

Prioritizing Maintenance Strategies for Efficient Forklift Performance Through Failure Analysis: Memprioritaskan Strategi Perawatan untuk Kinerja Forklift yang Efisien Melalui Analisis Kegagalan

Naufal Rizky

Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah
Sidoarjo, Indonesia

Wiwik Sulistiyowati

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

This study addresses forklift maintenance challenges at PT. Karya Mitra Teknik, focusing on undisciplined operators and overuse issues. Using Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA), it identifies root causes and suggests improvements. Data collected through observations, interviews, and flow diagrams pinpoint three priority failure modes: radiator, starter dynamo, and oil flow failure. Recommendations emphasize regular maintenance, cleanliness, and enhanced operational practices for effective issue mitigation.

Highlight:

- Root Cause Analysis with FMEA and FTA.
- Prioritizing Critical Failure Modes.
- Recommend Disciplined Maintenance for Operational Enhancements.

Keyword: Forklift Maintenance, Root Cause Analysis, Improvement Recommendations, FMEA, FTA

Pendahuluan

Forklift adalah mesin pengangkat yang dapat digunakan untuk memindahkan, menurunkan, dan mengangkat barang dari berbagai ketinggian yang mungkin tidak dapat dijangkau oleh manusia. Manusia sendiri adalah operator dari mesin ini [1]. *Forklift* digunakan untuk mengambil barang, operator akan mengarahkan garpu dan mengangkat sampai ketinggian tertentu dengan sistem hidrolik [2]. Dalam penggunaannya tidak jarang mengalami kerusakan dalam tahun 2021 terdapat 12 kali waktu kerusakan *forklift* dan pada tahun 2022 terdapat 18 kali waktu terjadinya kerusakan pada *forklift*, kerusakan disebabkan oleh operator yang kurang disiplin dan waktu pemakaian *forklift* secara terus menerus yang mengakibatkan *forklift* rusak sebelum waktunya maka perlu adanya *maintenance* secara berkala. *Maintenance* atau pemeliharaan adalah proses menggabungkan prosedur atau kegiatan yang berbeda yang bertujuan untuk memperbaiki atau memelihara suatu sistem pelayanan atau produksi sampai dalam keadaan yang bagus sehingga

dapat diterima dengan baik [3]. Tidak hanya memperbaiki sistem, *maintenance* juga menjaga atau mengkondisikan dan memperbaiki mesin agar dapat beroperasi untuk tujuan komersial. Kondisi yang diperoleh sesuai dengan mesin yang mampu menghasilkan produk sesuai standar yaitu memenuhi bentuk, dimensi dan fungsi [4] *Maintenance* merupakan fungsi dalam industri manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi lain seperti produksi [5]. Sama seperti manusia membutuhkan mesin membutuhkan perlakuan. Semakin sering mesin digunakan, semakin tinggi perawatannya. Tujuan pemeliharaan adalah untuk mendukung kapasitas produksi untuk mencapai tujuan bisnis [6].

