



## Analisis *Maintenance* pada Mesin Forming Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* di PT. Refindo Intiselaras

Agun Syahrul Frastyansyah<sup>1✉</sup>, Aan Zainal Muttaqin<sup>1</sup>, Doni Susanto<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Program Study Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.46891

✉ Corresponding author:

[[agun\\_2105103005@mhs.unipma.ac.id](mailto:agun_2105103005@mhs.unipma.ac.id)]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Mesin forming;</i> <i>RCM;</i> <i>Keandalan;</i> <i>Beareng;</i> <i>Operasional;</i></p>	<p>Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang bergerak di bidang manufaktur, dengan fokus pada mesin forming. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem pemeliharaan mesin forming menggunakan metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM), guna meningkatkan keandalan mesin dan menurunkan frekuensi kerusakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen bearing memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 224. Didapatkan MTTF pada mesin bearing sebesar 312.39 jam. Sedangkan hasil MTTR sebesar 213.2143. Dari hasil tersebut PT XYZ perlu melakukan inspeksi sekitar 1 bulan 2 kali untuk meningkatkan tingkat operasional pada mesin forming, adanya penambahan pelumas juga diperlukan guna mengurangi frekuensi kegagalan pada komponen bearing mesin forming.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Forming machine;</i> <i>RCM;</i> <i>Reliability;</i> <i>Bearing;</i> <i>Operation;</i></p>	<p><b>Abstract</b></p> <p><i>This research was conducted at PT. XYZ which is engaged in manufacturing, with a focus on forming machines. The purpose of this study was to analyze the maintenance system of forming machines using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method, in order to improve machine reliability and reduce the frequency of damage. The results of the analysis showed that the bearing component had the highest RPN value of 224. The MTTF on the bearing machine was 312.39 hours. While the MTTR result was 213.2143. From these results, PT XYZ needs to conduct inspections about 1 month 2 times to increase the operational level of the forming machine, the addition of lubricants is also needed to reduce the frequency of failure in the bearing forming machine.</i></p>

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi dan meningkatnya permintaan pasar, industri manufaktur Indonesia saat ini mulai menunjukkan kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan ini juga didorong oleh meningkatnya persaingan di pasar global yang menuntut perusahaan manufaktur untuk terus bergerak maju. Oleh karena itu, kini saatnya untuk terus mendorong perusahaan manufaktur agar lebih inovatif dalam proses produksi dan pengembangan produk sehingga mampu menghasilkan produk yang berkualitas dan berdaya saing global. Di balik kemampuan perusahaan manufaktur dalam menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, peranan yang sangat penting adalah industri mesin dan peralatan manufaktur, yang terus menyediakan berbagai mesin dan peralatan modern untuk mendukung proses produksi yang efisien dan unggul (Harahap et al., 2023).

Manufaktur adalah cabang industri yang mengoperasikan peralatan, mesin, dan tenaga kerja dalam suatu media pemrosesan untuk mengolah bahan mentah, suku cadang, dan komponen lainnya menjadi produk jadi. Manufaktur juga merupakan sektor penting bagi pembangunan perekonomian suatu negara karena berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan perekonomian nasional. Dalam konteks ini, banyak pabrik di Indonesia yang beroperasi secara internasional. Salah satu pabrik besar Manufacturing yang berada di Wilayah Madiun salah satunya adalah PT Refindo Intiselaras Indonesia yang fokus pada pembuatan sarana transportasi dan bangunan bawah tanah (Robiansyah et al., 2022).

PT Refindo Intiselaras Indonesia merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang pembuatan sarana transportasi dan konstruksi di area pertambangan Indonesia, khususnya pada pertambangan bawah tanah. PT Refindo intiselaras juga sudah diuji kualitas yang sangat bersaing, melalui penerapan sistem manajemen mutu yang ketat yaitu ISO 9001:2015 yang dapat dipastikan bahwa PT Refindo Intiselaras Indonesia mampu berdaya saing dalam menghasilkan produk-produk yang berkualitas.

Proses produksi yang baik penting untuk membangun sistem pemeliharaan guna menjamin kondisi mesin yang optimal, sehingga mencegah gangguan atau keterlambatan alur kerja produksi. Banyak gangguan yang mungkin ditemui saat menjalankan proses produksi. Mesin bisa saja macet atau rusak, sehingga berpotensi mengganggu proses produksi. Dalam hal ini perlu dibangun sistem pemeliharaan yang baik agar tidak terjadi Kemacetan atau kerusakan yang berdampak pada proses produksi (Samharil et al., 2022).

