

Identifikasi Faktor Penyebab Kerusakan dan Pengembangan Strategi Pemeliharaan Preventif untuk Suku Cadang Iveco 682 di Industri Minyak dan Gas Prabumulih

Identify the Damage Causal Factors and Develop a Preventive Maintenance Strategy for Iveco 682 Spare Parts Utilized in the Oil and Gas Industry in Prabumulih

Bayu Wahyudi^{1)*}, Rurry Patradhiani²⁾, Padly Imansyah³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, Indonesia

email: ¹⁾bayu_wahyudi@um-palembang.ac.id, ²⁾urry_patradhiani@um-palembang.ac.id, ³⁾padlyimansyah9@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima:
Submitted
03/10/2024

Diperbaiki:
Revised
05/11/2024

Disetujui:
Accepted
09/11/2024

*) Bayu Wahyudi
bayu_wahyudi@
um-palembang.ac.id

DOI:
[https://doi.org/10.32502/
integrasi.v9i2.301](https://doi.org/10.32502/integrasi.v9i2.301)

Abstrak

Kerusakan berulang pada armada kendaraan operasional di industri minyak dan gas merupakan tantangan yang signifikan yang berpotensi mengganggu efisiensi dan keselamatan operasional. Penelitian ini dilakukan untuk memastikan penyebab kerusakan pada kendaraan Iveco 682 yang digunakan oleh sebuah perusahaan minyak dan gas. Dengan menganalisis data operasional, melakukan wawancara dengan teknisi, dan menerapkan metode *statistical quality control*, penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga faktor utama yang berkontribusi terhadap kerusakan kendaraan, yaitu kesalahan manusia, kualitas komponen yang buruk, dan kondisi lingkungan kerja yang ekstrem. Analisis menunjukkan bahwa kesalahan dalam prosedur kerja, kurangnya pelatihan teknisi, dan penggunaan komponen yang tidak sesuai spesifikasi merupakan penyebab utama kerusakan kendaraan. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan beberapa solusi, termasuk peningkatan program pelatihan teknisi, penerapan sistem manajemen kualitas yang lebih ketat, dan peningkatan infrastruktur bengkel. Dengan menerapkan rekomendasi ini, perusahaan diharapkan dapat meningkatkan keandalan kendaraan, mengurangi frekuensi kerusakan, mengurangi biaya perawatan, dan meningkatkan produktivitas operasional. Temuan-temuan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan-perusahaan lain yang beroperasi di sektor minyak dan gas.

Kata kunci: Kerusakan kendaraan, Industri minyak dan gas, Pemeliharaan preventif, statistical quality control.

Abstract

The repeated breakdowns of operational vehicle fleets in the oil and gas industry represent a significant challenge that has the potential to compromise both operational efficiency and safety. The objective of this study was to determine the underlying causes of breakdowns in Iveco 682 vehicles utilized by an oil and gas company. By analyzing operational data, conducting interviews with technicians, and applying statistical quality control methods, the study successfully identified three main factors contributing to vehicle breakdowns: human error, poor component quality, and extreme work environment conditions. The analysis demonstrated that errors in work procedures, a lack of technician training, and the utilization of components not meeting the specified standards were the primary causes of vehicle damage. To address these issues, this study proposes several solutions, including enhanced technician training programs, more rigorous implementation of quality management systems, and improved workshop infrastructure. By implementing these recommendations, the company is expected to enhance vehicle reliability, reduce the frequency of breakdowns, reduce maintenance costs, and

increase operational productivity. The findings of this study may benefit other companies operating in the oil and gas sector.

Keywords: *Vehicle breakdown, Oil and gas industry, Preventive maintenance, Statistical quality control.*

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN 2528-7419
e-ISSN 2654-5551

Pendahuluan

Kerusakan berulang pada armada kendaraan operasional perusahaan telah menjadi isu krusial yang membutuhkan perhatian mendalam [1]. Fenomena ini tidak hanya menghambat kelancaran operasional sehari-hari, namun juga berimplikasi signifikan terhadap peningkatan biaya perawatan [2]. Setiap insiden kerusakan mengakibatkan pengeluaran tambahan untuk perbaikan, penggantian komponen, dan kerugian akibat waktu operasional yang terbuang [3].

Kendaraan operasional di sektor pertambangan minyak dan gas menghadapi tantangan yang sangat unik, mengingat lingkungan kerja yang ekstrem, medan yang sulit, dan beban kerja yang tinggi. Kondisi ini membuat kendaraan mengalami tekanan yang jauh lebih besar daripada kendaraan yang beroperasi di sektor lain, yang mengakibatkan risiko kerusakan yang lebih tinggi [4], [5]. Kerusakan kendaraan tidak hanya mengakibatkan kerugian finansial bagi perusahaan karena biaya perbaikan dan waktu henti produksi, tetapi juga dapat menimbulkan risiko serius bagi keselamatan pekerja, terutama ketika kendaraan mogok di lokasi terpencil atau dalam kondisi operasi yang berbahaya [6]. Selain itu, potensi kerusakan lingkungan, seperti kebocoran bahan bakar atau oli, juga meningkat ketika kendaraan tidak berfungsi dengan baik [7]–[9]. Beberapa faktor kunci telah diidentifikasi sebagai penyebab tingginya frekuensi kerusakan kendaraan di industri minyak dan gas, termasuk kurangnya pemeliharaan preventif terjadwal [10], [11], penggunaan komponen berkualitas rendah [12], penerapan kondisi operasi yang keras dan sering kali ekstrim, dan kekurangan teknisi terampil yang mampu secara efektif memecahkan masalah dan menyelesaikan masalah teknis [12].