PT. Karya Mitra Teknik didirikan pada tahun 2012 sebagai sebuah perusahaan yang menyediakan layanan rental dan servis alat berat. Perusahaan ini menawarkan berbagai macam layanan, termasuk sewa *forklift*, sewa *truck* dan sewa *crane*. PT. Karya Mitra Teknik memiliki berbagai jenis *forklift*, *truck*, dan *crane*, mulai dari *forklift diesel*, *telescopic handler*, *mounted crane* dan juga telah memiliki *mobilcrane* atau *truck crane*. Perusahaan ini melayani penyewaan alat berat untuk berbagai jenis pekerjaan, seperti *erection*, *setting* atau *unsetting*, fabrikasi, pembangunan jalan tol, dan konstruksi pabrik. Dalam penelitian ini menggunakan perusahaan PT. Central Proteina Prima sebagai tempat penelitian sebagai salah satu penyewa *forklift* pada PT. Karya Mitra Teknik, terdapat berbagai permasalahan yang terjadi yang mengakibatkan terjadinya pada penurunan produktivitas karena *unit forklift* yang seharusnya bisa beroperasi harus mendapat *maintenance* yang tidak sesuai jadwal. Sebagian besar permasalahan tersebut terjadi sebagian besar akibat operator *forklift* yang tidak disiplin dan pemakaian *forklift* yang melebihi batas yang mengakibatkan *forklift* lebih cepat rusak dari waktu yang seharusnya, *maintenance* dari operator yang tidak berkala dan yang lainnya. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menganalisa tentang kegagalan dan penyebabnya yang dapat terjadi pada operasional dan diharapkan pada hasil penelitian dapat memberikan masukan atas permasalahan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kerusakan *forklift* yang paling dominan dan mengidentifikasi penyebab terjadinya kerusakan serta memberikan saran perbaikan terkait dari tingkat kerusakan yang sering terjadi yang menimbulkan penurunan produktivitas. Pada penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), metode FMEA merupakan metode yang berfungsi untuk mengidentifikasi, mendefinisikan dan mengeliminasi kegagalan dan permasalahan pada sistem dan proses produksi, setelah itu melakukan pembobotan nilai dan pengurutan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN) [7]. Hasil dari metode FMEA akan dianalisa lebih mendalam menggunakan metode FTA, metode FTA bertujuan untuk mengidentifikasi *failure* (kegagalan) dari suatu sistem, *fault tree analysis* mengacu pada fungsi atau biasanya disebut dengan *top down approach*, karena metode *fault tree analysis* ini menganalisa dari kejadian puncak dan mem-*breakdown* sampai ketinggian paling rendah [7]. Metode FTA juga berguna untuk menjelaskan penyebab - penyebab terjadinya suatu kegagalan dalam bentuk suatu diagram yang menyerupai pohon dengan menggunakan simbol logika untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi [8].

Metode

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan cara observasi dan wawancara, proses pengamatan dilakukan dengan ikut dengan mekanik dan melihat secara langsung proses *maintenance* yang dilakukan oleh mekanik. Serta data atau informasi juga dikumpulkan dengan melakukan wawancara tatap muka atau langsung di tempat kerja dengan mengajukan pertanyaan secara lisan kepada staf yang relevan dengan studi untuk mendapatkan data yang diperlukan. Pemilihan narasumber dalam wawancara merupakan orang-orang yang secara langsung berhubungan dengan permasalahan pada penelitian ini. Keseluruhan kegiatan penelitian ini digambarkan dengan diagram alir yang terlihat pada gambar 1 dibawah ini.

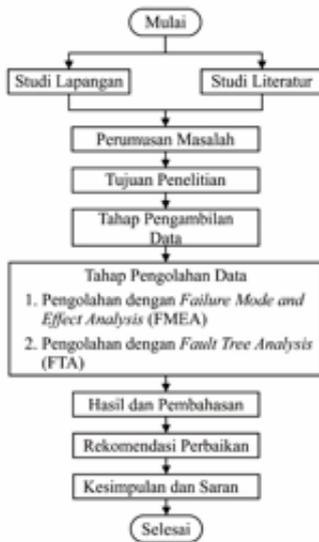


Figure 1. Diagram alir

Data yang di dapatkan dari hasil wawancara kemudian diidentifikasi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), metode FMEA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu *failure* (kegagalan) yang pada hasil akhir dari FMEA bisa memberikan sautu solusi untuk mangatasi kegagalan tersebut [9], FMEA juga merupakan strategi untuk mengenali semua kegagalan potensial yang mungkin terjadi dalam rencana atau proses pembuatan sampai produk dikirimkan, seperti halnya memeriksa hasil dari setiap kegagalan [10].

FMEA adalah suatu teknik yang digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau cacat pada suatu produk agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar yang dikehendaki perusahaan [11].

Severity atau tingkat keparahan adalah penilaian subyektif atau estimasi seberapa besar pengguna akhir merasakan akibat kegagalan [12]. Untuk tabel *rating severity* dapat dilihat pada [13].

Occurance atau kejadian adalah probabilitas terjadinya kegagalan akibat penyebab atau mekanisme khusus[12]. Untuk tabel *rating occurance* dapat dilihat pada [11].

Detection adalah evaluasi terhadap kapasitas untuk mencegah atau mengendalikan kerusakan yang mungkin terjadi [12]. Untuk tabel *rating detection* dapat dilihat pada [13].

