Available *online*at: https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI

Jurnal Optimasi Teknik Industri

| ISSN (Print) 2656-3789 |ISSN (Online)2657-0181|



Klik di sini dan tulis Kategori Artikel Anda

Analisis Kerusakan Sistem Charging Pada Forklift Liugong CPCD35

Tomi Ardiansya[1], Radhi Maladzi[2], Nabila Yudisha[3]

[1] *Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*
[2] *Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*

*Corresponding author: tomi.ardiansya.tm23@stu.pnj.ac.id

ARTICLE INFORMATION

Received :
Revised :
Accepted :
Available online :

KATA KUNCI

Fishbone Diagram; FMEA; 5 Why Analysis.

ABSTRAK

Sistem charging pada Forklift LiuGong CPCD35 berfungsi mengisi daya baterai dan menyuplai kebutuhan listrik selama unit beroperasi. Gangguan pada sistem ini dapat menyebabkan baterai tidak terisi sehingga menghambat operasional forklift dan menurunkan produktivitas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan sistem charging, menentukan prioritas risiko kegagalan, serta menganalisis akar penyebab kerusakan untuk mendukung penyusunan tindakan perbaikan dan pencegahan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan studi kasus pada Forklift LiuGong CPCD35 di PT Liugong Machinery Indonesia. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan troubleshooting, kemudian dianalisis menggunakan Cause and Effect Diagram (Fishbone Diagram), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), dan 5 Why Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan sistem charging dipengaruhi oleh faktor man, machine, method, material, dan environment, dengan paparan debu nikel sebagai penyebab dominan yang memicu hubungan singkat sehingga menyebabkan fuse putus dan kerusakan diode alternator. Analisis FMEA menunjukkan kerusakan diode alternator memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi, diikuti penumpukan debu nikel dan fuse putus. Penerapan preventive maintenance, inspeksi berkala, serta pembersihan komponen secara rutin direkomendasikan untuk meningkatkan keandalan sistem charging dan mencegah terulangnya kerusakan.

I. PENDAHULUAN

Sistem *charging* merupakan salah satu sistem kelistrikan yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui alternator untuk mengisi daya baterai dan menyuplai kebutuhan listrik selama mesin beroperasi [1]. Kinerja sistem *charging* yang optimal sangat penting untuk menjaga keandalan operasional forklift karena gangguan pada sistem ini dapat menyebabkan baterai tidak menerima pengisian, mengganggu proses *starting*, serta menghentikan aktivitas operasional unit [1]. Berdasarkan data riwayat kerusakan Forklift LiuGong CPCD35 di PT Liugong Machinery Indonesia selama periode 2025–2026, kerusakan yang paling sering terjadi adalah *generator damage* dan *generator not working*. Hasil *troubleshooting* menunjukkan adanya kerusakan pada diode alternator, fuse, serta paparan debu nikel yang menyebabkan hubungan singkat (*short circuit*)[6], [7], sehingga diperlukan analisis yang mampu mengidentifikasi penyebab kerusakan secara sistematis dan menentukan prioritas penanganannya.

Beberapa penelitian telah menerapkan *Cause and Effect Diagram* (Fishbone Diagram) untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab suatu

https://doi.org/10.30998/

permasalahan berdasarkan aspek *man, machine, method, material,* dan *environment* [2]. Sementara itu, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengevaluasi mode kegagalan berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*) sehingga dapat ditentukan prioritas risiko melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN) [3], [4]. Selanjutnya, *5 Why Analysis* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan secara sistematis melalui pertanyaan "mengapa" secara berulang hingga diperoleh penyebab yang paling mendasar [5], . Meskipun metode-metode tersebut telah banyak digunakan secara terpisah, penerapan ketiganya secara terpadu untuk menganalisis kerusakan sistem *charging* pada Forklift LiuGong CPCD35, khususnya pada lingkungan kerja dengan paparan debu nikel, masih terbatas sehingga menjadi celah penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menjawab pertanyaan:

