

IDENTIFIKASI KERUSAKAN MESIN *TWIN SCREW* PENGOLAHAN KARET BASAH DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* DI PT. WILSON LAUTAN KARET

Imron Musthofa¹, Titik Wijayati¹, Ilyas Sofana², Elandi³

¹Politeknik Negeri Tanah Laut, ²Universitas Muhammadiyah Surabaya, ³Politeknik Negeri
Sambas

E-mail : imron@politala.ac.id, wijayati_7670@politala.ac.id, ilyas_sofana@um-surabaya.ac.id,
elandi.poltesa@gmail.com

Abstrak

PT. Wilson Lautan Karet adalah salah satu perusahaan pengolahan karet yang ada di Banjarmasin dengan mengolah karet basah menjadi karet remah atau *Crum Rubber* dengan menghasilkan produk setengah jadi yaitu SIR 20 dan SIR 10. Produk SIR 20 PT. Wilson Lautan Karet sering mengalami kerusakan seperti kontaminasi dan cacat pada produk SIR tersebut, dan terlihat pada bagian akhir yaitu sortir. Kerusakan produk juga disebabkan oleh mesin yang mulai rusak dan kotor sehingga sangat perlu perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) terhadap mesin yang digunakan untuk produksi. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi kerusakan pada mesin *Twin Screw* pengolahan karet basah yang terjadi di PT. Wilson Lautan Karet Banjarmasin, dan identifikasi ini menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis*. Adapun langkah-langkahnya adalah mengumpulkan data dari hasil observasi, wawancara, dokumentasi maupun data berupa laporan-laporan perbaikan mesin dan hasil produk, identifikasi masalah dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), analisis menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*). Berdasarkan nilai kritis RPN yang telah didapatkan, maka diperoleh 3 risiko kritis yang terdapat pada komponen mesin *Twin Screw*, yaitu pada gear joint dengan total RPN sebesar 144, as screw sebesar 189 dan bearing sebesar 147. Nilai ketiga risiko tersebut berada diatas nilai kritis RPN yaitu sebesar 131. Dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut yaitu komponen yang mengalami risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah *gear joint*, *as screw*, dan *bearing*. Ketiga komponen ini melewati batas nilai kritis RPN yaitu 131.

Kata kunci: SIR 20, *Twin Screw*, FMEA, RPN, *Fishbone*

Abstract

PT. Wilson Lautan Karet is a rubber processing company in Banjarmasin that processes wet rubber into crumb rubber or Crum Rubber by producing semi-finished products namely SIR 20 and SIR 10. Products SIR 20 PT. Wilson Lautan Karet often experiences damage such as contamination and defects in the SIR product, which can be seen in the final part, sorting. Product damage is also caused by machines that are starting to get damaged and dirty so they need maintenance or maintenance (maintenance) on the machines used for production. In this study, the identification of damage to the wet rubber processing Twin Screw machine occurred at PT. Wilson Lautan Karet Banjarmasin and this identification uses the method Failure Mode And Effect Analysis. The steps are to collect data from observations, interviews, documentation, and data in the form of reports on machine repairs and product results, identify problems with the method Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and analysis using cause and effect diagrams (fishbone diagram). Based on the RPN critical value obtained, 3 critical risks are found in the Twin Screw engine components, namely the gear joint with a total RPN of 144, axle screw of 189, and bearing of 147. The value of the three risks is above the RPN critical value, namely of 131. It can be concluded that the following components are at risk with the highest RPN values, namely the gear joint, screw axle, and bearing. These three components pass the RPN critical value limit of 131.

Keywords: SIR 20, Twin Screw, FMEA, RPN, Fishbone

PENDAHULUAN

PT. Wilson Lautan Karet adalah salah satu perusahaan pengolahan karet yang ada di Banjarmasin dengan mengolah karet basah menjadi karet remah atau *Crumb Rubber* dengan menghasilkan produk setengah jadi yaitu SIR 20 dan SIR 10. Karetremah telah umum digunakan sebagai bahan baku utama untuk produk pengolahanban dan berbagai industri otomotif.

