Electrical Maintenance (P3) on Passenger Trains K3 0 0907 SDT

Perawatan Elektrik (P3) Pada Kereta Penumpang K3 0 0907 SDT

Muhammad Akbar Hidayatullah[1], Edi Widodo[2]
*Email corresponding author: ediwidodo@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo1, Indonesia

Abstract. *Electrical maintenance (P3) on the passenger train K3 0 0907 SDT is an essential activity to ensure operational reliability, safety, and passenger comfort, particularly in the lighting system, air conditioning, electrical panels, and safety devices. General Background Common problems include decreased AC performance, lighting disturbances, voltage instability, and the risk of short circuits caused by worn components, loose installations, and insufficient periodic maintenance. Specific Background The methods used include direct field observation, inspection of electrical components such as MCBs, lighting installations, power outlets, and AC systems, as well as measurement of current and voltage and documentation of maintenance results. Knowledge Gap Previous literature lacks detailed empirical evaluations regarding the specific electrical degradation patterns and multi-tier corrective actions for older class-3 passenger carriage depots. Aims This study aims to identify the electrical maintenance procedures applied and to evaluate their effectiveness in improving the reliability of the electrical system and passenger safety. Results The results show that scheduled electrical maintenance is able to maintain the stability of the electrical system, improve AC and lighting performance, and reduce the potential for failures and safety risks. Novelty This work establishes a structured three-tier fault classification and preventive maintenance framework for passenger train electrical systems at the Sidotopo Train Depot. Implications Routine and properly implemented electrical maintenance is effective in enhancing operational reliability, extending the service life of electrical components, and ensuring passenger safety and comfort.*
Keywords *P3 maintenance, Electrical, K3 carriages, Sidotopo Train Depot, Electrical system*

Abstrak. *Pemeliharaan listrik (P3) pada kereta penumpang K3 0 0907 SDT adalah aktivitas penting untuk memastikan keandalan operasional, keselamatan, dan kenyamanan penumpang, khususnya pada sistem pencahayaan, pendingin udara, panel listrik, dan perangkat keselamatan. Latar Belakang Umum Masalah umum meliputi penurunan kinerja AC, gangguan pencahayaan, ketidakstabilan tegangan, dan risiko korsleting akibat komponen yang aus, instalasi yang longgar, dan perawatan berkala yang tidak memadai. Latar Belakang Spesifik Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan langsung, inspeksi komponen listrik seperti MCB, instalasi pencahayaan, stopkontak listrik, dan sistem AC, serta pengukuran arus dan tegangan serta dokumentasi hasil pemeliharaan. Kesenjangan Pengetahuan Literatur sebelumnya kurang memiliki evaluasi empiris yang rinci mengenai pola degradasi listrik spesifik dan tindakan korektif bertingkat untuk depot gerbong penumpang kelas-3 yang lebih tua. Tujuan Studi ini bertujuan mengidentifikasi prosedur pemeliharaan listrik yang diterapkan dan mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan keandalan sistem kelistrikan dan keselamatan penumpang. Hasil Hasilnya menunjukkan bahwa pemeliharaan listrik terjadwal mampu menjaga stabilitas sistem listrik, meningkatkan kinerja AC dan pencahayaan, serta mengurangi potensi kegagalan dan risiko keselamatan. Kebaruan Pekerjaan ini menetapkan kerangka klasifikasi kesalahan dan pemeliharaan preventif tiga tingkat yang terstruktur untuk sistem kelistrikan kereta penumpang di Depo Kereta Sidotopo. Implikasi Pemeliharaan listrik rutin dan yang diimplementasikan dengan benar efektif dalam meningkatkan keandalan operasional, memperpanjang umur pakai komponen listrik, serta memastikan keselamatan dan kenyamanan penumpang.*
Kata Kunci *Pemeliharaan P3, Listrik, Gerbong K3, Depo Kereta Sidotopo, Sistem kelistrikan*

I. PENDAHULUAN

Perusahaan jasa transportasi K** adalah unit bisnis yang menawarkan konsumen transportasi untuk mengangkut barang atau orang dari satu tempat ke tempat lain. Dan perusahaan transportasi K** juga membutuhkan tempat dan peralatan untuk melakukan perawatan atau perbaikan berkala agar sarana tetap dalam performa yang terbaik[1].