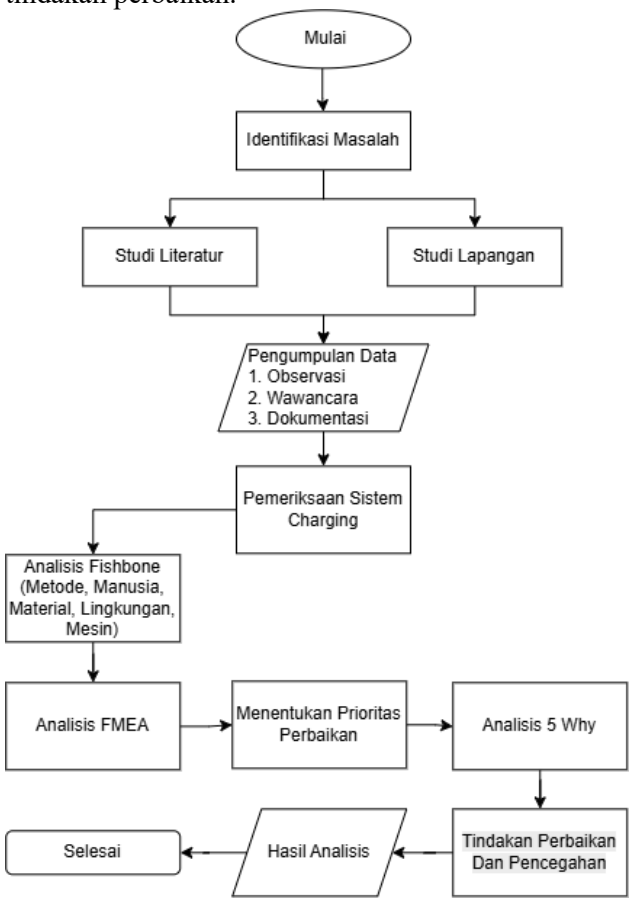
1. **faktor-faktor apa yang menyebabkan kerusakan sistem *charging* pada Forklift LiuGong CPCD35,**
2. **bagaimana tingkat prioritas risiko dari setiap penyebab kerusakan berdasarkan metode FMEA.**
3. **apa akar penyebab utama yang menyebabkan kegagalan sistem *charging*?**

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan menggunakan Fishbone Diagram, menentukan prioritas risiko menggunakan FMEA, serta menganalisis akar penyebab kerusakan menggunakan *5 Why Analysis*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan analisis keandalan sistem kelistrikan alat berat melalui integrasi Fishbone Diagram, FMEA, dan *5 Why Analysis*. Hasil penelitian tidak hanya memberikan informasi mengenai faktor penyebab, prioritas risiko, dan akar penyebab kerusakan sistem *charging*, tetapi juga menghasilkan rekomendasi *corrective action* dan *preventive maintenance* yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keandalan operasional Forklift LiuGong CPCD35 serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai analisis kerusakan sistem kelistrikan alat berat.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kualitatif** dengan metode **studi kasus** untuk menganalisis kerusakan sistem *charging* pada Forklift LiuGong CPCD35 di PT Liugong Machinery Indonesia. Objek penelitian adalah sistem *charging* pada satu unit Forklift LiuGong CPCD35 yang mengalami kegagalan pengisian baterai saat mesin beroperasi. Pemilihan objek didasarkan pada riwayat kerusakan berupa *generator damage* dan *generator not working*, yang mengakibatkan tegangan pengisian berada di bawah standar operasional. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan, menentukan prioritas risiko, serta memperoleh akar penyebab sebagai dasar penyusunan rekomendasi tindakan perbaikan.



Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi unit, wawancara dengan teknisi PT Liugong Machinery Indonesia, dokumentasi hasil pemeriksaan, studi literatur, serta proses *troubleshooting*. Tahapan *troubleshooting* meliputi pemeriksaan kondisi baterai, terminal, *belt* alternator, kabel, fuse, dan alternator menggunakan inspeksi visual serta pengukuran tegangan dengan multimeter[8], [9]. Setelah itu dilakukan pembongkaran alternator untuk memeriksa kondisi rotor, stator, *carbon brush*, diode, dan regulator guna mengidentifikasi komponen yang mengalami kerusakan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif menggunakan *Cause and Effect Diagram* (Fishbone Diagram), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan *5 Why Analysis* [10], [11]. Fishbone Diagram digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan berdasarkan aspek *man, machine, method, material,* dan *environment*. Selanjutnya, FMEA digunakan untuk menentukan tingkat prioritas setiap mode kegagalan melalui penilaian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), kemudian dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas tindakan perbaikan. Penyebab dengan nilai RPN tertinggi selanjutnya dianalisis menggunakan *5 Why Analysis*

untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan. Berdasarkan hasil analisis tersebut disusun rekomendasi *corrective action* dan *preventive maintenance* guna meningkatkan keandalan sistem *charging* serta mencegah terjadinya kerusakan berulang pada Forklift LiuGong CPCD35.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kerusakan Sistem Charging

Hasil *troubleshooting* menunjukkan bahwa sistem *charging* pada Forklift LiuGong CPCD35 mengalami kegagalan pengisian baterai. Pemeriksaan visual menunjukkan bahwa kondisi baterai, terminal baterai, dan *belt* alternator masih dalam kondisi baik, sedangkan fuse ditemukan dalam kondisi putus. Hasil pengukuran tegangan baterai sebelum mesin dihidupkan sebesar **12,91 V**, yang menunjukkan baterai masih memiliki kapasitas penyimpanan energi yang baik. Namun, saat mesin dihidupkan, tegangan pengisian hanya mencapai **12,80 V**, lebih rendah dari standar tegangan pengisian **13,8–14,2 V**, sehingga mengindikasikan bahwa alternator tidak mampu melakukan pengisian baterai secara normal.

