

Analisis Perawatan Grinding Ball Guna Meminimalisasi Kerugian Akibat Recycle Produksi Semen

Rahma Oktaviani¹ Mohammad Singgih²

Rahmaoktaviani158@gmail.com¹, muhammad1singh@gmail.com²

¹Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ² Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Abstract

Received:
Revised:
Accepted:

Industri semen merupakan salah satu sektor penting dalam pembangunan infrastruktur dan properti. Proses produksi semen melibatkan beberapa tahapan, termasuk tahap *grinding ball* pada *finish mill*. Kerugian dalam kualitas grinding ball dapat menyebabkan dampak negatif pada proses produksi semen, seperti penurunan efisiensi produksi, kualitas produk yang tidak memenuhi standar, dan peningkatan biaya operasional. Produksi semen juga dapat memiliki akibat buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia akan muncul apabila tidak ada manajemen yang efektif dalam pengelolaannya. Penting bagi produsen atau operator pabrik untuk memantau dan memeriksa *Grinding Ball* secara teratur guna mendeteksi tanda-tanda kerusakan. Perawatan yang tepat dan pemilihan *Grinding Ball* berkualitas tinggi dapat membantu mencegah atau meminimalisir kerusakan yang dapat mempengaruhi proses produksi dan kualitas produk akhir. Mengatasi tantangan tersebut perlu dilakukan analisa pemeliharaan *grinding ball* untuk meminimalisir kerugian akibat penurunan kualitas produksi semen di pabrik. Analisis ini berfokus pada mengidentifikasi potensi masalah pada abrasive, memahami faktor-faktor yang memengaruhi kinerjanya dan merumuskan strategi perawatan yang tepat. Biaya perawatan korektif dan faktor-faktor terkait, perusahaan dapat mengoptimalkan pemeliharaan, mengurangi downtime, dan menghemat biaya dalam jangka panjang. Pertimbangan strategi pemeliharaan yang lebih proaktif untuk menghindari kerusakan komponen dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan melakukan upaya meminimalisasi kerugian akibat recycle produksi semen, perusahaan memiliki potensi untuk mencapai keuntungan ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berdampak positif secara besar. Selain itu, perusahaan juga dapat membangun reputasi yang baik dan memenuhi tuntutan pasar yang semakin sadar akan keberlanjutan.

Keywords: Recycle Produksi, Analisis Perawatan, Research, Material *Recycle*

PENDAHULUAN

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk merupakan industri bidang semen yang berdiri sejak tahun 1957. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk adalah perusahaan manufaktur semen tersebar di Indonesia. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk menghasilkan produk serupa seperti beton siap pakai dan bangunan lainnya. Perusahaan juga berkomitmen untuk menerapkan praktik bisnis yang berkelanjutan dan ramah lingkungan serta menjadi bagian dari pembangunan infrastruktur di Indonesia. Tujuan utama untuk mendukung pembangunan nasional.

Industri semen merupakan salah satu sektor penting dalam pembangunan infrastruktur dan properti. Proses produksi semen melibatkan beberapa tahapan, termasuk tahap *grinding ball* pada *finish mill*. Tahap ini memiliki peran krusial dalam menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi. Namun, kerugian dalam kualitas grinding ball dapat menyebabkan dampak negatif pada proses produksi semen, seperti penurunan efisiensi produksi, kualitas produk yang tidak memenuhi standar, dan peningkatan biaya operasional. Tahap akhir dalam proses produksi

semen, *finish mill* memainkan peran penting dalam produksi akhir berkualitas tinggi yang memenuhi standar industri. Beberapa alat penting yang digunakan pada *finish mill*. Alat-alat ini berperan dalam menghaluskan bahan baku yang telah melewati tahap kiln, menjaga distribusi ukuran partikel yang tepat, serta memastikan kualitas akhir semen yang memenuhi persyaratan konstruksi. Pada tahap ini, beberapa alat digunakan untuk mencapai penghalusan yang tepat dan konsistensi produk yang diinginkan. Berikut adalah penjelasan singkat tentang beberapa alat yang umumnya digunakan pada *finish mill*:

1. *Vertical Roller Mill (VRM)*

Vertical Roller Mill (VRM) adalah sebuah peralatan mesin yang digunakan dalam industri penggilingan material.

2. *Horizontal Mill*

Horizontal Mill dalam produksi semen merujuk pada penggunaan mesin penggiling horizontal dalam proses produksi semen.