PT. Wilson Lautan Karet lebih memproduksi SIR 20 daripada SIR 10, karena harga SIR 10 yang relatif mahal dan kebanyakan pembeli lebih senang untuk membeli SIR 20 dari PT. Wilson Lautan Karet. Kualitas SIR 20 di PT. Wilson Lautan Karet sudah mempunyai keunggulan sama seperti SIR 10 yaitu keunggulan pada kadar kotoran yang rendah, bersih dan elastisnya terkendali dengan baik.

Produk SIR 20 PT. Wilson Lautan Karet sering mengalami kerusakan seperti kontaminasi dan cacat pada produk SIR tersebut, dan terlihat pada bagian akhir yaitu sortir. Biasanya cacat tersebut sering dijumpai dengan bercak putih pada bandela, adanya sisa serpihan kayu, logam, plastik dan benang yang menyebabkan kontaminasi.

Kerusakan produk juga disebabkan oleh mesin yang mulai rusak dan kotor sehingga sangat perlu perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) terhadap mesin yang digunakan untuk produksi. Jika perawatan dan pemeliharaan mesin tidak dilakukan maka kemungkinan terjadi adalah membengkaknya biaya produksi dan pemasaran menjadi terhambat karena mendapat penolakan dari konsumen dan menjadikan perusahaan mengalami kerugian terhadap pemasaran produk SIR.

Mesin *Twin Screw* adalah salah satu mesin penghancur bahan baku yang ada di PT. Wilson Lautan Karet. Letak mesin *Twin Screw* adalah setelah mesin *Hammer Mill*. Penggunaan mesin ini sama dengan mesin *Hammer Mill* yaitu untuk menghancurkan dan mengecilkan ukuran bahan baku. Perbedaannya adalah mesin *Twin Screw* adalah tahap terakhir dari penghancuran dan pengecilan ukuran bahan baku, sehingga hasil dari mesin *Twin Screw* adalah bahan baku yang memiliki ukuran lebih kecil dan bebas sisa kontaminasi dari hasil mesin *Hammer Mill*.

Mesin *Twin Screw* juga tidak lepas dari masalah kerusakan. Rusaknya mesin dan lamanya waktu perbaikan menyebabkan terhambatnya proses produksi. Kurangnya perawatan adalah salah satu faktor rusaknya mesin.

Maintenance adalah suatu kegiatan untuk merawat atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan, maka fasilitas dapat digunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu yang direncanakan tercapai (Putra dkk., 2015).

Dalam *menganalisis* dan melakukan tindakan perawatan terhadap mesin yang mengalami kerusakan dengan tujuan meminimalisir kerusakan yang sering terjadi, perusahaan dapat melakukan tindakan perawatan secara optimal dan terjadwal untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan pada mesin. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi kerusakan pada mesin *Twin Screw* pengolahan karet basah yang terjadi di PT. Wilson Lautan Karet Banjarmasin, dan identifikasi ini menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis*. Alasan memilih metode FMEA adalah metode sederhana sebagai pendekatan terhadap identifikasi kerusakan mesin dengan mengidentifikasi kerusakan dan menentukan prioritas perbaikan, dan metode ini juga memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui penyebab kegagalan dan melakukan evaluasi berdasarkan potensi kegagalan dan dampak yang dihasilkan dari kegagalan mesin.