Fenomena kerusakan berulang pada armada kendaraan operasional yang menyebabkan peningkatan biaya perawatan dan gangguan operasional juga terjadi di perusahaan minyak dan gas di Prabumulih, Sumatera Selatan. Dalam hal ini, divisi *Workshop Maintenance* bertugas melakukan perbaikan dan pemeliharaan kendaraan yang digunakan untuk mendukung operasi perusahaan. Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan, ditemukan bahwa sebanyak 44% kerusakan terjadi pada suku cadang kendaraan jenis Iveco 682. Kondisi ini mencerminkan permasalahan yang lebih luas terkait manajemen armada dan pemeliharaan yang kurang optimal. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap penyebab kerusakan tersebut serta merumuskan solusi yang komprehensif guna mengurangi frekuensi kerusakan, meningkatkan efisiensi pemeliharaan, dan pada akhirnya menekan biaya perawatan yang terus meningkat.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menganalisis penyebab kecacatan/kerusakan suatu produk. Misalnya Mulia [13], berhasil menggunakan *statistical quality control* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan pada proses pengelasan kapal, sementara Utami [14] menganalisis penyebab kerusakan mesin pesawat. Penelitian Kurniawan [15] menunjukkan bahwa penerapan metode PDCA berhasil menurunkan kerusakan mesin secara signifikan. Iman [16] menggunakan fishbone diagram untuk menganalisis kerusakan mesin *screw press*, dengan penyebab utama berupa material asing dalam bahan baku, lingkungan yang tidak bersih, dan metode kerja yang kurang tepat. Zega [17] mengidentifikasi faktor kerusakan mesin *diesel generator* di kapal tanker dan merekomendasikan perawatan berkala serta penggantian komponen yang rusak.

Sementara itu, Putro [18] menemukan faktor-faktor penyebab kerusakan mesin kupas kulit akibat bearing yang aus dan rantai yang putus pada produksi kayu lapis. Salamuk [19] menggunakan metode FTA untuk menganalisis kerusakan *cylinder head* pada generator set. Marpaung [20] menganalisis kerusakan pada mesin function tester menggunakan metode FMEA, FTA, dan MTTF.

Mengacu pada temuan-temuan tersebut pada penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kerusakan pada kendaraan operasional perusahaan minyak dan gas di Prabumulih dengan menggunakan metode statistical quality control guna mengidentifikasi akar permasalahan dan merumuskan rekomendasi perbaikan yang efektif untuk meningkatkan keandalan dan daya tahan kendaraan..

Metode

Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang kerusakan suku cadang pada Mobil Iveco 682 yang berada di bagian *workshop maintenance* dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif serta data-data digunakan untuk menganalisis kerusakan komponen mobil dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC).

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data primer, diperoleh melalui observasi dan wawancara kepada komandan dan beberapa mekanik untuk menggali informasi terkait jenis-jenis kerusakan yang sering terjadi pada suku cadang Iveco 682.
2. Data sekunder, berupa catatan laporan dan histori yang telah tersusun dalam arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak. Untuk mengetahui jumlah kendaraan yang menjalani servis berkala dan mengalami kerusakan pada periode Januari-Juli 2022.

Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam pemecahan masalah diantaranya [21]:

1. Pencatatan Kerusakan
Menggunakan *check sheet* untuk mencatat jumlah suku cadang yang rusak
2. Klasifikasi Data
Mengklasifikasikan data dengan membuat histogram untuk melihat distribusi kerusakan suku cadang.
3. Stratifikasi Data
Melakukan stratifikasi dengan mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang sama, seperti jenis suku cadang atau frekuensi kerusakan.
4. Diagram Pencar (*Scatter Chart*)
Membuat *scatter chart* untuk melihat korelasi antara penyebab kerusakan dengan jenis kerusakan yang ditemukan.
5. P-chart (*Control Chart*)
Menggunakan *control chart* untuk mengidentifikasi apakah kondisi kerusakan yang ditemukan melebihi ambang batas yang dapat diterima.

- a. Menghitung proporsi rusak (P)

$$P = \frac{nP}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- P : Proporsi kerusakan
 nP : Jumlah rusak dalam sub grup
 n : Jumlah yang diperiksa dalam sub grup

- b. Menghitung garis pusat/*Central Limit* (CL) yang merupakan rata-rata kerusakan (\bar{p}).

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum nP}{\sum n} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- $\sum nP$: Jumlah total kerusakan
 $\sum n$: Jumlah total yang periksa

- c. Menghitung batas kendali atas (*Upper Control Limit/UCL*) dengan rumus:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (3)$$

- d. Menghitung batas kendali bawah (*Lower Control Limit/LCL*) dengan rumus:

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- \bar{p} : proporsi rata-rata kerusakan
 n : Jumlah diperiksa

6. Analisis Prioritas dan Penyebab Kerusakan

a. Pareto Chart

Menggunakan *pareto chart* untuk menentukan prioritas perbaikan, dengan fokus pada jenis kerusakan yang paling sering terjadi.

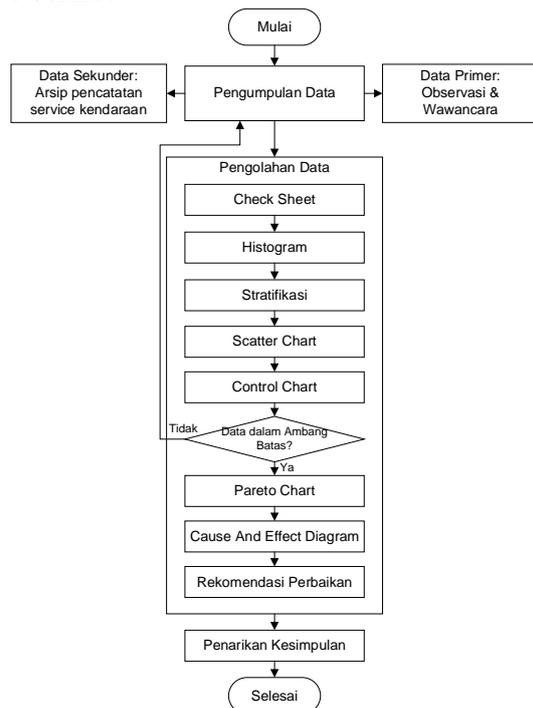
b. Cause and Effect Diagram

Mencari faktor penyebab kerusakan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) untuk menganalisis sumber masalah utama yang menyebabkan kerusakan.