3. *Grinding Ball*

Grinding ball pada *finish mill* merujuk pada bola-bola baja yang digunakan sebagai media penggiling dalam proses penghalusan akhir (*finishing*) pada pabrik semen.

Pemeliharaan mesin adalah serangkaian tindakan terencana dan terstruktur yang dilakukan secara rutin untuk menjaga kondisi dan kinerja mesin agar tetap optimal. Tujuan dari pemeliharaan mesin adalah mencegah kerusakan, mengurangi risiko kegagalan, meningkatkan masa pakai, dan memastikan mesin beroperasi dengan efisien (Arsyad, M, & Zubair S. A. 2018). Tujuan pemeliharaan mesin adalah untuk mencapai dan mempertahankan kondisi dan kinerja mesin agar tetap optimal dalam jangka waktu tertentu. Pemeliharaan mesin menjadi sangat penting karena memiliki berbagai manfaat yang signifikan bagi perusahaan atau pengguna mesin. (Afiva et al., 2019). Pemeliharaan dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan pendekatan, tujuan, dan metodenya (Wibowo et al., 2018). Berikut adalah beberapa jenis pemeliharaan yang umum ditemui mulai dari pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) yaitu pemeliharaan ini dilakukan secara berkala untuk mencegah terjadinya kerusakan atau masalah. Ada juga pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*): jenis ini melibatkan perbaikan atau pemulihan objek atau sistem setelah terjadi kerusakan atau kegagalan.

Tugas dan kegiatan pemeliharaan melibatkan serangkaian tindakan terencana dan terstruktur yang dilakukan secara rutin untuk menjaga kondisi dan kinerja mesin, peralatan, atau fasilitas agar tetap optimal (Ngadiyono Y, 2010). Berikut adalah beberapa tugas dan kegiatan kunci dalam pemeliharaan mulai dari pemeliharaan, pelumasan, inspeksi, kalibrasi, penggantian komponen, perbaikan, pemantauan kondisi, pemeliharaan preventif, hingga pengarsipan dan catatan.

Reliability Centered Maintenance merupakan tahapan untuk penentuan metode dalam memelihara mesin secara efektif. Program ini berisi fungsi diimplementasikan mengurangi kemungkinan kegagalan dengan cara yang paling hemat biaya. Konsep RCM didasarkan pada gagasan bahwa semua pabrik industri dan sistem mesin memiliki tingkat resiko yang berbeda tergantung pada kepentingannya dalam proses produksi. RCM berfokus pada mengidentifikasi kegagalan mesin dan mengembangkan strategi perawatan yang tepat untuk

mencegah kegagalan tersebut. Tujuan utama RCM adalah untuk meningkatkan keandalan alat, serta mengurangi biaya pemeliharaan dan risiko kecelakaan. Secara umum tujuan *Reliability Centered Maintenance* adalah untuk memastikan keandalan sistem atau peralatan dengan mengidentifikasi keandalan sistem atau peralatan dengan mengidentifikasi dan mencegah kegagalan yang tidak diinginkan. Memiliki banyak keuntungan termasuk meningkatkan keandalan, menurunkan biaya perawatan, memperpanjang umur pakai, meningkatkan keselamatan dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Kusuma Y, 2010).

Penentuan komponen kritis merupakan proses identifikasi dan penilaian komponen atau bagian dari suatu sistem atau proses yang memiliki dampak yang paling signifikan terhadap kinerja keseluruhan sistem atau proses tersebut. Tujuan dari menentukan komponen kritis adalah untuk fokus pada elemen-elemen yang paling penting untuk diperhatikan, diperbaiki atau dipelihara. Empat analisis kritis (Adigama, 2011, p.40)

Menurut (Kurniawan, 2013) Biaya pemeliharaan merupakan biaya operasi yang sedang berjalan, terdiri dari pengeluaran untuk bahan baku, biaya upah tenaga kerja pemeliharaan, dan biaya subkontrak, biaya pemeliharaan juga mencakup pengeluaran yang diperlukan untuk merawat peralatan guna memastikan kelancaran pelaksanaan pekerjaan.

Recycle merupakan proses pengumpulan, pemrosesan, dan penggunaan kembali material yang sudah digunakan agar dapat mengurangi limbah dan dampak negatifnya terhadap lingkungan. Tujuan utama dari *recycle* merupakan untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam yang terbatas, mengurangi polusi, dan mengurangi volume sampah yang perlu dibuang ke tempat pembuangan akhir. *Recycle* membantu menjaga lingkungan alam, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mengurangi tekanan pada ekosistem.