METODE PENELITIAN

Pada tahap ini penulis mengambil beberapa langkah dalam menyelesaikan artikel ini. Adapaun langkah-langkahnya adalah mengumpulkan data dari hasil observasi, wawancara, dokumentasi maupun data berupa laporan-laporan perbaikan mesin dan hasil produk, identifikasi masalah dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), analisis menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*). Studi Pustaka atau Literatur. Dalam penyusunan artikel ini, penulis juga menggunakan literatur pada jurnal, artikel, maupun laporan-laporan penelitian terdahulu. Metode ini digunakan untuk mencari sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian pada laporan ini. Observasi adalah sebuah teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung menggunakan alat indera. Observasi ini dilakukan guna mendapatkan informasi dan masalah yang ada dan berhubungan dengan studi kasus pada laporan ini. Wawancara merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan cara tanya jawab secara langsung kepada narasumber yang memahami dalam bidang tertentu. Wawancara ini dilakukan guna mendapatkan informasi secara langsung kepada narasumber di bidangnya masing-masing. Wawancara ini dilakukan langsung kepada bagian *quality control* dan supervisor di bagian penggilingan dan dryer. Dokumentasi ini adalah sebagai bahan pelengkap dari sebuah informasi atau data yang telah didapat melalui tiga metode diatas. Dokumentasi berupa rekaman wawancara mengenai kerusakan dan perawatan mesin serta foto-foto alat dan mesin yang digunakan pada proses pengolahan SIR 20 PT. Wilson Lautan Karet.

1. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses atau pelayanan (Resky, 2021). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing mode kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurance*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).

Risk Priority Number (RPN) adalah sebuah pengukuran dari risiko yang bersifat relative. RPN ditentukan sebelum mengimplementasikan rekomendasi perbaikan, ini digunakan untuk mengetahui bagian manakah yang menjadi prioritas tertinggi dari kerusakan tersebut. RPN diperoleh dari hasil perkalian antara *Severity*, *Occurance* dan *Detection*. Berikut rumusnya:

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan: S = Severity O = Occurance D = Detection (Resky, 2021).

Berdasarkan risiko yang telah diketahui nilai RPN masing-masing komponen, maka dapat ditentukan nilai risiko kritis. Suatu risiko dikategorikan sebagai risiko kritis jika memiliki nilai RPN diatas nilai RPN kritis. Nilai kritis RPN ditentukan dari rata-rata nilai RPN seluruh risiko (Resky, 2021). Rata-rata nilai RPN ditentukan sebagai berikut: (Mario, 1992)

$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah Risiko}}$$

Hasil dari perhitungan RPN menunjukkan bahwa tingkat prioritas komponen yang dianggap berisiko tinggi bisa diidentifikasi sebagai penunjuk arah perbaikan. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan nilai RPN untuk melihat kegagalan yang terjadi yang dilihat dari tiga hal sebagai berikut (Andiyanto, dkk, 2016): Tingkat Kerusakan (*Severity*), dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses. Nilai rangking severity antara 1 sampai 10. Berikut adalah nilai *severity* secara umum pada Tabel 1 :

Tabel 1. Kriteria dan Nilai Rangkaing Untuk *Severity*

Criteria of Severity Effect	Ranking
Tidak berfungsi sama sekali	10
Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan Dapat membahayakan operator mesin	9
Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan Energi listrik tidak dapat dihasilkan	8
Pengurangan fungsi utama	7
Gangguan terhadap <i>line electricity production</i> Kehilangan kenyamanan fungsi pengguna	6
Mengurangi kenyamanan fungsi pengguna	5
Perubahan fungsi dan banyak pekerjaan menyadari adanya masalah	4
Tidak terdapat efek dan pekerjaan menyadari adanya masalah	3
Tidak terdapat efek dan pekerjaan tidak menyadari adanya masalah	2
Tidak ada efek	1

Sumber : (Smith, 2004) dalam (Resky, 2021)

Frekuensi (Occurrence), dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa banyak gangguan yang dapat meyebabkan sebuah kegagalan. Nilai rangking *ocurance* antara 1 sampai 10. Berikut nilai *ocurance* secara umum pada Tabel 2 :

Tabel 2. Kriteria dan Nilai Rangkaing Untuk *Occurance*

Probability of Occurance	Rangkaing
Lebih besar dari 50 per jam penggunaan	10
35-50 per 7200 jam penggunaan	9
21-35 per 7200 jam penggunaan	8
26-30 per 7200 jam penggunaan	7
21-25 per 7200 jam penggunaan	6
15-20 per 7200 jam penggunaan	5
11-15 per 7200 jam penggunaan	4
5-10 per 7200 jam penggunaan	3
Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan	2
Tidak pernah sama sekali	1