7. Rekomendasi Perbaikan

Membuat rekomendasi usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis dari *pareto chart* dan *fishbone diagram*.

Metode dalam penelitian ini ditampilkan dalam diagram alir pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang proses dan kerusakan suku cadang pada Mobil Iveco 682 yang berada di bagian *workshop maintenance*.

Proses pelayanan servis kendaraan mengikuti alur berikut:

1. Pelaporan Servis: Seluruh teknisi wajib melaporkan permintaan servis beserta data kendaraan kepada kepala mekanik.
2. Identifikasi Servis: Setelah data diverifikasi, jenis servis (berkala atau perbaikan) dan suku cadang yang dibutuhkan akan diidentifikasi. Servis berkala meliputi perawatan rutin seperti penggantian oli dan kampas rem, sedangkan servis perbaikan ditujukan untuk mengatasi kerusakan komponen tertentu. Sebelum memulai perbaikan, mekanik akan melakukan diagnosis menyeluruh untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi.
3. Permintaan Suku Cadang: suku cadang yang rusak akan dimintakan ke gudang.
4. Pelaksanaan Servis: Proses perbaikan kendaraan dilakukan oleh teknisi.
5. Konfirmasi Selesai: Setelah servis selesai, teknisi melaporkan hasil pekerjaan kepada kepala mekanik.
6. Dokumentasi: Nota servis akan dicetak sebagai bukti pelaksanaan servis dan sebagai referensi untuk servis selanjutnya.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan komandan bengkel dan mekanik, menunjukkan bahwa kerusakan pada peredam kejut, sistem kopling, sistem starter, lampu sein, dan bantalan roda merupakan masalah yang sering atau umum ditemui.

1. Peredam Kejut

Kerusakan pada peredam kejut dapat menyebabkan penurunan kemampuan kendaraan dalam meredam getaran yang berasal dari permukaan jalan. Akibatnya, getaran akan terasa lebih signifikan di dalam kabin dan berpotensi merusak komponen suspensi lainnya.

2. Sistem Kopling

Kerusakan pada sistem kopling, yang ditandai dengan pedal kopling yang terasa ngempos dan tidak kembali ke posisi semula setelah dilepaskan, seringkali disebabkan oleh kekurangan minyak kopling.

3. Sistem Starter

Putusnya sekring pada sistem starter mengindikasikan adanya gangguan pada sirkuit listrik yang dapat menyebabkan korsleting atau kerusakan komponen lainnya.

4. Lampu Sein

Malfungsi pada lampu sein, yang ditandai dengan redupnya cahaya atau tidak berfungsinya sama sekali, dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kerusakan bohlam, konektor, atau saklar lampu sein.

5. Bantalan Roda (*Bearing*)

Kerusakan pada Bantalan Roda dapat menyebabkan suara berisik saat kendaraan bergerak dan getaran pada roda. Jika dibiarkan, kerusakan ini dapat berlanjut hingga menyebabkan Bantalan Roda pecah atau aus secara parah.

Kemudian, untuk melengkapi data yang diperoleh dari wawancara, dilakukan pula pengumpulan data melalui studi dokumentasi terhadap arsip servis kendaraan. Arsip servis ini memberikan data kuantitatif mengenai jumlah kendaraan yang melakukan servis berkala dan mengalami kerusakan pada suku cadang tertentu selama periode Januari hingga Juli 2022. Data lengkap mengenai jumlah kendaraan yang melakukan servis berkala dan mengalami kerusakan pada masing-masing jenis suku cadang disajikan secara rinci dalam Tabel 1.

Lembar Chek Sheet

Tabel 1. Data *Check Sheet* Jumlah Mobil Bulan Januari-Juli 2022

Bulan	Jumlah Mobil Servis	Jenis Kerusakan					Jumlah Mobil rusak	Jumlah Mobil servis berkala
		Peredam Kejut	Sistem Kopling	Sistem Starter	Lampu Sein	Bantalan Roda (<i>Bearing</i>)		
Januari	38	7	5	4	1	1	18	20
Februari	32	4	4	2	3	1	14	18
Maret	22	3	2	5	2	1	13	9
April	19	5	3	2	1	0	11	8
Mei	11	2	2	1	0	1	6	5
Juni	22	4	3	4	0	0	11	11
Juli	26	5	4	2	1	1	13	13
Total	170	30	23	21	8	5	86	84

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 170 mobil yang diservis dalam periode Januari hingga Juli 2022. Dari jumlah tersebut, 86 mobil mengalami kerusakan dan 84 mobil menjalani perawatan berkala.

Histogram

Histogram bertujuan untuk memudahkan dalam melihat lebih jelas suku cadang rusak yang terjadi sesuai dari Tabel 1, maka disajikan ke histogram yaitu dalam bentuk grafik balok.



Gambar 2. Hasil Grafik Histogram

Berdasarkan Gambar 2, terlihat tren jumlah mobil yang melakukan servis dan yang mengalami kerusakan dari bulan Januari hingga Juli 2022, terlihat bulan Januari didapatkan jumlah mobil servis terbanyak yaitu 38, dan jumlah mobil rusak sebanyak 18 mobil. Pada bulan Mei terjadi paling sedikit mobil yang masuk servis dengan 11 mobil, dan 6 yang mengalami kerusakan.

Control Chart (*P-Chart*)

Control Chart mengidentifikasi setiap kondisi yang tidak terkendali secara statistik.