Salah satunya ada di Depo kereta sidotopo, Depo kereta sidotopo memiliki beberapa sistem, seperti sistem interior, sistem elektrik, dan sistem losd (pemeliharaan pintu otomatis kereta agar dapat membuka dan menutup dengan lancar, aman, dan sesuai perintah), yang melakukan kegiatan pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan ringan. Ada lima jenis perawatan yang diberikan mulai dari perawatan skala kecil, yang terdiri dari P1 yang dilakukan dalam waktu 1 bulan, P3 dalam waktu 3 bulan, dan P6 dalam waktu 6 bulan, hingga perawatan skala besar, yaitu P12 yang dilakukan dalam waktu 12 bulan atau 1 tahunan, dan P24 yang dilakukan dalam waktu 24 bulan atau 2 tahunan. Yang mana di depo ini sendiri merawat rangkaian kereta antarkota basis stasiun Surabaya Gubeng. Kegiatan ini dilakukan untuk meningkatkan pelayanan dan mengurangi angka kecelakaan kereta api[2].

Perawatan kereta api merupakan unsur penting dalam memperpanjang usia sarana perkeretaapian (*rollingstock*),

bengkel kereta api memainkan peran kunci untuk kelayakan *rollingstock*. Dalam dunia perkeretaapian,"*rolling stock*" digunakan untuk menyederhanakan istilah "sarana perkeretaapian" yang berarti "bakal pelanting"[3].

Pemeliharaan dan perawatan sarana serta prasarana dilakukan melalui pemeliharaan preventif dan korektif, yang didukung oleh sumber daya manusia berpengalaman di bidang sistem pemeliharaan dan perawatan gerbong kereta yang telah terjadwal. Setiap gerbong memiliki tingkatan kerusakan yang berbeda-beda, sehingga metode pemeliharaan dan perawatan yang diterapkan juga disesuaikan dengan kondisi masing-masing gerbong[4].

II. METODE

Metode penelitian pada perawatan P3 gerbong kereta K3 0 0907 SDT dilakukan dengan mengumpulkan data melalui pengukuran langsung arus dan tegangan pada panel listrik, MCB, sistem penerangan, stop kontak, dan unit AC menggunakan *multimeter* dan *clamp meter*. Pengambilan data dilakukan sebelum dan sesudah perawatan, kemudian dianalisis secara statistik deskriptif untuk membandingkan hasil dengan standar teknis guna menilai efektivitas perawatan dan keandalan sistem kelistrikan[5].

2.1. Identifikasi kode gerbong kereta

Penulisan kode nomer kereta sendiri berguna untuk laporan wajib tertulis di buku perawatan elektrik dan, untuk mengetahui kereta mana yang akan di beri perawatan atau perbaikan :

- **K3 :** Kode kelas gerbong kereta
- **0 :** Kode kereta tanpa penggerak
- **09 :** Kode menunjukan tahun kereta dibuat
- **07 :** Kode menunjukkan nomor urut sarana yang mulai berdinas pada tahun tersebut
- **SDT:** Kode menunjukan dari depo mana gerbong kereta berasal

2.2. Identifikasi perawatan gerbong kereta

- **Kerusakan ringan** kerusakan ini biasanya bersifat fisik pada komponen penunjang dan tidak menghentikan fungsi sistem secara keseluruhan.
- **Kerusakan sedang** kerusakan yang mulai menurunkan performa fasilitas dan kenyamanan penumpang, serta membutuhkan penggantian komponen atau pengisian bahan habis pakai.
- **Kerusakan berat** kerusakan yang mengancam keselamatan perjalanan (risiko kebakaran) atau menyebabkan kegagalan total sistem kelistrikan gerbong.