RPN diperoleh dengan mengalikan skor keparahan, kejadian, dan kemampuan pendeteksian. RPN digunakan sebagai acuan untuk mengukur hubungan dengan total RPN yang diubah setelah tindakan perbaikan dilakukan [10]. Rumus perhitungan RPN dapat dilihat sebagi berikut.

$$RPN = (S) \times (O) \times (D) \quad (1)$$

Sumber: [10], [13], [14]

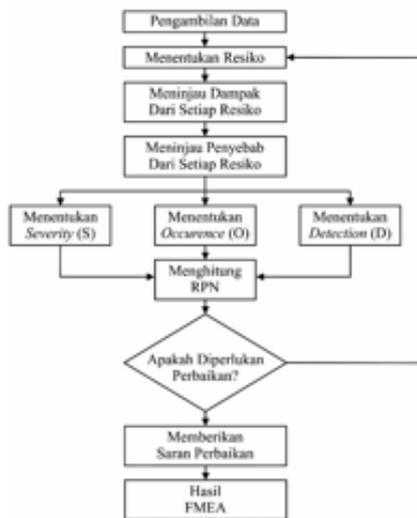


Figure 2. Alur Pengolahan Metode FMEA

Fault tree analysis (FTA) merupakan salah satu teknik untuk menganalisis kesalahan sistem jaringan dengan beberapa sub penyebab kegagalan yang mendasari serta kerusakan komponen. Analisis pohon kesalahan menggambarkan hubungan antara kejadian dasar (kejadian utama yang menyebabkan kejadian puncak) dan kejadian puncak (kejadian yang terjadi. Peristiwa dasar dapat berupa kondisi lingkungan dan kesalahan SDM [15].

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada dua narasumber, yaitu kepala mekanik dan mekanik di PT. Karya Mitra Teknik.

Data kerusakan dari hasil observasi dan wawancara pada kepala mekanik dan mekanik *spare part forklift* dapat dilihat seperti pada tabel 1.

Potensi kegagalan	Waktu terjadi (Dalam 1 Tahun)
Filter udara kotor	4 Kali
Raditor rusak	2 Kali
Oli tidak mengalir ke mesin	2 Kali
Oli dan filter hidrolis kotor	2 Kali
Dinamo starter rusak	3 Kali
Master rem bocor	1 Kali
Kampas rem aus	2 Kali
Steering wheel berat	2 Kali

Table 1. Data Kerusakan Spare Part Forklift

Dari hasil kuisisioner yang dilakukan pada dua responden yaitu kepala mekanik dan mekanik dapat dilihat seperti tabel 2.

Failure mode		Responden		Nilai tertinggi
		1	2	
Filter gagal menyaring	S	3	4	4
	O	4	3	4

	D	3	3	3
Filter udara terlalu panas	S	3	3	3
	O	4	3	4
	D	3	3	3
Radiator rusak	S	7	7	7
	O	3	3	3
	D	6	5	6
Saluran radiator tersumbat	S	6	6	6
	O	3	3	3
	D	4	5	5
Oli tidak mengalir ke mesin	S	7	7	7
	O	3	3	3
	D	5	5	5
Oli habis	S	7	6	7
	O	2	2	2
	D	4	4	4

Table 2. Hasil Kuisisioner Responden

Dari hasil kuisisioner kedua responden diatas akan diambil nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* yang terbesar untuk dihitung dan dicari RPN yang terbesar pada tabel FMEA [16].

Angka pembobotan yang digunakan pada metode FMEA didapat dari hasil observasi dan wawancara dengan kedua responden terkait. Berikut merupakan tabel nilai *severity*, *occurrence*, *detection* dan RPN potensi kerusakan *forklift*. Hasilnya seperti pada tabel 3.

Spare part	Mode kegagalan	Efek kegagalan	S	Penyebab	O	Kontrol	D	RPN
Filter udara	Filter gagal menyaring	Filter tidak bisa menyaring kotoran	4	Filter udara jarang dilakukan pengecekan	4	Dilakukan pengecekan dan pembersihan	3	48
	Filter udara terlalu panas	Filter udara rusak	3	Mesin overuse	4	Dilakukan penggantian apabila diperlukan	3	36
Radiador	Radiador rusak	Forklift tidak bisa dipakai	7	Radiador overheat	3	Melakukan penggantian radiador	6	126
	Saluran radiator tersumbat	Forklift cepat panas	6	Terdapat kotoran pada saluran	3	Dilakukan pengecekan dan pembersihan	5	90
Pompa oli	Oli tidak mengalir ke mesin	Mesin overheat karena tidak teraliri oli	7	Pompa oli tersumbat kotoran	3	Melakukan pengecekan dan pembersihan	5	105
	Oli habis	Mesin overheat karena tidak teraliri oli	7	Operator jarang melakukan pengecekan oli	2	Melakukan pengecekan secara rutin	4	56
Hidrolik fork forklift	Hidrolik macet	Fork tidak bisa digunakan	7	Kurangnya pelumas pada hidrolik	3	Memberi pelumas pada hidrolik	1	21
	Pelumas sudah kering	Mekanisme hidrolik kurang	6	Operator kurang melakukan	3	Melakukan pengecekan secara	2	36