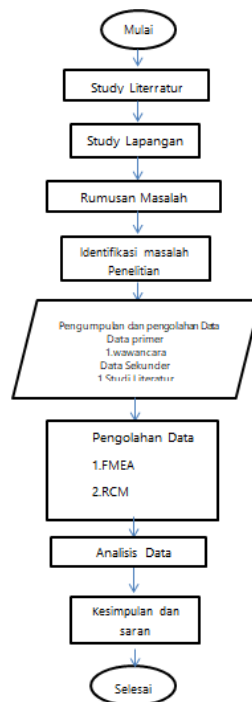
Pemeliharaan kondisi yang baik pada peralatan produksi adalah aspek yang sangat penting untuk memastikan kelancaran aktivitas manufaktur. Untuk mencapai kondisi terbaik tersebut, diperlukan pelaksanaan kegiatan pemeliharaan yang tidak hanya sebatas memperbaiki kerusakan, namun juga berusaha untuk meningkatkan keandalan komponen serta sistem peralatan secara menyeluruh. (Alvarez & Jayaweera, 2020) Dengan penerapan pemeliharaan berkala, baik yang bersifat preventif maupun prediktif, diharapkan semua peralatan dapat memberikan kinerja pada tingkat tertinggi dan tetap beroperasi dengan stabil. Ini menjadi faktor utama dalam mendukung kelancaran pelaksanaan proses produksi tanpa gangguan yang signifikan. Oleh sebab itu, penerapan sistem perawatan mesin yang direncanakan, terstruktur, dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk menjamin efisiensi operasional seluruh fasilitas mesin dalam proses produksi. Melalui sistem pemeliharaan yang baik, perusahaan mampu meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu henti, serta memperpanjang masa pakai mesin dan peralatan produksi (Asmoro & Widiasih, 2022).

Pemeliharaan mesin adalah salah satu aktivitas yang bertujuan untuk mengembalikan sistem pada mesin kedalam kegunaannya seperti semula. Pemeliharaan mesin juga bisa menambah kinerja mesin dengan waktu operasi atau kerusakan pada komponen bisa dikurangi (Prasetyo & Mercado, 2020). Pergantian komponen yang rusak pada setiap mesin juga memiliki pemeliharaan yang berbeda – beda mulai dari suku cadang ataupun hal yang lainnya dengan adanya pemeliharaan mesin pada setiap komponen maka juga akan berdampak pada pengeluaran yang dikeluarkan. Pada umumnya sistem pemeliharaan terbagi menjadi dua yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* (Pohan et al., 2023)

Mesin produksi yang digunakan oleh PT Refindo Intiselaras sejumlah 5 mesin yaitu mesin forming, punch, Las robotik, Las GMAW, dan kompresor. Dari tabel diatas downtime yang sering terjadi pada 1 tahun adalah pada mesin forming yang memiliki nilai tertinggi dari mesin produksi lainnya. Dari hal tersebut peneliti mencoba untuk meneliti dan mengurangi tingkat downtime yang sering terjadi. Oleh karena itu mesin yang akan dianalisa adalah mesin forming dikarenakan tingkat downtimanya masih tinggi dibanding mesin produksi lainnya.

RCM adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa suatu asset fisik terus menerus memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini. RCM juga merupakan suatu pendekatan pemeliharaan yang menggabungkan metode dan strategi dari pemeliharaan *preventive* dan *corrective* untuk memaksimalkan umur dan biaya minimal (Rosyid, M. A. & Indrayana, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat tertinggi kerusakan pada mesin forming guna untuk mengoptimalkan mesin yang digunakan menggunakan metode *Reability Centered Maintenance*.

## 2. METODE



Gambar 1. Flow chart

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian

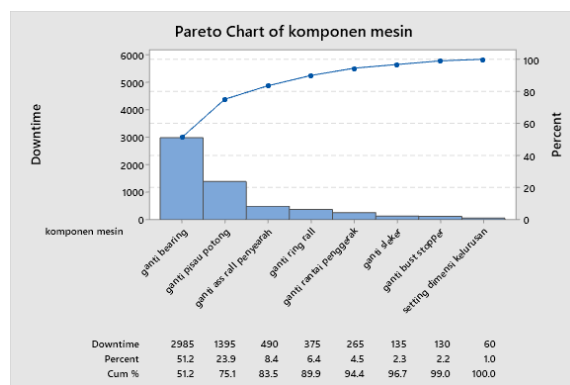
Data penelitian yang digunakan adalah total downtime pada semua mesin yang digunakan untuk kemudian digunakan untuk memilih salah satu mesin yang memiliki downtime terbanyak. Berikut adalah Hasil total downtime pada mesin yang digunakan :