2.3. Solusi

Seluruh rangkaian perawatan ini dilakukan melalui prosedur P3 (Perawatan 3 Bulanan) yang bersifat preventif. Dengan melakukan pemeriksaan rutin pada komponen-komponen di atas, risiko kegagalan sistem saat kereta beroperasi dapat diminimalisir, sehingga keselamatan dan kenyamanan penumpang tetap terjamin sesuai standar PT XX.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.Proses identifikasi gerbong K3 0 0907 SDT



Gambar 1 *Gerbong Kereta K3 0 0907 SDT*

1) Gerbong kereta K3 0 0907 SDT adalah gerbong kereta penumpang kelas ekonomi. Sebelum melakukan pengecekan sistem kelistrikan dan interior penulisan nomer gerbong di buku laporan perwatan sangatlah penting untuk laporan bulanan K3 0 0907 SDT, K3(gerbong kereta penumpang kelas ekonomi), 0(gerbong tanpa penggerak), 09 (tahun kereta mulai beroprasi di tahun 2009), 07(nomor urutan sarana beroprasi di tahun 2009), SDT(singkatan kode depo yang berarti sarana ini berasal dari Depo Sidotopo) seperti yang ditunjukan pada **Gambar 1**[6].



Gambar 2 *MCB Kereta K3 0 0907 SDT*

2) MCB (*Miniature Circuit Breaker*) pada kereta berfungsi sebagai alat pengaman sistem kelistrikan di dalam gerbong. MCB ini terpasang di dalam panel listrik dan digunakan untuk memutus aliran listrik secara otomatis jika terjadi gangguan seperti arus lebih (*overload*) atau hubungan singkat (*short circuit*) seperti yang ditujukan pada **Gambar 2**. Dengan adanya MCB, komponen listrik seperti AC, lampu, dan peralatan kontrol terlindungi dari kerusakan, serta risiko kebakaran akibat korsleting dapat diminimalkan. Selain itu, MCB juga memudahkan dalam melakukan perawatan atau perbaikan karena aliran listrik dapat diputus dan diaktifkan kembali secara manual dengan aman[7].



Gambar 3 *Lampu semboyan*

3) Lampu semboyan berfungsi sebagai penanda visual bagi masinis dan petugas di jalur untuk menunjukkan kondisi operasional kereta atau lintasan, seperti hijau (aman/jalan), dan merah (berhenti) **Gambar 3**. Kerusakan yang umum terjadi pada lampu merah semboyan kereta meliputi lampu mati total akibat LED atau bohlam putus, suplai listrik terputus karena kabel longgar atau MCB bermasalah, lampu redup karena tegangan tidak stabil, LED melemah, atau lensa yang kotor, serta lampu berkedip tidak normal akibat sambungan kabel longgar atau driver LED rusak. Selain itu, warna lampu dapat terlihat pudar karena lensa kusam atau LED tidak sesuai spesifikasi, dan nyala lampu tidak stabil akibat sistem grounding yang kurang baik atau komponen yang lembap dan berkarat. Solusi yang dilakukan meliputi penggantian LED atau bohlam yang rusak, pemeriksaan dan pengencangan kabel serta soket, pengecekan dan penstabilan sumber tegangan, pembersihan atau penggantian lensa, perbaikan grounding, serta perlindungan komponen dari karat dan kelembapan. Prosesnya meliputi mematikan sumber listrik, membuka rumah lampu semboyan, melepas lampu lama yang sudah redup atau rusak, lalu memasang lampu baru LED dengan posisi dan koneksi yang benar sebelum dilakukan uji nyala[8].