METHODS

Penelitian ini dilaksanakan di PT Semen Indonesia Persero (Tbk) pada bagian *Finish Mill* dalam rentang waktu 3 bulan dimulai bulan Agustus sampai Oktober pukul 09.00 sampai 15.00 WIB. Penelitian ini dilakukan sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

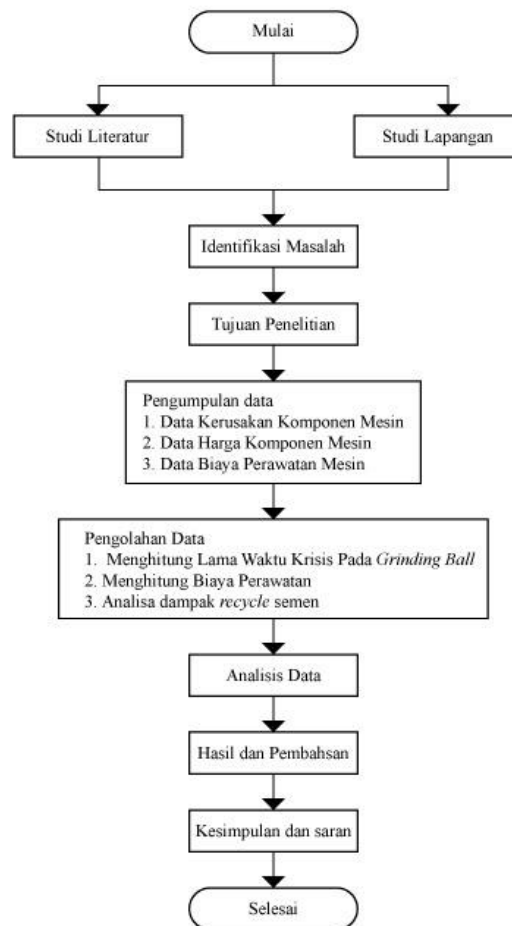


Figure 1. Flowchart Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimulai dengan mengumpulkan data waktu antar kerusakan komponen dan dilakukan perhitungan dengan memanfaatkan 4 distribusi yakni eksponensial, normal, lognormal, dan weibull. Langkah berikutnya dilakukan perhitungan biaya corrective maintenance meliputi biaya tenaga kerja, biaya kerugian produksi hingga harga komponen mesin. Langkah terakhir adalah meminimalisasi kerugian produksi dengan melibatkan penggunaan *recycle* dapat disebabkan oleh berbagai faktor.

RESULTS & DISCUSSION

Perhitungan Waktu Antar Kerusakan Komponen

Data waktu antar kerusakan serta total *downtime* dari komponen *grinding ball* diambil dari periode Januari 2022 – Desember 2022. Untuk menentukan komponen kritis menggunakan prinsip pareto 80:20 berdasarkan total *downtime* pada *grinding ball*.

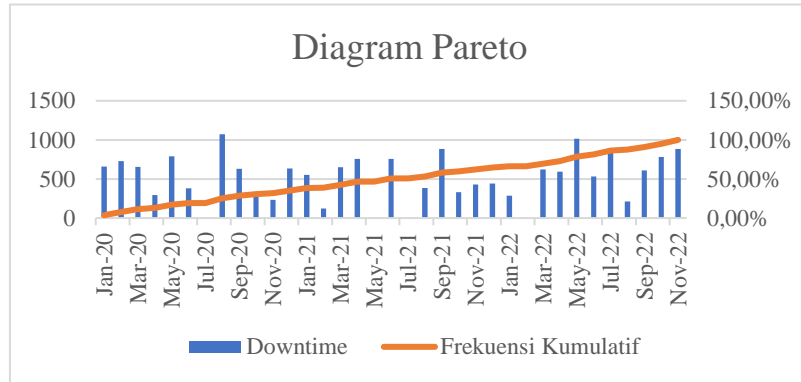


Figure 2. Diagram Pareto

Ada 4 distribusi untuk menghitung waktu kerusakan yaitu distribusi Lognormal, Normal, Eksponensial, dan Weibull. Setelah dilakukan tes uji distribusi dengan bantuan software minitab, didapatkan nilai P-Value terbesar yaitu distribusi normal.