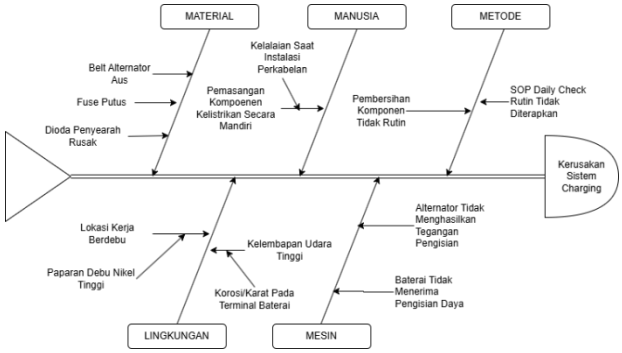
Untuk memastikan penyebab kegagalan tersebut dilakukan pembongkaran alternator. Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya kerusakan pada **diode rectifier** serta penumpukan debu nikel pada bagian internal alternator. Kondisi tersebut menyebabkan alternator tidak dapat menghasilkan tegangan sesuai spesifikasi sehingga sistem *charging* tidak berfungsi dengan baik. Temuan ini menunjukkan bahwa kerusakan bukan hanya berasal dari kegagalan komponen, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja yang memiliki tingkat paparan debu nikel tinggi.

Komponen	Hasil Pemeriksaan
Baterai	Baik
Terminal Baterai	Baik
Belt Alternator	Baik
Fuse	Putus

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemeriksaan tegangan merupakan langkah awal yang efektif dalam mendeteksi gangguan sistem *charging*. Akan tetapi, identifikasi penyebab kerusakan memerlukan inspeksi komponen internal alternator sehingga hubungan antara kerusakan diode dan kontaminasi debu nikel dapat diketahui secara jelas. Dengan demikian, proses *troubleshooting* yang dilakukan secara bertahap mampu memberikan diagnosis kerusakan yang lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan pemeriksaan visual.

3.2 Analisis Penyebab Kerusakan Menggunakan Fishbone Diagram

Analisis menggunakan Fishbone Diagram mengidentifikasi lima kelompok penyebab kerusakan, yaitu **man, machine, method, material**, dan **environment**. Faktor *method* meliputi tidak diterapkannya SOP *Daily Check* serta pembersihan komponen yang tidak dilakukan secara rutin. Faktor *man* disebabkan oleh pemasangan komponen kelistrikan secara mandiri oleh operator. Faktor *material* meliputi fuse putus, kerusakan diode alternator, dan kondisi belt alternator. Faktor *environment* ditunjukkan oleh lingkungan kerja yang berdebu dengan tingkat kelembapan tinggi, sedangkan faktor *machine* berkaitan dengan alternator yang tidak mampu menghasilkan tegangan pengisian.



Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh faktor tersebut saling berkaitan, namun faktor **environment** merupakan penyebab yang paling dominan. Paparan debu nikel menyebabkan terjadinya *short circuit* pada diode rectifier, yang kemudian mengakibatkan fuse putus dan sistem *charging* tidak mampu mengisi baterai. Temuan ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja memiliki pengaruh besar terhadap keandalan sistem kelistrikan alat berat, terutama pada unit yang beroperasi di kawasan pertambangan nikel.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa Fishbone Diagram mampu mengidentifikasi hubungan sebab-akibat secara sistematis sehingga faktor dominan dapat ditentukan sebagai dasar penyusunan tindakan perbaikan. Dengan demikian, Fishbone Diagram tidak hanya berfungsi sebagai alat identifikasi penyebab kerusakan, tetapi juga menjadi dasar dalam penyusunan analisis risiko menggunakan FMEA.