Gambar 4 *Pembersihan filter Air Conditioner*

4) Pembersihan filter *air conditioner* pada gerbong kereta bertujuan untuk menjaga kualitas udara di dalam gerbong agar tetap bersih dan nyaman bagi penumpang seperti yang ditunjukan pada **Gambar 4**. Kerusakan yang sering ditemukan pada filter AC antara lain filter kotor atau tersumbat akibat penumpukan debu, filter sobek atau rusak karena usia pemakaian, serta filter lembap dan berjamur akibat kondensasi air yang tidak terbuang dengan baik. Kondisi ini dapat menyebabkan aliran udara melemah, AC kurang dingin, dan muncul bau tidak sedap di dalam kabin. Solusi yang dilakukan meliputi pembersihan filter secara berkala menggunakan udara bertekanan atau pencucian dengan air dan sabun ringan, pengeringan filter hingga benar-benar kering sebelum dipasang kembali, serta penggantian filter jika sudah sobek atau tidak layak pakai. Selain itu, dilakukan pengecekan saluran pembuangan air dan area sekitar evaporator untuk mencegah kelembapan berlebih yang dapt mempercepat kerusakan filter[9].



Gambar 5 *Amper Air Conditioner*

5) MCI (Miniature Circuit Interrupter) pada panel listrik kereta berfungsi sebagai pengaman rangkaian yang memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi arus lebih atau hubung singkat, khususnya pada beban AC kereta. Pengukuran arus AC dilakukan menggunakan tang ampere dengan cara menjepit salah satu kabel fasa yang menuju unit AC (bukan seluruh kabel sekaligus) untuk mengetahui besarnya arus kerja. Nilai arus ini dibandingkan dengan spesifikasi AC (misalnya AC 1,5 PK dan 2 PK) serta kapasitas MCI untuk memastikan sistem bekerja dalam batas aman seperti yang ditunjukan pada **Gambar 5**. Kerusakan yang sering muncul meliputi MCI sering trip akibat arus AC melebihi kapasitas, hubungan singkat pada kabel menuju AC, terminal yang kendor atau berkarat sehingga menimbulkan panas berlebih, serta kesalahan pengukuran arus karena penjepitan tang ampere pada lebih dari satu kabel sekaligus. Selain itu, arus AC yang tidak stabil dapat disebabkan oleh kompresor AC yang mulai lemah atau kipas kondensor yang tidak berfungsi normal. Solusi perbaikan meliputi pengecekan kondisi beban AC dan penelusuran sumber arus lebih atau korsleting sebelum MCI diaktifkan kembali, pengencangan dan pembersihan terminal kabel, serta penggantian MCI jika sudah tidak mampu menahan posisi ON. Untuk pengukuran

arus, pastikan tang ampere menjepit satu kabel fasa saja dan lakukan pencatatan nilai arus saat AC menyala stabil. Jika arus melebihi spesifikasi, lakukan pemeriksaan pada kompresor, kipas, dan kondisi *freon* AC, serta sesuaikan kapasitas MCI dengan beban yang digunakan agar sistem tetap aman dan andal[10].



Gambar 6 *Pengisian freon Air Conditioner*

6) Pengisian freon pada AC kereta dilakukan untuk memastikan sistem pendingin bekerja optimal dengan cara menghubungkan selang pengisian ke port servis pada unit AC, kemudian memasukkan *freon* sesuai jenis dan takaran yang direkomendasikan pabrikan sambil memantau tekanan menggunakan *manifold gauge* seperti yang ditunjukan pada **Gambar 6**. Kerusakan yang umum terjadi meliputi kebocoran pada selang, sambungan, atau evaporator yang menyebabkan *freon* cepat habis, tekanan *freon* tidak stabil akibat kompresor lemah, serta AC kurang dingin karena *freon* kurang atau tercampur udara dan uap air dalam sistem. Solusi perbaikan meliputi pengecekan kebocoran menggunakan metode busa sabun atau detektor kebocoran, perbaikan atau penggantian komponen yang bocor, proses vakum untuk mengeluarkan udara dan kelembapan sebelum pengisian, serta pengisian *freon* sesuai spesifikasi tekanan dan kapasitas AC agar sistem kembali bekerja aman, efisien, dan menghasilkan pendinginan maksimal[11].