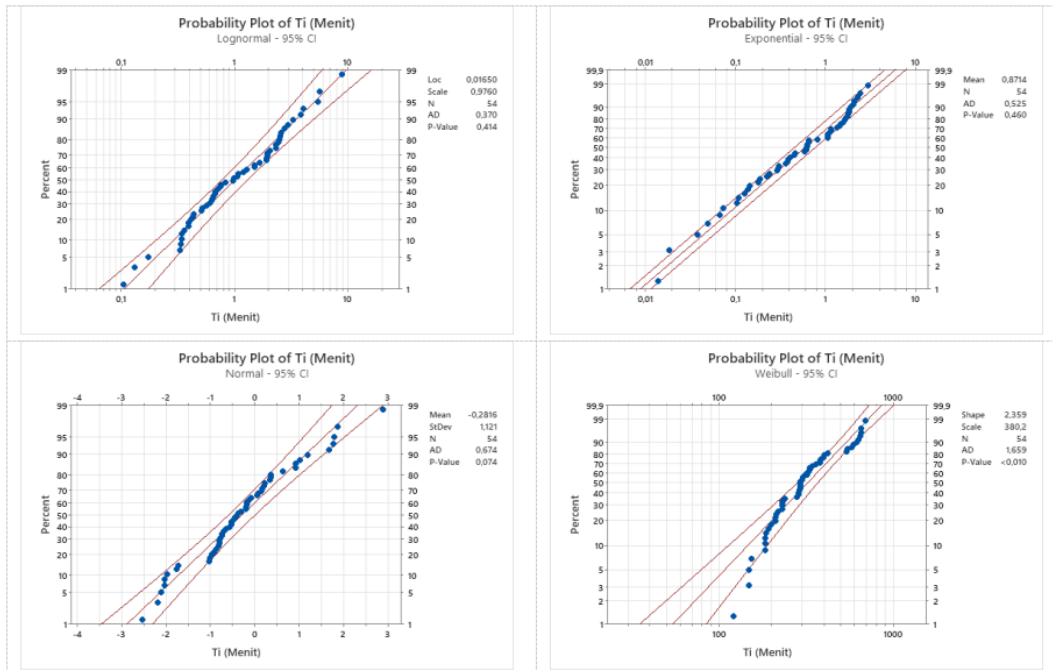


Figure 3. Grafik Plot Probabilitas *Time to Failure* Komponen *Grinding Ball*

Perhitungan parameter time to failure komponen grinding ball dengan bantuan software minitab:

Tabel 1. Parameter *Time to Repair* Komponen *Grinding Ball*

Distribution	Location	Shape	Scale
Eksponensial			1,238
Normal	0,9867		1,230
Lognormal		0,1076	0,9141
Weibull	2,360		380,2

Menghitung nilai MTTR komponen *grinding ball* yang sesuai dengan distribusi yang dipilih terhadap data *time to repair* sebagai berikut:

1. Lognormal

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= t_{\text{med}} \times e^{\frac{s^2}{2}} \\
 &= 0,1076 \times \exp \frac{0,9141^2}{2} \\
 &= 0,1076 \times \exp \frac{1,658944}{2} \\
 &= 0,01076 \times 3,112 \\
 &= 0,033478 \text{ menit} \\
 &= 2,00868 \text{ hari} = 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

2. Normal

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= \mu \\
 &= 0,9867 \text{ menit} = 1,65 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Biaya *Corrective Maintenance*

Perawatan mesin, penting untuk mempertimbangkan biaya agar perusahaan dapat menjaga efisiensi produksi sambil menghindari biaya yang tidak perlu. Berikut adalah beberapa aspek biaya yang perlu dipertimbangkan dalam menghitung biaya perawatan komponen mesin secara korektif (perbaikan) dan *preventif* (pencegahan)

Tabel 2. Kebutuhan Biaya Produksi Semen

No	Nama	Kapasitas	Berat /ton	Kebutuhan /ton	Kebutuhan /hari (ton)	Harga /Hari	Biaya/ton
1	Clinker	5160	131,59	189,984041 3	27,160176	Rp 9.859.144	Rp 1.910.687
2	Dolomite		65,68	380,633373 9	13,556352	Rp 1.740.568	Rp 337.319
3	Trass		10,34	2417,79497 1	2,134176	Rp 164.125	Rp 31.807
4	Gyp Purified		12,76	1959,24764 9	2,633664	Rp 372.034	Rp 72.100
Total Biaya Produksi/Ton							Rp 2.351.913

Biaya *corrective maintenance* yang dihitung melibatkan biaya penggantian komponen setelah mesin mengalami kerusakan, sementara biaya *preventive maintenance* mencakup biaya yang diperlukan untuk penggantian komponen sebelum terjadi kerusakan pada mesin. Berikut adalah perhitungan biaya *corrective maintenance*:

Komponen *grinding ball*

$$T_f = 600 \text{ menit} = 10 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 C_f &= (8.523 + 1.384.615) \times 10 + 141.070.517 \\
 &= \text{Rp } 162.938.898
 \end{aligned}$$

$$K_f = \frac{27}{36} = 0,75$$

$$Tc = 162.938.898 \times 0,75$$

$$= \text{Rp } 122.204.174$$

Tabel 3. Biaya Penggantian Komponen dengan corrective Maintenance

	a (Rp/Jam)	b (Rp/Jam)	c (Jam)	d (Rp/Jam)	Cf	Tc
1	Rp 8.523	Rp 1.384.615	10	Rp 149.007.517	Rp 162.938.898	Rp 122.204.174

Keterangan :

a = Biaya Tenaga Kerja

b = Biaya Kerugian Produksi

c = Waktu Penggantian Korektif

d = Harga Komponen

Cf = Biaya Penggantian Korektif (*cost of failure*)

$$= (a + b) \times c + d$$

Tc (tp) = Total Biaya Korektif

$$= Cf \times kf$$

Kf = Frekuensi Kerusakan

$$= \frac{\text{Frekuensi Kerusakan}}{\text{jumlah bulan}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, biaya perawatan korektif untuk komponen grinding ball adalah sebesar Rp 122.204.174. Ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan atau pemeliharaan komponen grinding ball setelah terjadi kerusakan atau kegagalan. Perawatan korektif biasanya

Perhitungan Biaya *Corrective Maintenance*

Kerugian dalam produksi semen yang melibatkan penggunaan daur ulang dapat timbul akibat berbagai faktor. Beberapa penyebab umum kerugian dalam proses produksi semen yang melibatkan daur ulang antara lain:

1. Kualitas material *recycle* yang digunakan dalam produksi semen biasanya memiliki kualitas yang bervariasi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan semen yang dihasilkan. Material *recycle* tidak memiliki kualitas yang konsisten, maka akan sulit mencapai standar kualitas yang diinginkan dan meningkatkan risiko kerugian produksi/
2. Biaya pemrosesan tambahan merupakan penggunaan material *recycle* dalam produksi semen sering kali memerlukan proses pemrosesan tambahan untuk menghilangkan kontaminasi dan memastikan kualitas yang sesuai. Proses pemrosesan tambahan ini dapat meningkatkan biaya produksi dan menyebabkan finansial bagi Perusahaan.
3. Perubahan komposisi kimia yang digunakan dalam produksi semen dapat memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda dari bahan baku asli. Perubahan komposisi kimia ini dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia semen, termasuk waktu pengerasan, kekuatan, dan stabilitas. jika tidak dikelola

dengan baik, perubahan komposisi kimia ini dapat menyebabkan kerugian produksi.

Untuk meminimalisasi kerugian dalam *recycle* produksi semen harus melakukan langkah sebagai berikut:

1. Saring dan pemisahan material *recycle* dengan teliti sebelum digunakan dalam produksi semen. Pastikan bahwa tidak ada kontaminasi seperti plastik, kertas, atau logam yang masuk ke material *recycle*.
2. Pengujian kualitas material *recycle* sebelum digunakan material *recycle* dalam produksi semen, lakukan pengujian kualitas secara menyeluruh. Pastikan memenuhi standar yang ditetapkan oleh industry semen, termasuk kekuatan, kelarutan, dan sifat-sifat fisik lainnya.
3. Penyesuaian komposisi dan proporsi untuk menghindari perubahan komposisi kimia yang dapat mempengaruhi kualitas semen, dilakukan penyesuaian proporsi material *recycle* dengan bahan baku asli. Hal ini dapat membantu menjaga konsistensi komposisi kimia dan sifat-sifat semen yang dihasilkan.

Dengan melakukan upaya meminimalisasi kerugian akibat *recycle* produksi semen, perusahaan dapat memiliki potensi untuk mencapai keuntungan ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berdampak positif secara besar. Selain itu, perusahaan juga dapat membangun reputasi yang baik dan memenuhi tuntutan pasar yang semakin sadar akan keberlanjutan.

SIMPULAN

Biaya perawatan korektif sebesar Rp 122.204.174 untuk komponen grinding ball adalah informasi yang relevan dalam manajemen pemeliharaan peralatan atau mesin. Biaya perawatan korektif terjadi setelah terjadi kerusakan atau kegagalan komponen dan diperlukan untuk memperbaiki atau memulihkannya.