1. Menghitung proporsi rusak (*P*)

$$\text{Sub grup-1: } P = \frac{nP}{n} = \frac{18}{38} = 0,474$$

$$\text{Sub grup-2: } P = \frac{nP}{n} = \frac{14}{32} = 0,438$$

$$\text{Sub grup-3: } P = \frac{nP}{n} = \frac{13}{32} = 0,591$$

$$\text{Sub grup-4: } P = \frac{nP}{n} = \frac{11}{19} = 0,579$$

Sub grup-5: $P = \frac{nP}{n} = \frac{6}{11} = 0,545$
 Sub grup-6: $P = \frac{nP}{n} = \frac{11}{22} = 0,5$
 Sub grup-7: $P = \frac{nP}{n} = \frac{13}{26} = 0,5$

2. Menghitung CL

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum nP}{\sum n} = \frac{86}{170} = 0,506$$

3. Menghitung UCL

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$UCL = 0,506 + 3\sqrt{\frac{0,506(1-0,506)}{7}}$$

$$UCL = 0,810$$

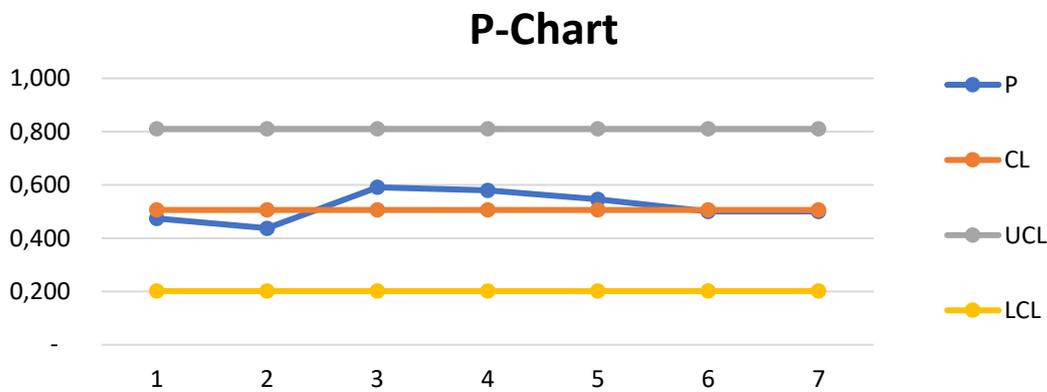
4. Menghitung LCL

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,506 - 3\sqrt{\frac{0,506(1-0,506)}{7}}$$

$$LCL = 0,201$$

Dari hasil tersebut menyatakan garis pusat (CL) sebagai acuan yaitu 0,506, subgrup garis batas atas (UCL) yaitu 0,810, sedangkan subgrup batas garis bawah (LCL) 0,201. Grafik berikut ini hasil yang diperoleh:

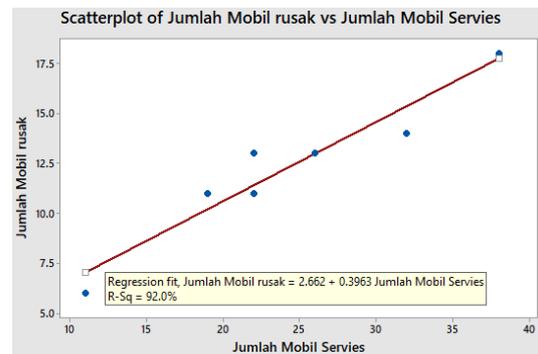


Gambar 3. P-Chart

Berdasarkan hasil *P-Chart* pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa dalam pengamatan pada bulan Januari-Juli 2022 berada di dalam batas kontrol atas dan bawah. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada kondisi tidak normal selama pengamatan dilakukan.

Scatter Diagram

Scatter diagram adalah alat untuk menganalisis hubungan antara dua variabel. Bentuk sederhana dari *scatter diagram* terdiri dari plot data berpasangan, diagram ini pada manfaatnya dibutuhkan data berpasangan sebagai bahan baku analisisnya nilai x (*independent*) dan nilai y (*dependent*).



Gambar 4. Output Scatter Diagram with Regression

Berdasarkan hasil dari Gambar 4 menunjukkan seberapa kuat korelasinya dengan nilai R-Square 92%, yang mana jumlah mobil (x) dan jumlah mobil rusak (y). Nilai persamaan regresi yang diperoleh dari diagram tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b.X \dots\dots\dots (5)$$

Di mana:

Y = Jumlah mobil rusak

a = konstanta

b = koefisien regresi

X= Jumlah mobil service

Jika dimasukkan ke dalam persamaan, jika terdapat 10 mobil yang masuk untuk melakukan service, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$Y = 2,662 + 0,3963 \times 10$$

$$Y = 6,625$$

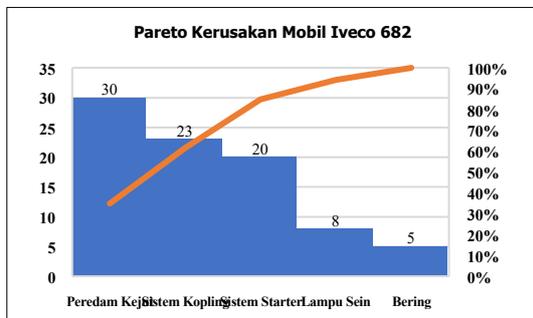
Dari hasil tersebut, diketahui bahwa jika terdapat 10 mobil servis, maka akan ada 6,625 mobil yang rusak.

Pareto Chart

Dengan menggunakan *pareto chart* ini, dapat diketahui jenis rusak yang paling dominan selama bulan Januari 2022 sampai dengan bulan Juli 2022.