3.3 Analisis Prioritas Risiko Menggunakan FMEA

Failure Mode	RPN	Prioritas
Diode Alternator Rusak	560	1
Penumpukan Debu Nikel	512	2
Fuse Putus	378	3

https://doi.org/10.25077/

Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa terdapat sepuluh mode kegagalan pada sistem *charging*. Berdasarkan nilai **Risk Priority Number (RPN)**, tiga risiko tertinggi berturut-turut adalah **kerusakan diode alternator (RPN = 560)**, **penumpukan debu nikel pada alternator (RPN = 512)**, dan **fuse putus (RPN = 378)**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ketiga mode kegagalan memiliki kombinasi tingkat keparahan, peluang kejadian, dan tingkat kesulitan deteksi yang lebih tinggi dibandingkan mode kegagalan lainnya, sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan.

Failure Mode	RPN	Prioritas
Diode Alternator Rusak	560	1
Penumpukan Debu Nikel	512	2
Fuse Putus	378	3

Analisis FMEA memperlihatkan bahwa risiko tertinggi tidak hanya berasal dari kerusakan komponen, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor operasional dan lingkungan kerja. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan yang hanya berfokus pada penggantian komponen tidak cukup untuk mengurangi risiko kegagalan apabila faktor penyebab utama tidak dikendalikan. Oleh karena itu, penerapan FMEA memberikan dasar yang objektif dalam menentukan urutan prioritas tindakan perbaikan sehingga sumber daya pemeliharaan dapat difokuskan pada mode kegagalan yang memiliki dampak terbesar terhadap keandalan sistem *charging*.

3.4 Analisis Akar Penyebab Menggunakan 5 Why Analysis

Analisis *5 Why* dilakukan terhadap tiga mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan diode alternator, penumpukan debu nikel, dan fuse putus memiliki akar penyebab yang sama, yaitu **belum diterapkannya preventive maintenance dan SOP Daily Check secara konsisten**. Kondisi tersebut menyebabkan debu nikel terakumulasi pada alternator sehingga memicu *short circuit*, merusak diode rectifier, dan akhirnya menyebabkan fuse putus.

Permasalahan	Akar Penyebab
Diode Rusak	Preventive maintenance dan Daily Check belum konsisten
Debu Nikel	Preventive maintenance belum optimal
Fuse Putus	Daily Check belum konsisten

Temuan ini menunjukkan bahwa akar permasalahan tidak terletak pada kualitas komponen, melainkan pada sistem pemeliharaan yang belum berjalan secara optimal. Dengan demikian, tindakan perbaikan yang hanya mengganti komponen tanpa memperbaiki prosedur pemeliharaan berpotensi menyebabkan kerusakan yang sama kembali terjadi. Integrasi Fishbone Diagram, FMEA, dan *5 Why Analysis* terbukti mampu memberikan analisis yang lebih komprehensif karena tidak hanya mengidentifikasi penyebab dan menentukan prioritas risiko, tetapi juga mengungkap akar penyebab yang mendasari terjadinya kegagalan sistem.

3.5 Corrective Action dan Preventive Maintenance

Berdasarkan hasil analisis, tindakan **corrective action** dilakukan dengan mengganti **alternator secara *assembly*** dan **frame harness** sesuai prosedur dealer resmi LiuGong, karena diode rectifier dan fuse tidak direkomendasikan untuk diganti secara terpisah.

Setelah penggantian dilakukan, hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan pengisian kembali berada pada kisaran standar sehingga sistem *charging* dapat berfungsi normal.

Kegiatan	Interval
Membersihkan alternator	Setiap selesai bekerja
Pemeriksaan baterai	Harian
Pemeriksaan debu nikel	Harian
Pengukuran tegangan	Bulanan
Pemeriksaan belt	Bulanan

Selain tindakan perbaikan, penelitian ini menghasilkan rekomendasi **preventive maintenance** berupa pembersihan area alternator dan komponen kelistrikan setiap selesai bekerja, pemeriksaan visual debu nikel melalui *Daily Check*, pemeriksaan kondisi baterai setiap hari, pengukuran tegangan pengisian dan pemeriksaan kekencangan *belt* secara berkala, serta penggantian alternator apabila hasil inspeksi menunjukkan keluaran tegangan tidak sesuai spesifikasi. Rekomendasi tersebut bertujuan mengurangi potensi *short circuit*, meningkatkan keandalan sistem *charging*, dan meminimalkan kerusakan berulang pada Forklift LiuGong CPCD35.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi penyebab kerusakan sistem *charging* pada Forklift LiuGong CPCD35 menggunakan integrasi Fishbone Diagram, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan *5 Why Analysis*. Hasil analisis menunjukkan bahwa

kerusakan dipengaruhi oleh faktor *man, machine, method, material,* dan *environment*, dengan faktor lingkungan berupa paparan debu nikel sebagai penyebab dominan yang memicu *short circuit*, sehingga menyebabkan kerusakan diode alternator dan fuse putus. Analisis FMEA menunjukkan bahwa kerusakan diode alternator memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 560, diikuti penumpukan debu nikel (RPN = 512) dan fuse putus (RPN = 378). Selanjutnya, *5 Why Analysis* mengidentifikasi bahwa akar penyebab utama kerusakan adalah belum diterapkannya *preventive maintenance* dan *Daily Check* secara konsisten, sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi debu nikel pada alternator yang mengakibatkan kegagalan sistem *charging*.