		maksimal		pengecekan		berkala		
Dinamo starter	Dinamo starter rusak	Forklift tidak bisa menyala	8	Sekring dinamo putus	3	Melakukan pergantian dinamo	5	120
	Aki yang bermasalah	Forklift tidak bisa menyala	7	Usia aki	3	Reccharge aki dan diganti apabila diperlukan	3	63
Master Rem	Minyak rem berkurang	Sistem pengereman kurang maksimal	8	Operator jarang melakukan pengecekan	2	Melakukan pengecekan secara berkala	2	32
	Seal kit aus	Minyak rem tidak dapat tersalur	8	Usia pakai seal kit	2	Melakukan pergantian	3	48
Kampas rem	Kampas yang sudah aus	Pengereman kurang maksimal	8	Usia pakai kampas	2	Melakukan pergantian	2	32
Steering Wheel	Pompa steering macet	Sistem kendali menjadi berat	4	Kehabisan minyak atau pelumas	4	Memberikan minyak atau pelumas	2	32
	Ban kurang angin	Sistem kendali menjadi berat	4	Kurangnya pengecekan	4	Mengisi angin	1	16

Table 3.

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui mengenai hasil analisa dan penilaian menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapatkan tiga nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang tinggi dan membutuhkan prioritas perbaikan segera, pertama dengan nilai RPN tertinggi sebesar 126 dengan mode kegagalan radiator rusak, kedua dengan nilai RPN 120 dengan mode kegagalan dinamo starter rusak dan ketiga dengan nilai RPN 105 dengan mode kegagalan oli tidak mengalir ke mesin. Berikut merupakan *ranking* nilai RPN seperti pada tabel 4.

Mode kegagalan	RPN	Ranking
Radiator rusak	126	1
Dinamo starter rusak	120	2
Oli tidak mengalir ke mesin	105	3
Saluran radiator tersumbat	90	4
Aki yang bermasalah	63	5
Oli habis	56	6
Filter gagal menyaring	48	7
Seal kit aus	48	8
Filter udara terlalu panas	36	8
Pelumas sudah kering	36	10
Minyak rem berkurang	32	11
Kampas yang sudah aus	32	12
Pompa steering macet	32	13
Hidrolik macet	21	14
Ban kurang angin	16	15

Table 4. Ranking Nilai RPN

Berdasarkan nilai RPN tertinggi yang didapatkan dengan metode FMEA, jenis kegagalan dengan nilai RPN tertinggi perlu dikendalikan terlebih dahulu untuk mengatasi dampaknya. Urutan jenis kesalahan harus diperiksa berdasarkan skor RPN yaitu radiator rusak, dinamo *starter* rusak dan oli tidak mengalir ke mesin. maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Penggambaran dari FTA adalah untuk mencari penyebab dari jenis kegagalan dan mampu mengungkap penyebab yang paling mendasar yang menyebabkan terjadinya mode kegagalan yaitu radiator rusak, oli tidak mengalir ke mesin dan *forklift* tidak bisa menyala pada proses produksi, yang masing - masing akan dibahas lebih *detail* penyebabnya pada diagram FTA.

Diagram FTA radiator rusak ditunjukkan seperti pada gambar 2.

Figure 3. FTA Radiator Rusak

Berdasarkan gambar 2, radiator rusak merupakan mode kegagalan urutan prioritas pertama dari pembobotan menggunakan metode FMEA dengan nilai RPN sebesar 126. Terdapat dua faktor penyebab radiator rusak, faktor pertama yaitu radiator mengalami *overheat* yang disebabkan kipas dari radiator mengalami kerusakan atau tidak berfungsi, hal ini bisa terjadi dikarenakan *unit forklift* yang dipaksa untuk dipakai secara terus menerus tanpa adanya berhenti dan juga diperparah oleh operator yang kurang memperhatikan *unit forklift*nya. Efek yang ditimbulkan oleh radiator mengalami *overheat* adalah radiator menjadi rusak dan dalam kasus yang terjadi adalah radiatornya terbakar, yang akan sangat menghambat proses jalannya transportasi yang membutuhkan *forklift*.