Tabel 1. Data Downtime Seluruh Mesin

No	Mesin	Total Downtime	%downtime
1	Forming	5835	52%
2	Las Robotik	2695	24%
3	Las GMAW	1475	13%
4	Kompresor	750	7%

No	Mesin	Total Downtime	%downtime
5	pouch	440	4%
	Total	11195	100%

Dari tabel diatas total downtime yang paling tinggi adalah mesin forming yaitu dengan total downtime sebesar 5835 dengan presentase mencapai 52% dari semua kerusakan mesin yang digunakan . Setelah itu adalah menentukan komponen krisis pada mesin forming berikut adalah data kerusakan 1 tahun pada mesin forming, berikut adalah hasil diagram pareto pada kerusakan komponen mesin forming :



**Gambar 2.Data komponen kritis pada mesin forming**

Dari hasil olah data komponen krisis pada mesin forming didapatkan hasil bahwa komponen yang memiliki tingkat kerusakan dan tingkat downtime tertinggi adalah pada komponen bearing dengan total downtime kerusakan adalah sebesar 2985 jam , sehingga komponen yang dipilih adalah komponen beareng pada mesin forming.

Perhitungan FMEA

Berikut merupakan hasil analisis FMEA dari kerusakan yang paling tinggi pada mesin forming ;

**TABEL 3. Hasil analisis FMEA pada komponen bearing mesin forming**

Nama part	Failure mode	effect of failure	cause of failure	current control	exiting condetion			
					S	O	D	RPN
Bearing (mesin forming )	keausan yang dapat menyebabkan permukaan bearing menjadi tidak rata	Bearing tidak bekerja dengan semestinya	ukuran bolt tidak simetris	pemeriksaan kesimetrisan bolt	7	8	4	224
	Lock up pada bearing yang menyebabkan bearing pecah	menyebabkan mesin tidak berjalan bearing	pemberhentian mesin pemompaan bearing tidak berjaan	pergantian bearing	9	3	2	54
	korosi pada bearing yang menyebabkan macet	menyebabkan kegagalan total	penambahan pelumas pada bearing	penambahan pelumas pada bearing	6	2	5	60

Dari hasil perhitungan FMEA diatas nilai RPN tertinggi adalah pada tingkat keausan pada bearing dengan total RPN sebesar 224 , oleh karena itu pada kegagalan tersebut harus perlu diperhatikan dengan lebih serius dengan memprioritaskan untuk perbaikan yang lebih baik.

Penentuan distribusi Time to failure

Berikut adalah nilai  $r$  dari hasil perhitungan index of fit untuk data kerusakan bearing pada distribusi normal, lognormal, eksponensial, dan weibul adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. Hasil Nilai R Dari Distribusi Normal, Lognormal, Eksponensial, Dan Weibul**

Distribusi	$r$
Normal	0.951114288
Lognormal	0.971513567
Eksponensial	0.948743382
weibul	0.990215472

Dari distribusi yang terpilih pada komponen bearing nilai  $r$  yang paling tinggi adalah distribusi Weibull, Berikut perhitungan distribusi weibul ;

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Distribusi Weibul**

	Ti	F(ti)	Xi=ln Ti	Yi	Xi.Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	72	0.052239	4.276666	-2.92522	-12.5102	18.28987	8.556931
2	84	0.126866	4.430817	-1.99756	-8.85082	19.63214	3.990247
3	96	0.201493	4.564348	-1.49161	-6.80821	20.83327	2.224889
4	96	0.276119	4.564348	-1.1297	-5.15636	20.83327	1.276232
5	132	0.350746	4.882802	-0.83949	-4.09905	23.84175	0.70474
6	216	0.425373	5.375278	-0.59053	-3.17426	28.89362	0.348724
7	252	0.5	5.529429	-0.36651	-2.02661	30.57459	0.134332
8	288	0.574627	5.66296	-0.1569	-0.88853	32.06912	0.024618
9	348	0.649254	5.852202	0.04659	0.272653	34.24827	0.002171
10	444	0.723881	6.095825	0.252253	1.537691	37.15908	0.063632
11	576	0.798507	6.356108	0.471255	2.995345	40.4001	0.222081
12	636	0.873134	6.455199	0.724949	4.679692	41.66959	0.525552
13	684	0.947761	6.527958	1.082459	7.066247	42.61423	1.171718
Total	3924	6.5	70.57394	-6.92002	-26.9624	391.0589	19.24586