Sumber : (Smith, 2004) dalam (Resky, 2021)

Tingkat Deteksi (*Detection*) Dengan ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi dipengaruhi dari banyak kontrol yang mengatur jalannya proses, semakin banyak kontrol dan prosedur maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan semakin tinggi. Nilai rangking *detection* antara 1 sampai 10. Berikut adalah nilai *detection* secara umum padaTabel 3 :

Tabel 3. Kriteria dan Nilai Rangkaing Untuk *Detection*

Detection Design Control	Rangkaing
Tidak mampu terdeteksi	10
Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi	9
Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk mendeteksi bentuk penyebab kegagalan	8
Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi	7
Kesempatan yang sedang rendah untuk terdeteksi	6
Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi	5
Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi	4
Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi	3
Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi	2
Pasti terdeteksi	1

Sumber : (Smith, 2004) dalam (Resky, 2021)

RPN memberikan panduan untuk mengidentifikasi dan menentukan potensi kegagalan kemudian memberikan tindakan yang disarankan untuk adanya perubahan desain atau proses pada tingkat keparahan sehingga kemunculan menjadi lebih rendah. (Kumar, 2014).

2. Tujuan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan jika menggunakan penerapan FMEA adalah (Hardi, 2006) :

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahannya.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikansi.
3. Untuk mengurutkan proses pekerjaan.
4. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap proses dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.
5. Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses pekerjaan di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Kerusakan Mesin

Mesin yang akan di Identifikasi adalah mesin *Twin Screw* pengolahan karet basah PT. Wilson Lautan Karet. Mesin ini dapat ditemukan pada proses penggilingan bokar menjadi blanket. Mesin untuk proses penggilingan yang ada di PT. Wilson Lautan Karet memang sering mengalami kerusakan, baik disebabkan kurangnya perawatan maupun kurangnya pengawasan terhadap mesin yang sedang beroperasi. Menurut Sahril Saipudin (2019), mesin-mesin produksi yang sudah tua adalah salah satu penyebab utama tingginya downtime akibat kerusakan mesin yang terjadi saat produksi berlangsung.

PT. Wilson Lautan Karet memiliki satu mesin *Twin Screw*, posisi mesin ini terletak setelah kolam empat. Bokar yang sudah melalui proses penghancuran pada mesin *Hammer Mill* akan masuk dan ditampung kedalam kolam empat untuk pencucian, dan diangkut oleh mesin *Twin Screw* untuk proses penghancuran atau peremahan terakhir. Menurut pengamatan penulis dan

informasi dari bagian *quality control* bahwa faktor yang mendasari rusaknya mesin *Twin Screw* adalah ukuran karet yang masuk dari mesin *Hammer Mill* terlalu besar sehingga beban beratnya penghancuran tersebut ada di mesin *Twin Screw*.

Tabel 4. Komponen Mesin *Twin Screw*

Komponen Mesin	Masalah
Gear Joint	Patah/Pecah
Pondasi	Goyang/Kurang Kuat
As Screw	Patah
Bearing	Pecah
Rantai Kembar	Putus/pecah

Tabel diatas adalah komponen pada mesin *Twin Screw* yang sering mengalami masalah. Kinerja mesin ini cukup besar karena hanya memiliki satu mesin saja pada proses pengolahan karet basah. Jika mesin ini rusak maka harus segera dilakukan perawatan, karena mesin ini akan menjadi faktor dan penghambat tertundanya produksi. Imbas dari rusaknya mesin ini adalah tertundanya pengangkutan karet dari kolam empat kedalam mesin *Twin Screw*, walaupun lolos maka ukuran karet akan mempengaruhi kinerja mangle.

2. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

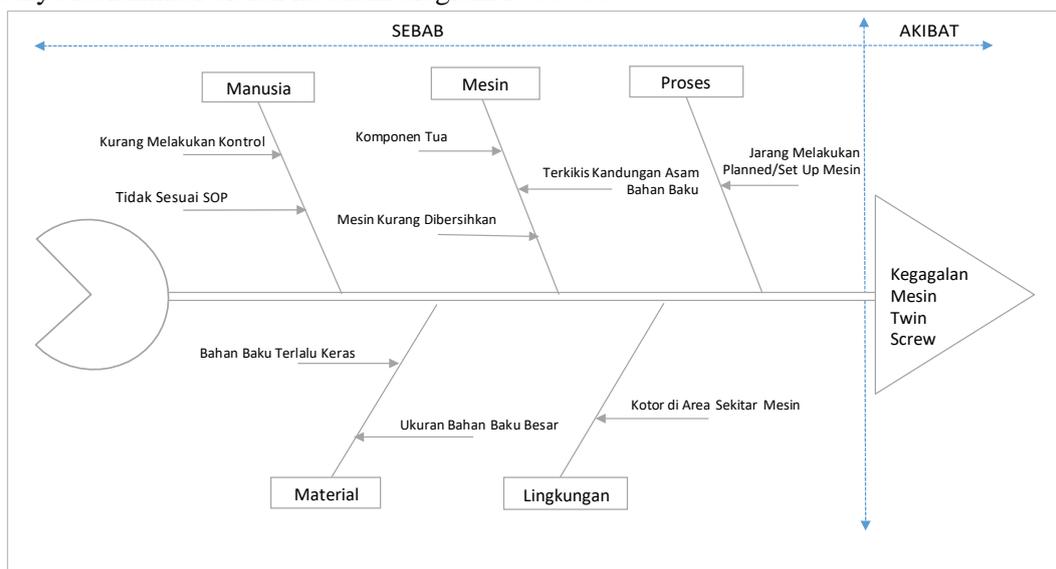
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah salah satu metode untuk mengetahui ranking penyebab kegagalan suatu proses sehingga bisa diperoleh prioritas perbaikan (Supriyadi, Ramayanti, & Afriansyah, 2017). Dengan metode ini maka akan mudah menentukan jenis-jenis kerusakan mesin, akibat dari kerusakan yang terjadi, beberapa penyebab kegagalan mesin *Twin Screw* kemudian akan ditentukan nilai *Severity*, *Occurance*, *Detection* untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) guna menentukan komponen mesin yang akan diidentifikasi. Menurut Risyandi, dkk, (2008), metode FMEA digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan memperbaiki kerusakan pada mesin. Penentuan nilai RPN pada komponen mesin *Twin Screw* yang mengalami kerusakan adalah seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. FMEA Pada Mesin *Twin Screw*

Komponen	Jenis Kerusakan (<i>Failure Mode</i>)	Penyebab Kerusakan (<i>Failure Cause</i>)	Akibat Kerusakan (<i>Failure Effect</i>)	S	O	D	RPN
Gear Joint	Gear Joint	Tekstur Bahan	Kondisi	8	3	6	14
	Patah/Pecah	Baku yang Masuk Terlalu Keras	PutaranBerat				4

Pondasi	Pondasi Goyang	Tidak Mampu Menahan Getaran Mesin	Pijakan Pondasi Kurang Kuat	6	3	4	7 2
As Screw	As Screw Patah	Pemasangan As Screw Tidak Lurus	Mesin Macet	9	3	7	1 8 9
Bearing	Bearing Pecah	Tersumbat Kotoran dan Kurang Pelumas	Mesin yang Berputar Menjadi Tidak Stabil	7	3	7	1 4 7
Rantai Kembra	Putus/Pecah	Gigi Rantai Tumpul	Bahan Baku Lolos Dengan Ukuran Besar	7	3	5	1 0 5

Berdasarkan nilai kritis RPN yang telah didapatkan, maka diperoleh 3 risiko kritis yang terdapat pada komponen mesin *Twin Screw*, yaitu pada gear joint dengan total RPN sebesar 144, as screw sebesar 189 dan bearing sebesar 147. Nilai ketiga risiko tersebut berada diatas nilai kritis RPN yaitu sebesar 131. Nilai kritis RPN ini didapatkan dari total nilai RPN dibagi dengan jumlah risiko yang ada. Sehingga didapatkan komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi dan selanjutnya identifikasi diolah kedalam diagram *Fishbone*.