Faktor kedua yang membuat radiator rusak yaitu tersumbatnya saluran radiator, yang disebabkan oleh saluran tersumbat oleh kotoran atau debu yang mengurangi performa dari radiator itu sendiri, hal ini bisa operator jarang membersihkannya dan juga hal ini disebabkan oleh lingkungan yang kurang bersih, karena banyak sekali *material* yang terbuat dari bubuk yang akan dibuat untuk berbagai makanan hewan. Efek yang ditimbulkan oleh tersumbatnya saluran radiator adalah mengurangi performa radiator, walaupun tidak berakibat fatal yang langsung menyebabkan kerusakan secara instan tetapi apabila di biarkan akan terjadi penumpukan dan mengakibatkan kerusakan.

Diagram FTA dinamo *starter* rusak ditunjukkan seperti pada gambar 3.

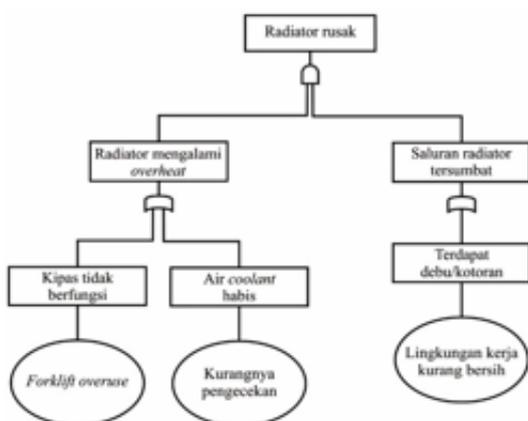


Figure 4. FTA Dinamo Starter Rusak

Berdasarkan gambar 3, dinamo *starter* rusak merupakan mode kegagalan urutan nomer dua dari pembobotan menggunakan metode FMEA dengan nilai RPN sebesar 120. Faktor pertama penyebab kegagalan dari dinamo *starter* rusak adalah sekering dinamo putus, hal ini disebabkan dari terjadi konslet pada kelistrikan dinamo. Hal ini disebabkan oleh arus listrik yang berlebihan, ini terjadi karena kemungkinan kabel kelistrikan ada aliran listrik yang menyimpang dari garis kabel yang terpasang. Sekring dinamo putus juga disebabkan oleh kualitas kabel yang kurang baik karena sudah termakan usia karena pemakaian *forklift* yang kurang baik. Efek yang ditimbulkan oleh skering dinamo putus yaitu *forklift* tidak bisa dinyalakan.

Faktor kedua dari dari *forklift* tidak bisa menyala adalah aki yang bermasalah, hal ini disebabkan oleh operator yang kurang melakukan pengecekan, seperti mengaganti air aki dan penyebab kedua dari aki yang bermasalah yaitu usia aki yang memang sudah lama dan membutuhkan pergantian aki yang baru. Efek dari aki yang bermasalah yaitu *forklift* tidak bisa menyala dan membutuhkan perbaikan yang akan menghambat produktivitas.

Diagram FTA oli tidak mengalir ke mesin ditunjukkan seperti pada gambar 4.