Tabel 2. Tabel Kumulatif Kerusakan Suku Cadang

Jeni cacat	Jumlah cacat	%	% Kumulatif
Peredam Kejut	30	35%	35%
Sistem Kopling	23	27%	63%
Starter Dinamo motor	20	23%	85%
Lampu Sein	8	8%	94%
Bantalan Roda (Bearing)	5	5%	100%



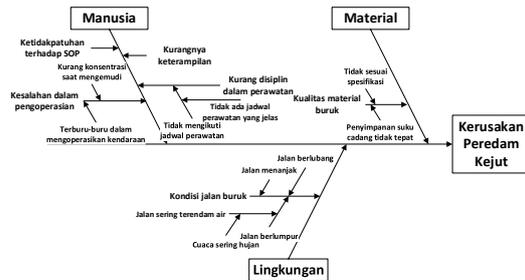
Gambar 5. Hasil Diagram Pareto

Dari Tabel 2 dan Gambar 5, diketahui bahwa 85% kerusakan disebabkan oleh 3 penyebab, Peredam Kejut 35%, Sistem Kopling 27%, dan starter dinamo motor 23%. Kerusakan pada mobil Iveco 682 dapat diselesaikan dengan menyelesaikan 3 jenis penyebab tersebut.

Cause and Effect Diagram

Faktor-faktor penyebab kerusakan yang sering terjadi pada Mobil Iveco 682 dapat menimbulkan efek atau imbas yang dapat merusak suku cadang jika secara terus-menerus tanpa ada perawatan dan perbaikan secara rutin.

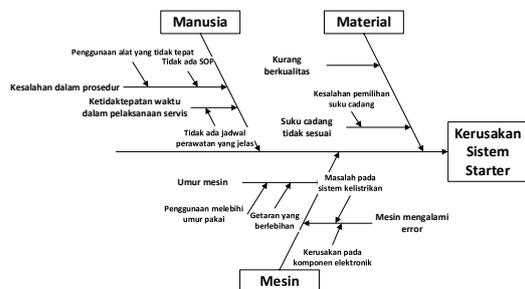
Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada mobil iveco 682, dilakukan analisis lebih lanjut terhadap 3 jenis penyebab kerusakan terbanyak menggunakan *caouse-effect diagram* untuk mengetahui akar permasalahannya yaitu sebagai berikut:



Gambar 6. Cause and Effect Diagram Kerusakan Peredam Kejut

Berdasarkan *Cause and Effect Diagram* kerusakan Peredam Kejut pada Gambar 6, terdapat tiga faktor akar penyebab kerusakan yaitu sebagai berikut:

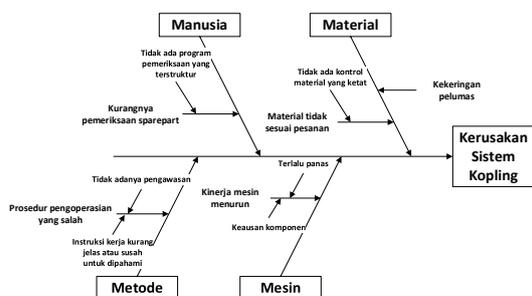
1. Material, kualitas material buruk karena tidak sesuai spesifikasi dan cara penyimpanan suku cadang yang tidak tepat dapat menyebabkan keausan pada komponen peredam kejut, berujung pada kerusakan dini, patah, atau penurunan daya tahan saat membawa beban.
2. Manusia, seperti kurangnya keterampilan, kurang disiplin dalam perawatan, kesalahan dalam pengoperasian, dan tidak menaati SOP, dapat mempercepat kerusakan peredam kejut.
3. Lingkungan, kondisi jalan yang buruk berupa jalan berlumpur, berlubang, dan menanjak dapat mempercepat degradasi peredam kejut.



Gambar 7. Cause and Effect Diagram Kerusakan Sistem Starter

Berdasarkan *Cause and Effect Diagram* kerusakan sistem starter pada Gambar 7, terdapat tiga faktor akar penyebab sebagai berikut:

1. Manusia, ketidaktepatan waktu servis dan kesalahan dalam prosedur dapat mengakibatkan kerusakan pada dinamo starter.
2. Material, penggunaan suku cadang yang tidak sesuai spesifikasi atau berkualitas rendah dapat mengurangi umur pakai komponen.
3. Mesin, penurunan performa mesin akibat usia pakai dan mesin yang mengalami error dapat menyebabkan kesulitan dalam memulai mesin (*starting*).



Gambar 8. *Cause and Effect Diagram* Kerusakan Sistem Kopling

Berdasarkan *Cause and Effect Diagram* kerusakan Sistem Kopling pada Gambar 8, terdapat empat faktor akar penyebab kerusakan adalah sebagai berikut:

1. Manusia, kurangnya pemeliharaan atau pemeriksaan berkala komponen kopling dapat menyebabkan kerusakan pada sistem kopling.
2. Material, penggunaan material yang tidak sesuai spesifikasi dan kekurangan pelumasan yang disebabkan oleh kurangnya perawatan berkala berkontribusi terhadap kerusakan sistem kopling.
3. Metode, prosedur pengopersaian yang salah karena instruksi tidak jelas dan tidak ada pengawasan berpotensi meningkatkan risiko kerusakan lebih lanjut.
4. Mesin, penurunan performa mesin dan peningkatan suhu operasi mesin dapat berdampak negatif pada kinerja sistem kopling, termasuk hilangnya tenaga transmisi.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisis mendalam terhadap faktor-faktor penyebab kerusakan pada peredam kejut, sistem starter, dan sistem kopling, perusahaan perlu menerapkan langkah-langkah preventif yang efektif untuk meminimalisir terjadinya kerusakan serupa di masa mendatang. Rekomendasi perbaikan yang disajikan dalam Tabel 3 didasarkan pada kajian berbagai penelitian terdahulu. Penelitian-penelitian ini, telah mengidentifikasi praktik-praktik terbaik yang dapat diterapkan untuk mencegah kerusakan yang serupa.