Analisis menganalisis biaya perawatan korektif dan faktor-faktor terkait, perusahaan dapat mengoptimalkan pemeliharaan, mengurangi downtime, dan menghemat biaya dalam jangka panjang. Selain itu, perusahaan juga dapat mempertimbangkan strategi pemeliharaan yang lebih proaktif untuk menghindari kerusakan komponen dan meningkatkan efisiensi operasional.

Analisis data yang dengan kerugian dalam produksi semen yang melibatkan penggunaan daur ulang adalah sangat informatif. Poin-poin yang Anda sampaikan mengidentifikasi beberapa masalah potensial dan memberikan solusi yang baik untuk meminimalkan kerugian. Variabilitas kualitas material *recycle* seringkali memiliki kualitas yang bervariasi, mempengaruhi kualitas dan kekuatan semen yang dihasilkan.

Variabilitas ini dapat meningkatkan resiko kerugian produksi. Selanjutnya biaya pemrosesan tambahan pengurangan material *recycle* memerlukan proses pemrosesan tabahan untuk menghilangkan kontaminasi dan memastikan kualitas. Proses ini dapat meningkatkan biaya produksi.

REFERENCES

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- Akbar, M. R., & Widiasih, W. (2022). Analisis Perawatan Mesin Bubut dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 4(1), 32–45. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2022.v4i1.3086>
- Arsyad, M., & Zubair, S. A. (2018). *Manajemen Perawatan*. Deep Publish.
- Chandra, M. R. E. P. (2016). Analisis Keandalan pada 542 FN7 Finish Mill 2 Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Farisi, M. N. Al. (2021). *Analisis Perawatan Mesin Batching Plant Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Universitas Jember.
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Graha Ilmu.
- Kusuma, Y. (2010). *Reliability - Centered Maintenance (RCM)*
- Kumala, A. C. (2022). *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Produksi untuk Meningkatkan Keandalan menggunakan Metode RCM (Studi Kasus : PT. Intimas Surya, Pelabuhan Benoa, Bali)*.
- Kurniawan, A. D. (2016). *Penerapan Metode RCM pada Perawatan Hard Capsule Machine A di PT. Kapsulindo Nusantara*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Kusuma, H. (2009). *Manajemen Produksi*. CV. Andi Offset (Penerbit Andi).
- Lovianti, K (2021). Upaya Mengurangi Downtime mesin Cement Mill Indarung IV Menggunakan Hasil analisis ini memberikan panduan tindakan pemeliharaan yang tepat untuk setiap Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di Unit Perencanaan dan Evaluasi Pemeliharaan PT. SEMEN PADANG. Universitas Sultan Agung Semarang.
- McDermott, R. E (2009). *The Basics Of FMEA 2nd edition*. Taylor & Francis Group.
- Ngadiyono, Y. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suryana, W. (2021). *Analisis pemeliharaan mesin produksi dengan metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Pada PT. Eluan Mahkota Kabupaten Rokan Hulu*. Universitas Islam Riau.
- Supriyadi, E & Priskila Ayuni, R. (2023). Systematic Literature Review:

- Pemeliharaan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Perseroan Terbatas. *Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik* Vol. 11 No. 01 Juni 2023 P-ISSN : 2337-3636 || E-ISSN : 2527-6425.
- Syahputra, A. (2021). Analisis Keandalan Mesin *Standblasting* Menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD) di Kopnas PB 139 Binjai. Universitas Medan Area.
- Wibowo, H., Sidiq, A., & Ariyanto. (2018). Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Perusahaan Karet. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 79–87. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i2.4106>.
- Widiasih, W., & Aziza, N. (2019). Perhitungan Biaya Penggantian Komponen dengan Mempertimbangkan Penjadwalan Perawatan pada Mesin Bucket Raw Material. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(02), 68–76.
- Yosepha, A, S. (2017). Penentuan Kebijakan Waktu Optimum Perbaikan Komponen Mesin Finish Mill Di PT Semen Indonesia, Tbk Plant Tuban. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Santoso, H., & Sunarto. (2020). *Saku Analisis Pareto*. Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- Pranowo, I. (2009a). Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Pertama). Deepublish Publisher.
- Pranowo, I. (2009b). Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Pertama). Deepublish Publisher.
- Pranowo, I. (2009c). Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Pertama). Deepublish Publisher