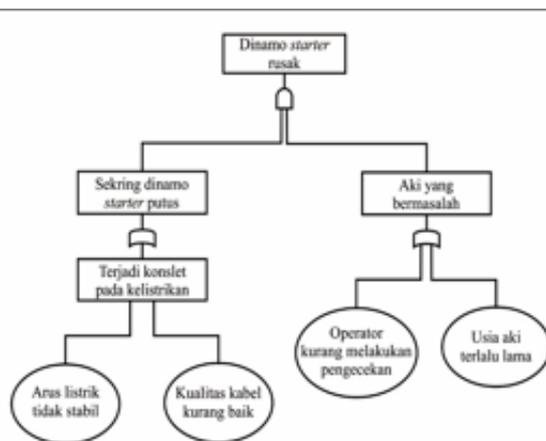


Figure 5. FTA Oli Tidak Mengalir Ke Mesin

Berdasarkan gambar 4, oli tidak mengalir ke mesin merupakan mode kegagalan urutan prioritas nomer tiga dari pembobotan menggunakan metode FMEA dengan nilai RPN sebesar 105. Faktor pertama yang menyebabkan oli tidak mengalir ke mesin adalah pompa oli tersumbat, dalam kasus ini pompa oli tersumbat oleh sampah plastik yang berukuran sedang, plastik ini tidak dibuang ke tempat sampah, hal ini menyebabkan *forklift* ketika lewat, sampah plastik masuk ke saluran pompa oli. Ini disebabkan oleh lingkungan yang kurang bersih. Efek yang ditimbulkan oleh pompa oli tersumbat adalah oli tidak bisa mengalir ke mesin yang apabila dibiarkan mesin akan mengalami aus dan akan merusak ke bagian lainnya.

Faktor kedua oli tidak mengalir ke mesin adalah kehabisan oli, faktor ini bisa terjadi karena operator tidak melakukan *maintenance* secara berkala dan hal ini karena operator tidak menggunakan *unit forklift*nya sendiri dan menggunakan *unit forklift* operator lain yang masih berfungsi dengan baik, hal ini bisa terjadi karena banyak operator yang kurang disiplin. Efek yang ditimbulkan oleh faktor kehabisan oli adalah terjadi keausan bagian mesin dan akan mengakibatkan kerusakan yang lebih parah seperti turun mesin yang mengakibatkan *forklift* tidak bisa dipakai dan akan mengurangi produktivitas.

Dari pengolahan data menggunakan metode FMEA mengenai mode kegagalan dari kerusakan *forklift*, didapat hasil RPN sebesar 126 yang terletak pada mode kegagalan radiator rusak, RPN sebesar 120 terletak pada mode kegagalan dinamo *starter* rusak, RPN sebesar 105 terletak pada mode kegagalan oli tidak mengalir ke mesin, RPN sebesar 90 terdapat pada mode kegagalan saluran radiator tersumbat, RPN sebesar 63 terdapat pada mode kegagalan aki yang bermasalah, RPN sebesar 56 terdapat pada mode kegagalan oli habis, RPN sebesar 48 terdapat pada mode kegagalan filter gagal meyaring, RPN sebesar 48 terdapat pada mode kegagalan *seal kit* aus, RPN sebesar 36 terdapat pada mode kegagalan filter udara terlalu panas, RPN sebesar 36 terdapat pada mode kegagalan pelumas sudah kering, RPN sebesar 32 terdapat pada mode kegagalan minyak rem berkurang, RPN sebesar 32 terdapat pada mode kegagalan kampas yang sudah aus, RPN sebesar 32 terdapat pada mode kegagalan pompa *steering* macet, RPN sebesar 21 terdapat pada mode kegagalan hidrolis macet dan RPN sebesar 16 terdapat pada mode kegagalan ban kurang angin. Berdasarkan hasil RPN tersebut dapat diketahui bahwa terdapat tiga mode kegagalan yang tergolong mendapat prioritas perbaikan yang cukup tinggi yaitu mode kegagalan radiator rusak dengan RPN sebesar 126, mode kegagalan dinamo *starter* rusak dengan RPN sebesar 120 dan mode kegagalan oli tidak mengalir ke mesin dengan RPN sebesar 105.

Dari 3 mode kegagalan yang dianalisa menggunakan metode FTA, didapat hasil sebagai berikut: (a). Radiator rusak, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan radiator rusak, faktor pertama yaitu radiator mengalami *overheat* dan faktor kedua yaitu saluran radiator tersumbat. (b). Dinamo *starter* rusak, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan dinamo *starter* rusak, faktor pertama yaitu dinamo *starter* putus dan faktor kedua yaitu aki yang bermasalah. (c). Oli tidak mengalir ke mesin, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan oli tidak mengalir ke mesin, faktor pertama yaitu pompa oli yang tersumbat dan faktor kedua yaitu kehabisan oli.