Tabel 3. Usulan Perbaikan Untuk Kerusakan Peredam Kejut

Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
Manusia	a. Tidak patuh terhadap SOP	Melaksanakan inisiasi dan evaluasi terhadap pemahaman karyawan operasional terkait prosedur kerja standar (SOP).
	b. Kurang disiplin	Menerapkan tindakan disipliner sesuai dengan ketentuan perusahaan terhadap karyawan yang melanggar peraturan.
	c. Kurangnya keterampilan	Mengorganisir program pelatihan berkala untuk meningkatkan kompetensi operator dalam menjalankan tugasnya.
	d. Kesalahan dalam pengoperasian	Menerapkan sistem peringatan terhadap pelanggaran yang dilakukan pengemudi.
Material	a. Suku cadang kurang berkualitas	Perusahaan melakukan pengadaan suku cadang dari pemasok yang telah terverifikasi.
	b. Material tidak sesuai pesanan	Semua bahan baku yang masuk menjalani proses inspeksi kualitas secara menyeluruh.
Lingkungan	a. Jalan berlumpur dan berlubang	Kurangi kecepatan kendaraan saat melewati jalan berlubang atau permukaan jalan yang tidak rata untuk menghindari kerusakan pada kendaraan dan kecelakaan.
	b. Jalan menanjak	Kurangi beban yang tidak perlu pada kendaraan untuk memperpanjang umur komponen dan meningkatkan performa kendaraan.

Tabel 4. Usulan Perbaikan Untuk Kerusakan Sistem Starter

Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
Manusia	a. Ketidaktepatan waktu dalam pelaksanaan servis	Perusahaan perlu menerapkan program pemeliharaan berkala untuk seluruh kendaraan operasional, yang mencakup pembuatan jadwal servis rutin.
	b. Kesalahan prosedur	Memperbaiki prosedur atau instruksi kerja
Material	a. Kurang berkualitas	Perusahaan secara proaktif melakukan pengadaan suku cadang dari pemasok terpercaya untuk menjamin kualitas dan keandalan komponen yang digunakan.
	b. Suku cadang tidak sesuai	Sebelum dilakukan pengadaan, perusahaan melakukan evaluasi terhadap kualitas dan spesifikasi suku cadang untuk memastikan kesesuaian dengan standar yang telah ditetapkan.
Mesin	a. Mesin mengalami <i>error</i>	Perusahaan melaksanakan inspeksi menyeluruh terhadap setiap kendaraan sebelum dioperasikan untuk memastikan kondisi kendaraan dalam keadaan prima dan layak jalan.
	b. Umur mesin	Perusahaan menetapkan jadwal penggantian suku cadang secara berkala sesuai dengan rekomendasi produsen atau berdasarkan hasil inspeksi, guna mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah.

Tabel 5. Usulan Perbaikan Untuk Kerusakan Sistem Kopling

Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
Manusia	a. Kurangnya pemeriksaan suku cadang	Perusahaan menyusun jadwal pemeliharaan berkala untuk seluruh komponen kendaraan.
Material	a. Material tidak sesuai pesanan	Sebelum melakukan pengadaan suku cadang baru, perusahaan selalu melakukan inspeksi menyeluruh terhadap komponen yang ada untuk memastikan kebutuhan yang sebenarnya.
	b. Kekeringan pelumas	Setiap pengemudi wajib melaksanakan pemeriksaan rutin sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
Mesin	a. Kinerja mesin menurun	Setiap komponen kendaraan akan diperiksa secara menyeluruh dalam setiap sesi pemeliharaan.
Metode	a. Instruksi kerja kurang jelas atau susah dipahami	Perusahaan telah menyusun prosedur kerja yang jelas dan rinci, serta mudah dipahami oleh seluruh teknisi.

Pembahasan

Berdasarkan analisis terhadap kerusakan peredam kejut, sistem starter, dan sistem kopling, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama terletak pada tiga faktor utama:

1. Faktor Manusia: Kurangnya pengetahuan, ketidakdisiplinan, dan kesalahan prosedur kerja menjadi penyebab utama kerusakan. Hal ini terlihat dari ketidakpatuhan terhadap SOP, kurangnya perawatan berkala, dan kebiasaan mengemudi yang buruk.
2. Faktor Material: Penggunaan material yang tidak sesuai spesifikasi, kualitas rendah, atau kurangnya pelumasan berperan dalam keausan dan kerusakan komponen.
3. Faktor Lingkungan: Kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti cuaca buruk dan jalan yang tidak rata, mempercepat degradasi komponen kendaraan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berikut adalah beberapa rekomendasi perbaikannya:

1. Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia
Pengembangan sumber daya manusia bertujuan untuk menambah wawasan, pengetahuan, dan kompetensi pegawai [22]. Dalam mengimplementasikan programnya, Rahayu [23] menyatakan perlunya menetapkan aturan profesionalisme dan menjadwalkan kegiatan pengembangan agar kualitas karyawan dapat meningkat secara signifikan.
 - a. Pelatihan Berkelanjutan:
Melaksanakan pelatihan secara berkala untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknisi serta pengemudi, terutama terkait dengan prosedur perawatan dan perbaikan kendaraan.