Gambar 7 *Pengecekan instalansi kereta*

7) Sistem pencahayaan dan kelistrikan pada gerbong kereta api merupakan komponen vital yang menunjang kenyamanan penumpang selama perjalanan. Lampu utama di langit-langit gerbong umumnya menggunakan teknologi LED dengan *diffuser* putih untuk menghasilkan cahaya merata, sementara unit di bawah jendela berfungsi sebagai fasilitas stop kontak yang dilengkapi lampu indikator hijau sebagai penanda arus aktif seperti yang ditunjukan pada **Gambar 7**. Kerusakan yang sering terjadi biasanya meliputi lampu yang redup atau mati total akibat *driver* LED terbakar, serta stop kontak yang longgar atau mengalami korsleting karena penggunaan beban listrik berlebih oleh penumpang, seperti pemanas air atau perangkat elektronik berdaya besar lainnya.Untuk mengatasi kerusakan tersebut, langkah perbaikan dimulai dengan pemeriksaan teknis pada panel distribusi listrik dan penggantian komponen yang aus, seperti modul LED atau unit stop kontak yang sudah tidak presisi. Teknisi akan memastikan bahwa seluruh sambungan kabel tetap kencang meskipun

terkena getaran konstan saat kereta melaju. Selain itu, pemeliharaan rutin pada sistem *inverter* dan pengaman listrik (sekring) sangat penting dilakukan untuk mencegah terjadinya hubungan arus pendek yang dapat membahayakan keselamatan perjalanan. Penumpang pun sangat disarankan untuk hanya menggunakan stop kontak bagi perangkat berdaya rendah seperti pengisi daya ponsel agar sistem kelistrikan tetap stabil[12].

3.2. Identifikasi proses perawatan gerbong

A. Kerusakan ringan

- Kabel putus (Instalasi Gerbong) adanya kabel yang terlepas atau putus pada jalur kecil yang hanya memerlukan penyambungan ulang atau pengencangan baut terminal,
- Lampu Indikator Mati lampu LED kecil (seperti indikator hijau pada stop kontak di **Gambar 7**) yang mati namun aliran listrik ke stop kontak tetap berfungsi.
- Filter AC kotor penumpukan debu pada filter yang hanya membutuhkan pembersihan tanpa penggantian suku cadang.

B. Kerusakan sedang

- Penurunan performa AC: Arus listrik AC terukur di bawah standar (misal: 3,1A dari standar 5,0A) yang mengharuskan pengisian gas *freon*.
- Lampu penerangan mati/redup: Kerusakan pada modul LED interior atau lampu semboyan yang memerlukan penggantian unit lampu baru.
- Kebocoran selang AC: Adanya rembesan atau bocor halus pada saluran pembuangan atau pipa *freon* yang harus segera ditambal atau diganti agar tidak merusak plafon.

C. Kerusakan berat

- Korsleting Listrik (Hubungan Arus Pendek) adanya jalur kabel utama yang terbakar atau menempel, yang dideteksi melalui pemeriksaan panel depo.
- Kerusakan MCB/MCI komponen pengaman terus-menerus memutus arus (*trip*) karena adanya gangguan beban berlebih atau kegagalan isolasi kabel di dalam dinding gerbong.
- Stop kontak gosong/terbakar kerusakan akibat beban berlebih (seperti penggunaan pemanas air) yang menyebabkan unit stop kontak meleleh dan berpotensi memicu api.

3.3.Solusi

A. Solusi kerusakan ringan

- Penyambungan Kabel (Wiring), Jika ditemukan kabel putus pada instalasi interior, teknisi melakukan penyambungan ulang menggunakan *crimping tool* dan isolasi standar industri agar sambungan kuat terhadap getaran kereta.
- Pembersihan Filter AC, Filter udara dicopot dan disemprot menggunakan kompresor udara atau dicuci jika sudah sangat kotor. Hal ini bertujuan agar udara dingin tersirkulasi maksimal dan beban kerja kompresor berkurang.
- Pengencangan Koneksi, Memeriksa terminal blok pada panel distribusi dan mengencangkan baut-baut yang longgar akibat getaran rel.

