasi.

Pada tabel 10 dapat di lihat Hasil dari HOR fase 2. Pada proses awal *House Of Risk* (HOR) fase 2 menghitung hubungan antara agen resiko dengan tindakan pencegahan (PA). Tahap selanjutnya menentukan derajat kesulitan (Dk) masing-masing tindakan pencegahan (PA). Skala penilaian dari derajat kesulitan (Dk) adalah 3 (mudah diterapkan), 4 (agak sulit diterapkan) dan 5 (sulit diterapkan).

Tahap ke 3 yaitu menghitung *total effectiveness* (TE) untuk keberhasilan dari tindakan pencegahan (PA). Tahap ke 4 yaitu mengukur *effectiveness to difficulty ratio* (ETD) untuk menentukan peringkat dari semua tindakan pencegahan (PA) yang mungkin dilakukan.

Tabel 10. HOR fase 2

Agen resiko	Alternatif strategi					ARPj
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	
A5	3	9	3			546
A1	9				9	539
A4				9		504
TE	6489	4914	1638	4536	4851	
DK	3	3	5	4	3	
ETD	2163	1638	327,6	1134	1617	
Priority	1	2	5	4	3	

Dari hasil perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETD) diperoleh 3 prioritas aksi mitigasi yang memiliki pengaruh terhadap resiko *maintenance* yaitu, melaksanakan pengecekan mesin tiap minggu (PA1), melakukan penjadwalan penggantian part sesuai dengan standart mesin (PA2), penambahan item checklist pada setiap mesin (PA5).

PENUTUP

Penelitian yang di lakukan pada mesin *extruder* di dapatkan nilai OEE sebesar 74,04%. Nilai tersebut di bawah *standart optimal* < 85%. Nilai *availability* di dapatkan 79,15%, nilai *performance* sebesar 95,26%, dan nilai *quality rate* dengan sebesar 98,24%. Dari hasil tersebut dapat di lihat bahwa nilai *availability* memiliki pengaruh yang cukup besar akan nilai OEE. Hal itu dapat terjadi karena waktu kerja mesin dengan hasil produksi tidak sesuai, sehingga mengakibatkan nilai OEE secara keseluruhan tidak baik. Atas dasar tersebut, di pilih 6 *risk agent* dan 5 *preventive action* (PA) yang memiliki *feedback* paling tinggi terhadap resiko *maintenance*. Risk agent yang memiliki pengaruh terhadap operasional *extruder* adalah kerusakan part, kurangnya jadwal perawatan dan gangguan kelistrikan. *Preventive action* yang bisa dilakukan adalah melaksanakan pengecekan mesin tiap minggu, melakukan penjadwalan penggantian part sesuai standart mesin, penambahan item *checklist* pada setiap mesin. Hasil dari perhitungan *Total Productive Maintenance* dan manajemen resiko mesin *extruder* diharapkan dapat memberi masukan kebijakan jangka pendek. Pada Penelitian ini memiliki kelebihan yaitu adanya dua penggabungan metode dan pengukurannya di dasarkan data satu tahun terakhir. Pada penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pada penelitian ini tidak melibatkan faktor biaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang sudah membantu dalam penulisan artikel ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada penerbit yang sudah membantu dalam penerbitan jurnal ini. Tidak lupa juga penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu dari penulisan hingga terbitnya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali M, M. N., & Kusuma, A. (2019). *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(1), 15–25. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i1.1829>
- Kusuma, Y. A., & Muttaqin, A. Z. (2021). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 7(2), 122–129.
- MSayuti, dan. (2016). *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 4(2), 10–13.
- Muhaemin, G., & Nugraha, A. E. (2022). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 205–219. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6645451>
- Mutaqiem, A., Soediantono, D., & Staf Dan Komando Angkatan Laut, S. (2022). *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 2722–8878. <http://www.jiemar.org>
- Ningrum, N. S., & Muhsin, A. (2016). *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 9(2), 109–118. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi/article/view/2167>
- Prabowo, R. F., Hariyono, H., & Rimawan, E. (2020). *Journal Industrial Servicess*, 5(2). <https://doi.org/10.36055/jiss.v5i2.8001>
- Syaputra, M. J., Utomo, U., & Rimawan, E. (2020). *Journal Industrial Servicess*, 5(2), 220–223. <https://doi.org/10.36055/jiss.v5i2.8003>
- Tiara, D. P., Rosmadenis, P. S., & Wahyudin, W. (2023). *Aceng. VIII*(2), 5191–5196.
- Vina, A. (2021). *Analisis Risiko Operasional pada PT Batik Banten Mukarnas Menggunakan Metode House Of Risk*. 3(2), 6.