Gambar 1. Diagram sebab akibat mesin *Twin Screw*

Dapat dilihat bahwa kegagalan atau kerusakan mesin *Twin Screw* ada pada manusia (karyawan) yang kurang melakukan kontrol dan melaksanakan produksi tidak sesuai SOP, dilihat dari mesin adalah komponen mesin yang tua dan kurang pembersihan mesin, dilihat dari proses adalah set up mesin yang ala kadarnya, dilihat dari material adalah bahan baku yang terlalu keras

sehingga menahan komponen yang berputar menjadikan komponen memaksa untuk memutar bahan baku dan bahan baku yang masih berukuran besar, dan lingkungan sekitar mesin yang kotor.

3. Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan dengan menggunakan metode FMEA terkait kerusakan pada mesin *Twin Screw*, maka perlu dilakukan usulan perbaikan sebagai upaya untuk meminimalisir risiko kerusakan mesin. Adapun usulan tersebut adalah:

1. Melakukan pengecekan secara rutin sebelum maupun sesudah mengoperasikan mesin.
2. Melakukan penjadwalan kegiatan perawatan dan pemeliharaan (*Preventive Maintenance*) terhadap mesin secara berkala.
3. Tersedia mesin cadangan sebagai antisipasi terhadap kerusakan mesin.
4. Memberikan pengetahuan berupa pelatihan kepada karyawan sebagai upaya meningkatkan produktivitas karyawan dan efektivitas pengoperasian mesin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut yaitu komponen yang mengalami risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah gear joint, as screw, dan bearing. Ketiga komponen ini melewati batas nilai kritis RPN yaitu 131. Penyebab utama rusaknya komponen tersebut adalah karena komponen mesin yang sudah tua dan terkikis oleh kandungan air asam yang ada dalam bahan baku. Adanya penggantian komponen mesin yang sudah tua dan sering mengalami kerusakan agar mesin dapat berjalan secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Andiyanto., 2016. Penerapan Metode FMEA Untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste. Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 6 No. 1, Yogyakarta.
- Barani, A. M., 2012. Karet Alam Sebagai ATM Petani dan Sumber Devisa Negara. Forum Pengembangan Perkebunan Strategis Berkelanjutan. Jakarta.
- Damanik, S., 2012. Pengembangan Karet (*Hevea brasiliensis*) Berkelanjutan di Indonesia. Jurnal Perspektif 11(1): 91 – 102.
- Gaspersz, Vincent., 2002. Total Quality Manajemen, Improve. Penerbit GramediaPustaka Utama. Jakarta.
- Gunawan, A., 2012. Saptabina Usahatani Karet Rakyat. Balai Penelitian SembawaPusat Penelitian Karet. Palembang.
- Putra, Aditya M, & Iveline A., M., 2015. Rancangan Perawatan Bus Transjakarta Menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance Di Perum Damri SBU Busway Koridor I dan VIII. Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 3 No. 3, 208219.
- Resky A., 2021. Penerapan Metode Fmea Dan Fta Dalam Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Vertical Shaft Pada PT. Prima Karya ManunggalPangkep. Politeknik Ati Makassar. Makassar.
- Sahril S., 2019. Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Peningkatan Nilai Efektivitas Mesin Oven Line 7 Pada PT. UPA. Fakultas Teknik. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Afriansyah, R., 2017. Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness dan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis. SINERGI, 21(3), 165-172.
- Villacourt M., 1992. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), Penerbit SEMATECH, Austin, TX