Hasil penelitian memberikan implikasi praktis bahwa peningkatan keandalan sistem *charging* tidak hanya bergantung pada penggantian komponen yang rusak, tetapi juga memerlukan penerapan *preventive maintenance*, inspeksi harian, serta pembersihan rutin komponen kelistrikan, khususnya pada unit yang beroperasi di lingkungan dengan paparan debu tinggi. Penelitian ini terbatas pada satu unit Forklift LiuGong CPCD35 dan satu kasus kerusakan sistem *charging*, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi pada seluruh jenis forklift maupun kondisi operasional lainnya. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan lebih banyak unit dengan variasi kondisi kerja serta mengevaluasi efektivitas program *preventive maintenance* terhadap penurunan frekuensi kerusakan sistem *charging* sebagai upaya meningkatkan keandalan operasional alat berat.

REFERENSI

[1] T. Junaedi, A. F. Ainni, dan D. Teknik, "Analisa Penyebab Alternator Tidak Berfungsi Pada Unit HD 465 - 5," vol. 2, no. 1, hal. 1–7, 2025, [Daring]. Tersedia pada: https://ojs.sains.ac.id/index.php/ekselenta/article/view/114

[2] D. Pareto, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI MEJA DAN KURSI MENGGUNAKAN DIAGRAM PARETO DAN FISHBONE PADA PK . SKM," vol. 6, hal. 559–572, 2023.

[3] N. A. Mutmainnah, N. Rauf, dan M. Dahlan, "Evaluasi Risiko Kecacatan Produk Paving Block Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Menentukan Prioritas Perbaikan Kualitas Produksi," hal. 63–71, 2026.

[4] R. Gupta, "Failure Mode and Effects Analysis of PCB for Quality Control Process," *Mapan - J. Metrol. Soc. India*, vol. 38, no. 2, hal. 547–556, 2023, doi: 10.1007/s12647-022-00619-5.

[5] A. Kuswardana, N. Eka, dan H. Natsir, "Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5 – Why Analysis) di PT . PAL Indonesia (Analysis of The Causes of Work Accidents Using the RCA Method (Fishbone Diagram Method And 5 - Why Analysis) in PT. PAL Indon," *Conf. Saf. Eng. Its Appl.*, vol. 1, no. 1, hal. 141–146, 2017.

[6] S. Teknik, M. Manufaktur, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "ANALISIS KEPADATAN PADA PROSES PELAPISAN NIKEL DENGAN VARIASI TEGANGAN DAN LAMA PENCELUPAN BAJA ST 41 Ainur Rozak Arya Mahendra Sakti Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Negeri 1995," vol. 16, no. 1, 74 pp. 58–64, 2025.

[7] R. Hudaya and M. Haddin, "Penurunan Ketahanan Isolator Gardu Induk 150 kV Semen Indonesia," vol. 6, no. 1, pp. 39–48, 2024.

[8] B. Wicaksono, "Trouble Shooting Sistem Pengisian Pada Mesin Grandmax Dan Cara Mengatasinya," J. Nozzle, vol. Vol.3, no. 1, pp. 99–102, 2019.

[9] A. Pujiono, I. Prasetyo, and R. N. Raharjo, "Identifikasi Dan Troubleshooting Sistem Pengisian Ic Regulator Pada Mesin Diesel Mitsubishi Ps 100," Surya Tek. J. Ilm. Tek. Mesin, vol. 6, no. 1, pp. 28–32, 2020, [Online]. Available: https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/surya_teknika/article/view/374

[10] A. Adyatama and N. U. Handayani, "Perbaikan Kualitas Menggunakan Prinsip Kaizen Dan 5 Why Analysis: Studi Kasus Pada Painting Shop Karawang Plant 1, Pt Toyota Motor Manufacturing Indonesia," J@ti Undip J. Tek. Ind., vol. 13, no. 3, p. 169, 2018, doi: 10.14710/jati.13.3.169-176.

[11] R. Gupta, "Failure Mode and Effects Analysis of PCB for Quality Control Process," Mapan - J. Metrol. Soc. India, vol. 38, no. 2, pp. 547–556, 2023, doi: 10.1007/s12647-022-00619-5.