Simpulan

Dari pengolahan data menggunakan metode FMEA terdapat tiga mode kegagalan dengan RPN yang tinggi dan membutuhkan prioritas perbaikan. Yang pertama yaitu radiator rusak dengan nilai RPN sebesar 126, yang kedua yaitu dinamo *starter* rusak dengan nilai RPN sebesar 120 dan yang ketiga adalah oli tidak mengalir ke mesin dengan nilai RPN sebesar 105. Dari 3 mode kegagalan yang dianalisa menggunakan metode FTA, didapat hasil sebagai berikut: (a). Radiator rusak, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan radiator rusak, faktor pertama yaitu radiator mengalami *overheat* dan faktor kedua yaitu saluran radiator tersumbat. (b). Dinamo *starter* rusak, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan dinamo *starter* rusak, faktor pertama yaitu dinamo *starter* putus dan faktor kedua yaitu aki yang bermasalah. (c). Oli tidak mengalir ke mesin, terdapat dua faktor penyebab dari mode kegagalan oli tidak mengalir ke mesin, faktor pertama yaitu pompa oli yang tersumbat dan faktor kedua yaitu kehabisan oli. Secara garis besar saran perbaikannya adalah mewajibkan operator melakukan *maintenance* secara berkala, rajin membersihkan lingkungan kerja dan memperbaiki sistem penggunaan *forklift*.

References

- [1] M. R. Apriady, "Implementasi Metode Certainty Factor Dalam Mendeteksi Kerusakan Forklift Merek Linde Active," J. CyberTech, vol. 3, no. 4, pp. 603-612, 2020.
- [2] D. Pordawan, "Analisa Penurunan Kemampuan Sistem Hidrolis Pada Forklift FD 30," J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap., vol. 10, no. 1, pp. 24-31, 2021, doi: 10.31629/sustainable.v10i1.862.
- [3] E. Nursanti, R. M. S. Avief, Sibut, and M. Kertaningtyas, "Maintenance Capacity Planning Efisiensi & Produktivitas," 2019.
- [4] Y. Ngadiyono, "Pemeliharaan Mekanik Industri," Pendidik. Profesi Guru Jur. Tek. Mesin, pp. 1-112, 2010.
- [5] M. Nasution, A. Bakhori, and W. Novarika, "Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri," Bul. Utama Tek., vol. 16, no. 3, pp. 248-252, 2021.

6. [6] C. T. N. Siregar, P. Kindangen, and I. D. Palandeng, "Evaluasi Pemeliharaan Mesin dan Peralatan Produksi PT. Multi Nabati Sulawesi (MNS) Kota Bitung," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 10, no. 3, p. 428, 2022, doi: 10.35794/emba.v10i3.42362.
7. [7] M. T. Hidayat, P. Studi, T. Industri, F. Teknik, C. Penyok, and C. Bantat, "Gandeng dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT . XXZ," vol. 01, no. 04, pp. 70-80, 2020.
8. A. Andriyanto and Y. Ega Anggraini Putri, "Analisis Penyebab Kegagalan Pengiriman Barang Project 247 atau Jenis Sxq Pada Divisi Operation Airfreight Pt.Cipta Krida Bahari Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta)," *J. Logistik Bisnis*, vol. 11, no. 1, pp. 7-13, 2021, doi: 10.46369/logistik.v11i1.1372.
9. [8] R. S. Laali, "Analisis Kecelakaan Kerja pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *Front. Neurosci.*, vol. 14, no. 1, pp. 1-13, 2021.
10. [9] Y. Hisprastin and I. Musfiroh, "Pengertian Ishikawa Diagram (Fishbone Diagram)," *Maj. Farmasetika*, vol. 6, no. 1, pp. 1-6, 2020.
11. [10] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 2, no. 2, pp. 58-63, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
12. [11] F. Sepriandini and Y. Ngatilah, "Analisis Kualitas Produk Koran Menggunakan Metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Di PT. Xyz Balikpapan," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 48-59, 2021, doi: 10.33005/tekmapro.v16i2.203.
13. [12] Y. M. Fitriani, D. Andesta, and H. Hidayat, "Analisis Risiko Kerusakan Pada Mesin Las FCAW Dengan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Studi Kasus : PT. Swadaya Graha)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 4, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4663.
14. [13] M. Rinoza, Junaidi, F. Ahmad, and Kurniawan, "Analisa RPN (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresordouble Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT. XYZ," *Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 34-40, 2021.
15. [14] S. R. Fauziah, R. Puti, and Selamat, "Identifikasi Penyebab Terjadinya Kecacatan pada Produk Induktor Toroidal dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) di," pp. 91-99.
16. [15] Lestari and N. A. Mahbubah, "Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.