- b. Standarisasi Prosedur:
Menyusun dan menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang jelas dan mudah dipahami untuk semua kegiatan perawatan dan perbaikan.
 - c. Evaluasi Kinerja:
Melakukan evaluasi kinerja secara berkala untuk mengukur efektifitas pelatihan dan penerapan SOP.
2. Peningkatan Kualitas Material
Berdasarkan penelitian Arifin [24], Perusahaan membutuhkan pemasok suku cadang yang kompeten agar dapat memenuhi kebutuhan perusahaan. Perusahaan perlu mempertimbangkan berbagai kriteria dalam memilih pemasok, seperti kualitas produk, ketepatan waktu pengiriman, harga yang kompetitif, kualitas layanan purna jual, serta fleksibilitas dalam memenuhi permintaan.
- a. Pengadaan yang tepat:
Melakukan pengadaan suku cadang dari pemasok yang terpercaya dan memiliki sertifikasi kualitas.
 - b. Inspeksi yang ketat:
Melakukan inspeksi secara ketat terhadap semua material yang masuk untuk memastikan kualitas dan kesesuaian dengan spesifikasi.
 - c. Pengelolaan persediaan:
Mengelola persediaan suku cadang secara efektif untuk menghindari penggunaan suku cadang yang sudah kadaluarsa atau rusak.
3. Peningkatan Pemeliharaan Berkala
Jadwal pemeliharaan atau perawatan yang teratur dan tepat waktu meningkatkan efektivitas pemeliharaan kendaraan, serta ketersediaan dan kualitas Suku Cadang penting untuk memastikan kendaraan tetap dalam kondisi terbaik dan selalu siap digunakan kapan saja [25]. Perawatan kendaraan yang rutin dan efektif adalah kunci untuk menjaga keselamatan, meningkatkan produktivitas, dan meminimalkan biaya operasional [26].
- a. Jadwal Pemeliharaan yang Detail:
Menyusun jadwal pemeliharaan berkala yang rinci untuk setiap komponen kendaraan, termasuk pergantian oli, filter, dan komponen lainnya.
 - b. Pemantauan Kondisi Kendaraan:
Melakukan pemantauan kondisi kendaraan secara berkala, baik secara visual maupun menggunakan alat ukur.
 - c. Rekam Jejak Perawatan:
Membuat rekam jejak perawatan untuk setiap kendaraan, sehingga memudahkan dalam melacak riwayat perawatan dan mengidentifikasi potensi masalah.
4. Pengelolaan Lingkungan Kerja
Menurut penelitian [22] dan [23] jelas menunjukkan bahwa lingkungan kerja yang kondusif memiliki korelasi positif dengan peningkatan efektivitas kinerja karyawan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti suasana kerja yang nyaman, dukungan dari rekan kerja, serta adanya fasilitas yang memadai dapat secara signifikan meningkatkan motivasi dan produktivitas karyawan.
- a. Perbaikan Infrastruktur:
Memperbaiki kondisi infrastruktur bengkel kerja, seperti pencahayaan, ventilasi, dan peralatan kerja.
 - b. Pengelolaan Limbah:
Melakukan pengelolaan limbah yang baik sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- Usulan perbaikan yang telah disusun telah memprioritaskan masalah-masalah kritis yang dihadapi, yaitu pada kerusakan komponen peredam kejut, sistem kopling, dan sistem starter. Urutan prioritas ini telah ditentukan melalui analisis Pareto, memastikan bahwa upaya perbaikan difokuskan pada aspek yang memberikan dampak paling signifikan.

Simpulan

Analisis terhadap kerusakan pada peredam kejut, sistem starter, dan sistem kopling mengidentifikasi tiga akar penyebab utama, yaitu kurangnya pengetahuan dan kompetensi teknisi, penggunaan material berkualitas rendah, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan upaya komprehensif yang meliputi peningkatan kualitas sumber daya manusia

melalui pelatihan berkelanjutan dan standarisasi prosedur, pemilihan pemasok suku cadang yang terpercaya, serta penerapan jadwal pemeliharaan berkala yang ketat. Selain itu, perbaikan infrastruktur bengkel kerja dan pengelolaan lingkungan yang baik juga penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang kondusif dan meningkatkan produktivitas karyawan. Dengan mengimplementasikan solusi-solusi tersebut, diharapkan dapat meningkatkan kinerja perawatan kendaraan, memperpanjang umur pakai komponen, dan mengurangi biaya operasional. Penelitian ini telah memberikan gambaran umum mengenai potensi perbaikan untuk mengurangi kerusakan. Namun, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan komprehensif, penelitian selanjutnya perlu dilengkapi dengan data kuantitatif yang diperoleh melalui pengukuran kinerja sebelum dan sesudah implementasi usulan perbaikan. Data kuantitatif ini akan sangat berguna untuk mengukur tingkat keberhasilan dari setiap usulan perbaikan yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- [1] F. Mustaqim, W. Kosasih, and Ahmad, "Pemeliharaan Mesin Hydraulic Shear Menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance dan Manajemen Suku Cadang," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 153–162, 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i3.4023.153-162.
- [2] Fatoni, "Evaluasi Faktor Transfer Pelatihan Terhadap Kinerja Departemen Pemeliharaan," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 88–97, 2020, doi: 10.37373/jenius.v1i2.53.
- [3] N. P. Hutasoit, B. C. Nurfaizah, and Gunardi, "Pengaruh Biaya Operasional terhadap Pendapatan pada Perum Damri Cabang Bandung," *Ekon. J. Econ. Bus.*, vol. 6, no. 1, pp. 92–97, 2022, doi: 10.33087/ekonomis.v6i1.495.
- [4] M. Patrucco, E. Pira, S. Pentimalli, R. Nebbia, and A. Sorlini, "Anti-collision systems in tunneling to improve effectiveness and safety in a system-quality approach: A review of the state of the art," *Infrastructures*, vol. 6, pp. 1–22, 2021, doi: 10.3390/infrastructures6030042.
- [5] K. Retzer, R. Hill, and J. Burton, "A review of the literature: Motor vehicle safety initiatives in the oil and gas extraction industry," in *Society of Petroleum Engineers-SPE Americas E&P Health, Safety, Security and Environmental Conference*, 2013, no. March 2013, pp. 83–95. doi: 10.2118/163738-ms.
- [6] S. Sulaiman and N. A. Ismail, "Analysis of failure in manufacturing machinery," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2013, vol. 50, no. 1, pp. 1–8. doi: 10.1088/1757-899X/50/1/012057.
- [7] Ç. Koç, T. Bektaş, O. Jabali, and G. Laporte, "A comparison of three idling options in long-haul truck scheduling," *Transp. Res. Part B*, vol. 93, pp. 631–647, 2016, doi: 10.1016/j.trb.2016.08.006.
- [8] V. M. Kalra, T. Thakur, and B. S. Pabla, "Condition based maintenance management system for improvement in key performance indicators of mining haul trucks-a case study," in *2018 IEEE International Conference on Innovative Research and Development, ICIRD*, 2018, no. May, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICIRD.2018.8376300.
- [9] T. Zhu, Y. Ran, X. Zhou, and Y. Wen, "A Survey of Predictive Maintenance: Systems, Purposes and Approaches," *Electr. Eng. Syst. Sci.*, pp. 1–38, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1912.07383>
- [10] T. Aprianto, I. Setiawan, and H. H. Purba, "Implementasi metode Failure Mode and Effect Analysis pada Industri di Asia –Kajian Literature," *Matrik J. Manaj. dan Tek. Ind.*, vol. 21, no. 2, pp. 165–174, 2021, doi: 10.350587/Matrik.
- [11] I. V. Iakovlev and A. P. Pesterev, "Labor Safety in the Oil and Gas Industry," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 988, pp. 1–5. doi: 10.1088/1755-1315/988/2/022038.
- [12] S. Nadeau, A. Badri, R. Wells, P.