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n (\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] [n (\sum_{i=1}^n y_i^2) - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{(13 * -12.5102) - (4.276666) * (-2.92522)}{\sqrt{((13 * 18.28987) - (4.276666)^2) ((13 * 18.28987) - (-2.92522)^2)}}$$

$$r = 0.990215472$$

Jadi dari hasil perhitungan distribusi weibul diatas untuk komponen bearing didapatkan nilai  $r$  sebesar 0.990215472

## Uji kecocokan Goodnes of fit

Dari distribusi yang terpilih pada komponen bearing distribusi yaitu distribusi Weibull sehingga uji kecocokan ini menggunakan uji mann's Test, berikut adalah tabel uji mann's test ;

**Tabel 6. Tabel Analisis Manns' Test**

	Ti(jam)	ln (Ti)	1-((i-0,5)/(n+0,25))	Zi	Mi	ln(ti+1)-ln t	(ln t-1-ln t/Mi
1	72	4.276666	0.962264151	-3.257973244	1.138911584	-8.707482918	-9.846394502
2	84	4.430817	0.886792453	-2.11906166	0.554079761	-8.99516499	-9.549244751
3	96	4.564348	0.811320755	-1.564981899	0.383195374	-9.128696383	-9.511891757
4	96	4.564348	0.735849057	-1.181786525	0.302174461	-9.447150114	-9.749324575
5	132	4.882802	0.660377358	-0.879612064	0.256559272	-10.25808033	-10.5146396
6	216	5.375278	0.58490566	-0.623052792	0.229202541	-10.9047075	-11.13391004
7	252	5.529429	0.509433962	-0.393850251	0.213284389	-11.19238957	-11.40567396
8	288	5.66296	0.433962264	-0.180565862	0.206090259	-11.51516296	-11.72125322
9	348	5.852202	0.358490566	0.025524398	0.207364879	-11.94802704	-12.15539192
10	444	6.095825	0.283018868	0.232889277	0.219711701	-12.45193222	-12.67164392
11	576	6.356108	0.20754717	0.452600978	0.252663374	-12.81130622	-13.0639696
12	636	6.455199	0.132075472	0.705264352	0.349632741	-12.98315648	-13.33278922
13	684	6.527958	0.056603774	1.054897094			
TOTAL		70.57394	6.622641509	-7.729708199	4.312870338	-130.3432567	-134.6561271

$$M = \frac{K \sum [(int \ 1+1 - int \ (1)/M1]}{K^2 \sum \left[ \frac{int \ i+1 - int \ i}{Mi} \right]}$$

$$M = \frac{4 - 134.6561271}{3.5.130.3432567} = 1.180672637$$

Jadi dari perhitungan diatas keputusan  $M < M_{crit} = 1.1806 < 3.5$  maka  $H_0$  diterima.

## Uji distribusi weibul menggunakan 2 parameter untuk menghitung MTTR

Dari distribusi weibul di atas maka didapatkan data untuk mencari scale dan shape parameter yaitu :

$$\sum Xi = 70.57394038$$

$$\sum yi = -6.920018209$$

$$\sum xi \ yi = -26.96241128$$

$$\sum x^2 i = 391.0589181$$

$$N = 13$$

Mencari shape parameter( $\beta$ )

$$\beta = \frac{n \sum (xi \ yi) - \sum Xi \sum yi}{n \sum x^2 i - (\sum Xi)^2}$$

$$\beta = \frac{13(26.96241128) - (70.57394038)(-6.920018209)}{13(391.0589181) - (70.57394038)^2}$$

$$\beta = \frac{-350.5113466 + 488.5253501}{5083.7659353 - 4980.640554}$$

$$\beta = \frac{138.0140035}{103.1253813} = 1.3383$$

$$\beta = 1.3383$$

Mencari scale parameter ( $\alpha$ )

Hitung rata – rata

$$\bar{X} = \frac{70.57394038}{13} = 5.4288$$

$$Y = \frac{-6.920018209}{13} = -0.5323$$

Hitung intersep(  $\alpha$  )

$$\begin{aligned}\alpha &= -0.5323 - (1.3383 \times 5.4288) \\ &= -0.5323 - 7.2634 \\ &= 338.54\end{aligned}$$