B. Solusi kerusakan sedang

- Pengisian *Freon* (*Refrigerant*), Jika arus (amper) AC terdeteksi rendah (misalnya 3,1A), teknisi melakukan pengisian freon hingga tekanan mencapai standar operasional (amper naik ke angka 5,0A) agar suhu ruangan kembali sejuk.
- Penggantian Modul Lampu, Lampu LED yang redup atau mati diganti satu set (strip LED dan *driver*-nya). Teknisi memastikan tidak ada kabel yang terjepit saat memasang kembali penutup lampu (*diffuser*).
- Perbaikan Kebocoran Saluran**,** Mengganti selang pembuangan AC yang pecah atau tersumbat dan memastikan *drainage* (pembuangan air) lancar agar tidak terjadi tetesan air ke kursi penumpang.

C. Solusi kerusakan berat

- Audit Jalur Kabel (*Short Circuit Trace*), Jika terdeteksi korsleting, teknisi akan mengisolasi jalur kabel tersebut dan melakukan penarikan kabel baru (re-wiring) jika isolasi kabel lama sudah mengelupas atau terbakar.
- Penggantian Komponen Proteksi (MCB/MCI), Jika MCB sudah lemah (sering *trip* padahal beban normal), komponen ini harus diganti dengan unit baru yang memiliki spesifikasi arus yang sama untuk memastikan proteksi arus berlebih tetap bekerja.
- Rekonstruksi Stop Kontak, Untuk unit stop kontak yang gosong atau meleleh, teknisi akan membongkar seluruh unit dudukan (seperti pada **Gambar 7**) dan menggantinya dengan unit stop kontak standar yang tahan panas, serta memeriksa apakah ada kabel di belakangnya yang ikut terbakar.

IV. KESIMPULAN

Perawatan elektrik P3 (Perawatan 3 Bulanan) merupakan kegiatan pemeliharaan preventif yang sangat krusial di Depo Kereta Sidotopo untuk menjamin keandalan operasional, keselamatan, dan kenyamanan penumpang. Melalui metode observasi lapangan serta pengukuran arus dan tegangan menggunakan *multimeter* dan *clamp meter*, prosedur ini terbukti efektif dalam menjaga stabilitas sistem kelistrikan serta memperpanjang usia pakai komponen. Fokus utama perawatan ini mencakup pemeriksaan komponen vital seperti panel listrik (MCB/MCI), sistem penerangan (lampu utama dan semboyan), stop kontak, serta unit AC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeliharaan rutin mampu memitigasi berbagai risiko, mulai dari penurunan kinerja AC dan gangguan penerangan hingga potensi bahaya kebakaran akibat hubungan arus pendek atau korsleting.

Dalam pelaksanaannya, penanganan kerusakan dikategorikan menjadi tiga tingkatan untuk memastikan solusi yang tepat sasaran. Kerusakan ringan ditangani dengan pembersihan filter AC, penyambungan kabel yang putus, dan pengencangan koneksi terminal. Untuk kerusakan sedang, langkah yang diambil meliputi pengisian gas *freon* untuk menormalkan arus AC, penggantian modul LED yang redup, serta perbaikan kebocoran pada pipa pembuangan. Sementara itu, kerusakan berat seperti kegagalan isolasi kabel, MCB yang sering *trip*, atau stop kontak yang hangus akibat beban berlebih memerlukan tindakan rekonstruksi unit dan penarikan kabel baru (*re-wiring*). Secara keseluruhan, implementasi prosedur P3 yang disiplin sangat mendukung pelayanan transportasi kereta api yang optimal dan memastikan sarana tetap dalam performa terbaiknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan bantuan sehingga artikel berjudul "Perawatan Elektrik (P3) Pada Kereta Penumpang K3 0 0907 SDT" ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas kesempatan melaksanakan kegiatan magang, kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan ilmiah dan masukan konstruktif, serta kepada pihak perusahaan tempat magang—khususnya HRD, bagian teknik, operator mesin, dan pembimbing lapangan—atas izin, fasilitas, serta penjelasan teknis yang diberikan selama proses observasi dan pengambilan data. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan semoga segala bentuk dukungan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal.