- Neumann, G. Kenny, and D. Morrison, "Sustainable canadian mining: Occupational health and safety challenges," in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2013, pp. 1071–1074. doi: 10.1177/1541931213571238.
- [13] N. A. C. Mulia and R. Rochmoeljati, "Pengendalian Kualitas Pengelasan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT. PAL Indonesia," *Juminten J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 2, no. 6, pp. 60–71, 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i6.346.
- [14] R. F. Utami, F. Setiawan, and E. Sofyan, "Analisis Penyebab Utama Engine Breakdown pada Engine Sisi Kanan CFM 56-7B26 dengan Pendekatan Metode DMAIC," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.655.
- [15] C. Kurniawan and H. H. Azwir, "Penerapan Metode PDCA untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Mesin pada Proses Produksi Penyalutan," *JIE Sci. J. Res. Appl. Ind. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 105–118, 2018, doi: 10.33021/jie.v3i2.526.
- [16] F. I. Iman, Z. Husin, H. Darsan, and M. Makaminan, "Analisa Kerusakan Mesin Kempa Screw Press Di PT. Agro Sinergi Nusantara," *J. Mhs. Mesin UTU*, vol. 1, no. 2, pp. 57–63, 2022.
- [17] T. Zega, Afdal, R. Abu, Mukhnizar, and A. Azman, "Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel pada Generator Set untuk Tindakan Perawatan di Kapal Tanker MT . Sea Serenity," *Surya Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 467–471, 2024.
- [18] B. E. Putro and M. Y. A. Aziz, "Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Produksi Kayu Lapis," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 2, pp. 133–140, 2020, doi: 10.20961/performa.19.2.45381.
- [19] D. Salamuk, M. A. N. Wahyudien, M. M. Rachmadhani, and Ashar, "Analisa Penyebab Kerusakan Generator Seri 3516 Metode FTA," *Ind. Eng. J. – Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 42–46, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/iej/index>
- [20] A. P. Marpaung and E. Susanti, "Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Function Tester 9770," *J. Comasie*, vol. 6, no. 5, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/5374>
%0Ahttps://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/download/5374/2503
- [21] Y. Attaqwa, A. Hamidiyah, and F. A. Ekoanindyo, "Product Quality Control Analysis with Statistical Process Control (SPC) Method in Weaving Section (Case Study PT.I)," *Int. J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 3, pp. 86–92, 2021, doi: 10.29040/ijcis.v2i3.43.
- [22] H. Hafid and Y. Sugiarto, "Analisis Pengembangan Sumber Daya Manusia dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Kerja untuk Menghadapi Persaingan Tenaga Kerja Asing," *Public Adm. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 43–53, 2020.
- [23] I. E. Rahayu, "Analisis pengembangan sumber daya manusia dalam upaya peningkatan kualitas kerja karyawan (studi pada extrawash laundry ponorogo)," Institut Agama Islam Negeri Ponorogo, 2021.
- [24] M. M. Arifin and R. Vikaliana, "Analisis Pemilihan Supplier Suku Cadang dengan Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS di Perusahaan Forwarding," *J. Civronlit Unbari*, vol. 9, no. 1, pp. 20–31, 2024, doi: 10.33087/civronlit.v9i1.124.
- [25] A. Abdusshomad, R. M. Pratama, and R. J. Setiadhi, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemeliharaan Kendaraan Unit PKP: Jadwal Perawatan Dan Suku Cadang," *Sci. J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, no. 10, pp. 1–11, 2024.
- [26] I. T. A. Sari, M. A. Sholihin, and D. Wagini, "Foam Tender Terhadap Efektivitas Keselamatan Operasional Kerja Pada Unit Pertolongan Kecelakaan Pesawat Dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK)," *Sci. J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, no. 9, pp.

- 241–250, 2024.
- [27] N. N. P. Handayani, I. B. M. Widiadnya, and S. R. Widyawati, “Pengaruh Pengetahuan, Keterampilan, Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Bengkel Pag Denpasar,” *J. Emas*, vol. 3, no. 3, pp. 243–260, 2022.
- [28] Nurhalimah, D. Mulyadi, and Sungkono, “Menganalisis Beban Kerja Dan Lingkungan Kerja Terhadap Efektifitas Kinerja Karyawan Pada Bengkel (JMC) Cikarang,” *Jssr J. Sains Student Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 1025–1032, 2024.