Dari hasil diatas nilai  $\beta = 1.3383$  dan  $\alpha = 338.54$

Penentuan nilai tengah distribusi data antar waktu kerusakan (Mean time to Failure) untuk data kerusakan bearing :

$$\text{Rumus MTTF} = \alpha \cdot \text{Fungsi gamma} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Maka :

$$\begin{aligned}\text{MTTF} &= 1 + \frac{1}{1.3383} \\ &= 1 + 0.7473 \\ &= 1.7473\end{aligned}$$

$$r(1.7473) = 0.9224$$

$$\text{Maka, MTTF} = 338.54 - 0.9224 = 312.39$$

Jadi dari hasil MTTF diatas nilai tengah distribusi antar waktu kerusakanya adalah sebesar 312.39 jam atau sekitar 13 hari

Hitung Mean Time To Repair :

$$\begin{aligned}\text{MTTR} &= \frac{\text{Total Downtime}}{\text{Jumlah pemeliharaan}} \\ &= \frac{2985}{14} \\ &= 213.2143\end{aligned}$$

Jadi dari hasil Mean Time To repair untuk komponen bearing adalah sebesar 213.2143 , maka rata – rata untuk pergantian setiap kerusakan bearing adalah sekitar 3 jam lebih 40 menit.

Perhitungan Mean Time Between failures

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Total jumlah operasional}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

Dari data yang didapatkan, pengoperasian mesin beroperasi selama 1 tahun dengan jumlah kegagalan mencapai 14 perbaikan sehingga perhitungan MTBF nya adalah ;

$$\begin{aligned}&= \frac{365.12}{14} \\ &= 292\end{aligned}$$

Dari hasil yang diperoleh maka rata – rata komponen bearing tersebut dapat beroperasi selama 292 jam sebelum mengalami kegagalan berikutnya

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) efektif dalam mengidentifikasi dan menangani permasalahan pemeliharaan mesin forming di PT Refindo Intiselar Indonesia. Dari hasil analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), ditemukan bahwa komponen bearing adalah bagian paling kritis dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 224, yang menandakan potensi kerusakan tinggi akibat keausan. Melalui analisis distribusi data kerusakan, didapatkan bahwa distribusi Weibull paling sesuai untuk menggambarkan pola kerusakan pada bearing, dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0.9902. Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) menunjukkan bahwa komponen bearing memiliki rata-rata waktu operasi 312,39 jam (sekitar 13 hari) sebelum terjadi kerusakan, sedangkan Mean Time To Repair (MTTR) rata-rata berada di angka 213,21 menit (sekitar 3 jam 40 menit). Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) sebesar 292 jam, mengindikasikan waktu rata-rata antar kegagalan yang masih cukup tinggi. Berdasarkan penelitian ini, perusahaan disarankan untuk melakukan inspeksi komponen bearing minimal dua kali dalam sebulan serta melakukan penambahan pelumas secara berkala untuk mengurangi frekuensi kegagalan.

## 5. REFERENSI

- Harahap, N. A. P., Al Qadri, F., Harahap, D. I. Y., Situmorang, M., & Wulandari, S. (2023). Analisis Perkkembangan Industri Manufaktur Indonesia. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 4(5), 1444–1450.
- Robiansyah, A., Yusmaniarti, Y., Sari, I. K., Novrianda, H., & Irwanto, T. (2022). Analisis Perbandingan Model Altman, Springate, Zmijewski, Dan Grover Dalam Memprediksi Kebangkrutan Perusahaan Di Bursa Efek Indonesia (Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2012-2017). *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 10(S1), 25–36.
- Alvarez-Alvarado, M. S., & Jayaweera, D. (2020). Reliability-based smart-maintenance model for power system generators. *IET Generation, Transmission and Distribution*, 14(9), 1770–1780.
- Asmoro, N. D. A., & Widiasih, W. (2022). Analisis Keandalan Mesin untuk Meningkatkan Kinerja pada Mesin Extruder di PT. Rapindo Plastama. *Journal of Industrial View*, 4(2), 11–22.
- Prasetyo, Y. T., & Mercado Rosita, K. K. (2020). Equipment Reliability Optimization Using Predictive Reliability Centered Maintenance: A Case-Study Illustration and Comprehensive Literature Review. *2020 7th International Conference on Frontiers of Industrial Engineering, ICFIE 2020, September*, 93–97.
- Pohan, F., Saputra, I., & Tua, R. (2023). Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine. *Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 1(1), 1–12.
- Rosyid, M. A., dan, & Indrayana, M. (2023). Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Filling Bag Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. SHGM. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 1, 294–303.
- Samharil, F., Ismiyah, E., & Dhartikasari Priyana, E. (2022). Perancangan Pemeliharaan Mesin Filter Press dengan metode FMECA dan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus PT. XYZ). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 335.