REFERENSI

[1] S. Pengendalian, A. Bengkel, P. Berbasis, W. Studi, K. Dipo, and K. Malang, "Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 6th," 2023.

[2] E. N. S. Marsusiadi, "Ragam Bahasa Teknik Tenaga Perawatan dan Pemeriksaan Sarana Perkeretaapian di Wilayah Kerja Daop 7 Madiun," *Al-Fathin: Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pembelajarannya*, vol. 7, no. 2, pp. 500–516, 2024. doi: 10.33503/alfabeta.v7i2.4850.

[3] N. Bimokusumo and A. Trilaksana, "Balai Yasa Surabaya Gubeng (Bengkel Kereta Kai Daop Viii Surabaya Tahun 2018-2023)," *Avatara Jurnal Pendidikan Sejarah*, vol. 16, no. 2, 2025.

[4] A. Kusuma, "Kualitas Pelayanan Transportasi di PT Kereta Api Indonesia Kabupaten Sidoarjo," *Publik: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, vol. 6, no. September, pp. 1–8, 2017.

[5] U. Bahiyah and S. Gumiandari, "Tinjauan Literatur Objek Wisata," *Edukasi: Jurnal Penelitian Pendidikan Agama dan Keagamaan*, vol. 4, no. 2, 2024.

[6] Muhammad Ikhsan Hidayat, "Pengelolaan Dokumen Umum Perusahaan PT Kereta Api Indonesia (Persero)," *Shaut Al-Maktabah: Jurnal Perpustakaan, Arsip dan Dokumentasi*, vol. 12, no. 1, pp. 21–32, 2020. doi: 10.37108/shaut.v12i1.271.

[7] F. G. Irfan and N. Hariyanto, "Simulasi ETAP 12.6 untuk Studi Instalasi Listrik pada Kereta Api Kahuripan," *MIND Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 118–131, 2021. doi: 10.26760/mindjournal.v6i1.118-131.

[8] K. Di, D. Gerbong, and K. Bandung, "Analisis Perawatan Kelistrikan Kereta Penumpang," *Jurnal Teknik Perkeretaapian*, vol. XII, pp. 47–59, 2020.

[9] M. R. Arfianto, T. Sukmadi, and B. Winardi, "Analisis Beban Listrik Kereta Penumpang Kelas Eksekutif, Bisnis, dan Ekonomi di Depo Gerbong Kereta Api Indonesia," *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, vol. 12, no. 1, pp. 30–38, 2020.

[10] I. A. Tamba, A. S. Margana, and B. Y. Prasetyo, "Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Dan Metode Fmea Pada Ac Package Di Gerbong PT. KCI Juanda," *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 14, no. 1, pp. 235–241, 2023. doi: 10.35313/irwns.v14i1.5392.

[11] D. K. Yohanny, A. Mulyono, and L. Purwaningrum, "Analisis Preferensi Pengguna dari Kesan Visual Desain Interior Kompartemen Kereta Api New Generation dengan Metode Kansei Engineering," *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, vol. 6, no. 2, pp. 71–84, 2022. doi: 10.37367/jpi.v6i2.228.

[12] "AI-Based Predictive Maintenance Strategies for Electrical Equipment and Power Networks," *International Journal of Artificial Intelligence in Electrical Engineering (IJAIEE)*, vol. 2, no. 1, 2024.

[13] J. M. Smith and R. K. Taylor, "Reliability Centered Maintenance of Railway Rolling Stock Electrical Systems," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 24, no. 5, pp. 4820–4830, 2023. doi: 10.1109/TITS.2023.3241105.

[14] D. Prasetyo and B. Hartono, "Preventive Maintenance Optimization for Passenger Coach Air Conditioning and Electrical Units," *Journal of Rail and Rapid Transit*, vol. 237, no. 2, pp. 155–168, 2022. doi: 10.1177/09544097221089201.

[15] H. Y. Wang, G. H. Han, and X. M. Jiang, "Thermal and Electrical Fault Diagnosis in Modern Passenger Train Distribution Panels," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 185, p. 109780, 2023. doi: 10.1016/j.ymssp.2022.109780.